



сборник материалов

**IV Всероссийской молодежной геологической конференции
«Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала
и сопредельных территорий» Уфа-2016**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии Уфимского научного центра
Российской академии наук**

**Башкирский государственный университет
Кафедра геологии и геоморфологии**

**Российское минералогическое общество
Башкирское отделение**

**ГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ
И РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УРАЛА
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Материалы IV
Всероссийской молодежной геологической конференции**

Уфа 2016

УДК 55(470,57)

ББК 26.3

Г 35

Редколлегия:

к.г.-м.н. Ф.Р. Ардисламов

к.г.-м.н. А.В. Сначёв

Г 35 Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Материалы IV Всероссийской молодежной геологической конференции, г. Уфа, сентябрь 2016 года. – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2016. – 451 с.

ISBN 978-5-4386-1148-6

В сборник вошли материалы IV Всероссийской молодежной геологической конференции “Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий”, состоявшейся 19-23 сентября 2016 г. в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии Уфимского научного центра Российской академии наук. Представлены доклады о состоянии и перспективах минерально-сырьевой базы и геологической науки Урала и сопредельных территорий.

Материалы будут интересны для широкого круга специалистов, изучающих различные аспекты геологии.

Проведение конференции и издание материалов осуществлено при поддержке РФФИ проект 16-35-10186 мол_г, ИГ УНЦ РАН, Российского минералогического общества “Башкирское отделение”, АО “Сырьевая компания”.

Печатается в авторской редакции

УДК 55(470,57)

ББК 26.3

ISBN 978-5-4386-1148-6

© ИГ УНЦ РАН, 2016

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии Уфимского научного центра
Российской академии наук

Башкирский государственный университет
Кафедра геологии и геоморфологии

Российское минералогическое общество
Башкирское отделение

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

директор ИГ УНЦ РАН, чл.-корр. РАН Пучков В.Н.
д.г.-м.н. Ковалёв С.Г. ИГ УНЦ РАН
к.г.-м.н. Ардисламов Ф.Р. ИГ УНЦ РАН
к.г.-м.н. Бажин Е.А. ИГ УНЦ РАН
к.г.-м.н. Сначёв А.В. ИГ УНЦ РАН

Электронная почта: igkonf@ufaras.ru

Web-страница: <http://ig.ufaras.ru>

Фотография на обложке – Шихан Юрактау. Автор Олег Меньков. <http://www.ufaair.ru/>

Содержание:

1. РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

КАЗАНЦЕВА Т.Т. ШАРЬЯЖИ. ШАРЬЯЖНО-НАДВИГОВАЯ ТЕОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ. ТЕОРИЯ ШАРЬЯЖЕЙ. ОБЩНОСТИ И ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОТЛИЧИЯ.....	13
ШЕБОЛКИН Д.Н. ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНЛОКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ И ЮЖНОЙ ЧАСТИ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА.....	24
БАЛЪЯН А.С. О НЕКОТОРЫХ ПАЛЕОГРАФИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ ОБРАЗОВАНИЯ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО НАГОРЬЯ АРМЕНИИ.....	28
ФАЗЛИАХМЕТОВ А.М. НУЖНЫ ЛИ СТАРЫЕ АЭРОФОТОСНИМКИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ЕСЛИ ЕСТЬ GOOGLE?.....	31
РАХИМОВ И.Р. ПОЗДНЕДЕВОНСКАЯ ГАББРОНОРИТ-ДИОРИТОВАЯ СЕРИЯ ЗАПАДНО-МАГНИТОГОРСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА: УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИНТРУЗИВОВ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОРОД.....	36
МУСИНА А.М., МИЧУРИН С.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА МЕТОДОМ ИСП-АЭС ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ.....	39
МЕЛЬНИЧУК О.Ю. ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕУРАЛЬСКОГО СЕГМЕНТА ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОЙ МЕГАЗОНЫ.....	45
ГАЛИМОВ Н.Р., САТАЕВА Э.М., ХАМАТОВ А.А. НЕПРОСТЫЕ ПРОБЛЕМЫ «ПРОСТЫХ» ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	50
УЛЯШЕВА Н.С., ГРАКОВА О.В. ТИПИЗАЦИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СЛАНЦЕВ НЯРОВЕЙСКОЙ СЕРИИ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ).....	53
ХОТЫЛЕВ А.О. НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ТРАХИБАЗАЛЬТОВ НАВЫШСКОГО (АЙСКОГО) ВУЛКАНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РИФЕЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ).....	56
КОВАЛЁВ С.С. ГЕОЛОГИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАШКИРСКОГО МЕГАНТИКЛИНОРИЯ.....	62
КОМЛЕВ В.Н. ДОСТОЯНИЕ МИРОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ПОДЗЕМНЫЙ ЯДЕРНЫЙ МОГИЛЬНИК.....	67

2. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ

АМРАХОВ Р.Р. ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА И СКОРОСТИ СЕДИМЕНТАЦИИ В КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ ЗА ПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД (ОБОБЩЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ).....	70
МАТВЕЕВ В.А., КАНЕВ Б.И. ВЕРХНЕЙСИЛУРИЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ В ОПОРНОМ РАЗРЕЗЕ СИЛУРА НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА.....	72
ШЕЛУХИН Р. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КОНЕЧНОСТЕЙ МОРСКИХ РЕПТИЛИЙ МЕЗОЗОЯ.....	77
АХМЕТОВ Т.А. ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ В ГАФУРИЙСКОМ РАЙОНЕ.....	81
СТЕЛЬМАХ А.Г. НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ХРОНОСТРАТИГРАФИЮ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА.....	86
ДАНУКАЛОВ Н.К. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ЖИЗНИ РАННЕМЕЛОВЫХ ГОЛОВОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА НА ОСНОВЕ ИХ СРАВНЕНИЯ С СОВРЕМЕННЫМИ РАКОВИННЫМИ ГОЛОВОНОГИМИ	89
ФРОЛОВ П.Д., ДАНУКАЛОВА Г.А., ОСИПОВА Е.М. VIVIPARIDAE ВЕРХНЕГО МИОЦЕНА МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ МОРСКАЯ 2 СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ (РОССИЯ).....	93
ЮМАКАЕВА А.А. ВОСТОЧНОЕ ОРЕНБУРЖЬЕ КАК ИНТЕРЕСНЕЙШИЙ ИСТОЧНИК ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ОТКРЫТИЙ.....	99
ПЛОТИЦЫН А.Н., ГРУЗДЕВ Д.А. ГРАНИЦА ДЕВОНСКОЙ И КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СИСТЕМ НА Р. ИЗЪЯЕЛЬ (ЮГ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА).....	102
ШИНЬКОВ И.Е. БРЮХОНОГИЕ И ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ ИЗ РИФОВЫХ МАССИВОВ ШАХТАУ И ТРАТАУ.....	108
РАДЧЕНКО В.Н. КОРАЛЛЫ РАЗРЕЗА РЯУЗАК ИШИМБАЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН.....	110
АСАМБАЕВА А.Б., САРСЕНБАЕВА А.Н. ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ МАЛОГО КАРАТАУ.....	112

3. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

РАТОВ А.А. ГЕОХИМИЯ ВУЛКАНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ МАШАКСКОГО КОМПЛЕКСА СРЕДНЕГО РИФЕЯ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ.....	118
ГРАКОВА О.В. ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗСОДЕРЖАЩИХ ОТЛОЖЕНИЙ АСЫВВОЖСКОЙ СВИТЫ (D ₂₋₃ AS) ЮЖНОГО ТИМАНА.....	121

БИРЮКОВ К.Э. ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ И ОСАЖДЕНИЯ МИНЕРАЛОВ СЕРЕБРА В УСЛОВИЯХ ГИПЕРГЕНЕЗА В ПРЕДЕЛАХ БАРУН-ХУРАЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ (ЮГО-ЗАПАДНАЯ МОНГОЛИЯ).....	125
МАСЛОВ А.В. ГЕОХИМИЯ СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОСАДКОВ БЕЛОГО, КАСПИЙСКОГО И ЧЕРНОГО МОРЕЙ: ЧТО ЭТО НАМ, «СУХОПУТНЫМ» ГЕОЛОГАМ, ДАЕТ?	129
ПЕТРОВА Д.И., КОРОЛЁВ Э.А. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ НЕФТЯНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ЧЕРЕПЕТСКОГО ГОРИЗОНТА.	136
ФАЗЛИАХМЕТОВ А.М., ГИЗЯЗОВ А.А., ХРЫКИН А.С. ДИСКРИМИНАНТНЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ДИАГРАММЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ К СОВРЕМЕННОМУ АЛЛЮВИЮ ЗАПАДНО-МАГНИТОГОРСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА.....	137
ХУСАИНОВА А.Ш. СУЛЬФИДЫ ЖЕЛЕЗА В ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ПРИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ...	141
ХУСАИНОВА А.Ш. СУЛЬФИДЫ ЖЕЛЕЗА В СИСТЕМЕ «МИНЕРАЛ – ВОДА – ВОЗДУХ» В ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ.....	146
ШАРИПОВА А.А., МИЧУРИН С.В. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ЗОЛОТА В РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАШКИРСКОГО МЕГАНТИКЛИНОРИЯ.....	150
ЮРИЧЕВ А.Н. РЕСТАВРАЦИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРОД ХАРЧЕРУЗСКОГО БЛОКА МАССИВА СЫУМ-КЕУ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ).....	156
ЗАКИРОВ Т.Р., ХАЙДАРОВА Л.И., СТАЦЕНКО Е.О. РЕМАСШТАБИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕСЧАНИКОВ АШАЛЬЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА РЕНТГЕНОВСКОЙ МИКРОТОМОГРАФИИ.....	159
ВЫСОЦКИЙ С.И. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ И РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДОКЕМБРЬСКИХ КОНГЛОМЕРАТОВ ШАТАКСКОГО КОМПЛЕКСА (ЮЖНЫЙ УРАЛ).....	164
ЕФИМОВА М.А. ПЕСЧАНЫЕ КОНКРЕЦИИ ВБЛИЗИ СЕЛА МАКАРОВО ИШИМБАЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН.....	169
ГАДИЛЖАНОВ Н.Г., САРСЕНБАЕВА А.Н. НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ НАЙДЕННЫЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КУРУМСАК И БАЛАСАУСКАНДЫК.....	171
БИКТИМЕРОВА З.Р., КАНИПОВА З.А., ГОРОЖАНИН В.М., МИЧУРИН С.В., МУСИНА А.М., ЗАХАРОВА А.Г. ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД ИНЗЕРСКОЙ И МИНЬЯРСКОЙ СВИТ ВЕРХНЕГО РИФЕЯ В РАЙОНЕ Д. ТОЛПАРОВО (ЮЖНЫЙ УРАЛ).....	177

4. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

РАХИМОВ Т.М., СТЕПАНОВА Н.Г. ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ТВЁРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ЧУВАШИИ	183
СНАЧЁВ М.В, СНАЧЁВ А.В. ПЕРСПЕКТИВЫ РУДОВМЕЩАЮЩИХ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АМУРСКОГО СТРАТИФОРМНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ЦИНКОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ (ЮЖНЫЙ УРАЛ).....	188
СНАЧЁВ В.И. МЕТАЛЛОГЕНИЯ КОЧКАРСКОГО ЗОНАЛЬНОГО МЕТАМОРФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (ВОСТОЧНО – УРАЛЬСКОЕ ПОДНЯТИЕ).....	194
ДЕНЕКИН И.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ НИЖНЕГО МЕЛА НА АДЫГЕЙСКОМ ВЫСТУПЕ НА ПРИМЕРЕ МАЙКОПСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	199
ЧИЛИНГАРЯН А.З., КАРАПЕТЯН К.А., ЧИЛИНГАРЯН Т.А. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТОДА ПОГРУЖЕННОГО ЭЛЕКТРОДА ПРИ РАЗВЕДКЕ ВЫСОКООМНЫХ ПЛАСТООБРАЗНЫХ ТЕЛ.....	208
АББАСОВ Н.А. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОГЕНИИ ОРДУБАДСКОГО РУДНОГО РАЙОНА МИСХАНА-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЕ МАЛОГО КАВКАЗА.....	212
ИБРАГИМОВА Н.И. СОЗДАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ГИС АНГРЕНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН.....	218
СНАЧЁВ А.В. ЧЕРНООЗЕРСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ЗОЛОТА В УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОФИОЛИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)	223
КИКО Д.С. ИЗМЕНЕНИЕ СЕРНОКОЛЧЕДАННЫХ РУД ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССАХ.....	227
БЕЛОВ Г.А., ГАРИПОВА Э.Р. КАРЬЕР ЮЖНО-ФАЙЗУЛЛИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАРГАНЦЕВЫХ РУД КАК ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ.....	231
ГОДЖАЕВ Д.А. ОБРАЗОВАНИЕ ЛИТОФИЗОВ КИЗИЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РИОЛИТОВ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	235
КОСТРУБОВА Д.Р. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРАСНОЙ ОХРЫ ТИРЛЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В БЕЛОРЕЦКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН.....	238
МАНСУРОВ Р.Х. ЗОЛОТОНОСНЫЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫЕ ЗОНЫ ПРОЖИЛКОВО-ВКРАПЛЕННОГО ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПЕТРОПАВЛОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)	241
ИБРАГИМОВ Р.Х. СОСТАВ И МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ ЗОЛОТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГУЖУМСАЙ.....	244

КОЛОМОЕЦ А.В. ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЯШМ ОРСКО- ГАЙСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ.....	248
5. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА	
АНТИПИНА М.И., ДЕГТЯРЕВ Д.С. НАФТЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ С УГЛОВЫМ МАГНИТНЫМ МОМЕНТОМ.....	250
МИХАЙЛОВ С.П., НОВИКОВ Н.О. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ХАРАКТЕРА НАСЫЩЕНИЯ СЛОЖНООРГАНИЗОВАННОЙ ЗАЛЕЖИ УВ НА СЕВЕРЕ ЛУ ПРИОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	254
АХМЕТОВА Л.Ф., КРЫЛОВА Е.А., САВЕЛЬЕВА Е.Н., ДЬЯКОНОВА О.Б. НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ БАШКИРСКО-СЕРПУХОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ, ВСКРЫТЫХ СКВАЖИНОЙ 4607 ТАТЫШЛИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	259
ХУСАИНОВА Г.Я. КИСЛОТНАЯ ОБРАБОТКА ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА.....	265
ХУСАИНОВА А.М., МИНИГАЛИЕВА Г.И., ПРИВАЛОВА О.Р., БУРИКОВА Т.В., САВЕЛЬЕВА Е.Н. ПЕТРОФИЗИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО КАРБОНА МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТСТАН.....	269
МОЧАЛКИН Д.С., МЕЛЬНИКОВ А.В. УЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПРИ ОБОСНОВАНИИ МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИМ. А. ТИТОВА....	272
ВАСИЛЬЕВ А.С. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОЙ ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЫ ПОДНЯТИЙ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА И РЕКОМЕНДАЦИИ ДАЛЬНЕЙШИХ НЕФТЕПОИСКОВЫХ РАБОТ.....	276
КАРСЕКО К.С. АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	278
КОТИК О.С., КОТИК И.С. УГЛЕПЕТРОГРАФИЯ И ГЕОХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ОТЛОЖЕНИЙ СИЛОВСКОЙ СВИТЫ Р. СЫРЬЯГА (ЮГО-ВОСТОК КОРОТАИХИНСКОЙ ВПАДИНЫ).....	281
ХАМИДУЛИНА А.А. К ВОПРОСУ ОБ ОТНЕСЕНИИ ЗАПАСОВ НЕФТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ К КАТЕГОРИИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ.....	284
ДАНЬЩИКОВА И.И. ТИПЫ ПУСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВА В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ СИЛУРИЙСКОГО ВОЗРАСТА НА УСИНО-КУШШОРСКОЙ И ЗАОСТРЕНСКОЙ ПЛОЩАДЯХ.....	287
МАЛАШЕНКО П.С. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЮЖНО-ВИШАНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ОЦЕНКА ИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ СЕМИЛУКСКОЙ ЗАЛЕЖИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ).....	291

КОТИК И.С., ДАНЬЩИКОВА И.И. ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА.....	293
ДЕГТЯРЕВ Д.С., АНТИПИНА М.И. ДИЛАТАНСКИЙ РЕЖИМ ПРИ РАЗВЕДКЕ И РАЗРАБОТКЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ.....	296
НУРСОЛТАНОВА А.Д., АСИЛХАНОВ Ж. РИФТОГЕНЕЗ ЮЖНО-ТУРГАЙСКОГО БАССЕЙНА.....	300
6. ГЕОФИЗИКА	
МКРТЧЯН Г.А. КАРТИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА.....	304
КАРАПЕТЯН К.А., ЧИЛИНГАРЯН Т.А. АДАПТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ ПРИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	308
СААКЯН Б.В., МУРАДЯН А.Р., ОГАНЕСЯН А.Л. ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ СЕВЕРНОЙ АРМЕНИИ	313
САРГСЯН С.Н. ПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВО ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ОЧАГОВОЙ ЗОНЕ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ.....	319
КАРАПЕТЯН С.С., МКРТЧЯН Г.А., КАРАПЕТЯН ДЖ.К., ОВСЕПЯН Н.В., ХАЧАТРЯН Э.А. СПЕКТРЫ ВЗРЫВОВ КАК ПАРАМЕТР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО -ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТНОСТИ.....	322
ОГАНЯН М.В. ВЫДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ АНОМАЛИЙ ГЕОМАГНИТНЫХ ВАРИАЦИЙ ТЕКТОНОМАГНИТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ.....	327
ПАНТЕЛЕЕВ В.С. АНАЛИЗ СКОРОСТЕЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ.....	331
7. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ	
ЗЫОНГ Ф.Т., ЧАМ Х.Т.К., ТУАН Ф.В. КОНЦЕНТРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕРЫ ПО СОКРАЩЕНИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ В УСТЬЯХ РЕКИ ХАМЛУОНГА (ВЬЕТНАМ).....	334
ЗЫОНГ Ф.Т., ЧАМ Х.Т.К., ТУАН Ф.В. СРЕДНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ МЫШЬЯКА (AS) В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ЗОНЕ УСТЬЯ РЕКИ ХАМЛУОНГА (ВЬЕТНАМ) В ТЕЧЕНИИ 2014-2015.....	340
ВАРДАНЯН В.П., ОГАНИСЯН А.Г. ИЗУЧЕНИЕ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПУТЕМ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ (НА ПРИМЕРЕ АРАГАЦСКОГО МАСЕЕИВА).....	343

ЛУЕН НГУЕН ВАН, ТХИНЬ ФИ ХОНГ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В УЕЗДЕ ЧОДОНЬ ПРОВИНЦИИ БАККАН (СЕВЕРНЫЙ ВЬЕТНАМ).....	347
ФЕДОРЕНКО А.Ю. ПОНЯТИЕ ГЕОРАЗНООБРАЗИЯ И ПОДХОДЫ К ЕГО ИЗУЧЕНИЮ.....	353
СОКОЛОВ А.С., СИВАКОВА Т.А. ЛИТОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И СЕЛИТЕБНОГО ОСВОЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ.....	356
ГАЙДУК А.С., СИВАКОВА Т.А. ЛАНДШАФТНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ (НА ПРИМЕРЕ ШКЛОВСКОГО РАЙОНА, БЕЛОРУССИЯ).....	360
ФЕДОСЕЕВА А.В. ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ КАК РЕЗУЛЬТАТ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	364
ФОЗИЛОВ Э.М. ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.	367
МОЛЯРЕНКО В.Л. ВЛИЯНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩ НА РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕЧНОГО СТОКА МАЛЫХ РЕК ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ.....	370
САКУНОВА Ю.В. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	374
ХУСАИНОВА Г.Я. КИСЛОТНАЯ ОБРАБОТКА ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА.....	378
ДАДАХОДЖАЕВА Н.Р. ПРОГНОЗ ВОДОПРИТОКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЕ ГУЖУМСАЙ	381
РАХМАНБЕРДИЕВА Н.Т. АКТУАЛИСТИЧЕСКАЯ ГЕОЭКОЛОГИЯ.....	386
РАХМАНБЕРДИЕВА Н.Т. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ОТ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН.....	388
РАХМАНБЕРДИЕВА Н.Т. НЕКОТОРЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ АЛМАЛЫКСКОГО ПРОМУЗЛА).....	393
РАХМАНБЕРДИЕВА Н.Т. ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ АРАЛА.....	398
БАЛЕНОК Т.А. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	404
ЛАШУК В.О. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ....	406

БУСЫГИН К. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ КЛУБА ЮНЫХ ГЕОЛОГОВ-ЭКОЛОГОВ Г.ОРСКА, ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ.....	410
МОКРОВ Е. ГОРОД ГАЙ - ВЗГЛЯД ИЗ КОСМОСА.....	413
ОРЛОВА О.Д. ЛИТОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕЧИЦКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИПЯТСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ.....	417
ЗОТИНА К.Э., ГАЛЛЯМОВ Р.Р., КУРЛЯНОВ Н.А., МУСИН Р.Х. ГЕОЭКОЛОГИЯ КРУПНЫХ ГОРОДОВ НА ОСНОВЕ СОСТАВА СНЕГОВОГО ПОКРОВА (НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНЬ).....	421
ЯСТРЕБОВА Е.Н. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КАРСТОВО- СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ СТРОЯЩЕГОСЯ КОТТЕДЖНОГО ПОСЕЛКА «ЦАРИЦЫНО».....	427
МОРЕВА А.М. СЕЛО КЛЮЧИ КАК ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ.....	430
ГОЛОФАЕВА А.С. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОМЫШЛЕННО- ТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ СЕЛИТЕБНО СРЕДЫ ГОРОДА МЕЛЕУЗА НА ПРИМЕРЕ ЗАО «МЕЛЕУЗОВСКИЙ МОЛОЧНОКОНСЕРВНЫЙ КОМБИНАТ».....	433
САЙФУЛЛИНА М.А. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, СОСТАВ, ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ ГРУНТОВ ОБОРОНИТЕЛЬНОГО ВАЛА МАКЛАШЕЕВСКОГО II ГОРОДИЩА (ТАТАРСТАН).....	439
КОЛОМОЕЦ А.В. РАЗРАБОТКА ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ НА ПРИМЕРЕ КУМАКСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ.....	443
АБИЛОВА А.К., САРСЕНБАЕВА А.Н. ЧАРЫНСКИЙ КАНЬОН	447

1. Региональная геология

ШАРЬЯЖИ. ШАРЬЯЖНО-НАДВИГОВАЯ ТЕОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ. ТЕОРИЯ ШАРЬЯЖЕЙ. ОБЩНОСТИ И ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОТЛИЧИЯ.

Т.Т. Казанцева

Институт геологии УНЦ РАН, Уфа

e-mail: ktt@ufaras.ru

В публикациях последнего времени заметен интерес молодых ученых к шарьяжной тематике. Неплохо. Но с чем это связано? Задokumentированы новые шарьяжные структуры? Получен солидный фактический материал или хотя бы отдельные факты, подтверждающие либо опровергающие существующие ныне представления? Предлагаются оригинальные новые идеи? Высказываются неизвестные ранее теоретические положения? Обосновываются неопровержимые доказательства, необходимые для дальнейшего развития геологической науки? Нет, ничего подобного не происходит. Тогда в чем же смысл, суть и цель таких публикаций? Анализируя их содержание, прихожу к выводу, что одни из авторов хотят таким крайне легким путем заявить о своей якобы причастности к известной разработке, другие свидетельствуют, как минимум, об очевидном недостатке знаний по затрагиваемым проблемам. Например, разного уровня и назначения категории, такие как: шарьяж, шарьяжно-надвиговая теория формирования земной коры и теория шарьяжей преподносятся как взаимозаменяемые, равнозначные, тождественные понятия. Эта недопустимая ошибка приводит к ряду заблуждений и к неправомерности выводов. Попробуем расставить все (или хотя бы часть проблем) по своим местам.

ШАРЬЯЖИ. Согласно современным представлениям шарьяжи являются аллохтонными тектоническими телами, образованными пологим надвиганием геовещественных масс на десятки и даже сотни километров. Большие размеры и многокилометровые амплитуды перемещения определяют оторванность их от своих корневых зон, что лишает возможности сохранять первоначальную активность. В таком случае они ведут себя как обычные автохтонные тела, зависимые от общей тектонической обстановки. Шарьяжные структуры развиты преимущественно в активных зонах складчатых областей, сложенных разноранговым геологическим веществом от минералов, через породы к формациям, и далее к формационным рядам. Согласно вещественно-структурной методики реконструкции геодинамических режимов Казанцевой Т.Т. [1981, 1987, 2004] формации характеризуют этапы, а формационные ряды – полные тектонические циклы. Те и другие образуются в условиях постепенно возрастающего тектонического давления тангенциального сжатия от минимальных до максимальных значений. При этом для первой половины тектонического цикла свойственен эволюционный характер накопления вещества, а для второй – деформационный. Это соответственно эволюционный и деформационный этапы каждого тектонического цикла. Для эволюционного этапа характерно образование изверженных пород с гомодромной направленностью вулканизма, сопровождаемого осадконакоплением определенного для каждой формации состава, а для деформационного – флишенаккумуляция, олистохромообразование и активное надвигание геологических масс. Следовательно, шарьяжные структуры являются принадлежностью деформационных этапов каждого тектонического цикла.

Наряду с шарьяжами в этот же период образуются и пластинчато-чешуйчатые серии, развитые преимущественно в пределах менее активных зон складчатых областей, таких как передовые прогибы и чехлы платформ. Они также образованы надвигами, нередко осложненными сдвигами [Казанцев, 1981], но со значительно меньшими амплитудами перемещения, а потому чаще всего связаны со своими корневыми зонами, что и определяет их длительную геологическую активность. В результате являются основой целого ряда выявленных закономерностей развития складчатых областей и их обрамлений [Казанцев, Казанцева, 1990]. Шарьяжи, тектонические чешуи и пластины являются аллохтонными телами, которые при анализе истории развития земной коры однозначно свидетельствуют о приоритете мобилистской доктрины. Однако, не следует забывать, что первым, кто рассмотрел разломную тектонику Южного Урала не как продольные сбросы Ф.Н. Чернышева, а серию надвигов, «приводящих к чешуйчатому строению» был А.Н. Заварицкий [Смирнов, 1992, стр. 197]. В плане сказанного картирование структур горизонтального сжатия в складчатых областях является одной из важнейших задач геотектоники.

К истории открытия шарьяжей на Южном Урале. Здесь изучение шарьяжных структур и их останцов (клипов), после длительного периода запрета, было возобновлено М.А. Камалетдиновым. Это произошло в начале шестидесятых годов прошлого столетия в районе Уфимского амфитеатра, где еще в тридцатые годы Нейман-Пермяковой О.Ф. выделялись шарьяжные структуры и их тектонические останцы. Затем, в тех же местах, из слов Г.А. Смирнова: «На геологической карте южной части Уфимского амфитеатра мной (т.е. Георгием Алексеевичем) в верховьях рек Ургалы и Ураима на площади гор Вязовой и Маяк-Тау был закартирован выход кремнистых сланцев в окружении обломочных отложений среднего карбона (с запада) и зилаирской свиты (с востока). Кремнистые сланцы были отнесены к силуру. Конечно, такие соотношения толщ на карте выглядят диковато. И когда в эти места приехали геологи из Башкирии Засадчук И.М., Камалетдинов М.А. и Камалетдинов Р.А., они подумали, что силурийский возраст кремней был определен ошибочно, что их и побудило поискать органические остатки. Тщательные поиски привели к положительным результатам. В южной части выхода в прослое песчаных пород были встречены брахиоподы верхов ордовика, а в кремнистых сланцах удалось обнаружить граптолиты, свойственные ландоверскому ярусу силура [1992, стр. 192]. В результате, были «реабилитированы» шарьяжи Уфимского амфитеатра, а материалы опубликованы Камалетдиновым М.А. в статье «О клиппенах на Среднем Урале» [1962]. Такие же сведения приведены и в журнале «Геотектоника» за 1965 год, где добавлены и данные об аллохтонном залегании рифогенных известняков района Мурадымовского ущелья. Начиная с 1967 года обнаружение надвиговых структур, доказательства шарьяжной тектоники на Южном Урале проводились совместно с Казанцевым Ю.В., а с 1968 и с Казанцевой Т.Т. В это время впервые были доказаны самые крупные на Южном Урале шарьяжи: Сакмарский на юге, а Кракинский на севере Зилаирского синклиория, которые раньше считались поднятиями. Казанцев Ю.В. (в то время начальник геолого-съёмочной партии Стерлитамакской геолого-поисковой конторы), впервые закартировал в пределах Сакмарского «поднятия» ряд тектонических пластин. Выявил и изучил «глыбовые зоны», получившие определения как олистостромы и меланж. Показал гетерогенность геологических разрезов силурийских образований с выделением среди них трех типов, установил их тектоническое сближение. Описал контактовые зоны сопряжения с подстилающими флишевыми осадками верхнего девона. Результаты изложены в фондовом отчете 1967 года, а также в публикации Камалетдино-

ва М.А. и Казанцева Ю.В. «Об аллохтонном залегании рифейских метаморфических пород в Сакмарской зоне Южного Урала», 1968 год. В этот же год мною, тоже в должности начальника геолого-съёмочной партии, при экспедиционных исследованиях на территории западного склона Южного Урала впервые было доказано, что офиолитовые комплексы гор Крака являются океанической корой геологического прошлого. Структурное положение их является аллохтонным. Это зафиксировано фондовым отчетом 1968 года, публикациями в Докл. АН СССР Казанцевой Т.Т. и Камалетдинова М.А. «Об аллохтонном залегании гипербазитовых массивов западного склона Южного Урала», 1969 год, а также статьей Казанцевой Т.Т. «Строение и особенности залегания офиолитовой формации на западном склоне Южного Урала», 1970 год. Следом появились и совместные обобщающие публикации Камалетдинова М.А., Казанцева Ю.В., Казанцевой Т.Т.: «Складчатые покровы западного склона Южного Урала», 1970 год и «Особенности строения надвигов и шарьяжей Южного Урала», в том же году, и тех же авторов.

В 1972 году М.А. Камалетдинов защитил докторскую диссертацию на тему «Основные особенности тектоники западного склона Южного Урала», а в 1974 году опубликована его монография под названием «Покровные структуры Урала», в которой обобщены все полученные к тому времени материалы по шарьяжной тектонике названной территории. Но модель геологического развития Уральской складчатой области, принятая в этой публикации, предусматривала неоднократную смену в палеозое тектонических напряжений растяжения и сжатия, что исходило из трогового варианта геосинклинальной теории Э. Ога, который не являлся чисто фиксистским. В нашей стране такие взгляды успешно развивал академик А.А. Борисьяк, о чем говорил Н.С. Шатский. В его докладе на Отделении Биологических наук АН СССР 5 июня 1944 года, посвященном памяти ученого, прозвучало, что он «внес в теорию геосинклиналей принцип развития, принцип эволюции, принцип превращения, а при доказательстве всех своих положений стремился примирить теорию геосинклиналей Ога с теориями Вегенера, которыми увлекался» [Шатский, 1971, стр. 16].

Однако, проведенные Казанцевой Т.Т. исследования в первой половине семидесятых годов прошлого столетия на территории геологически активной в палеозое зоны Южного Урала, показали отсутствие неоднократных перестроек структурных планов, наличия угловых и азимутальных несогласий во временных периодах, отмеченных как смена знака напряжений. Следовательно, не подтвердили этот вариант. В результате были возобновлены совместные дополнительные структурные исследования и, после многократных обсуждений, в конце семидесятых годов опубликована работа Камалетдинова М.А., Казанцевой Т.Т., Казанцева Ю.В. «Основные вопросы формирования земной коры Урала в палеозое» [1978], явившаяся программной и положившая начало разработки новой мобилистской теории формирования земной коры. Необходимость масштабного изучения геологического вещества, слагающего земную кору, стала очевидной.

ШАРЬЯЖНО-НАДВИГОВАЯ ТЕОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ. Ученые, располагающие достаточным количеством новых знаний и личного фактического материала, обладающие общностью методологических принципов и методических приемов исследований объединяются в коллектив единомышленников, целью которого является разработка обобщающей научной теории, учитывающей современные достижения геологической науки. Как правило, каждый член коллектива выполняет исследования в соответствии с уровнем своей квалификации в развиваемом им направлении, имеет солидные достижения и открытия. Это высокопрофес-

сиональные геологи, научный актив которых достаточен для участия в столь сложном проекте. Их разработки базируются на хорошо известных и выявленных лично закономерностях, касающихся состава, строения, происхождения и развития вещества всех геологических уровней организации. В соответствии с этим определены задачи исследований, которые бы отразили основную сущность новой теории формирования земной коры. Ими явились: шарьяжная тектоника складчатых областей и фундаментов платформ; структурная геология передовых прогибов и окраин платформ; сравнительный анализ тектоники главных структурных элементов континентов; структурное положение, место и роль офиолитов в формировании земной коры; формационный анализ геологического вещества; геодинамические реконструкции на основе вещественно-структурного фактора, периодизация геологических процессов, стадийность, цикличность и этапность; происхождение полезных ископаемых в соответствии с уровнем современных знаний.

Сложность поставленных задач и осуществленных в таком плане разработок показывает, что в решении их не место недостаточно подготовленным в профессиональном плане исследователям, которые допускают промахи, ошибки и несурозности, дискредитирующие теорию, ее сущность и достоверность. Так, стали появляться публикации авантюрного типа с претензиями на право суждений о смысле и авторстве одной из мобилистских теорий в геологии. Чтобы исключить публикационный авантюризм и предотвратить умножение недоразумений остановимся на отдельных достижениях каждого из создателей шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры в хронологическом порядке.

Как известно, современная теория должна бы с единых позиций увязывать и объяснять все известные к этому времени сколько-нибудь значимые данные, обобщения, открытые закономерности и законы, а также разрешать накопившиеся противоречия. С этим была связана необходимость углубленного изучения *особенностей состава, строения и развития геологического вещества* земной коры, всех уровней его организации.

Верхняя, сравнительно тонкая оболочка нашей планеты, называемая земной корой, сложена геологическим веществом нескольких уровней организации, для каждого из которых свойственно особое строение – структура. Потому геологическое вещество и структура являются основными предметами изучения в любой теории формирования земной коры. Не является исключением и шарьяжно-надвиговая. Но, если шарьяжно-надвиговой структуре уделено достаточное внимание, то все проблемы, связанные с геологическим веществом, раньше вообще не рассматривались. Однако, без вещества не может быть ни земной коры, ни теории ее формирования. **Проблемы, связанные с веществом земной коры, решались в ряде индивидуальных трудов Казанцевой Т.Т.:** «Происхождение и развитие геосинклиналей», 1981; «Тектонические циклы и формационные ряды», 1983; «Шарьяжно-надвиговое строение и особенности геосинклинального развития Урала», 1985; «Аллохтонные структуры и формирование земной коры», 1987. В результате идейно обеспечены и разработаны проблемы происхождения и развития геологического вещества активных зон складчатых областей. В ином ключе решены вопросы формационного анализа, периодичности геологических событий. Введено новое понимание тектонических стадий, циклов и этапов. С иных позиций, чем это было принято раньше, рассмотрена эволюция осадконакопления и магматизма.

На основе авторской вещественно-структурной методики Казанцевой выявляются геодинамические режимы развития складчатой области, определяется последова-

тельная их смена во времени и др. Построение наиболее приближенных к действительности геодинамических моделей предполагает задействование и более точных методик. Естественно, что такие методики должны опираться на соответствующий уровень теоретизации геологической науки, в частности, применение методологического принципа системности природы и согласующуюся с ней ранговость геологических веществ. Так как система, как целостная категория, создается структурой, именно в ней должна быть заложена информация об условиях образования. В таком случае основным методом решения генетических проблем геологических систем всех уровней следует считать изучение их структуры. Выяснение характера изменчивости структурных особенностей в сопряженных по времени условиях эволюционирующей среды и установление закономерностей их преобразования составляют суть предложенной нами вещественно-структурной методики. Поиски информативных критериев, содержащихся в структурах разноранговых систем, привели нас к целесообразности задействовать: для минералов – механизм упорядочения структуры кристаллической решетки; для пород – последовательность выделения минералов из магмы при кристаллизации; для формаций (тектонических этапов) – структурные отношения разнородных породных составляющих в одном из специфических режимов тектонических напряжений (растяжение и сжатие); для формационных рядов (тектонических циклов) – направленную смену структурных характеристик формаций на протяжении каждого тектонического цикла; для комплекса формационных рядов в пределах одной геоактивной зоны – эволюционную направленность смены структуры рядов во времени и т.д. Так выяснено, что **естественная смена вещественного состава определяется соответствующей направленностью геодинамического режима.**

В результате была обоснована двухстадийная, полицикличная и многоэтапная геодинамическая модель формирования земной коры Урала. В ней двухстадийность отвечает разнонаправленной тектонической режимности периодов становления складчатой области: растяжение либо сжатие; полицикличность — неоднократной повторяемости однотипных процессов в тектонической истории геоактивной в прошлом области; этапность — однонаправленной смене тектонических режимов в пределах каждого цикла. Было также показано, что земная кора Урала сформировалась в две тектонические стадии, сменяющие друг друга во времени, стадию растяжения и стадию сжатия. В первую из них, охватывающую, в основном, вторую половину рифея и венда, сформировались океаническая кора Уральского палеоокеана, а также осадки пассивных окраин Восточно-Европейского континента. Во вторую, в основном, палеозойскую накапливались и деформировались вулканогенно-осадочные серии восточного склона Урала, субплатформенные — западного склона, платформенные Предуральяского прогиба и восточной окраины Восточно-Европейского континента (Казанцева, 1981, 1985, 1990 и др.). Это соответствует тому, что формирование земной коры континентов осуществлялось мегациклично (под мегациклом понимается цикл Вильсона). Каждый мегацикл представлен двумя стадиями: стадией растяжения, которую мы назвали рифтогенно-спрединговой, и стадией сжатия (геосинклинальной в теории геосинклиналей, аккреционной и коллизионной — в новой глобальной тектонике, тектонического и геохимического взаимодействия океанической и континентальной кор в шарьяжно-надвиговой теории). В рифтогенно-спрединговую стадию — деструктивную для континентов, но конструктивную для океанов, образуется океаническая кора с доминантной мафической составляющей. В геосинклинально-коллизионно-аккреционный период рождается определенный участок континентальной коры за счет неоднократно возникающего взаимодействия двух вышеназван-

ных кор. Процесс этой стадии деструктивен для океанической поры и конструктивен для континентальной. Следовательно, стадия определяется как геотектонический период с геодинамическими условиями одного знака, в течение которого формируется земная кора (океаническая либо континентальная). Каждая стадия представлена одним или несколькими тектоническими циклами. Тектонический цикл двухэтапен. Один из них носит эволюционный характер, другой – деформационный. Эволюционное развитие начинается с декомпрессии, возникающей как реакция толщ на отсутствие возможности дальнейшего продолжения обдукции, обусловившей тектоническое совмещение океанической и континентальной кор. Снятие давления (стресса) в зоне соприкосновения гетерогенных кор способствует появлению расплавленной магмы. Высокая температура и низкое давление – это те геодинамические условия, которые необходимы для излияния вулканических пород основного состава. В околоматматической области раскрываются многочисленные трещины, обеспечивая хорошую магмопроницаемость. Процесс дальнейшего постепенного возрастания тектонических тангенциальных напряжений сжатия обеспечивает дифференциацию магмы с характерными для вулканизма складчатых областей составом, строением и направленностью магматизма. В результате вещественное выполнение эволюционного этапа представлено серией формаций осадочно-вулканического происхождения.

Другой этап является деформационным. Смена эволюционного этапа на деформационный является результатом возрастания напряжений бокового сжатия до критических для определенных пород значений. Вследствие этого, с одной стороны, залечиваются магмопроницаемые зоны, закрываются каналы излияний, разрушаются ранее сформированные толщ, с другой — накапливаются толщ флиша, образуются интрузивные тела преобладающе кислого состава, происходит массовое надвигание и смятие возникших аллохтонов в складки.

Каждый тектонический этап многофазен. Тектоническая фаза соответствует времени формирования одной формационной единицы. Приведенные выше сведения, касающиеся Южноуральской складчатой области, отображены в работах Т.Т. Казанцевой [1983, 1985, 1987, 1990].

Названные выше уровни геотектонической периодизации (геодинамические системы) ответственны за появление соответствующих им комплексов ранговых подразделений геологического вещества.

В области структурной геологии. Казанцевым Ю.В. доказывалось чешуйчато-надвиговое строение Предуральского передового прогиба, Юрюзано-Сылвинской депрессии с Уфимским амфитеатром, Магнитогорского синклинория, восточной окраины Восточно-Европейской платформы, позволившими выявить ряд важнейших закономерностей структурной геологии и истории геодинамического развития названных регионов (1984, 1992, 1999, 2001). Им разрабатываются новые представления на генезис грязевых вулканов, солянокупольных структур, сеймотектонических явлений, структурную позицию медноколчеданных руд. Обосновывается новая методика картирования дислокаций горизонтального сжатия и др. **Проводится сравнительный анализ** с регионами Крыма, Кавказа, Карпат. В результате Казанцевым Ю.В. написаны монографии: «Тектоника Крыма» с главой «Формирование земной коры Крыма», 1982; «Структурная геология Предуральского прогиба», 1984; «Структурная геология Крыма, с анализом формационных рядов и магматизма», 1989; «Структурная геология Магнитогорского синклинория», 1992. **В плане сравнительного анализа с другими складчатыми областями** в 1985 году издается и брошюра Казанцевой Т.Т. «Особенности геологического строения Корякско-Камчатской складчатой области

(сравнительный анализ с Уралом)».

Оригинальные разработки происхождения складчатости (основанные на закономерности, выявленной Казанцевым Ю.В., о приуроченности линейных нефтегазоносных антиклиналей к фронтальным зонам надвиговых пластин, когда принадвиговое крыло является крутым, а противоположное, удаленное от фронта надвига – пологое), **генезиса предгорных прогибов и горообразования** были опубликованы Камалетдиновым М.А. и Казанцевым Ю.В. в 1972-1974 годах. Результаты обстоятельно изложены в монографии Камалетдинова М.А., Казанцева Ю.В., Казанцевой Т.Т. «Происхождение складчатости» в 1981 году. Совместно разрабатываются оригинальные теории **нефтегазонакопления и рудообразования**, основанные на двух основных факторах: источниках полезного компонента и механизме его концентрирования в залежи. Источниками рудного вещества, как правило, являются изверженные горные породы – производные эволюционного периода развития областей, а концентрация в залежах обеспечивается декомпрессионным механизмом деформационного периода. Двухфакторная модель свойственна и образованию залежей углеводородов. Эти теории неоднократно публиковались, начиная с 1981 г.: Казанцева Т.Т. «Происхождение и развитие геосинклиналей», 1981; Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Зуфарова Н.А. «Происхождение нефти», 1982; Камалетдинов М.А., Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В. «Происхождение медноколчеданных руд», 1981.

Такие идеи породили новые направления поисков залежей углеводородов, переоценку перспектив нефтегазоносности, что опубликовано в десятках работ, авторство которых либо индивидуально каждого из троих, но чаще совместное.

Общность идеологической платформы позволила синтезировать полученные вместе и каждым индивидуально новые знания и закономерности в общую концепцию формирования земной коры планеты. Мы назвали ее шарьяжно-надвиговой. Согласно ей, все основные геологические процессы являются результатом закономерных проявлений возрастающей интенсивности тектонических тангенциальных напряжений.

В начальный период мы называли ее «новая модель геосинклинального процесса» в журнале ДАН СССР «Геосинклинальное развитие Урала», 1986; в Тектонофизике «The geosynclinal development of the Urals», 1986; в одноимённом докладе на Международном геологическом конгрессе 1984 года. Авторы названных работ Казанцева Т.Т. и Камалетдинов М.А. Позже, новую теорию мы стали именовать шарьяжно-надвиговая модель, а затем и теория, что, в принципе, равнозначно определению «мобилистская».

В 1988 году появилась статья «Шарьяжно-надвиговая теория формирования земной коры континентов», посвященная академику АН СССР Александру Вольдемаровичу Пейве. Ее авторы: Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., и Казанцев Ю.В. В этом же году напечатана и статья Камалетдинова М.А., Казанцевой Т.Т. и Казанцева Ю.В.: «Шарьяжно-надвиговая теория формирования земной коры – путь к ускорению научно-технического прогресса геологии».

Большое количество публикаций в соавторстве: Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В. и Казанцева Т.Т. в период 1978-1991 годы. Из них крупные монографии, в состав которых в виде отдельных глав или объемных ссылок включены перечисленные выше публикации Казанцевой Т.Т. и Казанцева Ю.В. Это «Шарьяжно-надвиговая структура фундаментов платформ», 1987 (совместно с Д.В. Постниковым); «Геология и перспективы нефтегазаности Урала», 1988 (с участием В.И. Козлова); «Шарьяжно-надвиговая тектоника литосферы», 1991 (в соавторстве с Д.В. Постниковым и

В.И. Козловым). Окончательный вариант теоретических положений опубликован в работе Казанцевой Т.Т. «Тектоника и эволюция» [1990]. В ней обращено особое внимание на следующие положения: 1) геологические процессы и явления зарождаются и протекают в геодинамических условиях, создаваемых горизонтально направленными тектоническими силами; 2) состав геовещественных единиц определяется особенностями тектонического режима; 3) эволюция геологического вещества осуществляется при направленном изменении тектонических тангенциальных напряжений; 4) тектонические тангенциальные напряжения являются энергетическим обеспечением всех основных геологических процессов.

Начало девяностых годов прошлого столетия следует считать завершением основного этапа разработки шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры, так как в 1991 году, в это сложное в политическом плане для нашей страны время, она была представлена на государственную премию. Таким образом, создание новой мобилистской теории формирования земной коры, названной нами шарьяжно-надвиговой, длилось пятнадцать лет (1978-1992 гг.). Она разработана исследователями двух лабораторий Института геологии УНЦ РАН: «Геотектоника» и «Структурная геология и нефтегазоносность» в период с 1978 по 1992 год. Основными исполнителями ее являлись доктора наук: М.А. Камалетдинов, Ю.В. Казанцев и Т.Т. Казанцева при равнозначном вкладе каждого. В разработке отдельных вопросов принимал участие и кандидат наук Д.В. Постников. И лишь недоразумением можно назвать новейшие одновременные публикации молодых исследователей: «Шарьяжно-надвиговой теории – 50 лет» и «50 лет установления шарьяжно-надвигового строения Урала», авторы которых, очевидно, не понимают, что структура (шарьяж) и теория формирования земной коры (шарьяжно-надвиговая) являются категориями разного ранга, отождествлять которые безграмотно. Или это сознательные манипуляции, позволяющие одному из авторов теории (близкому родственнику) придать особое положение, бездоказательно приписывая ему звания «первооткрыватель» шарьяжей и «создатель» шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры, настойчиво повторяя это в нескольких публикациях.

Дальнейшее развитие и внедрение теории отражено в ряде публикаций Т.Т. Казанцевой (2000, 2001, 2006, 2010, 2012, 2015), Ю.В. Казанцева (1999, 2001, 2005, 2006, 2010). Кроме того, в 1998 и 2001 годах появились статьи М.А. Камалетдинова, одну из которых он назвал «Новая геология (теория шарьяжей)» [1998], а другую «Современная теория шарьяжей» [2001].

О «ТЕОРИИ ШАРЬЯЖЕЙ». Это понятие возникло еще в самом начале двадцатого века, когда собственно и зародились представления о шарьяжных структурах. Поскольку шарьяжи то признавались, то отрицались, та же участь распространялась и на теорию шарьяжей. Через шесть лет после создания шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры, понятие «теория шарьяжей» возобновлено в двух, названных выше публикациях М.А. Камалетдинова.

Естественно, что каждая крупная теория может состоять из ряда других более низкого ранга. «Теория шарьяжей» может являться лишь составной частью общей шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры, так как в ней излагаются представления, связанные только с деформационными периодами развития каждого тектонического цикла. Это хорошо отражено и списком цитирований их автора. Можно ли называть эту часть теорией? А почему бы и нет? Ведь существуют такие понятия, как антиклинальная теория, теория магмообразования, осадконакопления, в общем, для любых геологических процессов известны свои теории. Все дело в их

ранге. Но в теории шарьяжей, по представлению ее современного автора, главная роль отводится шарьяжным структурам во всех геологических процессах, и даже сравниваются шарьяжи с клеточным строением в биологии или атомным в физике. Несогласованности ее прослеживаются в основном тезисе, который звучит так: «шарьяжи представляют собой главные структурные элементы земной коры и их движением обусловлены основные геологические процессы: складчатость, горообразование, осадконакопление, магматизм, метаморфизм, сейсмичность, а также формирование полезных ископаемых», что вызывает ряд серьезных возражений. Первое. Главными структурными элементами всей земли шарьяжи быть не могут, так как поверхность нашей планеты представлена океанами и континентами, а те и другие имеют разные состав и строение земной коры, обеспеченные разнонаправленными тектоническими силами: растяжением для первых и сжатием для вторых. Второе. Бессистемное перечисление геологических процессов, не соответствующее их природному следованию, не отражает место и роль каждого из них в общей истории формирования земной коры. Существует довольно определенный порядок развития всех геологических событий, а потому, например, магматизм и осадконакопление никак не могут следовать за складчатостью и горообразованием. Третье. Положение о том, что «движением шарьяжей обусловлены основные геологические процессы», звучит сказочно, а, по сути, является неверным. Появления шарьяжей, как и многих других геологических тел и процессов обеспечиваются общим энергетическим источником – разномасштабными тектоническими силами горизонтальной направленности. Четвертое. Сравнивать шарьяжи в геологии с клеточным строением в биологии и атомным в физике противоестественно. Всем известно, что эволюция любого вещества осуществляется от низших уровней организации к высшим. Клетка в биологии, а атом в неживом веществе – структуры начального этапа эволюции. Шарьяжи в геологии являются конечными деформационными структурами каждого тектонического цикла, завершая процесс его развития.

Итак, шарьяжно-надвиговая теория формирования земной коры предложена и обоснована докторами наук: М.А. Камалетдиновым, Ю.В. Казанцевым и мною, автором этих строк Т.Т. Казанцевой, при бесспорной равнозначности вклада каждого.

В заключение напомним известную истину. Каждый исследователь имеет право на свои открытия, отступления и заблуждения. Не один из нас не является исключением. Однако, если в силу тех или иных необъективных причин, превозносится один из авторов, «награждается» сомнительными званиями «первооткрыватель шарьяжей» и «создатель общей теории», не следует забывать, что на таких работах акцентируется особое внимание, заблуждения в них оцениваются, а звания подвергаются сомнению. Но, при всем при этом, Юрий Васильевич Казанцев и Мурат Абдулхакович Камалетдинов были и остаются крупными геологами и достойными учеными, которые вместе со мной являются авторами серьезной научной разработки «Шарьяжно-надвиговая теория формирования земной коры», роль и значение исследований которых в отечественной геологии, безусловно, очень велики.

Список литературы:

1. **Казанцев Ю.В.** Сдвиги в Южном Предуралье. ДАН, 1981.
2. **Казанцев Ю.В.** Тектоника Крыма. М.: Наука, 1982. 112 с.
3. **Казанцев Ю.В.** Структурная геология Предуральского прогиба. М.: Наука. 1984. 185 с.

4. **Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., и др.** Структурная геология Магнитогорского синклинория Южного Урала. М.: Наука, 1992. 184 с.
5. **Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Аржавитина М.Ю., Аржавитин П.В., Бехер Н.И., Терехов А.А., Попович С.В.** Структурная геология Крыма. Уфа. 1989. 152 с.
6. **Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т.** О методике картирования дислокаций горизонтального сжатия. // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка, 1990. № 1. С. 113-121.
7. **Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А.** Структурная позиция, генезис и перспективы поиска медноколчеданных руд на Южном Урале. Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 2. С. 175-186.
8. **Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т. и др.** Структурная геология северо-востока Башкортостана. Уфа. 1999. 130 с.
9. **Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т.** Структурная геология юго-востока Восточно-Европейской платформы. Уфа: изд. «Гилем». 2001. 236 с.
10. **Казанцева Т.Т.** Строение и особенности залегания офиолитовой формации на западном склоне Южного Урала. В сборнике: Полезные ископаемые Башкирии, их размещение и условия формирования 1970. С. 91-94.
11. **Казанцева Т.Т.** Происхождение и развитие геосинклиналей. Уфа, 1981. 37 с.
12. **Казанцева Т.Т.** Тектонические циклы и формационные ряды. Уфа, 1983. 37 с.
13. **Казанцева Т.Т.** Особенности геологического строения Корьяско-Камчатской складчатой области (Сравнительный анализ с Уралом). Уфа: БФАН СССР, 1985. 43 с.
14. **Казанцева Т.Т.** Шарьяжно-надвиговая тектоника и особенности геосинклинального развития Урала. Дисс. на соис. уч. степени докт. геол.-мин. наук. АН СССР ИГ. Уфа 1985.
15. **Казанцева Т.Т.** Аллохтонные структуры и формирование земной коры. Москва «Наука», 1987. 160 с.
16. **Казанцева Т.Т.** Тектоника и эволюция. Уфа, 1990
17. **Казанцева Т.Т.** Основы шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры//Геология. Изв. Отд-ния наук о Земле и экологии АН РБ. 2000. № 5. С. 15-46.
18. **Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В.** Структурно-вещественная методика реконструкций геодинамических режимов складчатых областей. Труды научно-практических Международных конференций (I – «Эффузивно-осдочный литогенез и рудогенез») – Крымское отделение Укр. гос. геологоразведочного института, 2004. с. 28-34.
19. **Казанцева Т.Т.** Геодинамическая модель рудогенеза//Георесурсы. 2012. № 8 (50). С. 3-10.
20. **Казанцева Т.Т.** Фундаментальные теории эволюции земной коры. Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2015. Т. 20. № 3 (79). С. 14-27.
21. **Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В.** Структурный фактор в теоретической геологии. Уфа: Гилем, 2010. 325 с.
22. **Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А.** Об аллохтонном залегании гипербазитовых массивов западного склона Южного Урала. ДАН СССР. 1969. Т. 189. № 5. С. 1077-1080.
23. **Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А.** Геосинклинальное развитие Урала//ДАН СССР, 1986, т. 288, №6. С. 1449-1453.

24. **Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В.** Шарьяжно-надвиговая теория формирования земной коры континентов. В сборнике Формирование земной коры Урала. Уфа: БНЦ УрО АН СССР. 1988. С. 4-13.
25. **Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Зуфарова Н.А.** Происхождение нефти. Уфа, 1982.
26. **Камалетдинов М.А.** О клиппенах на Среднем Урале. ДАН СССР. Москва, 1962.
27. **Камалетдинов М.А.** Новая геология (теория шарьяжей)//Геология. Известия отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. 1998. № 3. С. 10-23.
28. **Камалетдинов М.А.** Современная теория шарьяжей. Геологический сборник. Уфа, 2001.
29. **Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В.** Об аллохтонном залегании рифейских, метаморфических пород в Сакмарской зоне Южного Урала. ДАН СССР. 1968. Т. 181. № 4. С. 938.
30. **Камалетдинов М.А., Казанцева Т.Т.** Особенности строения надвигов и шарьяжей Южного Урала. Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 1970. Т. 20. № 4. С. 60-76.
31. **Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т.** Складчатые покровы западного склона Южного Урала. Известия РАН. Серия геологическая. 1970. № 4. С. 125-143.
32. **Камалетдинов М.А., Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В.** Основные вопросы формирования земной коры в палеозое. Уфа, 1978.
33. **Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т.** Происхождение складчатости. М.: Наука, 1981. 135 с.
34. **Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Постников Д.В.** Шарьяжные и надвиговые структуры фундаментов платформ. М.: Наука, 1987. 184 с.
35. **Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т. и др.** Геология и перспективы нефтегазоносности Урала. М.: Наука, 1988. 240 с.
36. **Камалетдинов М.А., Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В.** Происхождение медноколчеданных руд Урала. Уфа, 1981.
37. **Камалетдинов М.А., Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В.** «Шарьяжно-надвиговая теория формирования земной коры – путь к ускорению научно-технического прогресса в геологии». Сб. «Эндогенные процессы формирования земной коры Южного Урала», 1988.
38. **Камалетдинов М.А., Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В., Постников Д.В.** Шарьяжно-надвиговая тектоника литосферы. М.: Наука, 1991. 256 с.
39. **Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A.** The geosynclinal development of the Urals//Tectonophysics. 1986. V. 127. № 3-4. pp. 371-382.
40. **Смирнов Г.А.** Развитие научных взглядов на динамику Уральской горной системы. Екатеринбург «Наука». Уральское отделение, 1992. 295 с.
41. **Шатский Н.С.** О роли академика А.А. Борисяка в развитии русской геологии. В кн.: Ученые геологического комитета. Очерки по истории геологических знаний. М.: Наука. 1971. С. 8-17.

ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНЛОКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ И ЮЖНОЙ ЧАСТИ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА

Д.Н. Шеболкин

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

e-mail: drk80@mail.ru

Основные выходы отложений венлокского возраста в Тимано-Североуральском регионе расположены на западном склоне севера Урала, на грядях Чернышева и Чернова. Согласно современным литолого-палеонтологическим исследованиям венлокские отложения в регионе представлены верхней частью устьдурнаюской свиты [1,4]. По данным изотопных исследований было установлено, что в стратотипической местности на западном склоне Приполярного Урала отсутствует часть нижневенлокских отложений [8,9]. Венлокские отложения на Приполярном Урале вскрываются в бассейне р. Кожым. В данной работе рассматриваются детальные литолого-геохимические исследования проведенные в обн. № 217 (рис.1), мощность венлокской части в этом разрезе составляет 30.5 м. На гряде Чернышева отложения венлокского возраста описаны во многих разрезах [5] включая и рассмотренный ниже разрез на р. Изьяю [7]. В его составе установлены отложения от верхней части среднего лландовери до нижнего лудлова включительно. Мощность венлокских отложений в этом разрезе составляет 19.8 м.

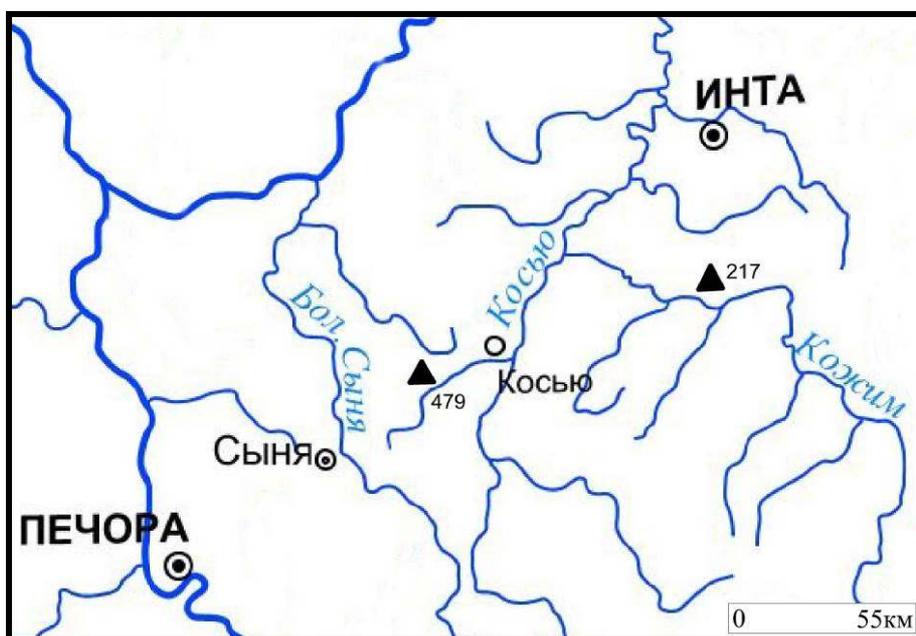


Рис. 1. Географическое местоположение изученных разрезов: Кожым - 217 и Изьяю - 479.

В разрезах венлокских отложений хорошо видна частая смена литотипов (рис.2). Стоит отметить, что в пределах одного шлифа можно наблюдать до двух, а то и трех литотипов, разделенных между собой поверхностями размыва с эрозионными карманами разной глубины или с постепенными переходами. Резкие границы литотипов отражают быструю смену условий осадконакопления, а постепенная их смена свидетельствует о довольно плавном колебании уровня водного бассейна.

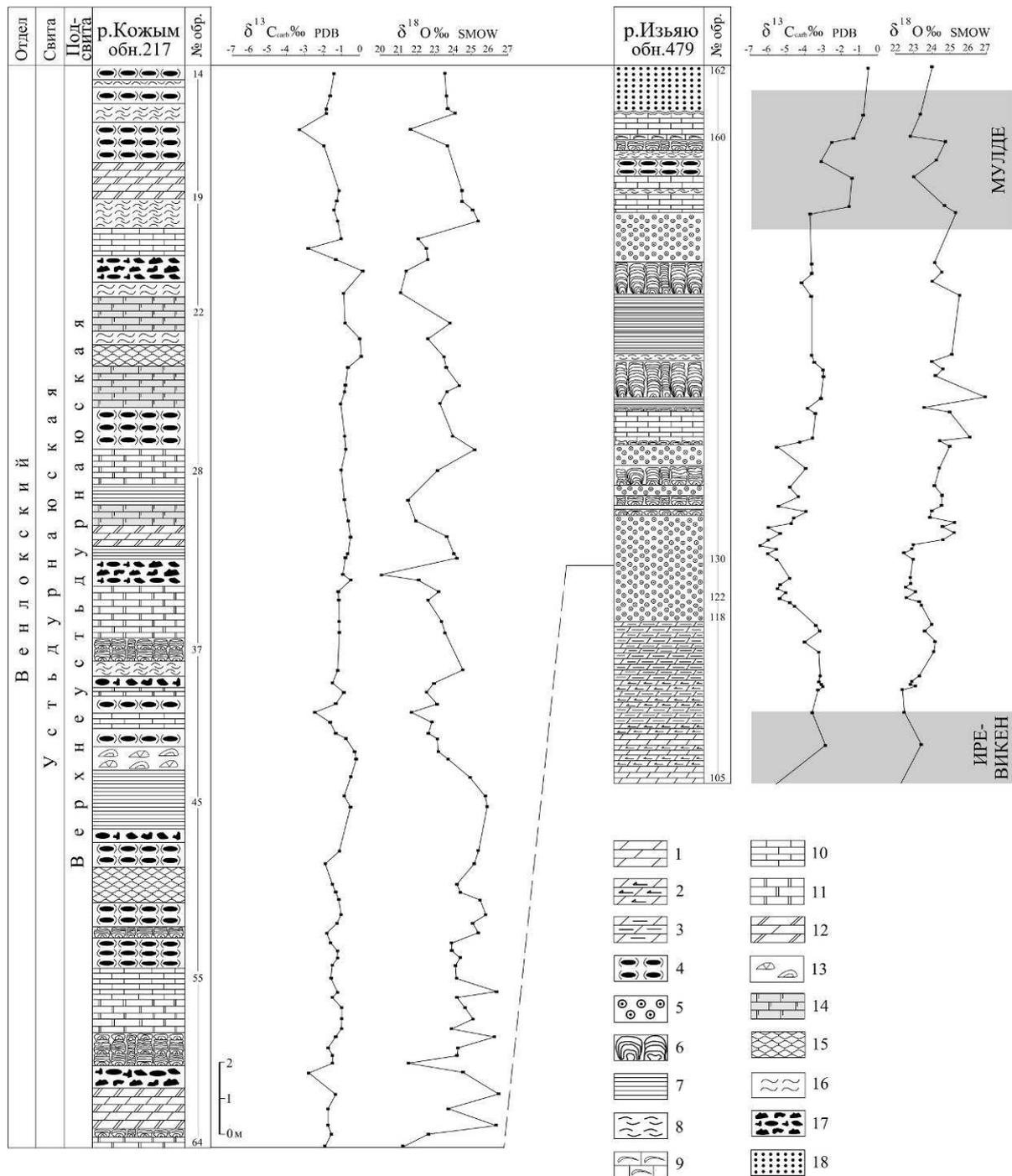


Рис. 2. Сравнительная литолого-геохимическая характеристика разрезов Кожым-217 (Приполярный Урал) и Изьяю-479 (южная часть гр. Чернышева).

Условные обозначения: Основные литотипы венлокских отложений в изученных разрезах: 1 – доломиты известковистые с массивной текстурой, 2 – доломиты известковистые с линзовидно-полосчатой текстурой, 3 – доломиты глинистые с пятнистой текстурой, 4 – известняки лито-биокластовые, 5 – известняки ооидные, 6 – известняки строматолитовые, 7 – известняки микрозернистые неравномерно слоистые, 8 – известняки полибиокластовые, 9 – известняки остракодовые биокластовые, 10 – известняки микрозернистые, 11 – известняки микрозернистые доломитизированные, 12 – вторичные доломиты замещения, 13 – известняки биоморфные кораллово-строматопоровые, 14 – известняки пелитоморфные доломитизированные, 15 – известняки ступково-комковатые, 16 – ламиниты микробиальные известковистые, 17 – известняки литокластовые, 18 – кварцевые алевролитопесчаники.

Разрез Кожым-217 представлен чередованием различных типов пород, среди ко-

торых выделяются: известняки микрозернистые, слоистые, строматолитовые, литокластовые, биолитокластовые, сгустково-комковатые, биоморфные кораллово-строматопоровые, биокластовые, микрозернистые и пелитоморфные доломитизированные, ламиниты микробиальные и вторичные доломиты замещения с тенями первичных структур. Нижняя часть разреза начинается чередованием строматолитовых, литокластовых, биолитокластовых, биоморфных, слоистых, микрозернистых в разной степени доломитизированных разностей. Обстановки отложений этого интервала можно охарактеризовать частой сменой литоральных и спокойноводных условий. В средней части разреза в основном отмечаются доломитизированные разности микрозернистых и пелитоморфных известняков, и вторичные доломиты замещения, а выше по разрезу отмечены ламиниты микробиальные. Такие ассоциации могут говорить о спокойноводных условиях осадконакопления, переходящих в супралиторальные. Тени первичных биокластовых, сгустковых и комковатых структур являются признаком наложенной доломитизации. В верхней части разреза отмечены отсортированные биокластовые и биолитокластовые разности известняков, что свидетельствует о постепенном углублении морского бассейна к лудловскому времени.

В свою очередь изучаемый разрез венлока Изьяю-479 представлен чередованием: известняков лито-биокластовых, доломитов известковистых, доломитов с линзовидно-полосчатой текстурой, доломитов глинистых с пятнистой текстурой, известняков ооидных разного генезиса, известняков строматолитовых, известняков микрозернистых неравномерно слоистых, известняков остракодовых-биокластовых, известняков микрозернистых, известняков полибиокластовых, известняков пелитоморфных алевритовых. Разрез венлока начинается пачкой сложенной доломитами известковистыми с массивной, неравномернослоистой или линзовидно-полосчатой текстурами и доломитами глинистыми с пятнистой текстурой. В доломитах не отмечено органических остатков, кристаллы идиоморфной формы, что позволяет предполагать их седиментационно-диагенетическую природу и формирование в условиях крайне мелководного бассейна с нарушенным водообменом – во внутришельфовой лагуне. Средняя часть разреза венлока характеризуется чередованием известняков ооидных, строматолитовых и микрозернистых неравномернослоистых. Обстановки формирования отложений этого интервала выделяются частой сменой литоральных и спокойноводных условий с нарушенным водообменом. В верхней части разреза венлока преобладают известняки полибиокластовые, лито-биокластовые, остракодовые биокластовые, микрозернистые неравномерно биотурбированные и пелитоморфные алевритовые. Резкая несортированность скелетного материала и присутствие цемента базального типа могут свидетельствовать о том, что накопление осадков в этом интервале происходило в спокойноводных обстановках с периодическим поступлением органогенного материала, а также терригенного с близлежащих областей о чем говорит его неокатанность.

Изотопные исследования карбонатов в разрезе Кожым-217 показали что, значения $\delta^{13}\text{C}$ колеблются от -3.4 до -0.05 ‰, а $\delta^{18}\text{O}$ от 20.0 до 26.4 ‰ что соответствует морским карбонатам с нормальной соленостью [6]. Также на это может указывать присутствие комплекса сообществ кораллов и строматопороидей. Изотопные данные карбонатов разреза Изьяю-479 варьируют по значениям $\delta^{13}\text{C}$ от -6.4 до -0.5 ‰ и $\delta^{18}\text{O}$ от 22.4 до 26.9 ‰. Это говорит о том, что осадконакопление происходило в опресненных обстановках морского бассейна, лишь в верхней части разреза обстановки постепенно переходят в нормально морские. Также об опресненных условиях бассейна может свидетельствовать широкое распространение в разрезе ооидных разностей из-

вестняков [3]. Изменения по разрезу изотопного состава углерода и кислорода в разрезе Изьяю-479 как правило синхронно, что отражается на изотопной кривой величин $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ как в положительную, так и в отрицательную стороны. В тоже время в разрезе Кожым-217 изотопная кривая величины $\delta^{13}\text{C}$ имеет «вертикальные участки» относительно, кривой величины $\delta^{18}\text{O}$, что возможно связано с вторичными преобразованиями пород, в частности доломитизацией наложенной в той или иной степени.

На основе полученных данных можно сказать что, особенностью условий седиментации в венлокское время в изученных разрезах региона являлась крайняя мелководность, а в южной части гряды Чернышева и ограниченный водообмен бассейна. Поэтому даже незначительные колебания уровня моря приводили к резкой фациальной смене, что способствовало накоплению широкого спектра литотипов в этих маломощных разрезах. Регрессия на границе лландовери-венлока местами приводила к денудации приподнятых участков карбонатной платформы и формированию изолированных мелководных водоемов (лагун и возможно озер) и сопровождалось глобальным событием Иревикен. Эрозия приподнятых областей способствовала перерыву в основании венлока (Приполярный Урал, р. Кожым), образованию специфических лагунных фаций с пониженной соленостью и возможной аноксией придонных вод с широким развитием ооидов разного генезиса (южная часть гр. Чернышева, р. Изьяю) [2].

Список литературы:

1. **Антошкина А.И.** Рифообразование в палеозое (север Урала и сопредельные области). Екатеринбург: УрО РАН, 2003.
2. **А.И. Антошкина, В.А. Салдин, Н.Ю. Никулова, З.П. Юрьева, Е.С. Пономаренко, А.Н. Сандула, Н.А. Канева, Л.А. Шмелева, Д.Н. Шеболкин А.Н. Шадрин, Н.А. Инкина.** Реконструкция осадконакопления в палеозое Тимано-Североуральского региона: направления исследований, результаты, проблемы и задачи // Известия Коми НЦ УрО РАН № 1 (21) 2015, Сыктывкар, 2015. С 55-72
3. **Антошкина А.И., Шеболкин Д.Н.** Генетическая интерпретация ооидных образований (на примере венлокских отложений южной части гр Чернышева). Материалы Российского совещания с международным участием «Геохимия литогенеза», Сыктывкар, ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2014 г. С. 165-168.
4. **Безносова Т.М., Мянник П.** Граница лландовери и венлока на севере палеоконтинента Балтия // Доклады Академии Наук. 2005. Т 401. №5. С. 655-658.
5. **Безносова Т.М.** Сообщества брахиопод и биостратиграфия верхнего ордовика, силура и нижнего девона северо-восточной окраины палеоконтинента Балтия. Екатеринбург: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2008.
6. **Кулешов В.Н.** Эволюция изотопных углекислотно-водных систем в литогенезе. Сообщение 1. Седиментогенез и диагенез. Литология и полезные ископаемые, 2001, № 5, с. 491-508.
7. **Шеболкин Д.Н., Мянник П.** Венлокские отложения южной части гряды Чернышева (Тимано-Североуральский регион) // Литосфера, 2014. №1. С. 33-40.
8. **Männik P., Antoshkina A.I., Beznosova T.M.** The llandovery–wenlock boundary in the Russian Arctic // Proc. Estonian Acad. Sci. Geol. 2000 b. 49. P. 104-111.
9. **Männik P., Martma T.** The llandovery–wenlock boundary in Subpolar Urals // Pan-Artic Palaeo-zoic Tectonics, Evolution of Basins and Fauna: Ichthyolith Issue, Special Publication, 6 - Syktyvkar, 2000. P. 64-67.

О НЕКОТОРЫХ ПАЛЕОГРАФИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ ОБРАЗОВАНИЯ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО НАГОРЬЯ АРМЕНИИ

А.С. Бальян

ЕГУ, факультет географии и геологии, кафедра физической географии и гидрометеорологии, г. Ереван

e-mail: hbalyan@ysu.am

Территория РА характеризуется как область интенсивной магматической деятельности со сложным тектоническим строением и сильной расчлененностью рельефа, где процессы выветривания на толщах рыхлообломочной коры создают условия для образования почво-элювия с дальнейшим развитием процессов разрушения первичных минералов и синтеза глинистых гипергенных силикатов.

В этом процессе часть высвободившихся элементов захватывается биологическим круговоротом, а другая часть поступает в грунтовые воды зоны активного водообмена. Отметим, что активные водообменные процессы способствовали образованию кислых и слабокислых растворов, которые и создавали условия быстрого передвижения химических элементов и окисления металлических элементов. Эти процессы непосредственно воздействовали на продукты первичных материалов выветривания и их перераспределенных разностей, характеризовали их определенными геохимическими, а в дальнейшем и биогеохимическими признаками.

Обломочная кора сильно перерабатывается гипергенными процессами, в которых сочетаются явления осаждения и выщелачивания. Вышеуказанные явления при многократном повторе процесса переработки накладываются друг на друга, в результате чего в содержании химических элементов выявляется заметная неоднородность.

Большое влияние на гипергенную миграцию элементов оказывают также дизъюнктивные нарушения, в которых вследствие разгрузки глубинных вод и их испарения выявляются своеобразные аномальные содержания элементов.

В формировании современной коры выветривания определенное влияние на миграцию элементов оказывают ландшафтно-геохимические особенности и палеогеография вулканического нагорья Армении. Это обусловлено тем, что становление последнего осуществлялось на фоне глыбовой тектоники и активного формирования сложного комплекса эффузивов.

Палеогеография и ландшафтно-геохимические особенности вулканического нагорья Армении отличаются от других горных областей субтропического пояса Северного полушария. Это обусловлено тем, что становление вулканического нагорья Армении в целом осуществлялось на фоне глыбовой тектоники и активного формирования сложного комплекса эффузивов. Выделяются два основных возрастно-литологических комплекса эффузивов – неогеновый и антропогеновый.

Неогеновый – преимущественно вулканический комплекс, представленный слоями пирокластолитов и лав кислого и среднего составов, перемежающихся с озеро-речными отложениями. Этот дислоцированный, гидротермально измененный комплекс слагает основание лавового чехла нагорья, а также выходит на поверхность привершинных плато тектоно-вулканических массивов г. Арагац, Гегамского и Варденисского нагорий.

Антропогенный – эффузивный комплекс лавовых покровов-потоков и туфовых пластов, заполнивших речные долины и неровности рельефа.

В отличие от неогенового, этот комплекс слабо выветрен и денудирован, сохраняет первичные формы лав и пирокластов. Химический и минералогический состав относительно однообразен, представлен андезито-базальтами и андезито-дацитами.

Отметим, что лавовые потоки отличаются друг от друга своими структурно-текстурными и физико-механическими свойствами, которые, естественно, отражаются также и в сформировавшихся на них продуктах выветривания.

Установлено, что в пространственном развитии элювия и в его вещественном составе наряду с ландшафтно-климатическими факторами, значительную роль играют пористость, каверзность, трещиноватость и характер отдельностей лав, что и обуславливает водные свойства эффузивов, а следовательно, и денудационную их стойкость.

Однозначно, продукты гипергенеза на неогеновых эффузивах претерпевали длительную эволюцию изменений ландшафтно-климатических условий, а формирование первичных элювиальных образований в современных высотных ландшафтных поясах представлено на эффузивах антропогена.

В ходе исследований отобранных образцов была установлена тесная зависимость между вещественным составом пород рыхлообломочного комплекса и нейрохимическими особенностями исходных пород.

Основные гипергенные процессы в зависимости от литологического и химического состава пород, а также их возраста, структурно-морфологических условий в разной степени воздействовали на первичную переотложенную и смешанную кору выветривания, геохимический облик рыхлообломочных отложений.

В целом, можно заключить, что каждая из разновидностей коры выветривания в зависимости от химизма первичных пород, их возраста, постмагматических и экзогенных процессов, характеризуется определенными геохимическими особенностями, а также унаследованностью последних, что проявляется в содержании микроэлементов в рыхлых почвообразующих породах.

Продукты выветривания вулканического нагорья представлены преимущественно монтмориллонитово-гидрослюдистыми глинами, образованными в семиаридных условиях плейстоцена – голоцена.

Рыхлый покров этих продуктов выветривания служит литогенной основой современных ландшафтов и почвообразующим субстратом почв. В то же время имеются реликты древней коры, представленной гидрослюдисто-каолинитово-галлузитовыми глинами, образованными в условиях влажного климата плиоцена.

К древним, возможно, верхнеплиоценовым образованиям относятся оригинальные карбонатные аккумуляции, генетически связанные с проявлениями поствулканических процессов.

Таким образом, специфика образования коры выветривания и почвенно-растительного, а следовательно и ландшафтов вулканического нагорья Армении заключается в следующем.

1. Высотные ландшафтные пояса вулканического нагорья, начиная от полупустынного до альпийского, своей историей развития и динамикой процессов образования коры выветривания и почв, существенно отличаются от широтных ландшафтных зон равнин, по которым имеются обширные биохимические и литохимические исследования.

2. Вулканическое нагорье своей спецификой значительно отличается от других горных областей субтропической зоны своеобразностью происходящих здесь в неогено-

ген-антропогенное время сложных процессов - изменения и извержения эффузивов перемежались оледенениями.

3. Своеобразная стратиграфическая смена химического и петрографического состава эффузивов происходила на фоне неотектонических дифференциальных подвижек, создавших специфические морфологические типы рельефа и, следовательно, различные условия выветривания и денудации.

Список литературы:

1. **Бальян А.С.** К палеографии четвертичных рыхлообломочных образований горного массива Арагац. Уч. записки ЕГУ, № 2, 1982, стр.130-136.

2. **Бальян А.С.** Ландшафтно-геохимические особенности рыхлых почвообразующих пород вулканического нагорья Армении. Автореферат канд. диссертации, Баку, 1986, стр. 400.

3. **Бальян А.С.** Природный потенциал коры выветривания различных высотных поясов Армении и его изучение с применением методов геохимического анализа. Материалы межд. элект. конф. «Природный потенциал горных территорий», Тбилиси, 2003.

4. **Бальян С.П.** Структурная геоморфология Армянского нагорья и окаймляющих областей. Изд. «Митк», Ереван, 1969. стр. 389.

5. **Добровольский В.В.** География и палеография коры выветривания СССР. Изд. «Мысль», М., 1969, стр. 264.

НУЖНЫ ЛИ СТАРЫЕ АЭРОФОТОСНИМКИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ЕСЛИ ЕСТЬ GOOGLE?

А.М. Фазлиахметов

Институт геологии УНЦ РАН, Уфа,

e-mail: famrb@mail.ru

Появление в интернете большого количества космических снимков поверхности Земли с достаточно высокой детальностью ставит вопрос о целесообразности хранения имеющихся в некоторых организациях многочисленных аэрофотоснимков полученных в 1950-80-х годах. Для ответа на него проведем краткое сравнение методов получения изображений, возможностей их применения в геологии и ценности полученных результатов на конкретных примерах.

Подавляющее большинство аэрофотоматериалов имеет масштаб 1:17000, реже мельче или крупнее. Съемка проводилась в условиях, благоприятных для получения качественного и информативного изображения: в безоблачную погоду; весной или осенью, т.е. при отсутствии препятствующих дешифрированию снежного покрова и большого количества листвы; рано утром при относительно выровненном рельефе, а при расчлененном – немного ближе к полудню. Соседние в галсе (залете) снимки перекрываются не менее чем на 60 %, а смежные галсы – не менее чем на 40 %, что обеспечивает возможность применения стереоскопического метода.

Большинство космоснимков из интернета сделаны летом и иногда зимой, при положении Солнца ближе к зениту, что ограничивает возможности геологического дешифрирования. Изображений одной территории, полученных из разных точек приблизительно в одно и то же время нет, соответственно, анализ стереоскопического изображения невозможен. По этим причинам старые аэрофотоснимки представляются более информативными. Для подтверждения этого рассмотрим несколько примеров.

Пример 1. К югу от курорта Абзаково, расположенного в Абзелиловском районе Башкортостана, на левом берегу ручья Ядгар находится ныне нежилой хутор Ядгарский. В непосредственной близости от него обнажены мраморизованные известняки. Б.Д. Магадеевым [1963 г.] они отнесены к баймак-бурибайской свите, поэтому возраст их, в соответствии со стратиграфией тех лет указан как силурийский. Согласно современным стратиграфическим данным [3, 6], их, по всей видимости, следует считать нижнедевонскими.

История геологического развития Западно-Магнитогорской зоны в раннем девоне изучена недостаточно [6]. Среди многочисленных причин этого тектонические контакты нижнедевонских известняков с вмещающими отложениями. Сведения о стратиграфических контактах единичны [Кривоносов, Москвичев, 1956 г.; 9-10], и к ним, в частности, относятся известняки у хутора Ядгарский: Б.Д. Магадеевым [1963 г.] по шурфам описан их согласный контакт с подстилающими туффитами. Таким образом, изучение разреза нижнедевонских отложений в этом пункте может дать ценную геологическую информацию, но оно сопряжено со следующими рисками, оценить степень которых возможно при помощи дистанционных методов. Во-первых, путь лежит по протяженной и, по всей видимости, труднопроходимой проселочной дороге. Поломка или увязание автомобиля в такой ситуации может значительно усложнить экспедицию и повлечь существенные финансовые затраты. Во-вторых, как показывает опыт предшествующих наблюдений, нижнедевонские известняки часто

разбиты кливажом или рассланцованы, а в связи с этим, прокварцованы и перекристаллизованы. Вследствие этого конодонты в них не сохраняются, а без точной стратиграфической привязки по палеонтологическим данным ценность прочей геологической информации значительно снижается. В третьих, известняки вовсе могут оказаться задернованными, закрытыми современными сосновыми или еловыми посадками (как например, известняки у горы Шаулама или контакт известняков и сланцев на юго-восточном берегу озера Ускуль) и др.

На космоснимке Google Earth к северу от хут. Ядгарский видно лишь расплывчатую область серого цвета (N 53° 39.271'; E 58° 27.239' 58° 27.239'), что в совокупности с данными о рельефе, полученными из топоосновы, дает лишь понять, что известняки образуют скальные выходы.

На стереоскопическом изображении по аэрофотоснимкам 1955 года видно, что к северу от хутора Ядгарский протягивается узкий субмеридиональный хребет. На его южной оконечности есть скальные выходы кажущейся (поскольку неровности рельефа при просмотре объемного изображения ощущаются более контрастными, чем на самом деле) высотой 8-10 м. Цветотон выходов белый, что соответствует известнякам. Поверхность обнажения расчленена системой достаточно частых субвертикальных трещин с азимутом простирания 335-340° (здесь и далее за северное принимается направление бокового края снимка, поскольку компас и часы в фотокамеру не были встроены). Также есть слабо выраженная система трещин по простиранию около 110°.

Непосредственно от западной оконечности выходов известняков на север по азимуту 15° прослеживается слабо выраженная прямолинейная ложбина, в которой в ряд растут несколько деревьев. По всей видимости, она отвечает нижнему контакту известняков. К востоку от него, т.е. в поле распространения известняков, и параллельно ему прослеживаются три линейно-вытянутые полосы деревьев. Они, вероятно, соответствует слоистости. Приблизительно в 400 м по простиранию на север от южной оконечности упомянутого хребта известняки срезаны ручьем Ядгар и не образуют выходов, но подстилающие их образования, по всей видимости, обнажены лучше.

Учитывая то, что известняки достаточно сильно разбиты трещинами, можно полагать, что перспективы их на наличие конодонтов малы. Таким образом, анализ аэрофотоматериалов позволил перевести разрез у хутора Ядгарский из первостепенного во второстепенный и уделить при полевых работах большее внимание более перспективным объектам.

Примеры 2-3. В Западно-Магнитогорской зоне Южного Урала, территориально между селом Аскарково и городом Сибай развита мощная верхнефранских флишевая последовательность. Ее изучение велось на протяжении нескольких десятилетий многими исследователями [1, 2, 4, 5, 7, 8]. Практически посередине между названными населенными пунктами, в окрестности озера Ялангаскуль, мощность флиша максимальная – не менее 2000 м. Его разрез существенно отличается от таковых у д. Идяш-Куссарово, Мукасево, Назаркино и др., где положение границ улутауской, мукасовской и биягодинской свит установлено по конодонтам. В связи с этим затруднительно провести корреляцию разрезов, однако по аэрофотоматериалам можно уточнить особенности их строения и проследить по простиранию некоторые интервалы, увязав их между собой и с точками, где были найдены конодонты.

Пример 2. Между двумя горизонтами черных кремней, обнаженных в районе вершины 495,6, в 1 км к северо-западу от озера Ялангаскуль, которые, по всей вероятности, относятся к мукасовской свите, В.М. Кривоносомым [1962 г.] закартирован слой песчаников мощностью до 70 м. Поиск коренных выходов при маршрутных на-

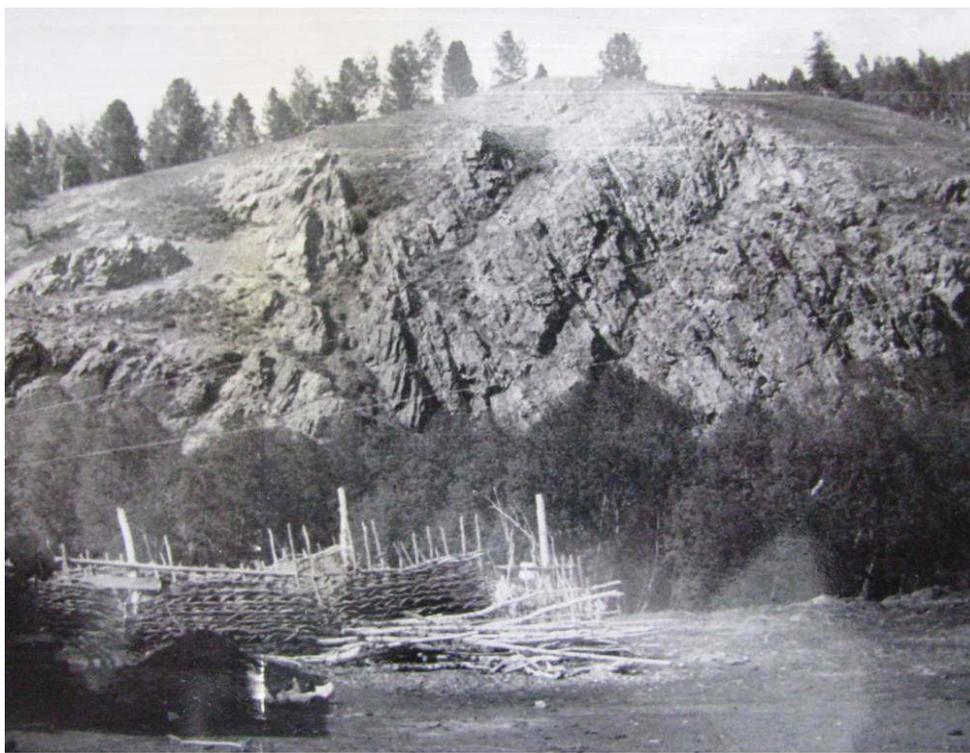


Рис. 1. Фотографии обнажения нижнедевонских отложений у д. Тирман (Кулука-совская мельница) 1959 года, заимствованная из [Кривоносов, Москвичев, 1959 г.], и современная – пример того, насколько увеличились площади, занятые лесом.

блюдениях и по снимкам Google оказался безрезультатным. Лишь в одной закопушке нами был найден образец сильно выветрелых полевошпатовых граувакк. Последующий анализ аэрофотоматериалов позволил выявить всего три участка, на которых представляется возможным изучить породы этого интервала в обнажениях или зако-

пушках. Также было установлено, как меняется мощность граувакк по простиранию: образуемый ими слой имеет линзовидное строение.

Пример 3. Стратиграфически выше верхнего из упомянутых ранее горизонтов черных кремней залегает толща кислых вулканокластических граувакк мощностью около 350 м. По своему составу она существенно отличается от ниже- и вышележащих отложений, однако предыдущими исследователями не выделялась. Анализ аэрофотоматериалов позволил проследить ее по простиранию, установить местоположение наиболее представительных обнажений и основные особенности геометрии. Выяснилось, что по простиранию на север и на юг на расстоянии около 5-7 км мощность толщи сокращается до 100 м и далее до еще меньших величин.

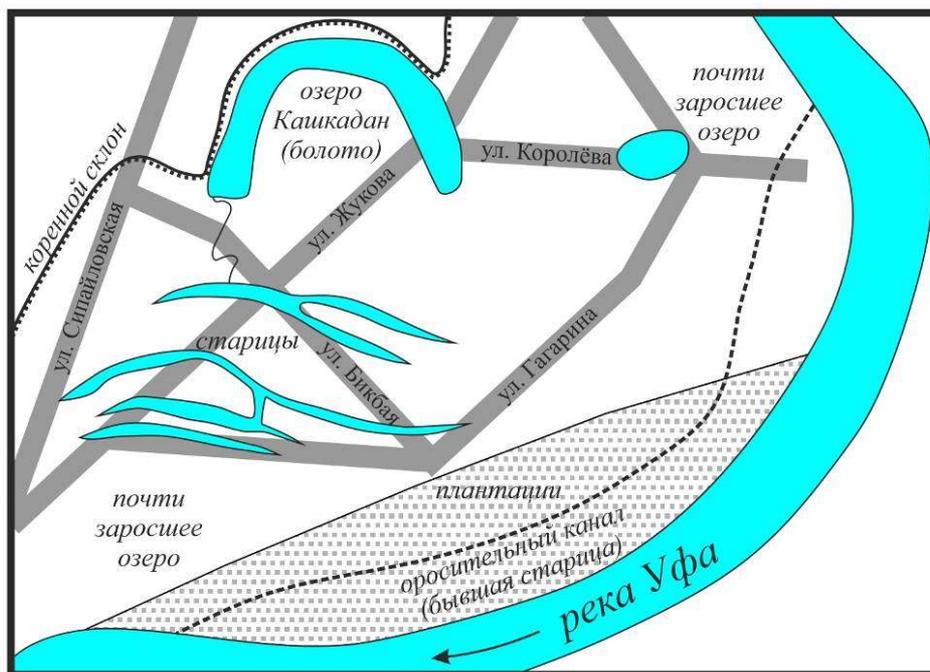


Рис. 2. Приблизительное положение некоторых элементов ландшафта территории микрорайона Сипайлово в 1955 году.

Таким образом, анализ аэрофотоматериалов позволяет рационально спланировать полевые работы, уточнить особенности геологического строения различных участков, наметить положение границ геологических тел, их характер, особенности соотношения различных частей разреза и др. Стоит отметить, что сопоставление снимков, сделанных десятилетия назад и в ближайшие годы, может дать ценную информацию об изменении ландшафта. Например, о развитии оврагов, миграции русел рек, изменении площадей занятых лесами, которые за последние 60 лет на некоторых участках увеличились (рис. 1), а это препятствует геологическому дешифрированию.

Анализ аэрофотоснимков, кроме того, может оказаться результативным при поисках археологических объектов и исторических исследованиях. Немалый интерес вызывает просмотр изображений городов и иных селений. Например, в 1955 году в Уфе улица Первомайская кончалась у кинотеатра «Победа», а далее на восток следовало поле, как и к западу от дворца культуры им. Орджоникидзе. Парк «Нефтехимиков» был занят деревьями лишь на треть, а на месте стадиона «Строитель» было футбольное поле. Моста через железнодорожные пути по улице А. Невского не было, но был переезд в продолжении улицы Победы. На месте современного микрорайона Сипайлово не было ни одного строения. Озеро Кашкадан было заболоченной старицей

(рис. 2) южнее которой, на месте нынешней улицы Бикбая было еще несколько узких стариц. В районе перекрестков улиц Гагарина и академика Королева располагалось небольшое озеро, а южное побережье Сипайлово было занято плантациями, через которые, видимо, по бывшей старице проходил оросительный канал.

Подводя итог можно отметить, что аэрофотоснимки середины и конца 20-го столетия должны быть сохранены, поскольку содержат важную и невосполнимую геологическую, географическую и историческую информацию.

Список литературы:

1. **Аржавитина М.Ю.** Типы разрезов зилаирской свиты Магнитогорского мегасинклинория по минеральным компонентам // Доклады АН СССР. 1976. Т. 229. №3. С. 679-682.

2. **Аржавитина М.Ю.** Особенности минерального состава терригенных пород зилаирской свиты Магнитогорского мегасинклинория // Минералого-геохимические особенности колчеданных месторождений, вулканогенных и осадочных образований Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1978. С. 67-71.

3. **Артюшкова О.В.** Биостратиграфия по конодонтам вулканогенно-осадочных отложений девона Магнитогорской мегазоны Южного Урала. Автореф. дис...доктора г.-м.н. Новосибирск, 2009. 40 с.

4. **Маслов В.А., Артюшкова О.В., Абрамова А.Н.** Новые данные по стратиграфии нижнего и среднего палеозоя Башкирского Урала. Проблемы региональной геологии, нефтеносности, металлогении и гидрогеологии Республики Башкортостан // Материалы II республиканской геологической конференции. Уфа, 1997. С. 100-109.

5. **Маслов В.А., Артюшкова О.В., Барышев В.Н., Павлов В.В.** Обоснование возраста по фауне коноднтов вулканогенно-осадочных толщ Узункырской зоны (район Юлдашевской структуры). Уфа, 1987. 32 с.

6. **Маслов В.А. Артюшкова О.В. Якупов Р.Р, Мавринская Т.М.** Проблемные вопросы стратиграфии нижнего и среднего палеозоя Южного Урала // Геологический сборник №7 / ИГ УНЦ РАН, 2007. С.193-204.

7. **Мизенс Г.А.** Седиментационные бассейны и геодинамические обстановки в позднем девоне ранней перми юга Урала. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. 192 с.

8. **Мизенс Г.А.** Основные типы флишевых комплексов на юге Урала // Геология Урала и сопредельных территорий. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2007. С. 441-453.

9. **Фазлиахметов А.М.** Особенности формирования нижнедевонских известняков разреза «Галышман» (Западно-Магнитогорская зона Южного Урала) // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Материалы и доклады Десятой Межрегиональной научно-практической конференции. Уфа: ДизайнПресс, 2014. С. 89-92.

10. **Фазлиахметов А.М.** Нижнедевонские известняки района озера Ускуль (север Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала) // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Материалы III Всероссийской молодежной геологической конференции. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2015. С. 99-103.

ПОЗДНЕДЕВОНСКАЯ ГАББРОНОРИТ-ДИОРИТОВАЯ СЕРИЯ ЗАПАДНО-МАГНИТОГОРСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА: УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИНТРУЗИВОВ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОРОД

И.Р. Рахимов

ИГ УНЦ РАН, г. Уфа

e-mail: rigel92@mail.ru

Интрузивный магматизм в Западно-Магнитогорской зоне (ЗМЗ) постсубдукционного этапа развития Южного Урала (D_3 –С) представлен несколькими формационными сериями габброидов, некоторые из которых сопровождаются тоналит-трондьемитовыми ассоциациями [1]. Каждая интрузивная серия характеризуется специфическими геолого-петрологическими особенностями и связана с определёнными геодинамическими режимами. Как наиболее ранняя среди них автором выделяется габбронорит-диоритовая интрузивная серия, объединённая в два самостоятельных комплекса (рис. А).

На юге башкирской части ЗМЗ развит **файзуллинский габбронорит-диоритовый комплекс** (рис., врезка В). Он включает несколько конформных тел, крупнейшими из которых являются Бахтигареевский лакколит, *Мунасиловский силл*(?), *Хасановский лакколит* и др. Интрузивы прорывают вулканогенно-осадочные толщи улутауской свиты ($D_{2-3ZV-f}$) в пределах Таналыкской антиклинальной структуры и приурочены к локальным складчато-разрывным деформациям. Бахтигареевский лакколит имеет расслоенное строение, выражающееся постепенной сменой сверху вниз норит-габброноритов габбронорит-диоритами и диоритами [Рахимов, 2015]. Ортопироксен ($Wo_4En_{69}Fs_{27}$) является главным минералом пород верхней части массива (40–50%). Он сопровождается наиболее основным плагиоклазом (An_{72-77}) (30–40%). В средней зоне лакколита соотношение пироксенов меняется и преобладает клинопироксен ($Wo_{43.8}En_{44.86}Fs_{11.36}$) (15–20% против 5–10% ромбического пироксена), сопровождаясь более кислым плагиоклазом (An_{42-56}) (50–60%). Нижнюю часть массива составляют габбродиорит-диоритовые породы, в которых преобладающим минералом является плагиоклаз-андезин (80%). Главным рудным минералом в габброидах является титаномагнетит (5–10%). Характерный акцессорный минерал пород – апатит – служащий индикатором состава и активности флюидной фазы, в породах файзуллинского комплекса характеризуется значительной обогащённостью Cl (до мас.1.1%) и F (до 3 мас.%).

На севере ЗМЗ в западном крыле Верхнеуральской синклинали развит **наурузовский габбронорит-диоритовый комплекс**, также включающий несколько конформных интрузий близ сс. Науруз и Москово (рис., врезка Б). Одной из наиболее представительных интрузий является *Наурузовский лакколито-силл* – массив со сложным геологическим строением, расположенный в локальной складчато-надвиговой структуре западного борта Верхнеуральской синклинали. Интрузив пронизывает толщу кремнистых осадков мукасовской свиты (D_3f). Внутреннее строение Наурузовского массива сходно с Бахтигареевским лакколитом: верхняя часть сложена габброноритами, сменяющимися к низу габбронорит-диоритами и диоритами. В габброноритах ортопироксен ($Wo_{4.4}En_{57.1}Fs_{38.5}$) (20–30%) преобладает над клинопироксеном ($Wo_{40}En_{40}Fs_{20}$) (10%). Количество плагиоклаза (An_{60-78}) составляет около 55–60%. В нижней зоне массива количество пироксена резко снижается (10%), ортопироксен практически отсутствует. Титаномагнетит (4–8%) является ведущим рудным

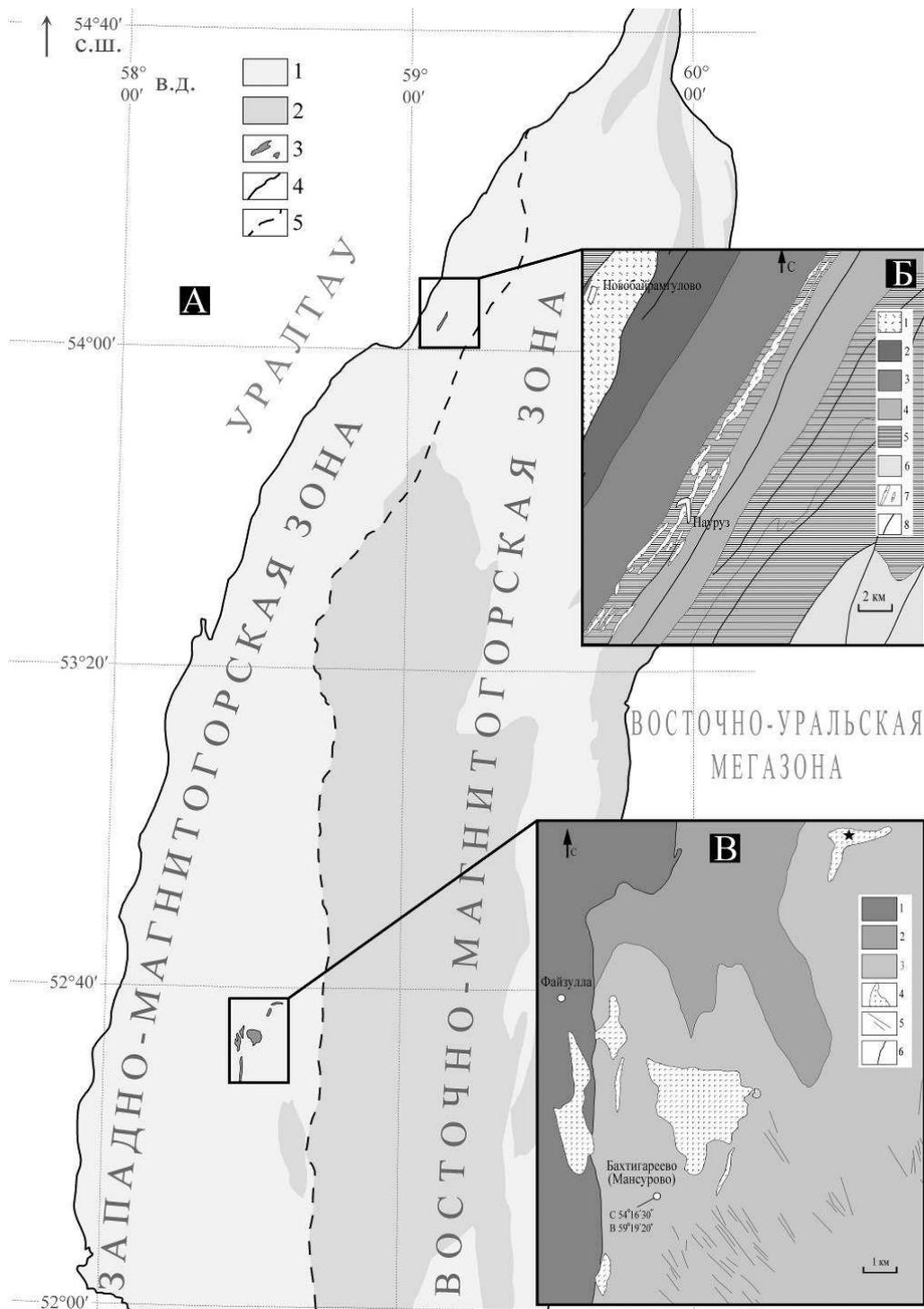


Рис. Размещение габбронорит-диоритовых интрузий в Западно-Магнитогорской зоне с врезками детальных геологических схем по материалам [2–4].

Условные обозначения: А: 1 – докарбоновые геологические образования, 2 – карбоновые геологические образования, 3 – интрузии габбронорит-диоритового состава (D_3), 4 – геологические границы Магнитогорской мегазоны, 5 – граница Западно-Магнитогорской и Восточно-Магнитогорской зон; Б: 1 – гипербазиты, 2 – вулканогенные отложения ирендыкской свиты (D_{2ef1}), 3 – кремнисто-вулкано-терригенные отложения карамалыташской свиты (D_{2ef2}), 4 – вулкано-терригенные отложения улутауской свиты ($D_{2-3zv-f}$), 5 – кремнистые отложения мукасовской свиты (D_3f), 6 – терригенные отложения зилаирской свиты, 7 – интрузии наурузовского габбронорит-диоритового комплекса, 8 – разломы; В: 1 – вулканогенные отложения ирендыкской свиты (D_{2ef}), 2 – нерасчленённые отложения среднего девона, 3 – вулкано-терригенные отложения улутауской свиты ($D_{2-3zv-f}$), 4 – габбронориты, 5 – дайки основного состава, 6 – разломы.

минералом габброидов. Апатиты из пород наурузовского комплекса характеризуются схожим Cl-F составом с апатитами файзуллинского комплекса: Cl (до мас.1.1%), F (до 2.8 мас.%).

Сходный минеральный состав пород и самих породообразующих минералов обуславливает идентичность петрогеохимических характеристик пород файзуллинского и наурузовского комплексов. Относительно состава недифференцированной мантии породы обогащены крупноионными литофильными микроэлементами (особенно Cs, Ba) и обеднены высокозарядными микроэлементами (Nb, Ta, PЗЭ, кроме U и Th). На мультиэлементных диаграммах кривые габброноритоидов повторяют контуры, свойственные базальтам островодужного генезиса. Главным их отличием служит обогащённость пород габбронорит-диоритовой серии титаном (TiO_2 0.9–1.5 мас.%) и калием (K_2O в среднем >1 мас.%). Хондрит-нормированные спектры распределения редкоземельных элементов в породах файзуллинского и наурузовского комплексов также в целом имеют схожий рисунок с чётким отрицательным уклоном, абсолютные суммарные содержания PЗЭ идентичны: 50–65 г/т. То есть вещественный состав этих комплексов практически одинаковый наряду со схожими геологическими условиями.

Ареалы файзуллинского и наурузовского габбронорит-диоритовых комплексов удалены друг от друга более чем на 150 км и вполне вероятно, что в промежутке интрузивная серия перекрыта более молодыми осадочными (зилаирская свита (D_3-C_1)) и магматическими комплексами (худолазовский и др.). Учитывая то, что размещение интрузий габбронорит-диоритовой серии согласуется со структурным планом Западно-Магнитогорской зоны, есть основание рассматривать эту серию как поздне- или постсубдукционный интрузивный пояс, который генетически не может быть не связан с островодужной магмой, но фиксирует новый геодинамический этап магматизма. Формирование габбронорит-диоритовой ассоциации связывается с началом эпохи закрытия морского бассейна в Магнитогорской мегазоне, называемой «мягкой коллизией» (островная дуга–пассивная окраина континента) [5].

Список литературы:

1. **Рахимов И.Р., Салихов Д.Н.** магматические комплексы-индикаторы мягкой коллизии в Западно-Магнитогорской зоне Южного Урала // Третья международная научная конференция «Корреляция алтаид и уралид: магматизм, метаморфизм, стратиграфия, геохронология, геодинамика и металлогения». Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. С. 147–148.

2. **Кац Ш.Н., Тамбовцев В.В., Калташёва И.И., Генина Л.А., Ишмуратова З.У.** Отчёт о геологическом доизучении в масштабе 1:50000 Миндякской площади (планшеты №40-70-Г-б, в, г; №40-71-А и В; №40-82-А-б, в, г и Б) по работам Миндякского геолого-съёмочного отряда и Учалинской геофизической партии за 1975–1980 гг. в 7 томах. Уфа, 1980.

3. **Куваевский Ю.Л., Краев Ю.П., Чураков Н.В.** геологическое строение района верховьев рек Худолаза и Б. Уртазымки. Отчёт Колтубанской поисково-съёмочной партии за 1957–1958 гг. в 3 т. Уфа, 1959. 180 с.

4. **Шихмуратов В.К., Навроцкий О.К., Баязитова К.А.** Геологическое строение района среднего и нижнего течения реки Б. Уртазымки (№40-130-В, №40-142-А, №40-142-В) / Отчёт Уртазымской геолого-съёмочной партии за 1959–1960 гг. в 6 томах. Уфа, 1961.

5. **Пучков В.Н.** Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА МЕТОДОМ ИСП-АЭС ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

А.М. Мусина, С.В. Мичурин
Институт геологии УНЦ РАН, Уфа,
e-mail: alsumusina1090@rambler.ru

Многоэлементные методы, использующие индуктивно связанную плазму в качестве эмиссионного источника в атомно-эмиссионном анализе (ИСП-АЭС) или источника ионов в масс-спектрометрии (ИСП-МС), являются в настоящее время наиболее востребованными при определении элементного состава горных пород [2]. В методе ИСП-АЭС определение элементов производится по оптическим спектрам излучения атомов и ионов, возбуждаемым в аргоновой индуктивно-связанной плазме. Метод характеризуется хорошей избирательностью, воспроизводимостью, правильностью, толерантностью к солево-му составу анализируемых растворов, широким линейным динамическим диапазоном и достаточно низкими пределами обнаружения для многих элементов [2]. Основным достоинством этого метода по сравнению с методом ИСП-МС является меньшая зависимость от содержания матричного элемента в анализируемом растворе (до 1-2 % и более), что делает возможным определение распространенных элементов с требуемыми пределами обнаружения [1].

С 2016 года нами проводится определение элементного состава горных пород методом ИСП-АЭС на спектрометре ICPE-9000 (Shimadzu, Япония). В настоящем сообщении рассматривается методика пробоподготовки и приводится сравнительный анализ полученных результатов по «контрольным» образцам осадочных и магматических пород, в которых ранее был определен элементный состав методом ИСП-МС в других лабораториях.

Методическая часть

Атомно-эмиссионное определение элементов проводилось с распылителем VeeSpray и стеклянной распылительной камерой циклонного типа. Использовался газообразный аргон высшего сорта ГОСТ 10157-79 (99,993%). Использовались растворы многоэлементных и одноэлементных стандартов производства High-Purity Standards (США), а также порошковые государственные стандартные образцы горных пород (табл. 1) СГД-2а (габбро эссекитовое), ГБПг-1 (гранат-биотитовый плагиогнейс), СГХМ-3 (карбонатно-силикатные рыхлые отложения) и некоторые другие производства Института геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН (Россия). Калибровочные графики были построены для 62 элементов: Li, Be, B, Na, Mg, Al, Si, P, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ge, As, Se, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Cd, In, Sn, Sb, Te, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Tl, Pb, Th, U.

Разложение образцов *открытым способом* и аналитические процедуры проводились в комплексе чистых помещений. Использовались соляная, азотная и фтористоводородная кислоты марки «осч», дополнительно очищенные в системе перегонки кислот BSB-939-IR (Berghof, Германия), а также хлорная кислота HClO₄ (Perchloric Acid 70%; PA-ACS-ISO) производства Panreac (Испания). Для приготовления растворов использовалась деионизированная вода, полученная с помощью системы Direct-Q3 Smart Millipore (Франция) с удельным сопротивлением 18,2 Мом*см. Растворение образцов проводилось в тефлоновых стаканах партиями по ≈20 образцов.

Таблица 1

Средние значения содержания элементов в государственных стандартных образцах
СГД-2а (ГСО № 8670-2005) и ГБПг-1 (ГСО № 8871-2007)

	СГД-2а, габбро эссекситовое, n=10		ГБПг1, гранат-биотитовый плагиогнейс, n=7	
	измеренное значение	аттестованное значение	измеренное значение	аттестованное значение
Li	13,5 ± 1,9	12,0 ± 2,0	24,7 ± 6,5	21,0 ± 3,0
Be	1,2 ± 0,2	1,9 ± 0,3	0,6 ± 0,5	0,97 ± 0,18
B	6,7 ± 3,2	15,0*	5,4 ± 3,0	10,0*
Mg	40958,0 ± 2686,0	41069,0 ± 543,0	13821,0 ± 2549,0	15540,0 ± 420,0
Al	60319,0 ± 3873,0	79039,0 ± 847,0	69675,0 ± 7640,0	42088,0 ± 424,0
P	7875,0 ± 490,0	4496,0 ± 87,0	522,0 ± 102,0	344,0 ± 22,0
Ca	76086,0 ± 14950,0	76329,0 ± 1000,0	21740,0 ± 3102,0	20357,0 ± 429,0
Sc	30,9 ± 8,3	26,0 ± 3,0	12,7 ± 3,7	14,3 ± 2,2
Ti	9573,0 ± 1581,0	10311,0 ± 300,0	3900,0 ± 415,0	5250,0 ± 900,0
V	272,0 ± 44,0	250,0 ± 24,0	101,0 ± 14,0	98,0 ± 13,0
Cr	53,7 ± 8,4	58,0 ± 5,0	179,0 ± 26,0	182,0 ± 14,0
Fe	78308,0 ± 12906,0	79246,0 ± 839,0	39545,0 ± 5343,0	42420,0 ± 980,0
Mn	1395,0 ± 298,0	1293,0 ± 62,0	522,0 ± 72,0	535,0 ± 39,0
Co	43,3 ± 3,7	40,0 ± 4,0	22,3 ± 4,1	19,7 ± 1,5
Ni	40,1 ± 6,9	47,0 ± 4,0	64,0 ± 12,0	60,0 ± 5,0
Cu	52,5 ± 7,5	58,0 ± 5,0	28,0 ± 5,0	31,0 ± 3,0
Zn	133,7 ± 23,9	120,0 ± 15,0	79,0 ± 6,0	81,0 ± 11,0
Ge	<ПО	1,3±0,2	<ПО	1,1*
As	7,7 ± 10,9	—	10,0 ± 6,0	2,0*
Sr	2337,0 ± 601,0	2240,0 ± 140,0	360,0 ± 52,0	364,0 ± 45,0
Y	28,3 ± 7,8	30,0 ± 3,0	12,3 ± 1,9	17,8 ± 2,8
Zr	197,2 ± 26,4	219,0 ± 16,0	9,0 ± 2,0	234,0 ± 23,0
Nb	7,4 ± 3,6	8,4 ± 1,3	7,6 ± 1,4	10,0 ± 1,6
Mo	1,6 ± 0,4	1,4 ± 0,2	2,2 ± 0,5	1,7 ± 0,3
Cd	<ПО	—	<ПО	0,10*
Sn	<ПО	3,2 ± 0,5	<ПО	0,6*
Sb	0,7 ± 2,1	—	<ПО	0,05*
Te	<ПО	—	<ПО	—
Ba	1347,0 ± 132,0	1520,0 ± 150,0	823,0 ± 115,0	910,0 ± 50,0
La	78,4 ± 4,5	82,0 ± 10,0	50,0 ± 8,0	53,0 ± 8,0
Ce	164,0 ± 22,4	163,0 ± 20,0	99,8 ± 15,0	104,0 ± 11,0
Pr	12,8 ± 3,9	20,7 ± 3,7	10,9 ± 3,3	11,5 ± 1,9
Nd	107,3 ± 26,0	89,0 ± 11,0	51,7 ± 8,3	43,8 ± 7,3
Sm	16,3 ± 2,4	17,0 ± 2,0	8,2 ± 1,1	6,9 ± 0,7
Eu	2,3 ± 0,2	3,9 ± 0,5	1,8 ± 0,2	1,8 ± 0,3
Gd	20,0 ± 2,2	11,5 ± 2,0	10,1 ± 3,1	4,7 ± 0,6
Tb	<ПО	1,5 ± 0,2	0,5 ± 0,8	0,6 ± 0,1
Dy	6,1 ± 1,2	6,2 ± 1,0	3,1 ± 0,5	3,3 ± 0,5
Ho	2,4 ± 0,1	1,1 ± 0,2	<ПО	0,69 ± 0,10
Er	6,2 ± 0,5	2,8 ± 0,55	<ПО	2,1 ± 0,3
Tm	<ПО	0,35*	<ПО	0,33 ± 0,05
Yb	0,1 ± 0,3	2,5 ± 0,3	0,2 ± 0,5	2,02 ± 0,24
Lu	0,1 ± 0,04	0,3 ± 0,05	0,4 ± 0,3	0,31 ± 0,05
Hf	7,7 ± 6,0	5,3 ± 0,9	7,5 ± 3,1	6,2 ± 1,0
Ta	1,5 ± 1,33	0,5 ± 0,1	2,2 ± 1,8	0,4 ± 0,07
W	<ПО	—	3,4 ± 2,3	0,3*
Tl	<ПО	—	<ПО	0,31
Pb	11,3 ± 2,4	15,0 ± 2,0	9,1 ± 3,6	14,2 ± 2,0
Th	16,5 ± 7,1	8,0 ± 1,0	18,5 ± 5,9	11,3 ± 1,5
U	12,7 ± 5,9	1,8 ± 0,3	2,4 ± 0,6	0,8 ± 0,1

Примечание. Разложение проводилось открытым способом. Прочерк — нет данных. Звездочкой помечены информационные данные. n — количество отдельных разложений и измерений.

Навеска каждого образца составляла 100 мг. В каждой партии вместе с анализируемыми образцами проводилось разложение 2-3 «контрольных» образцов с известным содержанием элементов, а также одного стандартного образца (СГД-2а, ГБПг-1 и др.). Одновременно с анализом проб проводился холостой опыт. Для нагрева растворов использовались регулируемые плитки ES-HF4060 производства Экрос (Россия) с рабочим диапазоном температур от 5 до 200°C. Взвешивание проводилось на аналитических весах CAUW-220D (CAS, Корея). Дискретность отсчета составляла 0,0001/0,00001 г.

Образцы выдерживались 4 часа в открытой системе с постепенным добавлением 10 мл HF при температуре $\approx 70^\circ\text{C}$ для максимальной отгонки кремния в виде фторида, что позволяло избежать образования в дальнейшем сложных фтористых алюмосиликатов. Затем в реакционную смесь добавлялся 1 мл концентрированной HNO_3 и температура разложения повышалась до 150°C . Образцы выпаривались «до капли». Остаток обрабатывался 1 мл HClO_4 и оставлялся на ночь. После этого проба выпаривалась до сухого остатка, который затем двукратно выпаривался в 6,2 М HCl при температуре 90°C . Хлориды переводились в нитраты путем двукратного добавления концентрированной HNO_3 . В конечном итоге сухой остаток растворяли в 15% растворе HNO_3 . Время разложения одной партии образцов составляло не более 20 часов.

Сплавление. Образцы навеской 100 мг помещались в платиновый тигель и тщательно перемешивались с 3 г смеси для сплавления (1 г буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ и 2 г соды Na_2CO_3) и 5-10 мг азотнокислого калия. Приставшие частицы очищались кисточкой в тигель. Тигель накрывался платиновой крышкой и проба сплавлялась в течении 15-20 мин. в муфельной печи при 950°C [3]. Затем, вынув тигель из муфельной печи, остывающий сплав быстрым вращением распределялся по стенкам тигля. Остывший тигель перемещался в полиэтиленовый стакан объемом 500 мл и заливался кипящей водой. Производилось перемешивание пластмассовой палочкой три-четыре раза и смесь оставлялась на ночь. После полного разложения сплава в стакан добавлялось 100 мл соляной кислоты, разбавленной 1:3, при энергичном перемешивании до полного растворения осадка.

Экспериментальная часть

Результаты измерений государственных стандартных образцов (ГСО), разложенных открытым способом, представлены в таблице 1. По результатам видно, что из петрогенных элементов хорошую сходимость с аттестованными значениями имеют Mg, Ca, Ti, Mn и Fe. Измеренные значения Al в большой степени отличаются от аттестованных. Измеренные значения по P постоянно завышены. Калий не определяли. Si не определяли вследствие его удаления при открытом способе пробоподготовки.

Измеренное содержание многих редких элементов (Li, Be, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Y, Nb, Mo, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Dy, Hf, Pb) относительно хорошо сходится с аттестованным содержанием в стандартных образцах (см. табл. 1). При этом следует отметить, что средние измеренные значения некоторых из вышеперечисленных элементов иногда имеют довольно большое стандартное отклонение (Ca, Sc, Sr, Y, Nb, Nd). Это говорит о том, что в отдельных параллельных измерениях полученные значения могут больше обычного отклоняться от аттестованных значений.

В некоторых случаях наблюдаются систематические не очень значительные занижения (Be, B, Ge, Y, Ba, Pb) или завышения (P, Nd, Hf, Ta, Th, U) от аттестованных значений, что, по-видимому, связано с корректностью построения калибровочных кривых, на которые, могут оказывать влияние мешающие элементы. Ошибки такого

рода требуют набора большей статистики, и по мере приобретения опыта работы на приборе их можно будет устранить.

Таблица 2

Результаты определения элементного состава образцов в осадочных и магматических породах разными методами — ИСП АЭС и ИСП МС

Эл.	12-99		12-100		12-153		4646/170		4614/114	
	аэс	мс	аэс	мс	аэс	мс	аэс	мс	аэс	мс
Li	8,9	6,2	8,4	7,9	17,4	13,5	1,3	4,6	15,8	16,6
Be	<ПО	1,4	<ПО	1,3	<ПО	1,7	4,2	6,5	0,3	6,0
Mg	10414,0	8081,5*	8181,2	11294,9*	16069,8	16464,6*	11827,0	10855,0	43767,0	51867,0
P	627,4	323,0*	344,7	183,3*	4259,6	1706,7*	1965,0	1004,0	5519,0	3535,7
Ca	2183,4	945,2*	1237,1	1108,6*	11888,9	6976,5*	21107,3	22156,0	35447,1	30017,0
Sc	21,5	5,7	17,5	11,2	24,7	9,8	14,0	3,0	48,5	14,3
Ti	2981,9	2842,0*	2387,6	2709,0*	3593,7	3589,4*	3100,0	2878,0	5449,1	5995,0
V	107,7	92,5	114,4	115,7	146,3	132,6	89,5	68,3	139,7	165,0
Cr	82,2	80,5	50,5	60,6	77,5	80,8	78,7	59,4	314,5	229,0
Fe	32305,0	31892,6*	25376,3	29864,4*	38039,6	39376,2*	29627,6	29376,3	46174,0	57351,0
Mn	202,5	176,4	427,2	437,0	399,8	358,3	565,9	495,7	808,9	774,5
Co	4,5	4,9	8,3	9,9	15,2	14,4	9,5	5,1	29,0	19,6
Ni	45,6	47,7	83,3	94,6	95,8	97,7	28,7	29,0	124,6	112,0
Cu	81,4	74,8	91,6	99,0	87,1	83,9	26,7	19,1	7,6	7,0
Zn	113,2	88,7	113,4	109,8	146,3	121,2	14,7	24,8	35,0	46,2
As	<ПО	2,4	<ПО	2,1	17,4	2,0	10,9	0,9	<ПО	3,1
Sr	7,3	15,9	1,9	22,6	9,5	17,0	999,3	566,0	402,9	392,0
Y	8,4	4,3	9,1	10,3	22,8	16,5	10,9	10,6	16,0	21,2
Zr	96,8	90,4	78,5	85,1	110,4	106,8	77,4	267,0	256,8	362,0
Nb	5,7	9,6	4,9	9,5	7,8	11,9	12,4	10,7	9,1	13,9
Mo	0,9	1,8	<ПО	1,0	<ПО	0,6	1,7	2,2	3,7	2,8
Cd	<ПО	0,1	<ПО	0,1	<ПО	0,2	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Sn	<ПО	0,2	1,0	2,0	0,6	0,3	<ПО	1,0	<ПО	2,6
Sb	<ПО	0,9	<ПО	1,0	<ПО	0,9	<ПО	0,5	<ПО	1,1
Te	<ПО	0,03	<ПО	0,1	<ПО	0,04	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Ba	268,9	138,4	216	230,5	282,1	211,4	1700,8	1715,0	1175,6	660,0
La	17,7	10,5	19,7	24,4	24,8	20,5	50,7	36,3	33,8	43,3
Ce	27,9	18,8	40,4	51,6	37,1	30,2	90,5	56,8	66,5	97,4
Pr	5,4	2,1	4,7	4,8	7,7	4,6	4,4	6,4	10,4	11,4
Nd	7,0	—	10,3	—	16,9	—	25,4	23,6	45,6	46,5
Sm	0,2	0,8	1,3	2,3	4,7	3,1	6,8	3,9	8,5	8,9
Eu	<ПО	0,1	<ПО	0,4	<ПО	0,6	<ПО	1,1	0,5	2,30
Gd	7,4	—	5,9	—	9,2	—	2,8	2,9	10,0	7,4
Tb	<ПО	0,1	<ПО	0,2	<ПО	0,4	<ПО	0,4	<ПО	1,0
Dy	<ПО	0,7	1,0	1,7	2,8	2,7	2,0	1,9	3,2	5,1
Ho	<ПО	0,2	<ПО	0,4	<ПО	0,6	<ПО	0,4	<ПО	0,9
Er	<ПО	0,6	<ПО	1,4	<ПО	1,8	<ПО	1,1	<ПО	2,4
Tm	<ПО	0,1	<ПО	0,2	<ПО	0,3	<ПО	0,2	<ПО	0,3
Yb	<ПО	0,8	<ПО	1,7	<ПО	1,8	<ПО	1,1	<ПО	2,0
Lu	0,04	0,1	0,04	0,3	0,1	0,3	<ПО	0,2	0,04	0,3
Hf	7,1	2,3	3,7	2,3	4,6	2,9	3,3	8,0	13,9	10,3
Ta	<ПО	1,1	<ПО	1,4	<ПО	1,2	<ПО	0,7	0,1	0,8
W	10,4	11,3	<ПО	1,8	0,7	3,3	0,5	2,0	0,8	2,4
Tl	<ПО	0,5	<ПО	0,4	<ПО	0,6	<ПО	0,5	<ПО	0,8
Pb	3,0	8,8	10,2	15,6	8,3	13,8	14,7	13,2	2,3	4,5
Th	0,3	5,1	0,4	8,5	<ПО	7,4	27,5	19,2	<ПО	18,0
U	<ПО	2,2	0,4	2,8	1,2	4,8	1,67	2,6	7,6	9,0

Примечание. 12-99, 12-100, 12-153 — низкоуглеродисто-кремнисто-глинистые сланцы из коллекции А.М. Фазлиахметова (ИГ УНЦ РАН). 4646/170 — граносиенит; 4614/114 — диорит (образцы из коллекции С.Е. Знаменского, ИГ УНЦ РАН). Прочерк — нет данных. Данные со звездочкой — результаты рентгено-флуоресцентного анализа, выполненного в ИГ УНЦ РАН.

По целому ряду элементов (В, Ge, Se, Cd, In, Sn, Sb, Te, W, Tl) пока сложно утверждать о правильности определения их содержаний, поскольку в стандартных образцах они зачастую не аттестованы. При их определении измеренные значения почти всегда, за исключением, пожалуй, В и Та, оказываются ниже предела обнаружения. В эту же группу можно отнести и практически все элементы благородных металлов (Au, Ru, Rh, Pd, Re, Os, Ir, Pt). При измерении их содержаний значения по ним также постоянно оказываются ниже предела обнаружения, что, вероятно, косвенно указывает на правильность калибровочных уравнений. Чтобы оценить корректность проводимых измерений по этим элементам требуется проведение специального изучения с привлечением и природных и стандартных образцов с известным содержанием благородных металлов.

К элементам, измеренные значения по которым довольно сильно отличаются от аттестованных в ГСО, относятся В, As, Th, U, а также почти все тяжелые лантаноиды (Gd, Tb, Ho, Er, Tm, Yb), за исключением Dy и, возможно, Lu. Иногда в отдельных параллельных измерениях значения по Pr и Eu в ГСО также сильно отличаются от аттестованных. Как известно [2], для правильного определения редкоземельных элементов методом ИСП АЭС необходимо использовать специальную методику пробоподготовки, связанную с концентрированием этих элементов.

Кроме того, следует отметить, что Zr практически совсем не определяется в гранат-биотитовом плагиогнейсе (ГБПг1), имеющем труднорастворимые минералы, и всегда хорошо определяется в эссекситовом габбро (СГД-2а). Этот недостаток легко устраняется в другой методике подготовки проб с использованием сплавления, в которой помимо Zr начинают относительно хорошо определяться (соответствовать аттестованным значениям) и некоторые петрогенные элементы: Na, Al, Si.

Для оценки правильности получаемых нами результатов методом ИСП АЭС по природным образцам горных пород, разлагаемых открытым способом, мы провели сравнительный анализ по «контрольным» пробам (табл. 2). Использовались образцы из коллекций сотрудников ИГ УНЦ РАН (г. Уфа) А.М. Фазлиахметова (три образца низкоуглеродистых кремнисто-глинистых сланцев) и С.Е. Знаменского (граносиенит и диорит), в которых методом ИСП МС ранее был определен элементный состав в ИГГ УрО РАН (г. Екатеринбург, образцы А.М. Фазлиахметова) и в Аналитическом сертификационном испытательном центре ИПТМ РАН (г. Черноголовка, руководитель аналитической группы В.К. Карандашев). Магматические породы (образцы С.Е. Знаменского) в АСИЦ ИПТМ РАН разлагались закрытым способом с использованием автоклава с микроволновым нагревом.

В целом полученные результаты соответствуют на качественном уровне результатам по ГСО, описанным выше. Более того, по большинству элементов отмечается хорошее сходство результатов разных методов определения ИСП АЭС и ИСП МС, как в осадочных, так и магматических породах (см. табл. 2).

Однако необходимо отметить следующие моменты. Zr хорошо определился только в осадочных породах. В диорите измеренное нами значение по этому элементу заметно ниже, чем величина, полученная в ИПТМ РАН, а в граносиените меньше почти в четыре раза. Большие различия в измеренных значениях разными методами получились по Be, P, Sc, As, Sr, Sn, Sb, Sm, Eu, Tb, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Tl, Pb, Th, U в силу разных причин для различных элементов. По некоторым из них, например, по редкоземельным элементам объяснение приводится выше. В некоторых случаях, вероятно, сказывается корректность калибровки прибора, которую можно улучшить большей статистикой и опытом работы. В целом можно сделать вывод, что

методом ИСП АЭС при открытом способе разложения получают соответствующие аттестованным значениям определения по целому ряду петрогенных и редких элементов как в осадочных, так и некоторых магматических породах. Наш опыт показывает, что к этим элементам с уверенностью можно отнести Mg, Ca, Ti, Mn, Fe, Li, Be, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Dy, Hf, Pb, а при проведении дополнительных исследований и некоторые другие, в том числе и благородные металлы.

Список литературы:

1. **Жерноклеева К.В.** Анализ редкоземельных металлов и их оксидов атомно-эмиссионным и масс-спектральным методами с индуктивно-связанной плазмой: Автореферат диссертации кандидата технических наук – Москва, 2011. – 33 с.
2. **Карандашев В.К., Тютюнник О.А., Кубракова И.В.** Определение редкоземельных элементов в геологических породах методами масс-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой // Масс-спектрометрия, 2011. Т. 8. № 4. С. 242-258.
3. Ускоренные химические методы определения порообразующих элементов // Инструкция НСАМ № 138-Х, ВИМС. – Москва, 1976. – 58 с.

ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕУРАЛЬСКОГО СЕГМЕНТА ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОЙ МЕГАЗОНЫ

О.Ю. Мельничук

Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург,

e-mail: o.u.melnichuk@gmail.com

Верхнедевонские породы на территории Среднеуральского сегмента Восточно-Уральской мегазоны приурочены к Медведовско-Арамилской и Алапаевско-Теченской структурным зонам. В последней – к трем подзонам: Рефтинско-Каменской, Алапаевско-Айбыкульской и Режевской (рисунок). Свиты и толщи, распространенные в пределах мегазоны, по вещественному признаку можно разделить на 4 группы.

1. Вулканогенные и вулканогенно-осадочные – маминская, клевакинская, кондихинская, базальт-дацитовая и восточносафьяновская толщи, башкарская свита.
2. Карбонатные масленниковская, сохареvская и чепчуговская толщи.
3. Терригенные кодинская, устькодинская свиты, мосинская толща.
4. Глинисто-кремнистая толща.

Для палеозоя восточного склона Среднего Урала В.Н. Смирнов и А.В. Коровко [12,13] выделяют несколько этапов магматизма, в том числе позднеэмско-раннефранский и фаменско-раннекаменноугольный. Во время первого из них образовались базальт-дацитовая толща (рудянский базальт-андезит-дацитовый комплекс, $D_{2ef_2}-D_{2zv_1}$), а также вышезалегающие маминская и клевакинская толщи (маминский базальт-андезитбазальтовый комплекс, $D_{2zv_3}-D_{2fr_1}$). Они распространены повсеместно в Алапаевско-Теченской зоне, и их формирование происходило в обстановках, близких к современным островным дугам, в результате извержения вулканов центрального типа в мелководно-морских условиях. Никаких признаков былого надводного вулканизма в породах рудянского и маминского комплекса не обнаружено [13]. Формирование в островодужных обстановках предполагается и для базальт-андезитовой башкарской свиты (D_2-D_3f), выделяемой в Медведовско-Арамилской структурной зоне [3].

Возможно, в несколько иных условиях формировались вулканогенные образования фаменских кондихинской и восточносафьяновской толщ. В работах В.Н. Смирнова и А.В. Коровко с коллегами [4,12,13] предполагается, что это были мелководно-морские обстановки в пределах активной континентальной окраины. Это предположение уточняется в работах Н.С. Ярославцевой и др. (например [15]), посвященных изучению пород рудовмещающей толщи Сафьяновского месторождения¹. По их мнению, осадконакопление здесь осуществлялось в умеренно-глубоководном задуговом бассейне, относящемся к энсиалической островной дуге. Однако, достаточно убедительные доказательства существования энсиалической островной дуги и наличия активной континентальной окраины отсутствуют.

¹ Кондихинская и восточносафьяновская толщи распространены на всей территории Алапаевско-Теченской зоны. В районе Сафьяновского месторождения обнажаются их наиболее полные разрезы [4]

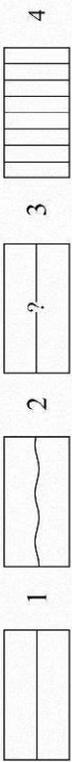
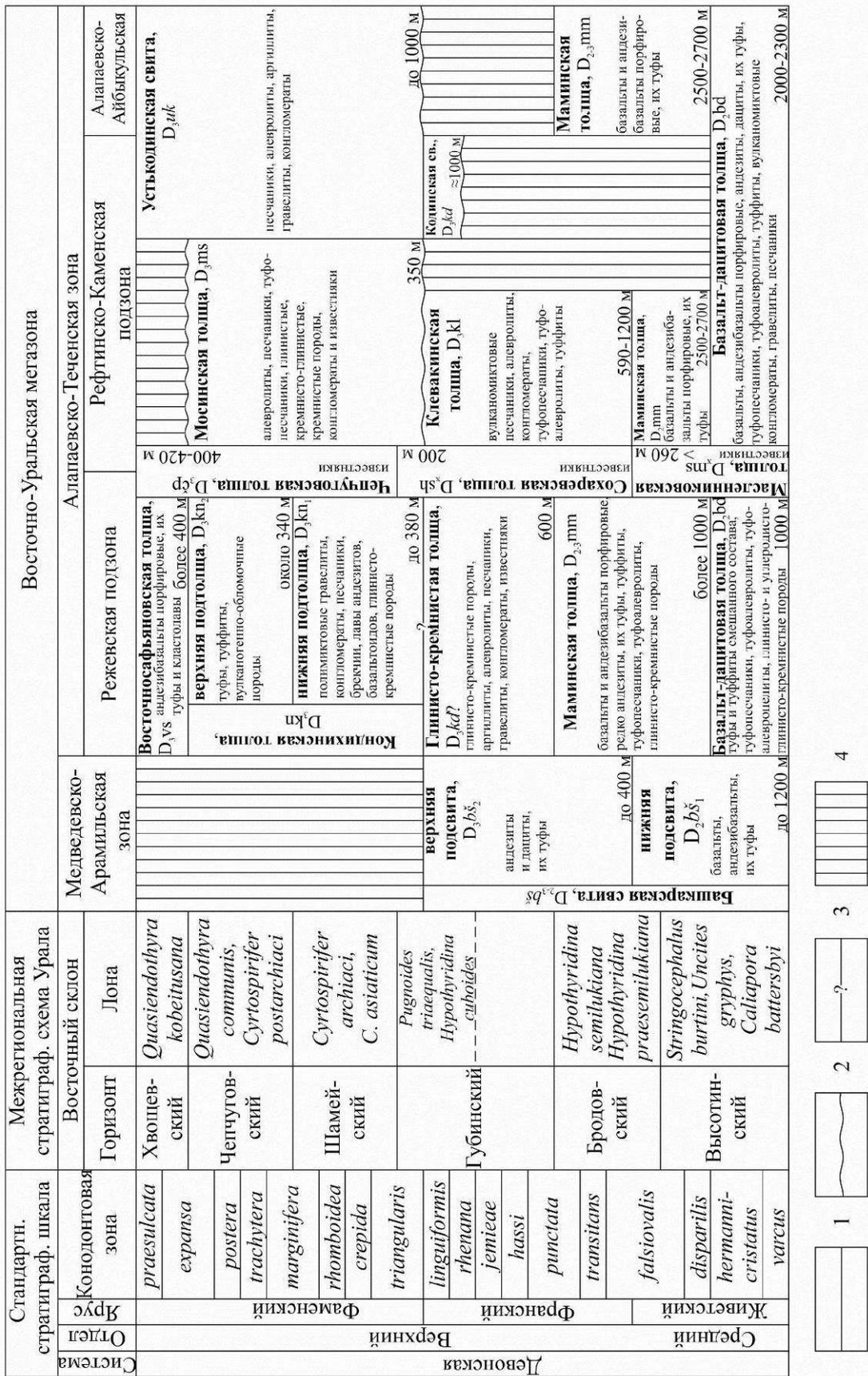


Рис. Схема корреляции средне-верхнедевонских отложений ВУМЗ. Составлено с использованием [1,3,4,8,14]

Границы между подразделениями: 1- согласные, 2- несогласные с разрывом, 3- взаимоотношения не ясны; 4- отложения отсутствуют

Разрезы, сложенные преимущественно известняками, распространены в Режевской и Рефтинско-Каменской подзоне. Изучение этих пород Г.А. Мизенсом с коллегами [9] показало, что отложение карбонатного материала происходило в относительно устойчивых условиях изолированной карбонатной платформы, существовавшей в окраинном море. Бассейн, в котором находилась платформа, был связан с мировым океаном, так как колебания уровня моря, отраженные в ее разрезах, в основном согласуются с эвстатическими колебаниями океана соответствующего временного интервала. Никаких признаков влияния вулканической активности на карбонатонакопление не отмечается.

Кодинская свита (верхняя часть франа) сложена песчаниками и аргиллитами, подчиненную роль играют алевролиты и карбонатные породы. Иногда в песчаниках присутствуют линзы конгломератов с гальками известняков, аргиллитов, кремнистых и вулканических пород. Свита, вероятно, представляла собой систему “река-море” [7], что является одним из объяснений большой мощности² – порядка 1000 метров. Генезис пород большей части свиты представляется нам мелководно-морским (в том числе авандельтовым). Особенно хорошо это видно в нижней её части, залегающей с размывом на кодинской органогенной постройке (КОП). Здесь достаточно широко развиты онколитовые и строматолитовые известняки, присутствуют самые разнообразные органические остатки. Выше по разрезу преобладают отложения речного конуса выноса. Разрез свиты завершает преимущественно глинистая толща, породы которой являются отражением относительно глубоководных условий осадконакопления в зоне продельты – присутствуют, в том числе, редкие маломощные турбидиты [6].

Не совсем ясны условия формирования и стратиграфическое положение глинисто-кремнистой толщи, согласно перекрывающей вулканыты маминской и относимой (некоторыми авторами) к кодинской свите франского яруса [1313]. На наш взгляд такое предположение ошибочно, так как в стратотипическом разрезе кодинская свита, во-первых, является карбонатно-терригенной, без прослоев силицитов, и, во-вторых, она, в отличие от глинисто-кремнистой, залегает на рифовых известняках. Скорее всего, кодинская свита совместно с КОП формировалась на шельфе микроконтинента. Это предположение подтверждается наличием в составе кодинских граувакк обломков метаморфических пород (кварцитов и слюдисто-глинистых сланцев) наряду с таковыми вулканических пород кислого и основного/среднего состава [1,5], а также геохимическими особенностями кодинских аргиллитов. Если бы осадконакопление происходило вблизи островной дуги, глинистые породы бы аттестовались как петрогенные, однако, распределение точек составов на диаграммах указывает на литогенный характер отложений [5]. Кроме того, маловероятным представляется формирование столь большой мощности за короткий промежуток времени (менее чем за 5 млн. лет) только за счет размыва островной дуги.

Породы устькодинской свиты фаменского яруса представлены алевролитами, песчаниками (в том числе известковистыми разностями) и конгломератами. Распространены гиероглифы на нижних поверхностях песчаных пластов, градационная сортировка материала. Вероятно, породы свиты имеют генезис тесно связанный с деятельностью мутьевых потоков и являются достаточно глубоководными отложениями.

² Мощность замерена в разрезе стратотипа кодинской свиты, обнажающегося по обоим берегам р. Исеть на всем протяжении от окраины д. Кодинка (в окрестностях г. Каменск-Уральский) до выходов вблизи подвесного моста в с. Щербаково

Представляется, что кодинская и устькодинская свиты имели один и тот же петрофонд, так как их песчаники имеют схожие петрографические характеристики аллотигенных компонентов [1]. Схожи и некоторые другие характеристики свит, например темпы седиментации. По различным оценкам [2,10] мощность устькодинской свиты составляет от 600 до 1000 метров, что соответствует скорости осадконакопления не менее 50-75 мм/тыс. лет (без учета коэффициентов уплотнения пород). Несколько выше скорость накопления осадков для кодинской свиты – более 200 мм/тыс. лет.

Возрастным аналогом устькодинской свиты в Рефтинско-Каменской подзоне является мосинская толща, сложенная переслаивающимися вишнево-серыми и серовато-зелеными алевролитами, песчаниками, туфопесчаниками, глинистыми, кремнисто-глинистыми, кремнистыми породами (в т.ч. радиоляритами) с горизонтами гравийных полимиктовых конгломератов, песчаников, известняков. Известно, что конгломераты сложены гальками кремнистых пород, известняков, алевролитов и песчаников, вулканических пород основного, среднего и кислого состава, плутонических пород кислого и среднего состава [2]. Осадконакопление, вероятно, протекало в относительно глубоководных обстановках [2,13]. Источники сноса были иными, чем у кодинской и устькодинской свит, это подтверждает также сравнение некоторых геохимических особенностей [2]. В частности, наблюдается обеднение алевролитов мосинской толщи (относительно их аналогов в кодинской свите) элементами, характерными для основных магматических пород (Cr, Ni, V, Co).

Таким образом, можно предположить, что геологическая ситуация на территории современного восточного склона Среднего Урала в позднем девоне была изменчивой. В первой половине франского века на западе (в современных координатах) рассматриваемой территории находилась островодужная система (с ней связаны вулканы маминской толщи и башкарской свиты). В позднефранское время вулканическая активность начала затухать, вблизи островной дуги формировались глинисто-кремнистая и вулканогенно-осадочная клевакинская толщи, а в конце франа на востоке образовалась терригенная толща кодинской свиты, источником материала которой вероятно был микроконтинент. На достаточном удалении от очагов вулканической активности и зон с преобладанием терригенного осадконакопления существовала карбонатная платформа, которая начала формироваться еще в среднем девоне [9]. Фундаментом платформы мог служить блок микроконтинента или, более вероятно, часть силурийской островной дуги [11].

В фаменском веке микроконтинент и островодужная система продолжали размываться с образованием более глубоководных отложений – устькодинской свиты на востоке и мосинской толщи на западе. На некотором удалении от франских вулканических построек произошла еще одна вспышка подводной вулканической активности [13]. Вероятно, она связана с процессами рифтогенеза. Наличие прослоев терригенных пород (алевролитов и алевропелитов с кварц-полевошпатовым обломочным материалом) и обломков метаморфитов в составе брекчий, участвующих в строении кондихинской и восточносафьяновской толщ предполагает их формирование в восточной части бассейна. Что касается карбонатной платформы, то в фамене условия осадконакопления там существенно не изменились [9].

Работа выполнена при финансовой поддержке УрО РАН (программа № 15-18-5-36)

Список литературы:

1. **Анфимов Л.В., Силантьев Е.В.** Петрография франских терригенных образований Урала // Литология главнейших типов осадочных пород франского яруса Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975. С. 4-35.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Среднеуральская. Лист О-41-XXXII. Под редакцией М.С. Рапопорта. Верхняя Пышма. Комитет природных ресурсов по Свердловской области. 2000.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист О-41 – Екатеринбург. Объяснительная записка. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2011. 492 с. (Минприроды России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ», ОАО «УГСЭ»).
4. **Коровко А.В., Смирнов В.Н., Степанова Т.И., Мизенс Г.А.** Вулканизм фамена среднеуральской части Восточно-Уральской мегазоны // Геодинамика формирования подвижных поясов Земли. Материалы международной научной конференции. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 158-161.
5. **Мельничук О.Ю.** Глинистые породы верхнедевонской кодинской свиты (восточный склон Среднего Урала): минералогия и химический состав, палеорекострукции // Ежегодник – 2015, Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 163. 2016. В печати.
6. **Мельничук О.Ю.** Фации прodelьты в составе позднедевонского дельтового конуса (восток Среднего Урала) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. 2016. №19. С. 201-206.
7. **Мельничук О.Ю., Мизенс А.Г.** Гидрофации верхнедевонской кодинской свиты по палеонтологическим и геохимическим данным (восточный склон Среднего Урала). // Уникальные литологические объекты через призму их разнообразия. Материалы Всероссийской школы студентов, аспирантов и молодых ученых по литологии. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2016. – в печати.
8. **Мизенс А.Г.** Биостратиграфическое расчленение живетско-фаменских отложений Среднего и Южного Урала по брахиоподам // Литосфера, 2012, № 2. С. 43-54.
9. **Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А., Сапурин С.А.** Геохимические особенности известняков и условия осадконакопления на изолированной карбонатной платформе в позднем девоне и начале карбона на восточной окраине Урала // Литосфера. 2014. № 6. С. 53–76.
10. **Наседкина В.А., Зенкова Г.Г.** Биостратиграфия верхнего девона на восточном склоне Среднего и Северного Урала // Проблемы стратиграфии и палеонтологии Урала. Екатеринбург: 1999. с. 51-74.
11. **Пучков В.Н.** Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: ГИЛЕМ, 2000. 146 с.
12. **Смирнов В.Н.** Основные этапы магматизма восточного склона Среднего Урала // Литосфера. 2012. № 5. С. 4-15.
13. **Смирнов В.Н., Коровко А.В.** Палеозойский вулканизм Восточной зоны Среднего Урала // Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 395-420.
14. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, Уралгеолком, 1993.
15. **Ярославцева Н.С., Масленников В.В., Сафина Н.П. и др.** Углеродсодержащие алевропелиты Сафьяновского медно-цинково-колчеданного месторождения (Средний Урал) // Литосфера. 2012. № 2. С. 106–123.

НЕПРОСТЫЕ ПРОБЛЕМЫ «ПРОСТЫХ» ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Н.Р. Галимов¹, Э.М. Сатаева², А.А. Хаматов³

1- ООО «Уральское горно-геологическое агентство», Уфа e-mail: n-galimov@mail.ru

2 - Министерство экологии и природопользования Республики Башкортостан, Уфа

3 - Башкирский государственный университет

К полезным ископаемым, отнесенным к «общераспространенным» принято относиться с некой снисходительностью, как к объектам простого строения. Подготовку их месторождений считать делом простым и понятным. Однако накапливаемый груз знаний заставляет нас пересматривать эти представления. Констатировать сложную морфологию и изменчивость залежей.

Это хорошо видно по результатам геологоразведочных работ на месторождениях плитчатого камня и строительного гипса.

Под плитчатым камнем подразумеваются породы, способные легко раскалываться на относительно ровные плиты, толщиной от 10 до 100 мм. На Южном Урале основным районом добычи строительного камня является Уралтаусский антиклинорий, в полосе от пос. Зилаир до пос. Темясово. Здесь добываются различные типы слюдистых кварцитов, реализуемые под торговой маркой «златолит». Полезное ископаемое локализовано в глубокометаморфизованных образованиях Максютковского комплекса. По разным схемам они относятся к галеевкой, свитам.

Последние годы подготовлено и готовятся к эксплуатации целый ряд небольших месторождений этого вида сырья. В большинстве отчетов тела плитчатого камня рассматриваются как простейшие субгоризонтальные или моноклиналильные (с небольшими углами падения) залежи. Распространение их принимается повсеместным. Запасы считаются простым расчетом горной массы на планируемую глубину добычи. Полученные нами, в ходе выполнения геологоразведочных работ на целом ряде объектов, показывают, что к глубокому сожалению данная методика не может считаться правомерной.

Во-первых, полезным ископаемым является не весь объем горной массы. Кварциты и сланцы с высоким содержанием углеродистого вещества и хлорита отличаются непривлекательным цветом и не востребованы потребителем. Полезным ископаемых являются только слюдистые кварциты.

Во-вторых, «плавильную» отдельность дает не весь объем толщи слюдистых кварцитов. Встречаются участки, где сланцы разбиты крайне густой сетью веерообразных трещин и при добыче рассыпаются на мелкую щебенку, не давая плит нужного размера. С другой стороны, встречены зоны интенсивного окварцевания, в пределах которых сланцы не раскалываются на плитки вовсе.

Изучение в горных выработках показало, что представления о пологом моноклиналильном залегании продуктивных тел не выдерживают критики. По-видимому, эти авторы за слоистость принимали кливаж. В комплексе надежно устанавливаются и читаются пологие, преимущественно лежащие, опрокинутые и запрокинутые складчатые дислокации. Причем четко видно, что продуктивные тела приурочены к пологим крыльям этих складок, где наблюдается совпадений направлений слоистости и кливажа. В замковых же частях структур кливажные трещины направлены веерообразно, секут слоистость, что предопределяет раздробленность плиток, здесь же развито окварцевание.

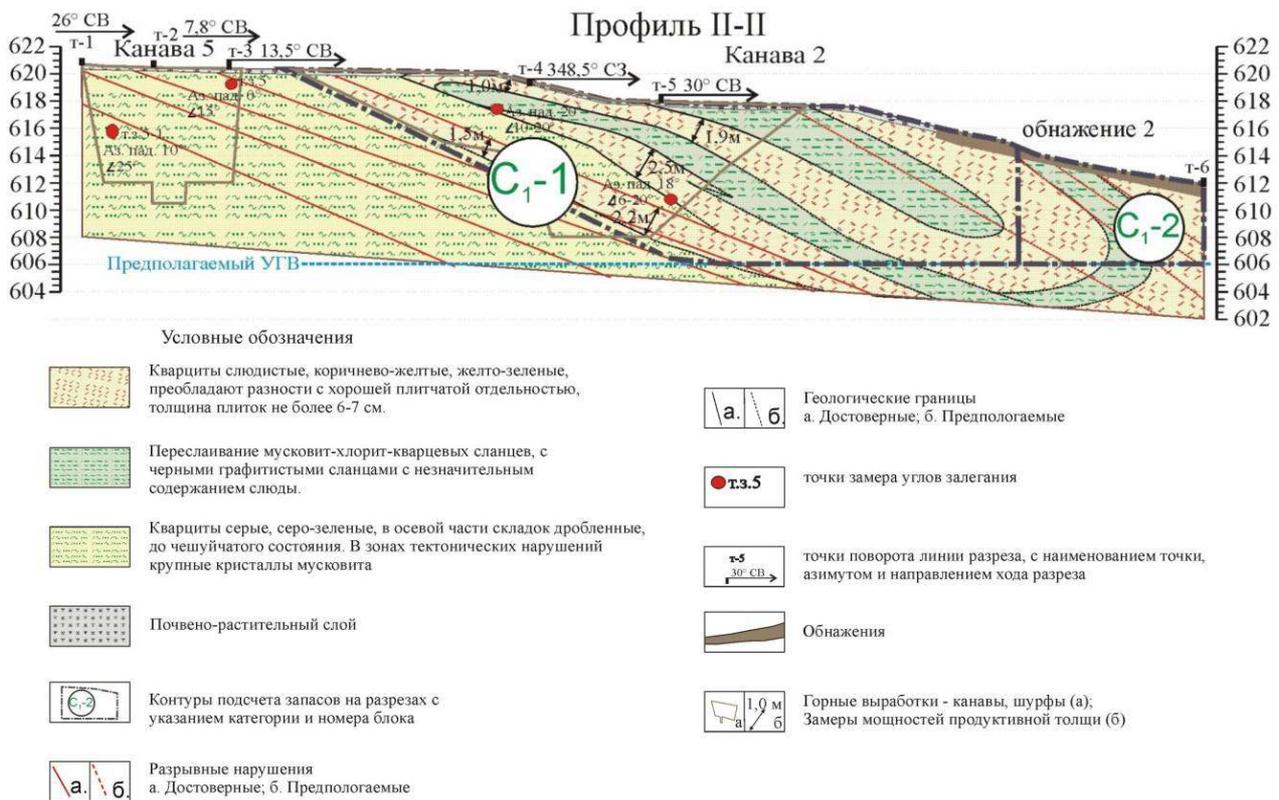


Рис. 1. Разрез по профилю II-II месторождения плитчатого камня Байтал-Ульган-2

Таким образом, поиск залежей златолита сводится к картированию структур, опоискованию крыльев складчатых дислокаций в полях развития комплексов с значительной долей в разрезе слюдястых кварцитов.

В чем то похожая ситуация сложилась и с гипсом. В Предуралье прогибе гипсоносные образования приурочены к иренской и филлиповской свитам кунгурского яруса нижней перми (P_{1ir}). Свиты представляют собой толщи переслаивания сульфатных пород и доломитов, доломитистых известняков, мергелей, аргиллитов. Сульфатные породы преобладают в разрезе и составляют не менее 70 % общего объема свит. Карбонатные и глинисто-карбонатные образования концентрируются в двух – трех карбонатных пачках, реже в виде маломощных (ед. см. – десятки см) прослоев присутствуют среди сульфатных пород. Общая мощность иренских отложений оценивается в 260 - 960 м. Гипсы имеют отчетливо вторичную природу и развиваются за счет гидратации ангидрита.

Ресурсы гипсового сырья в Предуралье принято считать безразмерными, неисчерпаемыми. А ограниченность запасов связывать только с ограничениями в потребности в этом виде сырья. В 30х годах XX века академиком Заварицким ресурсы одного только Охлебининского района оценивались в 2 млрд. тонн. Однако, практика внесла суровые коррективы в эти представления.

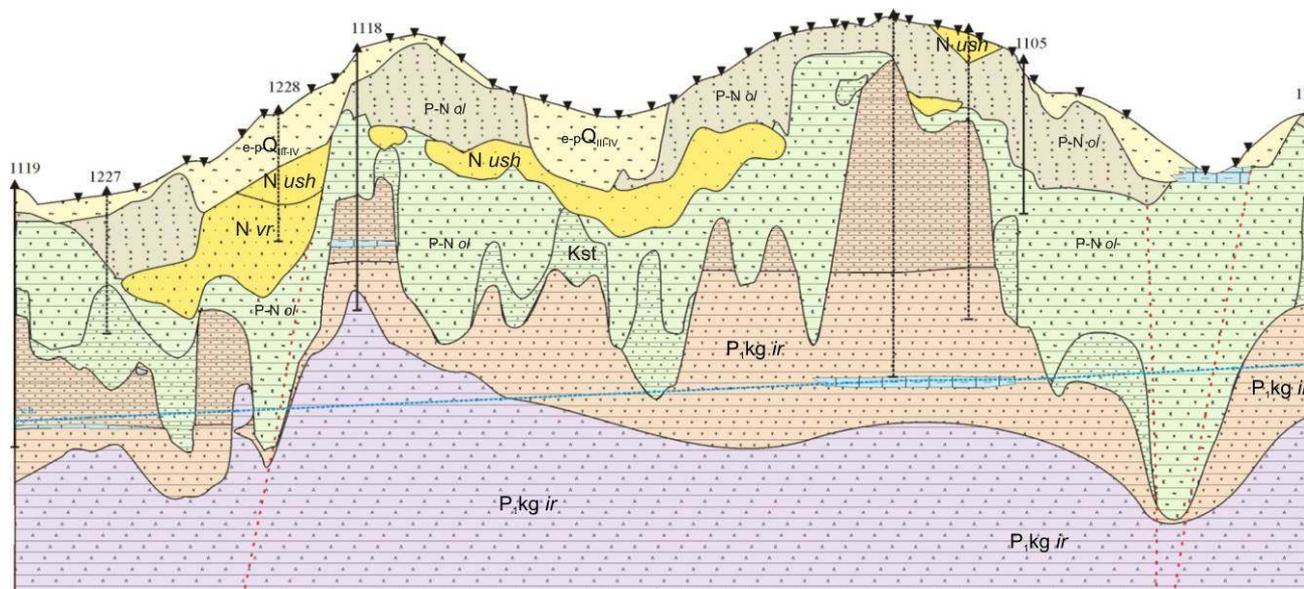
При опоисковании площадей, подготовке месторождений млрд. тонн неумолимо сокращаются до первых млн., десятков млн. тонн.

При подготовке месторождений мы сталкиваемся с проблемами:

- поиску гипсовых залежей достаточной мощности. На ряде объектах Пермской области (Шубинское месторождение), в меньшей степени Башкирии (Нижне-Лекандинское месторождение) мощность гипсовых залежей не превышает 5 метров. Анализ ситуации показывает, что такие объекты приурочены к низким террасам реч-

ных долин. Верхняя, большая часть гипсовых залежей с эродирована при формировании долин;

- картирование в пределах высоких поверхностей рельефа Кармаскалинского, Аургазинского Иглинского участков показывает, что при большой мощности зоны развития (до 70 м) гипсы не образуют сплошные пластообразные залежи, а локализуются в закарстованных столбообразных, валообразных телах с крутыми стенками. Эти тела локализованы среди рыхлых кайнозойских образований: карстовой брекчий (ольховской карстовой брекчий), пестроцветных глинисто-теерригенных отложений миоцена, аллювиальных отложений плиоцена.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

e-pQ _{oliv}	Четвертичная система. Лесовидные покровные суглинки неслоистые, участками известковые, с гравием и галькой кремнеземистых пород
N ₁	Средний и верхний миоцен нерасчлененный. Пестроцветные и сероцветные глины пески, гравийники, галечники
P-N _{ol}	Ольховская карстовая брекчия: перемещенные карстовые микститы известково-глинисто-дресвянистые с галькой, гравием и песчаным материалом кремнеземистых пород
Kst	Карстовые микститы известково-глинисто-дресвянистые с реликтовыми слоистыми текстурами (не перемещенные)
P, kg ir	Пермская система. Нижний отдел. Кунгурский ярус. Иреньская свита. Ангидриты, гипсы, прослои известняков, известковых мергелей, аргиллитов.

Литоологические разности:

	Глины
	Галечники песчаные
	Пески
	Гипсы
	Ангидриты, гипсо-ангидриты
	Карбонаты: мергели, известняки

Рис. 2. Разрез Карламанбашского месторождения строительного гипса по профилю А-А.

Таким образом, и при поисках гипсовых месторождений мы должны прибегать к критериям прогнозирования. Поиск месторождений сводится к поиску крупных реликтовых целиков в пределах высоких поверхностей рельефа.

Выводы:

Существующие представления о простоте геологического строения месторождений общераспространенных полезных ископаемых не соответствуют действительности. Грамотная, целенаправленная подготовка этих объектов требует такого же внимательного и грамотного отношения, как подготовка рудных месторождений.

ТИПИЗАЦИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СЛАНЦЕВ НЯРОВЕЙСКОЙ СЕРИИ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Н.С. Уляшева, О.В. Гракова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар,

e-mail: nsulasheva@geo.komisc.ru

Няровейская серия среднерифейского возраста расположена в Центрально-Полярноуральской тектонической зоне в обрамлении раннепротерозойских пород марункеуского и харбейского комплексов, метаморфизм которых достигал эклогитовой и амфиболитовой фаций [4, 5]. Уровень метаморфизма пород няровейской серии соответствует зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций. Среди его образований широко распространены углеродсодержащие породы [6]. Они вызывают большой интерес в связи с повышенными содержаниями в них благородных металлов, урана и тория.

Целью данной работы является типизация углеродсодержащих пород няровейской серии по минеральному и химическому составу.

Среди углеродсодержащих образований можно выделить эпидот-альбит-хлорит-карц-серицитовые сланцы с содержанием темноцветных минералов до 50–60 %, а также кварциты, мусковит-кварцевые и хлорит-мусковит-кварцевые сланцы с количеством темноцветов от 5 до 30 %. Для кварц-серицитовых сланцев в качестве аксессуаров характерны титанит и циркон, для остальных – рутил, монацит, фторapatит, циркон, ксенотим. Количество кремнезема в породах варьирует от 62,92 до 95,65 %. Минеральный состав хорошо коррелируется с химическим составом: с повышением темноцветных минералов в породах уменьшается количество кремнезема и увеличивается содержание титана, алюминия, железа и магния.

Углеродистое вещество в сланцах имеет удлинённые, округлые и крючкообразные выделения и представлено графитом [2]. Содержания $C_{орг}$ в породах варьирует от 0,20 до 4,11%. Наиболее низкие его содержания наблюдаются в кварцитах с высоким количеством кремнезема. В целом, учитывая потери органического вещества при метаморфизме, кварц-серицитовые, мусковит-кварцевые и хлорит-мусковит-кварцевые породы няровейской серии с содержаниями $C_{орг}$ более 0,74 % можно отнести к низкоуглеродистым и углеродистым черным сланцам.

Для определения формационной принадлежности углеродсодержащих кварцитов и черных сланцев была применена диаграмма А–S–C [1]. На этой диаграмме (рис. 1) точки составов кварцитов и слюдисто-кварцевых образований попадают в поле кремнисто-углеродистых пород, а точка состава кварц-серицитового сланца попадает в область терригенно-углеродистой формации. Как известно, на этой диаграмме в поле кремнисто-углеродистой формации чем левее смещены точки составов, тем больше терригенного материала в осадках [3]. Кварцит няровейской серии с высоким содержанием кремнезема 95,65% занимает крайне правое положение, остальные точки расположены в центральной и левой частях рассматриваемой области, что указывает на принос некоторого терригенного материала при их формировании.

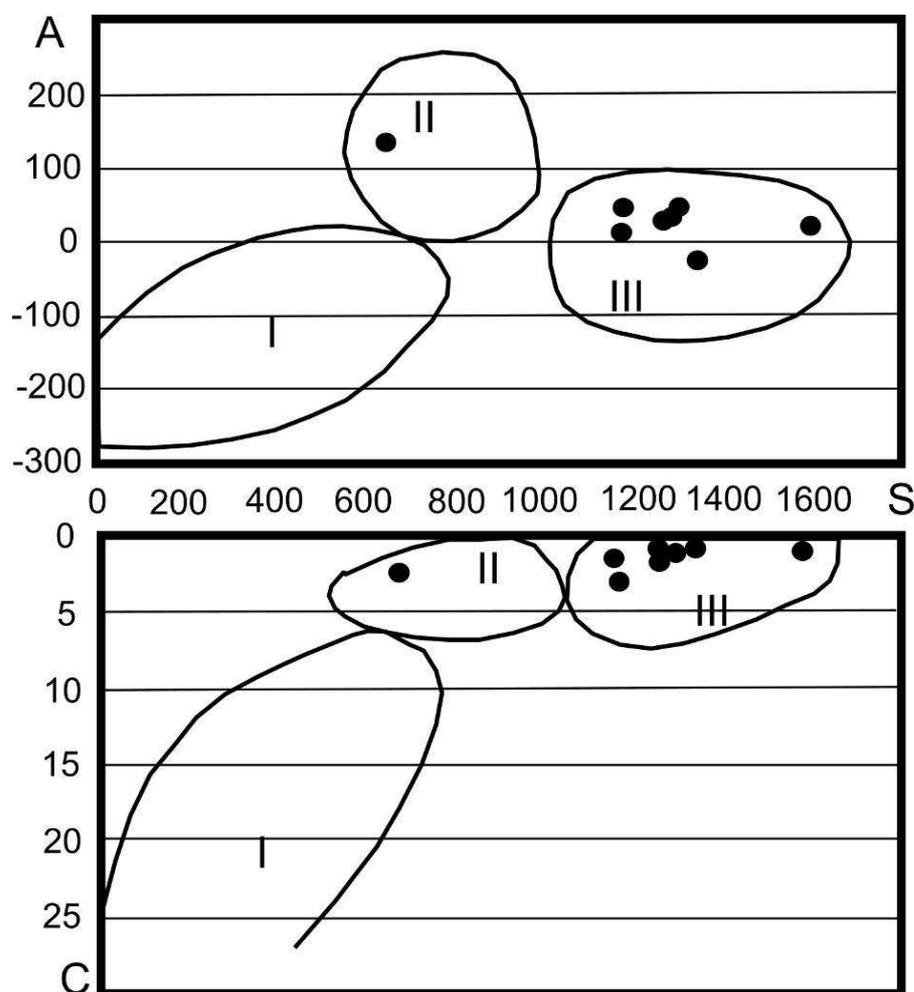


Рис. 1. Расположение точек составов кварц-серицитовых, слюдисто-кварцевых сланцев и кварцитов няровейской серии на диаграмме А–S–С.

Условные обозначения: Поля формаций: I – карбонатно-углеродистой, II – терригенно-углеродистой, III – кремнисто-углеродистой.

Таким образом, углеродсодержащие кварц-серицитовые, мусковит-кварцевые и мусковит-хлорит-кварцевые породы няровейской серии можно отнести к низкоуглеродистым и углеродистым черным сланцам. Для первой группы пород субстратом служили терригенные образования, для другой группы – кремнистые отложения с примесью терригенного материала. Кварциты имеют низкие количества $C_{орг}$ и сформировались по кремнистым осадкам.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00146 мол_а.

Список литературы

1. Горбачев О.В., Созинов Н.А. Некоторые петрохимические и геохимические аспекты типизации углеродистых отложений докембрия // Проблемы осадочной геологии докембрия. М, 1985. Вып. 10. С. 46-57
2. Гракова О.В., Уляшева Н.С. Черные сланцы няровейской серии (Полярный Урал) // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. Пермь, 2016. С. 124–128.

3. **Сначёв А.В., Сначёв В.И., Рыкус М.В., Савельев Д.Е., Бажин Е.А., Ардисламов Ф.Р.** Геология, петрогеохимия и рудоносность углеродистых отложений Южного Урала. Уфа. Изд-во: ДизайнПресс. 2012 г. 208 с.

4. **Уляшева Н.С., Ронкин Ю.Л.** Химический состав и геодинамические обстановки формирования протолитов амфиболитов и гранатовых эклогитов марункеуского комплекса (Полярный Урал)// Известия Коми НЦ УрО РАН. Выпуск 1. Сыктывкар, 2014. С. 71-79.

5. **Уляшева Н.С.** Термодинамическая эволюция метаморфизма пород харбейского комплекса (Полярный Урал) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2011. № 9. С. 2-6.

6. **Уляшева Н.С., Гракова О.В.** Первичный состав пород няровейской серии (Полярный Урал) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2016. № 2. С. 24-35.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ТРАХИБАЗАЛЬТОВ НАВЫШСКОГО (АЙСКОГО) ВУЛКАНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РИФЕЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

А.О. Хотылев

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

e-mail: akhotylev@gmail.com

В северной части Башкирского мегантиклинория (Южный Урал) в обрамлении архейско-протерозойского Тараташского выступа протягивается полоса выходов айской свиты нижнего рифея, в которой расположены потоки и силлы трахибазальтов навышского вулканического комплекса. Большое количество базитовых даек разновозрастных долеритовых комплексов известно и в поле архейских пород собственно Тараташского выступа, и в породах айской и саткинской свит нижнего рифея, а также в более молодых толщах рифея по всему Башкирскому мегантиклинорию.

Трахибазальты навышского комплекса неоднократно датировались [1,2,3,9], так как их возрастом принято обосновывать нижнюю границу нижнего рифея, и сейчас возраст комплекса принят 1650 млн лет. Однако, датировки сильно разнятся, попадая в интервал от 1750 до 440 млн лет [1,2,3,9]. Такое распределение наводит на мысль, что за единый навышский комплекс принимаются основные магматиты нескольких разновозрастных комплексов.

Что же касается происхождения комплекса, то его принято считать внутриплитным.

Общая характеристика.

Навышский вулканический комплекс включает в себя вулканические образования айской свиты – потоки трахибазальтов и близких к ним пород, лавовые брекчии, туфы и туффиты, ряд небольших субвулканических тел основного состава – дайки, силлы и жерловые тела долеритов, а также жильные метасоматиты (бостониты) по трахибазальтам.

Как уже упоминалось, вмещающими породами для образований навышского комплекса является нижняя подсвита айской свиты нижнего рифея, представленная здесь преимущественно кластитами – зелеными и серовато-зелеными полимиктовыми конгломератами, конглобрекчиями, конгломератовидными гравелитами и песчаниками [9].

Эффузивы слагают вытянутые тела мощностью от 10-15 до 250-300 м. Мощные тела состоят из нескольких покровов. Так, по данным бурения в разрезе района пос. Мисаелга выделяется 13 покровов мощностью от 7-10 до 40-48 м, а в разрезе по г. Большой Миасс – не менее шести покровов мощностью от 10 до 55 м. Общая мощность вулканогенно-осадочной толщи колеблется от 150-200 до 700 м [6,7]. В силу плохой обнаженности территории и крутого залегания пород айской свиты, разделить потоки, силлы и дайки иногда крайне затруднительно, поэтому они будут рассматриваться все вместе.

Большая часть тел сложена трахибазальтами порфиоровыми, иногда сериально-порфиоровыми. Они содержат от 10 до 60% вкрапленников, чаще всего представленных длиннопризматическими (0,1×0,8-1 мм), реже широкотаблитчатыми лейстами плагиоклаза, практически полностью сосюритизированного. Длиннопризматические плагиоклазы часто имеют растрепанные концы, иногда дают лучистые, звездчатые гломероскопления. Крупные вкрапленники плагиоклаза в некоторых трахибазальтах

составляют около 20-25% породы и образуют решетку, внутри которой располагаются более мелкие лейсты плагиоклаза (до 0,5 мм), причем размер их ступенчато изменяется до 0,1 мм. Сериальнопорфировые трахибазальтоиды на 70% сложены вкрапленниками нескольких генераций. Первая генерация (около 3-5%) представлена широкотаблитчатыми кристаллами размером 3-4 мм, интенсивно сосюритизированными. Вторая генерация вкрапленников (2-3%) представлена идиоморфным плагиоклазом размером 0,5 мм при соотношении сторон 1:6-8. Третья генерация (30%) представлена как лейстами плагиоклаза (размером 0,03-0,05 мм), так и темноцветным минералом ортопироксеном, в основном, сильно хлоритизированным.

Есть и пироксеновые трахибазальты, для которых характерно обилие кристаллов пироксена (до 70%), и которые также могут иметь до 4-х генераций хорошо оформленных кристаллов от длиннопризматических до (реже) широких таблиц размером от 5,0 до 0,5 мм, но чаще всего пироксены представлены относительно мелкими, до 1 мм, короткопризматическими кристаллами. Кристаллы прозрачные, но сильно изменены и замутнены, амфиболизованы по трещинам спайности и периферии.

Нередко встречаются и миндалекаменные разности: форма миндалин весьма разнообразная от достаточно крупных сферических, диаметром до 10 мм, до мелких вытянутых овальных и сильно уплощенных до щелевидных, длиной 2-3 мм, редко более. Изредка встречаются гигантские миндалины неправильной формы размером до 30-40 мм.

Акцессорные минералы в породах распространены неравномерно, представлены магнетитом, реже сфеном и рутилом, а их количество может колебаться в интервале 1-8%.

Стоит отметить, что в литературе [5,6,7] характерными породами навьшского комплекса называются оливиновые трахибазальты, однако ни в одном из изученных 30 шлифов такие породы обнаружены не были.

Для оценки степени вторичных изменений, три образца были исследованы на микрозонде в лаборатории Локальных методов исследования вещества кафедры Петрологии Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Трахибазальты оказались изменены ощутимо сильнее, нежели предполагалось. От первичных минералов не осталось практически ничего, несмотря на то, что в шлифах отчетливо видны очертания длиннопризматических плагиоклазов. Значительная часть породы замещена мелкочешуйчатым агрегатом минералов группы хлорита. Доля кварца может достигать 25-30% при размере его выделений до 0,1 мм. Калиевый полевой шпат формирует разрозненные, неправильной формы выделения размером 0,05-0,07 мм (до 10-15%), с заливами основной массы. Плагиоклаз сохранился лишь в краевых частях кристаллов и представлен альбитом. Центральные же части их замещены кварцем и хлоритом. Пироксена на изученных площадках обнаружить не удалось.

Метасоматиты (бостониты) практически полностью замещены крупными пойкиловыми кристаллами калиево-натриевого полевого шпата, в котором лишь фрагментарно сохранились реликты плагиоклаза, сейчас представленные альбитом. Кварц в таких участках развит слабо, в виде отдельных ксеноморфных выделений в количестве не более 5-7%. Темноцветные минералы представлены мелкочешуйчатым магнезиально-железистым хлоритом (20-25%). Рудные – сфен, рутил и титаномагнетит – агрегаты длинно-призматических, игольчатых выделений, реже заливисто-неправильной формы размером до 0,05-0,2 мм (до 5-7%). Среди прочих акцессорных – рассеянный призматический апатит размером до 0.01-0.005 мм.

Рудные минералы также встречается в виде самостоятельных изометричных выделений: рутил (2-3%) образует призмы размером до 0,06-0,1 мм, магнетит (7-8%) – октаэдры и кубы размером до 0,1 мм

Миндалины зональные, выполнены хлоритом двух генераций. Внешняя зона сложена сплошным сливным хлоритом, а внутренняя – мелкочешуйчатым агрегатом хлорита, несколько обогащенного марганцем. Граница между зонами достаточно четкая. Иногда центральные зоны могут быть выполнены кварцем или кальцитом.

Для оценки минерального состава пород был проведен рентгенофазовый анализ 10 образцов трахибазальтов. Во всех пробах было подтверждено наличие кварца (10 до 30%), калиево-натриевого полевого шпата (15-25%), плагиоклаза (7-40%), пироксена (5-8%). Хлорит в основном железисто-магнезиальный, количество его колеблется от 5-7 до 23-25%. Обнаруженные акцессорные минералы представлены магнетитом, пиритом, апатитом, эпидотом, кальцитом. В бостонитах количество щелочного полевого шпата достигает 90%, что хорошо соотносится с результатами микрозондовых исследований.

В целом, данные рентгенофазового анализа лишь подтвердили высокую степень изменения пород, а расхождения в количественных оценках связано с сильным ограничением точности этого метода, колебаниями количества вкрапленников и рудных в породе и неравномерным развитием вторичных изменений.

Геохимическая характеристика.

Образования навышского комплекса представлены преимущественно субщелочными породами основного состава и их фигуративные точки образуют достаточно плотное облако в полях трахибазальтов и трахиандезибазальтов, а некоторые попадают и в поле щелочных трахибазальтов. Единичные более кислые разности отвечают андезибазальтам и андезитам. Метасоматиты по трахибазальтам (бостониты) образуют весьма изолированное облако в полях фонотефритов и фонолитов, таким образом, резко отличаясь повышенной щелочностью.

Трахибазальты характеризуются в основном содержаниями MgO 5-9%, что нормально для оливиновых базальтов и трахибазальтов. Однако в отдельных пробах содержание MgO достигает 15-16%, что может свидетельствовать о том, что, по крайней мере, часть расплава достаточно быстро, без дифференциации, поднималась на поверхность, или же плавление в источнике было неравномерным.

Среди пород достаточно отчетливо выделяются две группы: трахибазальты низкотитанистые и трахибазальты высокотитанистые, причем последние преобладают.

Низкотитанистые разности характеризуются обеднением TiO₂ (1-1,2%) и Fe₂O₃tot (9-11%), обогащением CaO (6,0-8,5%). Эти параметры для высокотитанистых базальтов составляют 1,5-3,5%, 12-16% и 1-5% соответственно. Содержание K₂O в базальтах высокотитанистой группы ощутимо колеблется – есть разности низко- (0,8-1%), средне- (1,6-2,6%) и высококалиевые (3,2-4,2%), в то время как низкотитанистая группа характеризуется только средним составом (1,7-2,5% K₂O). Для обеих групп содержания Al₂O₃ находятся в интервале 13-18%, Na₂O – от 0,5 до 6%.

На диаграмме FeOTot-SiO₂ низкотитанистые трахибазальты отчетливо обособливаются, образуя собственную группу с пониженными (9-11%) содержаниями оксида железа (II) относительно остальных проб (12-16%).

Для низкотитанистых пород характерно обеднение редкоземельными (REE) и высокозарядными (HFSE) элементами и легкое обогащение Sr, Pb (рис. 1). В целом, они схожи с N-MORB, отличаясь незначительным обогащением свинцом, рубидием и барием, что, впрочем, обычно для магматических образований на мощной континен-

тальной коре. По распределению рассеянных элементов эта группа очень похожа на самые обеднённые разности позднерифейских габбровых комплексов [4].

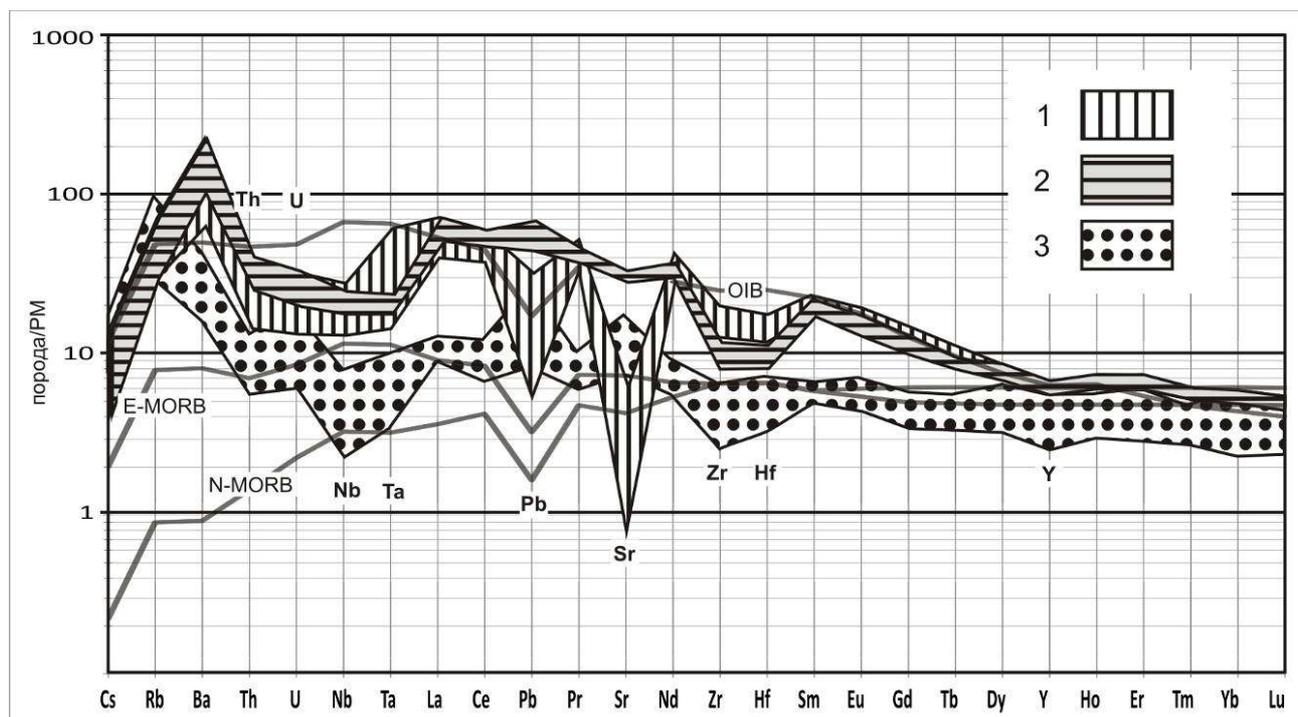


Рис. 1. Мультиэлементная диаграмма для трахибазальтов навышского комплекса.

Составлено с использованием данных [1,3]. Состав примитивной мантии (PM) и остальных эталонов (OIB, E-MORB, N-MORB) приведен по [10]. 1 – высокотитанистая группа с обеднением стронцием; 2 – высокотитанистая группа без обеднения стронцием; 3 – низкотитанистая группа (объяснения см. в тексте).

Для высокотитанистых разностей характерно обогащение всем набором рассеянных элементов – их спектры практически полностью совпадают с OIB (рис. 1). Для всех образцов этой группы характерно в разной степени обеднение цирконием и гафнием на 10-20 единиц нормированных содержаний ниже эталона OIB (практически до уровня в MORB). С чем это связано пока не ясно, но судя по спектрам для разновозрастных габбро [4], обеднение этими элементами часто встречается у пород рифейских габбровых комплексов Башкирского антиклинория. Стоит отметить так же отчетливое обеднение Nb, Ta, которое обычно считается признаком надсубдукционных обстановок, но встречается и в породах трапповой формации. Для высокотитанистых трахибазальтов характерно обогащение легкими REE (в 100-200 раз превышают значения в хондрите CI) и значения La/Yb колеблются в интервале 12-20.

Часть проб высокотитанистых трахибазальтов имеют сильное обеднение Sr в 20-30 раз (почти до содержаний в PM). На этот счет существует две гипотезы: 1) это связано с кристаллизационным фракционированием, так как Sr близок к кальцию и может занимать его позицию в кристаллической решетке; 2) это связано с более поздними метасоматическими процессами. В пользу первой гипотезы свидетельствует отчетливая корреляция кальция и Sr в трахибазальтах (а высокотитанистые разности обеднены оксидом кальция) и отсутствие корреляции между кальцием и калием в метасоматитах (породы претерпели активнейший метасоматоз с привнесом калия), что может рассматриваться как свидетельство отсутствия миграции кальция в этом процессе. С другой стороны, при фракционировании плагиоклаза, одного из главных носителей кальция в трахибазальтах обычно наблюдается обеднение Eu, которое отсут-

ствует. Другой носитель кальция, за счет фракционирования которого могла бы формироваться такая отрицательная аномалия – клинопироксены. Однако, уменьшения содержаний Cr, V, Sc, Ni, которые накапливаются в клинопироксене и могли бы фиксировать его осаждение, не наблюдается. *Так что пока этот вопрос остается открытым.*

Стоит отметить, что в группе высокотитанистых пород содержания Pb значительно колеблются от 2 до 70 норм (PM). Вероятнее всего, это является результатом неравномерного участия пород континентальной коры в формировании расплавов.

Возрастные датировки.

В связи с тем, что для трахибазальтов соотношение имеющихся датировок и высоко- и низкотитанистых разностей однозначно не установлено, было проведено сравнение с магматическими комплексами основного состава, для которых возраст более или менее установлен. Для сравнения были использованы породы ерохинского и суимского долеритовых комплексов, чьи многочисленные тела рассекают архей и протерозой Тараташского выступа, а так же недавно датированные В.М. Мосейчуком [8] дайки в поле саткинской свиты и датированные А.А. Краснобаевым [2,3] трахибазальты навышского комплекса.

Высокотитанистые разности с сильным обеднением Sr и менее значительным обеднением Th, U, Nb, Zr, Hf и иногда Ta по характеру распределения рассеянных элементов практически одинаковы с трахибазальтами, для которых был получен [3] возраст 1752 ± 18 млн лет. Кроме того, эти разности очень близки и к породам ерохинского комплекса в поле архея Тараташского выступа, но достоверных датировок для этих образований нет.

Высокотитанистые разности, близкие к OIB и обедненные Th, U, Nb, Zr, Hf и в меньшей степени Ta, но без минимума по Sr, очень похожи на трахидолериты, тела которых расположены в поле саткинской свиты близ г. Куса, чей возраст Ar/Ar методом определен в 1318 ± 10 млн. лет [8].

Что касается низкотитанистых разностей, то они однозначно близки к долеритам суимского комплекса. Он не имеет достоверных датировок. По геохимической характеристике эти образования близки к самым обедненным долеритам мисаелгинского диабаз-пикритового комплекса позднего рифея и его аналогам – шумгинскому и инзерскому долеритовым комплексам [4,8]. К сожалению, ни один из них не имеет современных датировок.

Обсуждение результатов и выводы.

Значительные колебания содержания MgO в породах могут свидетельствовать о том, что либо в источнике была неодинаковая степень плавления, либо при подъеме часть расплава претерпела дифференциацию, а часть – счастливо ее избежала.

Как показали микрозондовые исследования, породы эффузивной фации навышского комплекса очень сильно изменены практически до полной потери первичного минерального состава: преобладающими минералами в породах являются кварц, хлориты и калиевый полевой шпат, а первичный плагиоклаз остался лишь реликтами и представлен альбитом. Это заставляет с осторожностью относиться к анализу петрогенных компонентов, которые могут мигрировать при вторичной переработке породы. Предельным случаем таких изменений являются бостониты, которые сейчас представляют собой практически калишпатовые породы с небольшим содержанием кварца и аксессуарных.

На основании геохимических данных можно с достаточной уверенностью считать, что сейчас в единый навышский комплекс объединяются вулканические и/или субвулканические образования трахибазальт-трахидолеритового состава разных генераций. Об этом свидетельствует очень разная степень обогащения пород как всеми рассеянными элементами в целом, так и U, Th, Zr, Hf, Nb, Ta в частности.

На основании сходства характера распределения рассеянных элементов предлагается следующим образом разнести образования навьшского комплекса: 1. Обогащенные высокотитанистые разности с резким минимумом Sr – к нижнерифейским образованиям, отвечающим интервалу возрастов 1615-1752 млн лет и близким по составу к ерохинскому комплексу долеритов. В эту группу попадет преобладающее количество проб навьшского комплекса. 2. Обогащенные высокотитанистые разности с обеднением U, Th, Zr, Hf, Nb, но без обеднения Sr к кургасскому (или кусинскому) долеритовому комплексу, к которому относятся силлы долеритов в саткинской свите близ г. Куса. Возраст этих образований 1318 ± 10 млн лет. 3. Низкотитанистые разности, схожие по характеру распределения редкоземельных элементов с E-MORB предлагается считать близкими к образованиям суимского, шумгинского и инзерского комплексов долеритов и пикродолеритов. В виду отсутствия точных датировок пока их возраст можно предполагать позднерифейско-вендским. Однако, вне всяких сомнений, стоит уточнить взаимоотношения этих трех групп с весьма хорошо изученными дайками и силлами Бакальского рудного поля.

Список литературы:

1. **Горожанин В.М., Горожанина Е.Н., Закирова А.Д., Панова Н.П.** Геохимия и геохронология основных вулканитов навьшского комплекса раннего рифея (Южный Урал) // Геологический сборник №7. Юбилейный выпуск. ИГ УНЦ РАН. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. С. 167–178.
2. **Краснобаев А.А., Бибилова Е.В., Ронкин Ю.Л., Козлов В.И.** Геохронология вулканитов айской свиты и изотопный возраст нижней границы рифея // Известия АН СССР, Сер. геол. 1992. №6. С. 25–41.
3. **Краснобаев А.А., Пучков В.Н., Козлов В.И. и др.** Цирконология навьшских вулканитов айской свиты и проблема возраста нижней границы рифея на Южном Урале // Докл. РАН. 2013. Т.448, №4. С. 1–6.
4. **Ковалев С.Г.** Новые данные по геохимии диабаз-пикритового магматизма западного склона Южного Урала и условия его формирования // Литосфера, 2011, №2, с.68-83.
5. **Ленных В.И., Петров В.И.** О калиевых щелочных базальтоидах в обрамлении тараташского комплекса // Вулканизм Южного Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР. 1974а. С. 146–164.
6. **Ленных В.И., Петров В.И.** Новые данные о магматизме и метаморфизме пород западного склона Южного Урала в связи с историей его тектонического развития // Тектоника и магматизм Южного Урала. М.: Наука, 1974б. С. 129–141.
7. **Ленных В.И., Петров В.И.** Стратиграфия айской свиты и проблема ее возраста // Вулканизм, метаморфизм и железистые кварциты обрамления тараташского комплекса. Свердловск: УНЦ АН, 1978, с. 33–43.
8. **Мосейчук В.М.**, устное сообщение, 2014 г.
9. **Тевелев Ал.В., Кошелева И.А., Хотылев А.О., Тевелев Арк.В., Прудников И.А.** Особенности строения и эволюции айского вулканического рифейского комплекса (Южный Урал) // Вестник Моск. Университета. Сер. Геология. 2014. №.5. С.19-28.
10. **Sun S.S., McDonough W.F.** Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts // Geol. Spec. Publ. V. 42. 1989. P. 31-345.

ГЕОЛОГИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАШКИРСКОГО МЕГАНТИКЛИНОРИЯ

С.С. Ковалев

Институт геологии УНЦ РАН, Уфа

e-mail: sgkv1984@gmail.com

В последние десятилетия в различных регионах мира были открыты месторождения благородных металлов неизвестных ранее типов в углеродсодержащих осадочно-метаморфических комплексах, которые к настоящему времени относятся к одному из самых перспективных типов месторождений золота и платиноидов. Эти образования имеют широкое географическое распространение и приурочены к различным возрастным уровням, от протерозоя до раннего мезозоя [2]. Выявленные месторождения различаются между собой по масштабности оруденения, морфологии рудных тел, интенсивности гидротермально-метасоматической проработки вмещающих пород и, как следствие, по концентрации полезных компонентов. В.В. Дистлер с соавторами подразделяют данные месторождения по морфологическим признакам на две группы. Первая включает в себя крупные объекты, в которых рудная минерализация образует зоны мощностью в десятки и первые сотни метров при значительной протяженности (до первых км). Вторая представлена объектами, рудные тела которых при относительно небольшой мощности (первые см), имеют значительную протяженность по латерали и характеризуются высокими концентрациями полезных компонентов [1].

В пределах Башкирского мегантиклинория углеродсодержащие отложения широко распространены. В виде горизонтов переменной мощности они установлены в бурзянской (RF₁) и юрматинской (RF₂) сериях – в составе большеинзерской, суранской и юшинской свит нижнего рифея и практически во всех свитах среднего рифея. Проведенные исследования, результаты которых приводятся ниже, показали перспективность данных пород на комплексное благороднометальное оруденение.

Улуелгинско-Кудаимановская зона приурочена к Юрюзано-Зюраткульскому разлому и сложена породами среднерифейского возраста (рис.). Ранее здесь была выявлена Au-Ag-U-Th-REE минерализация в сложнодислоцированных углеродсодержащих сланцах, которые пространственно ассоциируются с магматическими породами основного состава [3, 4, 5]. В результате детального изучения были обнаружены многочисленные новообразованные минералы: сульфиды (пирит, пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит); самородные элементы (Au, Sn, Pb, Ag); соединения близкие к фурутобеиту (Cu, Ag)₆PbS₄; промежуточные нестехиометричные соединения ряда халькопирит (CuFeS₂) – ленаит (AgFeS₂); соединения ряда (Ag, Fe)_n(S, Se)_m – (Ag, Fe)_n(S, Te)_m и (Ag_{1,43} Fe_{0,27} Au_{0,12})_{1,83}(Se_{0,46} S_{0,33} As_{0,21})_{1,00}, а также уранинит, коффинит, ураноцирцит, торит урановый, монацит и неидентифицированные редкоземельные фазы. Самородное Au было обнаружено в пробе-протолочке из будинированной кварцевой жилы [5]. Золото высокопробное, микронзондовым методом в его составе обнаружены Cu (0,21–0,41 вес. %) и Ag (4,58–6,50 вес. %).

Суран-Ишлинская площадь расположена на левобережье р. Бол. Инзер в зоне Караташского и Зюраткульского региональных разломов (см. рис.), где распространены углеродсодержащие сланцы, алевролиты и карбонатные породы суранской свиты (RF₁). Прожилково-вкрапленное карбонат-кварц-сульфидное оруденение развито в зонах дробления и морфологически представлено линейной минерализованной зоной,

вытянутой в северо-восточном направлении. Пробуренные скважины вскрыли глинистую кору выветривания по углеродистым кварц-серицит-хлоритовым сланцам, долеритам и карбонатным породам, мощность которой варьирует от 53,6 м до 325,0 м. По результатам химико-спектрального анализа, содержание Au в породах изменяется в пределах от 0,5 до > 2,0 г/т (в единичных пробах установлено 3,05, 5,31 и 27,29 г/т). В коре выветривания обнаружены самородное Au и аурикуприд (Cu₃Au) [6].

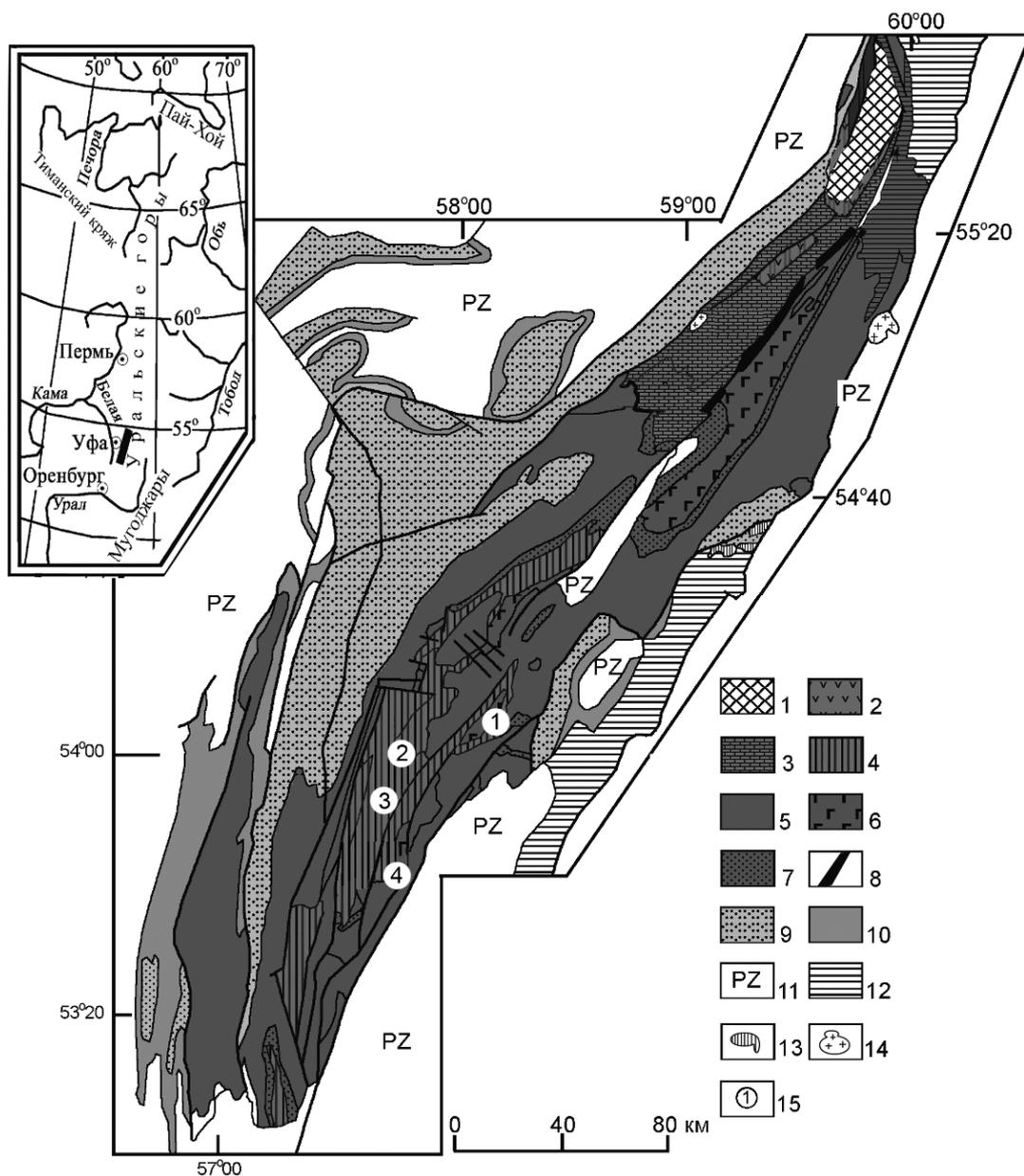


Рис. Геологическая схема Башкирского мегантиклинория и местоположения изученных черносланцевых разрезов.

Условные обозначения: 1 – тараташский метаморфический комплекс, 2 – айская свита (RF₁), 3 – саткинская и бакальская свиты нерасчлененные (RF₁), 4 – большеинзерская, суранская и юшинская свиты нерасчлененные (RF₁), 5 – терригенные отложения нерасчлененные (RF₂), 6 – вулканогенно-осадочные отложения нерасчлененные (RF₂), 7 – зигальгинская свита (RF₂), 8 – Кусинско-Копанский комплекс (RF₂), 9 – верхнерифейские отложения нерасчлененные, 10 – вендские отложения нерасчлененные, 11 – палеозойские отложения нерасчлененные, 12 – метаморфические комплексы нерасчлененные, 13 – ультраосновные породы, 14 – гранитоиды, 15 – изученные разрезы и комплексы (1 – Улуелгинско-Кудашмановский; 2 – Интуратовский; 3 – Суран-Ишлинский; 4 – Узянско-Кагармановский).

Интуратовская зона расположена в 3,5 км южнее пос. Ишла в полосе развития отложений суранской свиты (RF₁), которые представлены переслаиванием темно-серых и черных углеродсодержащих сланцев с серыми доломитами и доломитизированными алевропесчаниками (см. рис.). Здесь же присутствуют кварцевые жилы мощностью до 1-1,5 м, в которых содержится 2,2–2,4 г/т Au и 2,66–3,0 г/т Ag, а в пробах-протолочках были обнаружены 20 знаков мелкого (от 0,225 × 0,075 до 0,125 × 0,075 мм) золота неправильно-комковатой, уплощенно-изометричной формы с неровно-ноздреватой поверхностью [6].

Узянско-Кагармановская зона расположена в восточной части Башкирского мегантиклинория, в полосе развития пород авзянской (RF₂) и зигазино-комаровской (RF₂) свит, вблизи контакта докембрийского разреза Башкирского мегантиклинория с палеозойским обрамлением (см. рис.). Породы зоны представлены переслаиванием глинистых сланцев, мелкозернистых кварцитопесчаников и углеродсодержащих сланцев. В химическом составе последних было установлено 1,0–3,21 г/т золота и 0,4–0,8 г/т серебра при повышенных количествах платиноидов (Pt – 20–270, Pd – 10–140, Ru – 5–70, Rh – 1–5 мг/т) [12].

Для выявления геохимической специализации углеродистых отложений Башкирского мегантиклинория нами было проведено изучение терригенных (сланцевых) пород нижнего и среднего рифея из стратотипических разрезов («фоновые» содержания) и одновозрастных им осадочных образований, приуроченных к тектоническим зонам и охарактеризованных выше.

В результате проведенных работ установлено, что по количеству рудогенных элементов (Co, Ni, Cr, Cu) осадочные породы стратотипических разрезов [8] и черносланцевые образования из тектонических зон различаются в значительной степени. Для первых характерны слабо выраженные вариации содержаний рудогенных элементов, а для вторых разброс значений достигает двух порядков, что свидетельствует о привносе Co, Ni, Cr, Cu и/или их перераспределении в процессе метаморфизма. Кроме рудогенных элементов, были изучены содержания ЭПГ и Au в этих же отложениях, выполнены методом ICP-MS в ЦИИ ВСЕГЕИ (аналитики В.А.Шишлов, В.Л.Кудрявцев; пределы обнаружения ЭПГ и Au – 0.002 г/т). Полученные результаты сводятся к следующему:

– для «неизмененных» RF₁ и RF₂ терригенных пород характерна четко выраженная Pd геохимическая специализация. По отношению к содержанию Pd в континентальной коре [15] его количества в глинистых породах различных уровней RF₁ и RF₂ весьма стабильны и составляют в среднем ~ 40–100 (для Pt этот параметр составляет 2–13, Ru – 2–25, Ir – 6–25);

– нормализованные содержания Au в «неизмененных» терригенных породах RF₁ и RF₂, напротив, близки к коровым, варьируя в пределах 0,63–2,46;

– отличительной чертой «фоновых» содержаний ЭПГ в породах нижнего и среднего рифея является отсутствие Rh, значимых количеств которого не установлено ни в одном из 116 проанализированных образцов.

Данные о содержаниях ЭПГ и Au в «неизмененных» образованиях рифея сопоставлены с концентрациями этих элементов в породах Интуратовской и Улуелгинско-Кудашмановской зон. В результате выявлены значительные различия в распределении ЭПГ и Au между «неизмененными» образованиями и их метаморфизованными аналогами. Так, для низкоуглеродистых глинистых и карбонатно-глинистых сланцев Интуратовской зоны характерна Pd-Rh специализация, а параметр Pt/Pd на порядок

выше, чем в «неизмененных» породах этого же стратиграфического уровня. Нормированные содержания Ir в различных породах этой зоны различаются на 3 порядка. На перераспределение ЭПГ в процессе метаморфизма отчетливо указывают и повышенные содержания Pt, Pd и Ir в кварцевых жилах, секущих сланцы Интуратовской зоны.

Генетическая природа благороднометальной геохимической специализации как «неизмененных» терригенных образований нижнего и среднего рифея Башкирского мегантиклинория, так и приуроченных к тектоническим зонам их стратиграфических аналогов, выявляется при анализе распределения нормированных на примитивную мантию [14] содержаний Au и ЭПГ в породах магматических комплексов рифейского возраста, распространенных в пределах Башкирского мегантиклинория. Для них характерно четко выраженное обогащение Au, Pd, Pt и Rh по отношению к примитивной мантии, что свидетельствует о значительном рудогенерирующем потенциале этого типа магматизма. По сравнению с содержаниями благородных металлов в «эталонных» составах пикритов и коматиитов [13] южноуральские пикриты в значительной степени обогащены Pd и Rh при близких (либо незначительно больших) количествах Au, Pt, Ru и Ir. Это указывает на специфику южноуральской магматической провинции, а значительные вариации содержаний Pt, Pd и Au свидетельствуют об их подвижности в процессах внутрикоревой дифференциации. Сопоставление нормированных содержаний ЭПГ в терригенных и магматических породах рифея Башкирского мегантиклинория показывает, что в первую очередь они различаются наличием/отсутствием Rh. Из этого следует, что Rh может являться индикатором геохимической специализации как «неизмененных» терригенных пород стратотипических разрезов, в которых он отсутствует, так и метаморфизованных осадочных образований, приуроченных к тектоническим зонам, где он четко проявлен.

Согласно современным геодинамическим построениям западный склон Южного Урала в раннем-среднем рифее (мезопротерозое) являлся частью Волго-Уральского сегмента палеоконтинента Балтики [10]. Проявление на указанной территории в раннем рифее плюмовых процессов [11] привело к формированию интракратонного прогиба и внедрению в зоны конседиментационных разломов многочисленных интрузий (пикриты, габбро-долериты). Собственно рифтогенный этап начала среднего рифея характеризовался уже линейно сконцентрированным растяжением литосферы [9], что привело в пределах западного склона Южного Урала и прилегающей части Русской плиты к формированию серии грабенообразных структур с максимальным развитием интрузивного магматизма и вулканизма [7]. Процессы плавления мантийного субстрата и его дифференциация в промежуточных очагах способствовали образованию магм, различавшихся как по основности (пикриты, долериты, базальты, риолиты), так и геохимическим характеристикам (обогащенность Au, Pt, Rh, Pd и др.). При этом осадочные породы подверглись воздействию глубинных флюидов, что, по всей видимости, и привело к формированию геохимических аномалий рудогенных элементов, ЭПГ и Au. Масштабность последующих рудообразующих процессов определялась эволюцией флюидно-гидротермальных систем, которые сформировались при смене палеорифтогенного этапа развития региона процессами водного корового палингенеза, а также локального и регионального метаморфизма.

Таким образом, в результате многоэтапных полигенных процессов в пределах Башкирского мегантиклинория сформировались потенциально рудоносные зоны в черносланцевых отложениях.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16–35–00144.

Список литературы:

1. **Дистлер В.В., Митрофанов Г.Л., Немеров В.К.** Форма нахождения металлов платиновой группы и их генезис в золоторудном месторождении Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. 1996. Т. 38, № 6. С. 467–484.
2. **Додин Д.А., Чернышев Н.М., Яцкевич Б.А.** Платинометальные месторождения России. СПб: Наука. 2000. 755 с.
3. **Ковалев С.Г.** Сложнодислоцированные углеродсодержащие породы западного склона Южного Урала. // Докл. РАН. 2004. Т. 396. № 4. С. 511–514.
4. **Ковалев С.Г., Кринов Д.И., Мичурин С.В.** Первая находка минералов урана и тория в черносланцевых породах Южного Урала. // Докл. РАН. 2010. Т. 430. № 6. С. 797–801.
5. **Ковалев С.Г., Мичурин С.В., Высоцкий И.В., Ковалев С.С.** Геология, минералогия и металлогеническая специализация углеродсодержащих толщ Улуелгинско-Кудашмановской зоны (западный склон Южного Урала). // Литосфера. 2013. № 3. С. 67–88.
6. **Ковалев С.Г., Высоцкий И.В., Пучков В.Н., Маслов А.В., Гареев Э.З.** Геохимическая специализация структурно-вещественных комплексов Башкирского мегантиклинория. Уфа: ДизайнПресс, 2013. 268 с.
7. **Ковалев С.Г.** Позднедокембрийский рифтогенез в истории развития западного склона Южного Урала. // Геотектоника. 2008. № 2. С. 68–79.
8. **Маслов А.В., Ножкин А.Д., Подковыров В.Н., Летникова Е.Ф., Туркина О.М., Гражданкин Д.В., Дмитриева Н.В., Ишерская М.В., Крупенин М.Т., Ронкин Ю.Л., Гареев Э.З., Вещева С.В., Лепихина О.П.** Геохимия тонкозернистых терригенных пород верхнего докембрия Северной Евразии. Екатеринбург: УрО РАН. 2008. 274 с.
9. **Маслов А.В.** Седиментационные бассейны рифея западного склона Южного Урала (фашии, литолого-фашиальные комплексы, палеогеография, особенности эволюции). // Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН. 1997. 54 с.
10. **Пучков В.Н.** Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис. 2010. 280 с.
11. **Пучков В.Н., Ковалев С.Г.** Плюмовые события на Урале и их связь с субглобальными эпохами рифтогенеза. // В сб. / Континентальный рифтогенез, сопутствующие процессы. Иркутск: ИЗК СО РАН. 2013. С. 34–38.
12. **Сначёв А.В., Сначёв В.И., Рыкус М.В., Савельев Д.Е., Бажин Е.А., Ардисламов Ф.Р.** Геология, петрогеохимия и рудоносность углеродистых отложений Южного Урала. Уфа: ДизайнПресс. 2012. 208 с.
13. **Barnes S.J. and Lightfoot P.C.** Formation of magmatic nickel-sulfide ore deposits and affecting their copper and platinum-group element contents. // Economic Geology 100th Anniversary Volume. 2005. p. 179-213.
14. **McDonough W.F. and Sun S.S.** Composition of the Earth. // Chemical Geology. 120. 1995. p. 223-253.
15. **Wedepohl K.H.** The composition of the continental crust. // Geochimica et Cosmochimica Acta 59. 1995. p. 1217-1239.

ДОСТОЯНИЕ МИРОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ПОДЗЕМНЫЙ ЯДЕРНЫЙ МОГИЛЬНИК

В.Н. Комлев

г. Апатиты

*Посвящается Георгию Ивановичу Елисееву –
первому руководителю группы ядерной геофизики
на руднике «Каула-Котсельваара» комбината «Печенганикель»*

Существует важная горно-геологическая задача (при геологическом приоритете) по изоляции в земных недрах радиоактивных отходов (РАО). К сожалению, ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» (ФГУП «НО РАО») испытывает, мягко говоря, трудности при обосновании мест подземного размещения/захоронения РАО [1,2]. Нужна помощь «гражданских» геологов при обсуждении проблемы и выборе сильных решений, основанная на их знаниях и опыте, а также на ресурсах геологической отрасли России. Нужны в интересах Росатома новые (но первоначально - исключительно камеральные) оперативные «массовые поиски»: наилучших геологических условий по архивным/фондовым материалам. Хотя бы по некоторым ядерным регионам: Кольский полуостров, Урал, Красноярский край, Дальний Восток.

Хотя наилучшие геологические условия в общем случае оцениваются комплексно (например, по 51 критерию в работе [3]), основным и весьма плодотворным при «массовых поисках» является критерий гидравлической проницаемости пород [4]. Предварительные итоги таких поисков по Мурманской области приведены в [5,6]. Идя далее по такому пути, развивая и апробируя его до конечного результата, предложен вариант конкретной площадки для РАО (прежде всего, ВАО – высокой активности).

Сошлемся на пример локального хорошего качества горного массива вблизи знаменитой Кольской сверхглубокой скважины в пределах Печенгского рудного поля (СГ-3, [7], раздел «Характеристика гидрогеологических условий», таблица 4.2.2, приложение № 65). Разведочные скважины 3360 и 3344 заложены на расстоянии, примерно, 1 км одна от другой. На глубинах 300 – 1000м вмещающие их породы вне рудных тел устойчиво имеют коэффициент фильтрации (поинтервальное/детальное опробование уникальным оборудованием, институт ВСЕГИНГЕО) большей частью на один-два порядка меньше границы допустимых значений для приповерхностного и подземного размещения РАО (0, 001 м/сут, [3]), которая инструментально на практике надежно выбраковывает различного генезиса зоны активного водообмена. Условный блок 1км*1км*1км – штатный проектный объем, позволяющий разместить основные сооружения подземного могильника (РАО-модули в виде горных выработок или скважин большого диаметра). Залегающие чуть выше породы являются относительным водупором (зона глубин 150-200м). Скважина 3360 вскрыла руду лишь на глубине порядка 1км. Отстоящая от нее на 700м СГ-3 (в том же комплексе пород) до этой глубины не показала даже признаков никеля. Следовательно, обозначенный скважинами 3344 и 3360 блок безрудных пород высокого качества имеет потенцию прирастать (по крайней мере, в сторону СГ-3).

Вблизи скважин 3360 и 3344 есть и другие разведочные скважины с керновым опробованием пустых пород, но гидрогеологическое их поинтервальное опробование

специалистами ВСЕГИНГЕО не входило в задачи разведки на медно-никелевые руды. Гидрогеологические исследования собственными силами Мурманской ГРЭ по упрощенным методикам также показали неплохие интегральные результаты по соседним скважинам в целом, хотя и не отбраковывали верхние (естественно весьма обводненные) их участки (скв. 3218 и 3221). Неплохая гидрогеология и по породам, вскрытым другими скважинами изученного участка (скв. 3228, 3240, 3223, 3313, 3337).

Фактически мы имеем хорошо разведанную, с керновым материалом, вблизи геологической СГ-3 и г. Заполярный готовую площадку (уникальный исследовательский полигон на базе разных скважин) для дальнейших работ по могильнику. Она уже сейчас обеспечивает надежные знания о «эксплуатационном блоке» глубиной до 1 км и его «фундаменте» до 12 км. Загрузка любого объекта РАО 1 и 2 категории (ВАО) может состояться не ранее 30-50 лет. Якобы мешающая добыча полезных ископаемых на этой и других площадках северной части Печенгской структуры к тому времени прекратится из-за полного и достоверного исчерпания рудных запасов. Нигде таких условий нет и не будет.

Да, уникальный подземный могильник федерального/мирового класса нужно пристраивать к достойному природно-техническому наследию. Но не к Красноярскому горно-химическому комбинату, а к Кольской сверхглубокой скважине. Умели люди раньше выбирать места. Хотя И.В. Сталин и верно выбрал Красноярск, но при ином понимании государственной безопасности. Для геологической/вечной изоляции РАО площадка СГ-3 подходит лучше.

Возможно, приведенный пример является идеальным. Думается, близкие ему есть и на других участках Печенгской структуры (обратите внимание на порядок чисел в номерах скважин, свидетельствующий об объемах выполненной геологоразведки). Об этом же свидетельствуют два экспертных заключения по гидрогеологическим условиям Печенгской осадочно-вулканогенной структуры в контексте перспектив захоронения РАО, подготовленные в 1999 г. главным гидрогеологом Мурманской ГРЭ Г.С. Мелиховой по моей просьбе на основании анализа многих материалов гидрогеологических исследований при поисково-разведочных работах в регионе на медно-никелевые руды, поисково-разведочных работ на воду, гидрогеологических наблюдений в подземных выработках и карьерах при добыче руд, государственной отчетности по водному хозяйству, а также на основании личного обследования рудника «Северный» совместно с начальником Мурмангеолкома Н.И. Бичуком, некоторыми главными специалистами рудника и комбината «Печенганикель». Г.С. Мелиховой использованы также вспомогательные материалы газовой съемки и другие. Кроме того, по многолетним данным геологоразведочных работ различного назначения потенциал северо-западной части Мурманской области относительно проблемы захоронения РАО площадками Печенгской структуры не исчерпывается.

Есть ли какое-либо подобие идеальному примеру от Печенги в геологических материалах ФГУП «НО РАО» по потенциальному Красноярскому могильнику и другим? А также в предложениях извне Росатома? Скважины участков «Енисейский», «Губа Башмачная», «Дальние Зеленцы» и зарубежных - «в студию» для сравнения!

Список литературы:

1. **Комлева Е.В., Самаров В.Н., Непомнящий В.З.** Системы захоронения радиоактивных отходов. «Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий»: Материалы и доклады / 11-я

Межрегиональная научно-практическая конференция, посвященная 65-летию Института геологии УНЦ РАН, Уфа, 17–19 мая 2016 г. – Уфа: ДизайнПресс, 2016. – С. 226-229.

2. **Комлева Е.В., Самаров В.Н., Непомнящий В.З.** Комбинированная система захоронения ядерных отходов. «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека». Материалы и доклады / V Международная конференция, Томск, 2016 г. (в печати).

3. **Melnikov N.N., Konukhin V.P., Komlev V.N. et al.** Improvement of the Safety of Radioactive Waste Management in the North West Region of Russia. Disposal of Radioactive Waste. TACIS Project. NUCRUS 95410. Task 3.Report.- Apatity -Orlean, Russian Federation - France, 1998.-270p.

4. **Комлев В.Н., Комлева Е.В.** Критерий гидравлической проницаемости пород при подземной изоляции ядерных материалов (анализ шведско-финско-российского опыта). Материалы междунар. симпозиума «Геохимия ландшафтов, палеоэкология человека и этногенез», 6-11 сентября 1999 г. – Улан-Удэ, 1999. – С. 47.

5. **Комлев В.Н., Бичук Н.И., Зайцев В.Г. и др.**(2000). Социально-экономические предпосылки нетрадиционного участия сырьевых отраслей в ядерных программах//. Ресурсы регионов России.- № 3.- С. 2-10 и Вестник Удмуртского университета. Проблемы теории и практики экономической науки. - №9. - С. 169-194.

6. **Komlev V.N.** Native Nuclear Programmes, Generation's Responsibility, Regional Geological Experience and Site Selection for Underground Disposal of Potentially Super-Dangerous Materials // Industrial Minerals: Deposits and New Developments in Fennoscandia. Petrozavodsk, 1999. P. 150-153 и Информационный бюллетень «Живая Арктика». – 1999, №1. – С. 34-43.

7. **Филимонов Ю.И.** Отчет о результатах предварительной разведки месторождения Верхнее, восточного фланга и глубоких горизонтов месторождения Спутник с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.1992г. – Мурманская геологоразведочная экспедиция, Печенгская геологоразведочная партия, 1992г.

2. Палеонтология и стратиграфия

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА И СКОРОСТИ СЕДИМЕНТАЦИИ В КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ ЗА ПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД (ОБОБЩЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ)

Р.Р. Амрахов

Институт Геологии и Геофизики НАНА, Азербайджан

email: geoeducation_aze@yahoo.com

Особенности палеогеографической обстановки определяются направленностью геодинамических событий в плиоцен-четвертичное время: резким погружением центральной части Южного Каспия, которое началось ещё в поздне меловое или раннепалеогеновое время (Хаин, 1984); дифференцированными нисходящими движениями крупных блоков на обрамлении котловины [5].

В плиоцене нисходящие движения охватили юг Среднего Каспия и Южный Каспий. Эти движения были прерывистыми во времени, что вызвало формирование двух фронтов накопления дельтовых отложений – верхнего и нижнего, пересекающих Средний Каспий в широтном направлении (Reynolds et al., 1998) [7]. К северу, примерно от широты Махачкалы, палеогеографическая обстановка была континентальной. Далее, к югу, вплоть до Апшероно-Балханского порога, за исключением района северо-восточного обрамления Кавказа, преобладала мелководно-морская обстановка. Она же имела место на части площадей Куринской и Западно-Туркменской впадин. Вдоль Апшероно-Балханского порога и далее по всему периметру шельфа Южно-Каспийской котловины вновь намечается развитие нижнего фронта дельты. Нижний фронт сменяется мелководно-морской, а затем – глубоководной обстановкой седиментации. Последняя охватывает почти всю площадь котловины [1].

Отложения продуктивной толщи и красноцветной серии в Южно-Каспийском бассейне имеют наибольшую мощность (до 4500-5000 м) по сравнению с другими, более древними, нефтегазоносными комплексами Каспийского региона. Разрез представлен осадками песчано-глинистой фации с последовательным ростом снизу вверх грубообломочного материала, при этом разрез красноцветной серии на востоке бассейна более песчанистый и неоднородный, чем продуктивной толщи на западе. Накопление осадков в это время было интенсивным, максимальная их мощность характерна для Центрально-Южнокаспийской зоны грабенов (до 10 км). Отсюда морской режим осадконакопления распространялся в сопредельные межгорные прогибы [2]. Как следствие, происходило продвижение снизу вверх контуров распространения главных нефтегазоносных горизонтов в составе системы в пределы Куринской и Западно-Туркменской впадин. Постепенно, однако, одновременно контуры морского бассейна приблизились к современным, усилилась и амплитуда размыва сводов формирующихся локальных складок [4].

В плейстоценовое время геологическая история Каспия насыщена чередованием регрессий и трансгрессий (бакинская в раннем плейстоцене и другие). В современных размерах бассейн Каспийского моря установился в голоценовое время, то есть начиная с 7-8 тыс. лет тому назад. К этому времени Южно-Каспийский бассейн уже приобрёл определенные черты межгорной впадины (между горными системами Б. и

М. Кавказа, Эльбурса, Копет-Дага и Апшероно-Балханского порога) с осадочной толщей колоссальной суммарной мощности, не менее 25 км (Керимов, Рахманов, 2001; Леонов и др., 1998) [3][6].

Особенности распределения скоростей седиментации повсеместно контролируются соотношением между амплитудой нисходящих и восходящих движений, пространственным положением областей сноса. Скорости седиментации на преобладающей части площади Северного и Среднего Каспия низкие от менее 0.1 до 0.25 – 0.5 км/млн. лет. Они возрастают до 0.75 – 1.0 км/млн. лет только в котловине Среднего Каспия. Шельфовая область Южного Каспия, включая Апшероно-Балханский порог, представляет относительно узкую (12 – 25 км) зону резких градиентов скорости седиментации от 0.75 до 1.25 км/млн. лет. В Южном Каспии намечаются три депоцентра, где скорость седиментации достигает уникального значения в 1.5 – 1.75 км/млн. лет. Эти депоцентры связаны с прогибами в области континентального склона и собственно глубоководной котловиной. В направлении к горным сооружениям обрамления Южно-Каспийского бассейна скорость седиментации снижается до 0.25 – 0.1 км/млн. лет [1].

Список литературы:

1. **Гулиев И.С., Левин Л.Э., Федоров Д.Л.** 2003. Углеводородный потенциал Каспийского региона (системный анализ), Баку, “Nafta-Press”, 127 с.
2. **D.J. Hinds, E. Aliyeva, M.B. Allenb, C.E. Davies, S.B. Kroonenberg, M.D.Simons, S.J. Vincent.** 2004. Sedimentation in a discharge dominated fluvial-lacustrine system: the Neogene Productive Series of the South Caspian Basin, Azerbaijan. *Marine and Petroleum Geology* 21, p.613–638.
3. **Керимов К.М., Рахманов Р.Р., Хеиров М.Б.,** 2001. Нефтегазоносность Южно-Каспийской мегавпадины. Баку, изд-во «Адилоглы», 317 с.
4. **Керимов В.У., Халилов Е.А., Мехтиев Н.У.,** 1991. Палеогеографические условия образования Южно-Каспийской впадины в плиоцене в связи с ее нефтегазоносностью. *Геология нефти и газа*, № 3, с, 5-8.
5. **Хаин В.Е.,** 1984. Региональная геотектоника. Альпийский Средиземноморский пояс. М., Недра, 342 с.
6. **Леонов Ю.Г., Антипов М.П., Волож Ю.А.** 1998. Геологические проблемы колебаний уровня Каспийского моря. Глобальные изменения природной среды. Новосибирск; изд-во СО РАН, с. 30-58.
7. **Reynolds A.D., Simmons M.D., Bowman M.B. et al.,** 1998. Implications of Outcrop Geology for Reservoirs in the Neogene Productive Series: Apsheron Peninsula, Azerbaijan. *BAAPG*, v. 82, N 1, p. 25-40.

ВЕРХНЕЙСИЛУРИЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ В ОПОРНОМ РАЗРЕЗЕ СИЛУРА НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

В.А. Матвеев¹, Б.И. Канев²

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, vamatveev@geo.komisc.ru

²СыктГУ им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, slava.kanev.1995@mail.ru

Приводится описание разреза сизимского горизонта верхнего лудлова в обнажении 236, расположенного на левом берегу р. Кожым в 700 м ниже устья р. Сывью (рис.1).

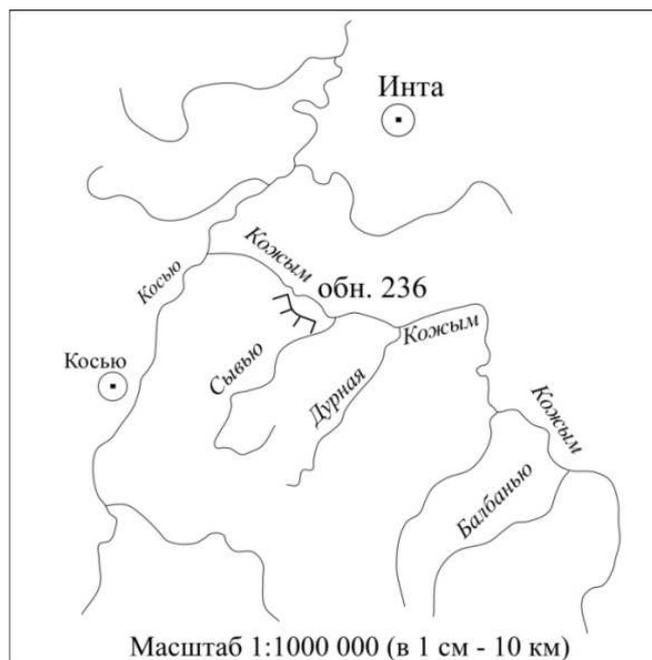


Рис. 1. Схема расположения изученного разреза (обн. 236) в бассейне реки Кожым (широта 65°40'0.86"С, долгота 59°45'2.09"В)

При изучении разреза вскрыт расчистками ранее не изученный интервал нижней части этого разреза, мощностью 16 м (рис. 2). Описание верхней части этого разреза приведено в путеводителе полевого семинара [5].



Рис. 2. Схема расположения вскрытого интервала разреза в обн.236

Изученный разрез сизимского горизонта мощностью более 60 м., представлен ритмичным чередованием известняков серых тонкоплитчатых глинистых микрозернистых, заключающих брахиоподовые и остракодовые ракушняки, известняков строматолитовых и доломитов темно-серых средне-толстоислоистых со строматопоридеями. Лудловский возраст отложений определен по брахиоподам *Didymothyris didyma*, *Morinorhynchys attenuates* (Amsden) и конодонтам *Polygnathoides siluricus* Bransonet Mehl [1], [3], [4], [5].

При микроскопическом изучении шлифов карбонатных пород было выделено 11 литологических типов (рис. 3): 1 – доломит с реликтовой теневой биокластовой структурой; 2 – пелитоморфный полибиокластовый известняк; 3 – пелитоморфный известняк; 4 – мелкозернистый доломит; 5 – доломит с реликтовой теневой структурой остракод; 6 – доломит с реликтовой теневой структурой микробиальных комковатых известняков; 7 – лито-биокластовый мелкозернистый известняк; 8 – разномзернистый доломит; 9 – среднезернистый доломит; 10 – био-литокластовый известняк микробиальный фенестровый; 11 – крупнозернистый доломит.

Изученные отложения сизимского горизонта подразделены на три пачки (рис. 4).

Пачка I (мощность 28 м) сложена переслаиванием известняков серых микрозернистых тонкослоистых с прослоями зеленовато-серого кварцевого алевролита с глинисто-доломитовым цементом и известняков серых микрозернистых глинистых с комковатой отдельностью и с прослоями остракодовых и брахиоподовых ракушняков.

Пачка II (слои 1-23, мощность 13.5 м) сложена чередованием известняков темно-серых, микро-скрытокристаллических, тонкослойчатых с ходами илоедов, известняков серых глинистых, детритовых микрозернистых и доломитов серо-коричневых тонко-среднеслоистых с линзовидными прослоями темного-серого известняка с остракодами. Целые створки остракод образуют небольшие скопления. Кроме остракод встречаются целые раковины брахиопод и створки крупных пелеципод (до 4,5 см), которые ориентированы параллельно поверхностям напластования.

В нижней части пачки наблюдаются два прослоя со строматолитами. Первый прослой слагают пластовые строматолиты высотой 10 см с мелкобугристой поверхностью (размеры бугорков от 1 до 3 см). Второй прослой слагают строматолиты куполовидной формы высотой 15 см и диаметром 0.4 м. Пространство между строматолитовыми постройками заполнено темным, коричневато-серым, мелкокристаллическим доломитом, в котором, наблюдаются скопления окатанного, тонкого, карбонатного, кластического материала. В средней части пачки - прослой с пластинчатыми строматопоридеями.

Пачка III (слои 24-72, мощность 27.7 м) сложена переслаиванием доломитов серых, мелкокристаллических, средне-тонкослоистых с трещинами усыхания, доломитов серых микрослойчатых строматолитовых, мергелей желтовато-коричневых, сланцевых известняков коричневато-серых, массивных биокластовых известняков с редкими целыми створками брахиопод и пелеципод. На разных уровнях в пачке встречается хорошо окатанные плоские гальки коричневато-серого мелкокристаллического известняка.

В нижней части пачки в большом количестве встречаются трубчатые и корковидные строматопоридеи. В средней части пачки наблюдаются маломощные прослои со строматолитовыми постройками куполовидной формы диаметром 0.25 м и высотой 0.1 м. На выветренной поверхности прослоев наблюдается волнистая тонкос-

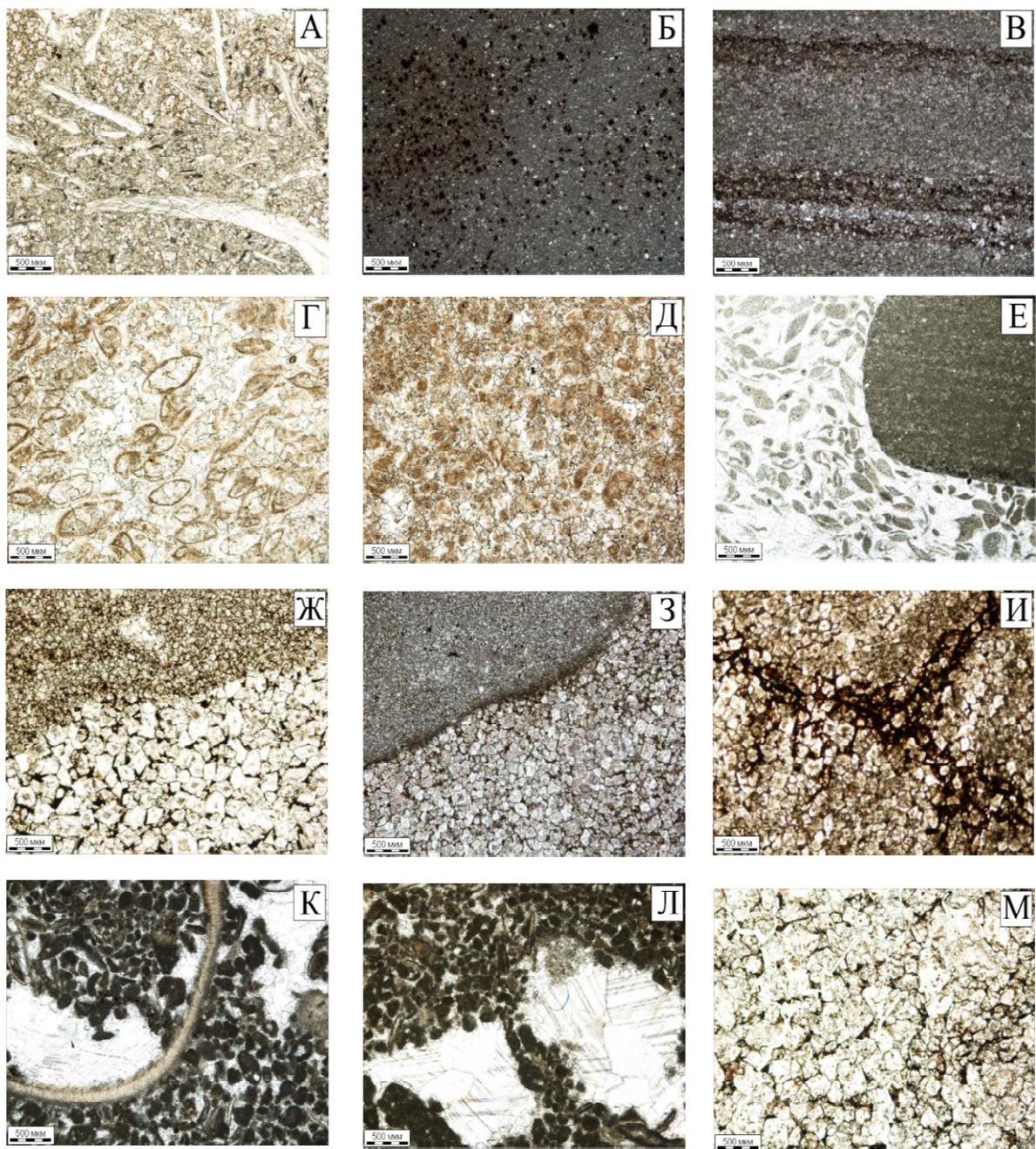


Рис. 3. Основные литологические типы пород.

А - реликты брахиопод и остракод в мелко-среднезернистом доломите с реликтовой биокластовой структурой (шл. № 72); Б – пелитоморфный известняк с пятнистой текстурой за счет распределения рудных минералов (шл. №62 Б); В – мелкозернистый доломит с полосчатой текстурой (шл. №31); Г – реликтовая структура остракод в среднезернистом доломите (шл. №14); Д – доломит с реликтовой структурой микробильных комковатых известняков (шл. №28); Е – литокласты и биокластовый материал в лито-биокластовом известняке (шл. №19); Ж, З – разноезернистый доломит (шл. №52, шл. №32А); И – среднезернистый доломит и трещина, заполненная органическим веществом (шл. №64); К, Л – фенестровые полости, литокласты, комочки пелитоморфного кальцита, биокласты в био-литокластовом известняке микробильном фенестровом (шл. №37); М – крупнозернистый доломит (шл. № 56), все шлифы без анализатора.

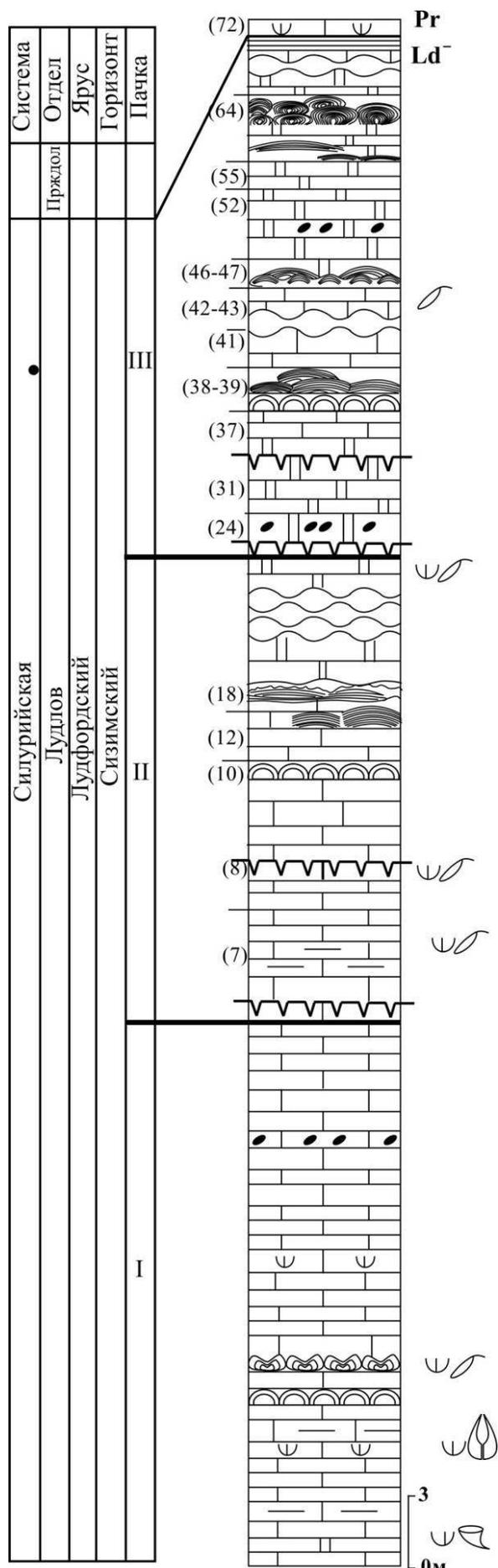


Рис. 4. Разрез сизимского горизонта. Р. Кожим, обнажение 236

лойчатость. В верхней части пачки развит прослой с куполовидными строматолитами диаметром 0.15 м и высотой 0.08 м. Микроскопически строматолиты состоят из серого мелкокристаллического доломита. Также в шлифах наблюдаются проблематические гидроиды фистулеллы (?) – 1,32 мм, строматопороидеи, амфипоры – 4,08 мм, а также кластеры микропроблематики *Sphaerina* (?) и сине-зелёные водоросли субшаровидной формы – *Renalcis*. Отмечается присутствие оолитов - сфероагрегатов концентрического строения. Ядра оолитов сложены микробиальными известняками.

Кровлю пачку венчает прослой черных углистых сланцеватых аргиллитов с пропластками кварцевого алевролита зеленоватого цвета. По кровле этих аргиллитов проведена граница между лудловским и прждольским ярусами [5].

В карбонатных породах всех трех пачек отмечаются мелкие идиоморфные кристаллы пирита, которые рассеяны в породе одиночными кристаллами (0,024 – 0,24 мм), либо образуют микроагрегаты (0,78 мм). Форма зерен пирита обычно неправильно-округлая, изометричная. Реже наблюдаются кубические кристаллики пирита. В отраженном свете в шлифах пирит имеет металлический блеск и характерную латунно-желтую окраску.

Таким образом, установлено, что изученные отложения сизимского горизонта верхнего лудлова характеризуется накоплением доломитов и известняков, которые формировались в нестабильных мелководно-морских условиях и периодического воздействия морских волн. На это указывают ориентированность биокластового материала в отдельных шлифах, ориентированные параллельно поверхностям напластования створки крупных пелеципод (до 4,5 см) и присутствие оолитов. На крайне мелководные условия (пачки 2 и 3) указывают доломиты с реликтовой структурой микробиальных комковатых известняков, наличие в разрезе строматолитовых прослоев [2] и фенестровые пустоты в шлифах, которые, возможно, образуются за счет выделения пузырьков газа (например, при отмирании сине-зеленых водорослей образуются газообразные выделения в виде метана, аммиака, сероводорода, которые сливаются, создавая пузыри или камеры различного размера и формы [6].

Список литературы:

1. **Безносова Т.М.** Сообщества брахиопод и биостратиграфия верхнего ордовика, силура и нижнего девона северо-восточной окраины палеоконтинента Балтия. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. ISBN 5-7691-1869-5.
2. **Матвеев В.А.** Строматолитовые постройки поднятия Чернова и западного склона Приполярного Урала // Материалы III Всероссийского совещания. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2012. С. 144 – 147.
3. **Модзалевская Т.Л.** Силурийские и раннедевонские атириды (брахиоподы) Вайгача // Стратиграфия и фауна силурийских отложений Вайгача. Л.: НИИГА, 1980. С. 150 – 164.
4. **Объяснительная записка к стратиграфическим схемам Урала (докембрий, палеозой) / Сост. Н. Я. Анцыгин.** Екатеринбург, 1994. 152 с.
5. **Опорные разрезы пограничных отложений силура и девона Приполярного Урала / Сост. В. С. Цыганко, В. А. Чермных.** Сыктывкар: Коми фил. АН СССР, 1983. 136 с.
6. **Шуйский В.П.** Фациальная природа фаментурнейских отложений Киенгопского вала // Литология и условия образования докембрийских и палеозойских отложений Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. С. 54–70.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КОНЕЧНОСТЕЙ МОРСКИХ РЕПТИЛИЙ МЕЗОЗОЯ

Р. Шелухин

МАУДО «Дворец пионеров и школьников г.Орска»

Клуб юных геологов-экологов

e-mail: geolclub@mail.ru

В России основные находки ископаемых плезиозавроидов пришлось на конец 19-го и начало 20-го веков. В Оренбургской губернии находки остатков морских рептилий были сделаны в 1890 году археологом Назаровым П.С. и описаны палеонтологом Боголюбовым П.С. в 1911 г. И вот через 122 года сенсационные находки крупных костных остатков и позвонков из верхнемеловых отложений местонахождения Ижберда, открытого юными геологами г.Орска в 2012 году в Гайском районе Оренбургской области. На данный момент нами собрано большое количество костных остатков - позвонки, ребра, отдельные остатки грудных и тазовых костей, фаланги и проксимальные кости лап, принадлежащих крупным морским рептилиям - плезиозаврам и мозазаврам. Ихтиозавры вымерли в конце раннего мела и, поэтому их остатки на данном местонахождении не встречаются.

Обнаружены фрагменты скелетов плезиозавров, часть из которых ранее не были известны науке или встречались в виде единичных позвонков. Местонахождение является весьма перспективным на новые находки и открытия.



Рис. 1. Раскопанный передний лап поликотилуса (Фото автора)

В работе дана характеристика конечностей ихтиозавров, плезиозавров и мозазавров. Все эти морские рептилии являлись вторичноводными, их лапы - преобразованными конечностями сухопутных рептилий. Особенности их строения связаны с различными способами плавания. Предполагается, что предками земноводных были кистеперые рыбы с парными плавниками, из которых развились пятипалые конечности.

Пресмыкающиеся произошли от земноводных. Они первыми среди позвоночных приспособились к жизни на суше и в течение 150 млн. лет господствовали над другими видами до воцарения млекопитающих. Некоторые рептилии вернулись в воду,

предположительно из-за высокой конкуренции на суше. В мезозойских слоях встречается большое количество ископаемых морских рептилий. Этот факт может означать только то, что некоторые рептилии вернулись обратно в море, на родину, где когда-то давно появились предки рептилий – кистеперые рыбы.



Рис. 2. Собраный задний ласт (Фото автора)

Ласты – видоизменённые конечности позвоночных, вторично вернувшихся к жизни в воде. Ласты представляют собой покрытые кожей плоские, более или менее широкие лопасти, перепончатые либо нет. Внешне они подобны парным плавникам рыб, но строение скелета указывает на происхождение от конечностей наземных животных. Кости проксимальных отделов расширены и укорочены, а кости дистального отдела, напротив, удлинены. Для ластов характерна гиперфалангия (увеличенное число фаланг в каждом пальце), также встречается (в частности, у ихтиозавров) гипердактилия (увеличенное число пальцев). Большинство морских рептилий были хищниками и принадлежали к трем главным группам:

Ихтиозавры – отряд крупных (до 24 метров в длину) морских рептилий, имевших форму, конвергентную рыбам и дельфинам. Они перешли от откладывания яиц к живорождению. Форма тела целиком вернулась к рыбьей, шея втянулась в туловище, придав ему веретенообразную форму, конечности укоротились, превратились в небольшие плавникообразные приспособления для управления движением. Передвигались они за счет волнообразного изгибания туловища и хвоста. Хвост сходный с акульим, превратился в мощный плавательный орган. Вытянутая форма тела позволяла им легко управлять движениями в погоне за рыбой или головоногими моллюсками. Ихтиозавры имели небольшие плавникообразные приспособления для управления движением. При этом для ласт ихтиозавров в высшей степени характерна гиперфалангия и гипердактилия.

Плезиозавры — представляли собой иной тип приспособления к жизни в море. Небольшая, а у некоторых видов совсем маленькая голова с пастью, вооруженной высокими, редкими острыми коническими зубами, длинная «лебединая» шея (за счет многочисленных позвонков), у большинства — короткое широкое уплощенное туловище, короткий хвост, явно не принимавший участия в плавании, и мощные веслообразные передние и задние конечности почти одинаковых размеров и строения. Пле-

зиозавры плавали при помощи мощных передних и задних ластов, которые работали как весла, сообщая поступательное движение и регулируя направление.

Мозазавр — вымершее морское пресмыкающееся из семейства мозазавров отряда чешуйчатых. Мозазавр был одним из самых огромных обитателей водного мира за всё существование нашей планеты. Этот гигант водных глубин пришел на смену ихтиозавру в начале мелового периода и стал последним видом хищных морских пресмыкающихся. У мозазавров - основным двигателем являлся длинный гибкий хвост, а относительно не-большие ласты играли роль рулей.

В 2013 - 2015 гг. нам удалось обнаружить и раскопать несколько фрагментов скелетов плезиозавров, в том числе два скелета короткошеих плезиозавров - поликотилусов. В скелетах поликотилусов сохранились фрагменты черепов, плечевых и тазовых поясов, позвоночных столбов и конечностей. Из этих двух наиболее полных скелетов поликотилусов из местонахождения Ижберда, лучшей сохранностью конечностей отмечается экземпляр №247, которому мы дали имя «Стёпа». Скелет включает хорошо сохранившуюся переднюю левую и правую заднюю конечности. Причём первая была обнаружена в ненарушенном состоянии. Проведено фотографирование и промеры отдельных костей собранных конечностей.

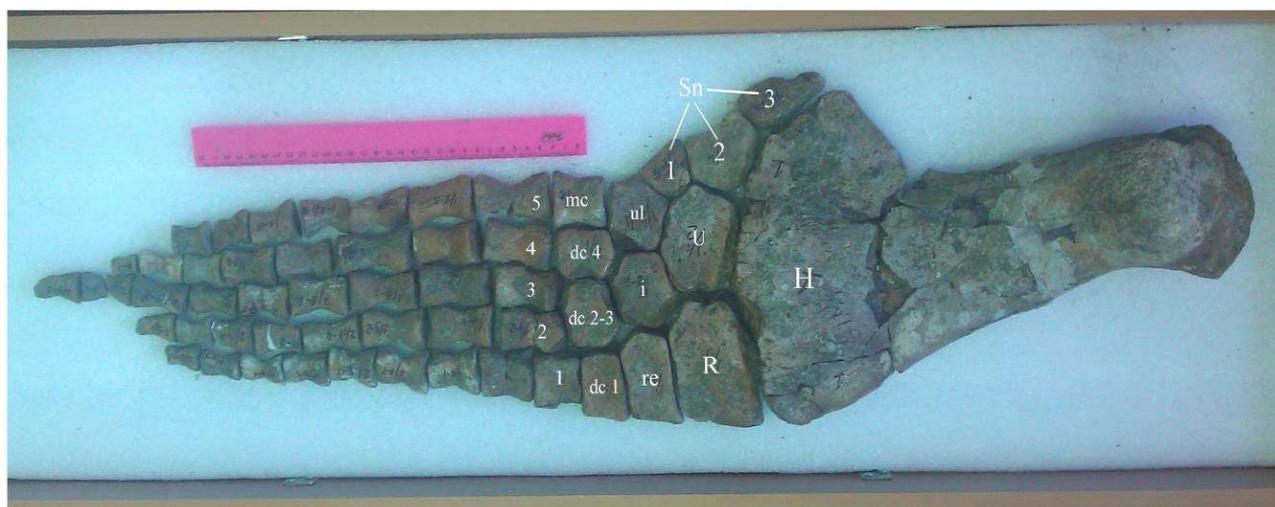


Рис. 3. Левый передний ласт поликотилуса (Стёпа)

Условные обозначения: H - Humerus - левая плечевая кость, R - Radius – лучевая, U - Ulna – локтевая, Sn - 1 - первая добавочная, Sn - 2 - вторая добавочная, Sn - 3 - третья добавочная, re - radiale - запястно-лучевая, i - intermedium – промежуточная, uc - ulnare - запястно-локтевая, dc - 1 - дистальная карпalia первого пальца, dc - 2-3 - дистальная карпalia второго и третьего пальца, dc - 4 - дистальная карпalia четвертого пальца, mc - основание 5 пальца, 1-5 – пальцы.

Плечевая (Humerus) и бедренная (Femur) кости особи имеют утолщённый проксимальный конец, разделённый на головку кости (Capitulum) и боковое утолщение - вертел (Tuberosity). Для преподидальных костей поликотилуса характерно резкое расширение до трёхкратной величины на дорсальном конце. Наблюдается чёткая тенденция к превышению размеров плечевой кости над бедренной. Следует отметить, что на плечевой и бедренной кости данной особи наблюдаются следы прижизненных повреждений со следами от укусов крупных хищников (предположительно мозазавра).

Эпиподидальный ряд конечностей состоит из костей, имеющих контакт с дистальным концом плечевой кости: R - лучевая, U - локтевая, и Sn -2 и Sn -3 - добавоч-

ные кости. Базальный ряд мезоподиума включает полигональные кости: re –radiale, i - intermedium, ue - ulnare, Sn- 1 - добавочная кость.

Дистальный ряд мезоподиума состоит из четырёх костей дистального карпаля и базальной фаланги пятого пальца. Сохранившиеся пальцы лапы состоят из 10 - 12 катушкообразных фаланг. Фаланги крайних пальцев скошены к краю. Общая измеренная длина переднего лапы - 97см, а с учётом хрящей превышает 1 метр. Аналогичное строение и у правого заднего лапы.

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ В ГАФУРИЙСКОМ РАЙОНЕ

Т.А. Ахметов

МБОУ СОШ №1, Октябрьский

e-mail: nurmetovad@mail.ru

В 2015 году наша команда посетила 29 полевою олимпиаду по геологии Республики Башкортостан (рис. 1). Местом проведения олимпиады был Гафурийский район РБ, деревня Ташлы. Красивейшие места очень меня привлекли и я решил исследовать берега реки Усолка.

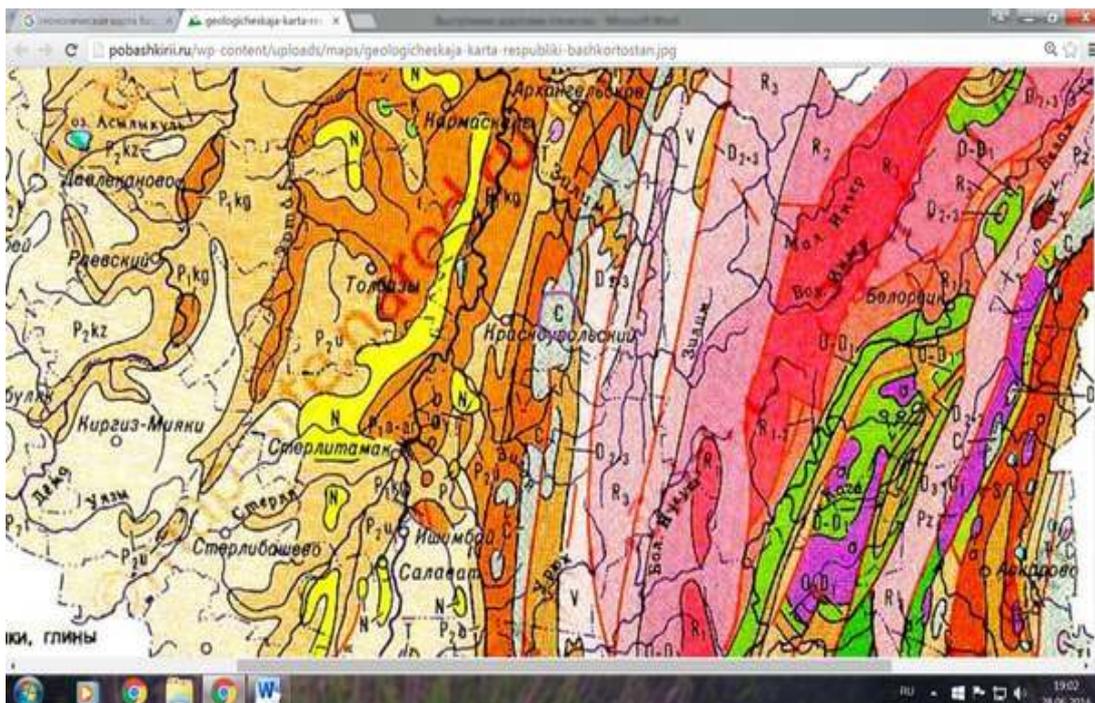


Рис. 1. Гафурийский район, д.Ташлы, место 29 полевой олимпиады по геологии РБ

Также во время интереснейших лекций, которые проводили наши судьи и ученые, я узнал, о том что на месте проведения нашей олимпиады в пермский период существовало море, и в нём протекала бурная жизнедеятельность.

Во время своих прогулок, я обнаружил палеонтологические находки, часть которых представлена вам. Я очень заинтересовался своими находками, поэтому решил изучить их подробнее.

Цель настоящей работы заключается в изучении некоторых свойств и приблизительного возраста окаменелостей.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

1. Изучить учебные пособия по палеонтологии.
2. Изучение материалов по образованию окаменелостей.
3. Ознакомиться с методикой определения свойств и возраста камней.
4. Определить свойства моих находок.
5. Сделать вывод о возрасте окаменелостей.

Гафурийский район был образован 20 августа 1930 года. Первоначально носил название Красноустьинский, а в 1940 году был переименован в Гафурийский, в связи с 60-летием писателя Мажита Гафури, родившемся в деревне Зилим-Караново.

В районе по данным геологов имеется 208 источников минеральной воды, исследование прошли пока всего 74 из них. На уникальных Красноусольских минеральных источниках работают многопрофильный бальнеогрязевой курорт и детский санаторий. В настоящее время оба санатория поднялись до уровня европейского обслуживания.

В деревне Ташлы на берегах Усолки я нашел уникальнейшие окаменелости и они сразу же меня заинтересовали из-за своей необычности и красоты (рис. 2). Изучив много литературного материала я узнал, что 17 миллиардов лет назад в результате Большого взрыва из сгустка материи образовались звезды и галактики. Около 4 миллиардов лет назад на Земле появились моря и океаны. Именно в них, согласно одной из распространенных научных гипотез, возникли первые живые организмы. Они преобразовали облик планеты. История Земли делится на отдельные этапы. Выделяют пять эр: архейскую, протерозойскую, палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую. Также на геологической карте можно увидеть, что породы на которой и находилось море было образовано в каменноугольный период.



Рис. 2. Мои находки

Окаменелости – непосредственные свидетельства истории жизни на Земле, которая длится уже 3,8 млрд. лет. Но окаменелости сохранили для нас лишь малую часть сведений о внешнем облике, действиях и поведении живых существ.

Чтобы фрагменты организмов превратились в окаменелости, они должны быть погребены под слоем осадков. Обитатели моря чаще всего сохраняются в осадочных породах. Суша подвержена выветриванию и эрозии, поэтому осадочные породы с хорошо сохранившимися окаменелостями находят там, где осадки скрыты от разрушения.

В открытых источниках говорится о том, что ископаемые остатки живых организмов встречаются в самых разных типах осадочных пород. Сами окаменелости тоже являются источником образования пород, например, каменного угля, ракушечников, спонголитов и т.д. Тем не менее некоторые ископаемые остатки встречаются не во всех осадочных породах, в иных они могут, например, раствориться. В кремнистых породах находят: радиолярии, губки, диатомовые водоросли, конодонты). В сланцевых породах встречаются: трилобиты, остракоды, насекомые, головоногие моллюски (ам-

мониты) редко, мшанки, плеченогие, граптолиты, некоторые водоросли, карпоидеи, рыбы.

В аргиллитах встречаются: трилобиты, остракоды, мшанки, плеченогие, граптолиты, рыбы. Кварциты (метаморфические породы). В них иногда встречаются: трилобиты, остатки высших растений.

Глины. В них встречаются: радиолярии, остракоды, двустворчатые моллюски, головоногие моллюски (аммониты и белемниты), мшанки, плеченогие, фораминиферы, губки, кораллы, карпоидеи.

Пески и песчаники. В них встречаются: двустворчатые моллюски, мшанки, хрящевые рыбы, остатки высших растений, редко фораминиферы, губки, редко кораллы, головоногие моллюски (аммониты и белемниты), остракоды, редко плеченогие, карпоидеи, морские ежи, редко брюхоногие моллюски.

Конгломераты и гравелиты (сцементированный гравий). В них встречаются: двустворчатые моллюски, головоногие моллюски (аммониты) крайне редки, мшанки, панцирные рыбы.

Углистые породы. В них встречаются: остракоды, остатки высших растений, граптолиты, рыбы, амфибии, некоторые водоросли. Фосфориты. В них встречаются: плеченогие, лопатоногие, двустворчатые, брюхоногие и головоногие (аммониты и белемниты) моллюски, десятиногие ракообразные, мшанки, кольчатые черви (сидячие), иглокожие, губки, фораминиферы, остракоды, хрящевые рыбы, амфибии, остатки древесины, редко кораллы.

Алевролиты – песчаные породы с размером зерен от 0,1 до 0,01 мм. В них встречаются: остракоды, мшанки, очень редко граптолиты, редко фораминиферы. Некоторые группы организмов здесь не упомянуты. Это вызвано тем, что они могут встречаться в самых различных отложениях. Это относится к остаткам рептилий и млекопитающих.

Геология предполагает два понятия возраста: абсолютный и относительный. Абсолютный возраст определяют путем измерения содержаний в горных породах радиоактивных изотопов и продуктов их распада. Но данная методика не доступна для нас, поэтому мы выбрали относительный способ. Относительный возраст горных пород и окаменелостей определяется при помощи геологических карт и палеонтологических атласов.

Во время практической части моей исследовательской работы я выявил, что мои образцы это окаменелости, жившие в морской воде.

Ещё я выявил, то что нам попались карбонатные породы: известняки, доломиты, мергели, мел. В них встречаются: двустворчатые моллюски, плеченогие, кораллы, лопатоногие моллюски, брюхоногие моллюски, головоногие моллюски, фораминиферы, различные водоросли, строматолиты, строматопораты, хететиды, кольчатые черви, трилобиты, конодонты, остракоды, тентакулиты, мшанки, иглокожие, очень редко граптолиты, рыбы, остатки высших растений, губки.

Образцы представлены моллюсками кораллами и замковыми брахиоподами, а именно: коралловыми полипами сирингопорми и фавозитесами, а так же одиночными- ругозами, есть отпечаток брахиопода- продуктуса, отпечаток брюхоногого моллюска, а так же предположительно двухстворчатых моллюсков.

Образец номер 6 представлен коралловым полипом отряда Halysitida (рис.3). Халесидиды – это коралловые полипы которые вели колониальный образ жизни, их отличительная черта в том, что тип колонии у них цепочечный. В нашей местности они встречаются редко. Они вымерли, но проживали с среднего ордовика по силур.

Образцы номера которых 4 и 5 представлены сиригопорами (рис.4). Сиригопора – коралловые полипы, ведут колониальный образ жизни, тип колонии кустистый. Форма колонии вертикальная. Возраст: средний ордовик – ранняя пермь.



Рис. 3. Халесициды



Рис. 4. Сиригопоры

Образцы номера которых 9 и 10 представлены ругозами (рис.5). Гжелия(ругоза)-коралл цилиндрической или узкоконической формы. Ведет одиночный образ жизни. Возраст –поздний карбон.

На образце 1 есть отпечаток брахиопода (рис.6). Я предположил, что это Продуктус. Продуктус-форма раковины плосковыпуклая, вогнутовыпуклая. Ареи нет. Возраст девон- пермь.



Рис. 5. Ругозы



Рис. 6. Брахиопод

Образцы входили в бурную реакцию с соляной кислотой, это обозначало, что в их химический состав входит карбонат кальция. Я заметил, что образец 8 является коралловым полипом и имеет плохую сохранность, он был разрушен за длинный период времени водой при переносе с одного места на другое.

На образце 11 я обнаружил отпечаток брюхоногого моллюска (рис.7).

Гастроподы (брюхоногие моллюски, класс *Gastropoda*) известны с раннего кембрия. Возможно, гастроподы появились уже в докембрии, более 590 млн лет назад. Беспозвоночные животные, тело которых заключено, как правило, в колпачковидную

или спиральную раковину. Тело моллюска четко разделено на голову, внутренностный мешок и ногу.

Образец 10 (рис.8) состоит из колониальных и одиночных кораллов, значит во время залегания он находились близко и их постепенно засыпало песком. Коралловые полипы (Anthozoa) – колониальные (реже одиночные) морские организмы. Тело длиной от нескольких миллиметров до одного метра обладает шестилучевой или восьмилучевой симметрией. Возраст – венд-ныне.



Рис. 7. Гастроподы



Рис. 8. Коралловые полипы

Изучение этих образцов выдалось очень интересным, я узнал много о формах и типах колоний коралловых полипов, о строении брахиоподов и моллюсков. Сама палеонтология очень хорошая наука, ведь именно из-за этой науки мы можем узнать о наших предках, об эволюции и об очень интересных событиях происходивших с нашей планетой!

Таким образом, проделав эту работу, я узнал очень много интересного про историю Башкортостана. Республика Башкортостан находится на границе сейсмоустойчивой области древней Русской плиты и краевого прогиба гор древней Герцинской складчатости. Я узнал много интересного и про окаменелости, найденных на ее территории. И сейчас у меня на руках кусочек эволюции нашей планеты.

Список литературы:

1. **Бондарев В.П.** Лабораторный практикум. Полевая геологическая практика, Из-во «Форум», М., 2002
2. **Данукалова Г.А.** Палеонтология в таблицах и иллюстрациях. -М.: Акварель, 2013
3. **Маккорд А.** Доисторическая жизнь. -М.: 1998
4. Моя первая энциклопедия: Динозавры. М.: "Персей", "Вече" АСТ, 1994.
5. Энциклопедия для детей. Т. 4. Геология. М.: Аванта плюс, 1995.
6. **Янин Б.Т.** Терминологический словарь по палеонтологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990.

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ХРОНОСТРАТИГРАФИЮ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА

А.Г. Стельмах

*Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент,
e-mail: stelmakhag@rambler.ru*

Континентальные четвертичные отложения на территории Узбекистана пользуются широким распространением и часто подвержены генетическим изменениям. В литологическом отношении они сложены сверху лёссово-почвенными, а снизу гравийно-галечниковыми отложениями. При этом строение разрезов четвертичных отложений представлено довольно разнообразным генезом пород.

Для правильного решения многих вопросов геологического, стратиграфического, палеогеографического и палеоэкологического направлений требуется детальная стратиграфическая основа как региона в целом, так и отдельных его участков.

За длительную историю изучения четвертичного покрова Турана и четвертичных толщ, выполняющих межгорные и предгорные впадины Тянь-Шаня, создано множество схем их стратиграфического расчленения. Данные исследования отражены в работах В.Н. Вебера, О.К. Ланге, Н.П. Васильковского, С.С. Шульца, Ю.А. Скворцова, Г.М. Мавлянова, Г.Ф. Тетюхина и многих других [4]. Детализация и совершенствование схем четвертичной системы Узбекистана осуществлялись комплексно с применением всех доступных стратиграфических методов: лито- и ритмостратиграфических, палеонтологических, общегеологических и палеомагнитных.

Расчленение и корреляция четвертичных отложений в горных и предгорных районах Узбекистана было основано на геолого-геоморфологическом принципе. Сущность этого принципа заключается в картировании речных долин и связанных с ними полигенетических комплексов осадков. Такое расчленение четвертичных отложений произведено впервые Н.П. Васильковским для Ферганской котловины и Ю.А. Скворцовым для Приташкентского района, затем данная схема была распространена и для четвертичных отложений, развитых в пределах бассейнов рек Зеравшана, Кашкадарьи и Сурхандарьи.

На геолого-геоморфологическом же принципе было основано и деление четвертичных отложений для Кызылкума и низовий Амударьи.

В 1961 г. Межведомственное совещание по итогам изучения четвертичного периода, состоявшееся в г. Ташкенте, приняло рабочую корреляционную стратиграфическую схему четвертичных отложений Средней Азии и Южного Казахстана, утвержденную в 1962 г. Межведомственным стратиграфическим комитетом.

В её основу легли представления Ю.А. Скворцова и Н.П. Васильковского о четырех неотектонических эрозионно-аккумулятивных циклах, которым соответствуют региональные литостратиграфические единицы – комплексы: нанайский (сохский) (Q_1), ташкентский (Q_2), голодностепский (Q_3) и сырдарьинский (Q_4). Однако, в этой схеме не все противоречия, существовавшие в вопросах стратиграфии четвертичных отложений Узбекистана, были разрешены, а именно корреляция подразделений четвертичных отложений, положение нижней границы, продолжительность и объём четвертичной системы предгорий и равнин.

Ряд противоречий возникает из-за разногласия в неоднозначной интерпретации возраста террасовых уровней и в их региональной и межрегиональной корреляции. Сложность проблемы заключается в том, что осадкообразование четвертичного периода происходило в условиях тектонической подвижности Западного Тянь-Шаня, к

тому же лёссовые отложения, являющиеся объектом стратиграфических работ, скудны в фаунистическом и флористическом отношении [4].

В начале 90-х годов XX века Х.А. Тойчиевым была предложена новая хроностратиграфическая схема четвертичной системы Узбекистана на основе палеомагнитных данных [1]. Данная схема отличалась по своему содержанию от предыдущих оценкой последовательности формирования четвертичных отложений, временным объемом четвертичной системы, выделением и обоснованием стратиграфических подразделений. В качестве нижней границы четвертичной системы был рекомендован возрастной рубеж 2,4 млн. лет. В ходе палеомагнитного изучения опорных разрезов четвертичных отложений Узбекистана было установлено, что выделяемые раннее границы стратиграфических подразделений – нанайский, ташкентский, голодностепский и сырдарьинский комплексы – относятся к прямой геомагнитной эпохе Брюнес, т.е. отложения этих комплексов имеют прямую намагниченность и, в частности, отложения нанайского комплекса никак не могут относиться к отложениям эоплейстоцена. В ряде опорных разрезах на основе обратной намагниченности отложений были выделены образования эоплейстоцена, что в итоге привело к понижению нижней границы с 1,8 млн. лет до 2,4 млн. лет [2, 3].

Изучение четвертичных отложений Узбекистана в течение последних 20 лет доказало возможность применения магнитостратиграфических данных для региональной корреляции эоплейстоценовых, плейстоценовых и голоценовых отложений [2, 3]. Как известно, в настоящее время международным стратиграфическим комитетом (МСК) предложена нижняя граница четвертичной системы 2,6 млн. лет и в Общей магнитостратиграфической шкале полярности квартера выделены 12 геомагнитных экскурсов в Брюнесе и 3 в Матуяме [6].

Континентальные четвертичные отложения исследованных разрезов Узбекистана характеризуются сложной магнитной зональностью. Установлено, что в разрезах платформенной и предорогенной областей Узбекистана нижняя граница четвертичной системы проходит под обратно намагниченными озерно-аллювиальными отложениями, сложенными, главным образом, алевролитами, мергелями и конгломератами; в шкале геомагнитной полярности этот уровень соответствует рубежу 2,4 млн. лет. В разрезах орогенной области нижняя граница представлена верхней частью эоплейстоценовых отложений и проходит под толщей делювиальных лёссово-почвенных отложений. В шкале геомагнитной полярности этот уровень соответствует рубежу 1,8 млн. лет. В изучаемых разрезах эоплейстоценовых отложений были зафиксированы отпечатки пяти кратковременных эпизодов прямой полярности, которые делят эоплейстоцен на шесть обратно намагниченных зон [5].

Рубеж между эоплейстоценом и плейстоценом на территории Узбекистана характеризуется началом региональной активизации нового этапа тектонических движений в четвертичное время. Это второе по счёту региональное тектоническое движение в истории четвертичного времени, которое привело к крупным перестройкам геологической среды региона. Неравномерное площадное развитие тектонических движений привели к формированию на отдельных участках мощных толщ конгломератов, а в периоды относительного тектонического покоя – лёссово-почвенных отложений, имеющие зональное распространение. Во всех изученных нами разрезах Узбекистана отложения эоплейстоцена и плейстоцена достаточно чётко отличаются между собой преобладанием в первом – алевролитов, а во втором – лёссово-почвенных образований [5].

Эоплейстоцен-плейстоценовая граница на территории Узбекистана проводится в речных долинах под толщей аллювиальных конгломератов, а в предгорьях и междуречьях – в толще сложнопостроенных делювиальных и пролювиальных лёссово-почвенных отложений. Рубеж от эоплейстоцена к плейстоцену соответствует началу

эпохи прямой полярности геомагнитного поля – эпохи Брюнес. В данной эпохе установлены два обратных и столько же аномальных кратковременных отклонений геомагнитного поля. В предгорьях и междуречьях Узбекистана граница инверсии Магтуяма-Брюнес проходит внутри однородной толщи различных генетических типов четвертичных отложений.

Отложения голоцена намагничены по направлению современного магнитного поля Земли и относятся к верхней части эпохи Брюнес. В опорных разрезах голоценовых отложений Узбекистана зафиксированы три кратковременных отклонений геомагнитного поля – два обратных и один аномальный; граница между плейстоценовыми и голоценовыми отложениями (около 12 тыс. лет назад) проходит по подошве аллювиальных отложений второй надпойменной террасы, а в пролювиальных и делювиальных отложениях в толще лёссовидных пород [5].

С учетом периодов региональной активизации тектонических событий четвертичного времени и палеомагнитных данных четвертичная система на территории Узбекистана названа как Тяньшанский орогенный комплекс, в котором выделены ранне-тяньшанская (эоплейстоценовая), поздне-тяньшанская (плейстоценовая) и аральская (голоценовая) серии. Продолжительность ранней серии – 1,73 млн. лет, поздней – 0,700 млн. лет и современной – 12 тыс. лет. Временной объем четвертичной системы 2,4 млн. лет [2, 5].

Таким образом, выполненные палеомагнитные исследования и проведенные сопоставления позволяют утверждать, что:

а) составленная региональная магнитостратиграфическая шкала четвертичных отложений Узбекистана может быть использована в качестве эталона и инструмента для детального расчленения континентальных осадочных толщ, оценки возраста пород и оценки выдержанности геологических границ эоплейстоцена, плейстоцена и голоцена;

б) планетарный характер кратковременных геомагнитных событий, отраженных в шкале магнитной полярности, изохронность и независимость этих границ от литологического состава отложений позволяют использовать составленную магнитостратиграфическую схему четвертичных отложений Узбекистана в межрегиональной корреляции отложений и геологических событий четвертичного периода.

Список литературы:

1. **Тойчиев Х.А.** Палеомагнитная стратиграфия континентальных четвертичных отложений Узбекистана // Автор. дисс. на звание докт. геол.-мин. наук. – Ташкент. 1996. 33 с.
2. **Тойчиев Х.А., Стельмах А.Г.** Объем и структура стратиграфических подразделений четвертичной системы в прошлом и настоящем // Вестник НУУз. – 2012. № 2/1. С. 117-122.
3. **Тойчиев Х.А., Стельмах А.Г.** Современное представление о нижней границе и стратотипах подразделений четвертичной системы // Вестник НУУз. – 2013. № спец. номер. С. 124-129.
4. **Тойчиев Х.А., Стельмах А.Г.** Четвертичная геология. Часть 1. Научные основы четвертичной геологии, методы изучения и полезные ископаемые четвертичных отложений // Методическое пособие. – Ташкент: НУУз, 2014. – 72 с.
5. **Тойчиев Х.А., Стельмах А.Г.** Четвертичная геология. Часть 3. Стратиграфия четвертичных отложений за рубежом и в Узбекистане // Методическое пособие. – Ташкент: НУУз, 2014. – 84 с.
6. **Шкатова В.К.** Предложения по структуре Общей стратиграфической шкалы квартала // Региональная геология и металлогения. – 2012. № 49. С. 23-25.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ЖИЗНИ РАННЕМЕЛОВЫХ ГОЛОВОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА НА ОСНОВЕ ИХ СРАВНЕНИЯ С СОВРЕМЕННЫМИ РАКОВИННЫМИ ГОЛОВОНОГИМИ

Н.К. Данукалов

*Российский государственный геологоразведочный университет
им. Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ), Москва,
e-mail: danukalovka@yandex.ru*

Территория исследований находится в окрестностях моста объездной дороги через р. Белая между пос. Каменноостровский и ст. Абадзехская в Республике Адыгея (Северный Кавказ) (рис.1).

В литературе это местонахождение описано как балка Полковницкая (Полковничья), это – памятник природы. В долине реки раскиданы крупные сидеритовые конкреции диаметром до 1,5 м, внутри которых часто встречаются раковины аммонитов, наутилусов и других ископаемых. Конкреции с фауной принадлежат песчаникам самурской свиты, аптскому ярусу нижнего мела [1].

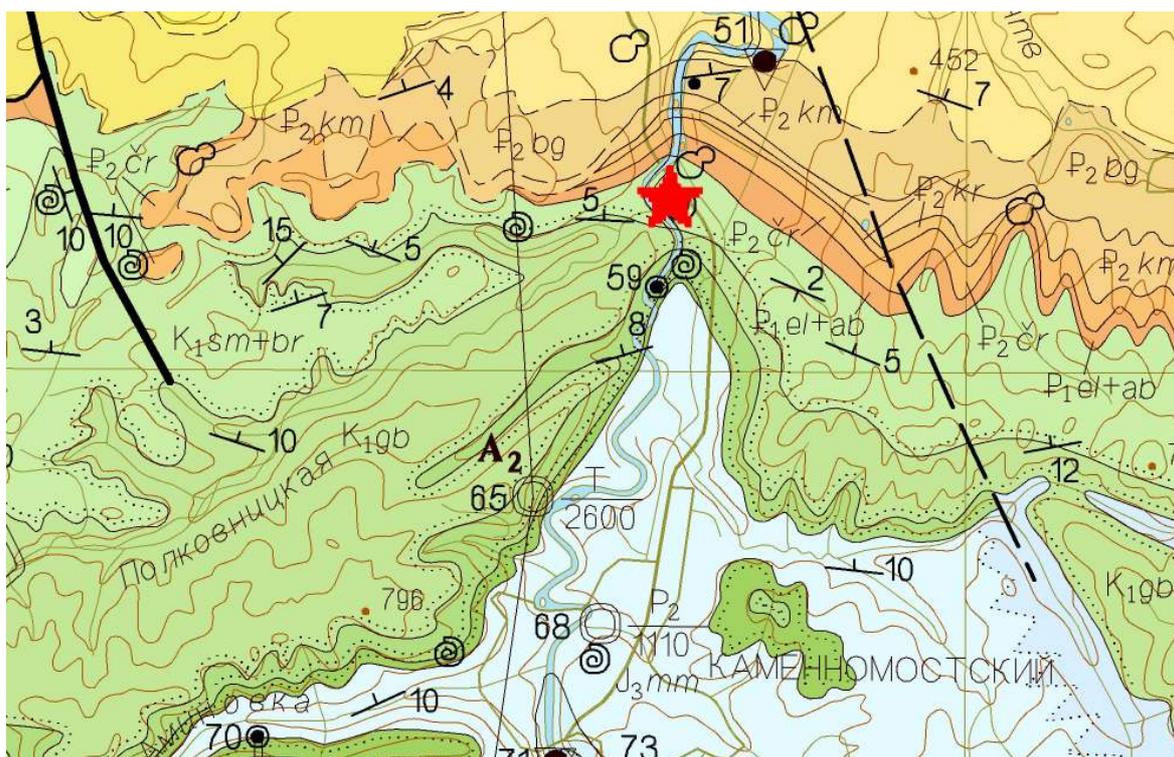


Рис. 1. Обзорная геологическая карта-схема района исследований [1]. Масштаб: 1:200000.

Условные обозначения: Раковины – места находок головоногих моллюсков, кружками – конкреции. Черная толстая линия – сдвиги, пунктирная – предполагаемые сдвиги. Красной звездочкой отмечена территория исследований. Характеристика отложений: J₃ – верхняя юра – гипсы, ангидриты, соли; K₁gb – свита Губс – песчаники, пески, прослои алевритов; K₁sm+br – самурская и бурханская свиты – пески, песчаники, глины песчанистые, алевролиты; P₁el+ab – эльбурганская, карапагинская, абазинская свита – глины, мергели, опоки; P₂cr – черкесская свита – глины, мергели, конгломераты; P₂bg – белоглинская свита – мергели; P₂km – кумская свита – мергели.

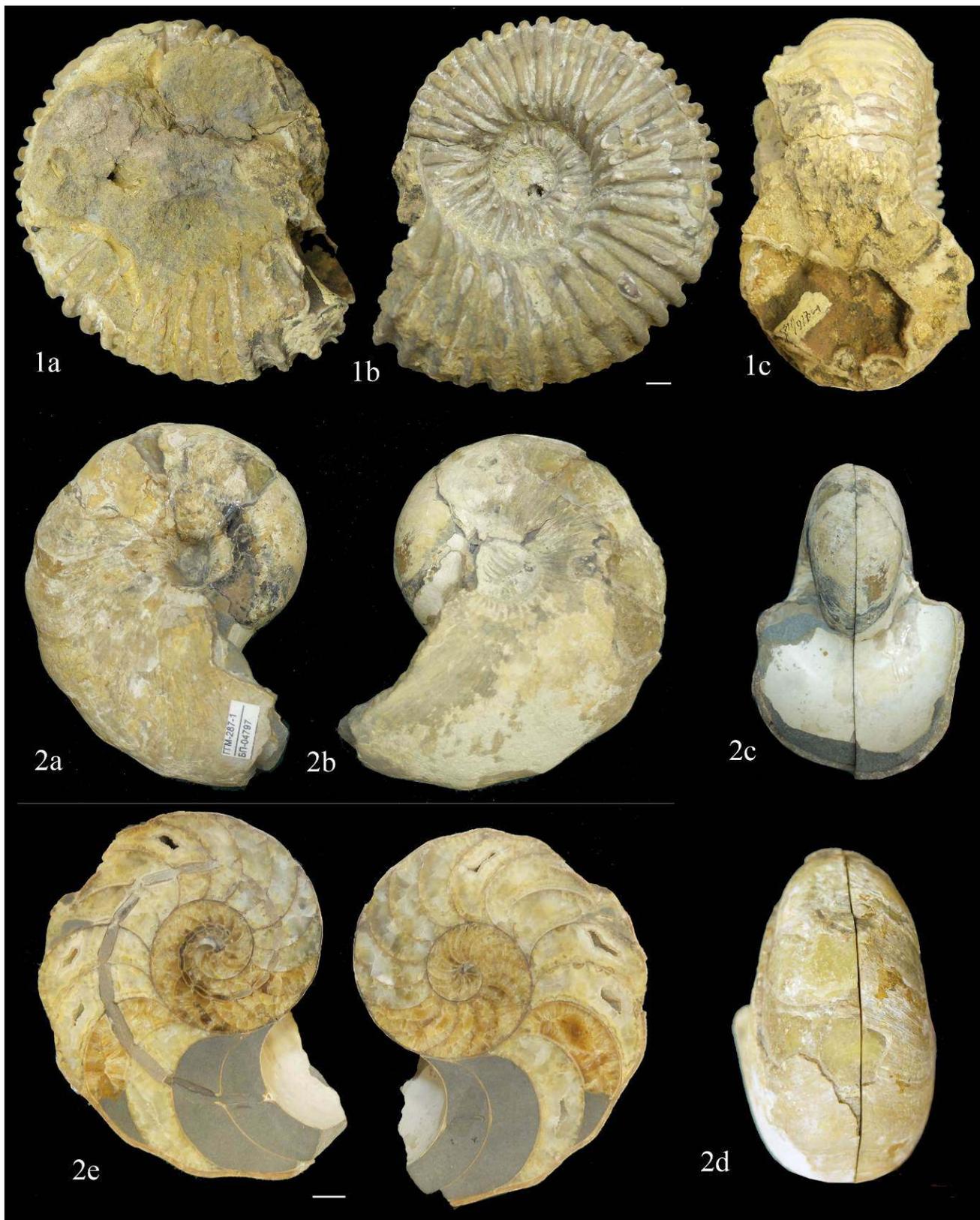


Рис. 2. Раковины меловых головоногих моллюсков из коллекции ГГМ РАН.
Условные обозначения: 1 – раковина рода *Ammonitida*; 2 – раковина рода *Symploceras*, ранний мел, представитель наутилоидей из Краснодарского края; а, b – вид сбоку, с – вид со стороны устья, d – вид сзади, e – вид изнутри. Белая линейка равна 1 сантиметру.

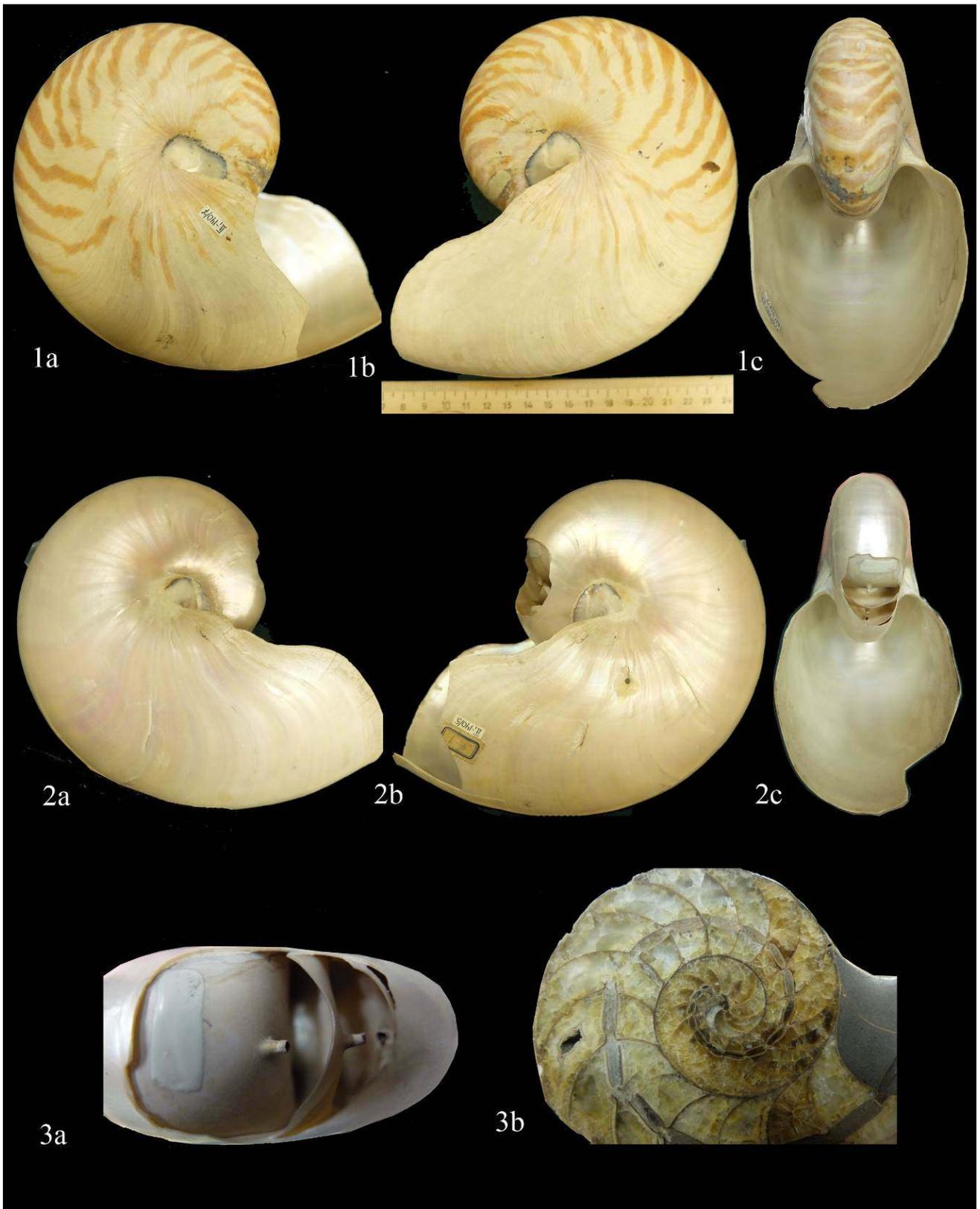


Рис. 3. Раковины современных головоногих моллюсков из рода *Nautilus pompilius* Linnaeus, 1758 из коллекции ГГМ РАН.

Условные обозначения: 1 – *Nautilus pompilius* с сохранившейся окраской; 2 – *Nautilus pompilius* со снятым верхним слоем; а, б – вид сбоку, с – вид со стороны устья, d – вид сзади. 3 – устройство сифональной системы у современного (а) и ископаемого (б) наutilusов;

Головоногие моллюски являются руководящей фауной для меловых отложений, т.е. по ним можно устанавливать возраст вмещающих пород и проводить реконструкции среды обитания [2]. Внешний облик вымерших животных восстанавливают, сравнивая с ныне живущими похожими видами. Подобные исследования важны как для маститых ученых, так и для начинающих исследователей, которым принцип актуализма позволяет расширить кругозор знаний.

Литературные источники [1, 3-6] свидетельствуют, что нижнемеловые отложения в западной части Северного Кавказа изучались многими геологами и палеонтологами на протяжении более чем столетия. Ими было установлено, что эти породы широко развиты на Северном Кавказе, и что в аптский век происходили интенсивные тектонические движения, в ходе которых изменялись очертания и глубина морских бассейнов; осадки были глинистые.

Объекты исследований находятся в пределах памятника природы и их сбор строго запрещён. Поэтому мы исследовали образцы аналогичных головоногих, которые хранятся в Государственном геологическом музее им. В.И. Вернадского РАН. Кроме того, мы сравнили образцы ископаемых и современных головоногих (рис. 2, 3).

Выводы.

1. Сравнение морфологии раковин нраннемеловых (аммоноидей и наутилоидей) и современных (наутилоидей) головоногих показало, что за 125 млн. лет основные черты сохранились: спиральнозавитая на всём протяжении форма раковины, наличие сифона, короткие прямые перегородочные трубки, слабоволнистая перегородочная линия, отсутствие скульптуры.

2. Не смотря на некоторые морфологические отличия формы раковин аммоноидей от наутилоидей, они вели сходный образ жизни, что свидетельствует о том, что вымершие аммоноидеи жили в сходной среде обитания с современными головоногими (сублитораль теплых экваториальных, субэкваториальных морей).

Благодарю к.г.-м.н. Ираиду Александровну Стародубцеву, главного хранителя фондов Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского за предоставленную возможность работы с музейными образцами и полезные консультации.

Список литературы:

1. **Корсаков С.Г., Семенуха И.Н., Белуженко Е.В., Черных В.И., Тузиков Г.Р., Токарев В.Н., Деркачёва М.Г. Соколов В.В.** Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Кавказская. Лист L – 37 – XXXV. Майкоп. Объяснительная записка. Спб, 2004.
2. **Михайлова И.А., Бондаренко О.Б.** Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. — 592 с.
3. **Егоян В.Л.** Очерк стратиграфии нижнего мела Северо-Западного Кавказа. Тр. КФ ВНИИ, вып.12, 1964, М. Недра.
4. **Егоян В.Л.** Аммониты из клансейских слоев Западного Кавказа. Тр. КФ ВНИИ, вып.19, 1969
5. **Егоян В.Л.** Стратиграфия меловых отложений восточных и северных районов Краснодарского края –Москва: Гостехиздат,1962. – С.98-135. (Тр. Красн.фил.ВНИПИнефть. Вып.10).
6. **Егоян В.Л.** Условия залегания и тектоническая зональность комплекса меловых отложений Западного Предкавказья // Изд.АН СССР. Сер.геол.,1965, №4.-с.86-100.

VIVIPARIDAE ВЕРХНЕГО МИОЦЕНА МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ МОРСКАЯ 2 СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ (РОССИЯ)

П.Д. Фролов¹, Г.А. Данукалова², Е.М. Осипова²

1 – Геологический институт РАН, Москва,

e-mail: pavlentiy987@mail.ru

2 – Институт геологии Уфимского научного центра РАН, Уфа

danukalova@ufaras.ru, myrte@mail.ru

Введение

Местонахождение Морская 2 находится на северо-восточном береговом обрыве Азовского моря (Ростовская область, Российская Федерация), отложения которого содержат необычный комплекс моллюсков позднего миоцена.

История исследований

Зеленовато-серые глины и серые пески с многочисленными вивипаридами в местонахождении Морская 2 были впервые описаны в начале 20 века В.В. Богачевым и названы «палюдиновыми слоями» станции Морская (*Viviparus = Paludina*). В этом местонахождении снизу вверх В.В. Богачев (1924) описал верхнесарматскую (верхний миоцен) черную сланцеватую тонкослоистую глину и «ноздреватый» белый известняк. Выше известняка залегает куюльницкая (верхний плиоцен) голубовато-зеленовато-серая иловатая глина озерного типа с многочисленными раковинами пресноводных моллюсков. Позднее все эти отложения В.П. Колесников (1932, 1935) и В.В. Богачев (1961) сопоставили с верхним сарматом (верхним миоценом). Г.И. Попов (1962) и Ю.М. Васильев (1969) глину с пресноводной фауной сопоставляли с куюльником. Отложения местонахождения Морская 2 повторно были изучены и опробованы комплексной экспедицией под руководством А.С. Тесакова и В.В. Титова (Titov et al., 2006). Новые материалы включают раковины моллюсков, кости рыб, амфибий, рептилий, птиц, крупных и мелких млекопитающих. Состав фауны позвоночных позволяет датировать пресноводные отложения поздним миоценом и относить к туролию, зонам MN12-MN13 (около 6 млн. лет), что отвечает меотису – раннему понту черноморской шкалы ярусов неогена. Малакофауна наряду с морскими раковинами переотложенными из среднего сармата, включает представительную ассоциацию тонкостенных пресноводных и наземных моллюсков меотиса-понта (верхний комплекс), кроме того в базальной части разреза обильна фауна не переотложенных среднесарматских морских моллюсков (нижний комплекс). В настоящей статье представлены результаты исследования моллюсков местонахождения Морская 2, а именно пресноводных Viviparidae.

Материал и методы

Коллекция Viviparidae представлена раковинами хорошей и средней сохранности, принадлежащих 2 видам 1 рода. Раковины моллюсков выбирались из отложений местонахождения Морская 2 сотрудниками экспедиционного отряда Геологического института РАН и Института аридных зон Южного научного центра РАН параллельно с отбором палинологических образцов и костных остатков позвоночных в 2002-2003 годах. Изученный материал хранится в лаборатории геологии кайнозоя Института геологии УНЦ РАН. В лабораторных условиях раковины по возможности очищались от посторонних частиц и подготавливались к замерам, фотографированию и определению.

В таксономической классификации пресноводных моллюсков существует два подхода. Классический подход основан на параметрах строения раковин. Его придерживаются большинство европейских и многие российские малакологи (Жадин, 1952; Старобогатов, 1977; Логвиненко, Старобогатов, 1971; Niderlandde Fauna 2, 1988 и др.). Основоположником второго подхода является Я.И. Старобогатов, упор делается на строение мягкого тела (репродуктивного аппарата) (Старобогатов и др., 2004). Классификации, полученные на основе разных подходов, могут не совпадать. При работе с ископаемым материалом морфология раковины является единственным возможным критерием при определении таксономической принадлежности и поэтому в нашей работе мы опирались на «классический» анализ.

Описание видов дополнялось замерами, которые проводились с помощью окуляра-микрометра и штангенциркуля с точностью до 0,1 мм по схемам промеров по В.И. Жадину (1952): ВР – высота раковины, ШР – ширина раковины, ВПО – высота последнего оборота, ВУ – высота устья, ШУ – ширина устья. Для более полного отражения изменчивости формы раковины использовали отношения стандартных промеров: ШР/ВР, ВПО/ВР, ШУ/ВУ, ВУ/ВР.

Фотографирование раковин моллюсков выполнено Н.М. Фалелюхиным на приборе для микро- и макросъемки ФМН-2 с фотокамерой Sony α 330.

Характеристика Viviparidae верхнего миоцена

В коллекции присутствуют две группы живородок.

Группа 1. Viviparidae с выпуклыми оборотами, многочисленны, в основной массе представлены ювенильными экземплярами. По диагностическим признакам мы отнесли представителей этой группы к виду *Viviparus* cf. *achatinoides* Desh. Раковины из изученной коллекции очень похожи на этот вид, хотя в литературе мы не нашли указаний на присутствие его в пресноводных сарматских отложениях, поэтому оставили в определении определенную долю сомнения (cf.). Определенные Г.И. Поповым (1962) в слоях станицы Морской *Viviparus subconcinus* Sinz., *V. pseudoachatinoides* Pavl. По нашему мнению являются примерами изменчивости вида *Viviparus achatinoides* Desh. И вслед за Г.А. Данукаловой (Яхимович и др., 2000) мы свели их в синонимы.

Группа 2. Живородки со слабо выпуклыми оборотами, с перегибом на последнем обороте; в коллекции представлены немногочисленными экземплярами. Диагностические признаки позволили сопоставить эти экземпляры с видом *Viviparus* cf. *karaganicus* Volkova, представители которого имеют раковину со слабо выпуклыми оборотами, коническую, с мягким перегибом на последнем обороте. Изученные раковины близки к *Viviparus novorossicus conoides* Mangikian, известного из верхнесарматских отложений Украины (Гожик, Присяжнюк, 1978, с. 59, табл. 36, фиг. 7-10), но отличается от него менее выпуклыми оборотами и более заметным перегибом.

Ниже приведены систематические описания и изображения видов рода *Viviparus* позднего сармата

Класс Гастроподы Classis Gastropoda Cuvier, 1797

Отряд Architaenioglossa Haller, 1894

Семейство Viviparidae Gray, 1847

Род *Viviparus* Montfort, 1816

Viviparus cf. *achatinoides* Deshayes, 1838

(Рис. 1, фиг. 2)

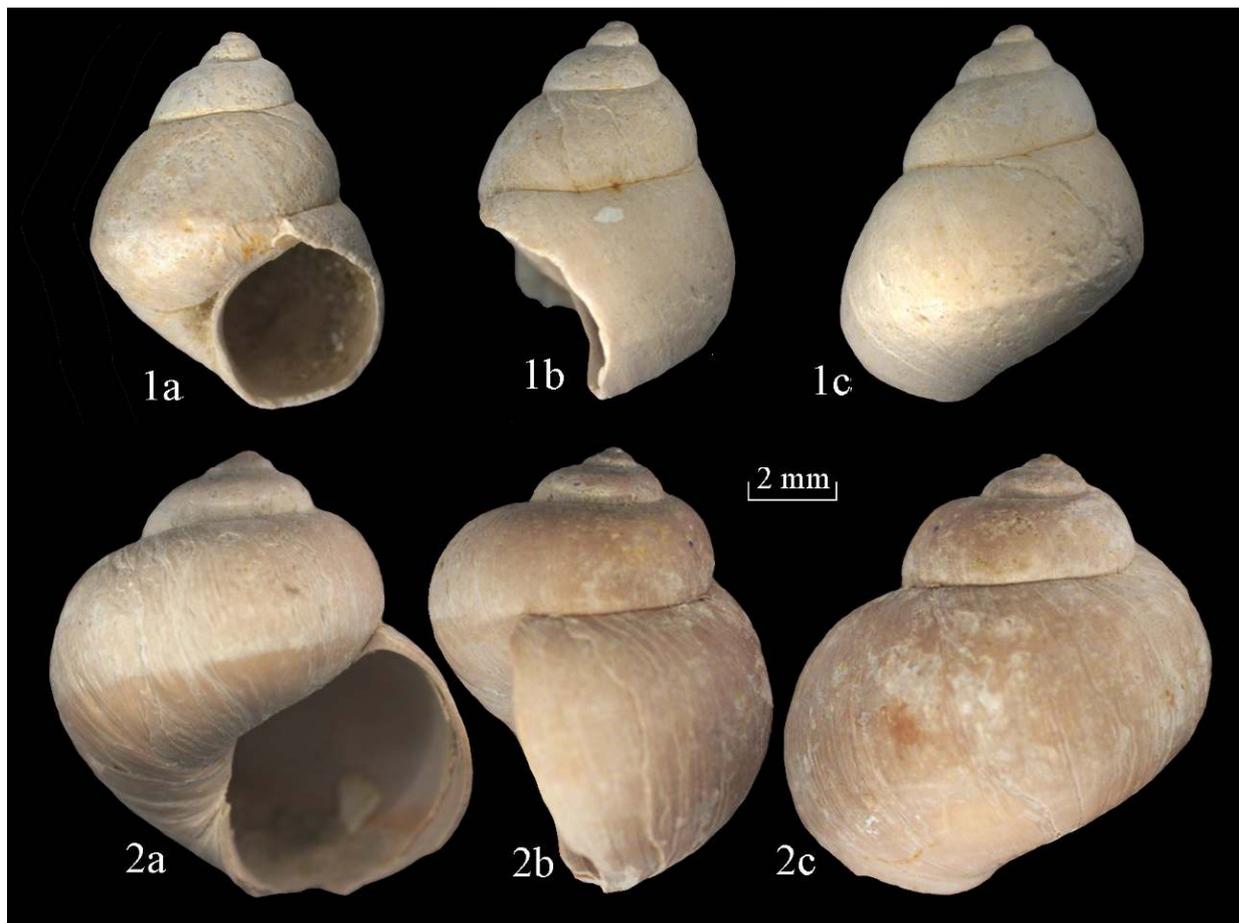


Рис. 1. Виды *Viviparus* из местонахождения Морская, Северное Приазовье (неоген, верхний миоцен, мэотический региоярус)

Условные обозначения: 1 – *Viviparus* cf. *karaganicus* Volkova, 1948, ИГ № 228/27; 2 – *Viviparus* cf. *achatinoides* Deshayes, 1838, ИГ № 228/26; а – вид со стороны устья; b – вид сбоку; с – вид сзади.

Viviparus achatinoides: Богачев, 1961, с. 281, табл. LVIII, рис. 1-12; Яхимович и др., 2000, с. 64-65, табл. VI, фиг. 1-12, табл. VII, фиг. 1-3; Danukalova et al., 2002, с. 68, табл. II, фиг. 4 – 11.

Paludina achatinoides: Rousseau, 1842, tab. III, fig. 5, 5a; Sanberger, 1875, S. 692, Tab. XXXI, Fig. 22; Stefanescu, 1896, p. 88, tab. VIII, f. 4-7; Павлов, 1925, с. 134, т. 1, рис. 1, 2; Мангикиан, 1931, с. 10, т. II, ф. 28, 28¹, 31, 32; с. 11, т. II, ф. 21-27.

Paludina achatinoides var. *kujalnicensis*: Мангикиан, 1931, с. 20, т. II, ф. 39-41.

Paludina pseudoachatinoides: Павлов, 1925, с. 139, т. II, ф. 33-33¹ non cet.; т. VIII, фиг. 135; Мангикиан, 1929, с. 173, т. 1, ф. 35-38, 45.

Viviparus pseudoachatinoides: Попов, 1965, с. 223, т. IV, ф. 10-16; 1970, т. VIII, ф. 7; Сиднев, Чепалыга, 1983, с. 65, т. III, ф. 12-13.

Paludina romaloi: Cobalcescu, 1883, p. 131, t. XII, f. 9; Павлов, 1925, с. 136, т. II, ф. 34, 35, т. III, ф. 68; Мангикиан, 1929, с. 175, т. 1, ф. 47-48; 1931, с. 22.

Viviparus romaloi: Попов, 1965, с. 224, т. IV, ф. 20-31; Сиднев, Чепалыга 1983, с. 65, т. IV, ф. 11-13.

Vivipara subconcinna: Синцов, 1876, с. 115; 1877, с. 2, т. V, ф. 1-3; 1889, с. 206, т. 1, ф. 11-13.

Paludina subconcinna: Мангикиан, 1931, с. 16, т. III, ф. 44-52; 53, 54, 58.

Viviparus sinzovi: Павлов, 1925, с. 142, т. 1, ф. 19-20; Попов, 1965, с. 222, т. IV, ф. 1-7а; Сиднев, Чепалыга, 1983, с. 64, т. III.

Paludina neustruevi: Павлов, 1925, с. 139, т. 1, ф. 22, 23; т. IV, ф. 89.

Голотип. *Vivipara* или *Paludina achatinoides*: Deshayes, 1838, p. 793, pl. V, fig. 6, 7.

Описание. Раковина овально-коническая, с притупленным завитком (ВР 6,2-14,2 мм; средн. 7,8; ШР 6,2-12 мм; средн. 7,5), умеренно-высокая (ШР/ВР 0,84-1,0; средн. 0,9), состоит из 5-6 выпуклых оборотов, разделенных умеренно глубоким швом. Протоконх гладкий. Завиток невысокий, заострен. Последний оборот округлый и слегка перегибается ко шву, составляет 3/4 и более от высоты раковины (ВПО/ВР 0,8-0,9; средн. 0,85). Устье овально-яйцевидной формы, сверху заостренное (ШУ/ВУ 0,8-1,1; средн. 1,0), составляет примерно 2/3 от общей высоты раковины (ВУ/ВР 0,6-0,7; средн. 0,61). Края устья тонкие, не утолщены. Пупок щелевидный прикрытый внутренним краем устья. Поверхность раковины покрыта тонкой штриховкой. Крышечки от раковин не найдены.

Изменчивость. Сильно изменчивая форма. Изменчивость наблюдается в размерах раковин, соотношении высоты и ширины раковины, обусловленные половым различием. Молодые экземпляры отличаются от взрослых форм более округлой и низкой раковиной. Раковины взрослых форм более вытянутые и высокие.

Время существования и географическое распространение. Поздний миоцен – поздний акчагыл. Село Крыжановка, Хужбейский лиман, с. Домашкинские Вершины, Южное Предуралье, Ростовская область ст. Морская.

Материал. 692 экз.

Viviparus cf. karaganicus Volkova, 1948
(Рис. 1, фиг. 1)

Viviparus karaganicus: Богачёв, 1961, с. 277.

Голотип. *Vivipara karaganicus*: Волкова, 1948 в Богачёв, 1961, с. 277.

Описание. Раковина овально-коническая, с заостренным завитком (ВР 7,0-9,2 мм; средн. 8,0; ШР 7,8-12,2 мм; средн. 9,8), высокая (ШР/ВР 1,1-1,3; средн. 1,2), состоит из 5-5,5 уплощенных оборотов, разделенных неглубоким швом. Протоконх гладкий. Завиток высокий, заострен. Последний оборот округлый и по середине хорошо заметен перегиб, составляет 2/3 и более от высоты раковины (ВПО/ВР 0,9-1,0; средн. 0,96). Устье овально-яйцевидной формы, сверху заостренное (ШУ/ВУ 0,8-1,1; средн. 0,96), составляет примерно 2/3 от общей высоты раковины (ВУ/ВР 0,55-0,7; средн. 0,69). Края устья тонкие, не утолщены. Пупок закрытый. Поверхность раковины покрыта тонкой штриховкой. Крышечки от раковин не найдены.

Время существования и географическое распространение. Средний-поздний миоцен. Ставропольский край.

Местонахождения и материал. Ростовская область. Поздний миоцен: ст. Морская (12 экз.).

Палеоэкологические реконструкции

Анализ экологических предпочтений всего комплекса наземных и водных моллюсков свидетельствует о наличии достаточно крупного пресноводного водоёма с обильной водной растительностью. По берегам произрастали кустарники или леса. Климат был относительно влажным.

Благодарности

Авторы сердечно благодарны к.г.-м.н. Алексею Тесакову и к.г.-м.н. Вадиму Титову за приглашение к сотрудничеству и предоставление уникальных материалов по местонахождению Морская 2.

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 16-35-50068 мол_нр.

Список литературы:

1. **Богачев В.В.** Пресноводная фауна Евразии. Часть I. // Труды Геологического комитета. Новая серия. Вып. 135, 1924. 248 с.
2. **Богачев В.В.** Материалы к истории пресноводной фауны Евразии. Киев: Изд-во АН Украинской ССР, 1961. 403 с.
3. **Васильев Ю.М.** Формирование антропогенных отложений ледниковой и внеледниковой зоны. М.: Наука, 1969. 182 с.
4. **Гожик П.Ф., Присяжнюк В.А.** Пресноводные и наземные моллюски миоцена Правобережной Украины. Киев: Наукова Думка, 1978. 176 с.
5. **Колесников В.П.** Геологическое и гидрогеологическое описание северной части листа Г-4 // Труды Всес.Геол.-разв. объединение. – 1932. Вып. 267. С. 63.
6. **Колесников В.П.** Сарматские моллюски. Л.: Изд-во АН СССР, 1935. (Палеонтология СССР; Т. X, часть 2).
7. **Мангикиан Т.А.** О куяльницких отложениях окрестностей Одессы // Вестник украинского отделения Геолокома. 1929. Вып. 14. С. 161-192.
8. **Мангикиан Т.А.** Краткий обзор ископаемых палиудин юга СССР и Бессарабии. М., Л.: Геологическое изд-во Главного геолого-разведочного управления, 1931. 54 с. (Труды Главного Геолого-разведочного управления СССР; Вып. 120).
9. **Павлов А.П.** Неогеновые и послетретичные отложения Южной и Восточной Европы. Мемуары геол. отд. Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. Вып. 5. 1925. С. 1 – 125.
10. **Попов Г.И.** О соотношениях континентальных и морских верхнеплиоценовых отложений юга и юго-востока Европейской части СССР в связи с вопросом о нижней границе четвертичного периода // Труды комиссии по изучению четвертичного периода, XX, М.: Наука, 1962. С. 92-97.
11. **Сиднев А.В., Чепалыга А.Л.** Моллюски Султанаевского и Юлушевского разрезов // Фауна и флора плиоцена и плейстоцена. М.: Наука, 1983. С. 54–94.
12. **Синцов И.Ф.** Описание новых и малоисследованных форм раковин из третичных образований Новороссии // Записки Новоросс. Об-ва естествоиспытателей. 1876. Т.3. Вып. 2. С. 1-2.
13. **Синцов И.Ф.** Описание новых и малоисследованных форм раковин из третичных образований Новороссии // Записки Новоросс. Об-ва естествоиспытателей. 1877. Т.5. Вып. 1. С. 3.
14. **Синцов И.Ф.** Несколько слов о *Paludina diluviana* Kunth. и о родственных с нею формах // Записки СПб Минералогического об-ва. 1889. Сер.2. Ч. 25.

15. **Яхимович В.Л., Сулейманова Ф.И., Данукалова Г.А., Попова-Львова М.Г., Яковлев А.Г. Ахлестина Е.Ф., Немкова В.К., Алимбекова Л.И.** Опорный разрез плиоцена и плейстоцена Домашкинские Вершины. Уфа: Гилем, 2000. 96 с.

16. **Danukalova G.A., Yakovlev A.G., Puchkov V.N., Danuralov K.N., Agadjanian A.K., Van Kolfshoten Th., Morozova E.M., Eremeev A.A.** Excursion Guide of the INQUA SEQS – 2002 conferens, 30 June- 7 July, 2002, Ufa, Russia: “The Upper Pliocene of the Southern Urals region and significance for correlation of eastern and western parts of Europe”. Ufa: Dauria, 2002. 139 p.

17. **Cobalcescu G.** Studii geologice si paleontologice asupra unor teramiuri teriare din unile partii ale României. Bucuresti, 1883. 161 s. (Mem. Geol. Scol. Militare din jasi. №1).

18. **Rousseau L.** Description dec principaux fossiles de la Crimée. Voyage dans la Russie meridionale, et la Crimée ect., exucuté en 1837 sous la direction M.Anatol. Demidoff. Paris, 1842. T.2, 823 p.

19. **Sandberger F.** Die Land-und Susswasser-Conchylien der vorwelt. Wiesbaden, 1870-1875. VIII. 1000 s. 1 Tab. Atlas – 36 Taf.

20. **Stefanescu S.** Etudes sur Ies terrains teriaires de Roumanie. Mem. Soc. Geol. Paleont., 4, Mem. № 15. 1896. p. 107.

21. **Titov V.V., Tesakov A.S., Danilov I.G., Danukalova G.A., Mashenko E.N., Panteleev A.V., Sotnikova M.V., Sychevskaya E.K.** The first Representative Vertebrate Fauna from the Late Miocene of Southern European Russia // Doklady Akademii Nauk, 2006, 411, N 5, 715-717.

ВОСТОЧНОЕ ОРЕНБУРЖЬЕ КАК ИНТЕРЕСНЕЙШИЙ ИСТОЧНИК ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ОТКРЫТИЙ

А.А. Юмакаева

Оренбургский Государственный Университет ОГУ, Оренбург,

e-mail: alina_yumakova1995@mail.ru

Палеонтология – наука, изучающая по ископаемым остаткам организмов и следам их жизнедеятельности историю развития растительного и животного мира прошлых геологических эпох. На основе изучения этих остатков устанавливается возраст содержащих их отложений и других горных пород, и выделяются стратиграфические единицы. За прошедшие геологические эпохи растительный и животный мир претерпел определенное развитие, и палеонтология призвана исследовать этот процесс на основании объективных фактических данных.

Современная палеонтология – во многом наука прогностическая.

Все больше данных свидетельствуют о том, что в накоплении осадочных руд и углеводородов важную роль играли живые организмы. Новым инструментом в исследовании биологических событий стали остатки органических соединений, специфичных для тех или иных групп органического мира.

Оренбургская область богата различными ископаемыми остатками вызывающими широкий интерес палеонтологов. Так в уникальном Гайском месторождении были найдены относительно целые фрагменты костей (рисунок), тридцать крупных позвонков и плавников, принадлежащих неизвестному ранее виду морских ящеров-плезиозавров, рода «поликотилус», обитавших на территории Оренбургской области в конце мелового периода.



Рис. Найденные останки позвонков плезиозавров

По фрагментам черепа, зубов позвоночника, плечевого и тазового пояса, передней и задней конечности ученые определили, что это были ящеры длиной 4-7 метров с крупной головой и мощной шеей. Новый вид доисторических животных назовут «поликотилус сопоцько» — по фамилии главного автора находки.

Этот ранее неизвестный науке вид морских ящеров (плезиозавров) жил на территории Оренбуржья более 65 миллионов лет назад. Остальные находки принадлежат к нескольким видам плезиозавров: два вида плиозавра и мозозавр [1].

Плезиозавры (лат. *Plesiosauria* — «схожий, близкий ящер») - морские пресмыкающиеся, обитали на Земле в юрский и меловой периоды (199 – 65 млн. лет назад). Они жили в водоемах и выныривали на поверхность, чтобы сделать глоток воздуха. У плезиозавров голова сидела на длинной подвижной шее и была относительно маленькой. Шея наиболее поздних меловых плезиозавров была необыкновенно длинной, занимая более трети их восемнадцатиметрового тела. Плезиозавры были хищниками. Питались они рыбой и головоногими моллюсками. В месте расположения их желудков часто находят камни, ими они перетирали добычу в желудке, так как их острые узкие зубы были не приспособлены для жевания [2].

Также в Гайском месторождение были обнаружены единичные ископаемые останки древних крокодилов, предположительно черепах и первых млекопитающих. У короткошеих плиозавров на неподвижной шее из 13-28 сросшихся позвонков сидела огромная голова, длиной до 3,5 метров. Плезиозавры имели короткое тело с плоским брюхом, широкий, но короткий хвост и четыре одинакового размера конечности, преобразованные в ласты, благодаря которым быстро плавали под водой. Хвост служил скорее рулем, чем органом, обеспечивающим поступательное движение. Обитали плезиозавры в солоноводных водоёмах, морях и океанах. Останки обнаружены на всех континентах, в том числе и в Антарктиде.

Плезиозавр, обнаруженный 25 лет назад, оказался беременным. Ученые обнаружили внутри находки хорошо сохранившийся скелет эмбриона. Так они подтвердили гипотезу о том, что эти древние морские ящеры были живородящими. Более того, они, по-видимому, жили семьями и заботились о детеныше [4]. Кости так хорошо сохранились из-за глины, которая не допустила к ним грунтовые воды. Среди находок: более 1,5 тысяч зубов акул, благодаря которым удалось определить 16 видов верхнемеловых акул, которые уже вызвали серьезную заинтересованность у многих зарубежных специалистов, ведь до настоящего момента подобных окаменелостей никому и нигде находить не удавалось.

Такое необычно богатое и разнообразное скопление позднемеловой флоры и фауны, их хорошая сохранность, уникально для Оренбургской области. Находки костей и зубов крупных морских ящеров (плезиозавров) в палеонтологии — явление крайне редкое.

Подобная коллекция ранее была собрана в конце XIX века в Орском уезде Оренбургской губернии. Эти материалы были опубликованы в 1911 году в книге известного палеонтолога Николая Боголюбова «Из истории плезиозавров в России», где описывается найденный вид мозозавра и несколько видов короткошеих и длинношеих плезиозавров.

Палеонтологические находки XIX века находятся всего в 20 км от нового местонахождения верхнемеловой фауны. Гайское меловое месторождение уникально тем, что расположено в месте, где в этот период располагалась прибрежная зона морского залива. Здесь скопилось большое количество останков древних морских животных, в том числе химеровых рыб, появившихся 220 миллионов лет назад.

Находки подтверждают существование в мезозойскую эру древнего океана Тетис на территории современного Оренбуржья. Тетис существовал во времена от позднего палеозоя до мезозоя, то есть в период от 320 до 66,5 млн. лет назад, разделяя древние континенты Гондвану и Лавразию. Простираясь от современного Средиземного моря до Индостана. Обитателями океана Тетис являлись: плакодонт, сквалодонт. Еще один типичный обитатель моря Тетис в начале миоцена - кит цетотерий. Род включает несколько видов. Это были киты средних размеров, до 10 метров длиной, с широким уплощенным размером черепа, тонкими, сильно вытянутыми в стороны горизонтальными ветвями нижней челюсти [3].

Опираясь на действующий в науке принцип аналогии можно предположить, что и на территории Гайского месторождения в условиях обитания плезиозавров и древних акул, была возможна жизнедеятельность организмов обитавших в океане Тетис. Это предположение является веским аргументом для дальнейшего палеонтологического изучения данной территории в поисках остатков других древних организмов.

Список литературы:

1. **Боголюбов Н.Н.** Из истории плезиозавров в России: Учебное пособие. - Томск: ФГУП Эллада, 1911. - 87-94 с.
2. **Диксон Дугал.** Всемирная энциклопедия динозавров: Учебное пособие. - М: Эксмо, 2008. 205-209 с
3. **Розанов А.Ю.** Палеонтологический журнал. // Вестник Моск. ун-та. Сер. 9, Археология и история. - 2008.- № 4. - С.65-73.
4. **Орлов Ю.А.** В мире древних животных: М: Наука 1989. - 63-68 с.

ГРАНИЦА ДЕВОНСКОЙ И КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СИСТЕМ НА Р. ИЗЪЯЕЛЬ (ЮГ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА)

А.Н. Плотницын, Д.А. Груздев

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

e-mail: anplotitzyn@rambler.ru

Верхнедевонско-нижнекаменноугольные отложения на юге гряды Чернышева протягиваются в виде узкой прерывистой полосы вдоль восточной части Сынинского блока (Изъяюсская и Вангырская чешуи) [11]. Пограничные отложения девона и карбона вскрываются в естественных обнажениях по левым притокам р. Косью, где наиболее детально, со стратиграфической точки зрения, они изучены по рр. Изъяю и Вангыр [см. 2, 5, 8, 10, 15 и др.]. Комплекс пород, слагающий верхнефаменско-нижнетурнейскую часть этих разрезов, формировался на западном склоне Кожимской внутришельфовой впадины и представлен преимущественно глинисто-карбонатными, кремнисто-глинисто-карбонатными отложениями, часто имеющими турбидитную или обвальную-оползневую природу [см. 1, 8, 15]. Рассматриваемый в данной работе разрез р. Изъяель, как в современном географическом плане, так и на палеофациальном профиле [см. 8, 15] расположен между разрезами рр. Изъяю и Вангыр.

В геологическом строении района р. Изъяель принимают участие комплексы пород от нижнего силура до нижней перми, характеризующиеся широким фациальным спектром. Непосредственно пограничный девон-каменноугольный интервал разреза вскрывается в среднем течении р. Изъяель, в левом борту надпойменной террасы (координаты 65°21'53.4" N 58°41'26.6" E). В качестве пограничного в данной работе рассматривается интервал, биостратиграфический объем которого охватывает зоны стандартной зональности [14, 16] от *expansa* до подошвы *duplicata*. Ниже приводится литолого-палеонтологическая характеристика рассматриваемого интервала.

Пачка 1 характеризуется микрозернистыми, в кровельных и подошвенных частях глинистыми, тонко-мелкобиокластовыми, массивными серыми известняками с обилием пиритовых конкреций. Эти известняки чередуются с маломощными прослоями темно-серых шламовых, глинистых известняков и зеленовато-серых известковистых аргиллитов (слои с пробами 79-80). Для данного интервала характерны разнообразные органические остатки, в том числе давленные раковины гониатит и брахиопод, тонкораковинные остракоды, рыбы, конодонты, спикулы губок, радиолярии и единичные кораллы. Мощность пачки - 1,25 м.

Среди конодонтов определены *Jablonnodus* sp., *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Palm. gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Polygnathus vogesi* Ziegler, *Pseudopolygnathus marburgensis trigonicus* Ziegler, характерные для зоны *expansa*.

Пачка 2 представлена чередованием маломощных (первые сантиметры) прослоев темно-серых сильно глинистых, кремнисто-глинистых известняков, темно-серых до черных кремней, глин светло-серого, серого цвета, аргиллитов углеродисто-кремнистых, известковистых с редкими массивными, относительно мощными (10-15 см), зачастую окремненными сероцветными известняками (слои с образцами 81 - 85b). Биота представлена единичными конодонтами, остракодами, радиоляриями, давленными раковинами брахиопод, аммоноидей, наутилоидей(?) и остатками иглокожих. Мощность пачки - 2,08 м.

В основании пачки (проба 81) определены конодонты, характеризующие зону *expansa*: *Palm. gracilis sigmoidalis*, *Palm. gracilis expansa Sandberg et Ziegler*, *Ps. marburgensis trionicus*, *Branmehla inornata* (Branson et Mehl). Отложения перекрывающие слой с пробой 81 конодонтами не охарактеризованы, за исключением единичных находок *Palm. gracilis sigmoidalis*.

Верхняя часть пачки (слои с образцами 84a - 85b), сложенная преимущественно углеродисто-кремнистыми аргиллитами, интерпретируются как фоновые пелагические отложения, отвечающие трансгрессивному этапу Хангенбергского глобального геологического события (ХГГС). Этот этап в условиях глубоководья обычно характеризуется накоплением черных сланцев (Hangenberg Black Shale) и сопровождается резким обеднением составов многих групп фауны [см. 4, 7].

Пачка 3 характеризуется слабосортированным (размерность кластического материала колеблется от тонкопесчаной до грубопесчаной) серым светло-серым известняковым песчаником, окремненным, со стяжениями и линзами темно-серых кремней (образцы 86 - 87). В основании пачки отмечается присутствие обломков и целых раковин брахиопод, редких аммоноидей, крупного криноидного детрита, фрагментов водорослей. Характер контакта с нижележащими отложениями, резкий, волнистый (эрозионный). В целом, от подошвы к кровле наблюдается незначительное уменьшение размеров форменных элементов. В средней и кровельной частях пачки отмечается появление микроостатков рыб, конодонтов, радиолярий и фораминифер. Мощность пачки - 1,05 м.

В кровле пачки отмечено присутствие, вероятно, переотложенных *Palm. gracilis sigmoidalis*, *Palm. gracilis gracilis*, *Br. inornata*, *Apatognathus varians* Branson et Mehl, *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl) и *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl).

Комплекс пород слагающих эту пачку интерпретируется как проксимальный турбидитный циклит, предположительно, отражающий регрессивную фазу ХГГС (Hangenberg Sandstone).

Пачка 4 представлена чередованием темно-серых, серых, тонко-мелкобикластовых, микритовых, нередко глинистых микритовых известняков окремненных в различной степени, вплоть до образования крупных, до нескольких десятков см, конкреций кремней с тонкими прослоями зеленовато-серых известковистых аргиллитов, темно-серых до черных аргиллитов, темно-серых кремней и сильно-глинистых известняков (слои с образцами 88-89). В кровельной части пачки отмечены раковины остракод, радиолярии, ихтиофауна, спикулы губок, конодонты и беззамковые брахиоподы. Конодонты представлены единичными обломками и не диагностируемыми элементами. Мощность – 1,8 м.

Пачка 5 сложена чередованием серых, преимущественно массивных, биокластовых известняков, разномелкозернистых известняковых песчаников с тонкими прослоями темно-серых глинистых известняков и серых, зеленовато-серых известковистых аргиллитов (слои с образцами 90 - 95). Окремнение развито неравномерно, от частичного в основании пачки, до образования желваков и слоеподобных стяжений от срединной до кровельной частей. Органические остатки представлены брахиоподами, в том числе беззамковыми, гастроподами, криноидеями, остракодами, фрагментами водорослей, конодонтами, рыбами, фораминиферами, спикулами губок, радиоляриями, сколекодонтами и единичными склеритами голотурий. Мощность пачки - 2,55 м.

Нижняя часть пачки (слои с образцами 90, 91) характеризуется спорадическим присутствием конодонтов *Bisp. stabilis M2* и *Neop. communis*. Средняя часть (слой с

образцом 92ф), в силу, вероятно, тафономических причин, содержит богатый комплекс конодонтов: *Palm. gracilis sigmoidalis*, *Palm. gracilis gracilis*, *Palm. gracilis expansa*, *Ps. marburgensis trigonicus*, *Br. inornata*, *Apatognathus varians*, *Bisp. aculeatus aculeatus*, *Bisp. stabilis (Branson et Mehl) M1*, *Bisp. stabilis (Branson et Mehl) M2*, *Neop. communis*, *Neop. dentatus (Druce)*, *Protognathodus meischneri* Ziegler, *Prot. collinsoni* Ziegler, *Prot. kockeli* (Bischoff), *Pol. parapetus* Druce, *Pol. delicatulus* Ulrich et Bassler, *Pol. vogesi*, *Br. weneri* (Ziegler), *Br. disparilis* (Branson and Mehl) и *Siphonodella praesulcata* Sandberg. Находки *Siphonodella praesulcata* и ранних представителей рода *Protognathodus*, в частности *Protognathodus kockeli*, характерны для зоны верхняя *praesulcata* [см. 12, 13]. В верхней части пачки (слои с образцами 93а - 95) встречены *Bisp. aculeatus aculeatus*, *Bisp. stabilis M1*, *Bisp. stabilis M2*, *Neop. communis*, *Neop. dentatus*, *Ps. primus* Branson et Mehl, *Ps. dentilineatus* Branson, *Pol. zikmundovae* Zhuravlev, *Pol. purus* Voges, *Siph. praesulcata*, *Siph. sulcata* (Huddle) и переходные формы от *Siph. sulcata* к *S. bransoni*.

Первое появление *Siphonodella sulcata* отмечается в слое с пробой 93а, что согласно рекомендации Международной подкомиссии по стратиграфии девона является основанием для установления нижней границы каменноугольной системы.

Пачка 6. Чередование тонкогоризонтальнослоистых, реже массивных, тонко-микрозернистых в незначительной степени перекристаллизованных известняков серого цвета, темно-серых тонко-микрослоистых глинистых известняков, радиоляритов темно-серого до черного цвета с тонкими прослоями и межслоевыми примазками аргиллитов, нередко известковистых (слои с образцами 96-100). Тонкая горизонтальная слоистость обусловлена распределением и ориентировкой биокластового материала, присутствием редких маломощных тонкопесчаных прослоев, а также характером распределения глинистого вещества в карбонатах. В кровельной части пачки отмечается присутствие псевдообломочной структуры песчано-гравийной размерности, которая является результатом неравномерной, избирательной перекристаллизации. Кремни представлены в виде редких стяжений и единичных маломощных прослоев. Рассеянные органические остатки характеризуются радиоляриями и скелетными элементами губок, немногочисленными створками раковин остракод, фрагментами раковин брахиопод, криноидеями, конодонтами, а так же крайне редкими сколекодонтами и рыбами. Мощность – 4,2м.

Для отложений шестой пачки характерны незначительные содержания конодонтовых элементов *Neop. communis*, *Neop. cf. carinus* (Hass), *Hindeodus crassidentatus* (Branson et Mehl), *Bisp. stabilis M1*, *Pol. zikmundovae*, *Pol. purus*, *Siph. sulcata*. Находки в прикровельной части (слой с образцом 100) таксонов *Siph. bransoni* Ji и *Siph. duplicata* (Branson et Mehl), позволяет провести в основании слоя нижнюю границу зоны *duplicata*.

Изотопно-геохимическая характеристика разреза представлена положительными значениями соотношения изотопов углерода (от +0,7 ‰ до +3,7‰). На уровне HBS наблюдается незначительное облегчение изотопного состава углерода до значений +1,3‰, которое далее сменяется утяжелением углерода (см. рис. 1). Выше по разрезу до уровня границы девона и карбона наблюдается ряд низкоамплитудных колебаний изотопного состава. Сама граница характеризуется незначительным утяжелением $\delta^{13}\text{C}$. Схожую картину можно наблюдать в разрезах рр. Вангыр, Кожим и Сывью [6, 9].

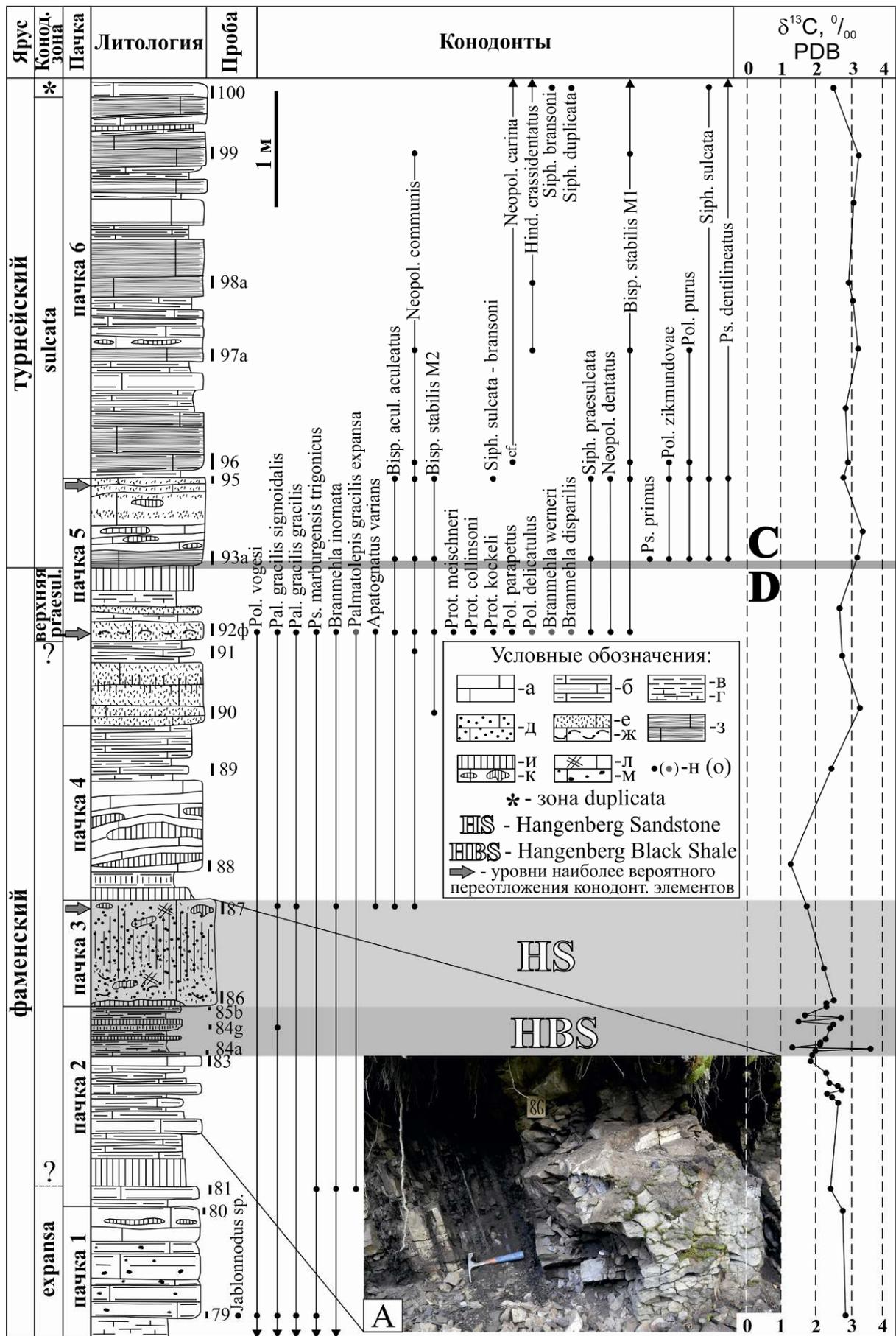


Рис. 1. Распространение конодонтов и изотопные данные по углероду в пограничном девонско-каменноугольном интервале на р. Изъяель.

Условные обозначения к рисунку: Фото А – предполагаемый событийный интервал (Хангенбергское глобальное геологическое событие) в разрезе р. Изъяель. Условные обозначения: а – известняк; б – глинистый известняк; в – аргиллит; г – известковистый аргиллит; д – известняковый песчаник; е – известняк с тонкой и мелкой биокластикой; ж – известняк с остатками брахиопод; з – тонкогоризонтальнослоистый известняк; и – прослой кремня; к – стяжения и желваки кремня; л – кальцитизированные трещины; м – конкреции сульфидов; н – экземпляры не претерпевшие переотложения или переотложены синхронно; о – заведомо переотложенные экземпляры (диахронное переотложение). Сокращения: Bisp. – Bispathodus; Hind. – Hindeodus; Neop. – Neopolygnathus; Pal. – Palmatolepis; Pol. – Polygnathus; Prot. – Protognathodus; Ps. – Pseudopolygnathus; Siph. – Siphonodella.

Разложение карбонатов и измерение изотопного состава углерода и кислорода в режиме непрерывного потока производились на аналитическом комплексе, включающем в себя систему подготовки и ввода проб Gas Bench II, соединенную с масс-спектрометром DELTA V Advantage фирмы Thermo Fisher Scientific (Бремен, Германия). Значения $\delta^{13}\text{C}$ даны в промилле относительно стандарта PDB. При калибровке были использованы международные стандарты МАГАТЭ NBS18 (calcite) и NBS19 (TS-limestone). Ошибка определения составляет $\pm 0,1\%$.

Таким образом, комплексные исследования разреза р. Изъяель позволили выявить интервал, сопоставимый с Хангенбергским глобальным геологическим событием. На севере Урала этот интервал выделен в разрезах pp. Кожим и Сывью [см. 3, 4, 6, 7], где глинистый черносланцевый горизонт (Hangenberg Black Shale) рассматривается в качестве седиментологического маркера ХГГС. В нескольких метрах выше по разрезу от событийного уровня, на основании находки зонального вида *Siphonodella sulcata* (Huddle) установлена граница между девонской и каменноугольной системами. Незначительное утяжеление изотопного состава углерода в нижней части зоны *sulcata* наблюдается фактически во всех разрезах исследуемого региона и может применяться в качестве вспомогательного маркера положения границы.

Работа поддержана программой УрО РАН "Фундаментальные закономерности геологического развития Урала и прилегающих территорий". Проект № 15-18-5-37.

Авторы выражают огромную благодарность Т.М. Безносовой и А.В. Журавлеву за ценные советы и замечания, которые способствовали улучшению работы.

Список литературы:

1. **Елисеев А.И.** Литология фаменских и нижнетурнейских отложений реки Вангыра (южная часть гряды Чернышева). - В. кн.: Сб. трудов по геол. и палеонтол. Сыктывкар, 1960. С. 127-155.
2. **Елисеев А. И.** Стратиграфия и литология каменноугольных отложений гряды Чернышева, Л.: Ленингр. отд. Изд-ва АН СССР, 1963. 173 с.
3. **Журавлев А.В.** Фациально-стратиграфические аналоги сланцев и известняков Хангенберг на Приполярном Урале // Известия вузов. Геология и разведка. 1990. № 8. С. 121–123.
4. **Журавлев А.В.** Позднедевонское (хангенбергское) событие // Использование событийно-стратиграфических уровней для межрегиональной корреляции фанерозоя России. Методическое пособие. Спб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. С. 41-46.

5. **Першина А.И.** Стратиграфия готландия и девона бассейнов рек Большой Сыни и Вангыра (южная часть гряды Чернышева)//Изв. Коми филиала Вс. геогр. общ., 1957. № 4. С. 47-56.
6. **Плотицын А.Н., Соболев Д.Б., Груздев Д.А.** Новые данные о пограничных отложениях девона и карбона на Приполярном Урале (р. Сывью)//Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2014. №6. С. 13-20.
7. **Седаева К. М., Рябинкина Н. Н., Кулешов В. Н., Валяева О. В.** Отражение Хангенбергского глобального геологического события рубежа девона и карбона в разрезах западного склона Приполярного (р. Кожим) и Южного (р. Сиказа) Урала. // ЛИТОСФЕРА, 2010. № 6. С. 25–37.
8. **Соболев Д.Б.** Остракоды и биостратиграфия турнейского яруса севера Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 113 с.
9. **Соболев Д. Б.** Эволюция и биоразнообразие раннекаменноугольных остракод на событийных уровнях//Биогеология, эволюция организмов и биоразнообразие в геологической истории Тимано-Североуральского региона, моделирование палеоэкосистем, палеонтологические и стратиграфические геокорреляции/Ред. В.С. Цыганко, Т.М. Безносова, Д.В. Пономарев. Сыктывкар: Геопринт, 2011. С. 102-108.
10. **Соболев Д.Б., Журавлев А.В.** Конодонты и остракоды пограничных отложений девона и карбона на р. Вангыр//Обоснование границ стратиграфических подразделений, Сыктывкар, 1994. С. 35-44. (Труды Института геологии Коми научного центра УрО Российской академии наук, вып. 82).
11. **Юдин В.В.** Орогенез севера Урала и Пай-Хоя. Екатеринбург: УИФ “Наука”, 1994. 283 с.
12. **Corradini C., Kaiser S.I., Perri M.C., Spalletta C.** Protognathodus (Conodonta) and it's potential as a tool for defining the Devonian/Carboniferous boundary//Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 2011. Vol. 117 (1). P. 15-28.
13. **Kaiser S.I.** The Devonian/Carboniferous stratotype section La Serre (Montagne Noire) revisited. Newsl. Stratigr., 2009. 43(2). P. 195-205.
14. **Sandberg C.A., Ziegler W., Leuteritz K., Brill S.M.** Phylogeny, speciation and zonation of Siphonodella (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous)//Newsl. Stratigr., 1978. (7). P. 102-120.
15. **Sobolev D.B., Vevel Y.A., Zhuravlev A.V., Kamzalakova S.Y.** Facies and fossil associations of the Uppermost Famennian and Tournaisian deposits of the Iz'yayu river section (Tchernyshev uplift)//Ichthyolith issues special publication 6, 2000. P. 108-111.
16. **Ziegler W. & Sandberg C.A.** The Late Devonian Standard Conodont Zonation//Courier Forschungs - Institut Senckenberg, 121, 1990. P. 1-115.

БРЮХОНОГИЕ И ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ ИЗ РИФОВЫХ МАССИВОВ ШАХТАУ И ТРАТАУ

И.Е. Шиньков

*МАУ ДО «Детский оздоровительно-образовательный центр туризма и краеведения»
городского округа г. Салават*

e-mail: shenykov@mail.ru

Стерлитамакские шиханы — изолированные возвышенности на территории Башкирского Предуралья, состоящие из четырёх одиночных гор: Юрактау, Куштау, Шахтау, Тратау. Они образуют узкую цепочку, вытянутую вдоль р. Белой на 20 км в меридиональном направлении. Они являются выведенными на земную поверхность нижнепермскими рифовыми массивами, сложенными в основном рифогенными известняками. Они содержат окаменевшие скелеты, принадлежащие разнообразным представителям органического мира того времени - кораллам, мшанкам, губкам, фораминиферам, брахиоподам, иглокожим, водорослям и др.

Сегодня шиханы активно посещаются геологами, палеонтологами, юными геологами, коллекционерами с целью сбора образцов фауны. Самые посещаемые геологами являются шиханы Тратау и Шахтау. Органический мир шиханов до конца не исследован, не изучены, в частности, моллюски. Моллюски на шиханах встречаются редко в виде отдельных рассеянных раковин. Они хорошо представлена в музее камня имени Скуина И.А., но на сегодняшний день коллекция не систематизирована. Юными геологами города Салават также собрана коллекция брюхоногих и двустворчатых моллюсков с этих рифовых массивов. Образцы отбирались в разные годы в отвалах карьера Шахтау, на склонах шихана Тратау и небольшом карьере массива Малый Шихан. Автором проведено определение и описание коллекции геологического объединения (16 образцов) и части коллекции музея камня имени Скуина И.А. При работе с коллекцией музея Скуина И.А. обратили внимание, что несколько родов брюхоногих были определены, в то время как образцы двустворчатых оставались безымянными. В статье приводятся только те образцы, определение которых выполнено до отряда, семейства или рода.

При описании брюхоногих основное внимание уделялось на форму раковины и завитка, строение устья, скульптуру, наличие пупка и сифона. При описании двустворчатых моллюсков внимание уделялось форме раковины и её зияние, скульптуру, положение макушки и особенности смычного края. При систематике коллекции двустворчатых использовалась классификация приведенная в книге «Двустворчатые моллюски России и сопредельных стран в фанерозое» [6]. При систематике коллекции брюхоногих использован справочник для палеонтологов и геологов СССР под редакцией Орлова Ю. А [7].

В результате выполненных исследований выявлены присутствие шести отрядов двустворчатых моллюсков: Pectinida, Pholadomyida, Mytilida, Unionida, Lucinida, Arctica. А брюхоногие моллюски представлены одним отрядом Archaeogastropoda, определено 7 родов. Брюхоногие имели раковины небольших размеров, наиболее крупными представителями являются род *Euomphalus* и род *Straparollus*.

Двустворчатые отличаются довольно крупными раковинами. Их идентификация была затруднена из-за невозможности изучения зубов. Всего определено 10 родов, из них 4 рода являются руководящими формами перми: *Liebea*, *Elimata*, *Labayaphogus*, *Tajlugania*.

Данная работа пополняет информацию о моллюсках Стерлитамакских шиханов. Ниже приводится систематика выявленных родов.

Класс Bivalvia

Отряд Pectinida

- Семейство Limidae
- Род Elimata
- Семейство Aviculopectinidae
- Род Streblochondria

Отряд Pholadomyida

- Семейство Edmondiidae
- Род Edmondia
- Семейство Sanguinolitidae
- Род Wilkingia

Отряд Mytilida

- Семейство Pteriidae
- Род Pteria
- Семейство Myalinidae
- Род Liebea

Отряд Unionida

- Семейство Modiomorphidae
- Род Labayaphorus
- Семейство Palaeomutelidae
- Род Tajlugania

Отряд Lucinida

- Семейство Astartidae
- Род Astartella

Отряд Arcida

- Семейство Paralleodontidae
- Род Parallelodon

Класс Gastropoda

Отряд Archaeogastropoda

- Семейство Belerophonidae
- Род Bellerophon
- Семейство Euomphalidae
- Род Euomphalus
- Род Straparollus
- Род Omphalotrochus
- Семейство Naticopsidae
- Род Naticopsis
- Семейство Pseudomelaniidae
- Род Meecospira
- Семейство Lexonematidae
- Род Pseudozygopleura
- Подрод Stephanozyga
- Семейство Pleurotomaridae
- Подсемейство Gosseletineinae

Список литературы:

1. Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР. Том 6. Пермская система. - Л., М: Редакция горно-топливной и геолого-разведочной литературы, 1939, 325с.
2. Данукалова Г.А. Палеонтология в таблицах. – Тверь: Издательство ГЕРС, 2009. 196с.
3. Королюк И.К. Методы и результаты изучения пермского рифогенного массива Шахтау (Башкирское Приуралье). – М.: Наука, 1985.
4. Кулагина Е.И., Скуин И.А., Коссовая О.Л. Пермский риф Шахтау. –Уфа: Белая Река, 2015. 72с.
5. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. Ч. 1: Учебник. — М.: Изд-во МГУ, 1997. 447с.
6. Невеская Л.А. и др. Двустворчатые моллюски России и сопредельных стран в фанерозое. – М.: Научный мир, 2013. 524 с.
7. Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. Моллюски - Брюхоногие. Главный редактор Орлов Ю.А. - М.: Изд-во Академии наук СССР, 1960.360с.
8. Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. Моллюски –панцирные, двустворчатые, лопатоногие. Главный редактор Орлов Ю.А. - М.: Изд-во Академии наук СССР, 1960.301с.

КОРАЛЛЫ РАЗРЕЗА РЯУЗАК ИШИМБАЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

В.Н. Радченко

МАУ ДО «Детский оздоровительно-образовательный центр туризма и краеведения»
городского округа г. Салават

e-mail: raghenko@mail.ru

Разрез «Рязук» расположен на восточном склоне хребта Багарязы, на правом берегу р. Рязук в 5 км выше д. Саргаево Ишимбайского района Республики Башкортостан. Участок исследований в геотектоническом отношении находится в западном обрамлении Башкирского мегантиклинория на западном крыле линейной антиклинальной складки, вытянутой в субмеридиональном направлении. В разрезе обнажаются известняки живетского яруса среднего девона и фран-фаменского яруса верхнего девона. В них находятся массивно-слоистые органогенно-детритовые с разнообразными палеонтологическими остатками. кораллы, брахиоподы, моллюски, криноидеи.

Во время исследования разреза отмечено обилие кораллов в известняках, видимо они были рифостроителями. Кораллы разреза «Рязук» в литературе мало освещены. Для их изучения из осыпи отобрано 15 образцов. Перед определением родовой принадлежности изучено строение и систематика отрядов и семейств коралловых полипов. При описании образцов уделялось внимание на форму и размеры кораллитов, форму колоний, строение вертикальных и горизонтальных элементов скелета. Для изучения внутреннего строения кораллитов на некоторых образцах были сделаны поперечная и продольная шлифовки. При определении и систематике коллекции использовалась классификация, приведенная в справочнике для палеонтологов и геологов СССР под редакцией Орлова Ю. А. и атлас руководящих форм ископаемых девонской системы.

В описанной коллекции определены представители двух подклассов: Tabulatoidea и Tetracoralla. Всего определено 2 рода подкласса Tabulatoidea (отряд Syringoporidae) и 9 родов подкласса Tetracoralla, принадлежащие шести семействам отряда Cystiphyllida и отряда Evenkiellida. Ниже приводится систематика выявленных родов.

Подкласс Tetracoralla (*Rugosa*)

Отряд Cystiphyllida

Семейство Thamnophyllidae

Род Pachyphyllum

Семейство Hallidae

Род Aulacoplyllum

Семейство Cyathopsidae

Род Nicholsoniella

Род Caninia

Отряд Evenkiellida

Семейство Disphyllidae

Род Penekiella

Род Hexagonaria

Род Megaphyllum

Подкласс Tabulatoidea

Отряд Syringoporida

Семейство Syringoporidae

Род Syringopora.

Род Syringopora.

Семейство Thecostegitidae

Род Thecostegites.

Семейство Lithostrotionidae
Род Tschernowiphyllum
Семейство Campophyllidae
Род Campophyllum

Систематизация коллекции вызвало трудности, связанные отсутствием единой современной классификации кораллов. Вся отечественная литература по девонским кораллам выпущена в 60-тые годы XX века. В этих источниках обнаруживается несоответствие в названиях семейств и родов, а также возрастов. Например: а) род *Megaphyllum*, описанный в атласе [1] как руководящая форма девона, в современной литературе не встречается. Орловым Ю.А. он был причислен к роду *Hexagonaria*, но отличается от него формой колоний и размерами кораллитов; б) род *Campophyllum* у Дубатова В.Н. [3] указывается как один из основных родов девона, а у Орлова Ю.А. [4] он причислен к карбону. При работе с коллекцией выявлены в основном девонские рода кораллов, но есть несколько родов и семейств, принадлежащих к каменноугольной системе: род *Caninia*, семейство *Lithostrotionidae*, семейство *Campophyllidae*. Наличие каменноугольных представителей может указывать, что в разрезе обнажается граница карбона и девона.

Из вышесказанного следует вывод, что кораллы девона требуют современной ревизии, а кораллы разреза Рязак требуют тщательного изучения. Данная работа может использоваться, как определитель кораллов разреза «Рязак» и для занятий по палеонтологии нашего геологических объединений.

Список литературы:

1. Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР. Том 3. Девонская система. – М: Госгеолгиздат, 1947, 302с.
2. Добролюбова Т.А., Кабакович Н.В., Чудинова И.И. Наставление по сбору и изучению палеозойских кораллов. — М. : Изд-во «Наука», Москва, 1964, 64с.
3. Дубатов В.Н., Спасский Н.Я. Стратиграфический и географический обзор девонских кораллов СССР. - М. : Изд-во «Наука», Москва, 1964, 152с.
4. Орлов Ю.А. Основы палеонтологии. — М.: Изд-во «Академии наук СССР», Москва, 1962, 486с.
5. Типовые разрезы девона, карбона и перми на западном склоне Южного Урала. Путеводитель геологической экскурсии. – М.: МГУ, 2013, 83с.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ МАЛОГО КАРАТАУ

А.Б. Асамбаева, А.Н. Сарсенбаева

*Институт геологии и нефти-газового дела им.К.Турысова
КазННТУ им.К.И.Сатпаева, Казахстан, Алматы*

e-mail: Aizada.Asambayeva@mail.ru

Хребет Каратау протягивается в северо-западном направлении между Сырдарьинской и Чуйской депрессиями на 420 км и состоит из двух гряд. Юго-западная гряда называется Большой Каратау, северо-восточная – Малый Каратау. Малый Каратау выражен в рельефе менее резко и расчленен продольными понижениями - Большекаройской, Малокаройской, Аксайской и др. Наибольшая его высота (гора Аркалык) достигает 1611 м. [1].

Мелкие речки, стекающие со склонов Каратау, тяготеют к Аральскому бассейну и имеют родниковое питание. Они характеризуются короткими весенними паводками и постоянным водным режимом, но не доносят воды до конечных базисов. На периферии конусов выноса вследствие вклинивания подземных вод формируются озера.

В геологическом строении Малого Каратау принимают участие протерозойские, палеозойские и кайнозойские осадочные и магматические породы. Протерозойские и палеозойские образования дислоцированы, кайнозойские залегают обычно плащеобразно и дислоцированы в единичных случаях.

Докембрийские образования сложены флишевыми осадками кокджотской серией, большекаройской свитой осадочных пород и малокаройской эффузивно-осадочной серией. Обнажаются они водораздельной части хребта Малый Каратау, в долинах Большого и Малого Кароя и во всех антиклинальных структурах, прослеживаясь на протяжении до 160 км.

Самые древние породы кокджотской серии условно относятся к верхнему рифею. Достоверными считаются вендские отложения малокаройской серия, где найден комплекс строматолитов.

Строматолиты – плотные слоистые образования, появившиеся в результате жизнедеятельности цианобактерий и сине-зеленых водорослей – первых живых существ, населявших древний океан около 3-х млрд. лет назад. Можно сказать, что сине-зеленые водоросли дали начало жизни на Земле.

Территория Малого Каратау в кембрийское время являлась площадью прогибания с режимом открытого моря, со спокойными тектоническими условиями, отсутствием магматизма и складчатости. Образование чулактауской свиты фосфористо-кремнисто-доломитового состава, близкой по фациальным условиям формирования к кремнисто-сланцевой формации, сменилось осадками карбонатной формации открытого эпиконтинентального бассейна. Характерно богатство органической жизни, руководящее значение из которых имели трилобиты. Трилобиты детально изучены и описаны монографически Ергалиевым Г.К. из непрерывного разреза по реке Кыршабакты.

Класс трилобитов (Trilobita) относится к типу членистоногих (Arthropoda). Эти своеобразные морские животные жили в морях и океанах Земли в палеозойскую эру. Возникли они в кембрии, произошли, по-видимому, от вендских примитивных членистоногих, а вымерли в конце перми. Трилобиты имели хитиновый панцирь, пропи-

танный карбонатом или фосфатом кальция, панцирь защищал их сверху, со спинной стороны [4].

Каратауская кембрийская фауна была характерна для всех мелководных частей океана, занимавшего в то время территорию Казахстана за исключением Западного Казахстана, который представлял собой безжизненное низкогорье, изрезанное долинами и оврагами [3]. Отложения Западного Казахстана характеризуются более молодыми отложениями юры и триаса.

Среди трилобитов Малого Каратау широко развиты род агностиды (рис. 1).



Рис. 1. Агностиды

В ордовике геологические условия не изменилось и карбонатные осадки продолжали формироваться в течение всей ранней и средней эпох ордовика. В среднем ордовике закончилось формирование карбонатной толщи и началось отложение терригенных осадков, наибольшее значение для расчленения которой и обоснования возраста имеют колониальные кораллы, брахиоподы, трилобиты, граптолиты и конодонты.

В карадоке тектонические движения изменили границы бассейнов осадконакопления, а конец ордовика и начало силура ознаменовались активными тектоническими движениями, прератившими район малого Каратау в устойчивое поднятие, на площади которого седиментации не было.

В девонском периоде в полной мере проявился переход территории Малого Каратау к орогенному режиму, наметившемуся уже в силуре. Седиментация отсутствовала. Интенсивная эрозия привела к образованию рельефа в районе, близком к современному (чередование продольных гряд по тамдинским карбонатам и понижений по малокаройским и большекаройским породам).

В каменноугольный период осадконакопление имело место в условиях движений земной коры разного знака и значительных амплитуд. Отложения карбонов несогласно перекрывают каледонское складчатое основание.

Турнейский век ознаменовался трансгрессией. На участках, прилегавших к областям сноса, в дельтах и конусах выноса предгорных шлейфов отлагались песчано-гравийные породы и галечники. По мере расширения трансгрессии появились карбонатные и тонкозернистые и терригенные осадки. кратковременные регрессии моря в нижнем визе и увлажнение климата привели к заболачиванию реликтовых водоемов и торфонакоплению.

Новая трансгрессия моря в нижнем и среднем визе, обусловила накопление карбонатно-терригенных осадков, перекрывших аллювиально-озерно-дельтовой угленосный комплекс. Временами морские условия сменялись лагунными, что определило формирование горизонтов гипсов и ангидритов.

В верхнем визе и серпуховском веке в связи с началом регрессии моря, на неустойчивом островном мелкоморье и заливно-лагунном побережье карбонатно-терригенные осадки сменились терригенными.

Средне- и позднекаменноугольная эпохи ознаменовались условием восходящих движений, освободивших от моря почти всю площадь Малого Каратау. В зоне лагунного побережья и в дельтах рек формировались терригенные осадки, на глубоководных участках накапливались глинистые и глинисто-карбонатные породы.

Отложения карбона детально охарактеризованы палеонтологически. Важное значение имеют брахиоподы, мшанки, фораминиферы, кораллы, канадонты и остатки наземной растительности.

На наших участках в районах рек Кызылсай и Ботакара отчетливо можно просматривать фауну брахиоподы - отряда Spiriferida, рода Spirifer и Produktus; мшанки *Rectifenestella* sp., кораллы (одиночные и колониальные) здесь встречаются колонии Syringopora, одиночные кораллы, гастроподы, а также остатки наземной растительности. Брахиоподы крупные и мелкие размером (рис. 4).

Мшанки (тип bryozoa) - в основном морские колониальные животные (рис. 2а). Относятся к прикрепленному бентосу. Обитают в мелководной зоне. Размеры небольшие (не более 1мм.). Колониальные постройки – хитиноидные (роговые) или известковые. Колонии кустистые, ветвистые, сетчатые и др., состоят из множеств цилиндрических ячеек [2].



Рис.2а и 2б. Мшанка *Rectifenestella* sp.,

Колонии мшанок похожи на мох, водоросли, или корки на камнях, раковинах. Они образуют тонкую сетку или встречаются в виде гроздевидных, полушаровидных масс. Тело мшанки мешковидно, сверху с ротовым отверстием, вокруг которого располагается венчик из щупальцев. Внутренняя организация мшанок сложнее, чем у кишечнополостных. В ископаемом состоянии мшанки образуют известковые рифы. По ископаемым мшанкам судят об особенностях водных бассейнов минувших эпох.

Мшанки известны с ордовика до нашего времени. Они были рифообразователями в карбоне, перми и неогене. В мезозое многие палеозойские мшанки вымерли и на смену им пришли новые мшанки [6].

Фенестелла (род *Fenestella*). Колонии сетчатые, состоящие из прутьев и перекладин между ними (рис. 2б). Сетки вертикально воздымаются над субстратом, образуя вееро-, чашеобразные и воронковидные конструкции, где устья автозооциев открываются только в одну сторону, именуемую фронтальной. Колонии однослойные, морморфные, состоящие из автозооциев. Автозооциии располагаются в два ряда и только на прутьях. Они открываются наружу круглыми устьями, ведущими в колбовидную полость, имеющую четырехугольное основание. Ряды автозооциев разделены срединным гребнем, как правило, несущим шиповидные отростки. У колоний, на стороне обратной фронтальной, развиты различные мелкие выросты. Прикрепленный бентос [6].



Рис. 3. Колониальные кораллы



Рис. 4. Тетракораллы, *Сapinia* (вид с боку и сверху)

Capinia - одиночный коралл средних или крупных размеров, слегка изогнутый. Ряд вертикально расположенных пузырьков узкий. Септы сильно укорочены, которые не доходят до стенок коралла (рис.4) [5].

Спирифер (род *Spirifer*) – Раковина известковая, средних размеров, округло-треугольной или овальной формы, вытянутая в ширину (рис. 5). Имеется небольшая клювообразная макушка. Створки выпуклые, синус и седло выражены слабо. На поверхности раковины радиальные, ветвящиеся ребра. Смычный край прямой. Хорошо выражена арка. Есть ручной аппарат. Прикрепленный бентос [6].



Рис. 5. Брахиоподы, род *Spirifer*.



Рис. 6. род *Productus*

Продуктус (род *Productus*) – раковина известковая, крупная, вытянутая в длину, неравносторчатая: брюшная створка сильно выпуклая, особенно сильно в примакущечной части, спинная – плоская или вогнутая (рис. 6). На наружной поверхности раковины радиальные ребра, концентрические морщины. Иглы только у замочного края

и на ушках (в ископаемом виде они редко сохраняются: на их присутствие указывают бугорки на поверхности створки). С помощью игл прикреплялся к твердому субстрату. Ареи, ручных поддержек и ножки нет. Бентос [6].

В пермском и начала триасового периодов значительная часть территория Малого Каратау представляла сушу. пермские отложения сложены континентальными фациями и ограниченно распространены в разобщенных прогибах на северо-восточной окраине Малого Каратау.

В четвертичный период шло формирование рельефа, сопровождающее аккумуляцией продуктов разрушения, на фоне сводового поднятия района. Четвертичные отложения представлены маломощным чехлом почти по всей территории Малого Каратау. Генетически – это элювиальные образования, а также делювиальные, пролювиальные, аллювиальные и озерные отложения.

Список литературы :

1. **Запорожец А.А.** Пособие по учебной геологической практике для студентов геологических специальностей. Алматы. 1989.стр. 42-46
2. **Музафаров В.Г.** определитель минералов, горных пород и окаменелостей. М., "Недра", 1979, стр. 300-301
3. Путеводитель полевой экскурсии. международная полевая конференция рабочей группы по ярусному расчленению кембрия. Хребет Малый Каратау, Южный Казахстан 24 августа – 2 сентября 2009. // Алматы, 2009. с. 65 – 67.
4. **Уралбаев Е.А., Сарсенбаева А.Н.** Трилобиты Кыршабактинского разреза. XX Юбилейный Международный научный симпозиум студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 120-летию основания Томского политехнического университета в городе Томск. Томск. 2016.с. 91-92.
5. <http://www.ammonit.ru>
6. <http://geology.brsu.by/fossils>

3. Минералогия, геохимия и петрография

ГЕОХИМИЯ ВУЛКАНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ МАШАКСКОГО КОМПЛЕКСА СРЕДНЕГО РИФЕЯ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

А.А. Ратов

Институт геологии УНЦ РАН, г. Уфа,

e-mail: ratov1990@icloud.com

Геохимические особенности магматических пород машакского комплекса среднего рифея Южного Урала рассматриваются на примере надежно датированных объектов [6, 5, 7].

Ранее было показано [7], что машакское магматическое событие в виде вулкани-тов, дайковых роев и глубинных интрузий распространилось далеко за пределы Южного Урала (Восточно-Европейская платформа, Тиман, Гренландия, Сибирский кратон).

Основное внимание уделено изучению вулканогенных образований, изотопное датирование которых надежно определяет возраст вмещающих осадочных пород, а геохимическая специализация позволяет судить о геотектонических условиях формирования магматических комплексов.

Данные геохимических исследований элементов-примесей получены масс-спектральным (масс-спектрометр Elan-6100 "Perkin Elmer") и атомно-эмиссионным (спектрометр Optima-4300 DV "Perkin-Elmer") методами в лабораториях ФГУП «ВИМС» (г. Москва) и ИГиГ УрО РАН (г. Екатеринбург).

Особенности распределения элементов-примесей в вулканитах машакской свиты среднего рифея отображены на диаграммах, построенных с нормированием содержания редкоземельных элементов (РЗЭ) к хондриту по [9] (рис.1) Рассматриваемые элементы-примеси в силу инертности к процессам преобразования пород сохраняют первичную информацию об условиях их формирования.

Как видно из диаграммы распределение РЗЭ, для машакских вулкани-тов, среди которых преобладают metabasalts, характерны полные спектры РЗЭ, преобладание легких лантаноидов ($\Sigma La = La + Ce + Pr + Nd$) над тяжелыми ($\Sigma Sc = Er + Tm + Yb + Lu$). Распределение РЗЭ в metabasalts машакской свиты среднего рифея характеризуется не только значительной концентрацией легких лантаноидов, но и четким минимумом Eu, который относится к совместимым (когерентным) элементам, изоморфно входящим в кристаллическую структуру плагиоклаза. Эта особенность в распределении РЗЭ в машакских вулкани-тах отмечалась ранее [1], но пояснений, чем обусловлен Eu минимум, не приводилось.

Используя данные возраста интрузивных образований, которые рассматриваются в качестве комагматов для машакских вулкани-тов (габбро Бердяшского плутона [4] и Главной Бакальской дайки [8] и граниты Ахмеровского массива [3]), и их редко-земельную специализацию (рис.2) пришли к выводу.

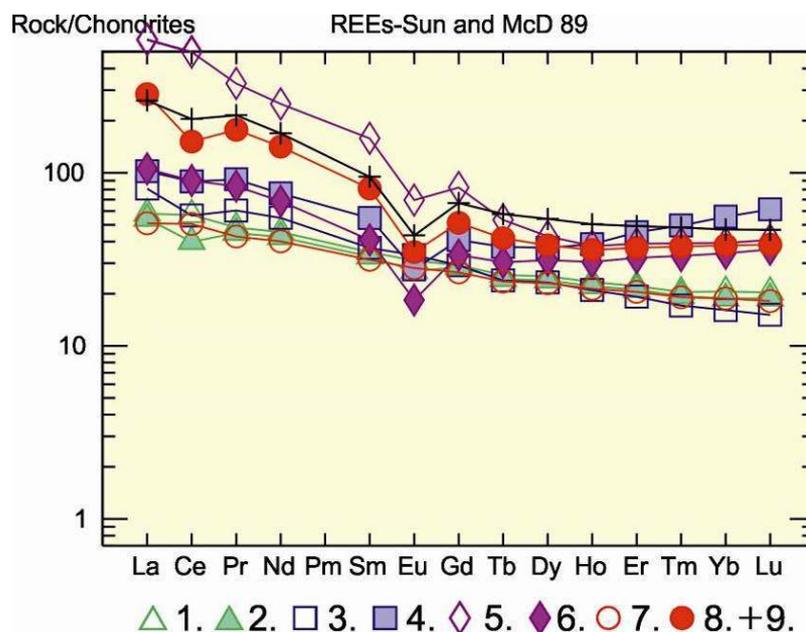


Рис. 1. Распределение РЗЭ в вулканитах машакского комплекса среднего рифея на Южном Урале.

1) П-1; 2) П-2; 3) П-3; 4) П-4; 5) П-5; 6) П-6; 7) П-7; 8) К-323; 9) К-898

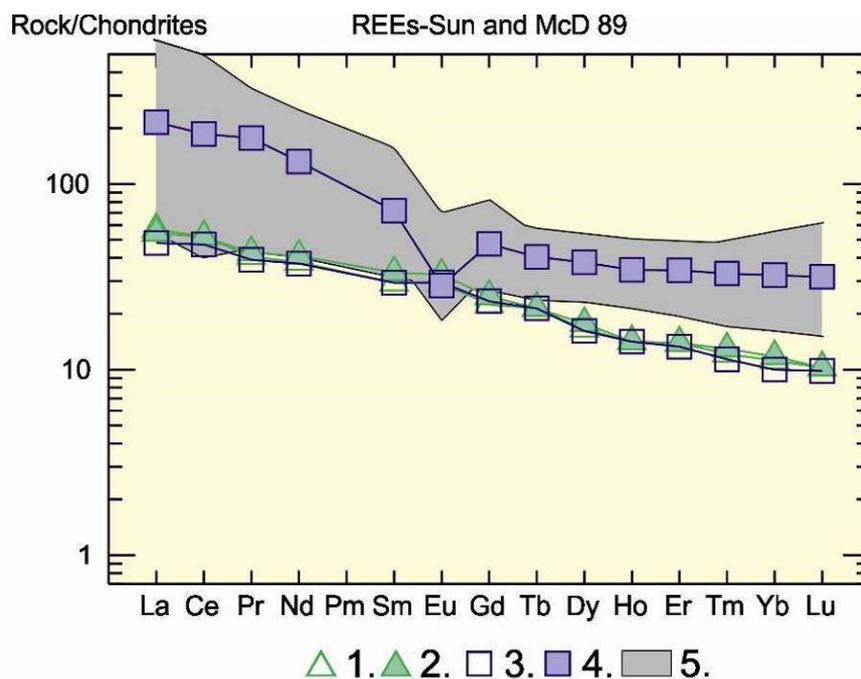


Рис. 2. Распределение РЗЭ в вулканитах машакской свиты, гранитах Ахмеровского массива и габбро Бердяшского плутона и Главной Бакальской дайки

Условные обозначения: 1 – Главная Бакальская дайка; 2, 3 – Бердяшский плутон; 4 – Ахмеровский массив; 5 – поле вулканитов машакской свиты.

1) EQ03-07-01; 2) EQ03-09-01; 3) EQ03-09-02; 4) К-913; 5) П-1; П-2; П-3; П-4; П-5; П-6; П-7; К-323; К-898;

По особенностям распределения РЗЭ (рис.2) граниты Ахмеровского массива и габбро Бердяшского плутона и Главной Бакальской дайки находятся в поле машакских базальтов, что допускает общность их происхождения.

Четкий минимум по Eu, ярко выраженный в базальтах и гранитах Ахмеровского массива, отсутствует в габбро Бердяушского плутона и Главной Бакальской дайки. Это свидетельствует о том, что большая часть Eu была сконцентрирована в составе плагиоклаза уже на этапе кристаллизации габбро (1410—1390 млн. лет). Становление гранитов Ахмеровского и Бердяушского плутонов и проявление базальтоидного магматизма в машакской свите происходило почти синхронно (во временном интервале 1380–1383 млн. лет [6,7]), что предопределило низкое хондрит-нормированное значение Eu в гранитах и базальтах.

Основываясь на изотопно-геохронологических данных А.А. Краснобаев с соавторами [4] пришли к выводу, что габбро Бердяушского плутона формируются за счет обогащенного мантийного источника, возникшего в архее или палеопротерозое.

Значительное обогащение легкими РЗЭ машакских вулканитов указывает на континентально-рифтогенный характер вулканизма. Так же в условиях континентальной коры происходит формирование гранитных расплавов Ахмеровского и Бердяушского плутонов [2]

Список литературы:

1. **Ардисламов Ф.Р., Савельев Д.Е., Сначев А.В., Пучков, В.Н.** Геология машакской свиты Яматауского антиклинория (Южный Урал) // Уфа: ДизайнПР, 2013. С. 213.
2. **Горожанин В.М., Носова А.А., Горожанина Е.Н.** Новые Rb-Sr и геохимические данные по Ахмеровскому гранитному массиву (Башкирский мегантиклинорий) // Геологический сборник № 6. Уфа : ИГ УНЦ РАН, 2007. С. 17-30.
3. **Краснобаев А. А., Козлов В. И., Пучков В.Н. , Родионов Н.В., Нехорошева А.Г., Кисеева К.Н.** Ахмеровский гранитный массив – представитель мезопротерозойского интрузивного магматизма на Южном Урале// ДАН, 2007. Т 418, №2.С.1-6.
4. **Краснобаев А.А., Попов В.С., Беляцкий Б.В.** Хронологические и генетические соотношения интрузивных пород Бердяушского плутона (Южный Урал) в свете новых U-Pb и Sm-Nd изотопных данных. ЗРМО, 2011. Ч. СXXX , № 2. с. 59-73.
5. **Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Бушарина С.В. ,Сергеева Н.Д., Падерин И.П.** Цирконовая геохронология машакских вулканитов и проблема возраста границы нижний-средний рифей (Южный Урал)// Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2013. Том 21, № 5, с. 3–20.
6. **Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Шмитц М., Козлов В.И., Давыдов В.И., Лепехина Е.Н., Нехорошева А.Г.** Новые U-Pb датировки машакской свиты Южного Урала и их сравнительная оценка. С. 3–14. // ИГ УНЦ РАН. Геологический сборник. 2009. № 8.
7. **Puchkov V.N., Bogdanova S.V., Ernst R., Soderlund U. et al.** The ca. 1380 Ma Mashak igneous event of the Southern Urals // Lithos. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lithos.2012.08.02>
8. **Ernst R.E., Pease V., Puchkov V.N. et al.** Geochemical Characterization of Precambrian magmatic suites of the southeastern margin of the East European Craton, Southern Urals, Russia // ИГ УНЦ РАН. Геологический сборник. 2006. № 5. С. 119–161
9. **Sun S.S., McDonough W.F.** Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in the Oceanic Basins. – Geol. Soc. Spec. Publ. – 1989. – No 42. – P. 313–345.

ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗСОДЕРЖАЩИХ ОТЛОЖЕНИЙ АСЫВВОЖСКОЙ СВИТЫ (D_{2-3as}) ЮЖНОГО ТИМАНА

О.В. Гракова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар,

e-mail: ovgrakova@geo.komisc.ru

Алмазсодержащие отложения Южного Тимана расположены в северо-западной части Джежимпарминской структуры. Они представлены терригенно-карбонатными образованиями асыввожской свиты (D_{2-3as}). Нами была описана нижняя часть асыввожской свиты (мощностью 5.5 м) на восточной стенке карьера Асыввож [5, 6], представленная разнотекстурными песчаниками с прослоями и линзами кварцевых гравелитов и глин. Перекрывают породы асыввожской свиты песчаники джежимской свиты верхнего рифея. Особенностью отложений асыввожской свиты в карьере Асыввож является то, что даже разрезы двух разных частей одного и того же обнажения плохо сопоставимы друг с другом [3]. Это связано с изменением размерности терригенного материала, с выклиниванием отдельных слоев, проявлением косой слоистости, смещением отдельных слоев вдоль трещин, что свидетельствует о динамичных условиях осадконакопления при образовании свиты. Данные о геологическом строении джежимской, в зоне контакта с асыввожской свитой, и асыввожской свит, с учетом имеющихся опубликованных и фондовых материалов указывают на то, что они были сформированы в континентальных и прибрежно-морских условиях, в обстановках теплого гумидного климата [4].

Литохимические особенности алмазсодержащих отложений асыввожской свиты Южного Тимана были изучены по данным комплексного метода мокрой химии с рентгено-флуорисцентным анализом (аналитик Неверов С. Т.) (табл. 1).

На основе химической классификации Я. Э. Юдовича [10], установлено, что породы джежимской свиты в зоне контакта относятся к таксону «силиты» (ГМ < 0.30), включая классы: суперсилиты (ГМ 0.06–0.10), нормосилиты (ГМ 0.11–0.20), миосилиты (ГМ 0.21–0.30). В разрезе джежимской свиты снизу вверх отмечается постепенный переход от миосилитов к нормосилитам что, по мнению Я. Э. Юдовича [10], может свидетельствовать о том, что песчаники становятся менее глинистыми или менее полевошпатовыми, это также подтверждается результатами петрографических исследований [3].

Отложения асыввожской свиты относятся к таксону «силиты» и «сиаллиты» (ГМ 0.30–0.55), здесь выделяются следующие классы: суперсилиты, миосилиты, гипосиаллиты (ГМ 0.3–0.35 – пониженно-гидролизатные) и нормосиаллиты (ГМ 0.36–0.48 – нормально-гидролизатные).

Положение фигуративных точек составов пород на петрохимической диаграмме А. Г. Коссовской, М. И. Тучковой [7] показывает, что отложения джежимской свиты (табл. 1: 1–6, 9–11) относятся к кварцевым, олигомиктовым и полимиктовым песчаникам, отложения асыввожской свиты (табл. 1: 7, 8, 12) – к кварцевым и полимиктовым песчаникам.

Также нами были исследованы терригенные отложения асыввожской и джежимской в зоне контакта свит на основе петрохимических модулей (по отношению петрогенных оксидов). По значениям гидролизатного модуля (ГМ) – $(\text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO}) / \text{SiO}_2$ [10] в составе джежимской свиты (расположенной на контакте с асыввожской свитой) присутствуют мономиктовые

кварцевые песчаники (ГМ 0,06–0,1), олигомиктовые кварцевые песчаники и алевролиты (ГМ 0,11–0,19), мезомиктовые и полимиктовые кварцевые песчаники и алевролиты (ГМ 0,21–0,28), в асывовожской свите присутствуют мономиктовые кварцевые песчаники, мезомиктовые и полимиктовые кварцевые песчаники и алевролиты (ГМ 0,21–0,28). Известно, что, чем выше значение этого модуля, тем более сильное и глубокое выветривание претерпели исходные породы источников сноса и тем выше зрелость осадочной породы. Исходные породы асывовожской свиты (по-видимому, в основном, песчаники джежимской свиты) претерпели сильное выветривание.

Таблица 1

Химический состав пород асывовожской и джежимской свиты Южного Тимана,
содержание компонентов в мас. %

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	миосилит	миосилит	нормосилит	нормосилит	нормосилит	нормосилит	суперсилит	гипосилит	нормосилит	суперсилит	суперсилит	нормосилит
SiO ₂	72.39	76.62	79.41	85.28	86.27	88.55	91.44	68.39	65.45	88.8	90.61	80.88
TiO ₂	0.74	0.83	0.36	0.31	0.42	0.34	0.32	0.89	0.89	0.22	0.33	0.61
Al ₂ O ₃	15.33	12.58	13.07	9.81	10.04	8.17	4.99	20.33	22.51	7.15	6.37	14.14
Fe ₂ O ₃	1.85	2.28	0.49	0.32	0.4	0.36	0.75	1.03	0.95	0.35	0.53	0.5
FeO	0.84	0.42	0.45	0.49	0.26	0.24	0.18	0.58	0.42	0.89	0.1	0.02
MnO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.38	0.03	0.02	0.01	0.14	0.01
MgO	0.65	0.44	0.57	0.19	0.23	0.36	0	1.09	1.03	0.3	0.28	0.48
CaO	0.11	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.24	0.32	0.1	0.1	0.1
Na ₂ O	0.21	0.18	0.13	0.11	0.06	0.05	0.06	0.09	0.1	0.05	0.04	0.07
K ₂ O	4.26	3.62	3.04	1.39	0.97	1.22	0.64	1.76	1.92	0.57	0.79	1.88
P ₂ O ₅	0.12	0.15	0.05	0.08	0.08	0.09	0.1	0.1	0.1	0.08	0.09	0.1
п.п.п.	3.5	2.78	2.32	2.01	1.27	0.61	1.13	5.56	6.38	1.6	0.73	1.22
Сумма	100.01	100.01	100	100.1	100.11	100.1	100.09	100.09	100.09	100.12	100.11	100.01
ГМ	0.26	0.21	0.18	0.13	0.13	0.1	0.07	0.33	0.38	0.1	0.08	0.19
Компонент	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	суперсилит	миосилит	нормосилит	нормосилит	миосилит	нормосилит	миосилит	гипосилит	нормосилит	суперсилит	миосилит	миосилит
SiO ₂	91.67	74.61	83.98	81.97	77.95	88.1	73.38	70.43	82.1	93.15	76.07	77.45
TiO ₂	0.29	0.93	0.41	0.63	0.8	0.27	0.79	0.96	0.42	0.1	0.65	0.67
Al ₂ O ₃	5.65	18.3	9.63	11.63	15.67	8.15	19.49	20.64	12.24	4.25	17.47	16.81
Fe ₂ O ₃	0.19	0.91	3.08	1.08	0.99	0.51	0.58	1.2	0.94	0.47	1.58	1.1
FeO	0.3	0.25	0.02	0.23	0.25	0.42	0.04	0.02	0.36	0.44	0.04	0.04
MnO	0.01	0.08	0.01	0.2	0.25	0.01	0.01	0.06	0.01	0.02	0.02	0.01
MgO	0.28	0.53	0.55	0.56	0.45	0.3	0.73	0.52	0.56	0.31	0.57	0.64
CaO	0.1	0.13	0.1	0.11	0.15	0.1	0.27	0.26	0.1	0.1	0.18	0.14
Na ₂ O	0.05	0.08	0.05	0.08	0.07	0.06	0.08	0.08	0.06	0.05	0.05	0.05
K ₂ O	0.63	1.84	1.27	1.14	1.73	0.68	1.74	1.72	1.07	0.36	1.68	1.56
P ₂ O ₅	0.05	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.11	0.09	0.08
п.п.п.	0.89	2.49	0.93	2.3	1.86	1.44	2.85	4.05	2.08	0.74	1.61	1.47
Сумма	100.11	100.24	100.11	100	100.24	100.11	100.02	100	100.01	100.1	100.01	100.02
ГМ	0.07	0.27	0.16	0.17	0.23	0.11	0.28	0.32	0.17	0.06	0.26	0.24

Примечание: Литохимические модули пород рассчитываются по методике Я.Э.Юдовича [15].

Можно отметить достаточно высокую зрелость пород асывовожской свиты; при этом снизу вверх по разрезу осадки становятся более зрелыми. Петрографический состав пород асывовожской свиты также позволяет отнести их к зрелым осадкам [3].

Выветривание пород на водосборах, особенно выветривание, которое происходит в гумидном климате, существенным образом изменяет состав слагающих эти породы компонентов. При этом происходит вынос из пород наиболее растворимых (подвижных) элементов, и в корках выветривания накапливаются наиболее инертные окислы. В той или иной мере трансформированное процессами выветривания вещество поступает из областей размыва в конечные водоемы стока, где его зрелость, а также, интенсивность процессов преобразования исходных пород в источниках сноса и, тем самым, косвенно климат на палеоводосборах, могут быть оценены количественно по данным о химическом составе осадков [8].

Индекс химического выветривания CIA (Chemical Index of Alteration) [1, 8] в настоящее время широко используется как показатель климата в области размыва. Он рассчитывается по молекулярным количествам петрогенных окислов. Интенсивность химического выветривания в областях размыва напрямую коррелируется с палеоклиматом. Для осадочных образований гумидных климатических обстановок характерен вынос из полевых шпатов Ca, Na и K, что ведет к увеличению соотношения алюминия и щелочей в продуктах выветривания. В аридных и гляциальных обстановках в области аккумуляции, напротив, поступает слабо переработанный процессами выветривания на палеоводосборах материал. Таким образом, невыветрелые породы характеризуются значениями CIA порядка 50, тогда как сильно выветрелые разности имеют CIA до 100 единиц. В качестве критерия для разграничения отложений, формировавшихся в обстановках теплого и холодного климата, принято считать значение индекса CIA = 70 [2, 8].

На диаграмме вариаций медианных значений индекса CIA в терригенных отложениях асывовожской свиты все значения исследуемых образцов близки к 70, т.е. находятся в «поле» сильно выветрелых пород. При этом на вопрос о возможных климатических обстановках однозначного ответа нет. Точки расположились у границы со значениями около 70 единиц. По данным О. П. Тельновой [9] в девоне господствовал теплый влажный климат тропической зоны. Следовательно, отложения асывовожской и пижемской свит являются продуктами размыва сильно выветрелых пород, сформированных в зоне гумидного климата, зрелость осадков может быть связана, в том числе, с неоднократным их перемывом. Минералогическое описание отложений асывовожской свиты показало, что они формировались при размыве сильно выветрелого гетерогенного субстрата [3].

Результаты литохимических исследований асывовожских песчаников в зоне контакта с рифейскими отложениями указывают на то, что в их составе содержатся продукты переотложения коры выветривания по подстилающим песчаникам джежимской свиты, отмечается высокая зрелость пород асывовожской свиты.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований РАН № 15-18-5-17

Список литературы:

1. Nesbitt H.W., Young G.M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // Nature. 1982. V. 299. P. 715-717.

2. **Visser J.N.J., Young G.M.** Major element geochemistry and paleoclimatology of the Permo-Carboniferous glaciogene Dwyka Formation and post-glacial mudrocks in Southern Africa // *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, 1990. V. 81. P. 49-57.

3. **Гракова О.В., Уляшева Н.С.** Петрографический состав и литохимические особенности алмазодержащих отложений асывовожской (D_{2-3as}) свиты Южного Тимана // *Вестник института геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН*, 2015. № 12 (252). С. 16–23

4. **Гракова О.В.** Проблема генезиса алмазодержащих отложений Тимана (алмазопоявления Осень и Ичетью) // *Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 21-й научной конференции*. Сыктывкар: Геопринт, 2012. С. 42–46

5. **Гракова О.В.** Сравнительная характеристика и условия образования девонских алмазодержащих отложений Южного и Среднего Тимана // *диссертация кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.01 / Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук*. Сыктывкар, 2014. 158 с.

6. **Гракова О.В.** Условия образования и минеральный состав алмазодержащих девонских отложений асывовожской свиты Южного Тимана // *Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Материалы II Всероссийской молодежной геологической конференции*. ИГ УНЦ РАН. 2014. С. 167–173.

7. **Коссовская А.Г., Тучкова М.И.** К проблеме минералого-петрохимической классификации и генезиса песчаных пород // *Литология и полезные ископаемые*, 1988. № 2. С. 8-24.

8. **Маслов А.В.** Осадочные породы: методы изучения и интерпретация полученных данных. Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во, 2005. 289 с.

9. **Тельнова О.П.** Палинологическое обоснование стратиграфии и корреляция девонских отложений возвышенности Джежимпарма (Южный Тиман) // *Геология европейского севера России*. Сб. 4. Сыктывкар, 1999. С. 5—11.

10. **Юдович Я.Э., Кетрис М.П.** Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ И ОСАЖДЕНИЯ МИНЕРАЛОВ СЕРЕБРА В УСЛОВИЯХ ГИПЕРГЕНЕЗА В ПРЕДЕЛАХ БАРУН-ХУРАЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ (ЮГО-ЗАПАДНАЯ МОНГОЛИЯ)

К.Э. Бирюков

Новосибирский государственный университет, Новосибирск,

e-mail: kostyab@igm.nsc.ru

В структурах Южной и Юго-Западной Монголии в целом, и в пределах Барун-Хурайской котловины в частности, широко представлено золотое оруденение, которому повсеместно сопутствует серебряная минерализация, представленная такими минералами, как науманнит (Ag_2Se) и акантит (Ag_2S), а также галогенидами серебра, являющимися типичными минералами зоны окисления богатых серебром месторождений. Кроме того, золото, в большей степени представленное в районе работ, крайне обогащено серебром и является низкопробным (до электрума, 450-900‰), хотя выделяется также и более ранняя генерация – высокопробная (900-1000‰), а также наиболее поздняя - гипергенная высокопробная (1000‰). При изучении особенностей состава золота и минеральных парагенезисов рудных объектов этого региона были выявлены некоторые особенности миграции и осаждения минералов серебра в условиях гипергенеза, которым посвящена данная работа.

В большинстве случаев окисления и растворения серебряных минералов главным продуктом оказывается Ag_2SO_4 , который в свою очередь обладает значительной в сравнении с другими серебряными минералами растворимостью, хотя его миграция в зоне окисления также затруднена и требует специфических условий, повышающих подвижность серебра. Миграция Ag_2SO_4 зачастую приводит к появлению зоны вторичного обогащения, в которой отлагается вторичный аргентит (1), широко представленный в рудах Адж-Богдинского района в пределах Барун-Хурайской котловины.



Кроме того, растворами серебро высаживается из серебряного сульфата в виде хлоридов, бромидов и иодидов, растворимость которых ничтожна (табл.) [4].

Таблица

Растворимость соединений серебра [4]

химическое соединение	растворимость в г/л, при 18°C
Ag_2SO_4	7,7
AgCl	0,0016
AgBr	0,0001
AgI	0,000003

Галогениды серебра имеют крайне низкую степень растворимости и хорошо сохраняются в зоне гипергенеза, но в данном случае гипергенный генезис галогенидов не вызывает сомнений. Эти минералы локализованы на поверхности гетита в виде примазок (рис.). Источником Cl, Br и I, возможно, послужило небольшое озеро, представленное в пределах изучаемой территории в настоящее время. Стоит также отметить, что Барун-Хурайская бессточная котловина – отрицательная в геоморфологическом плане структура, не имеющая стока. Влага, возникающая в результате выпадения осадков, покидает бассейн только через испарение или просачивание, а элементы-минерализаторы осаждаются на испарительном геохимическом барьере.

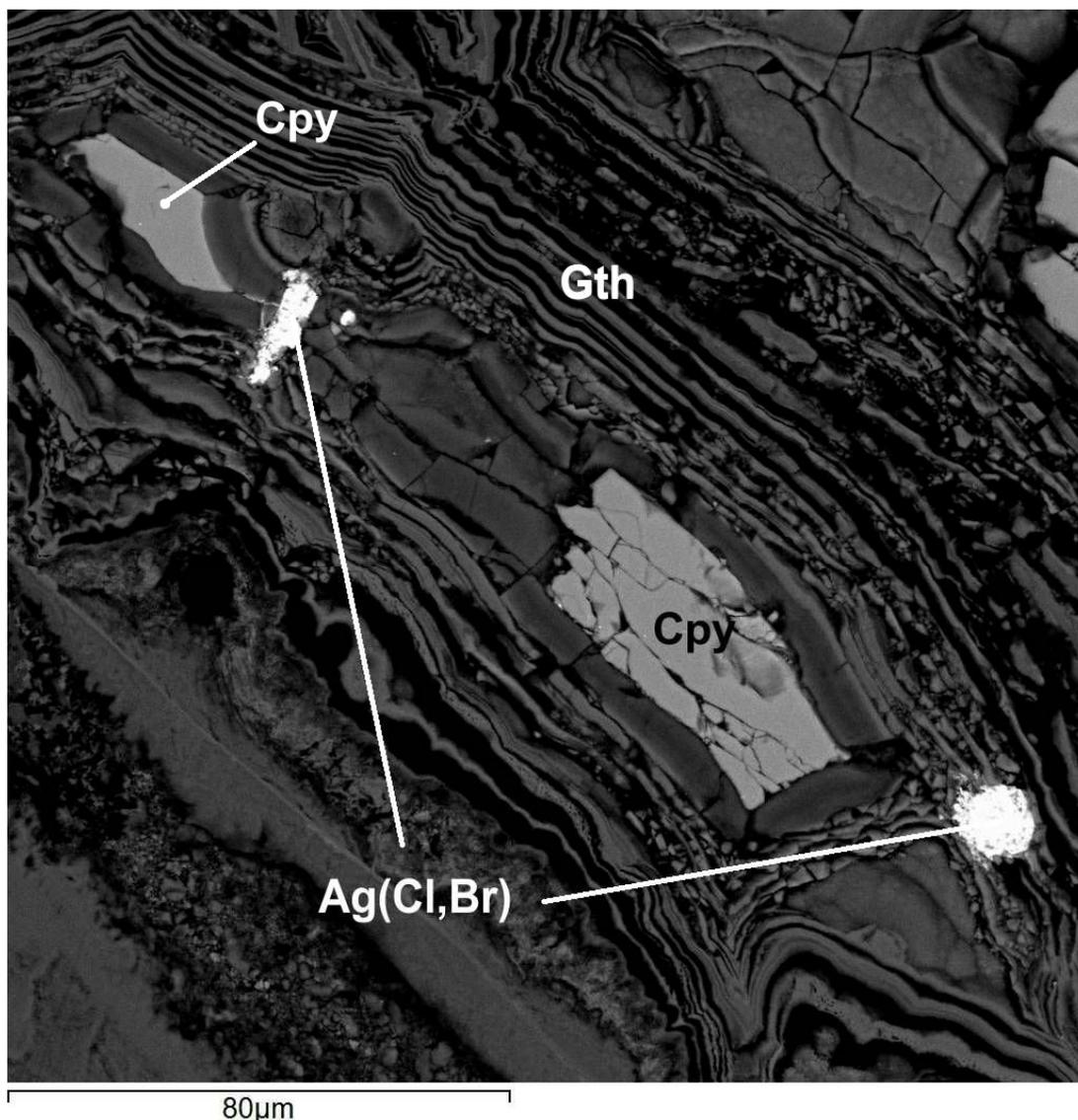


Рисунок. Примазки гипергенного эмболита в колломорфном гетите.

Условные обозначения: Cpy – халькопирит, Gth – гетит, Ag (Cl, Br) – эмболит - бромсодержащий хлораргирит. Микрофотографии со сканирующего электронного микроскопа (SEM).

Находки иодаргирита считаются типичными для аридных условий [7, 8]. Это устойчивое соединение требует минимальной активности иода в поверхностных водах, и если вследствие изучения объекта в первичных не окисленных рудах не будут найдены галогениды серебра, и подтвердится исключительный гипергенный генезис галогенидов серебра, то причиной образования элементов группы галогенов может быть принята гипотеза об осаждении гипергенных минералов серебра на испарительном геохимическом барьере.

Очень высокие фоновые содержания золота отмечены в водах аридных пустынно-степных ландшафтов Южной Монголии (0,01 мкг/л и выше) при общей минерализации вод до 2000 мг/л [1]. Причиной является накопление золота в начальной стадии процесса континентального засоления [5].

В зоне гипергенеза селен и сера ведут себя по-разному. Если в зоне окисления в сульфидах присутствует селен, то он высвобождается при окислении. В окислительной обстановке соединения селена более устойчивы [2], но также они формируются и в слабоокислительных обстановках. На 3-5 порядков более низкие концентрации (ак-

тивности) Se^{2-} , в сравнении с S^{2-} , достаточны для образования селенидов [6, 10]. Наибольшее сродство к селену имеет свинец (образуется клаусталит), при недостатке свинца предпочтительным для сродства с селеном является серебро (образуется науманнит). Катионы по сродству с селеном в возрастающем порядке располагаются следующим образом: Fe–Zn–Co–Ni–Cu–Hg–Bi–Ag–Pb [2]. В пределах Барун-Хурайской котловины развиты клаусталит и науманнит.

Селениды известны в эпитермальных Au-Ag месторождениях, в которых они, как правило, приурочены к одной стадии минералообразования. Вместе с селенидами в одну стадию может формироваться самородное золото и серебро, но иногда образование самородного золота предшествует стадии с селенидами [10]. Присутствие таких минералов, как колорадоит, науманнит и акантит (Ag_2S) говорит о крайне сильных окислительных условиях. Распространенность науманнита связана с его широким относителем акантита по полю устойчивости.

Подобные ассоциации широко развиты в золоторудных месторождениях самых различных типов. Например, золото-теллуридные ассоциации с галенитом – клаусталитом $\text{Pb}(\text{S},\text{Se})$, науманнитом Ag_2Se характерны для периферических зон медно-порфирового Калиновского месторождения (близ г. Челябинск), и, возможно, связаны с наложенным эпитермальным этапом [3]. Подобная ассоциация встречается на Березняковском эпитермальном золото-серебряном месторождении [9].

Эпитермальный этап отличается от ему предшествующих этапов не только по более низкой температуре и глубине, но также большим вовлечением метеорных вод в среду минералообразования, что влечет за собой большее разнообразие минерального вещества. Вероятно, полиметаллическая стадия, включающая в себя селениды, и выделенная в Адж-Богдинском рудном районе в пределах Барун-Хурайской котловины, является эпитермальным наложением на более раннюю пирит-халькопиритовую стадию.

Кроме того, существует гипотеза о том, что высокопробное золото и иодаргигирит могут осаждаться *in situ*. Иногда высокая пробность (чистота) золота предполагает, что оно было химически очищено, и является более поздним, а в первичных неизмененных рудах оно находится в виде Ag-Au теллуридов [7]. Высокопробное золото химически очищается в результате того, что серебро «сбрасывается» в виде галогенных соединений, и таким образом формируется третья, гипергенная генерация золота совместно с гипергенными минералами серебра. Не исключено, что в первичных рудах Адж-Богдинского рудного района под зоной окисления присутствуют Au-Ag теллуриды.

Список литературы:

1. **Воротников Б.А.** «Гидрогеохимические исследования золотого оруденения» // Условия образования, принципы прогноза и поиска золоторудных месторождений». Наука, Сибирское отделение, Новосибирск, 1983, с.213-221
2. Геохимия, минералогия и генетические типы месторождений редких элементов. Т.2. Минералогия редких элементов. (1964) Гл. ред. К.А. Власов. М.: Наука, 830 с.
3. **Плотинская О.Ю.** «Минералы благородных металлов порфировых месторождений (на примере Южного Урала)» // Металлогения древних и современных океанов – 2016, Миасс: ИМин УрО РАН, 2016, с.150-153

4. **Смирнов В.В.** «Зона окисления сульфидных месторождений» // Издательство Академии Наук СССР, Москва, 1951, с.213-219
5. **Удодов П.А., Шабынин Л.Л. и др.** «Опыт применения гидрогеохимического метода поисков золоторудных месторождений в Сибири и Средней Азии». // Зап.Заб. фил. Геогр. О-ва СССР, Чита, 1974, вып. 102, с.115-122
6. **Belogub E. V., Novoselov K. A., Yakovleva V. A., Spiro B.** «Supergene sulphides and related minerals in the supergene profiles of VHMS deposits from the South Urals» // Ore Geology Reviews, 2008. Vol. 33. Is. 3–4. P. 239–254.
7. **Eloi Andreu, Joaquín A. Proenza** «Gold and Iodargyrite in the Gossan of Cerro de Maimón Deposit (Central Dominican Republic)» // macla № 13. septiembre '10 revista de la sociedad española de mineralogía, 2010, с.41-42
8. **Martin Reich, Carlos Palacios et al.** «Iodine-rich waters involved in supergene enrichment of the Mantos de la Luna argentiferous copper deposit, Atacama Desert, Chile» // Miner Deposita (2009) 44: p. 719–722
9. **Plotinskaya O. Y.** «The Late Paleozoic porphyry-epithermal spectrum of the Birgilda–Tomino ore cluster in the South Urals, Russia» // Journal of Asian Earth Sciences. 2014. Vol. 79B. P. 910–931
10. **Simon G., Kesler S.E., Essene E.** «Phase relations among selenides, sulfides, tellurides and oxides: II. Applications to Selenide-Bearing Ore Deposits» // Economic Geology, Vol.92, 1997, pp.468-484

ГЕОХИМИЯ СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОСАДКОВ БЕЛОГО, КАСПИЙСКОГО И ЧЕРНОГО МОРЕЙ: ЧТО ЭТО НАМ, «СУХОПУТНЫМ» ГЕОЛОГАМ, ДАЕТ?

А.В. Маслов

Институт геологии УНЦ РАН, Екатеринбург, Институт геологии УНЦ РАН, Уфа
e-mail: amas2004@mail.ru

Примерно на рубеже XX–XXI вв. в практику геохимических исследований в нашей стране вошли данные о распределении широкого спектра редких и рассеянных элементов в различных типах пород, в том числе и в осадочных, полученные методом ICP-MS. Эти материалы были использованы, в том числе и нами, для решения разнообразных вопросов формирования осадочных последовательностей верхнего докембрия Урала и прилегающих регионов. Позднее в эту орбиту были вовлечены палеозойские отложения и современные донные осадки (СДО) ряда морей. Что дает последнее нам, «сухопутным» геологам?

Белое море: источники сноса [5, 7, 8 и ссылки в этих работах]. Особенности литогеохимии СДО Белого моря и впадающих в него рек (Сев. Двина, Онега, Кемь и др.) в последнее время привлекают все большее внимание исследователей. Этому в существенной мере способствовала постановка специальных исследований в рамках проекта “Система Белого моря” (вдохновитель и руководитель – академик А.П. Лисицын). Состав и геохимические особенности СДО Белого моря и впадающих в него рек контролируются несколькими питающими провинциями, наиболее крупными из которых являются Кольско-Карельский геоблок и северо-западная периферия Мезенской синеклизы Русской плиты. Примерно 85% первой представлены тоналит-трондьемитовыми гнейсами, гранитами, мигматитами и гранулитами, толеитовыми и феррометабазальтами, метадацитами, габбро-анортозитами и щелочными гранитами архея. Водосбор, дренируемый рр. Сев. Двина и Онега и их притоками, сложен туфогенно-терригенными образованиями верхнего венда, карбона, перми и мезозоя. При рассмотрении аналитических данных мы далее оперируем обобщенными сведениями для ряда районов: I – р. Сев. Двина в 20 км выше места впадения в нее р. Пинеги в окрестностях пос. Орлецы; II – р. Пинега от пос. Пинега до устья; III – р. Сев. Двина в 2 км ниже впадения в нее р. Пинега; IV – дельта р. Сев. Двина; V – Двинский залив; VI – граница Двинского залива с Бассейном; VII – Терский берег в районе устья р. Варзуга.

Среднее суммарное содержание редкоземельных элементов (РЗЭ) в исследованных пробах варьирует от 26–37 г/т (районы I и II) до 66–96 (районы IV и V) и ~130 г/т (районы VI и VII). Нормированные на RPSC (составная проба глинистых сланцев Русской плиты) спектры распределения РЗЭ в СДО района II, характеризуются пологим обликом с незначительным подъемом в области тяжелых РЗЭ (ТРЗЭ). Они в определенной мере сходны со спектрами РЗЭ в глинистых породах чехлов древних платформ. СДО в районах I и III отличаются как более низкими, так и более высокими значениями $(La/Yb)_{RPSC}$, $(Eu/Eu^*)_{RPSC}$ и других параметров, что указывает, вероятно, на отсутствие эффективного перемешивания осадков. В то же время в дельте Сев. Двины РЗЭ-систематика СДО статистически не отличается от систематики СДО р. Пинеги. Это же, за исключением несколько пониженной средней величины $(Eu/Eu^*)_{RPSC}$, характерно и для СДО Двинского залива. Общая особенность донных отложений всех описанных районов – достаточно выраженная положительная отно-

сительно RPSC Eu аномалия. Сравнение нормированных на RPSC спектров распределения РЗЭ в СДО различных районов Белого моря и бассейна нижнего течения р. Сев. Двина со спектрами основных типов магматических пород широкого возрастного диапазона показало отсутствие в них продуктов разрушения какого-то одного их типа; все они представляют собой достаточно разнородные и не вполне хорошо перемешанные образования.

Вдоль профиля от района II к району VII максимальные средние величины $(La/Yb)_{RPSC}$, $(Gd/Yb)_{RPSC}$, $(La/Yb)_N$ и $(Gd/Yb)_N$ характерны для проб, отобранных в районе VI, т.е. осадков, содержащих максимальное количество пелитового компонента. В этом же направлении происходит снижение величины $\varepsilon_{Nd}(0)$ и, напротив, растет значение T_{DM} . На диаграмме $(Gd/Yb)_N - Eu/Eu^*$ точки составов большинства исследованных нами проб локализованы в области постархейских кратонных осадков. В то же время часть точек, характеризующихся весьма небольшими отрицательными значениями Eu/Eu^* или отсутствием Eu аномалии, тяготеют к среднему составу архейского аргиллита.

В целом, характер РЗЭ-систематики дает основания считать, что формирование СДО Белого моря контролируется моделью смещения кластики из двух геохимически контрастных областей питания: западной-северо-западной, сложенной преимущественно кристаллическими комплексами архея и нижнего протерозоя, и восточной-юго-восточной, в строении которой принимают участие венд-фанерозойские осадочные образования. Роль последней, благодаря наличию на ее территории крупной водной артерии – р. Сев. Двины, – в формировании СДО Белого моря была, по-видимому, ведущей. Наиболее чувствительными индикаторами этого являются $\varepsilon_{Nd}(0)$ и Nd-модельный возраст пелитовой фракции СДО.

Белое море: реконструкция редокс-обстановок [6 и ссылки там]. Изучение особенностей накопления осадков в аноксических обстановках представляет существенный интерес в связи с тем, что в них можно ожидать концентрирование в СДО значительного числа химических элементов. Такие обстановки известны в Черном море, впадинах Балтики, Каспийского, Охотского и Средиземного морей, фиордах Скандинавии. Для Белого моря сведения о редокс-характеристиках придонных слоев воды довольно скудны. Этот пробел в той или иной степени восполнен анализом особенностей распределения в СДО редокс-чувствительных элементов (RSTE). Известно, что растворимость RSTE выше в окислительных обстановках и ниже – в восстановительных; это позволяет использовать их в качестве редокс-индикаторов. Так, черные сланцы с концентрациями Mo 2–25 г/т накапливались в окислительных обстановках, тогда как при Mo > 100 г/т – в восстановительных. Величина Mo/Mn в бассейнах с H₂S-заражением варьирует от 0.0n до 0.n, тогда как в хорошо аэрируемых водоемах она составляет < 0.00n. Ni и Co ведут себя аналогично Mn; V и Cr в основном немобильны.

Средняя величина Mo/Mn в СДО района IV составляет ~0.002. Коэффициент обогащения Cr относительно верхней части континентальной земной коры (EF_{Cr}) > 2.3; остальные RSTE имеют $EF < 1$. Сходная картина присуща СДО района V. Осадки района VI характеризуются величиной $Mo/Mn_{\text{среднее}} 0.002$. Для Mo, Cr, Ni и V значения EF составляют 2.4, 1.5, 1.1 и 1.3, а EF_{Th} равен ~1.0. Пелитовые илы Бассейна обладают средней величиной Mo/Mn 0.006. EF для Cr и V здесь несколько выше 1, а аналогичный параметр для Mo составляет ~10 (!). Донные осадки в эстуарии р. Онеги обладают значением $Mo/Mn_{\text{среднее}} 0.001$. Величины EF для большинства RSTE (кроме Cr) составляют < 1. СДО северной части Онежского залива характеризуются примерно такими же особенностями распределения RSTE, как и Онежского эстуария.

Mo/Mn_{среднее} для СДО Кандалакшского залива составляет ~0.001, при этом минимальная величина данного параметра равна 0.0007, а максимальная достигает 0.0018. Основываясь на сказанном, можно сделать вывод, что в рассмотренных районах Белого моря СДО не имеют признаков накопления в аноксических условиях.

Каспийское море: источники сноса [1, 4 и ссылки там]. Исследованию процессов накопления СДО Каспийского моря посвящены работы многих отечественных специалистов. В последние годы интерес к изучению Каспия вновь растет благодаря началу, по инициативе академика А.П. Лисицына, системных работ по созданию его 4-D модели. Водосбор Каспия включает Уральскую складчатую систему, Русскую плиту, Кавказ, Эльбурс, Загрос и Копет-Даг, а также пустыни Западной Туркмении и Казахстана. Такое разнообразие в значительной мере затрудняет оценку вклада каждой питающей провинции в формирование СДО Каспия.

Содержание $\Sigma P3Э$ во взвеси р. Волга составляет ~157 г/т, а во взвеси р. Урала – 99 г/т. В осадках дельты Волги этот параметр варьирует от ~57 до 152 г/т, в донных осадках Северного Каспия составляет 106±44 г/т. Для Среднего и Южного Каспия $\Sigma P3Э$ равна 113±17 и 95±22 г/т, что в целом сопоставимо. Анализ нормированных на РААС (средний австралийский постархейский глинистый сланец) спектров распределения P3Э в СДО различных седиментационных подсистем Каспия позволяет сделать вывод об отсутствии сколько-нибудь заметных различий в систематике P3Э в осадках всех трех из них, а также дельты Волги. На диаграммах $(La/Yb)_N-Ti/Nb$ и $(La/Yb)_N-Cr/Th$ точки СДО Каспийского моря локализованы достаточно компактно и тяготеют к точке РААС. Здесь же располагается средняя точка СДО волжской дельты. Это показывает, что формирование основной части СДО Каспия контролируется волжским стоком. Несколько по-иному распределены точки СДО различных подсистем Каспия на диаграмме $(Gd/Yb)_N-Eu/Eu^*$, однако и здесь они занимают иное положение, нежели точки средних архейских гранитоидов, палеозойских и мезо-кайнозойских базальтов.

Рассмотрение характера распределения в СДО Каспия Zr, Hf, Th, V, Cr, Co, Ni, Cu, Sr и Ba, а также их P3Э-систематики показывает, во-первых, что концентрации перечисленных элементов в различных районах Каспия по сравнению, как с волжской взвесью, так и с твердым стоком рек Кавказа, несколько трансформированы, что можно связать с влиянием маргинального фильтра. Во-вторых, нормированные на РААС спектры P3Э в СДО всех подсистем Каспия сопоставимы с распределением лантаноидов в волжской взвеси. Это дает основания предполагать, что в акватории Каспия доминирует материал, представляющий взвешенный сток р. Волги. Роль кластики, в том числе и тонкозернистой, поступающей с горных сооружений Кавказа и Эльбурса, уже недалеко от побережий оказывается весьма небольшой, что в значительной мере определяется, в том числе и, по всей видимости, существующими в Каспии масштабными круговоротами течений.

Каспийское море: влияние грязевых вулканов на современное осадконакопление [3 и ссылки там]. В акватории Южного Каспия установлено более 200 подводных грязевых вулканов. Так как морские и наземные грязевые вулканы имеют сходный генезис, это создает основу для сопоставления геохимических особенностей их продуктов. Наземные сопочные отложения обогащены В и Мо; концентрации их не зависят от типа пород фундамента вулканов. Повышенные содержания Hg, As и Li рассматриваются как свидетельство значительной глубины корней грязевых вулканов и возможной связи их с гидротермальными системами/магматическими очагами. Отнесение осадков к категории «сформированных за счет гидротермальной деятельно-

сти» традиционно основывается на анализе величин модулей Страхова и Бострема. В последние 10-15 лет для этого используются сведения о распределении широкого ряда элементов-примесей: осадки зон интенсивной гидротермальной деятельности обогащены по сравнению с «обычными» глинами Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, Co, V, Mo, Ga, РЗЭ и обеднены Al, Ti и Cr. Для них также часто характерны отрицательные Ce и Eu аномалии, относительное обогащение ТРЗЭ.

Исследование сопочного ила наземных грязевых вулканов Керченско-Таманской области позволило установить, что для подавляющего числа элементов-примесей свойственны небольшие кларки концентрации (K_k) (от 1.5 до $3.0 \times UCC$). Только для Ni, Ge, Cd и Hg $K_k > 3.0$, а содержание Li варьирует от 0.4 до $1.5 \times UCC$. При нормировании содержаний элементов-примесей в СДО Среднего и Южного Каспия на РААС можно видеть, что K_k в первом случае только для Sr, Mo и U составляют > 3.0 . Для Ba $K_k = 1.2$, тогда как содержания остальных элементов $< 1.0 \times РААС$. Примерно такое же распределение элементов-примесей присуще СДО Южного Каспия. В целом это соответствует распределению микроэлементов в «обычных» глинистых породах различного возраста.

Таким образом, приведенные материалы показывают, что существенного влияния на формирование геохимического облика СДО ни Среднего, ни Южного Каспия, процессы подводного грязевого вулканизма не оказывают. Вблизи грязевых построек такое влияние может иметь место, но носит оно локальный характер.

Черное море: реконструкция редокс-обстановок. Если для Белого моря и многих районов Каспия предполагать существование аноксических обстановок по геохимическим особенностям СДО нет оснований, то для Черного моря ситуация иная. Так пробы СДО, отобранные в экспедиции 2015 г. под руководством П.О. Завьялова (ИО РАН) на станциях 8105, 8107, 8108 и 8114 (глубины > 1500 м), характеризуются значениями Mo/Mn от 0.071 до 0.096, а пробы с мелководья (ст. 8101, 1905 и 2001)³ имеют величины указанного параметра от 0.0017 до 0.0019. В соответствии с представлениями В.Н. Холодова, первая выборка отражает накопление осадков в восстановительных условиях, вторая – в окислительных.

Осадочный материал в дрейфующих льдах Арктики: район плато Ермак [10 и ссылки там]. Изучение особенностей транспортировки вещества в Арктике позволяет глубже понять как процессы современного осадконакопления, так и выполнить экологическую оценку акватории, оказывающей огромное влияние на природную среду. Главная траектория ледовых потоков в Арктике проходит от Чукотского и Восточно-Сибирского морей на востоке до пролива Фрама на западе. Точное положение источников присутствующего во льдах осадочного материала (IRS) все еще дискуссионно. Различия в минералогии донных осадков арктических морей, обусловленные различным составом слагающих разные регионы Евразии и Северной Америки комплексов пород, отражаются в их геохимических характеристиках. В последние годы эта информация используется как ключ к реконструкции положения источников IRS в дрейфующих льдах Арктики.

Арктическая Сибирь и прилегающие к ней регионы – это совокупность ряда крупных террейнов, сложенных специфическими породными ассоциациями-источниками обломочного материала: 1) Западно-Сибирский мегабассейн (осадочные породы); 2) Сибирская платформа (кристаллический фундамент, осадочный чехол и плато-базальты); 3) Верхоянский складчатый пояс (в основном осадочные образова-

³ Указанные пробы переданы автору в мае 2016 г. Н.В. Козиной (ИО РАН) и проанализированы методом ICP-MS в ИГГ УрО РАН.

ния); 4) Колымо-Омолонский супертеррейн (континентальные блоки и островодужные вулканы); 5) Охотско-Чукотский вулканический пояс (кислые, средние и основные вулканы); 6) Чукотский террейн (преимущественно осадочные породы). Дренирующая Западно-Сибирский мегабассейн р. Обь несет в западную часть Карского моря взвешенный материал, содержащий преимущественно продукты эрозии осадочных пород. Взвесь Енисея и, особенно, Хатанги, содержит существенную долю продуктов размыва платобазальтов плато Путорана. Этот материал осаждается в восточной части Карского моря и на западе моря Лаптевых. Восточная часть последнего и Восточно-Сибирское море получают материал в основном за счет рр. Лена, Яна, Колыма и других, во взвеси которых преобладают продукты разрушения метаморфических и осадочных образований. Современные донные осадки Чукотского моря сложены в основном продуктами разрушения основных вулканических пород. Состав взвеси названных рек можно рассматривать как приближение к составу источников IRS.

Исследование распределения в ряде проб IRS, отобранных в районе плато Ермак, расположенном к северу от Шпицбергена, V, Co, Ni, Sr, Nb и PЗЭ показало, что на диаграмме Nb–V точки IRS занимают промежуточное положение между точками среднего состава взвеси, с одной стороны, Енисея и Хатанги, а также мезокайнозойских базальтов, а, с другой, взвеси Оби и Лены, а также PAAS. На диаграммах Nb–Sr, Ni–Co и Co–Sr точки IRS тяготеют в основном к точкам среднего состава взвеси рр. Обь и Лена, т.е. крупных водных артерий, дренирующих водосборы, сложенные преимущественно осадочными образованиями. Содержания Nb, Sr, Ni и Co в IRS близки также к PAAS. С учетом того, что льды из западной части Карского моря, поставщиком IRS для которых выступает, по всей видимости, взвесь р. Оби, достаточно редко достигают района плато Ермак, это позволяет предполагать, что источником материала для исследованных нами проб IRS, могли быть восточная часть моря Лаптевых и Восточно-Сибирское море, на шельфе которых преобладают продукты размыва осадочных и метаморфических пород Верхоянского складчатого пояса. Средние значения $(La/Yb)_{PAAS}$ и $(La/Sm)_{PAAS}$ в IRS составляют 0.98 ± 0.18 и 0.84 ± 0.06 . Для взвеси Енисея и Хатанги указанные параметры несколько ниже – 0.73 ± 0.01 и 0.75 ± 0.04 (для мезокайнозойских базальтов, по К. Конди, значения $(La/Yb)_{PAAS}$ и $(La/Sm)_{PAAS}$ составляют 0.30 и 0.41). Для взвеси Лены и Яны они, напротив, несколько выше – 1.15 ± 0.28 и 0.89 ± 0.14 . Все сказанное показывает, что пробы IRS, отобранные в районе плато Ермак, близки по особенностям распределения PЗЭ к продуктам разрушения осадочных пород, но, возможно, содержат определенную долю основной кластики.

Осадочный материал в дрейфующих льдах Арктики: окрестности Северного полюса [9 и ссылки там]. Рассматриваемый район находится под влиянием в основном самой северной части т.н. круговорота Бофорта. Анализ PЗЭ-систематики и распределения Sr и Co в отобранных здесь пробах IRS также позволяет в определенной мере судить о возможных его источниках. Среднее содержание Co и Sr в исследованных пробах составляет ~13 и 76 г/т. Отношение La/Co имеет среднее значение ~3.2. Это позволяет предполагать, что основными источниками IRS для дрейфующих льдов в районе Северного полюса выступали магматические породы с высоким содержанием SiO₂ и осадочные породы, в составе которых продукты разрушения кислых магматических пород также играли существенную роль. Вариации $(La/Yb)_N$ в пробах IRS из окрестностей Северного полюса характеризуются достаточно широким коридором значений (8.5–15.5). Они в полной мере соответствуют как средней вели-

чине данного отношения во взвеси рр. Маккензи и Арктик-Ред-Ривер (8.6 и 8.5), так и среднему значению $(La/Yb)_N$ для кристаллических пород Канадского щита (14.4). В этот же диапазон укладываются величины $(La/Yb)_N$ для взвеси рр. Яны и Лены (8.7 и 12.4), что с учетом представлений американского специалиста Денниса Дарби, может указывать на возможность присутствия в IRS из района Северного полюса и материала, заимствованного на шельфе восточной части моря Лаптевых. Для западной части этого же моря одним из источников обломочного материала является р. Хатанга, дренирующая на значительном протяжении базальты плато Путорана. Средняя величина $(La/Yb)_N$ в ее взвеси составляет ~ 6.7 ; это позволяет исключить из числа возможных источников IRS в исследованных нами пробах, как западные районы моря Лаптевых, так и восточную часть Карского моря, так как последняя получает громадный объем взвеси р. Енисей, для которой среднее значение $(La/Yb)_N$, также как и для р. Хатанга, весьма низко (~ 6.6).

Приведенные выше и другие, представленные в докладе данные, позволяют наглядно сопоставить результаты, получаемые для того или иного современного морского водоема с понятными взаимоотношениями водосборов и собственно седиментационного бассейна (своеобразный моментальный снимок особенностей распределения широкого спектра элементов-примесей) с материалами похожих реконструкций по фрагментам осадочных последовательностей бассейнов древних. Это имеет важное значение для формирования объективных представлений о процессах осадконакопления.

Автор искренне признателен академику А.П. Лисицыну за поддержку исследований и всем коллегам, без которых эти работы были бы невозможны (В.П. Шевченко, А.Н. Новигатский, А.С. Филиппов, Н.В. Козина, А.А. Клювиткин, Н.В. Шевченко, В.Н. Подковыров, В.П. Ковач, А.Б. Котов, Р. Штайн, Ю.Л. Ронкин, О.П. Лепихина, Ф.В. Сапожников).

Список литературы:

1. Маслов А.В., Козина Н.В., Клювиткин А.А., Новигатский А.Н., Филиппов А.С., Ковач В.П., Шевченко В.П., Ронкин Ю.Л. Распределение редкоземельных элементов и систематика $^{87}Sr/^{86}Sr$ в современных донных осадках Каспийского моря // Докл. АН. – 2014. – Т. 459. № 2. С. 203–207.
2. Маслов А.В., Козина Н.В., Клювиткин А.А., Новигатский А.Н., Филиппов А.С., Шевченко В.П. Распределение редокс-чувствительных элементов в современных донных осадках Каспия // Геология морей и океанов. Материалы XXI Межд. научн. конф. (Школы) по морской геологии. Т. III. М.: ГЕОС, 2015. – С. 337–341.
3. Маслов А.В., Козина Н.В., Клювиткин А.А., Новигатский А.Н., Филиппов А.С., Шевченко В.П., Подковыров В.Н. О возможном влиянии грязевого вулканизма на современные донные осадки Среднего и Южного Каспия // Геология морей и океанов. Материалы XXI Межд. научн. конф. (Школы) по морской геологии. Т. III. М.: ГЕОС, 2015. – С. 332–336.
4. Маслов А.В., Козина Н.В., Клювиткин А.А., Новигатский А.Н., Филиппов А.С., Шевченко В.П. Распределение ряда редких и рассеянных элементов в современных донных осадках Каспийского моря // Океанология. – 2016. – Т. 56. № 4. В печати.
5. Маслов А.В., Шевченко В.П., Подковыров В.Н., Ронкин Ю.Л., Лепихина О.П., Новигатский А.Н., Филиппов А.С., Шевченко Н.В. Особенности распреде-

ления элементов-примесей и редкоземельных элементов в современных донных осадках нижнего течения р. Северной Двины и Белого моря // Литология и полез. ископаемые. – 2014. № 6. С. 463–492.

6. **Маслов А.В., Шевченко В.П., Ронкин Ю.Л., Новигатский А.Н., Филиппов А.С.** Распределение редокс-чувствительных элементов в современных донных осадках Белого моря // Геология морей и океанов. Материалы XXI Межд. научн. конф. (Школы) по морской геологии. Т. III. М.: ГЕОС, 2015. – С. 225–229.

7. **Маслов А.В., Шевченко В.П., Ронкин Ю.Л., Лепихина О.П., Новигатский А.Н., Филиппов А.С., Шевченко Н.В.** Особенности распределения редкоземельных элементов в современных донных осадках Белого моря и нижнего течения Северной Двины // Океанология. – 2013. – Т. 53. № 6. С. 786–799.

8. **Маслов А.В., Шевченко В.П., Ронкин Ю.Л., Лепихина О.П., Новигатский А.Н., Филиппов А.С., Шевченко Н.В.** Систематика Th, Cr, Hf, Co и редкоземельных элементов в современных донных осадках Белого моря и бассейна нижнего течения р. Северная Двина // Докл. АН. – 2012. – Т. 443. № 2. С. 214–220.

9. **Шевченко В.П., Маслов А.В., Лисицын А.П., Новигатский А.Н., Штайн Р.** Систематика Cr, Co и редкоземельных элементов в осадочном материале дрейфующих льдов северной части круговорота Бофорта // Литосфера. В печати.

10. **Шевченко В.П., Маслов А.В., Штайн Р.** Распределение редких и рассеянных элементов в осадочном материале, переносимом дрейфующими льдами над плато Ермак, Арктика // Геология морей и океанов. Материалы XXI Межд. научн. конф. (Школы) по морской геологии. Т. IV. М.: ГЕОС, 2015. – С. 337–341.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ НЕФТЯНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ЧЕРЕПЕТСКОГО ГОРИЗОНТА

Д.И. Петрова, Э.А. Королёв

Институт геологии и нефтегазовых технологий, КФУ, Казань

e-mail: darja_scorpion@mail.ru

Истощение ресурсов углеводородов стимулирует нефтедобывающие компании проводить работы по вовлечению в разработку нефтяные залежи, локализованные в низкопроницаемых карбонатных коллекторах черепетского горизонта. Однако, чтобы выбрать наиболее оптимальную технологию извлечения из них нефти, необходимо иметь представления об литолого-петрофизических свойствах нефтяных резервуарах.

Учитывая это, было проведено изучение литолого-петрофизических характеристик нефтеносных известняков черепетского возраста. Объектами исследования являлся керновый материал скважин Демкинского нефтяного месторождения. В ходе работ было установлено, что в разрезах верхнетурнейского подъяруса отложения черепетского горизонта представлены в различной степени микритизированными биокластово-зоогенными известняками, нефтенасыщенность которых уменьшается сверху вниз. По данным оптико-микроскопического анализа, породы на 80-90% сложены органическими остатками, на 10-15% - цементирующим их материалом. В нефтенасыщенных породах цемент порового типа, в плотных – базального типа, по структуре микритовый. По разрезу наблюдается высокий разброс пористости. В светло-серых, плотных участках пористость составляет 2-3%, в нефтенасыщенных – 5-10%, в битуминозных (ВНК) – 10-15%. В уплотненных участках поры замкнутые, размером до 0,1 мм, в нефтенасыщенных участках – поры преимущественно межформенные, сообщающиеся, размером до 0,5 мм. По данным петрографических исследований пористость пород составляет, в плотных известняках 2,7-6,8%, в нефтенасыщенных – 6,3-12,6%, проницаемость $0,0-6,04 \cdot 10^{-3}$ мкм² и $10,11-74,52 \cdot 10^{-3}$ мкм², соответственно.

Полученные данные о строении и петрофизических свойствах нефтенасыщенных известняков черепетского горизонта позволяют рекомендовать для их разработки использование технологии гидроразрыва пласта, с последующей закачкой химреагентов, содержащих поверхностно-активные вещества.

ДИСКРИМИНАНТНЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ДИАГРАММЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ К СОВРЕМЕННОМУ АЛЛЮВИЮ ЗАПАДНО-МАГНИТОГОРСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА

А.М. Фазлиахметов¹, А.А. Гизязов^{1, 2}, А.С. Хрыкин²

¹Институт геологии УНЦ РАН, ²БашГУ, Уфа

e-mail: famrb@mail.ru

Методы реконструкции обстановок седиментации на основе литохимического состава обломочных отложений разрабатываются уже на протяжении нескольких десятилетий. В результате зарубежными и отечественными исследователями создано несколько дискриминантных диаграмм, позволяющих с той или иной степенью вероятности относить кластолиты к какой-либо генетической группе. Особенно широко распространены диаграммы, служащие для разделения (установления) обломочных комплексов, отвечающих континентальным окраинам различного типа [8–10 и др.]. В противовес этому, методов, позволяющих отличать различные внутриконтинентальные обстановки, практически не разработано. В связи с этим представляется актуальным проанализировать положение фигуративных точек состава современных вулканотерригенных отложений на наиболее востребованных диаграммах совместно с полями, отвечающими составу пород источника сноса. Кроме этого вызывает интерес сравнение по литохимическим параметрам разных гранулометрических фракций осадков и влияния различий (если таковые есть) на генетическую интерпретацию состава кластолитов.

Объектом изучения стали русловые отложения ручья Дарывды, протекающего на юге Абзелиловского района республики Башкортостан. Его исток расположен к северу от вершины горы Дарывдытау (844 м), на восточном склоне хребта Ирндык. Отбор семи образцов произведен на отрезке от урочища Шадыгаево до западного подножья хребта Улугуртау с шагом от 250 до 500 м. Важно отметить, что в районе исследований нет крупных селений и, таким образом, какое-либо влияние на особенности состава аллювия сведено к минимуму.

Ручей Дарывды последовательно пересекает вкрест вулканогенно-осадочные отложения ирндыкской, ярлыкаповской, улутауской, мукасовской и биягодинской свит. Их краткая характеристика приведена в табл. по данным [1, 4] и авторским материалам.

Образцы аллювия массой 1,0-1,5 кг отбирались непосредственно из русла ручья. В последующем при помощи сит они были разделены на гранулометрические фракции (в мм) >10, 7-10, 5-7, 3-5, 2-3, 1-2, 0,5-1, 0,25-0,5, <0,25 мм. Из фракций 1-2, 0,5-1, 0,25-0,5, были изготовлены шлифы; по ним же и по фракциям < 0,25 и < 1,0 мм определено содержание петрогенных и некоторых малых элементов посредством рентгенофлуоресцентного анализа на приборе VRA-30. Также были проведены исследования методом рентгеновской компьютерной томографии, которые не дали значимых результатов (7)

Графики распределения гранулометрических фракций показывают, что осадок плохо сортирован. В нем присутствуют обломки различных классов крупности. Ви-

димых тенденций в изменении каких-либо параметров на протяжении ручья не выявлено. Исключением может служить лишь процентное содержание фракций 0,25-0,5 и 5-7 мм, меняющееся вниз по ручью.

Таблица

Краткая характеристика пород, развитых на водосборе ручья Дарывды.

Свиты (от древних к молодым), возраст	Характеристика
Ирендыкская свита, ранний эйфель	Вулканиды и тефроиды андезибазальтового и андезитового состава, кремнистые породы. Мощность около 2000 м.
Ярлыкаповская свита, поздний эйфель	Красные слоистые яшмы. Мощность 70 м.
Улутауская свита, живет-ранний фран	Вулканокластические граувакки и полевошпатовые граувакки среднего состава, кремнистые породы. Мощность 1200 м.
Мукасовская и нижняя часть биягодинской свиты	Черные и серые кремни, кислые вулканокластические граувакки, гравелиты и микститы, полимиктовые граувакки. Мощность около 2000 м.

В шлифах определяются кристаллы пироксена, плагиоклаза, кварца, обломки плагиоклазовых и пироксеновых порфиритов, вулканокластических граувакк, кремней и яшм, а также полевошпат-кварцевых слаболиффицированных алевролитов и тонкозернистых песчаников с железистым цементом, источником которых, по всей вероятности, служат локально распространенные нижнечетвертичные отложения, закартированные В.В. Павловым (1988 г.). Состав аллювия существенно меняется вниз по ручью в зависимости от состава пород, обнаженных по берегам.

На диаграммы $(\text{Fe}_2\text{O}_3^* + \text{MgO}) - \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, F1-F2 [8], DF1-DF2 [10], $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ [9] были вынесены фигуративные точки состава различных гранулометрических фракций аллювия и поля состава вулканокластических граувакк (тефротурбидитов) улутауской и ирендыкской свит (рис. 1). Последние были получены по результатам силикатного анализа приблизительно 200 образцов, отобранных как непосредственно из обнажений вдоль ручья Дарывды (18 определений), так и из других разрезов Западно-Магнитогорской зоны.

Поля состава вулканокластических граувакк расположились в областях диаграмм, отвечающих обстановкам их формирования, что было показано ранее [3], тогда как фигуративные точки аллювия заняли позиции, отвечающие различным геодинамическим обстановкам. Подобный результат был получен при анализе состава синорогенных псаммитов [2] – точки не заняли какого-либо конкретного поля на диаграммах. Причиной тому, согласно [2] служат расчлененность области питания, слабая переработка кластики при миграции, небольшой путь транспортировки, короткий временной интервал, прошедший с момента мобилизации осадка до его аккумуляции, а также смешение кластики из разнородных источников. Все перечисленные факторы несомненно внесли определенный вклад в формирование состава аллювия, но первые

из них должны были свести к минимуму какие-либо различия между положением на диаграммах полей аллювия и пород источника сноса, тогда как последний (смещение) – напротив, обусловил их разное положение. Именно он, учитывая взаиморасположение полей на диаграммах, превалировал: положение полей граувакк и аллювия не совпадают. Данный вывод подтверждают петрографические наблюдения: во всех фракциях наряду с обломками тефрогенных кластолитов и вулканитов, обеспечивающих «главный геохимический сигнал» девонского вулканизма, присутствуют кремнистые породы, жильный кварц и кластилиты четвертичных (?) отложений. Кроме этого, во фракциях < 1,0 мм и < 0,25 мм, по результатам термогравиметрического анализа присутствует органическое вещество и монтмориллонит.

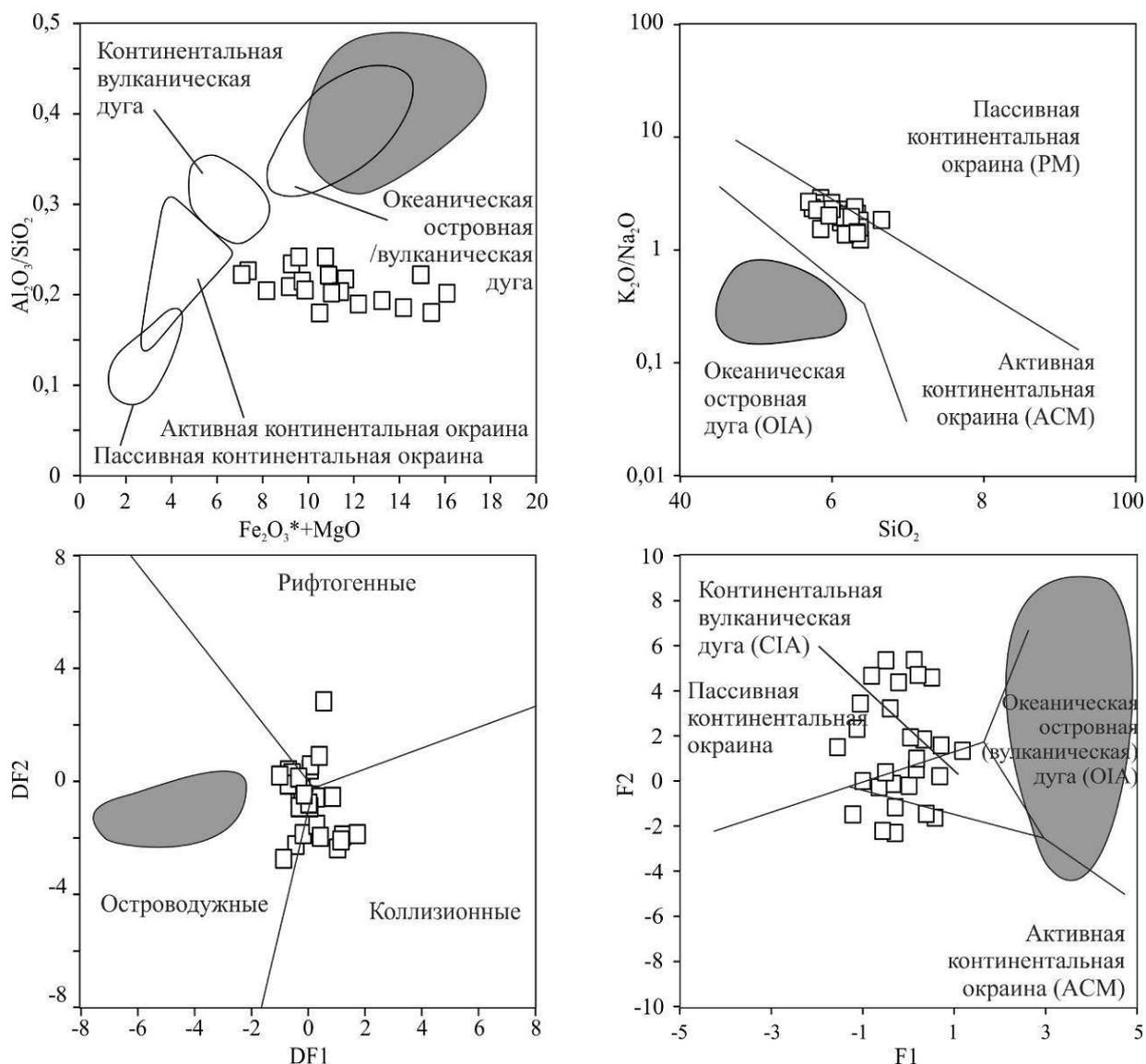


Рис. Дискриминантные диаграммы для аллювия ручья Дарывды (квадраты) и вулканокластических граувакк ирендыкской и улутауской свит (серое поле).

Анализ расположения на диаграммах точек, отвечающих составу отдельных фракций, не выявил значимой связи между гранулометрическим составом и расчетными литохимическими показателями, положенными в основу диаграмм. Отметим, что это заключение справедливо лишь для данного случая, поскольку известны и противоположные результаты [5, 6]. Все точки, отвечающие составу аллювия сдвинуты

относительно полей граувакк в сторону значений, характерных пассивным континентальным окраинам, что отражает направленность процессов осадочной дифференциации.

Список литературы:

1. **Артюшкова О.В.** Биостратиграфия по конодонтам вулканогенно-осадочных отложений девона Магнитогорской мегазоны Южного Урала. – Автореф. дис...доктора г.-м.н. Новосибирск, 2009. – 40 с.
2. **Маслов А.В., Мизенс Г.А., Подковыров В.Н., Гареев Э.З., Сорокин А.А., Смирнов Ю.Н., Сокур Т.М.** Синорогенные псаммиты: основные черты литохимии // Литология и полезные ископаемые. – 2013. – №1. С. 70–96.
3. **Маслов А.В., Подковыров В.Н., Мизенс Г.А., Ножкин А.Д., Фазлиахметов А.М., Малиновский А.И., Худолей А.К., Котова Л.Н., Купцова А.В., Гареев Э.З., Зайнуллин Р.И.** Дискриминантные диаграммы для терригенных пород: опыт сравнения // Геохимия. – 2016. – № 7. С. 579–595.
4. **Маслов В.А. Артюшкова О.В. Якупов Р.Р., Мавринская Т.М.** Проблемные вопросы стратиграфии нижнего и среднего палеозоя Южного Урала // Геологический сборник №7 / ИГ УНЦ РАН, 2007. С.193–204.
5. **Фазлиахметов А.М.** О связи гранулометрического состава песчаников с индикаторными геохимическими параметрами // Геология морей и океанов / Материалы XX Международной научной конференции (Школы) по морской геологии (18–22 ноября 2013 г.). – Том 2. Москва. — 2013. – С. 333–337.
6. **Фазлиахметов А.М., Зайнуллин Р.И.** Вариации индикаторных геохимических параметров на примере ниже- и среднедевонских вулканитовых песчаников Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 1 (84). С. 56–62.
7. **Фазлиахметов А.М., Стаценко Е.О.** Пример сравнения рентгеновской компьютерной микротомографии и оптической микроскопии // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий / Материалы и доклады 11-й Межрегиональной научно-практической конференции. Уфа, ДизайнПресс, 2016. С. 269–271.
8. **Bhatia M.R.** Plate tectonic and geochemical composition of sandstones // Journ. Geology. – 1983. – V. 91. P. 611–627.
9. **Roser B.P., Korsch R.J.** Determination of tectonic settings of sandstone-mudstone suits using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio // Journ. Geology. – 1986. – V.94, № 5. P. 635–650.
10. **Verma S.P., Armstrong-Altrin J.S.** New multi-dimensional diagrams for tectonic discrimination of siliciclastic sediments and their application to Precambrian basins // Chem. Geol. – 2013. – V. 355. P.117–133.

СУЛЬФИДЫ ЖЕЛЕЗА В ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ПРИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

А.Ш. Хусаинова

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь,
e-mail: Alfiya061094@gmail.com*

Введение. В ходе разработки месторождения, кроме полезного ископаемого, добывают попутно неполезное, которое может быть представлено как вскрышными породами, так и пустыми некондиционными рудами. В результате технологической схемы обогащения образуются различной природы техногенные отвалы (хвосты) или техногенно-минеральные образования (ТМО). При взаимодействии горных пород с «новыми» условиями среды происходит «приспособление вещества» и в результате взаимодействия идут различные экзогенные процессы, которые являются аналогами природных, протекающих в таких системах как: зоны окисления сульфидных руд, зоны выветривания и зоны криогенеза.

Сегодня перед геологами стоит вопрос возможности повторного использования минерального вещества из отвалов. Сульфидные минералы являются одними из распространённых минералов на месторождениях. Попадая в отвалы, минералы подвергаются воздействию различных факторов и изменяют физико-химические параметры среды. При этом необходимо понимать какие протекают геологические, геохимические процессы и стадии, какие образуются конечные продукты этих реакций. При взаимодействии системы «минерал – вода – кислород – другие факторы» происходит разложение (высвобождение) металлов из различных минералов, их перенос и осаждение в определенных условиях, по аналогии с процессами, происходящими в природе.

Цель работы – изучение особенностей разложения сульфидов железа в ТМО, переноса и аккумуляции химических элементов под воздействием положительных и отрицательных температур, моделирование поведения сульфидов железа в результате их нахождения в приповерхностных условиях, отвечающих суточному и сезонному режимам изменения температур.

Окисление сульфидных руд при положительных температурах. По данным С.С. Смирнова определяющими факторами интенсивности окисления и глубины их проникновения являются локальные (характер рудного тела, условия залегания и вмещающие породы), и региональные факторы (климатический, морфолого-тектонический, общие особенности металлогении и химизма вод) [10].

В водяно-воздушной среде растворение и окисление сульфидов будет происходить по следующей схеме [10]: $2\text{FeS}_2 + 7\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$. Скорость протекания реакции зависит от различных условий: растворимости сульфида; величины зерна; величины удельной поверхности сульфида и степени его соприкосновения с водой; скорости обновления обмывающей сульфид воды; растворимости получаемого сульфата; стабильности и метастабильности данной модификации.

Существует четыре параметра, определяющие состояние системы: активность электрона (E_h), протона (pH), кислорода (f_{O_2}) и водорода (f_{H_2}); из них только два являются независимыми: E_h и pH , которые легче измерить. В случае одновременного протекания в системе нескольких окислительно-восстановительных реакций в растворе устанавливается одинаковая и общая для них активность электронов (величина

Eh) [5]. При окислении сульфидных минералов в жидкой фазе на их поверхности одновременно протекают процессы самопроизвольного окисления серы минерала и восстановления растворенного кислорода. Суммарный процесс имеет электрохимический характер и является коррозионным. Повышение генетической устойчивости минералов к окислению, увеличение содержания металла сверх стехиометрического и электронный тип проводимости, способствуют образованию на поверхности сульфидов гидроксидов металлов. Повышение окислительной способности, сверх стехиометрического содержания серы и дырочный тип проводимости приводит к прогрессивному образованию на поверхности минералов сульфатов и сульфатокарбонатов. Полученные характеристики позволяют квалифицировать процесс самопроизвольного окисления сульфидов как «квазиравновесный», а их электродный потенциал как «смешанный», устанавливающийся в результате двух противоположных, но сопряженных процессов – катодного и анодного. Взаимное влияние сульфидных минералов при их совместном окислении в водных растворах электролитов обусловлено главным образом электрохимической поляризацией. При этом вклад омического фактора (контактной разности потенциалов) в общей кинетике процесса невелик и составляет порядка 10% [1].

Прямая растворимость сульфидов в чистой воде, не сопровождаемая окислением, вообще ничтожна. По данным исследования О. Вейгеля растворимость кристаллического пирита естественного происхождения составляет $48,89 \text{ моль} \times 10^{-6}$ на 1 литр при температуре 18°C [11]. С увеличением температуры, растворимость кислорода в воде уменьшается. При температуре воздуха от 1 до 25°C содержание кислорода в воде составляет 8-14 мг/л [9]. А. Винчеллом был проведен эксперимент, в котором он обрабатывал 10 месяцев водой при комнатной температуре порошок пирита 300 г. В результате в раствор перешло только 0,2 г всей массы. В общем результаты исследования сульфидов в водяно-воздушной обстановке позволяют грубо выделить ряд сульфидов по степени убывающей скорости окисляемости: сфалерит, халькозин, пирротин, халькопирит, пирит, галенит, энаргит, аргентит. Электрический ток, возникающий на контакте минералов, обладает различными потенциалами и направляется от минерала с высшим потенциалом к минералу с низшим, что обуславливает более быстрое окисление и растворение последнего [10].

На процесс кислотного взаимодействия при выщелачивании влияют другие различные факторы. Химизм вод, циркулирующих в приповерхностной части земной коры, различен в различных участках, и зависит от состава пород, в которых происходит циркуляция. По составу выделяют кислые, нейтральные и щелочные воды. Чем выше кислотность вод зоны окисления, тем выше их минерализация различными соединениями, выше способность к выщелачиванию и переносу тяжелых металлов [10]. Вода, поступающая на выщелачивание, насыщена кислородом, который поступает в раствор из воздуха. Также в воде находятся другие газы, которые также влияют на процесс кислотного взаимодействия при выщелачивании. Наиболее широко в воде растворимы углекислотные соединения в виде газов и растворенных ионов. Состав газов и ионов в зависимости от рН-среды весьма резко меняется: угольная кислота может быть представлена в виде газа и недиссоциированных молекул *угольной кислоты* в виде H_2CO_3 , также в виде полусвязанной угольной кислоты HCO_3^- , или, имея карбонатный ион CO_3^{2-} . *Сероводород* – влияет на растворение не только сульфидов, но и других сульфидсодержащих соединений. В зависимости от рН среды выделяют: $\text{pH} < 7$ – сероводород находится в основном виде H_2S ; $7 < \text{pH} < 13,8$ – в воде в виде иона HS^- ; $\text{pH} > 13,8$ – ионная форма S^{2-} [9]. Растворяющее и окисляющее воздействие

на сульфиды оказывает *серная кислота* (H_2SO_4), по следующей реакции: $\text{RS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} + \text{RSO}_4$. Сульфидные минералы: пирротин, сфалерит, галенит – легко разлагаются и выделяемый H_2S «защищает» от окисления и растворения другие минералы; халькозин и ковеллин – наоборот устойчивы в сернокислых растворах, но при условии отсутствия кислорода; борнит, халькопирит, пирит – занимают промежуточное положение [10]. Действие другого соединения в зоне окисления *дисульфата железа* $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ происходит по следующей формуле: $2\text{RS} + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 = 2\text{RSO}_4 + 4\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$, который является поставщиком кислорода в различные горизонты окисления. Э. Эллин по реактивности воздействия на сульфиды выделяет три группы: халькозин, борнит – сильно изменяются; марказит, пирит – умеренно; ковеллин, сфалерит, халькопирит – слабо. Взаимодействие *сульфата меди* CuSO_4 с сульфидами происходит в отсутствие кислорода по следующей формуле: $\text{RS} + \text{CuSO}_4 = \text{RSO}_4 + \text{CuS}$. При температуре 40°C и при полном отсутствии доступа кислорода наибольшему разложению подвержены: галенит, пирротин, сфалерит, халькопирит, борнит; пирит и ковеллин – реагируют крайне медленно; халькозин – инертен [10].

Окисление сульфидных руд при отрицательных температурах при сезонном промерзании пород. Зоны окисления в многолетнемерзлых породах не являются зонами химического и физического покоя [12]. Важнейшим фактором химического выветривания и криогенного минералообразования является отношение твердой и жидкой фаз, существенно изменяющееся в ходе протекающих химических реакций [8]. При понижении температуры происходит увеличение энергии поверхности частицы, которая является энергетической характеристикой взаимодействия частицы с водой. В процессе замерзания на границе вода-лед возникает скачок электрического потенциала (от сотен мВ до десятков Вольт), который способствует процессу окисления [7]. Главные внешние агенты химического выветривания в зоне криогенеза – это кислород, вода и другие реагенты (SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_2 и др.), которые в значительной мере образуются в результате окисления. Результатом подвижности химических элементов является миграция влаги, которая в мерзлой пористой гетерогенной системе зависит от суммарной влажности и может быть вызвана различными причинами: силами гравитации, капиллярными силами, напряжением в горной породе при замерзании, электроосмосом, градиентом температуры, градиентом электрического тока, градиентом химического потенциала, перепадом упругости паров [7]. Мерзлота не является водоупором, т.е. раствор может мигрировать сквозь породу. С помощью различных реагентов (серная, азотистая кислота) можно увеличить интенсивность выщелачивания.

Техногенно-минеральные образования. Геологические и геохимические процессы в ТМО зависят от породного и минерального состава осадков. При взаимодействии горных пород с новыми условиями среды (окислительно-восстановительные, физико-химические, биохимические) происходит «приспособление вещества к новым условиям среды». В результате процессов растворения, деструкции, миграции вещества происходит преобразование осадка, и изменяются формы нахождения полезного компонента и образуются техногенные агрегаты, гравелиты и конгломераты с цементом из гидроксидов железа аналогичные по механизму образования «железным шляпам» над сульфидными месторождениями. В отвалах происходит механическая, физико-химическая и биохимическая дифференциация и интеграция осадков, которая проявляется следующим образом. *Механическая дифференциация* техногенных осадков происходит при переформировании текущими водами плоскостного смыва, речных систем. Концентрации металла в техногенном осадке отвечают законам механи-

ческой дифференциации и происходят, как и в природных условиях. *Физико-химическая дифференциация и интеграция* осадков определяется геологическими процессами: водным и воздушным механизмами формирования отвалов, гипергенным изменением вещественного состава пород. *Биохимическая дифференциация и интеграция* возникает и свойственна металлу при взаимодействии с бактериями, грибами и другими микроорганизмами. Роль микробиоты в формировании различных металлов достаточно высока [6].

Сульфидные минералы окисляются в толще отвала под воздействием бактерий, влаги и свободного кислорода. Скорость растворения и окисления сульфидов убывает в следующем ряду: сфалерит (ZnS) – халькозин (CuS) – пирротин (FeS) – халькопирит (CuFeS₂) – пирит (FeS₂) – галенит (PbS) [2,3]. Легко растворимые сульфаты железа, меди, цинка, кадмия обогащают приотвальные водоемы, где выпадают в осадок за счет гидролиза. Серная кислота в совокупности с биохимическими и электрохимическими процессами обуславливает кислую реакцию среды (pH=3,5) и высокую растворяющую способность вод. Сульфиды в отвалах могут окисляться в течение десятков лет, определяя состав подотвальных, поверхностных и подземных вод. При истощении карбонатных и адсорбционных буферных свойств подстилающих пород элементы-загрязнители могут поступать в подземные воды, в том числе и водозаборы населенных пунктов. При полной остановке рудника и прекращении водоотлива, загрязнение подземных вод, возможно, будет более обширным. Накопление химических элементов в форме рассолов и растворимых сульфатов определяет их высокую подвижность.

Выводы. Таким образом, в ТМО окисление сульфидных руд происходит по законам, аналогичным для природных сульфидных объектов. Процессы и главные внешние агенты химического выветривания, проходящие в зонах окисления сульфидных руд и ТМО при положительных и отрицательных температурах очень сходны и проходят аналогично друг другу. Вскрытие руды включает два этапа: начальное кислотное выщелачивание и вторичное минералообразование. В период отрицательных температур в ТМО происходит более интенсивное выщелачивание металлов, которое протекает по принципу буферирования концентрации растворенного компонента. Мерзлота не является водупором. В условиях мерзлоты не замерзающий раствор будет мигрировать по отвалу. В результате замерзания части воды, на термическом барьере в осадок выпадают металлы или соли. Может происходить отложение осадка на геохимическом барьере. Процессы окисления сульфидов при положительных температурах отличаются постепенным уменьшением кислотного раствора со временем [4].

Список литературы:

1. **Авдохин В.М.** Проблемы и перспективы переработки тонких частиц // Горный информационно-аналитический бюллетень (Научно-технический журнал). №51. Издательство: Горная книга (Москва), 2011. С. 567-579.
2. **Емлин Э.Ф.** Оценка геохимического рассеяния рудных элементов при промышленном освоении колчеданных месторождений: методические рекомендации. Свердловск, 1983. 43 с.
3. **Емлин Е.Ф.** Техногенез колчеданных месторождений Урала. Екатеринбург, 1991. 178 с.
4. **Маркович Т.И., Абрамова В.А., Эпова Е.С., Птицын А.Б., Разворотнева Л.И.** Влияние сезонного колебания температуры на процесс образования брошанти-

тапри выветривании сульфидов меди // Минералогия техногенеза. Т. 10. Издательство: Институт минералогии УрО РАН (Миасс), 2009. С. 218-223.

5. **Назарова Р.И., Уманская Т.И.** Исследование окислительно-восстановительных процессов многокомпонентных систем природных вод // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. С. 39-43.

6. **Наумов В.А.** Минерагения, техногенез и перспективы комплексного освоения золотоносного аллювия // Автореф. дис. ... доктора геол.-мин. наук. Пермь: ПГУ, 2010. С.42.

7. **Птицын А.Б.** Физико-химические аспекты геотехнологии металлов в зоне криогенеза // Автореферат на соис. докт. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1992. С. 26.

8. **Птицын А.Б., Абрамова В.А., Маркович Т.И.** Специфика криогеохимических процессов в зоне техногенеза // Минералогия техногенеза. Т. 10. Издательство: Институт минералогии УрО РАН (Миасс), 2009.С. 215-217.

9. **Рафиенко А.Г.** О механизме выщелачивании сульфидов из шунгитовых пород // Горный информационно-аналитический бюллетень (Научно-технический журнал). №9. Издательство: Горная книга (Москва), 2007.С. 38-48.

10. **Смирнов С.С.** Зона окисления сульфидных месторождений. – Издательство академии наук СССР. Москва, 1951. С. 335.

11. **Эммонс В.** Вторичное обогащение рудных месторождений. 1935. (Перевод: Emmons W.H. The enrichment of ore deposits // Bull. V.S. Geol. Survey, 1917. №625).

12. **Юргенсон Г.А.** Криоминералогенез в техногенных массивах // Минералогия техногенеза. Т. 10. Издательство: Институт минералогии УрО РАН (Миасс), 2009. С. 61-75.

СУЛЬФИДЫ ЖЕЛЕЗА В СИСТЕМЕ «МИНЕРАЛ – ВОДА – ВОЗДУХ» В ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ

А.Ш. Хусаинова

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь,
e-mail: Alfiya061094@gmail.com*

Введение. Современное человечество, в ходе хозяйственной деятельности, создает и накапливает огромное количество техногенно-минеральных образований (ТМО). В таких системах происходят геологические и геохимические процессы: разложение (высвобождение) металлов из различных минералов, их перенос и осаждение в определенных условиях. Сегодня перед геологами стоит вопрос возможности повторного использования минерального вещества из ТМО. Сульфидные минералы являются одними из распространенных минералов на месторождениях. Экзогенные процессы, протекающие в зонах окисления сульфидных руд, корках выветривания и зонах криогенеза, являются аналогичными процессам, протекающих в ТМО. Золото, поступающее в ТМО, ведет себя как остальной материал осадков и «приспосабливается» к новым условиям техногенной среды. Порядок и механизмы изменения минеральных фаз золота в ТМО практически не отличаются от таковых в природных условиях.

По данным С.С. Смирнова определяющими факторами интенсивности процессов окисления и глубины их проникновения для сульфидных руд являются локальные (характер рудного тела, условия залегания, вмещающие породы) и региональные (климатический, морфолого-тектонический, особенности металлогении и химизма вод) факторы [1]. В данной работе рассматривается роль климатического фактора, который подразумевает под собой среднюю годовую температуру и количество осадков на территории объекта. Его особенностью является цикличность влияния на горные породы. В зависимости от географического расположения тела сульфидных руд и мезоклимата на территории будет происходить их различное разрушение.

Цель работы – изучение особенностей разложения сульфидов железа и их влияние на частицы золота в ТМО; переноса и аккумуляции химических элементов под воздействием положительных и отрицательных температур; моделирование поведения сульфидов железа с золотом в результате их нахождения в приповерхностных условиях, отвечающих суточному и сезонному режимам изменения температур.

Методика и техника эксперимента. Объект изучения – сульфиды железа пиритового состава экзогенного происхождения (таблица). Исследования проводились на базе Пермского государственного национального исследовательского университета (ПГНИУ) на кафедре поисков и разведке полезных ископаемых геологического факультета в лаборатории осадочных полезных ископаемых (ЛОПИ). Изучение фактического материала осуществлялось с помощью современной оптической аппаратуры – электронного стереоскопа Nikon SMZ1500.

Исходный минеральный состав сульфида (таблица) по данным рентгенографического полуколичественного анализа представлен пиритом – 86% (FeS_2) и сомольнокитом – 14% ($\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$). Анализы проведены в секторе наноминералогии ПГНИУ на дифрактометре Bruker D2 Phaser (аналитики О.В. Аликин, Г.А. Исаева) с помощью программы расчета минерального состава Diffrac.Suite (Bruker). Для данного эксперимента использовались сульфиды естественного кристаллического строения и не подвергались механическому дроблению до определенной фракции.

Минеральный состав образцов сульфидов железа экзогенного происхождения

Стадии	Начальный состав (минеральный вид)	Конечный состав (минеральный вид)
Многokратное естественное испарение	Пирит, 86% Сомольнокит, 14%	Пирит, 86% Розенит, 14%
Многokратное нагревание, остывание	Пирит, 86% Сомольнокит, 14%	Пирит, 100%
Многokратное промораживание, оттаивание	Пирит, 86% Сомольнокит, 14%	Пирит, 92% Марказит, 4% Розенит, 3%

Для экспериментов была смоделирована система «минерал – вода – кислород». Образцы помещали в емкость с водой. Вода залита однократно объемом 50 мл. Условия проведения эксперимента – многokратное повторение процессов нагревания и остывания, замораживания и размораживания, испарения и добавления следующей порции воды (50 мл); нагревание – остывание – замораживание – размораживание. Нагревание осуществлялось на плитке, замораживание – в морозильной камере. В эксперименте была использована чистая бутилированная вода ООО «Родник Прикамья». Минерализация воды (мг/дм³): – 70.0, химический состав: HCO₃⁻ – 48.8; SO₄²⁻ – 15.8; Cl⁻ – 3.0; NO₂⁻ – 0.0; Ca⁺ – 2.0; Mg²⁺ – 0.0; Na⁺ – 25.3; K⁺ – 0.42; NH₄⁻ – 0.0; pH = 6.9; общая жесткость – 0.1; гидрохимическая фация – HCO₃ – SO₄ – Na [2].

1. Поведение пирита в системе «минерал – вода – кислород».

Реакция при естественном испарении. Пирит с сомольнокитом на поверхности при взаимодействии с водой и кислородом при естественном испарении (t ~ 20°C) окисляется и разрушается, образуя розенит (Fe[SO₄]*4H₂O) (таблица). Данная система создает кислую среду: показатель pH = 5-6, т.е. среда слабокислая, ближе к нейтральной (определено с помощью лакмусовой бумаги).

Особенностью взаимодействия сульфида с водой является то, что при введении воды на поверхности образца сразу же выделяются пузырьки газа диаметром 1-2 мм. При pH < 7 образуется и выделяется сероводород, который находится в основном в виде газа – H₂S с характерным запахом.

Поведения сульфидов при нагревании. В результате термического воздействия (нагревание) пирит разрушается. Процесс нагревания происходит в водной среде. Температура системы достигает 180°C. Происходит потеря массы образца за счет его механического разрушения (физическое выветривание) и химического высвобождения железа. В результате механического разрушения образуется мелкозернистый материал пирита. Растворы солей двухвалентного железа на воздухе не устойчивы – Fe²⁺ постепенно окисляется до Fe³⁺. При первом нагревании происходит максимальное количество потери массы образца, за счет высвобождения Fe²⁺ (около 20%), при повторных нагреваниях потери составляют первые доли процентов. После нагревания минеральный состав образца преобразуется до состояния пирита (100%). Сульфатная часть переходит в раствор. Сохраняется только пиритовая составляющая.

При нагревании значение показателя pH прямо пропорционально уменьшается значению скорости повышения температуры системы. Значение кислотности среды (pH) изменяется с 5-5.5 до 2-3.5. Аналогично предыдущей системе, при взаимодействии с водой выделялись пузырьки газа, т.е. сероводород в основном в виде H₂S,

угольная кислота в виде недиссоциированных молекул угольной кислоты HCO_3^- и газа CO_2 (своб.).

Реакция сульфидов при заморозке. Данный процесс проходит по принципу процессов физического и химического выветривания в зоне криогенеза. Температура замораживания образца составляет -20°C , оттаивания $+20^\circ\text{C}$. Вода попадая в поровое пространство агрегата, в процессе заморозки, кристаллизуется и увеличивается поровое пространство, разрушая его в результате оттаивания. Происходит механическое разрушение образца. Минеральный состав после многократного цикла замораживания – размораживания изменяется: пирит (92%), марказит (4%), розенит (3%) (таблица). На стадии замораживания – pH составляет 2.5-3, и постоянный для данной системы. Также наблюдаются пузырьки газов.

Реакция при циклическом воздействии. Образец в ходе такого воздействия образец пирита максимально разрушается за счет термического воздействия (нагревания и замораживания). Происходящие процессы аналогичны частным случаям экспериментов.

2. Поведение золота в среде разложения сульфидов.

Поведение золота при естественном испарении воды. После испарения воды, в результате взаимодействия и разложения сульфида, из слабокислой среды образуется белый осадок – розенит ($\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). Золото является подложкой, которую обволакивают, образуя скорлупу-пленку на поверхности (рис. а). Толщина такого образования может достигать до 2-3 мм. Также на золотину могут оседать частицы минералов железа: сульфиды, сульфаты и гидроксиды.

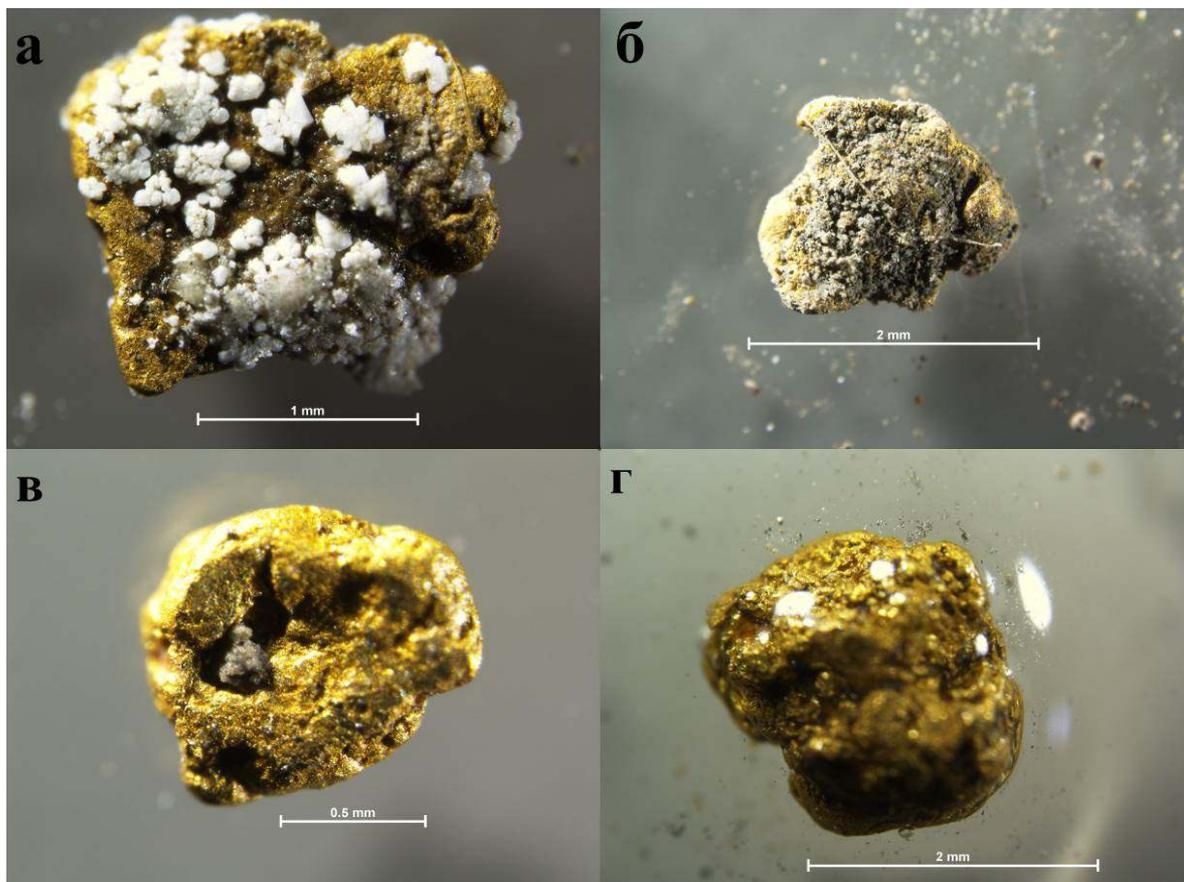


Рисунок. Золотоносные фазы: а – розенит после естественного испарения воды; б – железистая пленка после стадии нагревания; в – частицы сульфида в западинах золотины после стадии заморозки; г – золотина в капле воды (фото автора).

При нагревании происходит взаимодействие сульфида и воды, которое при повышении температуры способствует высвобождению Fe^{2+} . Результат данного процесса – окисленное железо оседает как пленка на золоте (рис. б).

При замораживании процесс воздействия на золотину происходит только после полного оттаивания образца. Также наблюдается попадание сульфидной крошки сульфида в неровности рельефа золотины. Образование пленок и других агрегатов на золотине происходит при испарении водного раствора (рис. в).

При попадание капли воды на золотину выделяются пузырьки газа, происходит частичное растворение осадка, а также вода может обволакивать частицу, образуя защитную капсулу (рис. г).

3. Механизмы накопления или концентрирования пленок на золоте. Осаждение осуществляется как на гладкую поверхность золота, так и на места ямок и нарушений. Массовая доля осажденного на частицу золота материала вторичного продукта выветривания (сульфатов и гидроксидов железа) при однократном воздействии возрастает на 30-36 %. При последующих изменениях масса наростов существенно не растет.

Выводы. Таким образом, окисление пирита в лабораторных условиях происходит аналогично законам, характерным для природных объектов. Золото в ТМО в результате разложения будет служить подложкой для образования различных по природе и составу пленок. Сульфатные и гидроксидные пленки железа, образованные в результате разложения и окисления пирита, легко растворимы в водной среде. Визуально золото в рубашке очень трудно определить и диагностировать, так как образовавшаяся пленка полностью обволакивает частицу. Образованная пленка может также являться подложкой для роста других минералов. Данные виды цементов могут образовывать более крупные агрегаты и цементировать частицы друг с другом. Золото, которое закапсулировано, теряет свою гидравлическую скорость, что будет проявляться при обогащении, поскольку изменяются его технологические свойства. При выщелачивании такое золото не будет способно к полному извлечению из растворов.

Список литературы:

1. **Смирнов С.С.** Зона окисления сульфидных месторождений. – Издательство академии наук СССР. Москва, 1951. С. 335.
2. **Щукова И.В., Наумов Д.Ю.** Качество бутилированной воды в Прикамье // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. №14. Пермь, 2014. С. 99-102.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ЗОЛОТА В РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАШКИРСКОГО МЕГАНТИКЛИНОРИЯ

А.А. Шарипова, С.В. Мичурин
Институт геологии УНЦ РАН, Уфа
e-mail: ajsylu_azatovna@mail.ru

Выявление первичных геохимических ореолов на месторождениях позволяет установить сопутствующие элементы рудных компонентов. Это представляет собой важную задачу, поскольку имеет практическое значение при поисках "слепых" рудных тел. Обычно геохимические ореолы значительно превышают по размерам рудные тела, особенно в вертикальной проекции, и определение концентраций сопутствующих элементов зачастую проще, быстрее и экономически менее затратно по сравнению с анализом содержания в породах рудного компонента, например, Au. Для золото-кварцевых рудопроявлений, локализованных в отложениях рифея Башкирского мегантиклинория (БМА), такие исследования являются актуальными, поскольку золото на рудопроявлениях имеет "кустовое", крайне неравномерное распределение. Проведение геохимического изучения и определение элементов-спутников Au в этих отложениях может помочь при выявлении новых перспективных участков.

Коренные рудопроявления золота в рифейских отложениях южной части БМА относятся к золото-кварцевому, золото-сульфидно-кварцевому и золото-сульфидному формационным типам. Здесь выделяют Исмакаевскую (рудопроявления Улюк-Бар, Кургашлинское, Рамеева жила), Горноприискскую (месторождение Горный Прииск, рудопроявления Богряшка и Калашникова жила) и Акташскую (рудопроявления Восточно- и Западно-Акташское) золоторудные зоны. Рудопроявления Исмакаевской и Горноприискской зон обычно рассматривают в составе Авзянского рудного района.

Наиболее масштабные и в то же время детальные поисковые работы на золото, в том числе и в геохимическом плане, в Авзянском рудном районе проводились в 1970-1980 годах (Потехин и др., 1977 г.; Чернов, Нечаев, 1980 г.; Чернов и др., 1982 г.). В настоящем сообщении предпринимается попытка проанализировать результаты предыдущих исследований с целью выявить корреляционные связи Au с элементами-спутниками в коренных породах. Кроме того, приводится анализ собственных данных по образцам из керна скважин, пробуренных в пределах площади рудопроявлений Улюк-Бар, Богряшка, месторождения Горный Прииск (образцы любезно предоставлены А.А. Алексеевым) и штуфным образцам из старых горных выработок Восточно-Акташского рудопроявления, отобранных нами при полевых исследованиях. Нами выполнен атомно-абсорбционный анализ на содержание Au, Ag, Cu, Co, Ni, Zn, Pb, Cr и рентгено-флуоресцентный анализ на содержание петрогенных, в том числе $S_{\text{общ}}$, и редких элементов: As, Cu, Co, Ni, Zn, Pb, Cr, Sr, Rb, Zr, Y, Nb, Sc, V и Ba. Для атомно-абсорбционного анализа, выполненного на спектрофотометре Спектр-5 (аналитик Н.Г. Христофорова) брались пробы навеской 10 г. Для рентгено-флуоресцентного анализа (спектрометр VRA-30, Германия) вес пробы составлял 5 г. Кроме того, концентрации около 60 химических элементов, в том числе и вышеперечисленные за исключением Ag и Rb, параллельно определены на оптическом эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой ICPE-9000 (SHIMADZU) (аналитик А.М. Мусина). Использовался открытый способ разложения проб навеской 100 мг.

Исмакаевская рудная зона. Золоторудная минерализация приурочена на рудопроявлении Улюк-Бар к многочисленным мелким кварцевым жилам лестничного типа, сосредоточенным в крутопадающем на восток пласте песчаников большеинзерской свиты нижнего рифея. В результате проведенных работ было установлено (Чер-

нов и др., 1982 г.) что, жильный кварц рудопроявления содержит незначительную вкрапленность и гнездово-прожилковые выделения пирита и арсенопирита, в отдельных случаях в нем наблюдаются обильные выделения галенита и сфалерита. При этом основная часть рудных минералов развита в зальбандах кварцевых жил и вблизи них во вмещающей породе, среди которых резко преобладают пирит и арсенопирит, значительно меньше доля пирротина, халькопирита, галенита, сфалерита, в незначительном количестве встречается пентландит. Галенит и сфалерит иногда образуют мелкие бесформенные выделения в зернах арсенопирита реже пирита. Сфалерит дает сростки с халькопиритом.

В ассоциации с арсенопиритом и пиритом в жильном кварце изредка отмечаются бесформенные, изометричные, удлинённые и прожилковидные выделения самородного золота размером до 0,1 мм (Чернов и др., 1982 г.). Кроме того, золото выделяется в самородной форме в пирите и арсенопирите, часто на контакте их зерен. Заметно его тяготение к арсенопириту, в котором оно иногда ассоциирует с галенитом. Наблюдаются также сростания золота с халькопиритом и галенитом, иногда его выделения внутри зерен галенита. В отдельных случаях отмечаются обособления золота в песчаниках, но обязательно в присутствии сульфидов. По представлениям А.Л. Чернова с коллегами (1982 г.), морфология золотин указывает на их образование в условиях выполнения мелких трещин и пустот на поздней стадии рудного процесса, вероятно, одновременно с выделениями халькопирита, галенита и сфалерита.

Из приведенных материалов следует, что в геохимическом плане золото рудопроявления Улюк-Бар должно иметь корреляционные связи с As, Pb, Cu и Zn — с халькофильными элементами, имеющими сходство с серой.

Вместе с тем, проведенный ранее анализ геохимических данных (полуколичественный спектральный метод) по образцам из керна скважин, пробуренных в пределах Исмакаевской рудной зоны, дал несколько противоречивые результаты. С одной стороны, геохимические аномалии As, Cu, Zn, Pb, наряду с аномалиями W, были отнесены к поисковым критериям и признакам золотого оруденения в Авзянском рудном районе (Чернов и др., 1982 г.). С другой стороны, было установлено, что рудопоявления коренного золота Исмакаевской зоны практически не имеют ореолов Cu, Zn, Pb и сопровождаются на поверхности вторичными и первичными ореолами Ag, As и W (Улюк-Бар), As и Ag (Кургашлинское), W (Рамеева жила).

В более позднем обобщении этих же данных (Логинова, 1992 г.) к элементам-спутникам золото-кварцевого оруденения были отнесены только Ag, As, W и доказывалось присутствие вертикальной зональности на рудопоявлениях Улюк-Бар и Кургашлинское, заключающейся в том, что в их верхней части фиксируются ореолы Cu и Zn, а в нижней развивается геохимический ореол Mo.

В то же время по результатам проведенных исследований был сделан важный вывод о том, что общим фактором, влияющим на распределение литохимических аномалий на поверхности, является пересечение разрывных нарушений двух направлений: субмеридионального и северо-западного (Чернов и др., 1982 г.). При этом приуроченность геохимических аномалий к разрывным нарушениям, по мнению указанных исследователей, свидетельствует о гидротермальной природе формирования сопутствующей золоту минерализации и о возможности использования теоретических данных о зональности гидротермальной колонны для оценки уровня эрозионного среза первичных ореолов.

Ранее нами были обобщены геохимические данные по распределению мышьяка в коренных породах в пределах Исмакаевской рудной зоны, было учтено около 3700 спектральных полуколичественных анализов по 68 скважинам, пробуренным в 1970-1980 г.г. [3]. Полученные результаты, с одной стороны, подтвердили приуроченность первичного геохимического ореола As к разрывным нарушениям в пределах зоны

(рис.), с другой — показали, что увеличение концентраций мышьяка происходит вдоль нарушений северо-западного и северо-восточного направлений, оперяющих региональный караташский разлом субмеридионального простирания. При этом, анализ показал, что непосредственно севернее рудопроявления Кургашлинское содержание As в породах уменьшается.

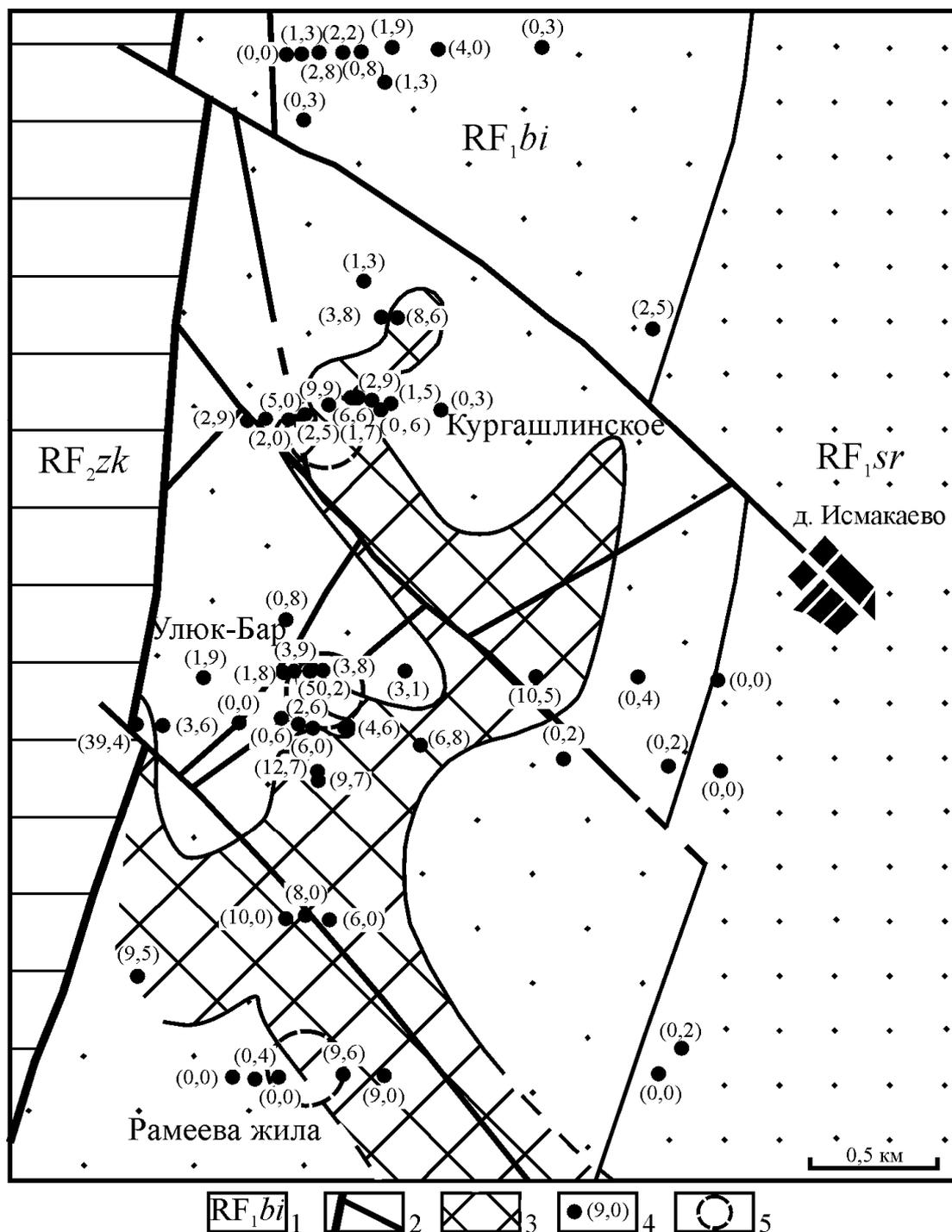


Рис. Проекция на дневную поверхность среднего содержания мышьяка по скважинам в пределах Исмакаевской рудной зоны (по [3] с изменениями)

Условные обозначения: 1 – свиты нижнего и среднего рифея: *bi* – большеинзерская; *sr* – суранская; *zk* – зигазино-комаровская; 2 – разноранговые тектонические нарушения; 3 – зона пород со средним содержанием As по скважинам 5–50 г/т; 4 – положение скважины на поверхности и среднее содержание в ней As в породах; 5 – рудопроявления золота.

По результатам рентгено-флуоресцентного (As , $S_{\text{общ}}$) и атомно-абсорбционного анализов (Au , Ag , Cu , Co , Ni , Zn , Pb , Cr) по 30 образцам с использованием данных метода ИСП АЭС нами установлено, что корреляционные связи на разных участках Исмакаевской зоны неодинаковы. В скважине № 18 ($n=8$), пробуренной в пределах площади рудопроявления Улюк-Бар, самые высокие коэффициенты корреляции Au на уровне 0,9-0,95 отмечаются с Co , S и As . Довольно большие коэффициенты корреляции Au отмечаются с Ni и Zn — 0,73 и 0,52 соответственно. При этом следует отметить, что в образцах из керна скв. № 18 ранее нами помимо пирита, арсенопирита и пирротина установлено сравнительно широкое развитие герсдорфита [1]. Это, по-видимому, объясняет относительно высокий коэффициент корреляции между Au и Ni . Невысокую положительную связь в скважине № 18 показывает Au с Ag (0,32), Cr (0,21) и отсутствие взаимосвязи с Cu (0,13) и Pb (0,1), что несколько неожиданно, поскольку минералогические наблюдения указывают на связь золота с халькопиритом и галенитом. Вместе с тем, последние элементы связаны сильной положительной корреляцией с Ag (0,98 и 0,48 соответственно), что говорит о вхождении серебра в халькопирит.

В то же время анализ данных по всей полученной нами выборке ($n=30$, содержание Au составляет от нуля до 1,2 г/т) в пределах Исмакаевской рудной зоны показывает отсутствие связи золота ни с одним из вышеперечисленных элементов, за исключением As , с которым у него коэффициент корреляции составляет примерно 0,3. Кроме того, отметим, что при анализе методом ИСП АЭС в изученной выборке обнаружен W на уровне 0,2-0,4 г/т. Он обнаружен в трех пробах именно в тех скважинах, которые были пробурены непосредственно на рудопроявлении Улюк-Бар.

Схожая картина получается при корреляционном анализе данных спектрального полуколичественного метода (As , Cu , Zn , Pb , W) и результатов пробирного анализа (Au и Ag) по 180 керновым пробам из скв. № 7807, в которой установлены самые высокие содержания золота на рудопроявлении Улюк-Бар. Здесь Au обнаруживает связь только с Ag (0,32) и As (~0,4). С другими элементами (Cu , Zn , Pb , W) золото имеет почти нулевые коэффициенты корреляции.

Горноприисксовая рудная зона. Рудовмещающими породами месторождения Горный Прииск являются среднерифейские отложения зигазино-комаровской свиты, которые представлены переслаивающимися сланцами и алевролитами с отдельными прослоями песчаников. Золото здесь встречается как в кварцевых жилах, так и во вмещающих сульфидизированных сланцах.

В ранее проведенных поисковых работах на месторождении Горный Прииск (Потехин и др., 1977 г.) на основании полуколичественного спектрального анализа были проанализированы валовые геохимические пробы коренных пород и сульфидных концентратов. Для анализа был выбран ряд элементов, который представлялся наиболее информативным при поисках золотого оруденения, а именно: Va , As , Sr , Cu , Zn , Pb . Кроме того, анализировалось распределение также Mn , Ti , Cr и P . В результате была отмечена только неустойчивая корреляционная связь золота с мышьяком, связь с другими элементами не установлена.

При дальнейшем изучении (Чернов, Нечаев, 1980 г.) в одной из скважин (К-20), пробуренных на месторождении Горный Прииск, в сильно выветрелых интенсивно ожелезненных сланцах были установлены концентрации золота до 0,7 г/т и обнаружена прямая корреляционная зависимость только между содержанием Au и As .

Нами при анализе небольшого количества проб кварца и сульфидизированных сланцев ($n=5$, содержание Au составляет от нуля до 4,1 г/т) месторождения Горный

Прииск установлена сильная положительная корреляция Au с $S_{\text{общ}}$ (0,99), Ag (0,99), Cu (0,98), Co (0,97), Pb (0,9), Ni (0,89), Zn (0,59) и отсутствие связи с As, Cr и W. Вместе с тем, в двух пробах (сланце и, что более показательнее, образце кварцевой жилы) методом ИСП АЭС обнаружен W в количестве 0,1-0,2 г/т.

Рудопроявление Богряшка представляет собой зону метасоматически преобразованных доломитов суранской свиты нижнего рифея с золотосодержащей рассеянной вкрапленной и гнездово-прожилковой сульфидной минерализацией. По наблюдениям В.П. Нечаева [2], минералообразование на рудопроявлении происходило в следующей последовательности: 1) пирит-1 – арсенопирит; 2) пирротин; 3) пирит-2 – халькопирит – галенит – сфалерит – айкинит. Золото в установленной последовательности минералообразования отлагалось позже пирита-1 и арсенопирита и одновременно с халькопиритом, иногда образуя с ним сростки. Основная золотоносность была связана с заключительными стадиями гидротермальной деятельности [2; 5]. На поздней стадии рудного процесса отлагались халькопирит, блеклые руды, сфалерит, галенит, халькозин, мельниковит и маухерит, которые отмечаются в виде мелких включений в пирите. Кроме того, на границе карбонатных метасоматитов и вмещающих доломитов халькопирит и блеклые руды образуют самостоятельные гнездово-прожилковые выделения, обогащенные золотом.

По результатам ранее проведенных работ установлена связь золота с сульфидами — в сульфидных концентратах (преобладающий минерал – пирит) содержание золота достигает 150 и более г/т (Потехин и др., 1977 г.). При этом четкой корреляции между Au и As не зафиксировано. Отмечено (Чернов, Нечаев, 1980 г.), что в отдельных случаях концентрация As увеличиваются до 1000-3000 г/т (полуколичественный спектральный анализ) вблизи участков с повышенным содержанием Au в породах (более 0,3 г/т).

Полученные нами данные о корреляционных связях золота ($n=11$, содержание Au в породах составляет от нуля до 2,6 г/т) подтверждают ранее проведенные минералогические наблюдения и геохимические исследования. Сильная положительная связь Au нами выявлена с S (0,94), Cu (0,89), Ag (0,8), Co (0,66) и Ni (0,56). При этом с As, Zn, Pb и Cr связь не установлена. Вместе с тем отсутствие зависимости между содержаниями Au и As вызывает некоторое противоречие, поскольку в химическом составе золотоносных сульфидов рудопроявления Богряшка, как правило, отмечается избыток серы по сравнению со стехиометрическим составом и значительная примесь As [4]. Отсутствие четкой корреляции мышьяка с золотом, по-видимому, объясняется наличием нескольких генераций сульфидов в породах, в которых наряду с золотоносной сульфидной минерализацией, присутствуют безрудные сульфиды.

Акташская рудная зона. Восточно-Акташское рудопроявление представляет собой прожилковую и прожилково-вкрапленную золотоносную карбонат-кварц-пиритовую и пирит-кварцевую минерализацию, локализирующуюся вдоль контактов дайки габбро-диоритов (?), которая приурочена к крутопадающему разрыву в катавских известняках верхнего рифея.

Анализ полученных нами данных ($n=10$, содержание Au в породах составляет от нуля до 0,44 г/т) показывает наличие сильной положительной связи Au с Ag (0,82), Mn (0,60), Th (0,58) и в меньшей степени с Mo (0,53), Nb (0,45), Sr (0,38), As (0,37), Pb (0,35), U (0,3), P (0,3), Y (0,27), Co (0,26), Zn (0,26), Sc (0,26), Sb (0,23), Ti (0,22) и Li (0,22). Отсутствие связи Au с S, Ni, Cu и относительно слабая корреляция с Co, Zn и Pb указывает на то, что золото на рудопроявлении в большей степени связано не с сульфидами, а кварцем.

Выводы. В пределах площади рудопроявлений, локализованных в отложениях рифея южной части БМА, геохимические связи золота неоднородны. Для золото-сульфидных (Богряшка) и золото-сульфидно-кварцевых (Горный Прииск, Восточно-Акташское) рудопроявлений отмечается сильная положительная корреляция золота с серой и различными халькофильными элементами (Cu, Co, Pb, Ni, Zn). На золото-кварцевых рудопроявлениях (Улюк-Бар) оно связано, как правило, только с As, хотя местами устанавливается также корреляция с серой и указанными халькофильными элементами. Наибольшее значение для поисков золота и выявления перспективных участков имеет его положительная корреляция с мышьяком. Повышенное содержание As в породах в пределах Исмакаевской рудной зоны четко фиксируется вдоль разрывных нарушений северо-западного и северо-восточного направлений и на их пересечении, при этом максимальные концентрации мышьяка в зоне устанавливаются непосредственно на рудопроявлениях.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16–35–00144.

Список литературы:

1. **Мичурин С.В., Ковалев С.Г., Горожанин В.М.** Генезис сульфатов и сульфидов в нижнерифейских отложениях Камско-Бельского авлакогена и Башкирского мегантиклинория. Уфа: ООО ДизайнПолиграфСервис, 2009. 192 с.
2. **Нечаев В.П.** Особенности гидротермально-метасоматического процесса на некоторых золоторудных проявлениях западного склона Южного Урала // Вопросы минералогии, геохимии и генезиса полезных ископаемых Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1982. С. 52-56.
3. **Шарипова А.А., Мичурин С.В.** Термо-ЭДС пирита из рудопроявлений золота в нижнерифейских отложениях Башкирского антиклинория // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. №17. Уфа, 2011. С. 110-117.
4. **Шарипова А.А., Мичурин С.В.** Изотопно-геохимические и термоэлектрические характеристики сульфидов из рудопроявления Багряшка // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ № 18. Уфа, 2012. С. 81-87.
5. **Шарипова А.А., Мичурин С.В., Веливецкая Т.А., Игнатьев А.В.** Золотосодержащий пирит в рифейских отложениях Башкирского мегантиклинория (на примере рудопроявления Богряшка) // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2016. № 3 (в печати).

РЕСТАВРАЦИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРОД ХАРЧЕРУЗСКОГО БЛОКА МАССИВА СЫУМ-КЕУ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

А.Н. Юричев

Томский государственный университет, Томск

e-mail: juratur@sibmail.com

Ультрамафитовые реститовые массивы дунит-гарцбургитового состава являются составной частью мафит-ультрамафитовых поясов складчатых областей. В последние несколько десятилетий они привлекают все большее внимание исследователей как с позиции генезиса, учитывая их мантийную природу образования и связь с ранними этапами развития складчатых сооружений, так и с позиции рудоносности – своей промышленной хромитоносностью, асбестоносностью и включением благороднометальной минерализации и ЭПГ. Однако в настоящее время спорность многих аспектов петрологии реститовых ультрамафитов обусловлена недостаточной изученностью этих интереснейших образований.

В работе предпринимается попытка, основываясь на химизме хромшпинелидов, реконструировать геодинамическую обстановку формирования исследуемого объекта.

Харчерузский блок ультрамафитового массива Сыум-Кеу является южным фрагментом Хадатинского офиолитового пояса, который замыкает на севере офиолитовые комплексы Полярного Урала [4-5]. Согласно геолого-геофизическим данным, полученным при проведении групповой геологической съемки масштаба 1:50000, он является самостоятельным и отделен от более крупного ультрамафитового массива Сыум-Кеу метаморфизованными габбро и амфиболитами. Вероятно, он является эрозионно-тектоническим клипом от данного массива.

Харчерузский блок представляет собой клинообразное тело субширотного простирания, которое выклинивается на восток, его протяженность составляет ~18 км, при максимальной ширине в западной части 7 км. Массив разделен разломом северо-восточного простирания на западную и восточную части и сложен, главным образом, дунитами, среди которых очень редко встречаются гарцбургиты. Отмечаются также мелкие тела габброидов, обычно интенсивно метасоматически измененные. В экзоконтактных зонах габброидов устанавливаются верлиты и клинопироксениты, которые вероятно являются высокотемпературными реакционно-метасоматическими образованиями.

Среди дунитов выявлены линейные и линзообразные тела хромитов, имеющие преимущественно субширотное простирание. Мощность отдельных тел обычно менее 1 м, протяженность – до 10 м. Рудные тела нередко группируются в рудные субширотные зоны, в которых количество хромшпинелидов существенно возрастает и может значительно варьировать от 10 до 50-90%, с образованием от убоговкрапленных до густовкрапленных и сплошных руд. Иногда в рудных зонах отмечается полосчатое строение, обусловленное различной концентрацией хромшпинелидов. Ширина отдельных полос обычно от 0,5 м до 2,0 м. Полосчатость ориентирована диагонально к простиранию рудных зон и согласно с квиважом пластического течения северо-восточного простирания.

Химический состав аксессуарных и рудных хромшпинелидов из ультрамафитов Харчерузского блока определялся методом рентгеноспектрального микроанализа на электронном сканирующем микроскопе «Tescan Vega II LMU», оборудованном энергодисперсионным спектрометром (с детектором Si(Li) Standard) INCA Energy 350 и

волнодисперсионным спектрометром INCA Wave 700 в ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ (г. Томск).

Проведенные исследования показывают, что все проанализированные хромшпинелиды в целом характеризуются высокохромистым составом ($Cr_2O_3=49,0-63,5\%$) и очень слабо метаморфизованы. В их химическом составе постоянно отмечаются NiO (до 0,21%), ZnO (до 0,38%) и V_2O_5 (до 0,22%). Согласно классификационной диаграмме Н.В. Павлова [2] они соответствуют алюмохромитам и хромитам (рис. 1, а-б).

Фигуративные точки составов хромшпинелидов формируют единый линейно вытянутый эволюционный тренд, отражающий преобразование вещественного состава хромшпинелей в процессе высокотемпературного динамометаморфизма, а также степень реститования вмещающих их ультрамафитов [7-8]. Увеличение степени плавления рестита сопровождается возрастанием хромистости и железистости при уменьшении глиноземистости и магнезиальности, что, в целом, характерно для мантийных реститогенных ультрамафитов [1, 3, 6, 10] и служит дополнительным свидетельством реститовой природы пород Харчерузского блока.

Положение фигуративных точек составов шпинелидов на треугольной диаграмме (рис. 1, а) и диаграмме J.M. Ghazi с соавторами (рис. 1, г), также указывает на генетическую связь изученных хромитов с офиолитовыми мантийными ультрамафитами и их отнесение к подформному типу.

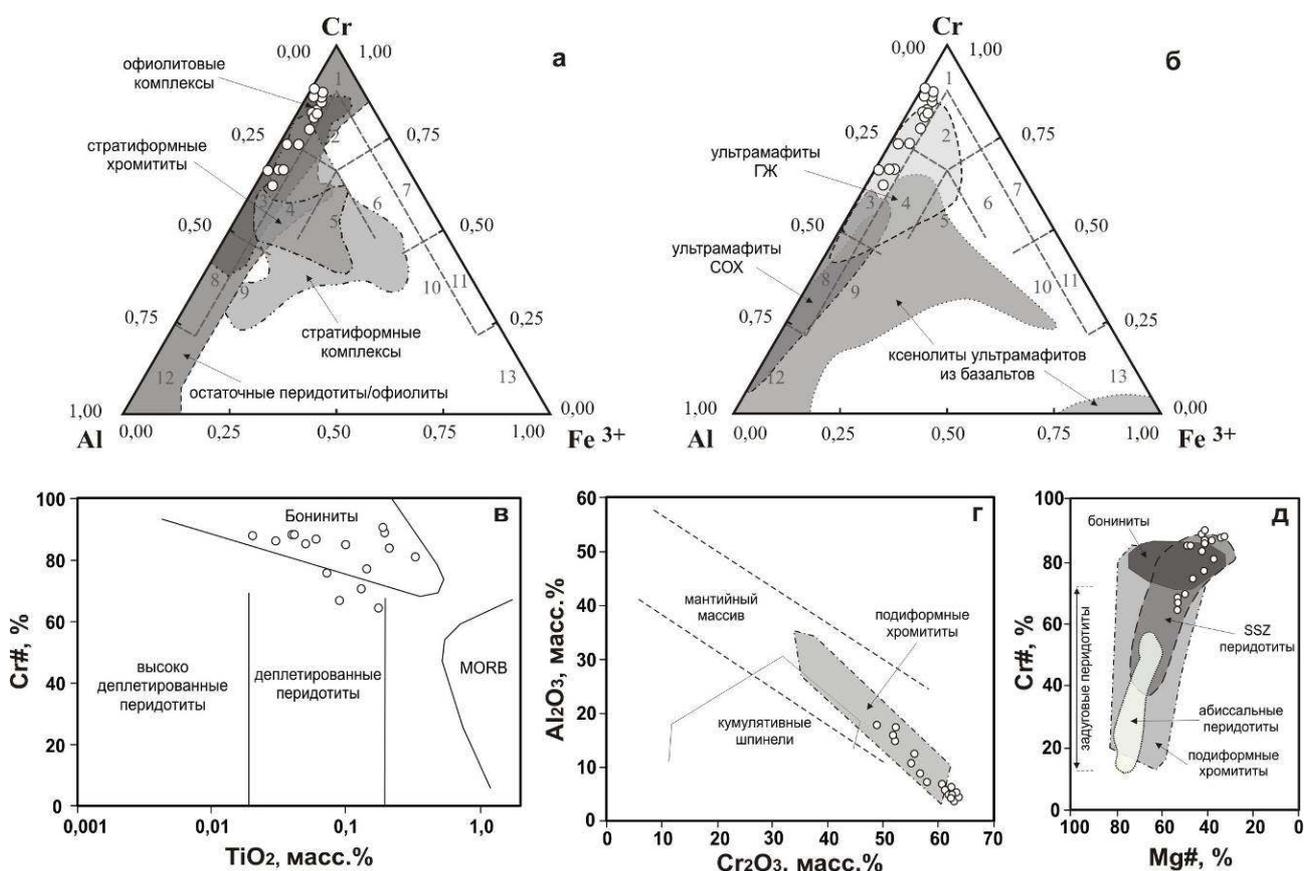


Рис. Составы хромшпинелидов Харчерузского блока на классификационной диаграмме Н.В. Павлова [2] и бинарных диаграммах.

Условные обозначения: 1) хромиты; 2) субферрихромиты; 3) алюмохромиты; 4) субферриалюмохромиты; 5) ферриалюмохромиты; 6) субалюмоферрихромиты; 7) феррихромиты; 8) хромпикотиты; 9) субферрихромпикотиты; 10) субалюмохроммагнетиты; 11) хроммагнетиты; 12) пикотиты; 13) магнетиты. Диаграммы (а, г) отражают генетический тип хромитов, а диаграммы (б, в, д) – геодинамическую обстановку формирования [9, 11–12].

Для оценки геодинамической обстановки формирования Харчерузского блока, автором были привлечены диаграммы зарубежных ученых по данному направлению исследований (рис. 1, б–в, д). На треугольной диаграмме Al–Cr–Fe³⁺ фигуративные точки составов в большинстве своем попадают в область ультрамафитов глубоководных желобов, на бинарной диаграмме TiO₂–Cr# – в область бонинитов, на бинарной диаграмме Mg#–Cr# – в область океанических надсубдукционных перидотитов. Такие наблюдения позволяют предположить сложную многостадийную тектоническую историю хромититов Харчерузского блока. Очевидно, плавление исходного рестита происходило в зоне спрединга, расположенного рядом с горячей точкой. В дальнейшем, в островодужной системе, эта аномальная океаническая литосферная мантия подверглась взаимодействию с бонинитовыми расплавами, иницированными субдукцией. Это, впоследствии, привело к появлению дунитов и хромититов с явными характеристиками надсубдукционных перидотитов.

Список литературы:

1. **Макеев А.Б.** Минералогия альпинотипных ультрабазитов Урала. – СПб.: Наука, 1992. – 197 с.
2. **Павлов Н.В.** Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды ИГН АН СССР. Сер. рудн. месторождения. М.: Изд-во АН СССР. – 1949. – № 13. 87 с.
3. **Перевозчиков Б.В., Плотников А.В., Макиев Т.Т.** Природа вариаций состава рудной и аксессуарной хромшпинели ультрабазитового массива Сыум-Кеу (Полярный Урал) // Известия вузов. Геология и разведка. – 2007. – № 4. С. 32–39.
4. Петрология и метаморфизм древних офиолитов (на примере Полярного Урала и Западного Саяна) / Н.Л. Добрецов, Ю.Е. Молдаванцев, А.П. Казак и др. Новосибирск: Наука, 1977. 221 с.
5. **Чернышов А.И., Юричев А.Н.** Структурная эволюция дунитов и хромитов Харчерузского массива (Полярный Урал) // Геотектоника. – 2016. – № 2. С. 62–77.
6. **Юричев А.Н., Чернышов А.И., Кульков А.С.** Рудная минерализация Агардагского ультрамафитового массива (Республика Тыва) // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323. – № 1. С. 130–136.
7. **Юричев А.Н.** Аксессуарные шпинелиды из ультрамафитов: индикаторы условий формирования // Руды и металлы. – 2013. – № 6. С. 30–34.
8. **Юричев А.Н., Чернышов А.И.** Эволюция составов шпинелиевой минерализации из различных формационных типов мафит-ультрамафитовых комплексов Канской глыбы (Восточный Саян) // Отечественная геология. – 2012. – № 2. С. 42–50.
9. **Barnes S.J., Roeder P.L.** The range of spinel compositions in terrestrial mafic and ultramafic rocks // Journal of petrology. – 2001. – V. 42. – № 12. – P. 2279–2302.
10. **Dick H.J.B., Bullen T.** Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas // Contrib. Mineral. Petrol. – 1984. – V. 84. P. 54–76.
11. **Ghazi J.M., Moazzen M., Rahghoshay M., Moghadam H.S.** The geodynamic setting of the Nain ophiolites, Central Iran: evidence from chromian spinels in the chromitites and associated rocks // Ofioliti. – 2011. – V. 36. – № 1. P. 59–76.
12. **Melcher F., Grum W., Simon G., Thalhammer T.V., Stumpfl E.F.** Petrogenesis of the Ophiolitic Giant Chromite Deposits of Kempirsai, Kazakhstan: a Study of Solid and Fluid Inclusions in Chromite // Journal of Petrology. – 1997. – V. 38. – № 10. P. 1419–1458.

РЕМАСШТАБИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕСЧАНИКОВ АШАЛЬЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА РЕНТГЕНОВСКОЙ МИКРОТОМОГРАФИИ

Т.Р. Закиров¹, Л.И. Хайдарова², Е.О. Стаценко³

Казанский (Приволжский) федеральный университет,

¹ tirzakirov@kpfu.ru, ² khaidarovali@mail.ru, ³ e.statsenko@yahoo.com

Неоднородность строения и физических свойств осадочных пород формируется в разных временных и геометрических масштабах. Микроскопическая структура порового пространства пород-коллекторов обуславливает целый ряд их макроскопических петрофизических свойств (плотность, теплопроводность, электропроводность, прочность, упругость и др.), включая фильтрационно-емкостные свойства (пористость, удельная поверхность, проницаемость) и гранулометрический состав, которые определяются лабораторными методами в масштабе зерна, а также гидродинамическими и геофизическими методами в масштабе пластов. При этом математические уравнения для описания физических процессов на микроскопических и макроскопических масштабах могут, вообще говоря, в разной степени учитывать те, или иные, физические взаимодействия. Например, для микроскопического описания однофазного течения в объеме пор используются уравнения Навье-Стокса [1], а для макроскопического описания используется уравнение Дарси [1] для сплошных сред.

Современные методы электронной и оптической микроскопии, а также рентгеновской микротомографии позволяют с высокой детальностью численно описать пространственное положение и геометрию нано- и микрогазовых пор в образцах размером несколько миллиметров. Однако обеспечение такой же детальности в описании структуры порового пространства в объеме образцов размером в несколько сантиметров (керна) уже не представляется возможным не только из-за трудоемкости и технических ограничений указанных методов, но, в гораздо большей степени, из-за невыполнимых пока требований к хранению и компьютерной обработке огромных массивов данных.

Наиболее общий подход для получения макроскопической характеристики данного физического свойства горной породы из результатов исследования микроскопической структуры порового пространства и полученной на этой основе микроскопической характеристики заключается в определении «представительного элемента объема» (representative elementary volume - REV) для данного физического свойства горной породы [1-4]. По существу, REV для пористых сред – это наименьший объем образца, для описания физических свойств которого применима модель сплошной среды.

В данной работе для получения вычисления фильтрационно-емкостных свойств и гранулометрического состава пористых сред использовался метод рентгеновской компьютерной томографии.

1. Объекты исследования

Образцы для исследования были представлены керновым материалом нефтеносных песчаников Ашальчинского месторождения пермского и каменноугольного возраста Мелекесской впадины Волго-Уральской антеклизы.

Песчаники по составу полиминеральные, слабо известковистые, неравномерно нефтенасыщенные, по структуре мелко-среднезернистые, участками алевритистые. Визуально породы характеризуются зеленовато-серой окраской, с многочисленными темно-бурыми пятнами выпотов нефти, что обуславливает их пятнистую текстуру.

По данным петрографического анализа песчаники на 85-90% сложены обломками минералов и горных пород, на 10-15% – цементирующим материалом. Аллотигенная компонента средним размером 0.25-0.5 мм представлена полукатанными удлиненными зернами кварца, окатанными изометричными обломками кремнистых пород, в меньшей степени угловатыми зернами полевых шпатов и редкими чешуйками хлорита и мусковита. Обломочный материал сцементирован кальцитовым цементом. Цемент порового типа, по структуре микро-тонкозернистый, по отношению к аллотигенной компоненте – независимая цементация, на контакте с кварцевыми зернами – коррозионный. Большая часть карбонатного цемента выщелочена, оставшиеся фрагменты фиксируются в виде оторочек по краям обломочных компонентов. Поры межзерновые, сообщающиеся, часто образуют извилистые каналы диаметром 0.1-0.25 мм.

2. Рентгеновская компьютерная микротомография.

Измерения кернов выполнялись с применением микро-/нанофокусной системы рентгеновского контроля для компьютерной томографии и 2D инспекции Phoenix v|tome|x s240 в лаборатории рентгеновской компьютерной томографии Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета. Все измерения проводились с использованием нанофокусной рентгеновской трубки. Образцы кернов снимались при ускоряющем напряжении 120 кВ и силе тока рентгеновской трубки 90 мкА. Трехмерное распределение линейного коэффициента ослабления рентгеновского излучения в объеме исследуемого образца в данном приборе осуществляется после обработки двумерных теневых проекций, полученных при различных углах поворота образца $0 < \varphi < 360^\circ$. Линейное разрешение полученной томограммы зависит от материала образца и геометрических условий съемки.

Предварительная компьютерная обработка, сегментация и анализ геометрических характеристик томограмм проводились в программе Avizo Fire Edition (Visualization Sciences Group).

3. Методика расчета компонент тензора абсолютной проницаемости.

Течение флюида в поровом пространстве представляется в виде движения несжимаемой вязкой жидкости. Такая модель течения описывается при помощи уравнений неразрывности и стационарных уравнений Навье-Стокса [5,6] (для медленных видов течений со скоростью порядка мкм/с). Следовательно, инерционными силами по сравнению с диффузионными в рамках решаемой задачи можно пренебречь.

$$\operatorname{div} \mathbf{U} = 0, \quad (1)$$

$$\mu \Delta \mathbf{U} = \frac{1}{\rho} \nabla P, \quad (2)$$

где P - поле давления, $\mathbf{U}=(u,v,w)$ – поле скоростей, ρ – плотность жидкости, μ – вязкость жидкости. Давление и скорость в данной постановке задачи являются функциями, зависящими от координат ячеек цифрового образа керна.

Для модели флюида приняты следующие значения параметров: вязкость $\mu = 1.5 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ (1.5 сПз), плотность $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$.

В качестве численной величины, описывающей фильтрационные характеристики пористых сред, принимается тензор абсолютной проницаемости. Для вычисления

девяти компонент тензора проводится три вычислительных эксперимента, в которых перепад давления поочередно задается на противоположных гранях зерна вдоль направлений x , y и z , связанных с системой координат образца. На входной грани куба значение давления P_{in} составляет 1.1 кПа, а на выходной – $P_{out} = 0.1$ кПа.

Постановки вычислительных экспериментов для расчета поля скоростей течения флюида и для расчета тензора абсолютной проницаемости отличаются друг от друга. В первом случае, внешние границы образца считаются непроницаемыми для жидкости. Во втором случае, чтобы избежать эффектов, возникающих при взаимодействии жидкости с непроницаемой внешней стенкой (например, вихри) и влияющих на фильтрационные характеристики, образец со сторон внешних граней окружается слоем жидкости толщиной в несколько десятков вокселей, свойства которой совпадают с моделью флюида. Внешние границы области такой системы считаются непроницаемыми. Основываясь на рассчитанном поле скоростей, компоненты тензора абсолютной проницаемости k_{xx} , k_{xy} , k_{xz} вычисляются по следующим формулам:

$$k_{xx} = \frac{Q_x \cdot \rho\mu}{\left(\frac{\Delta P}{L_x}\right)}, \quad k_{xy} = \frac{Q_y \cdot \rho\mu}{\left(\frac{\Delta P}{L_x}\right)}, \quad k_{xz} = \frac{Q_z \cdot \rho\mu}{\left(\frac{\Delta P}{L_x}\right)}, \quad (3)$$

где Q_x , Q_y , Q_z – средние по объему значения скоростей u , v и w , вычисляемые по формулам:

$$Q_x = \frac{\sum_{i=1}^N u_i \cdot \Delta V_i}{V}, \quad Q_y = \frac{\sum_{i=1}^N v_i \cdot \Delta V_i}{V}, \quad Q_z = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \cdot \Delta V_i}{V}, \quad (4)$$

где N – количество ячеек. В приведенных выше соотношениях L_x , L_y и L_z – длина фрагмента томограммы зерна вдоль направлений x , y и z соответственно; $\Delta V_i = h^3$ – объем кубической ячейки трехмерной сетки с шагом h ; $V = L_x \cdot L_y \cdot L_z$ – объем исследуемого фрагмента зерна. Остальные 6 компонент тензора вычисляются по аналогичному принципу. Для расчета средних по объему значений скоростей флюида в пористой среде по формуле (4), течение флюида в слоях жидкости, окружающих образец, не принимается во внимание.

Для сравнения фильтрационных характеристик, тензоры были приведены к главным осям X , Y и Z .

4. Методика расчета REV.

Методика определения REV заключается в вычислении параметров данного физического свойства образца при последовательном увеличении объема исследования и фиксировании минимального размера, при дальнейшем возрастании которого вариации параметров становятся незначительными. Для коэффициента пористости и компонент тензора абсолютной проницаемости в главных осях вариации параметров должны составлять не более 5-7 % от предполагаемого значения REV [2-4]. Проверка однородности для полученных распределений зерен по размерам проводили по критерию хи-квадрат при уровне значимости $\alpha = 0,05$ для числа интервалов разбиения $n = 20$.

Линейные размеры трехмерных изображений составляют от 10 до 600 вокселей. Шаг итерации при последовательном увеличении объема составляет 5 вокселей при измерении емкостных свойств, 10 вокселей при оценке фильтрационных и 50 вокселей при расчете гранулометрического состава.

5. Методика разделения зерен в цифровом изображении песчаника.

В песчаниках, как правило, гранулы (зерна, частицы) имеют множество точек соприкосновения друг с другом. Это бывает отчетливо видно, как в шлифах, так и в томографических изображениях. Для того, чтобы провести анализ объема частиц, используя цифровые данные, необходимо провести процедуру отделения зерен друг от друга в изображении. Мы использовали для этих целей программу Avizo Fire Edition (*Visualization Sciences Group*), в которой эта процедура может производиться по разным алгоритмам и состоит из нескольких этапов.

На первом этапе проводится бинаризация исходного полутонового томографического изображения, в результате которой воксели (или ячейки), соответствующие твердым фазам скелета (обозначим их цифрой "1"), отделяются от вокселей, соответствующих порам (обозначим их цифрой "0"). Далее определяются внешние границы частиц. Для этого выбираются ячейки, относящиеся к твердым фазам, и анализируются соседствующие с ними 26 (в случае 3D - изображения) или 8 вокселей (в случае 2D - изображения). Анализ подразумевает суммирование соответствующих ячейкам значений (0 или 1). Если сумма составляет 26 (или 8), то данный воксель не является пограничным. В обратном случае, если сумма меньше 26 (или 8), ячейка идентифицируется, как граница зерна. На следующем этапе строится карта расстояний (*distance map*), которая характеризует расстояние от каждой ячейки (с координатой (x_1, y_1, z_1)), соответствующей твердой частице, до ближайшей к ней граничной ячейке (с координатой (x_2, y_2, z_2)). Карта расстояний строится, согласно формуле (1):

$$D = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (5)$$

Дальнейшая процедура разделения гранул основана на так называемом процессе заводнения ("filling process"). Зерна представляются аналогом в виде водосборных бассейнов ("catchment basins"), где уровень воды зависит от карты расстояний. Далее, основываясь на рассчитанной по формуле (1) карте расстояний, рассчитывается градиент уровня. Ячейка, в окрестности которой градиент меняет свой знак, обозначаются, как разделительная, а их совокупность – «линией водораздела» ("watershed line").

6. Результаты исследований.

Для исследований было отобрано 3 кубических образца с размером 10 мм и отсканированы с разрешением в 11 мкм.

Было вычислено, что значения коэффициента пористости песчаника №1 незначительно изменяются для областей с размерами более 85 вокселей (или 0.94 мм); для песчаника №2 – для областей с размерами более 80 вокселей (или 0.88 мм); для песчаника №3 – для областей с размерами более 60 вокселей (или 0.66 мм).

Для песчаников №1, №2 и №3 значения REV компоненты k_{xx} составляют 200 вокселей (или 2.20 мм), 150 вокселей (или 1.65 мм) и 160 вокселей (или 1.76 мм), соответственно; для компоненты k_{yy} – 220 вокселей (или 2.42 мм), 240 вокселей (или 2.64 мм) и 190 вокселей (или 2.09 мм), соответственно; для компоненты k_{zz} – 220 вокселей (или 2.44 мм), 240 вокселей (или 2.64 мм) и 190 вокселей (или 2.09 мм), соответственно.

На основании полученных результатов можно заключить, что корреляции оцененных величин REV коэффициентов пористости и компонент тензора абсолютной проницаемости не наблюдается.

Значения REV имеют более широкий диапазон значений для всех трех компонент тензора проницаемости и значительно превышают значения REV пористости и

удельной поверхности пор. Данный фактор подчеркивает важность изучения структуры порового пространства, ввиду ее существенного влияния на фильтрационные процессы в поровых каналах.

Различия в распределениях зерен песчаника №1 по размерам для кубических цифровых фрагментов со стороной 400 вокселей и более являются статистически незначимыми. Соответственно образец, соответствующий кубу со стороной 400 вокселей, может быть принят за REV. Общее число зерен в объеме данного размера составляет почти 5 тысяч. Описанная процедура была применена также для образцов № 2 и № 3. Рассчитанные для них величины REV, как и для образца №1, составляют 400 ячеек

На основании полученных значений можно заключить, что выбранный объем исследования (параллелепипеды с размерами 10 мм × 4 мм × 4 мм) достаточен для вычисления REV всех исследуемых в данной работе характеристик песчаников.

Выводы

Показано, что REV коэффициента пористости трех образцов лежат в узком диапазоне значений. Аналогичный результат получен и для остальных измеряемых характеристик образцов. Это свидетельствует о верности выбранной методики определения макроскопических свойств.

Работа выполнена частично при поддержке гранта рнф (rscf) 15-11-10015 и гранта РФФИ мол_a 16-35-00155, а также счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Список литературы:

1. **Bear J.** Dynamics of Fluids in Porous Media, New York: American Elsevier Publishing Co. - 1972. - 761 pp.
2. **Zhang D., Zhang R., Chen S., Soll W.E.** Pore scale study of flow in porous media: scale dependency, REV, statistical REV // Geophysical Research Letters. –2000. – Vol.27. – pp.1195–1198.
3. Al-Raoush R., Papadopoulos A. Representative elementary volume analysis of porous media using X-ray computed tomography // Powder Technology. – 2010. – Vol.200. – pp.69–77.
4. **Kouznetsova V., Brekelmans W.A.M., Baaijens F.P.T.** An approach to micro–macro modeling of heterogeneous materials // Computational Mechanics. – 2001. – Vol.27. – pp.37–48.
5. **Mostaghimi P., Blunt M.J., Bijeljic B.** Computations of Absolute Permeability on Micro-CT Images // Mathematical Geosciences. – 2013. – Vol.45. – pp.103–125.
6. **Loitsyansky L.G.** Fluid Mechanics. Moscow, Nauka. – 1973. – 848 p.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ И РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДОКЕМБРИЙСКИХ КОНГЛОМЕРАТОВ ШАТАКСКОГО КОМПЛЕКСА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

С.И. Высоцкий

Институт геологии УНЦ РАН, Уфа

e-mail: servys82@mail.ru

В пределах Башкирского мегантиклинория основание среднерифейских отложений представлено машакской свитой. В южной части Ямантауского антиклинория возрастным аналогом машакской свиты считаются вулканогенно-осадочные образования Шатакского комплекса, выделенные в районе хребтов Мал. и Бол. Шатак и позднее изученные А.Ф. Ротарем с соавторами [5] в Кухтурском и Узьянском блоках в междуречье рек Белой, Малого и Сухого Кухтуров. Описываемые образования расположены на восточном крыле Ямантауского антиклинория, слагая моноклираль осложненную дизъюнктивными нарушениями и мелкой складчатостью, где они с угловым несогласием перекрывают юшинскую свиту нижнего рифея постепенно сменяясь зигальгинскими кварцитами. Среди отложений, слагающих Шатакский комплекс, выделяются стратифицированная вулканогенно-осадочная ассоциация, а также магматические породы субвулканической и дайковой фаций (рис. 1). В последнее время при проведении научно-исследовательских, тематических и поисковых работ по оценке золотоносности докембрийских конгломератов, выполненных ГУП УКГЭ «Уралзолоторазведка», ГУП «Башгеолцентр» РБ и ИГ УНЦ РАН в пределах хребта Большой Шатак, были детально исследованы отложения Шатакского комплекса и определен их ресурсный потенциал [1, 2, 3, 4].

Для терригенных грубообломочных пород кузьелгинской и каранской подсвит Шатакского комплекса характерна своеобразная благороднометальная геохимическая специализация. Количества благородных металлов превышают кларк земной коры по [7]: платина и палладий – в 10–250 раз, золото в 10–350 раз. Проведенное площадное опробование штучков конгломератов показало наличие в них устойчиво повышенных (аномальных) содержаний золота, варьирующих в пределах от 0,2 до 5,5 г/т. Причем, повышенные содержания установлены на протяжении 11 км, т.е. всего комплекса по латерали в конгломератах как кузьелгинской, так и каранской подсвит. Кроме золота, в породах установлены платина и палладий в промышленно значимых количествах (Pt – 0,21–1,75 г/т; Pd – 0,11–0,63 г/т). Расчитанные соотношения благородных металлов позволяют провести предварительный анализ типов геохимической специализации терригенных пород Шатакского комплекса. Так золото-серебряное отношение подвержено значительным вариациям изменяясь от 0,01 до 126,25, при том, что в большей части анализов этот коэффициент > 1 , что свидетельствует о золото-серебряном типе геохимической специализации пород. Платино-палладиевое отношение практически во всех породах комплекса < 1 , достигая максимальной величины 110. В единичных анализах оно составляет 0,02, свидетельствуя об изменении типа специализации с палладий-платинового на платино-палладиевый. Отношение Au к Pt+Pd также варьирует в значительных пределах изменяясь от практически чисто «золотого» (15,78–106) до «платиноидного» (0,006–0,01). Вариации рассчитанных соотношений свидетельствуют о наличии нескольких типов благороднометальной специализации в породах Шатакского комплекса, которые обусловлены, вероятнее всего, полигенным характером ее генезиса.

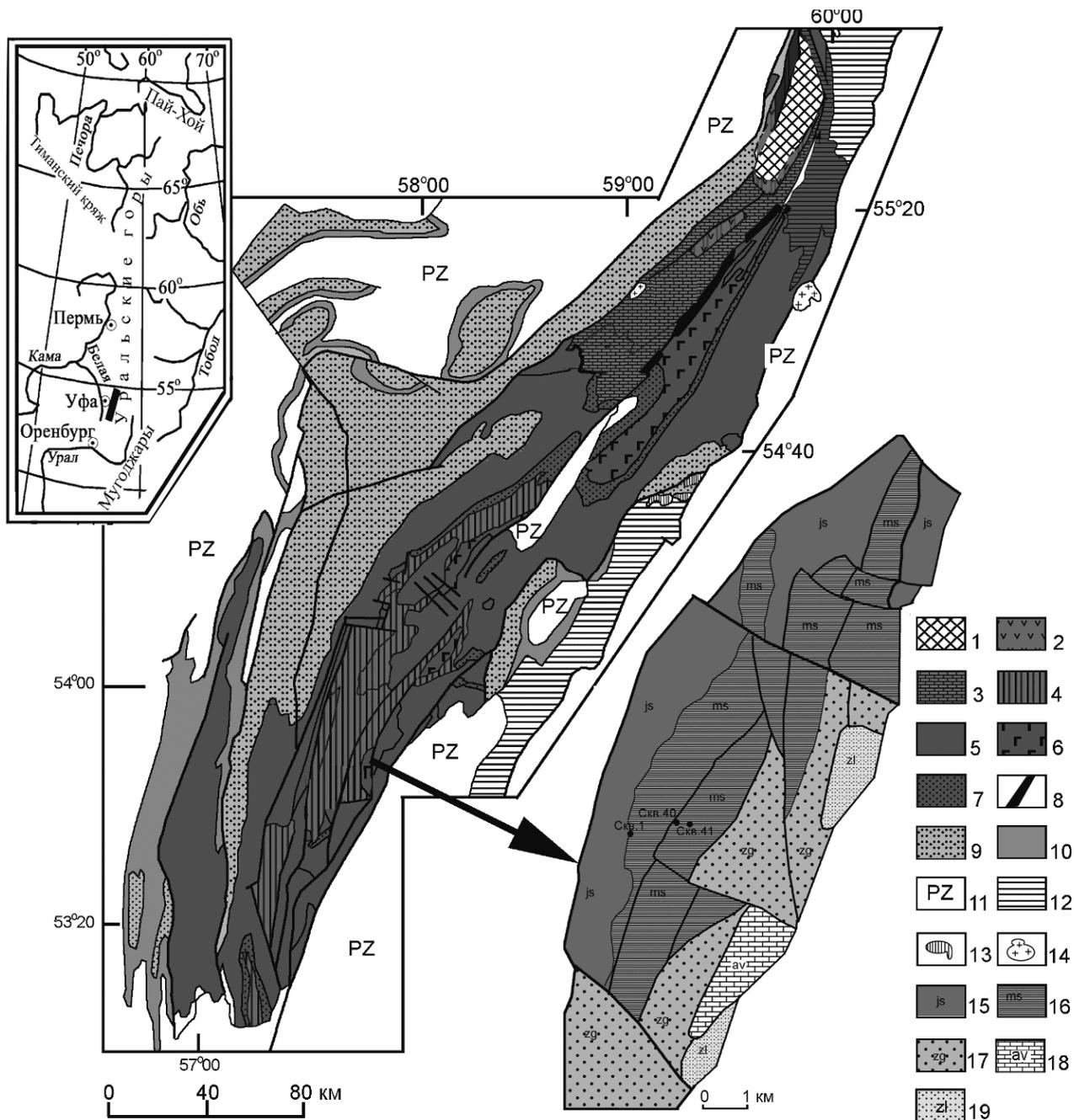


Рис. 1. Геологическая схема западного склона Южного Урала и Шатакского комплекса.

Условные обозначения: 1-14 – схема (1 – тараташский метаморфический комплекс, 2 – айская свита, 3 – саткинская и бакальская свиты нерасчлененные, 4 – большеинзерская, суранская и юшинская свиты нерасчлененные, 5 – терригенные отложения среднего рифея нерасчлененные, 6 – вулканогенно-осадочные образования среднего рифея, 7 – зигальгинская свита, 8 – Кусинско-Копанский комплекс среднего рифея, 9 – верхнерифейские отложения нерасчлененные, 10 – вендские отложения нерасчлененные, 11 – палеозойские отложения, 12 – метаморфические комплексы, 13 – ультраосновные породы, 14 – гранитоиды). 15-19 – врезка (15 – юшинская свита, 16 – машакская свита, 17 – зигальгинская свита, 18 – авзянская свита, 19 – зильмердакская свита).

Результаты штучного опробования разрезов кузьелгинской и каранской подсуит методом атомной эмиссии с индуктивно-связанной плазмой, проведенное по методике МА ИАЦ-65-2004 в ОАО «Иригиредмет», позволяют рассмотреть пространственное распределение золота и его возможные связи с халькофильными и сидерофильными элементами. Как видно из приведенных диаграмм (рис. 2), в разрезах обоих подсуит наблюдаются определенная когерентность в максимумах содержаний Au и Cu+Zn; Au и Cu+Zn+Fe; Au и Cu+Zn+Fe +Ni+Co, то есть, золото ассоциируется как с сульфидными минералами, так и железистоокисными, что еще раз подчеркивает полигенный характер его генезиса.

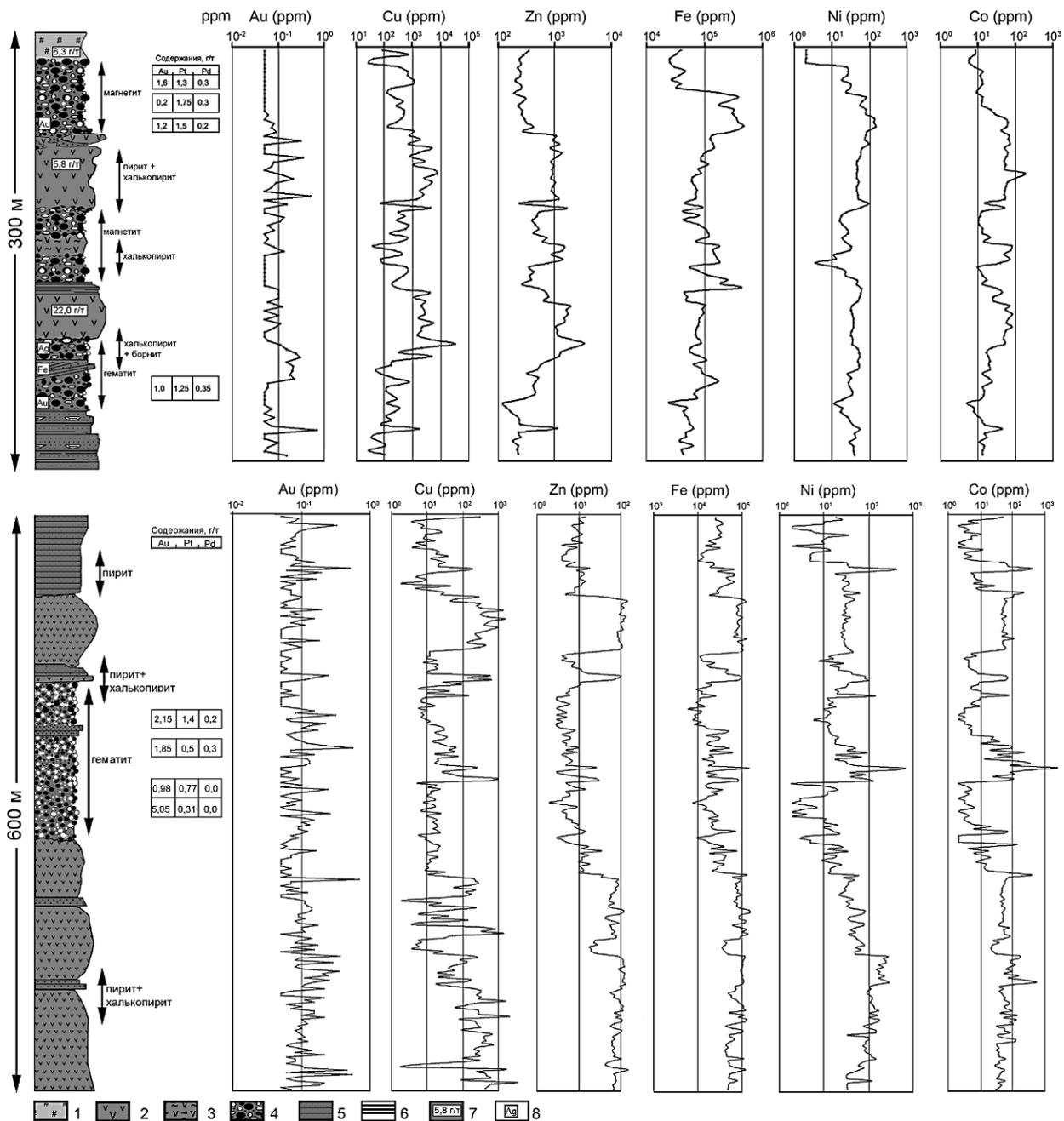


Рис. 2. Распределение элементов по разрезам кузьелгинской и каранской подсуит Шатакского комплекса.

Условные обозначения: 1 – риолиты; 2 – базальты, 3 – метасоматиты; 4 – конгломераты; 5 – песчаники; 6 – сланцы; 7 – содержания Au в шлихах из проб-протолочек; 8 – места находок самородных элементов.

Несколько неожиданные результаты по содержаниям Au были получены по пробам-протолочкам магматических пород разреза кузьелгинской подсветы, отмытых до «серого» шлиха: metabазальт из нижней толщи – 22,0 г/т, metabазальт из верхней толщи – 5,8 г/т, риолит – 6,3 г/т (см. рис. 2). Таким образом, следует констатировать, что повышенные (аномальные) содержания Au характерны для всех разновидностей пород Шатакского комплекса, а анализ его распространения по разрезам подсвет свидетельствует о нескольких этапах перераспределения золота.

Определенный интерес представляет анализ средних нормализованных содержаний платиноидов и золота в различных разновидностях магматических пород Шатакского комплекса, из которого следует:

- нормализованные содержания ЭПГ и Au во всех разновидностях пород (пикриты, базальты, риолиты) Шатакского комплекса близки между собой, образуя единый тренд, который характеризуется значительным (в 10 раз) превышением по сравнению с мантийными содержаниями Rh, Pd и Au;

- максимальный разброс значений устанавливается для Au и Ir, при этом максимальные количества как первого элемента, так и второго, характерны для пикритов;

- усредненный нормализованный тренд магматических пород Шатакского комплекса обладает определенной «неравновесностью», что свидетельствует о неоднократном (?) перераспределении платиноидов и золота как в процессе становления вулcano-плутонической ассоциации, так и при более поздних процессах метаморфогенного изменения пород; благороднометальную геохимическую специализацию комплекса в общем виде можно охарактеризовать как Ru–Pd–Au.

Сравнительный анализ нормализованного тренда магматических пород Шатакского комплекса со средними содержаниями ЭПГ и Au в пикритах, коматиитах и рассчитанных составах расплавов, сформировавших рудоносные комплексы Бушвельда и Норильска по [6] показывает, что шатакский тренд отличается аномально высокими содержаниями Rh и низкими Ru. В целом шатакские породы несколько обогащены тугоплавкими (Ir, Ru) элементами, что свидетельствует о больших величинах плавления мантийного субстрата и о близости первичных расплавов, сформировавших породы к пикритам-пикродолеритам, в то время как рассчитанные первичные составы Бушвельда и Норильска менее «основны» и соответствуют базальтам.

Анализ Pt/Pd и Pt/Ir (риолиты – 0,16–0,74 и 3,1–12,92; базальты, кузьелгинская подсвета – 0,37–1,15 и 4,51; базальты, каранская подсвета – 0,072–1,92 и 0; пикриты – 0,19–0,49 и 3,9–26,15;) показывает, что практически для всех разновидностей характерна палладиевая специализация, иногда сменяющаяся палладий-платиновой, что свидетельствует о значительной подвижности этих элементов в процессах становления и преобразования пород комплекса.

Значительные колебания концентраций Au по данным различных видов анализов, не позволяют на их основе определить несмещенную оценку среднего содержания и оценить ресурсы золота в шатакских конгломератах выше категории P₂. Поэтому для расчета принято среднее содержание золота – 1,6 г/т, установленное технологическим опробованием двух 500 килограммовых валовых проб конгломератов кузьелгинской подсветы, проведенное в ОАО «Институт Унипродед». При расчете прогнозных ресурсов по категории P₂ использовались следующие параметры: Площадь – 500000 м²; глубина прогноза – 250 м; коэффициент продуктивности – 0,1; объем рудной массы – 12,5 млн. м³; объемный вес – 2,7 т/м³; масса руды – 33,75 млн. т; среднее содержание золота – 1,6 г/т; ресурсы золота – 54 т. При включении в расчеты конгло-

мератов каранской подсвиты прогнозные ресурсы минимально увеличатся до ≈ 108 т золота.

Кроме того, исследованиями ОАО «Институт Унипромедь» показана возможность сквозного извлечения в товарный концентрат до 70% золота гравитационно-цианидной технологией с предварительной магнитной и электросепарацией. Попутно получается кондиционный железосодержащий концентрат. В гравитационный продукт с концентрацией золота 27-30 г/т извлекается 48-50 % золота, цианидная перерешетка хвостов гравитационного цикла производится сорбцией золота на угольную пульпу. Концентрация железа в попутных концентратах: в гематитовом – 42-48%, в магнетитовом – 53-56%. Железосодержащие концентраты по содержанию железа и примесей соответствуют требованиям металлургических заводов и после агломерации могут перерабатываться.

Технико-экономическое обоснование целесообразности добычи и переработки золотосодержащих конгломератов выполнены на основе результатов технологических исследований с учетом возможных параметров оруденения и простой морфологии залежей. Моделированием соотношения затрат и ожидаемой прибыли показана экономическая привлекательность разработки объекта с годовой производительностью 1,5 млн. т руды при среднем содержании золота 1,65 г/т. Потенциальная платиноносность при расчетах не учитывалась. В результате переработки руды можно производить в год 61,4 тыс. т железосодержащего концентрата с содержанием 45,6% железа, 1810,5 кг золота и 446,9 кг серебра в золотосодержащих концентратах.

Подводя итог приведенному выше материалу, следует констатировать, что дальнейшее изучение комплекса необходимо проводить с применением методик геолого-поисковых и геолого-оценочных работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, соглашение № 16-17-10192.

Список литературы:

1. **Ковалев С.Г., Высоцкий И.В.** Новый тип оруденения в докембрийских конгломератах западного склона Южного Урала // ДАН. 2004. № 4. Т. 395. С. 503–506.
2. **Ковалев С.Г., Высоцкий И.В.** Новый тип благороднометальной минерализации в терригенных породах Шатакского грабена (западный склон Южного Урала) // Литология и полез. ископаемые. 2006. № 4. С. 415–421.
3. **Ковалев С.Г., Высоцкий И.В.** Новые данные по геологии Шатакского комплекса (западный склон Южного Урала) // Литология и полез. ископаемые. 2008. № 3. С. 280–289.
4. **Ковалев С.Г., Высоцкий И.В., Пучков В.Н., Маслов А.В., Гареев Э.З.** Геохимическая специализация структурно-вещественных комплексов Башкирского мегантиклинория. Уфа: ДизайнПресс, 2013. 268 с.
5. **Ротарь А.Ф., Ротарь З.М., Парначев В.П.** Стратиграфия шатакской свиты среднего рифея на Южном Урале // Стратиграфия и литология докембрийских и раннепалеозойских отложений Урала. Свердловск: ИГиГ, 1982. С. 53-64.
6. **Barnes S.J. and Lightfoot P.C.** Formation of magmatic nickel-sulfide ore deposits and affecting their copper and platinum-group element contents // Economic Geology 100th Anniversary Volume. 2005. p. 179-213.
7. **Rudnick R. L., Gao S.** Composition of the Continental Crust // Treatise on Geochemistry, 2003. Volume 3. p. 1–64.

ПЕСЧАНЫЕ КОНКРЕЦИИ ВБЛИЗИ СЕЛА МАКАРОВО ИШИМБАЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

М.А. Ефимова

*МАУ ДО «Детский оздоровительно-образовательный центр туризма и краеведения»
городского округа г.Салават*

email: mari.efimova2000@mail.ru

Южнее села Макарово Ишимбайского района Республики Башкортостан проходит строящаяся автодорога Стерлитамак – Белорецк. На изучаемом участке дорога пересекает антиклинальную складку, ядро которой сложено каменноугольными карбонатными породами, а крылья – пермскими терригенными отложениями. В откосах дорожной выемки в 5 км южнее с. Макарово обнажаются толщи пород пермского возраста. По западному откосу длина обнажения 330м, максимальная высота 7-8м, по восточному - длина 400м, высота 5,5-6м. В откосах дорожной выемки обнажается переслаивание темно-серых известняков, мелкозернистых песчаников, коричневых известковистых аргиллитов и алевролитов. Наблюдается моноклинальное залегание пластов с азимутом падения 80°-90°, угол падения 20°-30°. Мощность слоев колеблется от 10 см до 1,4 м.

В пластах песчаников встречены интересные образования шарообразной и уплощенно-овальной формы, которые легко отделяются от основной породы. Если исходить из определения, что конкреции — это обособленные от вмещающей породы по форме и составу тела, которые образуются в результате своеобразных процессов концентрирования вещества в осадке, то их можно назвать конкрециями. Конкреции встречены в пластах песчаников в южной части обнажений. Именно в этой части мощность пластов песчаников достигает 0,8-1,4 м, а между пластами песчаников залегают аргиллиты мощностью 15-20 см.

Конкреции встречены как в обнажении, так и в осыпях. По составу они песчаные, прочные, трудно раскалываются молотком, но легко отделяются от породы. Округлые конкреции встречены в верхней части обнажения, их диаметр колеблется от 5 см до 15-30 см. В нижней части обнажения встречаются вытянутые и в различной степени уплощенные конкреции. Максимальный диаметр уплощенных конкреций не превышает 15 см при толщине не более 5 см. Конкреции состоят из мелкозернистого и среднезернистого зернистого песчаника с карбонатным цементом. Цвет в свежем сколе темно-серый, по краям имеется коричнево-серая оторочка толщиной 2-7 мм. По тонким трещинам развиты кальцитовые жилки. Центральная часть расколотых пополам конкреций по внешнему виду ничем не отличается от ее периферии, текстура однородная, центры кристаллизации не выявлены.

Наиболее вероятно, что песчано-известковые конкреции образовались в конце пермского периода в толще песчаных отложений и переносу не подвергались. Механизм их образования в настоящее время не изучен. Очевидно, они сформировались после отложения вмещающих пород. В обводненной песчаной толще по какой-то причине в определенных точках началось отложение кальцита, который цементировал песчаные частицы. Воды, насыщавшие песчаную толщу, содержали гидрокарбонат кальция, который и послужил источником отлагавшегося кальцита. Трудно ответить, что послужило затравкой. Вообще любая частица нарушающая однородность, может стать центром и привести к образованию конкреции в однородной массе осад-

ка. Обычно это органические остатки. Признаки, указывающих на то, что центром роста являлась органика визуально не обнаружены.

Таким образом, какие-то небольшие участки в песке оказались сцементированными, а значит, и значительно прочнее, чем окружающая порода. Если процесс продолжался бы очень долго, то сцементировался бы весь песок. Но процесс по какой-то причине остановился. Этой причиной могло стать то, сверху отлагались глинистые осадки, затруднявшие поступление растворов в толщу песков. На это указывается и форма конкреций. Конкреции вырастут круглыми, если горизонт пористых пород достаточно широк, и проницаемость его примерно одинакова, поэтому конкреция подпитывается со всех сторон равномерно и получается шар. Если же пласт неоднородный, состоит из прослоев различной проницаемости, или просто тонкий, то конкреция будет расти более прихотливо, так образуются дисковидные формы или уплощенные формы. В нашем случае круглые конкреции находятся в верхних, более мощных пластах песчаников, а уплощенные - в нижней пластах, между песчаниками залегают пласты аргиллитов. Это говорит о том, что конкреции формировались в неоднородной среде и поступление растворов в нижние слои затруднялось.

Конкрециям посвящено довольно много работ. Наиболее хорошо изучены кайнозойские конкреции. Конкреционные образования из пермских отложений пока плохо освещены. Изучение пермских конкреций очень важно при расшифровке процессов диагенеза в эпоху глобальных изменений на границе палеозоя и мезозоя.

Список литературы:

1. Геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Объяснительная записка. Лист N-40 (41) – Уфа. - Уфа: 2001г.
2. Типовые разрезы девона, карбона и перми на западном склоне Южного Урала. Путеводитель геологической экскурсии. – М.: МГУ, 2013, 83с.
3. <http://m.filov.mypage.ru/21941451.html> Гигантские шаровидные конкреции.
4. http://www.geomem.ru/site_confer_report.php?idr=10 Местонахождение крупных шаровидных конкреций песчаника – уникальный геологический объект Кировской области.

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ НАЙДЕННЫЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КУРУМСАК И БАЛАСАУСКАНДЫК

Н.Г. Гадилжанов, А.Н. Сарсенбаева
КазННТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан
e-mail: Nurtai_0496@mail.ru

Казахстан – имеет большие перспективы расширения минерально-сырьевой базы редких и редкоземельных металлов и с периода советской власти по настоящее время найдены и открыты более 40 минералов.

Цель данной работы: выявить минералы открытые в Казахстане одним или нескольких ученых-минералогов.

Задачи работы:

1. Геологический обзор месторождения Баласаускандык и Курумсака
2. Описание открытых минералов геологами – минералогом в Казахстане.
3. Систематизирование выборочно найденных минералов по месторождениям.

Минералы, образованные в осадочных месторождениях ванадия, мы можем выявить на месторождениях Баласаускандык, Курумсака - один из крупнейших регионов мира, обладающий значительными запасами минеральных ресурсов.

Месторождения ванадия Баласаускандык и Курумсака входят в пятерку крупнейших месторождений в мире. Два года назад произведена переоценка месторождения Баласаускандык, в результате балансовые запасы составили порядка семидесяти миллионов тонн руды. На территории области находятся четыре нефтегазоперспективных осадочных бассейна, суммарные геологические запасы которых составляют более пятнадцати миллиардов тонн. Также перспективными объектами являются Байжаркинская площадь, где предполагаются запасы меди, золота и попутных компонентов. Таким образом, по мере выявления перспективных участков на территории области необходимо будет проводить активную работу по привлечению инвестиций в минерально-сырьевой комплекс [9].

Здесь выделяется Каратауский ванадиеносный бассейн, протягивающийся через весь хребет Северо-Западного Каратау. Структурная его позиция определяется близостью Главного Каратауского разлома, влияние которого выражено не только в напряженности складчатых деформаций и дислоцированности пород, шарьировании и скупивании складок, но и в локализации и перераспределении руд, увеличении мощности рудных тел в межкупольных пространствах на погружении шарниров антиклинальных поднятий. Именно в такой структурной обстановке располагаются рудные поля крупнейших по запасам месторождений Баласаускандык и Курумсака, а также ряда других более мелких объектов (Талдык, Ран). Месторождения учтены Госбалансом РК, запасы их приведены ниже в таблице:

На месторождении Курумсака развиты в основном породы нижнего и среднего кембрия (углеродисто-глинистые, углеродисто-кремнистые сланцы, переслаивающиеся с доломитами (курумсацкая свита) (Анкинович, 1961). Мощность свиты в районе участка до 250 м. Рудный ванадиеносный горизонт мощностью до 12 м сложен фтанитами — темно-серыми, черными породами, содержащими значительные количества углеродистого вещества. Пласты этих пород крутопадающие и образуют в рельефе характерные «гривки», которые протягиваются параллельно осевой части хребта Каратау [5].

Запасы месторождений Баласаускандык и Курумсак

№ пп	Наименование месторождений	Полезные компоненты	Среднее содержание Fe, %	Един. измер.	Балансовые запасы		
					Категория запасов		
					A+B+C1	C2	Забалансовые
1	Баласаускандык	пятиокись ванадия	1,05	тыс. тонн	-	-	764,9
2	Курумсак	пятиокись ванадия	0,96	тыс. тонн	-	-	1 243,4
	Всего	пятиокись ванадия	1,0	тыс. тонн			2 008,3

На момент проведения геологоразведочных работ запасы были отнесены к забалансовым в виду неразработанности прогрессивной технологии переработки [7]. Новые минералы найденные на месторождении Курумсак: сатпаевит, курумсакит, анкиновичит, ванолит, бокит, гуцевичит.



Рис. 1. Сатпаевит

Сатпаевит- $6\text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{V}_2\text{O}_4 \times 3\text{V}_2\text{O}_5 \times 30\text{H}_2\text{O}$.

Год открытия: 1959г. Открыт Анкинович Е.А. Цвет канареечно-желтый до шафраново-желтого (рис.1), цвет черты ярче цвета минерала, блеск для неразличимо-зернистых разновидностей матовый, для кристаллических на плоскостях спайности перламутровый, твердость в связи с неразличимо-зернистым сложением минерала не ясна. В агрегатах более плотного сложения твердость 1,5-2, удельный вес 2,4, генезис зона окисления [1].

При минералогическом изучении зоны окисления глинисто-антраксолитового ванадиеносного горизонта северо-западного Каратау, в Курумсакском и Баласаускандыкском рудных полях, в ряде горных выработок были обнаружены два своеобразных минерала, по своим физическим свойствам и составу отличающиеся от известных к настоящему времени ванадиевых минералов.

Минерал легко суспендирует в воде, разделяясь на тонкие листочки и чешуйки. При наблюдении препаратов минерала под электронным микроскопом устанавливаются частицы пластинчатой формы, имеющие округлые или шестиугольные очертания. Нередко частицы имеют рваные, неправильные края. Минерал легко растворяется на холоде в разведенных кислотах с легким вскипанием. В концентрированной соляной кислоте дает характерный для ванадиевых минералов ореол красно-бурого цве-

та вокруг кусочков минерала. При прокаливании в закрытой трубке вначале резко темнеет до темно-пепельного цвета, затем становится буровато-серым, при этом выделяется значительное количество воды, имеющей кислую реакцию.

Курумсаки́т- $(Zn,Ni,Cu)Al_8(OH)_{14}[(VO_4)_2(SiO_4)_5] \cdot 20H_2O$

Год открытия: 1954, открыт Анкинович Е.А.

Минерал подкласса листовых силикатов с добавочными анионами. Цвет зеленовато-желтый до ярко-желтого (рис.2), блеск стеклянный, по сколу волокон – шелковистый. Твердость: не ясна в связи с его весьма тонкокристаллическим сложением, удельный вес 4,03, генезис зона окисления [8].



Рис.2. Курумсаки́т

В процессе геологических работ в северо-западном Каратау в горизонте битуминозных сланцев был обнаружен своеобразный минерал, который даже по первоначальному беглому просмотру не походил ни на один из установленных здесь минералов.

При более детальном минералогическом исследовании оказалось, что минерал действительно не имеет себе аналогов и по литературным данным не известен. Как показали исследования, минерал образует серию агрегатных форм от радиально-лучистых до спутанно-волоконистых. Наиболее часто наблюдаются радиально-лучистые агрегаты, нередко веерообразные, диаметр которых, обычно, не превосходит - 0,05 мм. Реже устанавливаются спутанно-волоконистые агрегаты, представляющие сочетание беспорядочно ориентированных удлиненных волокон, размеры которых редко превосходят 0,02 мм. Иногда эти волоконец образные индивидуы, собираясь в отдельные пучки, переплетающиеся друг с другом, создают оригинальную решетчатую структуру.

Показатель преломления минерала волокнистой разности: n_p - 1,616, n_g - 1,622-1,623, пластинки же имеют показатель преломления, не превышающий 1,618. В скрещенных николях последние изотропны, волокнистые же разности интерферируют в серых и светло-желтых цветах первого порядка. Погасание минерала прямое, удлинение положительное. Минерал двуосный, положительный, $2V$ - около 35° .

Анкиновичит - $(\text{Ni,Zn})\text{Al}_4(\text{VO}_3)_2(\text{OH})_{12} \times 2\text{H}_2\text{O}$

Анкиновичит - новый [минерал](#), водный ванадат Ni и Al. Ni-аналог [альванита](#). Минерал был назван анкиновичит (ankinovichite) в память о супругах Е. А. Анкинович (1911 -1991) и С. Г. Анкинович (1912-1985). Е. А. Анкинович - известный минералог, автор 12 новых минералов, внесла фундаментальный вклад в изучение ванадиеносных сланцев Средней Азии и Казахстана. С. Г. Анкинович - видный геолог, известен трудами по геологии хр. Каратау и других районов бывшего СССР [1].

Был открыт в 2001 году Карпенко В.Ю., Паутовым Л.А., Соколовой Е.В., Х.Ф., Агахановым А.А., Дикая Т.В., Бекеновой Г.К. Кристаллы таблитчатые вытянутые, размером до 0.5 мм, иногда образующие V-образные двойники. Мелкие кристаллические корочки (до 0.05-0.2 мм).

Цвет светло-зеленый, цвет черты голубовато-зеленая до бесцветной, блеск стеклянный, твердость: 2,5-3 хрупок, удельный вес 2,48, генезис стеклянный, спайность совершенная, вероятнее всего, по (010). С целью получения новых данных о свойствах и составе минералов ванадиеносных сланцев летом 2001 г. в Северо-Западном Каратау были проведены полевые работы на наиболее богатых ванадиевой минерализацией участках Курумсак и Баласаускандык. В отвалах одного из шурфов на Курумсаке были обнаружены сферолиты альванита с нарастающей на них коркой, которая впоследствии оказалась практически идентичной по рентгеновским данным альваниту, но содержала существенно больше никеля, чем альванит.

Ваналит- $\text{NaAl}_6\text{V}^{5+}_{10}\text{O}_{38} \times 30\text{H}_2\text{O}$

Год открытия: 1962, открыт Анкинович Е.А. По VANadium и алюминий в своем составе, Цвет яркий яично-желтый цвет с оранжевым оттенком, цвет черты цвет аналогичен цвету минерала, блеск в плотных скоплениях восковой до стеклянного, стеклянный, восковой, тусклым блеском, в рыхлых – матовый, твердость установить не удалось в связи с мелкозернистым сложением агрегата, удельный вес 2,3-2,4. Генезис кора выветривания [3].

Ваналит легко растворяется в разведенных кислотах на холоду. В запаянной трубке выделяет воду, имеющую кислую реакцию, и при этом становится бурокоричневым. При температуре 850° расплавляется, становится летучим, выделяя бурые пары.

Бокит - $\text{KAl}_3\text{Fe}_6\text{V}^{4+}_6 (\text{V}^{5+}_{20}\text{P}_{38}) \times 30\text{H}_2\text{O}$.

Минерал открыт в 1963 году Анкинович Е.А. Сингония моноклинная, цвет черный, цвет черты черная, блеск полуметаллический, в отдельных образованиях матовый. Твердость: 2,7-3,2, удельный вес 2,97-3,1., спайность совершенная.

В концентрированных кислотах на холоду порошок минерала растворяется весьма слабо с образованием светло-зеленого раствора, в 40%-м растворе КОН и NaOH растворяется медленно, но полностью. В закрытой трубке при нагревании выделяет воду, имеющую кислую реакцию (рН порядка...4.5-5). При 950° расплавляется [4].

При исследовании минерального состава коры выветривания ванадиевых углеродисто-кремнисто-глинистых сланцев среднего кембрия Казахстана Бокит и ряд минералов отнесены к слабо изученной группе «корвузитоподобных минералов».

Месторождение Баласаускандык находится в Чиилийском районе Кызылординской области, в 90 км к северу от ж.-д. станции Яны-Курган, с которой связано грунтовой дорогой и в 15 км на юго-восток от поселка Аксумбе. Открыто в 1940 году Н.А. Козловым. Месторождение приурочено к Косшокинской брахиантиклинальной складке. Крылья складки осложнены серией мелких прогибов, благодаря чему один и

тот же рудный горизонт в полосе шириной 2,5 км образует 14-ти кратное пересечение с дневной поверхностью [8].

Новые минералы, найденные на месторождении Баласаускандык: – черныхит, русако -вит , карбонат-цианотрихит, фенгит Ванадий-Бариевый

Черныхит - $(\text{Ba}, \text{Na}, \text{K}, \text{H}_2\text{O})(\text{V}, \text{Al})_2[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_2$

Год открытия: 1972. Открыт С.Г. Анкинович, Е.А. Анкинович, И.В. Рождественской, В.А. Франк-Каменецкий. Цвет от оливково-зеленого до темно-зеленого, цвет черты светло-зеленая, блеск на плоскостях спайности перламутровый, твердость от 2,52 до 3,56, спайность весьма совершенная, удельный вес 3,14-3,16, генезис гидротермальный, сингония моноклинная (рис.3)..



Рис.3. Черныхит

При исследовании ванадиеносных сланцев юга Казахстана обнаружена бариево-ванадиевая слюда, которая отличается по химическому составу, строению и свойствам от известных бариевых и ванадиевых слюд - роскоэлита, эллахерита, бариевого роскоэлита и должна рассматриваться как самостоятельный минеральный вид. Минерал назван черныхитом (chernukhite) в честь В. В. Черных - профессора Ленинградского горного института [5].

Русаковит - $(\text{Fe}, \text{Al})_5 [(\text{V}, \text{P})\text{O}_4]_2 (\text{OH})_9 \times 3\text{H}_2\text{O}$

Год открытия: 1960, открыт Анкинович Е.А. Цвет от желто-оранжевого, рыжеватого-желтого до охряного, цвет черты охряно-желтая, блеск матовый. Твердость: 1,5-2, удельный вес 2,73-2,80. Ванадиевый минерал был обнаружен в северо-западном Каратау при полевых работах в 1955 г. в своеобразном углисто-глинистом горизонте, залегающем в песчано-сланцевых отложениях среднего кембрия. К минералам зоны окисления относится и обнаруженный новый ванадиевый минерал, названный русаковитом по фамилии старейшего геолога Казахстана академика АН КазССР М.П.Русакова [2].

Минерал легко растворяется в разбавленных кислотах на холоде. При действии паров концентрированной соляной кислоты покрывается темно-вишневой корочкой, в кислоте же дает вишнево-красный ореол раствора пятивалентного ванадия. При прокаливании в закрытой трубке выделяет значительное количество воды, имеющей кислую реакцию. Сам минерал приобретает кирпично-красный цвет.

Карбонатцианотрихит - $\text{Cu}_4\text{Al}_2[\text{OH}]_{12}[\text{SO}_4, \text{CO}_3]2\text{H}_2\text{O}$.

Был открыт в 1963 году Е. А. Анкинович, И.И. Гехт, Р. Я. Зайцевой. Сингония ромбическая, цвет в спутанно-волоконистых и радиально-лучистых агрегатах, выполняющих пустоты, нежно-голубой с синеватым оттенком, в более плотных кристаллических корочках - лазорево-синий, в скрытокристаллических скоплениях - бледно-голубой. Цвет черты бледно-голубая, твердость не более-2,0, удельный вес 2,65 -2,67, сингония ромбическая, спайность несовершенная, блеск в яснокристаллических агрегатах шелковистый, в неразлично зернистых - матовый.

Впервые минерал был установлен и определен как обычный цианотрихит в 1944 г. на участке Баласаускандык (Северный Каратау). Однако и тогда несколько странным казалось то обстоятельство, что цианотрихит указанного участка, несмотря на типичные свойства минерала (цвет, твердость, близость удельного веса, форма зерен и агрегатов), обладает повышенными показателями преломления. В кислотах минерал растворяется, как кальцит, быстро, с бурным выделением CO_2 . При нагревании в закрытой трубке наблюдается выделение обильной воды, имеющей кислую реакцию. Минерал при этом чернеет. При прокаливании кусочка карбонат-цианотрихита непосредственно над пламенем спиртовой горелки на плоскостях скола выступают мелкие округлые корольки самородной меди.

Минеральный состав ванадиеносной пачки, подвергшейся процессам выветривания: кварц, халцедон, опал, гидрослюда, галлуазит, аллофаны, каолинит, монтмориллонит. К характерным минералам зоны гипергенеза нами отнесены фольбортит и минералы, изученные с применением аналитических методов исследования и выявлением структурных характеристик: вторичная слюда – V⁴⁺-Ва-фенгит*, ванадиевые бронзы с казахстанитом, штейгерит, ваналит, альванит и др. Проводимые в последнее время разработка и внедрение технологии переработки ванадиеносных руд с содержанием УВ месторождений Баласаускандык и Курумсаг требуют продолжения комплексных исследований, направленных на доизучение на современном уровне минералогического состава и свойств руд совместно со специалистами – минералогами [6].

Список литературы:

1. **Анкинович Е.А.** Новые ванадиевые минералы - сатпаевит и альванит // Науч. тр. Казах. Горно-металлург. ин-та. 1959, Вып. 2, с. 157-164.
2. **Анкинович Е.А.** Новый ванадиевый минерал - русаковит // ЗВМО. 1960, ч. 89, вып. 4, с. 440-447.
3. **Анкинович Е.А.** Новый ванадиевый минерал - ваналит // ЗВМО. 1962, ч. 91, вып. 3, с. 307-314.
4. **Анкинович Е.А.** Новый ванадиевый минерал - бокит // ЗВМО. 1963, ч. 92, вып. 1, с. 51-59.
5. **Анкинович Е.А.** Минералогия и условия формирования ванадиеносного горизонта среднего кембрия северных отрогов Тянь-Шаня и Юго-Западных районов Центрального Казахстана. Дис. ... докт. геол.-минер. наук. Алма-Ата, 1964. Т.1.
6. **Бекенова Г.К., Алыбаев Ж.А., Левин В.Л., Бошкаева Л.Т., Джуманкулова С.К.** Микро- и наноразмерные минералы ванадиеносных углеродисто-кремнистых сланцев Северо-западного Каратау.
7. Концепция создания и развития металлургического комплекса Кызылординской области. Консалтинг ПРЭКО.2014
8. <http://geology.gov.kz/>
9. <http://mining.kz>

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД ИНЗЕРСКОЙ И МИНЬЯРСКОЙ СВИТ ВЕРХНЕГО РИФЕЯ В РАЙОНЕ Д. ТОЛПАРОВО (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

*З.Р. Биктимерова, З.А. Канипова, В.М. Горожанин, С.В. Мичурин,
А.М. Мусина, А.Г. Захарова*
Институт геологии УНЦ РАН, Уфа,
e-mail: s_michurin@mail.ru

Предлагаемая работа является продолжением исследований, направленных на изучение пограничных осадочных отложений между рифеем и вендом, для которых характерна резкая фациальная изменчивость. Для этого интервала на Южном Урале существует ряд дискуссионных проблем, одной из которых, например, является вопрос стратиграфической корреляции отложений, сформированных в разных фациальных условиях. Помимо литологического изучения целесообразным и необходимым в таком случае является применение геохимического подхода к реконструкции условий осадконакопления. Использование геохимических индикаторов, в том числе и изотопных, может дать ключ к воссозданию палеогеографических и палеоклиматических условий образования этих проблематичных отложений.

Ранее нами рассмотрены литологические особенности толпаровской и суировской свит верхнего рифея с несколькими уровнями диамиктитов [3], а также изотопно-геохимические особенности так называемых кэп-карбонатов, встречающихся в вендских отложениях [1; 2]. В настоящей статье приводятся результаты исследований пород инзерской и миньярской свит верхнего рифея в районе д. Толпарово. Разрезы, обнажающиеся здесь вдоль рек Зилим и М. Толпар, отличаются хорошей обнаженностью, относительной полнотой и практически не изучены с изотопно-геохимических позиций. Всего отобрано 65 образцов: 34 пробы из трех обнажений подинзерских слоев и 31 образец из двух обнажений миньярской свиты. Точки отбора проб показаны на геологической схеме (рис. 1). Отбор производили поинтервально, примерно через каждые 20-40 м по наращиванию стратиграфического разреза.

Содержание пороодообразующих элементов в пробах, а также содержание некоторых редких элементов определяли рентгенофлуоресцентным анализом на спектрометре VRA-30 (фирма «Карл Цейсс», г. Йена, Германия) в ИГ УНЦ РАН с использованием рентгеновской трубки с Сг-анодом (30-40 кВ, 30 мА). Истертые пробы весом 5 г со связующим (5 капель ПВС-8) прессовались при давлении 25-27 т на подложке из борной кислоты. Предел обнаружения при измерении SiO_2 , Al_2O_3 составлял 0,1 %; TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , CaO , K_2O , P_2O_5 , $S_{\text{общ}}$ — 0,01 %; MgO — 0,5 %; Sc , Nb — 0,0005 %; Cl , V , Co , Cr , Ni , Cu , Zn , Rb , Sr , Y , Zr , Pb — 0,001 %. Na_2O не определяли.

По всем пробам проведен термогравиметрический анализ, который выполнен на дериватографе Q-1500 (МОН, Венгрия) в ИГ УНЦ РАН (аналитик Т.И. Черникова). Нагрев образцов навеской 200-500 мг осуществлялся в воздушной среде от 20 до 1000°C со скоростью 10°C в мин.

Кроме того, в 2 образцах инзерской свиты и 15 образцах миньярской свиты определены концентрации некоторых пороодообразующих (Ti , Fe , Mn , Ca , Mg) и редких элементов (Cd , Ce , Co , Cu , Cr , La , Mo , Nb , Ni , Pb , Sc , Sr , V , Y , Zn , Zr) на оптическом эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой ICPE-9000 (SHIMADZU) в ЦКД КМНХ РБ (г. Уфа), аналитик А.М. Мусина. Использовали открытый способ растворения карбонатных проб навеской около 100 мг.

Инзерская свита. Карбонатные породы инзерской свиты представлены практически чистыми разностями известняков и в меньшей степени доломитизированными известняками. В обнажении по р. М. Толпар (см. рис. 1) они микро- и тонкокристаллические, участками микритовые, массивные, спаритовые, плотноупакованные. Цемент в них базально-поровый, карбонатный. Зерна конформные и инкорпорационные, размер зерен менее 0,05-0,07 мм. Поры редкие и мелкие.

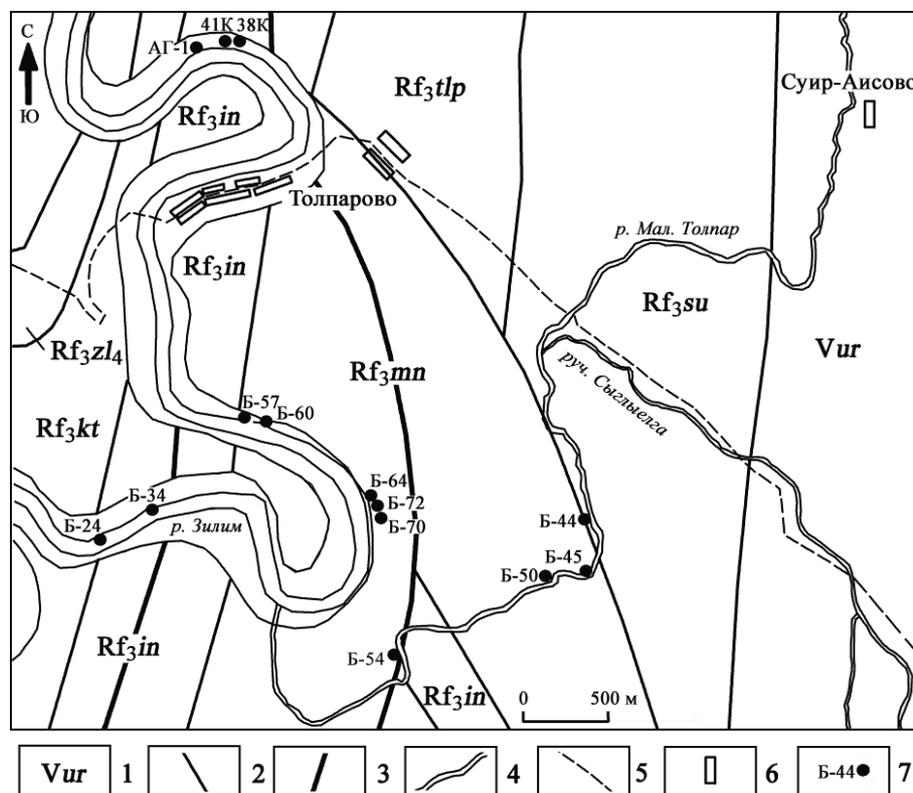


Рис. 1. Геологическая схема отложений верхнего рифея и венда в районе д. Толпарово
Условные обозначения: 1 – свиты верхнего рифея и венда: *zl* – зильмердакская; *kt* – катавская; *in* – инзерская; *mn* – миньярская; *tlp* – толпаровская; *su* – суировская; *ur* – урюкская; 2 – стратиграфические границы; 3 – тектонические нарушения; 4 – реки; 5 – насыпная автомобильная дорога; 6 – населенные пункты; 7 – точки отбора и номера образцов.

В обнажении по р. Зилим выше д. Толпарово в известняках инзерской свиты по направлению на восток к их тектоническому контакту с песчаниками толпаровской свиты увеличивается размер зерен и степень доломитизации. Здесь известняки, располагающиеся в западной части обнажения (см. рис. 1, обр. АГ-1), тонко-микрозернистые с тонкими линзовидными, червеобразными прослоями микритового известняка. Кальцит в них спаритовый, размер зерен 0,01-0,15 мм. Зерна инкорпорационные, плотноупакованные. Цемент базальный. Зерна кварца (менее 1%) округлой формы, бесформенные, корродированные, размером до 0,2 мм. В средней части разреза (см. рис. 1, обр. АГ-4; 41-К) в известняках уже изредка отмечаются корродированные ромбики доломита. В восточной части обнажения (см. рис. 1, обр. 38-К; АГ-8) известняки тонко-, мелкозернистые и мелко-среднезернистые с базальным и базально-поровым карбонатным цементом. В цементе кальцит микрозернистый микритовый от 0,01 до 0,03 мм. Известняки волнистослоистые за счет линзовидных, округлых и червеобразных разнонаправленных прослоев, которые сложены микритовым кальцитом. Кальцит спаритовый, размер зерен от 0,01-0,05 до 0,1-0,15 мм. Известняки перекристаллизованы и доломитизированы. Зерна доломита в виде корродированных

ромбиков, размер зерен до 0,25 мм. Отмечается кварц (около 1-2%) преимущественно овальной формы с корродированными краями размером 0,05-0,1 мм. Наблюдения в шлифах хорошо согласуются с данными химического анализа. В инзерских известняках из обнажения по р. Зилим выше д. Толпарово с запада на восток увеличивается содержание MgO с 0,5-2,15 до 11,4 мас. %. Южнее, в обнажении по р. Зилим ниже д. Толпарово (см. рис. 1, обр. Б-24 – Б-43) в известняках инзерской свиты наблюдается схожая картина – содержание MgO в них увеличивается в восточном направлении с 1,7-3,7 до 8,6 мас. %. Следует отметить, что максимальная степень доломитизации в инзерских известняках отмечается вблизи мощного разлома, разграничивающего подинзерские слои и толпаровскую свиту (обнажение по р. Зилим выше д. Толпарово) и протягивающегося в субмеридиональном направлении на десятки километров. Этот факт указывает на связь процесса доломитизации в известняках с гидротермальными растворами, поступающими по проницаемой зоне разрывного нарушения. При этом ранее нами установлено [6], что содержание хлора в карбонатных породах из этих обнажений четко подчиняется литологическому контролю – происходит увеличение его концентраций в ряду: известняки (50-100 г/т) – доломиты (100-700 г/т). Хлор обнаруживает обратную корреляцию со всеми пороодообразующими элементами за исключением Ca и Mg, с которыми он связан соответственно слабой и сильной положительной корреляцией. Наиболее вероятно, что хлор в карбонатных породах находится в виде солевых растворов во флюидных включениях.

Миньярская свита. В обнажениях миньярской свиты в районе д. Толпарово нами изучена ее нижняя толща, в которой преобладают две разновидности карбонатных пород – доломиты строматолитовые с прослоями мелкообломочных онколитов и доломиты тонкоплитчатые с ламинарной горизонтальной слоистостью, представляющие собой, вероятнее всего, пластовые строматолиты. Хаотичная текстура онколитовых прослоев свидетельствует вероятнее всего о темпеститовой (штормовой) природе этих образований.

В обнажениях по рекам Зилим и М.Толпар доломиты строматолитовые, перекристаллизованные, микро-, тонко- и мелкозернистые, массивные, спаритовые. Ячейки строматолита залечены микро- и тонкокристаллическим карбонатом (размер зерен 0,03-0,05 до 0,1 мм), а перегородки сложены мелкозернистым карбонатом (размер зерен 0,1-0,12 мм). Доломиты плотноупакованные. Цемент карбонатный, порово-пленочный. Зерна конформные, иногда инкорпорационные. Породы секут разнонаправленные трещины, залеченные тонкозернистым кальцитом. Видимых и открытых пор нет.

Из карбонатных пород присутствуют также известняки, однако их присутствие ограничено. Они появляются лишь в средней части нижней толщи миньярской свиты. Известняки онколитовые от тонкозернистых до крупнозернистых, встречаются гигантозернистые, доломитизированные, перекристаллизованные, плотноупакованные. В известняках встречается кальцит трех генераций: 1) тонкозернистый (размер зерен 0,03 мм и менее) в базальном перекристаллизованном цементе; 2) мелко-, среднезернистый (размер зерен 0,06–0,35 мм), спаритовый, с конформными и инкорпорационными краями, некоторые зерна корродированны; 3) грубозернистый кальцит (размер зерен до 3 мм) отдельными зернами с крустификационной каемкой. Следует отметить, что иногда кальцит кристаллизуется внутри округлых стяжений, которые имеют крустификационную каемку; встречаются зерна округлой, овальной формы или в виде баранок, представляющих собой онколиты или микрофитоциты (?).

В обнажении по правому берегу р. Зилим кроме карбонатных пород в средней части разреза обнаружены прослои алевроглинистых пород темносерого цвета, ранее не описанные в этом обнажении [5]. Они залегают среди строматолитовых известняков и доломитов (рис. 2). Темносерые аргиллиты образуют прослои 10-15 см мощности с резкими границами среди известняков. Самый верхний, третий прослой имеет мощность 4-5 см и постепенно переходит в 10 см слой доломита, залегающего под строматолитовым известняком.

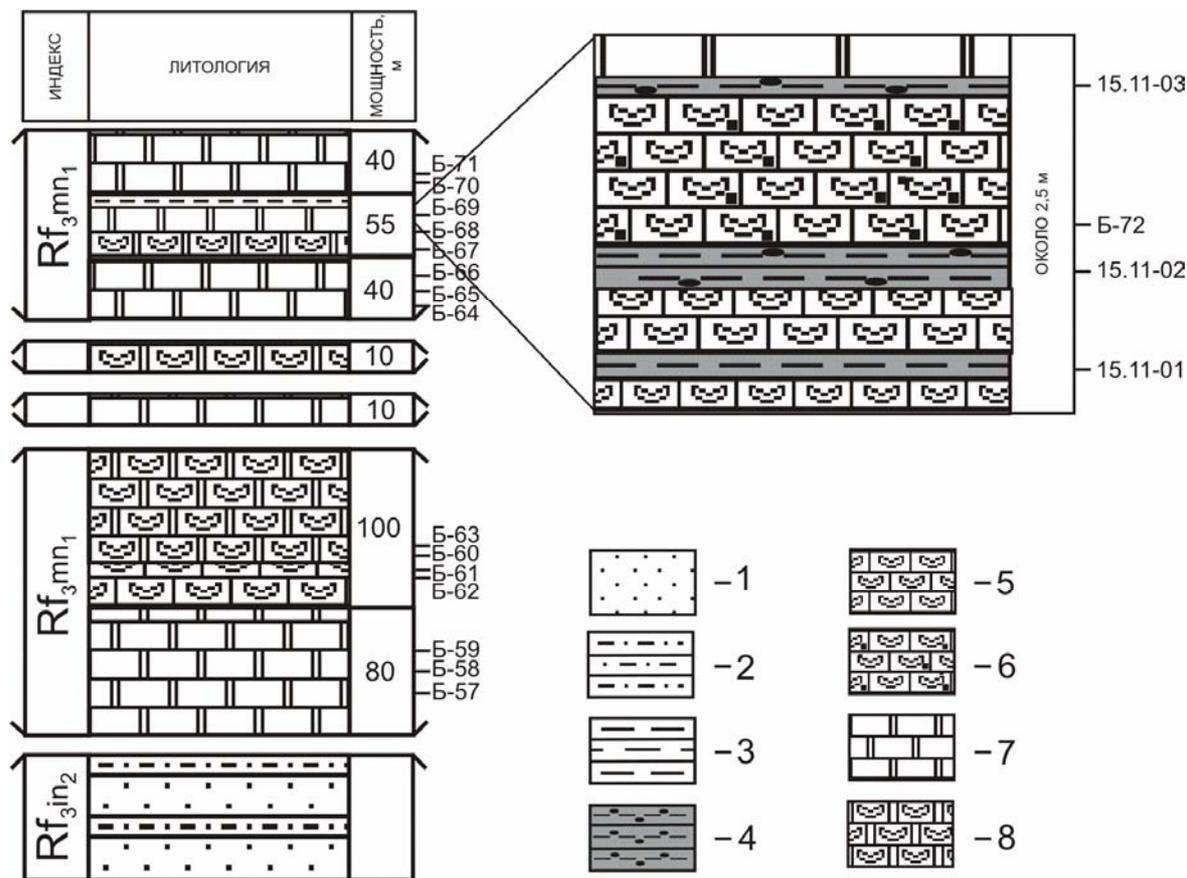


Рис. 2. Стратиграфическая колонка отложений нижней толщи миньярской свиты, вскрывающихся по р. Зилим в 1-1,5 км выше д. Толпарово

Условные обозначения: 1 – песчаники; 2 – глинистые алевролиты; 3 – аргиллиты; 4 – аргиллиты с пиритовой вкрапленностью; 5 – строматолитовые известняки; 6 – строматолитовые известняки с пиритовой вкрапленностью; 7 – доломиты; 8 – строматолитовые доломиты. Цифрами обозначены номера образцов и места их отбора.

Нижний прослой представляет собой слоистый мелкозернистый алевроаргиллит с глинистым матриксом хлорит-гидрослюдистого состава, который занимает 50-60% породы. В него погружены кластические зерна (40-50%) кварцевого состава размером 0,05-0,1 мм. Зерна угловатой формы, не окатаны, не сортированы, не соприкасаются друг с другом. В породе присутствует пирит в виде мелкой рассеянной кристаллической вкрапленности или мелких фрамбоидальных сростаний. Присутствуют также тонкие слойки коричневого цвета, просвечивающие в проходящем свете, представленные, вероятно, органическим веществом.

Средний прослой представлен тонкослоистым тонкозернистым аргиллитом с полосчатой текстурой, обусловленной послойно-линзовидным чередованием слойков тонкого глинистого и более крупного (до 0,05 мм) терригенного материала (10-15%) в

виде кварцевых зерен. Состав глинистого минерала из-за малых размеров кристаллитов с примесью органики не диагностируется, наиболее вероятно, он гидрослюдистый. В породе равномерно распределена карбонатная примесь в виде отдельных очень мелких кристалликов, занимающая примерно 5-10% объема шлифа. Присутствует пирит в виде линзовидной и прерывисто-послойной тонкораспыленной мелкой вкрапленности, которая занимает до 5 % площади шлифа. Иногда диагностируются мелкие структуры синседиментационного оползания пиритовых слоев.

Верхний прослой представлен слоистым тонкозернистым доломитом с полосчатой текстурой, обусловленной послойно-линзовидным расположением более крупных (мелкозернистых) зерен карбоната, как результата послойной перекристаллизации. В виде редких тонких прерывистых слоев присутствует глинистый минерал. Присутствует также пирит в виде рассеянной вкрапленности мелких кристалликов, а также в виде линзовидных скоплений тонкораспыленных зерен.

Описанные глинистые прослои, по-видимому, можно скоррелировать с прослоями аргиллитов, встречающихся в разрезах нижней толщи миньярской свиты, которые имеют точно такой же кварц-гидрослюдистый состав с небольшой примесью хлорита [4]. Их отличает высокое содержание K_2O (до 8,5 мас. %), относительно высокое содержание Ва (320 г/т) и ряд других геохимических показателей.

Как видно из приведенного описания, средний и верхний прослои глинистых сланцев обогащены пиритом, общее содержание серы в них составляет 0,07 и 0,15% соответственно. Пирит присутствует в виде послойных бляшек, встречаются «натечные», шаровидные формы и пентагон-додекаэдры размером от 10 до 150 мкм.

Присутствие пирита в совокупности с темной окраской аргиллитов приводит к мысли о возможных резких колебаниях уровня моря или резкой смене условий осадконакопления на фоне монотонной карбонатной седиментации в миньярское время. Появление черных глинистых прослоев нередко трактуется как отражение неких глобальных событий в осадочной летописи, например, Кильвассерское, Хангербергское, ОАЕ и другие события в фанерозойской истории. Докембрийская летопись изучена не столь детально, к тому же наличие прослоев черных глинистых сланцев в карбонатных свитах среднего (авзянская свита) и нижнего (саткинская свита) рифея Башкирского мегантиклинория является обычным, широко распространенным явлением.

Следует отметить, что по результатам изотопного анализа, сера пирита здесь обогащена тяжелым изотопом ^{34}S , значения $\delta^{34}S$ пирита составляют около 15-16‰. Как известно, образование сульфидов железа при диагенезе осадков приводит к связыванию легкого ^{32}S изотопа серы в сульфидах, При этом морская вода обогащается тяжелым ^{34}S изотопом серы. На протяжении длительной геологической истории в океанах сульфат-ион морской воды характеризовался значением $\delta^{34}S$ близким к 20‰. Однако, если создавались условия ограниченного резервуара вследствие затрудненной циркуляции (например, малопроницаемые мергельные осадки или периоды осушения?), то сера сульфидов будет иметь изотопный состав промежуточный между типично диагенетической и составом морской воды. Таким образом, высокие положительные значения $\delta^{34}S$ пирита из глинистых прослоев могут отражать затрудненность водообмена, а возможно, и пересыхание водоема. Как известно И.Н. Крыловым обстановка накопления миньярских карбонатов рассматривалась как крайне мелководная, с периодическими осушениями, которые фиксируются горизонтами плоскогалечных брекчий («бамбуколист», формировавшихся как разрушение корок в аэральных условиях).

Список литературы:

1. **Горожанин В.М., Мичурин С.В., Биктимерова З.Р.** Изотопно-геохимические особенности «венчающих доломитов» в вендских отложениях Южного Урала // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ № 18. Уфа, 2012. С. 42-51.
2. **Горожанин В.М., Мичурин С.В., Биктимерова З.Р.** Изотопно-геохимические особенности «венчающих доломитов» аршинской свиты (Южный Урал) // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ № 19. Уфа, 2013. С. 61-67.
3. **Горожанин В.М., Мичурин С.В., Канипова З.А., Биктимерова З.Р.** Литологические особенности диамиктитов на границе рифея и венда в разрезе Толпарово (Южный Урал) // Геологический сборник № 12. ИГ УНЦ РАН. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2015. С. 23-34.
4. **Маслов А.В., Гареев Э.З., Крупенин М.Т., Ронкин Ю.Л.** Литогеохимические особенности глинистых сланцев и аргиллитов верхнего рифея Башкирского мегантиклинория в координатах реального времени // Литосфера, 2007. № 5. С. 38-67.
5. **Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфимов Л.В.** Рифей западного склона Южного Урала. Т. 4. Екатеринбург: Изд. ИГГ УрО РАН, 2001. 104 с.
6. **Мусина А.М., Мичурин С.В., Биктимерова З.Р., Канипова З.А.** Хлор в карбонатных породах рифея Башкирского мегантиклинория // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий / Материалы III Всероссийской молодежной геологической конференции (21-27 сентября 2015). Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2015. С. 144-149.

4. Месторождения полезных ископаемых

ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ТВЁРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ЧУВАШИИ

Т.М. Рахимов¹, Н.Г. Степанова²

¹-Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары

²-Чувашский филиал ФБУ «ТФГИ по Приволжскому федеральному округу», г. Чебоксары

e-mail: ¹- rachimov.marat@yandex.ru ; ²- chtfgi@mail.ru

Настоящим докладом приводится современное состояние минерально-сырьевой базы (МСБ) твёрдых полезных ископаемых Чувашской Республики. МСБ Чувашии сформирована в период 1930-2015 гг. и представлена классом «Неметаллические полезные ископаемые».

По результатам геологоразведочных работ (ГРП) по территории субъекта РФ выявлены месторождения и проявления минерального сырья: горючие сланцы и фосфориты, гипс и ангидрит (доломит), пески стекольные и формовочные, кирпично-черепичное (глинистое) сырьё (глины и суглинки, песок-отошитель), керамзитовое сырьё, карбонатные породы для известкования почв и для дорожного строительства местного значения, песчано-гравийные смеси, кремнистое цеолитсодержащее сырьё (трепел), торф, сапропель и лечебная грязь, глина светложгущаяся, минеральные пигменты.

Недропользование определяется достигнутым уровнем геологического изучения территории и структурой МСБ региона.

Основой перспективного планирования МСБ и решения проблем рациональной хозяйственной деятельности является государственная геологическая карта м-ба 1:200 000. Площадь республики на 100% (полистно) охвачена региональными геологосъемочными работами, однако их проведение и составление завершённых листов ГСР-200 разорвано во времени. Так подготовка к изданию в интерактивном режиме комплектов Госгеолкарты-200/2 листов N-38-V,VI (Шумерля, Канаш) намечена на 2015 г., а сами работы завершены в 2002-2003 гг. Это может быть сопряжено с проблемой взаимоувязанности смежных листов.

Выполнена оценка потенциальной ценности извлекаемых запасов и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых по территории Чувашии [1]. Стоимость минерально-сырьевого потенциала недр по видам сырья: пески (24,4%), гипс и ангидрит (17,2%), глины (17,17%); далее по значимости – горючие сланцы (14,6%), карбонатные породы (12,5%), опал-кристаллитовые породы (10,2%), фосфориты (5,9%) и сапропель (0,4%).

Издана геолого-экономическая карта минерально-сырьевого потенциала недр м-ба 1:300 000 [2]. Распределение разведанных месторождений и проявлений по территории неравномерно: условно выделяются 2 горнопромышленные зоны – северная и южная.

По состоянию на 01.01.2016 г. государственным кадастром месторождений и проявлений твёрдых полезных ископаемых (ГКМ) по Чувашской Республике учтено 206 объектов (без учёта торфяных месторождений - 38, сапропеля - 2 и лечебных грязей - 1). Большая часть объектов учёта (177) по видам сырья отнесена к категории общераспространённых полезных ископаемых (ОПИ, массив «Б») и отличается доста-

точно широкой повидовой представленностью. Кроме того, 6 объектов массива «Б» (не ОПИ); 16 объектов массива «Г-2» и 7 объектов массива «Г-3».

Из 206 объектов учёта ГКМ учтено балансом 139 (~67,5%); для объектов, учтённых балансом, в нераспределённом фонде 72 объекта (~52%), в распределённом фонде 67 объектов (~48%). Такое соотношение - разрабатываемых к находящимся в резерве - представляется достаточно оптимальным для сбалансированного развития отрасли.

С позиций сроков обеспеченности можно отметить надёжную обеспеченность разведанными запасами по неметаллам как на амортизационный срок, так и на перспективу.

Размещение добывающих производств и районов поисков, отличается большим пространственно-географическим охватом: это районы Чувашии в северной и южной горнопромышленных зонах, русловые отложения Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ.

В 2015 г. весь объём ГРР в целях оценки, поисков и разведки минерального сырья (на песок строительный, торф) по территории Чувашской Республики (6 районов, Заволжье г. Чебоксары), выполнен за счет собственных средств недропользователей. Исполнители ГРР представлены организациями Чувашии, Татарстана, Нижегородской области.

Государственным реестром работ по геологическому изучению недр (ГИН) в 2015 году было учтено 5 объектов ГРР (на пески).

На 01.01.2016 г. количество действующих лицензий на пользование недрами по ОПИ составляет 91; по не ОПИ – 3 .

В целом, динамика ГРР (ГИН), аукционов (платежи) и добычи твёрдых полезных ископаемых в 2015 г. изменила тенденцию от роста к снижению, что обусловлено снижением прямых инвестиций в экономику страны.

При этом относительно «устоявшиеся» рыночные отношения привели к тому, что ежегодно ГРР-интересы горнодобывающих предприятий ограничиваются 1-2 видами полезных ископаемых (в основном, песок строительный).

В то же время, ведущее место в структуре МСБ Чувашии ОПИ и их использование, инициирует рост экономического потенциала территорий различного уровня (в том числе муниципального) и направлено на улучшение качества жизни проживающего там населения [4]. Это позволяет развивать дорожно-транспортный сектор экономики, более эффективно реализовывать национальные проекты «Доступное жильё» и «Эффективное сельское хозяйство».

Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 года запланировано строительство высокоскоростной железнодорожной магистрали (ВСМ) «Москва – Казань». Трасса ВСМ на территории Чувашии будет расположена на протяжении 118 км и пройдет по территориям Ядринского, Моргаушского, Чебоксарского, Мариинско-Посадского районов (согласован основной коридор прохождения ВСМ). Поэтому в 2015 г. резко возрос потенциальный интерес к пескам и песчано-гравийным смесям (с учётом их гранулометрического состава), а также к известнякам (с учётом прочности на сжатие, коэффициента выветрелости) по территории Чувашии.

На практике реализуется тезис «От недр к рынку». Здесь можно выделить:

➤ Анастасово-Порецкое крупнейшее месторождение гипса (~138 млн. т), ангидрита (~51 млн. т), доломита (~12 млн. т) по сумме кат. А+В+С₁.

➤ Крупное Шумское месторождение кремнистых цеолитсодержащих пород (запасы трепела ~53 млн. м³ кат. С₂).

➤ Минеральные лечебные сапропелевые залежи оз. Когояр (запасы кат. А ~0,535 млн. м³);

➤ Тузи-Чуринское месторождение светложгущихся глин: ввод в эксплуатацию завода «Траковская керамика» по производству облицовочного керамического кирпича и «теплой» керамики (мощностью 60 млн. штук усл. кирпича в год).

В целях минимизации последствий кризисных проявлений в минерально-сырьевой индустрии происходит переоценка сырьевой базы кварцевых (строительных) песков для стекольного и литейного производства.

С определенной условностью выделяется Порецкий потенциальный узел (площадь), где выявлен ряд залежей стекольных песков, по горнотехническим характеристикам и качественным особенностям сырья близких пескам Баевского месторождения (эталонный объект), на базе которого намечено строительство фабрики. В сферу поисков и разведки вовлечены новые объекты: открыто Верхне-Шорсирминское месторождение формовочных песков (3137 тыс. т. по кат. В+С₁); начаты работы на Сиявской площади (проявление - прогнозные ресурсы 39,4 млн. т кат. Р₁).

Особенности геологического строения территории обусловили зависимость от поставок некоторых видов твердых полезных ископаемых извне, например, цементное сырье. Между тем такие поставки могут быть уменьшены, а по некоторым видам даже полностью ликвидированы за счет большего вовлечения в хозяйственный оборот местных ресурсов.

Так практический интерес представляют местные ресурсы глинистого сырья – Верхнекурганского участка Курочкинской площади (государственный резерв): по химическому составу они удовлетворяют требованиям, предъявляемым к сырью для производства портландцементного клинкера (запасы 8527 тыс. т по кат. С₂).

Вслед за другими исследователями можно выделить Вурнарско-Шемуршинский потенциально рудный район фосфоритов с оценкой перспектив на уровне прогнозных ресурсов кат. Р₃ в количестве 416 млн. т (Высоцкий К.А., 2007 г.). Общая полезная масса добываемого сырья здесь может быть значительно увеличена за счет комплексного освоения совместно залегающих с фосфоритами кварцево-глауконитовых песков. Это потребует переработки желваковых фосфоритов на концентрированные и сложные фосфорсодержащие удобрения; внедрение инновационных технологий (скважинной гидродобычи). Кроме того, целесообразна постановка работ на горючие сланцы по территории Чувашии в пределах единого Ульяновского сланценосного района (Воробьев В.А., 2013). Суммарные прогнозные ресурсы горючих сланцев (сняты, по разным причинам, с табличной части баланса) ~200 млн. т. В ретроспективе можно отметить работу Вурнарского фосфоритового завода (во время ВОВ выпускался термит – зажигательная смесь и карбюризатор – вещество для термообработки деталей) и Ибресинского рудника на горючие сланцы (однако за весь период не было достаточно полных технических испытаний горючих сланцев как сырья для химической промышленности).

Не исключена возможность обнаружения в недрах Чувашии проявлений металлических полезных ископаемых. Несмотря на ожидаемые невысокие концентрации металлов, при комплексном характере сырья или попутном их извлечении с нерудными ископаемыми, эти типы проявлений могут представлять практический интерес.

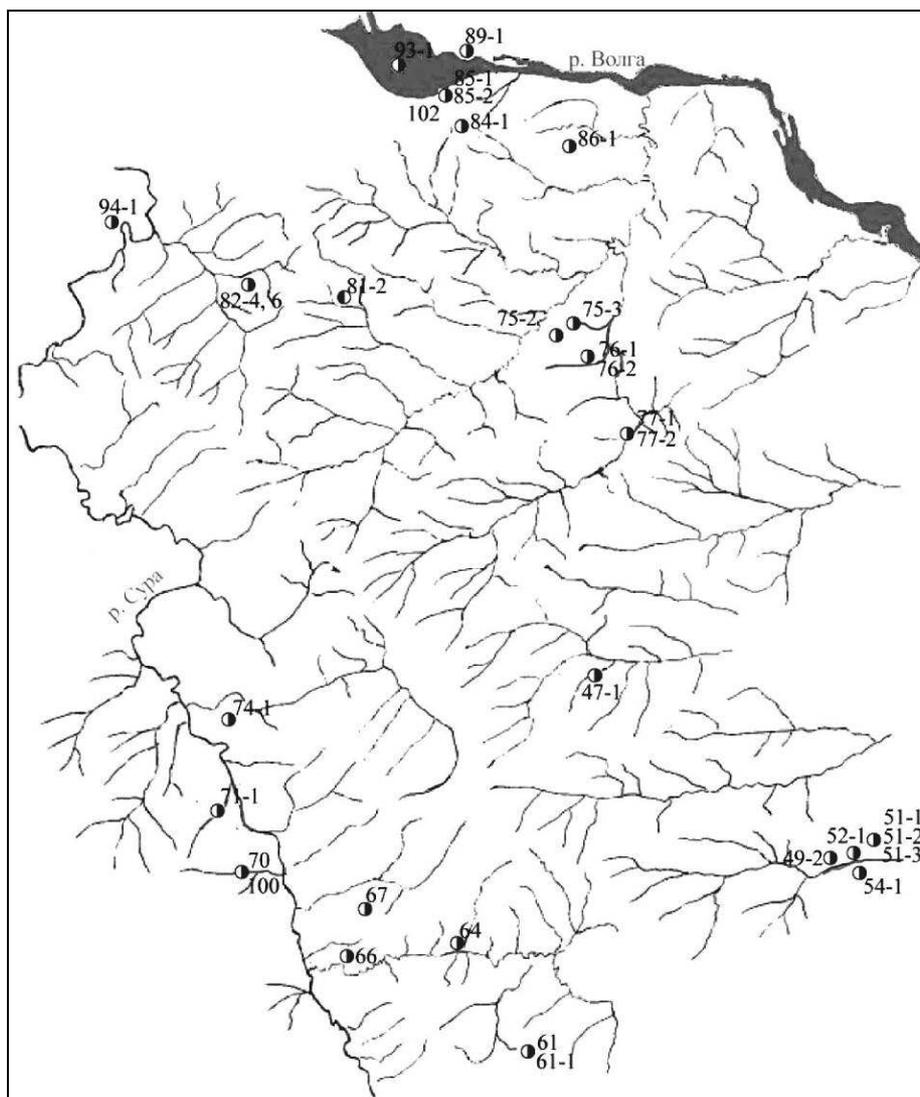


Рис. 1. Распределение проб с самородным золотом

Приоритетным направлением устойчивого развития минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых Чувашской Республики является поддержание сложившегося баланса запасов и добычи минерального сырья с учетом оптимального размещения производств по территории.

Исходя из задач, определяемых «Долгосрочной государственной программой изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья» (до 2020 года), оперативного анализа состояния МСБ неметаллов Чувашии [4], необходимым представляется:

1. Актуализация геолого-экономического обоснования направлений развития горно-перерабатывающей промышленности Чувашской Республики на основе рационального и эффективного использования ресурсов твердых полезных ископаемых с обновлением геолого-экономической карты масштаба 1:200 000.

2. Разработка республиканской целевой программы (РЦП) «Минерально-сырьевые ресурсы Чувашии на период 2017-2020 гг.». В рамках РЦП обеспечить составление программ лицензирования, паспортизацию объектов ОПИ (балансовых объектов и прогнозных площадей) в разрезе муниципальных образований.

Это позволит не только рационально размещать горно-перерабатывающие производства на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья, но

и эффективно развивать МСБ территории, её использование на межрегиональном, республиканском и местном уровнях.

Здесь надо заметить, что придание видам сырья категории ОПИ статуса «участки недр местного значения», не решает всех проблем при применении его в практике ГРР и управления государственным фондом недр. Необходимо соблюдение единообразных правил и процедур для обеспечения достоверности данных об этом компоненте ресурсной базы России и их учета в едином государственном балансе. Так составление уполномоченным органом субъекта РФ территориального баланса запасов ОПИ и территориального кадастра месторождений и проявлений ОПИ, регламентировано Минприроды России только по срокам и адресному представлению – но не по форме и содержанию.

Региональная геолого-картографическая информация по территории Чувашии технологически скомпонована в ежегодный Пакет оперативной геологической информации (с элементами ГИС). Пакет актуализируется на основе ежегодного мониторинга состояния МСБ (составление балансовых и кадастровых сведений), регистрационных карт геолого-геофизической изученности, карт распределенного и нераспределенного фонда недр, др.

Отраслевым институтом (ФГУП «ЦНИИГеолнеруд», г. Казань) в режиме мониторинга проводится анализ текущей геолого-геофизической изученности и состояния сырьевой базы твёрдых полезных ископаемых территории Приволжского федерального округа, в т.ч. по Чувашской Республике, с целью выбора перспективных направлений ГРР и подготовки к лицензированию новых участков нераспределенного фонда недр.

Как это представляется, минерагенический потенциал территории Чувашии для хозяйственного освоения сформированной минерально-сырьевой базы раскрыт.

Список литературы:

1. **Аксёнов Е.М.**, гл. ред. и др. Коллективная монография «Твердые полезные ископаемые Чувашской Республики. Геолого-экономическая и стоимостная оценка». г. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2003. – 192 с. (9 цв. карт).
2. **Аксёнов Е.М.**, гл. ред. и др. «Карта минерально-сырьевого потенциала недр Чувашской Республики масштаба 1:300000». г. Казань: ФГУП «ЦНИИГеолнеруд», 2005.
3. **Садыков Р.К.** Общераспространенные полезные ископаемые – недоиспользуемый резерв для экономического развития территорий // Разведка и охрана недр. – 2012. Вып.5. – С. 66 - 69.
4. **Спиридонова Н.Г., Рахимов Т.М.** «Неметаллы – основа МСБ Чувашии». Сборник тезисов докладов VI научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Геология, поиски и комплексная оценка месторождений твердых полезных ископаемых». Москва, ФГУП «ВИМС», 2015, с.126-131.

ПЕРСПЕКТИВЫ РУДОВМЕЩАЮЩИХ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АМУРСКОГО СТРАТИФОРМНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ЦИНКОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

М.В. Сначёв¹, А.В. Сначёв²

¹ ООО “Газпромнефть НТЦ” e-mail: Snachev.MV@gazpromneft-ntc.ru

² Институт геологии Уфимского научного центра РАН e-mail: SAVant@rambler.ru

Амурский рудный район расположен на стыке Восточно-Уральской и Магнитогорской мегазон Южного Урала. В структурном отношении Амурское месторождение находится на восточном крыле одноимённой синклинали и представляется в виде брахиантиклинальной складки, осложняющей крыло синклинали. В геологическом разрезе месторождения выделяются три толщи (снизу вверх): моласоидная (D₁-D₂), терригенно-осадочная – флишоидная (D₂-D₃) и вулканогенная (C₁) [14]. Названия первых двух толщ представляются нам достаточно условными: по характерным признакам они далеки и от молассы, и от флиша.

Отложения **моласоидной толщи** представлены переслаивающимися кварцитами и кварц-полевошпатовыми породами, образованными по аркозовым песчаникам. Верхний контакт толщи по керну отчётливый без видимого несогласия и признаков тектонических нарушений.

Отложения **терригенно-осадочной (флишоидной) толщи** развиты в центральной части участка. Ее мощность около 850 м. В составе толщи выделяются две пачки: 1) нижняя, сложенная полевошпат-кварц-биотитовыми, биотит-хлоритовыми, известково-глинистыми и глинистыми сланцами, мраморизованными и доломитизированными известняками и 2) верхняя, содержащая главное рудное тело и представленная глинисто-углеродистыми сланцами с прослоями карбонатных пород, редко андезитобазальтов.

По находке конодонта плохой сохранности в карбонатных породах этой толщи (*Hindeodella sp.*, определение К.С.Иванова) возраст может быть определен не древнее силура [13]. Криноидеи плохой сохранности, обнаруженные в рудовмещающей углеродисто-терригенной толще [1], позволили отнести её к силуру – среднему девону. По аналогии с более северными районами возраст толщи принимается среднепозднедевонским.

Образования **вулканогенной толщи** развиты в западной части площади месторождения, где они представлены туфами и туффитами основного состава. Вверх по разрезу размерность обломочного материала увеличивается. В тонкообломочных туфах иногда отмечались прослои осадочных пород (глинистых сланцев, алевролитов, известняков), а в грубообломочных – прослои кластолав базальтового и андезитобазальтового состава. Породы терригенной и вулканогенной толщ прорваны дайками высокотитанистых габбро и габбро-диабазов.

На месторождении выявлено и с различной степенью детальности изучено два рудоносных горизонта [14]. Основное рудное тело прослежено на поверхности по обнажениям бурых железняков. Оруденение локализовано в верхней части углеродисто-глинисто-карбонатных сланцев на расстоянии 3-10 м от контакта с вышележащими отложениями вулканогенной толщи. Оно залегает согласно с общим напластованием пород, имеет субмеридиональное простирание, пластообразную форму и пологое (15-30°) западное падение. Минимальная мощность рудного тела 1,0 м (скв. 207), максимальная – 22,5 м (скв. 311), средняя – 7,8 м.

Детальное изучение оценочных скважин, проведенное в последние годы, позволило [2, 5] разделить руды Амурского месторождения по преобладающей форме нахождения цинка на сульфидные (скальные и рыхлые) и несulfидные (окисленные). Скальные сульфидные руды развиты в западной наиболее глубокой части залежи (400-600 м). В восточном направлении скальная их разновидность постепенно сменяется рыхлой.

В состав сульфидных руд входят рудообразующие (пирит, сфалерит) и второстепенные (пирротин, галенит, халькопирит) минералы. Основным полезным компонентом руд является цинк, содержание которого варьирует от 0,7% до 26,7%, в среднем - 2,76% [14]. Руды характеризуются низким содержанием свинца (0,01-0,46%) и меди (до 0,1%). Примечательно, что оруденение отмечено и в вулканогенной толще, к которой приурочены прослои алевролитов. Так в скв. №3 на северном фланге месторождения в этой толще в инт. 147,2-148,6 м встречены сульфидные цинковые руды.

Несульфидные руды в подавляющем большинстве расположены в самой нижней интенсивно глинизированной части вулканогенной толщи. Фазовый химический анализ руд показал, что несульфидные руды до 90 % цинка содержат в «упорной» форме цинкистого смектита или смектитизированного хлорита [2].

Ранее нами в углеродистых отложениях рудовмещающей флишоидной толщи были установлены промышленные содержания золота и вольфрама [10], что не является специфической особенностью Амурского месторождения. Так, в интенсивно дислоцированных, окварцованных и сульфидизированных черносланцевых породах Башкирского мегантиклинория [6, 7, 12], Главного Уральского разлома [4], Арамильско – Сухтелинской зоны [9], Восточно – Уральского поднятия [11] не только открыты новые проявления золота, но и подсчитаны его прогнозные ресурсы.

По геологическим условиям, залеганию и составу руд Амурское месторождение ранее относилось к филизчайскому типу [13, 14]. В последнее время подобные стратиформные месторождения, приуроченные к терригенным и терригенно-карбонатным породам и имеющие возраст вмещающих их пород, принято относить к типу SEDEX [5, 8], что несет генетическую нагрузку, тогда как термин «филизчайский» содержит лишь аналогию.

В рассматриваемой флишоидной толще, как уже отмечалось выше, выделяются две ритмически построенные пачки. Углеродистые отложения известны как в первой, так и во второй из них. Однако, если среди образований нижней (первой) пачки черносланцевые породы пользуются локальным развитием и известны лишь в верхней части третьего ритма из четырёх установленных, где они представлены углеродисто-глинистыми и глинисто-углеродисто-известковистыми сланцами, то верхняя (вторая) собственно рудовмещающая углеродисто-кремнистая пачка сложена в основном углеродисто-глинистыми и песчано-углеродисто-кремнистыми сланцами с прослоями карбонатных пород.

В углеродистых сланцах Амурского месторождения содержания органического углерода составляют от 0,56 до 3,84% [10], что позволяет в целом относить их к низкоуглеродистому типу [15]. Повышенные значения CO_2 и параметра $C = CaO + MgO$ (среднее 10,34) для углеродистых сланцев, наличие известняков и криноидей в разрезе свидетельствуют о достаточной насыщенности морской воды углекислотой, что характерно для мелководного бассейна.

Определение формационной принадлежности черносланцевых отложений Амурского месторождения основано на диаграмме A–S–C [3] (параметры $A = [Al_2O_3 - (CaO + K_2O + Na_2O)] \times 1000$ и $S = [SiO_2 - (Al_2O_3 + Fe_2O_3 + FeO + CaO + MgO)] \times 1000$ выражены в молекулярных количествах, параметр $C = (CaO + MgO)$ – в массовых до-

лях оксидов). Углеродистые отложения показывают в своём составе значительное количество терригенного материала, почти все они попадают в поля терригенно-углеродистой и карбонатно-углеродистой формаций.

Известно, что углеродистые отложения являются весьма информативными породами, позволяющими реконструировать рельеф дна бассейна на момент их накопления, т.е. восстановить палеогеографические условия в период формирования осадочных толщ. Основным индикатором оценки удаленности бассейна седиментации от береговой линии, что равноценно увеличению его глубинности, является примесь терригенного материала, величину которой можно получить по ряду модулей (параметров) S и Al_2O_3/SiO_2 .

В пределах геологического отвода Амурского месторождения пробурено 50 поисковых и почти вдвое больше оценочных скважин. Почти все из них подсекли различные по мощности углеродистые отложения, являющиеся рудовмещающими для пирит-сфалеритового оруденения. Таким образом, восстановив палеорельеф рассматриваемого участка, можно выйти на решение задачи по оценке территории на цинковые руды стратиформного типа, к числу которых принадлежит и Амурское месторождение. Понятно, что оруденение концентрируется в наиболее глубоководных частях бассейна и поступает в него по узким каналам со стороны участков, с интенсивным вулканизмом и деятельностью “черных курильщиков”.

Исследования, основанные на довольно значительном количестве образцов, были проведены нами на участке геологического отвода Амурского месторождения в 2008 году. Всего проанализировано химическим методом 43 пробы углеродистых сланцев, отобранных преимущественно из поисковых скважин, более или менее равномерно покрывающих всю площадь геологического отвода. В результате получена карта изолиний глубин палеобассейна (рисунок), что позволило сделать ряд следующих основных выводов:

– Участок месторождения Амурского, в пределах которого находятся все оценочные скважины (номера более 50), характеризуется аномально высокими значениями параметра S и соответственно минимальными – алюминиевого модуля, что указывает на наличие здесь в период накопления углеродистых отложений локальной депрессии, в пониженных участках которой отлагалось пирит-сфалеритовое оруденение.

– Судя по рисовке дна осадочного бассейна на участке месторождения, рудный материал поступал с северо-западного направления со стороны Магнитогорской мегазоны, где в это время широко проявилась вулканическая деятельность.

– Южнее месторождения на VIII профиле (скв. 39-44) отчетливо проявлена более сильная аномалия, как по интенсивности, так и по размеру. Примечательно, что по данным электроразведочного метода зондирования становлением электромагнитного поля, здесь так же получена крупная аномальная зона субширотного простираения. В её эпицентрах пробурены несколько скважин, показавших наличие на небольших глубинах значительной по мощности зоны с пирит-пирротиновой минерализацией. По-видимому, здесь существовала самостоятельная более глубоководная чем на участке месторождения, впадина с более восстановительной средой. Подобную картину, только в малом масштабе, видим в районе скв. 30, 33.

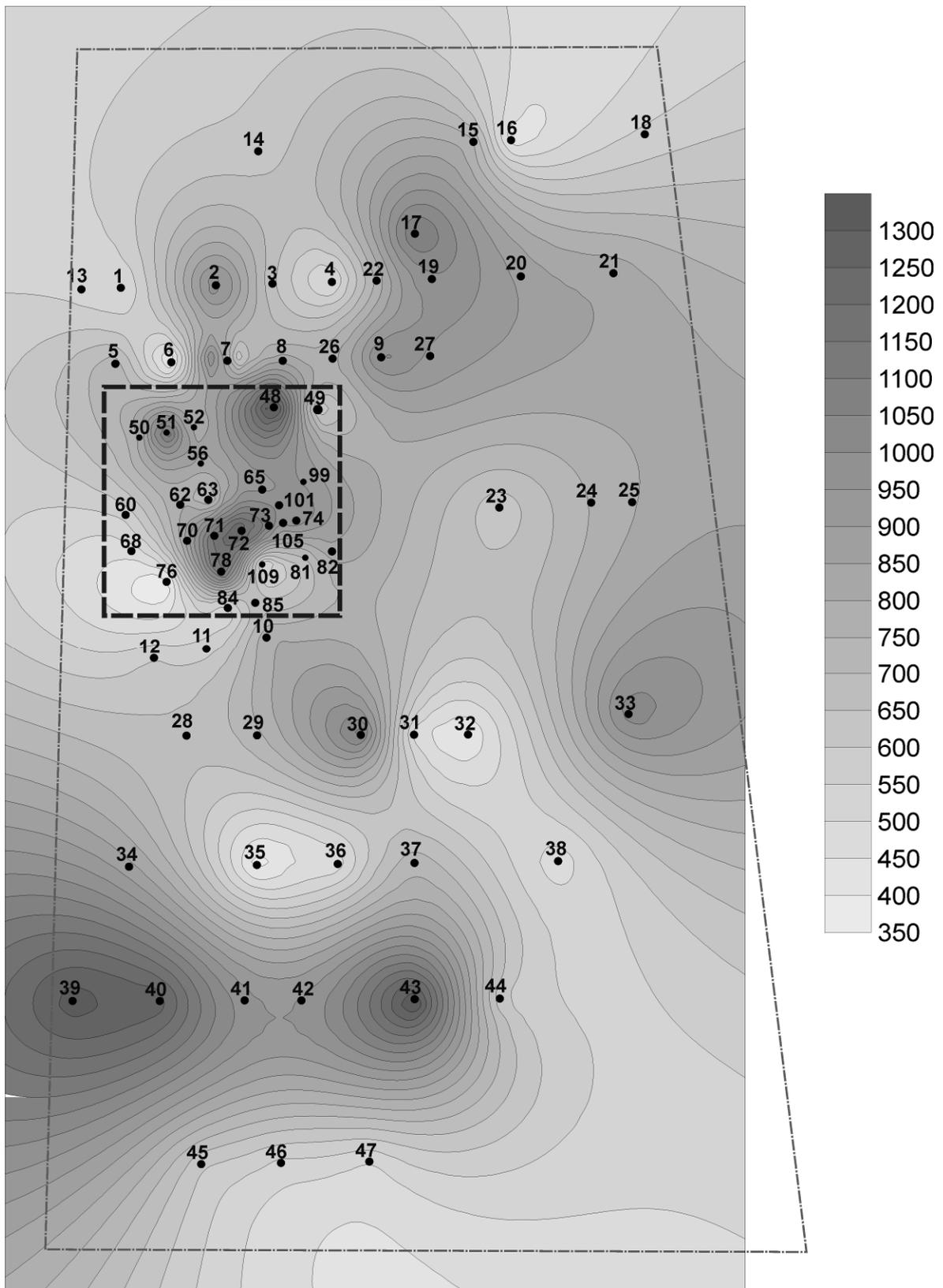


Рисунок. Распределение параметра $S = \text{SiO}_2 - (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{CaO} + \text{MgO}) \times 1000$ (выражен в молекулярных количествах) в углеродистых отложениях в пределах геологического отвода.

Жирная пунктирная линия – Амурское месторождение, точки с номерами – поисковые и разведочные скважины.

– Перспективы территории геологического отвода связаны с локальным участком, расположенным северо-восточнее месторождения (рисунок). Здесь проявлена хотя и менее интенсивная аномалия, чем на Амурском месторождении, но по площади соответствующая ей. Именно этот участок был рекомендован нами для дальнейшего изучения буровыми скважинами. Здесь пробурено вначале 2 поисковые скважины, которые на глубинах 266-281 (скв. 26) и 103-119 м (скв. 27) вскрыли рудные тела мощностью соответственно 15 и 16 метров, а затем дополнительно еще 6 оконтуривающих скважин небольшой глубины (суммарно 1260 м) южнее (в 150 м), севернее (в 150 м) и восточнее (в 150 м) скв. №№26 и 27. Три из шести дополнительных скважин подсекли довольно мощное сплошное рудное тело (инт. 123-129 м, скв. 27а) или рудные зоны с бедным сфалеритовым оруденением (инт. 227-246 м, скв. 26а и инт. 79-81 м, скв. 27с), что позволило с учетом двух скважин более южного профиля (скв. 48, 49) выделить новый участок, подсчитать в его пределах прогнозные ресурсы цинка по категории P_1 в количестве 400 тыс. т. Судя по палеогеографическим данным, перспективы геологического отвода Амурского месторождения на цинковые руды на этом исчерпываются.

Таким образом, полученные нами результаты по изучению палеогеографических условий накопления углеродистых отложений Амурской площади дали возможность приблизиться к правильному пониманию истории формирования цинкового оруденения; выявить к северо-востоку от месторождения палеодепрессию, перспективную на поиски новых рудных тел, и подсчитать здесь прогнозные ресурсы цинка по категории P_1 около 400 тыс.т.

Список литературы:

1. **Артюшкова О.В., Куриленко А.В., Якупов Р.Р., Маслов В.А., Зианбердин Р.И.** Новые данные о возрасте Амурского пирит-сфалеритового медноколчеданного месторождения (Ю. Урал) // Геологический сборник № 6 / ИГ УНЦ РАН. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2007. – С. 38–39.

2. **Белогуб Е.В., Новоселов К.А., Блинов И.А.** Минералогия несulfидных цинковых руд на Амурском месторождении (Челябинская обл.) // Минералогия Урала. Материалы всероссийского совещания. Миасс: ИМин УрО РАН. 2011. С. 122 – 125.

3. **Горбачев О.В., Созинов Н.А.** Некоторые петрохимические и геохимические аспекты типизации углеродистых отложений докембрия // Проблемы осадочной геологии докембрия. Вып. 10. М.: Наука, 1985. С. 46-57.

4. **Знаменский С.Е., Ковалев С.Г., Сначев В.И., Даниленко С.А., Знаменская Н.М., Рачев П.И.** Платиноносность гипербазитовых массивов Башкирской части зоны Главного Уральского разлома // Познание, освоение и сбережение недр Республики Башкортостан. Уфа. АН РБ. 1994. С. 57.

5. **Новоселов К.А., Белогуб Е.В.** Стратиформные свинцово – цинковые руды Южного Урала // Рудогенез. Миасс: ИМин. УрО РАН. 2008. С. 206 – 209.

6. **Рыкус М.В., Сначев В.И., Бажин Е.А.** Анорогенные граниты западного склона Южного Урала: состав, петрогенезис, минерагения. Нефтегазовое дело. Научно-технический журнал, том 9, № 2, 2011 С. 282-301.

7. **Рыкус М.В., Сначев В.И., Сначев А.В.** Золото в дислоцированных углеродистых толщах палеоконтинентального сектора Южного Урала // Геологическая служба и горное дело Башкортостана на рубеже веков. Уфа. Тау. 2000. С. 179 – 191.

8. **Серавкин И.Б., Сначёв В.И.** Стратиформные полиметаллические месторождения восточной провинции Южного Урала // Геология рудных месторождений. – 2012. – № 3. – С. 20–27.
9. **Сначёв А.В., Рыкус М.В., Сначёв В.И.** Благородные металлы в углеродистых отложениях южной части Арамильско-Сухтелинской зоны // Геологический сборник №3 / ИГ УНЦ РАН. Уфа. 2003. С. 180-185.
10. **Сначёв А.В., Сначёв В.И., Рыкус М.В.** Перспективы рудоносности углеродистых отложений западного обрамления Суундукского гранитного массива // Нефтегазовое дело. – 2010. – Т. 8, № 2. – С. 11–20.
11. **Сначев В.И., Муркин В.П.** Новые данные по магматизму, метаморфизму и металлогении Кочкарской площади (Южный Урал) // Препринт. 2015. № 24 – 89. 24 с.
12. **Сначев В.И., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Мосейчук В.М., Сначев А.В., Шиянова А.А., Рыкус М.В.** Рудоносность углеродистых отложений северной половины Маярдакского и Ямантауского антиклинориев // Геологический сборник №6. Уфа. ИГ УНЦ РАН: ДизайнПолиграфСервис. 2007. С. 227-232.
13. **Широбокова Т.И.** Стратиформное полиметаллическое и баритовое оруденение Урала: Свердловск: УрО АН СССР. 1992. 141 с.
14. **Широбокова Т.И., Штейнберг А.Д.** Медноколчеданные месторождения Урала: геологические условия размещения / Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. С. 194-195.
15. **Юдович Я.Э., Кетрис М.П.** Геохимия черных сланцев. Л.: Наука, 1988. 271 с.

МЕТАЛЛОГЕНИЯ КОЧКАРСКОГО ЗОНАЛЬНОГО МЕТАМОРФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (ВОСТОЧНО – УРАЛЬСКОЕ ПОДНЯТИЕ)

В.И. Сначёв

Институт геологии Уфимского научного центра РАН

e-mail: SAVant@inbox.ru

Кочкарский зональный метаморфический комплекс расположен в северной части Восточно-Уральского поднятия и сложен в различной степени метаморфизованными, осадочными и вулканогенно-осадочными образованиями преимущественно рифей-вендского возраста [8]. С запада она отделяется от Арамилско – Сухтелинской зоны субмеридиональным глубинным разломом, к которому приурочены небольшие массивы и тела ультрамафитов и гранитоидов. Стратиграфическая основа, принятая в данной работе, составлена с учётом данных, полученных нами и большим коллективом геологов Челябинской геологоразведочной экспедиции [9, 10].

В разрезе центральной части Кочкарского антиклинория выделяется шесть толщ (снизу вверх): еремкинская гнейсо – сланцевая (RF₁₋₂) (кристаллические сланцы, прослои графитистых кварцитов, мраморов), кучинская карбонатная (RF₂) (мрамора), благодатская обломочная (RF₂₋₃), светлинская сланцевая (RF₃) (метапесчаники, карбонат-биотитовые, карбонат-амфиболовые сланцы, прослои графитистых сланцев), александровская вулканогенно-осадочная (V) (биотитовые, серицит-биотитовые, хлоритовые сланцы, прослои углеродистых и слюдисто-углеродистых сланцев), кукушкинская (O₁₋₂) (метагравелиты, метапесчаники, метаалевролиты), карбонатная (C_{1v-n}) (известняки).

Исходная металлогения Восточно-Уральского поднятия была очень близка западному склону Южного Урала. Процесс мобилизации, переотложения и концентрации рудного вещества проявился в пределах Восточно - Уральское поднятия в период формирования крупных верхнерифей-вендских мигматитовых куполов (Еремкинский, Борисовский, Варламовский и Санарский), верхнепалеозойских гранитоидных массивов. В целом кислые интрузии занимают здесь до 60 % территории. В мраморах елизаветпольской и кучинской толщ, карбонатном меланже карбонатной толщи известны мелкие месторождения и многочисленные проявления полиметаллов; в зоне сочленения Магнитогорской и Восточно-Уральской мегазон выявлено и разведано Амурское стратиформное цинковое месторождение [12]; в пределах пегматитовых полей установлена редкоземельная тантал-ниобиевая минерализация; в корях выветривания благодатской толщи - крупные проявления редких земель иттриевой и цериевой групп; в светлинской толще открыто одноименное месторождение и ряд рудопроявлений золота прожилково-вкрапленного типа, россыпного золота. Кроме того, в кукушкинской и александровской толщах известны находки алмазов, с гранитоидами санарского и поварненского комплексов связаны проявления урана, с метаультрамафитовым и метагабброидным комплексами - хромитовое и медно-никелевое оруденение [10].

Полиметаллические (существенно цинковые, свинцово-цинковые, свинцово-цинково-серебрянные) рудные объекты в пределах Кочкарского антиклинория известны в мраморах и мраморизованных известняках как по западному, так и восточному флангам поднятия. Однако, в пределах последнего из них проявления более крупные и многочисленные. Все они сконцентрированы на Андрее-Юльевском (рас-

положен между Санарским, Борисовским, Андреевским массивами) и Чуксинском (расположен между Варламовским и Коелгинским массивами) участках, испытавших в своей истории неоднократную тектоническую и магматическую проработку. Минерализация представлена гнездами и линзами галенита и сфалерита, как на Андреевском, Каменно-Павловском проявлениях, либо штокверками прожилково-вкрапленных руд (Каменно-Павловское, Котликское проявления). Мощность рудных линз иногда достигает 4-5 м [Муркин и др., 1989ф]. Содержание свинца в сплошных рудах колеблется от 20 до 63 %, серебра - от 106 до 633 г/т. Близость геологического положения, состава руд перечисленных проявлений Крестовоздвиженскому месторождению позволяет говорить об их формировании за счет регенерации и частичного переотложения руд стратиформного типа. Ранее предполагалось, что регенерация связана с внедрением гранитов санарского комплекса. Отобранный галенит из скв 1673 одного из проявлений Андрее-Юльевского участка датирован В. М. Горожаниным свинец-свинцовым методом (лаборатория изотопной геологии Института геологии УНЦ РАН). Полученный возраст - 328 ± 6 млн. лет [8] близок границе нижнего и среднего карбона, что соответствует времени формирования гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации в соседнем к востоку Восточно-Уральском прогибе.

Тантало - ниобиевая минерализация приурочена к полям пегматитов и связана с поварненским гранитным комплексом (Светлинское проявление). Содержания полезных компонентов в рудных телах составляют в среднем 100-250 г/т (для колумбит-танталита) и около 600 г/т (для берилла). Максимальные концентрации тантала приурочены к альбитизированным и грейзенизированным пегматитам. По данным геологов ОАО "Челябинскгеосъемка" [Муркин и др., 1989ф] ценность проявления увеличивается в связи с хрусталеносностью рудных тел, находками здесь ювелирных кристаллов кварца и аквамарина.

С пегматитами санарского комплекса связано и крупное Теплинское проявление иттриевых и цериевых редких земель, открытое геологами поисково-съёмочной партии Пластовского ГСО в конце 80-х годов. Проявление представлено черчитоносными корами выветривания пегматитов с содержанием черчита до 100-156 г/т, монацита - до 163 г/т.

Золотое оруденение Кочкарской площади в 80-е годы детально изучено В.Н. Сазоновым, Н.А. Григорьевым, В.В. Мурзиным, Э.И. Мецнером, В.В. Федосеевым, Р.О. Берзоном, А.А. Черемисиной и др.. Считается, что практический интерес представляет здесь прожилково-вкрапленное оруденение метаморфогенно-гидротермального типа [3, 4], к которому принадлежит Светлинское месторождение и несколько мелких проявлений.

Светлинское месторождение приурочено к одноименной вулканогенно-терригенной толще, зажатой между мраморами и зоной надвига, трассирующей цепочкой гипербазитовых тел [4]. Основная часть минерализации приурочена к нижней терригенной пачке, содержащей прослой углеродистых сланцев. Рудные тела представляют собой линейные зоны развития сульфидной вкрапленности и минерализованных кварцевых жил и прожилков, повторяющие контакты пород и тесно связанные с рассланцеванием. Большинство исследователей считают месторождение полигенным и полихронным, признается связь оруденения с изначальным седиментогенезом и последующее перераспределение его метаморфическими и метасоматическими процессами.

Представляется, что после накопления в рифее существенно терригенной светлинской толщи, углеродистая составляющая которой содержала определенное количество золота и серебра, начался период формирования мигматитовых куполов, который привел к метаморфизму пород в условиях амфиболитовой фации. В процессе роста куполов и антиклинорской структуры в целом, на ее крыльях, как наиболее ослабленных участках, образовались системы разломов, по которым циркулировали мантийные флюиды, содержащие довольно значительные концентрации золота. Доказательством тому служат высокие (в 10-15 раз выше кларка) содержания этого металла в кварце мигматитов. Необходимо помнить, что в период формирования Еремкинского, Борисовского, Варламовского и Санарского гранитно-мигматитовых куполов происходило перераспределение золота в углеродистых сланцах, что хорошо показано нами для Белорецкого, Ларинского зональных метаморфических комплексов, а также для западного обрамления Суондукского гранитного массива [6, 11]. Золоторудные объекты, имея четкую приуроченность к зеленосланцевой фации, в большинстве случаев концентрируются вблизи или почти на границе с амфиболитовой фацией метаморфизма, особенно на участках с интенсивно проявленной тектонической активностью [2]. В дальнейшем на Кочкарской площади несомненно не раз были периоды магматической и тектонической активизации, которые внесли свой вклад в окончательное оформление месторождения, тем более, что длительность формирования самих мигматитовых куполов может достигать десятков, а то и сотен миллионов лет. Многочисленные датировки по слюдам [3, 4] доказывают это.

Из всего сказанного выше следует, что светлинская толща перспективна на обнаружение минерализации не только на западном борту Кочкарского антиклинория, но и восточном, в частности на Андрее-Юльевском и Чуксинском участках, где геологическая ситуация к тому же повторяет территорию рассматриваемого объекта. Севернее и южнее месторождения (западный борт антиклинория) светлинская толща, вероятно, не менее перспективна, но оруденение следует ожидать на более значительных глубинах, ибо центральный блок, вмещающий Светлинское месторождение, поднят на 200-300 м.

Образование Амурского стратиформного существенно цинкового месторождения скорее всего происходило в конце средне – начале позднедевонского времени в зоне сочленения Магнитогорской и Восточно-Уральской мегазон в связи с завершением в первой из них вулканического цикла, но в удаленной от вулканизма области [5]. В коллизионный этап развития региона зона контакта рудовмещающей флишоидной и перекрывающей вулканогенной толщ на ряде участков была тектонически нарушена, интенсивно подроблена. Восточный, наиболее приближенный к поверхности, фланг месторождения оказался в зоне окисления, часть цинка из сульфидной формы перешла в несульфидную и образовала в зонах дробления, в подавляющем большинстве со стороны висячего бока (в самой нижней части вулканогенной толщи) самостоятельные окисленные рудные тела [1]. В период становления близ расположенных от месторождения раннепермских гранитов Суондукского массива [7] некоторая малая часть цинковых руд была регенерирована и переотложена, снова в сульфидной форме, среди пород вышележащей вулканогенной толщи.

Проявления урана связаны с гранитоидами санарского и поварненского комплексов. Большинство из них приурочены к эндо-экзоконтактной зоне Санарского массива, минерализация представлена рассеянной вкрапленностью уранинита, настурана [Муркин и др., 1989ф]. Кроме перечисленных минералов в ассоциации с ними встречены пирит, молибденит, халькопирит. Оруденение сопровождалось геохимиче-

скими ореолами молибдена (0,05-0,1 %), фосфора (0,6-1,0 %), свинца (до 0,3 %), ванадия (0,03 %) и висмута (0,01 %).

Проблема алмазности Южного Урала получила новое развитие в связи с находками даек лампроитов в Магнитогорской мегазоне (район м-я Куйбасс, Аблязова) [Мосейчук и др., 1990ф], имеющими возраст, определенный В.М. Горожаниным изохронным рубидий – стронциевым методом, 208 ± 18 и 197 ± 6 млн. лет [8]. Ранее алмазы были выявлены в россыпях по р. Каменка (между Борисовским и Пластовским массивами) и р.Н.Тогузак. Новый подход к истории развития Восточно - Уральское поднятия позволяет надеяться на выявление здесь алмазов метаморфогенного и лампроитового типов. Что касается первого из них, то это подтверждается высокой степенью метаморфизма пород, насыщенностью их углеродом, находками мелких алмазов метаморфогенного типа в отложениях кукушкинской толщи. Лампроитовый тип алмазности можно предполагать в связи со щелочной направленностью магматизма в вендское время (александровская толща), среди базальтоидов которого известны и пикритоидные разновидности.

Учитывая тот факт, что в рифей-вендское и более раннее время Восточно - Уральское и Центрально-Уральское поднятия составляли единую структуру и развивались в сходных условиях [9], можно предположить и равенство их исходной (доордовикской) металлогении. Различия связаны лишь с образованием мигматитовых куполов и, соответственно, метаморфизмом зон минерализации и вмещающих их пород, а также наложением палеозойских тектоно-магматических процессов на рудные объекты Восточно - Уральское поднятия.

Процессы мобилизации, переотложения и концентрации рудного вещества наиболее полно проявились на объектах, испытавших многочисленную тектоническую и магматическую проработку в период становления гранитоидов мигматитовой, тоналит-гранодиоритовой и гранитной формаций. В частности, подобные соотношения наблюдаются на известных в пределах Восточно - Уральское поднятия золоторудных месторождениях и рудопроявлениях. Все они полигенные и полихронные, на всех признается связь оруденения с изначальным седиментогенезом и последующее перераспределение золота метаморфическими и метасоматическими процессами. Определенные перспективы рассматриваемой территории связаны и с алмазами метаморфогенного и лампроитового типов.

Список литературы:

1. Белогуб Е.В., Новоселов К.А., Блинов И.А. Минералогия несulfидных цинковых руд на Амурском месторождении (Челябинская обл.) // Минералогия Урала. Материалы всероссийского совещания. Миасс: ИМин УрО РАН. 2011. С. 122 – 125.
2. Рыкус М.В., Сначев В.И., Сначев А.В. Золото в дислоцированных углеродистых толщах палеоконтинентального сектора Южного Урала // Геологическая служба и горное дело Башкортостана на рубеже веков. Уфа. Тау. 2000. С. 179 – 191.
3. Сазонов В.Н., Мурзин В.В., Григорьев Н.А. Метаморфогенно-гидротермальное золоторуденение Урала // Метаморфогенная металлогения Урала. Свердловск, ИГиГ УНЦ АН СССР, 1988, С. 45-49.
4. Сазонов В.Н., Попов Б.А., Григорьев Н.А. Корово – мантийное оруденение в сиалических блоках эвгеосинклиналий. Свердловск: УрО АН СССР. 1989. 113 с.

5. **Серавкин И.Б., Сначев В.И.** Стратиформные полиметаллические месторождения восточной провинции Южного Урала / Геология рудных месторождений. 2012. Т. 54. №3. С. 253-265.
6. **Сначёв А.В., Рыкус М.В., Сначёв В.И.** Благородные металлы в углеродистых отложениях южной части Арамильско-Сухтелинской зоны // Геологический сборник №3 / ИГ УНЦ РАН. Уфа. 2003. С. 180-185.
7. **Сначёв А.В., Сначёв В.И., Рыкус М.В.** Перспективы рудоносности углеродистых отложений западного обрамления Суундукского гранитного массива // Нефтегазовое дело. 2010. Т. 8, № 2. С. 11–20.
8. **Сначев В.И.** Магматизм Восточно – Уральской мегазоны Южного Урала и геодинамические условия ее формирования // Автореферат докт. геол. – мин. наук. М. 1993. 42 с.
9. **Сначев В.И., Кузнецов Н.С., Рачев П.И., Ковалев С.Г.** Магматизм и металлогения северной части Восточно – Уральской рифтовой системы. Препринт. 1994. № 63 – 94. 34 с.
10. **Сначёв В.И., Муркин В.П.** Новые данные по магматизму, метаморфизму и металлогении Кочкарской площади Южного Урала: Препринт / Уфа, БНЦ УрО АН СССР, 1989. 23 с.
11. **Сначев В.И., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Мосейчук В.М., Сначев А.В., Шиянова А.А., Рыкус М.В.** Рудоносность углеродистых отложений северной половины Маярдакского и Ямантауского антиклинориев // Геологический сборник №6. Уфа. ИГ УНЦ РАН: ДизайнПолиграфСервис. 2007. С. 227-232.
12. **Широбокова Т.И.** Стратиформное полиметаллическое оруденение Урала: Препринт. Свердловск: УНЦ АН СССР. 1985. 64 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ НИЖНЕГО МЕЛА НА АДЫГЕЙСКОМ ВЫСТУПЕ НА ПРИМЕРЕ МАЙКОПСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

И.А. Денекин

Кубанский Государственный Университет, г. Краснодар

e-mail: denekin.i@yandex.ru.

В нефтегазовой отрасли России за последние 8 лет произошло снижение динамики приращения запасов, уменьшение размеров открываемых месторождений, возрастание сложности их условий добычи углеводородов. Для преодоления негативных тенденций важное значение, в настоящее время, имеет объёмное моделирование строения и развития нефтегазоносных площадей, и всестороннее изучение ресурсов УВ и управление их добычей.

Целью работы является моделирование формирования продуктивных горизонтов нижнего мела на АВ, на примере Майкопской площади.

Актуальность работы заключается в современном взгляде на формирование отложений мела по данным геофизических исследований скважин.

Общие сведения

Майкопское месторождение расположено в республике Адыгея, в 10 км к северу от г. Майкопа. Антиклинальное поднятие выявлено в 1939 г. До глубины залегания палеоцена продуктивные горизонты отсутствуют. В тектоническом отношении брахиантиклиналь Майкопского газового месторождения (размер внутри контура газоносности 11 x 4,2 км) приурочена к северной части Адыгейского выступа [1]. В геологическом строении принимают участие триасовые, юрские, меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения общей мощностью 3200—3400 м. Покрывается газонасыщенный разрез нижнего мела отложениями верхнего мела (весьма сокращенной мощности) и нижнего палеоцена. Выше залегают нормально напластованные отложения верхнего палеоцена, эоцена, олигоцена и без перерывов нормальный разрез остальной части третичных отложений [3].

Методика выполнения моделирования

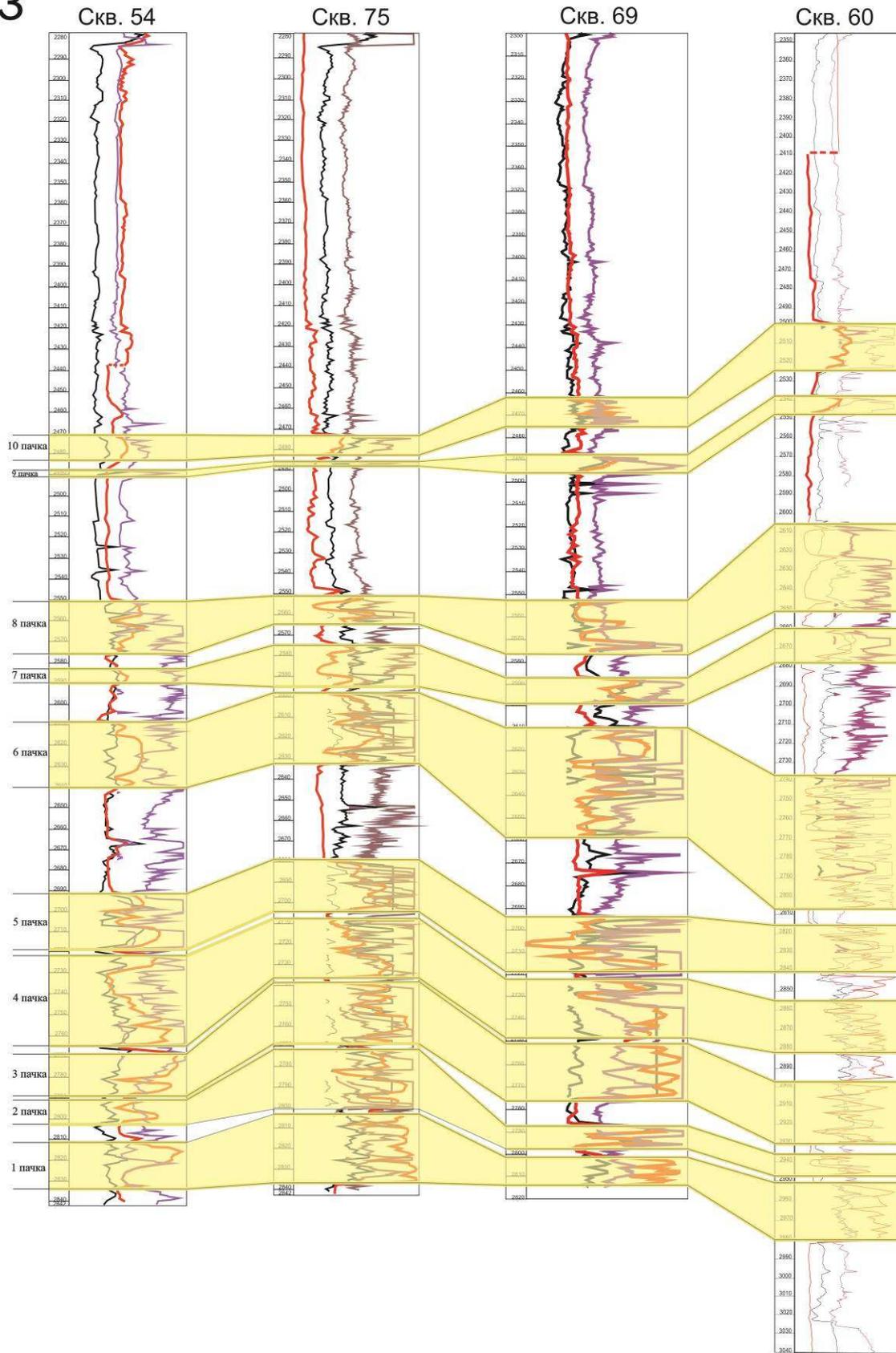
Для выполнения построений каротажные диаграммы переводились из аналогового вида в цифровой с использованием программы Corel Draw. С использованием каталога стратиграфических разбивок Егояна В. Л. в разрезе Майкопской площади были выделены региональные ярусы. Интерпретация данных проводилась путем выделения песчаных пластов-коллекторов и глинистых пластов-покрышек. Границы пластов определялись по изменению показаний каротажных зондов (КС и ПС). Построение карт изопахит и модели изопахит проводилось в программном комплексе Golden Software Surfer. Профили выравнивания были сделаны в программе Corel Draw. Построение профилей выравнивания позволяет наглядно увидеть распределение мощностей выделенных продуктивных пачек по скважинам.

Интерпретация профилей и обоснование данных каротажа

По каротажным диаграммам была проведена интерпретация данных и были выделены основные пачки песчаных пород. По корреляционным схемам построены разрезы через скважины 54, 75, 69, 60 и 124, 88, 75, 48 по линиям I-I и II- II. После корреляции получен современный разрез Майкопской площади (рис. 1, 2).

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПО СКВАЖИНАМ
54, 75, 69, 60 (ПРОФИЛЬ I-I)

З



В

Рис. 1 Геологический профиль I-I

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПО СКВАЖИНАМ 124, 88, 75, 48 (ПРОФИЛЬ II-II)

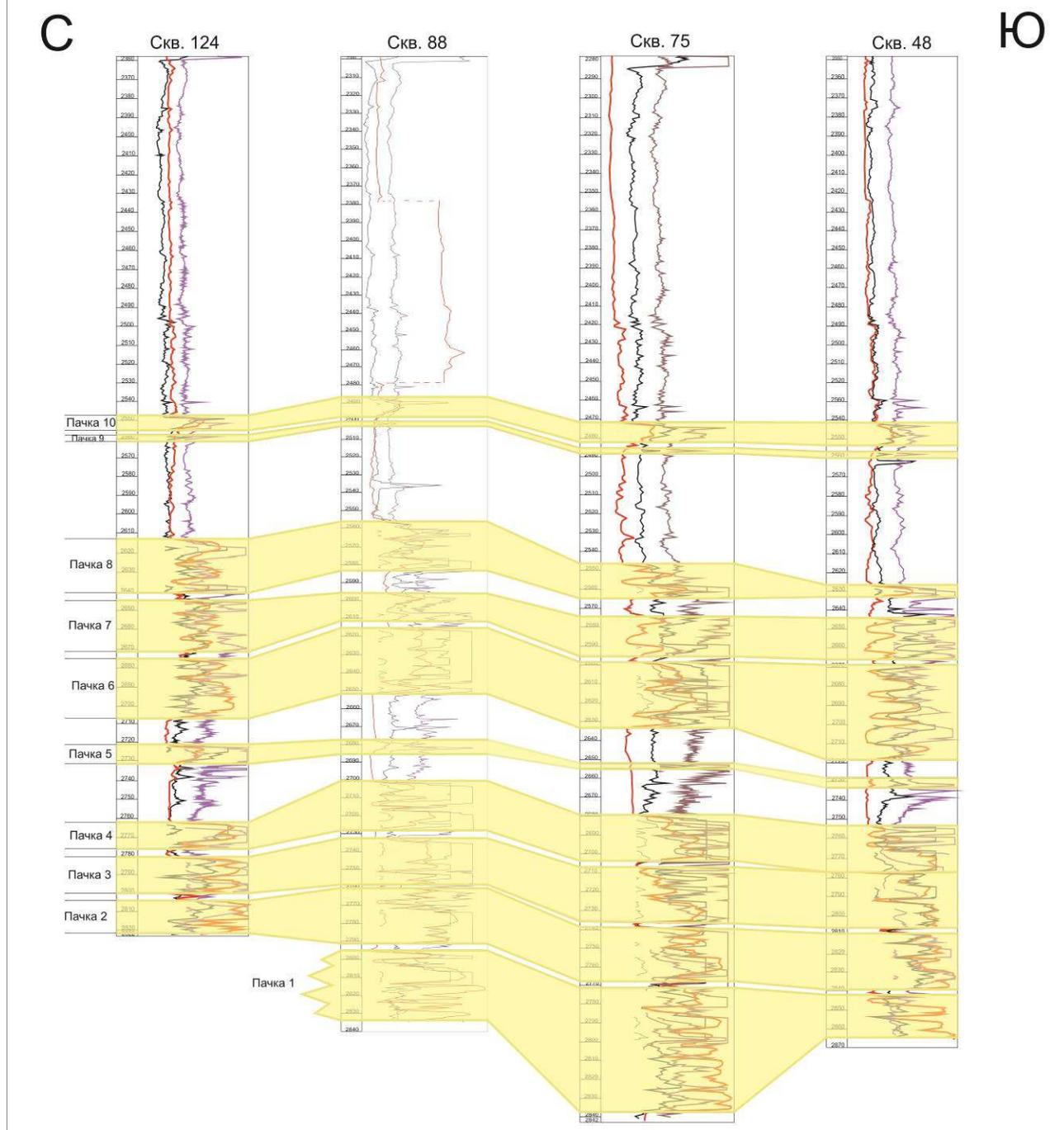


Рис. 2 Геологический профиль II-II

По картам изопахит продуктивных пачек выявлены области прогибания и вздымания территории и был сделан вывод об источнике сноса обломочного материала (рис 3).

По модели изопахит (рис. 4) продуктивных пачек можно проследить развитие тектонических движений на данной площади и установить области размыва и аккумуляции, т.е. зоны понятий с низкими мощностями пластов обломочных пород и зоны прогибания с повышенными мощностями песчано-алевритовых пород.

По профилям выравнивания (рис. 5, 6) были оценены мощности каждой пачки, что дополнило представление об областях размыва и аккумуляции. Также видно, что

в центральных скважинах обеих профилей наблюдаются большие толщины слоев, чем в крайних скважинах. В нижнемеловое время на данной территории преобладала гипсометрически пониженная поверхность, на которую и сносилось больше осадков.

По картам изопахит и профилям выравнивания был сделан вывод, что с нижнемеловое время на территории Майкопского месторождения снос материала шел, в основном, с севера и северо-востока, а накопление на площади нынешнего Адыгейского выступа.

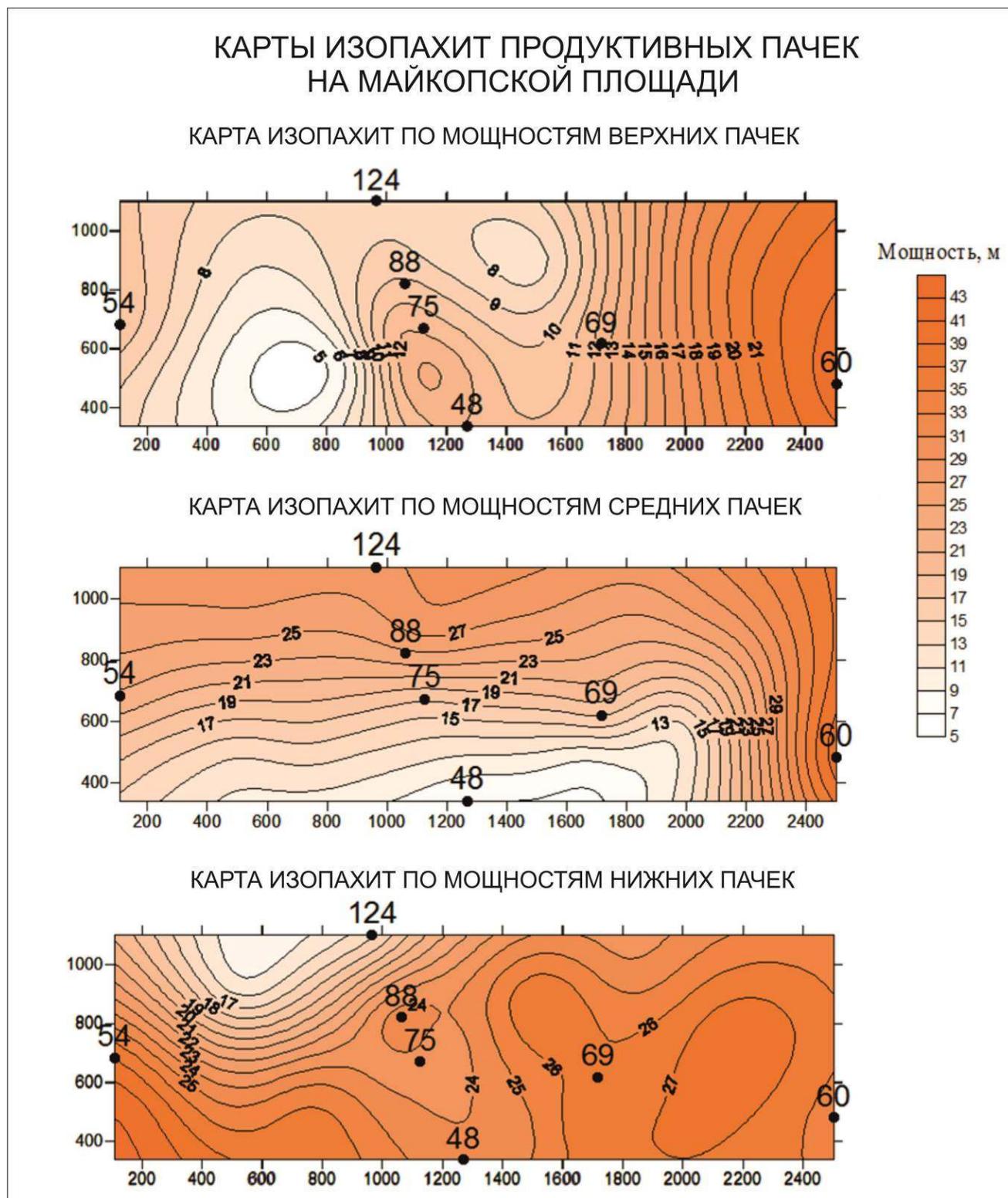


Рис. 3 Карты изопахит

МОДЕЛЬ ИЗОПАХИТ ПРОДУКТИВНЫХ ПАЧЕК НА МАЙКОПСКОЙ ПЛОЩАДИ

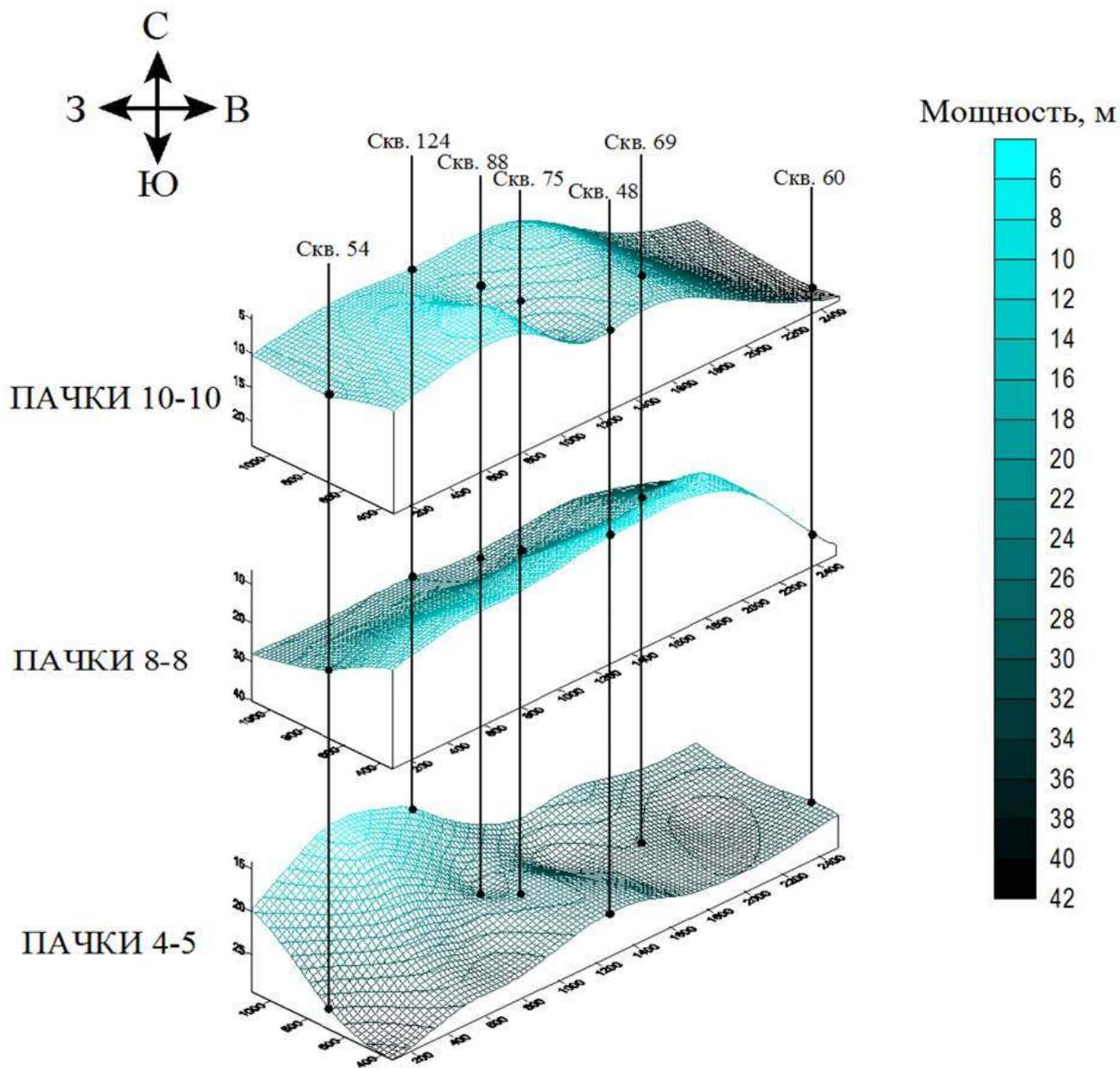


Рис. 4 Модель формирования продуктивных пачек

Профили выравнивания по скважинам
54, 75, 69, 60 (профиль I)

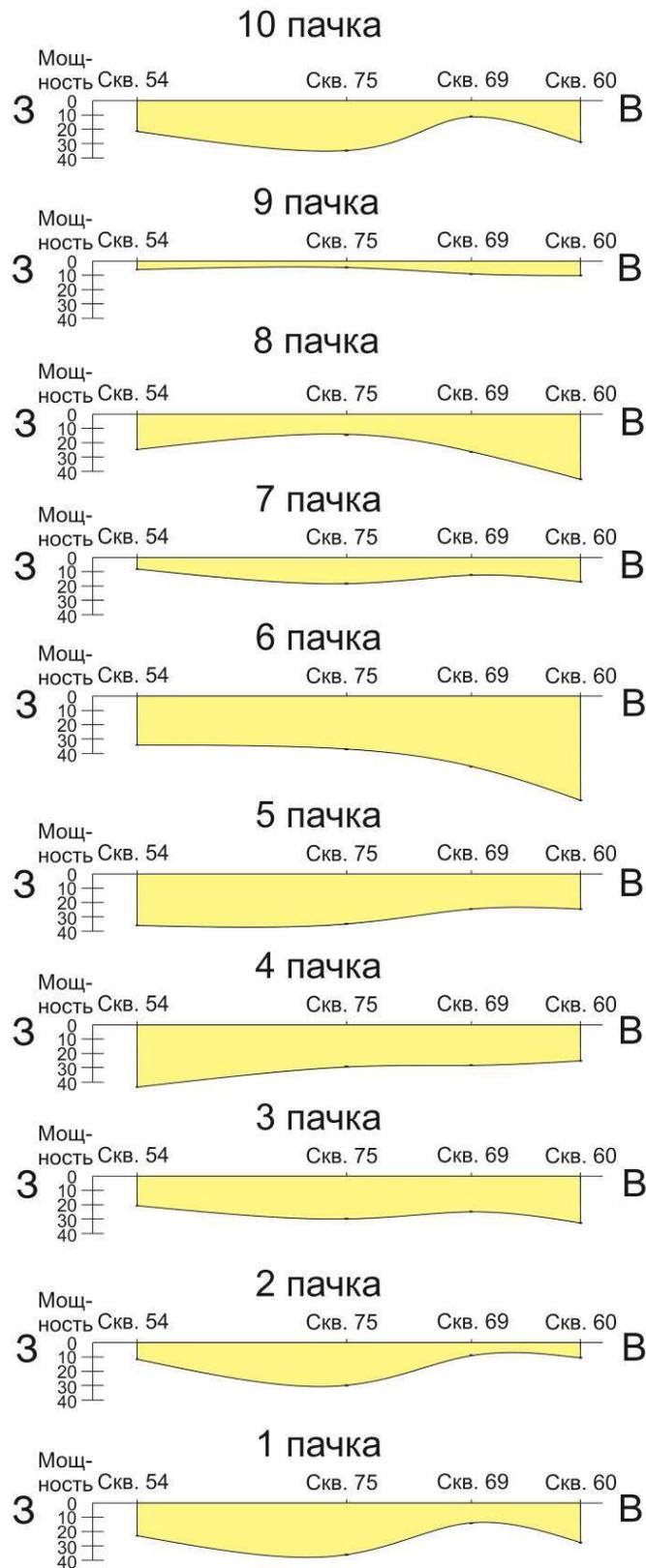


Рис. 5 Профили выравнивания (I)

Профили выравнивания по скважинам
124, 88, 75, 48 (профиль II)

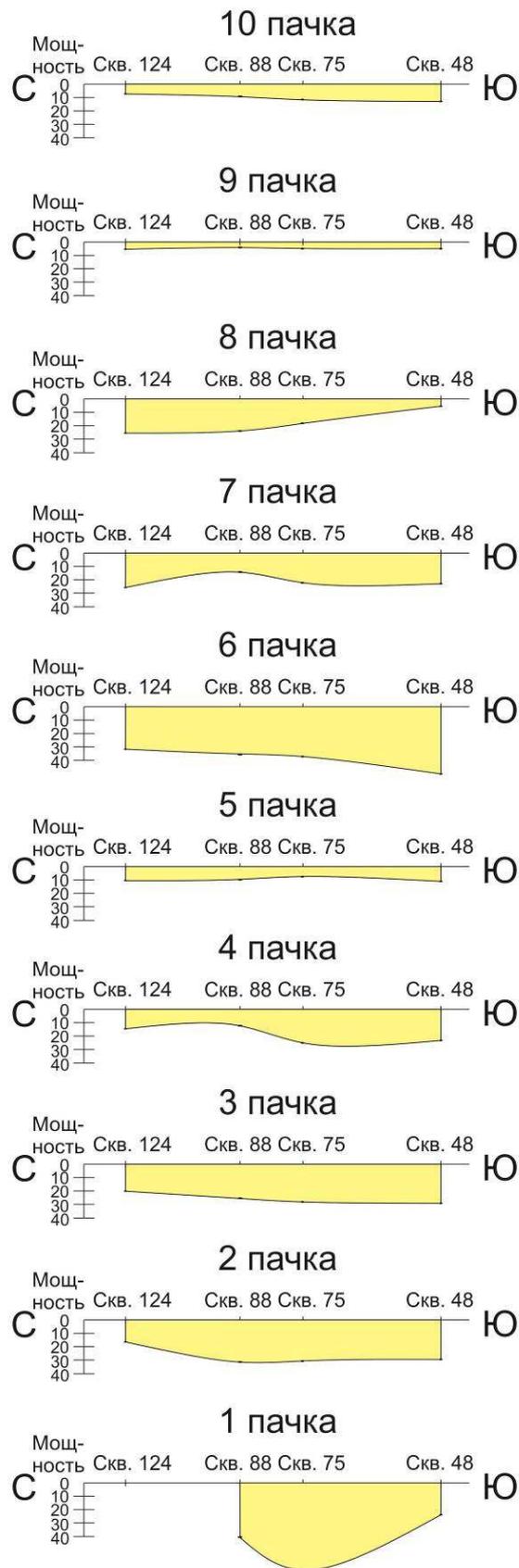


Рис. 6 Профили выравнивания (II).

История осадконакопления

К началу мелового периода территория Адыгейского выступа представляла собой мелководный бассейн седиментации. Областями суши были, вероятно, Тимашевская ступень, Каневско-Березанская зона понятий, Ростовский выступ и Ставропольский свод. Они являлись основными источниками обломочного материала, который поступал на территорию Майкопского месторождения в баррем-аптское и альбское время. Выполненные графические построения показывают, что при осадконакоплении нижней продуктивной пачки, прогибание площади происходило на юге и северо-востоке, в районе скв. 88, 75, 48, 69, 60, с накоплением толщины 24-29 м. Одновременно было прогибание территории на северо-западе, в районе скв. 124, 48, о чем указывают пониженные толщины горизонта 15-23 м.

Также наблюдается тектоническое прогибание площади в северной и восточной части во время накопления средней продуктивной пачки, на что указывают повышенные толщины 25-44 м, в скв. 54, 124, 88, 60. Воздымание территории происходило в южной и частично западной частях, в скв. 48, 75, 69 с накоплением толщины 6-23 м. При осадконакоплении верхней продуктивной пачки прогибание площади было на востоке, в районе скв. 54, 75, 48, 60, с накоплением толщины 11-24 м. Западная часть территории была приподнята, о чем указывают пониженные толщины горизонта – 9-12 м в скв. 124, 69, 88.

На протяжении накопления нижнемеловых отложений тектонический план Адыгейского выступа претерпевал несколько изменений. К началу мела территория представляла собой прибрежно-морскую зону мелководного бассейна. Это подтверждается накоплением обилия песчаного материала с тонкими прослоями глинистого. В это время накопились самые мощные пачки. Затем, палеотектонический план преобразился. Произошла инверсия тектонических движений. Мощные песчаные пачки были перекрыты толщей глинистого материала, выступающего покровом для залежей УВ. Вверх по разрезу на глинистые толщи нижней пачки легли песчаные отложения средней песчано-алевритовой пачки. Затем, вновь тектонические движения поменяли знак. Запад территории был приподнят, а восток опустился. При этом, в центре образовалась низина, которая была благоприятна для накопления песчаного материала.

Далее, тектонические движения приобрели отрицательный характер, территория погрузилась. В это время накапливались глинистые флюидоупорные отложения. Такое накопление отложений позволило сформироваться пластовым коллекторам, которые впоследствии были заполнены газом и газовым конденсатом.

Газонасыщение

Газоматеринские глинистые породы формировались в средне и позднеюрское время. Газонасыщение продуктивных пачек происходило в олигоцен-миоценовое время. Насыщение коллекторов газом происходило из двух источников: газоматеринских глинистых пород Западно-Кубанского прогиба и Восточно-Кубанской впадины. Зоны газонакопления пересекаются глубинными разломами, такими как: Новотитаровский, Гиагинский, Западно-Березанский, Цицинский, Ладожский, которые создают пути миграции УВ в зоны поднятий АВ. Видимо, газ из нефтематеринских пород мигрировал по этим тектоническим разломам в коллекторы нижнего мела.

Продуктивный разрез в пределах месторождения, несмотря на определенную изменчивость по площади, хорошо коррелируется.

Заключение

Основные выводы работы:

1. В разрезе Майкопского ГК месторождения выделено 10 продуктивных пачек, эксплуатируемых ранее и в настоящее время.
2. Палеотектонический план накопления песчано-алевритовых продуктивных пачек формировался в трансгрессивно-регрессивные циклы.
3. Модель накопления продуктивных пачек в интервале нижнего мела показывает изменение тектонического плана в эпоху регрессий.
4. Выполненные построения и модель накопления продуктивных пачек позволили уточнить формирование песчаных пластов нижнего мела.
5. Проведение 2D и 3D моделирования позволяет увеличить эффективность добычи УВ на завершающих стадиях разработки.

Пример моделирования на Майкопской площади позволяет использовать этот метод и на других объектах.

Список литературы:

1. **Бурштар М.С. и др.** Геология нефтяных и газовых месторождений Северного кавказа; ред. М. С. Бурштар, С. П. Максимов. — Москва: Издательство "Недра", 1966. 424 с.
2. **Егоян В. Л.** Каталог стратиграфических разбивок разрезов скважин Краснодарского края; издание III, дополненное; г. Краснодар; 1985 г.; —189 с.
3. **Каламкаров Л.В.** Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран. Москва: Издательство "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. Губкина, 2005. 570 с.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТОДА ПОГРУЖЕННОГО ЭЛЕКТРОДА ПРИ РАЗВЕДКЕ ВЫСОКООМНЫХ ПЛАСТООБРАЗНЫХ ТЕЛ

А.З. Чилингарян, К.А. Карапетян, Т.А. Чилингарян
Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА
3115, Гюмри, ул. В.Саргсяна, 5а, Республика Армения
e-mail: AvikCh1@yandex.ru

При изучении месторождений полезных ископаемых важное значение имеют выявление и прослеживание плохопроводящих рудных объектов, какими являются кварц – карбонатные жилы, дайки различного состава, хромитовые и молибденитовые руды, залежи каменного угля и др. [2,3,5,6].

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований поля точечного источника при различных расположениях питающего электрода и профиля наблюдений по отношению к пластообразному телу, расстояниях между ветвями разорванного пласта и амплитудах смещения ветвей.

Работа посвящена разработке методики выявления и определения элементов залегания разорванного и разорванно–смещенного высокоомного пластообразного тела, расположенного в межвыработочном пространстве. С этой целью проводились лабораторные исследования. Модельные работы выполнялись в электролитическом баке, заполненном водой с удельным электрическим сопротивлением 60 Ом. В качестве моделей рудных тел использовались пластинки из винипласта толщиной 0,5см и $\rho = 10^{14}$ Ом. Предварительно на пластинке были просверлены дырки диаметром 1,7мм для обеспечения необходимого удельного электрического сопротивления плохопроводящего тела, так-как удельная проводимость модели пласта находится в прямой зависимости от числа дырок на винипластовой пластинке и определяется формулой

$$\lambda_n = \frac{n \cdot q}{Q \cdot \lambda_B},$$

где λ_B - удельная электрическая проводимость среды (раствора); q – площадь одной дырки; n – количество дырок; Q – площадь винипластовой пластинки [1].

Измерялся градиент потенциала (ΔU), при $\mu N = 1$ см, равной шагу наблюдений. Кривая градиента, полученная в однородной изотропной среде, имеет симметричную форму относительно проекции источника. Наличие локальных неоднородностей в пространстве между источником поля и профилем наблюдений, отличающихся по удельному электрическому сопротивлению, изменяет форму кривой ΔU и их значения [7].

При наличии плохопроводящего пластообразного тела ограниченных размеров кривые градиента потенциала характеризуются двумя четко выделенными экстремумами, которые смещены относительно проекции граней пласта в сторону их центра на величину, равную 0,354 части расстояния между пластом и профилем наблюдения (r_2). Местоположение точки перехода кривой ΔU через ноль зависит от положения точечного источника по отношению пласта [4,8].

На рис.1 представлены кривые ΔU , полученные по профилям 1 и 2 в присутствии разорванного высокоомного пласта со смещением ветвей, простирающихся под углом по отношению к профилям наблюдений. Измерение ΔU проводилось по схеме взаимной увязки, т.е. измерялось ΔU по профилю 1 при положении точечного источника на профиле 2 и наоборот [5].

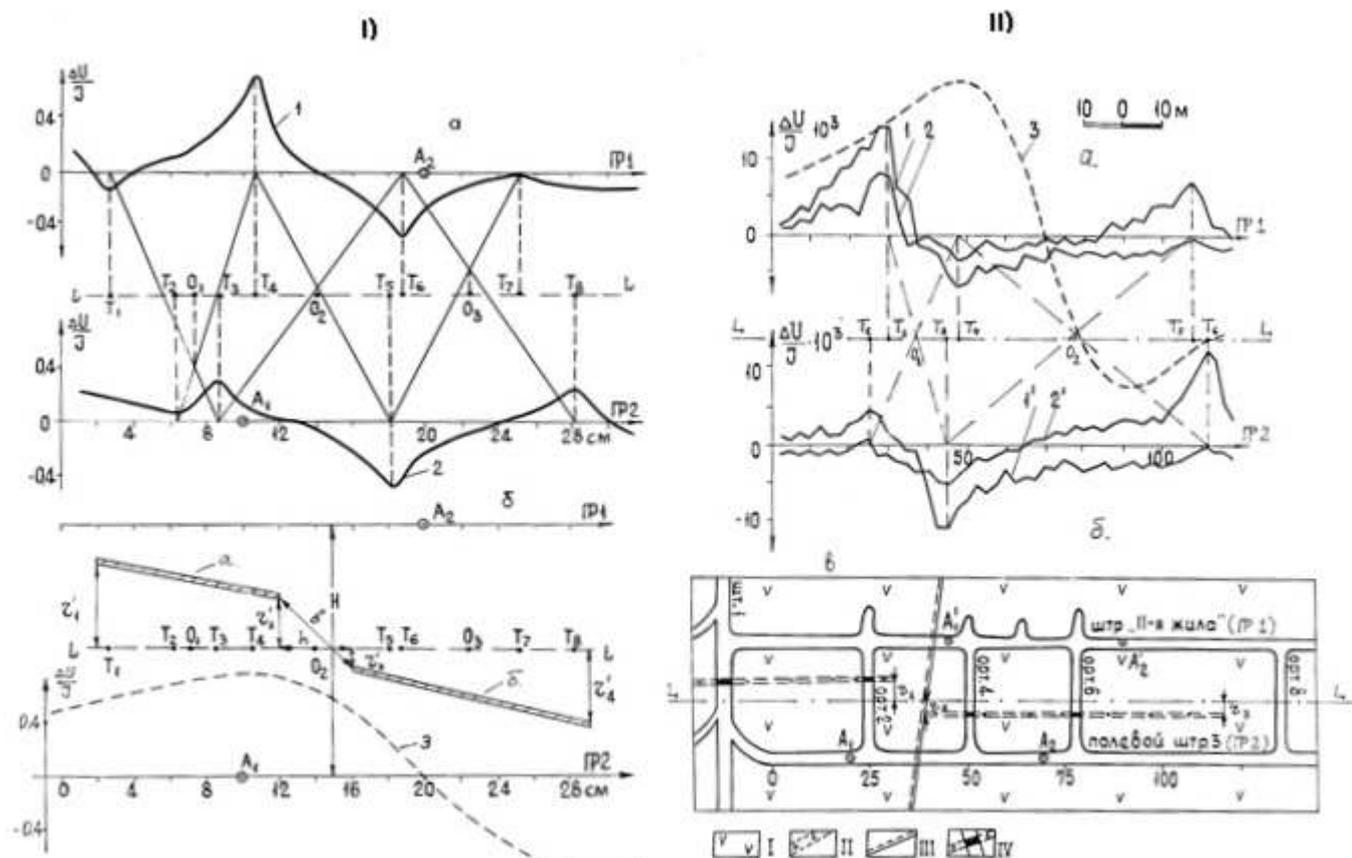


Рис.1 I) Кривые градиента потенциала при наличии разорванно- смещенного пласта (а) и геологический план горизонта измерений (б).

1,2 –кривые ΔU по профилям 1 и 2 при положении точечного источника на точках A_1 и A_2 соответственно; 3- расчетная кривая ΔU нормального поля при положении точечного источника на точке A_2 .

II.) кривые градиента потенциала (а) и геологический план горизонта штольни 1 (б) Шаумянского месторождения.

1, 2 –кривые ΔU , полученные в штолке «1 жила» при положении точечного источника на точках A_1 и A_2 в штолке 3; 1' и 2' - кривые ΔU , полученные в штолке 3 при положении точечного источника на точках A'_1 и A'_2 в штолке «1 жила»; 3 – расчетная кривая ΔU нормального поля при положении точечного источника на точке A_2 ; I - андезитово- дацитовые порфиры; II - кварц- карбонатная жила; III- тектоническое нарушение; IV- вскрытая кварц- карбонатная жила.

Кривые ΔU характеризуются четырьмя экстремумами, соответствующие четырем кромкам пласта (рис.1(I) а, кривые 1 и 2). Наличие двух дополнительных экстремумов (максимум и минимум) являются признаком разорванности пласта высокого сопротивления. Очевидно, что при бесконечном простираии одной (двух) ветвей пласта, кривая ΔU будет характеризоваться тремя (двумя экстремумами). Точки экстремумов в области разрыва смещены от проекции концов ветвей пласта в обратную сторону от места разрыва на величину $0,354 \times r_2$.

Интерпретация полученных данных моделирования проводилась следующим образом (рис. 1(I),а):

а) Последовательно соединены точки максимумов кривой 1 с точками максимумов кривой 2, а точки максимумов кривой 2- с точками минимумов кривой 1. При

этом, если размеры ветвей пласта ограничены по простиранию, то получаем три точки пересечения.

б) Проведена линия LL параллельно и на равном расстоянии от них. Проекция точек пересечения на этой линии (точки O_1 и O_3) соответствуют центрам проекции ветвей пласта, а точка O_2 соответствует средней точке проекции разрыва.

в) Исходя из характера изменения точек экстремумов кривой ΔU от r_2 , расстояния между гранями ветвей пласта и линии LL определяются по формулам:

$$\begin{aligned} r'_1 &= 1,414 \cdot m_1 & r'_3 &= 1,414 \cdot m_3 \\ r'_2 &= 1,414 \cdot m_2 & r'_4 &= 1,414 \cdot m_4, \end{aligned}$$

где $m_1 \pm m_4$ – расстояния между точками экстремумов T_2 и T_1 , T_3 и T_4 , T_5 и T_6 , T_7 и T_8 соответственно. При этом необходимо учесть, что если точки минимумов T_1 и T_6 (максимумов T_4 и T_7) кривой 1 расположены левее (правее) точек минимумов T_2 и T_5 (максимумов T_3 и T_8) кривой 2, то пласт находится между линией LL и профилем наблюдения 1. В обратном случае, пласт или одна из его ветвей находится между профилем наблюдения 2 и линией LL. В случае $m_1 = 0$ пласт или кромка ветвей разорванного пласта находится на линии LL. В первом случае расстояние между гранями ветвей и линией LL берется от последнего в направлении к профилю 1, в обратном случае – к профилю 2.

В случае, приведенном на рис.1(И), ветвь (а) находится между профилем 1 и линией LL, а ветвь (б) – между линией LL и профилем 2. Проекция граней пласта на линии LL будут располагаться левее точек минимумов T_1 и T_2 соответственно на расстоянии $0,5 \times (0,54 \cdot H - m_1)$ и $0,5 \times (0,354 \cdot H - m_3)$ и правее точек максимумов T_4 и T_8 на расстоянии соответственно $0,5 \times (0,354 \cdot H - m_2)$ и $0,5 \times (0,354 \cdot H - m_4)$, где H – расстояние между профилями наблюдений. Расположив точки проекций граней ветвей на линии LL и зная их расположение от этой линии, нетрудно построить геологический план горизонта, ограниченного двумя профилями наблюдений (рис.1(И), б).

Рассмотренные закономерности кривых ΔU и приведенный способ интерпретации проверялись на результатах полевых наблюдений в штреках «11 жила» и в полевом штреке 3 штольни 1 Шаумянского месторождения Армении [4]. Объектом исследований была выбрана кварц–карбонатная жила с удельным электрическим сопротивлением 2700-3200 Ом, залегающая в андезито–дацитовых порфиритах с удельным электрическим сопротивлением 50-80 Ом.

На рис. 1 (II)а приведены кривые ΔU , полученные в штреке «11 жила» (графики 1, 2) при положении точечного источника в точках A_1 и A_2 в полевом штреке 3, и в полевом штреке 3 (графики 1', 2') при расположении точечного источника в штреке «11 жила». Штреки параллельны друг другу, расстояние (H) между ними составляет 30м. Как видно из рисунка, кривые ΔU при всех расположениях источника характеризуются четко выделенным минимумом и двумя максимумами. Наличие трех максимумов на кривых ΔU указывает на ограниченность равной ветви высокоомной жилы и на присутствие разрыва между ортами 2 и 4.

Исходя из полученных характерных точек кривых и результатов интерпретации следует, что кварц–карбонатная жила разорвана и смещена с амплитудой сброса (v) на 10м, расстояние между проекциями ветвей пласта в области разрыва (h) составляет 7м, правая ветвь простирается параллельно профилям наблюдения и имеет протяженность 75м. Конец левой ветви выходит за границы участка работ.

Полученные результаты подтверждаются данными геологической разведки.

На основании проведенных лабораторных исследований можно сделать следующие выводы:

- представленный способ определения элементов залегания ветвей разорванного плохопроводящего пласта остается справедливым при следующих условиях:

$r_2 \leq L \times h$, при $v \leq L \times h$; $r_2 < 0, 7 \times L'$ (L' – длина маленькой ветви пласта по простиранию);

$r_1 \leq 0, 5 \times L'$ (r_1 – расстояние между точкой заряда и пластом);

$\mu = \rho_{пл.} / \rho_{ср.} \geq 5$ ($\rho_{пл}$ и $\rho_{ср}$ – удельное электрическое сопротивление пласта и вмещающей среды соответственно);

$\alpha \leq 30^0$ (α – угол между ветвью пласта и профилем наблюдения).

- увеличение размеров пласта по падению не оказывает существенного влияния на характер изменения кривой ΔU .

- наблюдается изменения только абсолютных значений ΔU . Простота разработанного способа дает возможность использовать данную методику также при определении элементов залегания сплошного высокоомного пласта ограниченных размеров.

Список литературы:

1. **Алонин Л.М.** К моделированию задач электроразведки и электрического каротажа. Труды Московского геологоразведочного института. Том XXXVI, 1969, с. 7 – 17.

2. **Гуревич Ю.М.** Корреляция пластов горных пород в разрезах скважин. Геофизическая разведка. Вып. 15, М., Изд. Недра, 1985, с. 144 – 152.

3. **Козырин А.К.** Электрическая корреляция разрезов скважин. М., 1985, 132 стр.

4. **Лулебян Е.М.** Методика определения размеров ветвей разорванных высокоомных пластов. Изв. АН Арм ССР, Науки о Земле, №1, 1988, с. 42 – 47.

5. **Лулебян Е.М., Чилингарян А.З.** Методика разведки высокоомных жил из горных выработок. Деп. ВИНТИ, №3695 – 1386, 1986.

6. **Меньшиков В.А., Шибанов В.Н.** Корреляция пластов высокого электрического сопротивления. В кн. Подземная геофизика при поисках и разведке минерального сырья. Ереван, Изд. АН Арм ССР, 1983, с. 95 – 102.

7. **Семенов М.В. и др.** Электроразведка рудных полей методом заряда. Л., Недра, 1984, 215 с.

8. **Чилингарян А.З., Карапетян К.А.** Разработка методики поисков и разведки высокоомных пластообразных тел. Сб. науч. трудов конференции, посвященной 90 – летию академика А. Г. Назарова. Изд. НАН РА, Гюмри, 1998, стр. 454-458

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОГЕНИИ ОРДУБАДСКОГО РУДНОГО РАЙОНА МИСХАНА-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЕ МАЛОГО КАВКАЗА.

Н.А. Аббасов

Бакинмский Государственный Университет. г. Баку

e-mail: puccina2012@yahoo.com

Медно-и молибден-порфиновые месторождения пространственно сопряжены с проявлениями других полезных ископаемых в частности колчеданных, полиметаллических, золотых и др., формировавшихся в близких геолого-тектонических условиях. Положение Ордубадского рудного района в общей структуре Малого Кавказа определяется тем, что данный рудный район занимает крайне юго-восточную часть Мисхана-Зангезурской структурно-формационной зоны и по числу известных медно- и молибден-порфиновых месторождений резко выделяется среди других рудных районов Малого Кавказа. В этой части Малого Кавказа известны такие месторождения, как Парагачай, Диахчай, Мисдаг, Гейгель, Гейгюндур, Гейдаг, Шелале, Агюрт, Каджаран, Агарак, Дастакерт, Джиндара и др.

Современные представления о геологическом строении, магматизме и рудоносности Ордубадского рудного района Мисхано-Зангезурского зона базируются на исследованиях Дж.А. Азадалиева, Ш.А. Азизбекова, В.М. Баба-заде, С.А. Бекташи, С.В. Ефремовой, Е.Н. Емельяновой, М.Б. Зейналова, А.Д. Исмаил-заде, Э.А. Мамедова, А.А. Масимова, В.Г. Рамазанова, М.И. Рустамова, С.М. Сулейманова, Э.Ш. Шихалибейли и многих др.

В геологическом строении Ордубадского рудного района участвует сложный комплекс вулканогенно-осадочных образований верхний мел-антропогенного возраста, слагающий складчатые структуры северо-западного направления. Большинство структур характеризуется асимметричным строением. Некоторые из них, в частности Карангуч-Башкендская антиклиналь и Бист-Казанчинская синклиналь, сильно осложнены внедрением Мегри-Ордубадского плутона и по этой причине местами полностью уничтожены. Складчатые сооружения рудного района осложнены разнеориентированными разрывными нарушениями, играющими важную роль в тектоническом строении района. Их широкое развитие предопределено мозаичным строением фундамента, придавшим рудному району блоковое строение. Проявляются они вплоть до формирования конечной фазы олигоценовой складчатости, что обосновывается приуроченностью к ним среднекислых вулканитов и гранитоидных интрузий послезоценового возраста. Важная роль в рудоконцентрации отводится Ордубад-Далидаг-Кедабекской субмеридиональной линейной зоне, в фрагментах которых в узлах их пересечения с северо-западными и субширотными нарушениями концентрируется наибольшее число рудных проявлений. Как установлено нашими наблюдениями, медно- и молибден-порфировое оруденение в разломной зоне развито крайне неравномерно и, как правило, приурочено к оперяющим разломам северо-восточного ($35-45^{\circ}$) простирания.

В Парагачайском медно-молибденовом месторождении золоторудные жилы северо-восточного направления (Мунундаринское месторождение) наложены на медно-молибденовые и пересекают их. На небольшом удалении от Парагачая расположены Агдаринское, Насирвазское и Ковурмадаринское золотосодержащие колчеданно-полиметаллические месторождения, генетически связанные по всей вероятности с по-

ствулканической деятельностью среднеэоценового вулканизма. В центральной и северо-восточной частях рудного района к гранитоидному массиву приурочены Мисдагское медное (жильного типа), Диахчайское, Шелалинское, Яшыллыгское медно-порфиновые, Агюртское золото-медно-молибденовые месторождения. В экзоконтактной части батолита размещены Пъязбашинское, Шакардаринское, Кялякинское золоторудные месторождения и т.д.

Таким образом, можно прийти к заключению, что пространственно совмещенные и тесно связанные друг с другом эти месторождения, за исключением вулканогенно-колчеданных, представляют собой отдельные звенья единой рудно-метасоматической системы, примерно зонально расположенных по отношению к главному интрузивному массиву Мегри-Ордубадского плутона. При этом ряд зональности эндогенных месторождений руд выглядит следующим образом: медно-молибденовые (Парагачай, Капуджих, Мисдаг, Шелале, Диахчай и др.) - золотоносные медно-молибденовые (Агюрт, Мунундара) - собственно золоторудные на экзоконтактной полосе (Пъязбаши, Шакардара, Башюрт, Кяляки и др.).

Вулканогенно-интрузивные образования в пределах рудного района широко развиты как вулканогенно-осадочные так и интрузивные образования третичного возраста. Медно- и молибден-порфиновые месторождения тесно связаны с Мегри-Ордубадским сложным гранитоидным плутоном. Этот полифазный и полифациальный плутон характеризуется значительным разнообразием петрографического состава слагающих его пород. По литературным данным, возраст интрузива нижне-среднеолигоценовый. Ш.А. Азизбеков, Т.Г. Гаджиев и др. (1961) для Ордубадской части интрузива выделяют две фазы внедрения - адамеллитовую и граносиенитовую. По данным М.И. Рустамова (1969,2001), в составе плутона выделяются три интрузивные серии. С.А. Бекташи (1970), выделяет четыре фазы: адамеллитовую, монцонитовую, граносиенитовую и гранитовую. В.М. Баба-заде, В.Г. Рамазанов, А.А. Масимов, Н.А. Аббасов и др. (1993,1990,2001,2003) выделяют еще дополнительную гранодиорит-порфиновую фазу.

Породы адамеллитовой фазы представлены адамеллитами, сиенит-диоритами, диоритами, монцонитами, тоналитами, а породы граносиенитовой фазы шлировыми и полосчатыми порфиroidными граносиенитами, кварцевыми сиенит-диоритами, гранодиоритами, габбро, габбро-диоритами и диоритами. Породы гранодиорит-порфировой фазы, с которыми рассматривается пространственная и генетическая связь медно- и молибден-порфинового оруденения, в основном проявлены в северо-западной и центральной частях рудного района и представлены в виде даек и штокообразных тел. В центральной части рудного района дайки заражены серноколчеданной минерализацией. В ряде месторождений на дайки гранодиорит-порфиров накладывается халькопирит-пиритовая вкрапленность, причем оруденение охватывает также околодайковое пространство во вмещающих породах.

Особенности распределения химических элементов в различных фациях магматических пород показывают, что последние характеризуются большим набором рудных элементов (Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Au, Co, Cr, Ni, Mn, V, Ti, Zr, Hg), среди которых лишь Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Au образуют устойчивую ассоциацию. Эти элементы являются наиболее информативными индикаторными элементами медно- и молибден-порфировых и золоторудных месторождений.

Месторождения размещаются в складчатых структурах тектонически активной зоны (коллизийная граница между Аравийской и Евразийской плит) внутренней части Средиземноморского складчатого пояса (Тетиса). Все месторождения четко

приурочены к узлам пересечения системы региональных продольных разломов северо-западного направления и субширотных трансформных разломов, проникающие на террейн Малого Кавказа. Месторождения размещаются на расстоянии первых десятков километров от наиболее четко выраженных трещинных нарушений(6). Однообразный терригенно-карбонатный состав девона-триаса Аразской зоны, согласно Ш.А. Азизбекову, указывает на квазиplatformенные парагеосинклинальные условия осадконакопления с его сокращенным разрезом чехла, несогласно покрывающим байкальский складчатый фундамент.

В рассматриваемой части Малого Кавказа существенно выражена альпийская эпоха, знаменующая заложение новой геосинклинали, внутри которой четко выделяются геосинклинальный и орогенный этапы с сочленением их на ранне- и позднегеосинклинальную и ранее- и позднеорогенную стадии. В Ордубадском прогибе отчетливо проявляется базальтоидный вулканизм позднегеосинклинальной стадии, с которым тесно ассоциируют месторождения колчеданно-полиметаллической формации.

Орогенный гранитоидный магматизм, приведший к формированию Мегри-Ордубадского интрузивного массива, наибольшее развитие получает в Мисхано-Зангезурской зоне. Металлогения раннеорогенной стадии весьма своеобразна. С позднеэоцен-олигоценовой габбро-гранодиорит-гранитовой формацией Мегри-Ордубадского сложного плутона пространственно и парагенетически тесно ассоциируют формации медно-молибденовых и золотых руд, а с позднеолигоцен-нижнемиоценовыми интрузивами Лякятах-Саккарсуинской группы, отвечающими габбро-монцит-гранодиоритовой формации - формации медно-порфирировых и золотых руд (Дж.А. Азадалиев, 1985, 1995; Т.Г. Гаджиев, 1985). Позднеорогенная стадия развития на Малом Кавказе характеризуется усилением вертикальных движений и новыми вспышками субаэрального вулканизма. Указанный процесс особенно интенсивно проявляется на территории ряда прогибов и в современном рельефе хорошо распознается по вулканическим постройкам, нередко образующим горную гряду (например, в Ордубадском прогибе), с которыми увязывается Агдара-Насирвазская группа колчеданно-полиметаллических месторождений.

Вдоль Главного Ордубадского разлома, контролирующего локализацию целой серии эндогенных оруденений, размещены Гейдагское, Гейгельское, Парагачайское, Мисдагское, Диахчайское, Агюртское, Шелалинское медно- и молибден-порфирировые, Насирвазское, Агдаринское колчеданно-полиметаллические, Пьязбашинское, Мунундаринское золото-порфирировые а также собственно золоторудные месторождения и многочисленные рудопроявления.

Медно- и молибден-порфирировые месторождения рудного района характеризуются многими общими чертами. Структурный каркас для них предопределяется наличием разрывных нарушений разного порядка, комплексом вовлеченных в складки вулканогенно-осадочных пород, а также дайко- и штокообразными телами гранодиорит-порфирирового интрузива. В структуре рудного района установлены четыре системы разрывных нарушений: субмеридиональные ($350-30^{\circ}$), субширотные ($80-90^{\circ}$), северо-восточные ($40-70^{\circ}$), северо-западные ($290-340^{\circ}$). Благоприятными для размещения и локализации медно- и молибден-порфирирового оруденения являются узлы пересечения этих структур. В центральной части и в крайне северном окончании рудного района преобладают разрывы северо-западного простирания, которые начиная от эоцена до послеолигоценного времени, неоднократно обновляя вмещают вулканические постройки, а также отбивают контакты различных интрузивов. К таковым относится Диахчай-Гейдагский разлом, являющийся по своей природе рудоконтроли-

рующим. Из субширотных дизъюнктивных структур, значительная роль принадлежит Гейгель-Гейдагскому разлому, к узлу пересечения которого с Диахчай-Гейдагским нарушением приурочено Гейдагское, а с Давабойну-Бархударским разломом северо-западного направления - Гейгельское месторождение медно- и молибден-порфировых руд в северо-западной части рудного района.

Главный Ордубадский разлом, рассматриваемый как южное продолжение Дебаклинского разлома субмеридионального направления, является рудоконтролирующим (представляет собой фрагмент Ордубад-Далидаг-Кедабекской сквозной линейamentной зоны), к узлу пересечения которого с Парагачайским разломом северо-восточного простирания приурочены Мунундаринское, Парагачайское, Капуджихское месторождения медно-молибденовых руд жильного типа. На юго-восточном продолжении Ордубадского разлома в узлах его пересечения с Мисдаг-Капуджикским и Ванандчай-Мисдагским нарушениями размещены Диахчайское, Гекгюндурское, Фахлидаринское, Шелалинское, Агюртское, Мисдагское месторождения медно- и молибден-порфировых руд, а также Пъязбашинское золоторудное месторождение. Наличие разнонаправленных разрывных структур придают рудному району блоковое строение. Месторождения в основном тяготеют к приподнятым блокам, в пределах которых локальными структурами, вмещающими оруденение, являются узлы пересечения разнонаправленных разломов, а также апикальные части порфировых интрузий. Штокверковые медно- и молибден-порфировые залежи в основном развиты вдоль разломов северо-западного направления, залеченные гранодиорит-порфирами и диорит-порфирами. Рудовмещающими являются диориты, габбро-диориты, гранит-сиениты, гранодиориты, порфировидные граносиениты, дайки и штокообразные тела гранодиорит-порфиров. Рудные тела в основном приурочены к разломам северо-восточного и близширотного направлений.

Вдоль рудовмещающих структур вмещающие породы подверглись интенсивному гидротермальному изменению. Метасоматические изменения пород, представленные вторичными кварцитами, серицитовыми метасоматитами, аргиллизитами и др., связаны с единой гидротермальной деятельностью рудоносной интрузии батолита. Среди рудных тел выделяются два морфологических типа: система сближенных жил (мощностью от 3-7 см до 8-9 м и протяженностью от нескольких метров до 250-300 м) и прожилково-вкрапленные залежи, образующие штокверковые зоны различных масштабов. В размещении упомянутых морфологических типов руд устанавливается определенная закономерность заключающаяся в том, что жильные зоны вверх по восстанию и на флангах сменяются зонами прожилково-вкрапленных руд. Штокверковые и вкрапленные руды образуют обособленные залежи и развиваются в блоках пород, заключенных между жильными зонами.

Гидротермально-измененные породы широко проявлены в эндо- и экзоконтактной полосе Мегри-Ордубадского гранитоидного массива и сопровождают месторождения различных типов руд. Выделяются дорудные и синрудные метасоматиты. Скарны, грейзены, пропилиты, вторичные кварциты, аргиллизиты образовались в дорудном этапе еще до отложения основной массы руд. Синрудные гидротермальные изменения выражены, главным образом, в образовании узких оторочек околожильных метасоматитов серицит-кварцевого, кальцит-серицит-кварцевого и хлорит-серицит-кварцевого состава, с которыми ассоциируют конкретные рудные залежи. С грейзенами, в частности, связаны медно-молибденовые, кварц-серицитовыми метасоматитами и пропилитами - медно- и молибден-порфировые и медные с золотом, с низкотемпературными фациями вторичные кварцитово - золото-сульфидные руды.

Рудно-метасоматическая зональность выражена сменой одних фаций метасоматитов и групп элементов другими. Зональность различна для конкретных месторождений и зависит от ряда факторов, в первую очередь, от физико-химических особенностей гидротермальных растворов рудогенерирующих порфировых интрузий и исходных пород. В месторождениях с интрузивной вмещающей средой рудоотложения (Диахчай, Шелале, Гейгель и др.) зональность проявлена относительно ярче, чем вулканической (Гейдагское). Обобщенная колонка метасоматической зональности в рудных полях и месторождениях выражена в следующем виде (от растворподводящих каналов к периферии): кварцевая-калишпатовая→грейзеновая→кварц-серицитовая → аргиллизитовая-пропилитовая исходные породы.

Локальная зональность отмечена в месторождениях жильного типа (Парагачай, Агюрт и др.) и проявлена в околожильных пространствах в следующем виде (от центра к периферии): кварц-сульфидная жила → кварц-серицитовая зона → аргиллизитовая зона → локальная пропилитовая зона → неизменные вмещающие породы.

В заключение надо отметить что, медно- и молибден-порфировые золото-меднопорфировые месторождения и рудопроявления Ордубадского рудного района тесно связаны с процессами позднеорогенной тектоно-магматической активизации юга Малого Кавказа и размещены в узлах пересечения субмеридиональных сквозных структур с широтными и северо-западными глубинными разломами, сопровождаемых рудогенерирующими самостоятельными порфировыми интрузивами и широкими ореолами метасоматических изменений вмещающих пород.

Медно- и молибден-порфировые месторождения Ордубадского рудного района, в зависимости от тектонической позиции рудных объектов, состава рудоносных интрузивов, количества и соотношений главных и попутных компонентов относятся к типу золотосодержащих медно- и молибден-порфировых руд, формировавшихся в связи с самостоятельными порфировыми интрузивами.

Месторождения медно- и молибден-порфировых руд сопровождаются интенсивными околорудными метасоматическими изменениями вмещающих пород, с более или менее выраженной метасоматической зональностью по латерали и вертикали. Околорудно-метасоматические изменения нередко представляют собой надежные критерии прямого поиска рудных скоплений, что дает исследованиям фундаментальную и прикладную значимость.

Результаты исследований по изучению региональных и локальных закономерностей размещения месторождений Ордубадского рудного района позволяют рекомендовать: а) постановку детальных поисков по всей линии рудоконтролирующих региональных разломов с применением геохимических методов крупномасштабной, сосредоточив работы на площадях между штокверковыми телами рудного поля; б) проведение поисково-оценочных работ межжильных площадей Парагачайского и Агюрт-Мисдагского рудных полей с целью выявления вкрапленно-прожилковых медно- и молибден-порфировых оруденений, структурно сочетающихся с жильным типом; в) исследование экзо- и эндоконтактовых ореолов гранодиорит-порфировых и граносиенитовых интрузивов для отыскания проявлений меди, молибдена, свинца, цинка, кобальта, вольфрама, золота и других металлов; г) продолжить предварительную разведку Гейгельского штокверкового медно-порфирового месторождения на глубину и во флангах; д) вести крупномасштабную съемку в узлах пересечения главных рудоконтролирующих структур с поперечными разломами, часто имеющими значительные амплитуды, крутые углы падения и способствующими блоковому смещению штокверковых залежей. В этих случаях буровыми работами отыскать опущенные час-

ти рудных блоков и тем самым более рационально направить геологоразведочные работы.

Список литературы:

1. **Аббасов Н.А.** Особенности образование и закономерности размещения медно-молибден-порфировых месторождения Ордубадского рудного района. Авт.на сои.н.с.к.г-м.н. Баку,2003.

2. **Баба-заде В.М., Рамазанов В.Г, Н.А.Аббасов и др.** К золотоносности медно-порфировых руд Ордубадского рудного района. Вест. Бак. Ун-та (сер. ест. наук). Баку, изд. БГУ,1999, №2, с.105-111

3. **Баба-Заде В.М., Рамазанов В.Г. Аббасов Н.А. и др.** Минералого-геохимические факторы золотоносности руд медно-порфировых месторождений Ордубадского рудного района. В сбор. БГУ сер. Естественных наук. Баку, 1999 г. №3.

4. **Пашков Ю.Н.,Ефремова С.В. и др.** О месте медного и молибденового оруденения в интрузивном процессе (на примере Каджаранского Cu-Mo месторождения) - В кн.: Магматизм и полезные ископаемые. Москва, Наука, 1975.

5. **Фаворская М.А., Томсон И.Н., Баскина В.А., Волчанская Н.К., Полякова О.П.** Глобальные закономерности размещения крупных рудных месторождений. Москва, Недра, 1974.

6. **Исмаил-Заде А.Д., Мустафаев Г.В., Рустамов М.И.** Геология Азербайджана.,т. III. Магматизм, Баку 2001, 433с.

7. **Рамазанов В.Г, Аббасов Н.А.,Гусейнова Д.М.** Значение разрывных структур в размещении эндогенного оруденения западного борта Мегри-Ордубадского плутона. Матер. науч. конф., посв. 80- лет. БГУ. Баку, изд. БГУ, 2000, с. 187

8. **Рамазанов В.Г.** Медно-порфировая формации Азербайджана. Автор. дисс. на соис. у. ст. доктора г.-м. наук. Тбилиси 1993.

СОЗДАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ГИС АНГРЕНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Н.И. Ибрагимова

ГП Институт ГИДРОИНГЕО, Ташкент, Узбекистан.

e-mail: hydrouz@inbox.uz , nodira_2016@mail.ru

Исследуемый район территориально относится к Ташкентской области, Республики Узбекистан, по правому берегу р. Ангрен в пределах северного склона Кураминского хребта, частично захватывая и южные отроги Чаткальского хребта, где разрабатывается ряд месторождений. Район имеет свои особенности, свойственные его природным ресурсам и своеобразие экономических предпосылок их использования, топливно-энергетические ресурсы в сочетании с богатейшими запасами полезных ископаемых, обрабатываемых открытым и подземным способом. В пределах района в настоящее время разрабатываются угольные, золоторудные и месторождения строительных материалов. При этом все компоненты геологической среды (ГС) в той или иной степени претерпевали значительные изменения: свойства горных пород, гидрогеологические условия, геологические процессы и морфология поверхности.

Изменение морфологии поверхности района. В процессе открытой и подземной отработок месторождений, существенно изменяется морфология поверхности участков, формируется новый антропогенный рельеф. В настоящее время в Ангреном горно-промышленном районе действуют три карьера: разрез Ангреном площадью более 15 км² и глубиной около 400 м, Джигиристанский карьер по добыче глиежей площадью - 1,6 км², глубиной более 100 м. и Апартакский, площадью около 1 км², глубиной 70-80 м. На конец отработки площадь Ангреном карьеров достигла 28-30 км², глубина-450-500 м. Подземные горные работы приводят, в основном, к нарушению естественного рельефа, выражающегося в образовании мульд сдвижения, оползней и воронок обрушения, подрезки склонов и т.д. Внешние отвалы высотой 60-80 м., занимают свыше 7 км². После освоения карьеров общая площадь отвалов составляет более 10 км². Вся площадь нарушенных земель по Ангреному промышленному району составляет около 40 км².

Развитие инженерно-геологических процессов. Оползни, на склонах Ангреном угольного разреза формируются в связи с углублением карьера, играющего роль в снижении призмы упора и формирования гидродинамического давления. Примером является Туркский оползень, где в первые годы, смещение происходило в лесовых породах, а в последующие – по глинистым породам мелового-палеогенового возраста. Оползни на бортах карьеров, связаны с древними оползневыми подвижками, микро-тектоникой участка, гидрогеологическими условиями, морфологией поверхности глинистых водоупорных пород и горнотехническими параметрами бортов карьера.

Наиболее крупные оползни на бортах карьера связаны с изменением гидрогеологических условий, значительно завышенным наклоном (20-25°) борта карьера и слабыми глинистыми нижними слоями, падающими в сторону выработанного пространства. [2]. Оползни, связанные с подземной отработкой месторождений, вызваны оседанием и сдвижением масс горных пород над выработанным пространством. Обрушения, провалы горных пород внутри горных выработок, в основном, приурочива-

ются к местам выхода подземных вод, слабым прослоям и зонам тектонических нарушений.

Изменение гидрогеологических условий. Значительно влияет на УГВ, который варьирует на 10-15 м. по всей территории, Ангренский карьер, играя роль огромной дрены. Это обуславливает сработку водоносного горизонта, приуроченного к четвертичным отложениям. По мере удаления от бровки карьера вверх, УГВ уменьшается от 62 до 33 м. Большинство водопроявлений мел-палеогенового комплекса приурочено к контактными зонам, характер водопроявлений – площадное смачивание, реже, высачивание с дебитом до 0,15 л/с. Максимальный общий расход всех водопроявлений, зафиксированных при обследованиях, 7,3 л/с (апрель, май.) Водопроявления в юрском водоносном комплексе так же приурочены к контактными зонам, характер проявлений – площадные смачивание. Средний максимальный единичный расход достигает 2,46 л/с. Воды палеозойских отложений в обводнении карьера существенной роли не играют. Общая величина водопритоков со стороны рабочего борта карьера, составляет от 150 л/с до 190 л/с на высокое положение УГВ. При этом основные притоки происходят за счет грунтовых вод, приуроченных к галечникам, величина которых составляет на межень 140 л/с, на паводок-180 л/с., приток из Ахангаранского водохранилища в карьер составляет 45 л/с. При достижении проектной отметки разреза приток в карьер из водохранилища составит 1200 м³/ч.

На основе результатов гидрогеологических исследований, на участке подземной газификации угля и исходя из анализа работы Ангренской станции “Подземгаз” установлено, что основные притоки осуществляются подземными водами юрского и мел-палеогенового комплексов. Водоприток в каналы газификации из мел-палеогенового водоносного комплекса происходит при обрушении отложений, залегающих выше угольного пласта. Так как водоносные комплексы юры и мел-палеогена не имеют гидравлической связи, обводнение угольного пласта за счет мел-палеогенового водоносного комплекса может происходить, в основном, через плохо затампонированные технологические или разведочные скважины, срезанные оползневой смещением (Атчинское). При этом нарушается процесс подземной газификации угля. Зона обрушения со сквозными трещинами, соединяющими мел-палеогеновый водоносный комплекс с выгазованным пространством, аналогичен вертикальной дренажной выработке, из которой откачиваются воды с понижением динамических уровней до подошвы водоносного комплекса. На Ангренском карьере на конец отработки месторождения, УПВ снизится на расстоянии 1,2-1,5 км от границы карьера на площади 5-6 км²; между карьером и шахтой так же имеется зона снижения УПВ от 10 до 90 м; на станции подземной газификации угля и в отвальном хозяйстве отмечается его подъем.

Ангренский угольный карьер находится в зонах влияния крупных техногенных (водохранилище, обводной туннель, внутренний отвал) сооружений и сжатия между двумя хребтами (Чаткал и Курама). Строительство разреза начато в 1946 г., и в 1948 г. он сдан в эксплуатацию с проектной мощностью 1,5 млн. т. угля в год, в 1956 г. утвержден проект о доведении проектной мощности до 4,5 млн. т. угля в год которая была достигнута в 1975 г. С 1967 по 1970 г. объем добычи неравномерно уменьшался. Это объясняет наличием на рабочем борту разреза отводного (вторая очередь) канала р. Ангрэн, что сдерживало развитие горных работ и вызвало активизацию оползней в северной части карьерного поля, что привело к консервации третьей части карьерных работ. Перенос р. Ангрэн на стационарный борт (1975 г.) и завершение восстановительных работ на оползневой части поля позволили увеличить объем до-

бываемого угля. С 1985 г. идет реконструкция карьера с проектной мощностью 10 млн. т. товарного угля в год с годовым объемом вскрыши 56 млн. м³. [1].

Ангренский разрез имеет следующие горно-тектонические параметры: длина карьера 3,6-4,8 км, ширина 2-3,3 км, высота уступов 6-15 м, ширина бермы 20-35 м, мощность внутреннего отвала 95-180 м, количество уступов 26-30, генеральный угол заложения рабочего борта 16-21°, стационарного 24-26°, максимальная глубина 430 м. [1]. С увеличением глубины карьера в разные периоды активизировались оползни, появились новые трещины вдоль основания стенки срыва. При разработке месторождения угля часто отмечаются оползни внутри карьера, которые, по сравнению с оползнями на склонах, как правило, происходят часто, меньшего объема, но являются более опасными и неблагоприятными для эксплуатирующих организаций, так как развиваются во вскрышных и добычных уступах. Крупные оползни наблюдаются при чередовании слоев глин, песчаников и известняков. В других местах встречаются, в основном, сравнительно мелкие обвалы, приуроченные к местам разрывных нарушений, зонам сильной трещиноватости, реже, к контактам разновозрастных и разнотипных пород.

Наиболее крупные оползни (в палеогеновых и юрских отложениях), происходили в начале эксплуатации карьера, в отдельные периоды, приводившие к уменьшению добычи угля. Их значительная часть приурочена к северо-западной и западной частям карьера, наиболее увлажненными подземными водами. На этих участках (западный рабочий борт карьера) в 1963 г. образовался оползень объемом 8 млн. м³. Основными причинами образования оползня названы две - увеличение угла наклона борта в надугольных отложениях до 15° вместо проектных 11° и наличие в прибортовом массиве сброса-надвига, падающего в сторону разреза под углом около 40°. По данным углеразреза «Ангренский», с июля по декабрь 1987 г. из призмы активного давления (уступы +4, +5) извлечено 2,25 млн. м³ породы, а из нижних уступов - 0,8 млн. м³, скорость смещения деформирующегося массива за этот период постепенно выросла с 3-4 до 9-14 мм/сут, а к 14. 04. 1988 г. до 16-20 мм/сут. Здесь, по всей вероятности, смещение происходит по нескольким поверхностям скольжения. Геологические условия это позволяют, т.е. на данном участке до упомянутой глубины зафиксированные четыре и более ослабленных зон мощностью от нескольких сантиметров до 1,5-2 м. [3].

Наиболее типичный для Ангренского угольного карьера оползень (100 тыс.м³) образовался в 1977 г., в северной части рабочего борта. Который приурочен к крылу синклинали, где залегают верхнеюрские пестроцветные каолиновые глины, служащие местным водоупорам, выше глин-водоносные пески и песчаники. По этим толщам проходит зона скольжения. В правой (боковой) части оползня залегают юрские глины, а в левой песчаники, где имеются выходы подземных вод. Оползень образовался в результате изменения крутизны борта, снятия подпираемых пород, обнажения водоносных горизонтов и образования гидравлического градиента (до 0,15). Он сместил нижний уступ, в результате часть поверхности скольжения обнажилась непосредственно по поверхности каолиновых глин. Его площадь, объем и направление смещения predetermined геологическим строением участка и ограничиваются распространением песчаных материалов в небольшой синклинали, что служит естественной дренажной для подземных вод. Крутизна поверхности наклонов районе стенки срыва 35-38°, в средней части почти горизонтальная.

На угольных месторождениях обрушения развиты незначительно, в основном, образуются на вскрышных уступах в наиболее крепких породах. Они происходят, в основном, в этих породах держатся при крутом заложении даже при наличии подземных вод, обусловленных свободной фильтрацией. Алевролиты (верхние горизонты) и каолиновые глины (нижние) являются местным водоупором. При залегании (верхних уступах) выше УГВ деформации не наблюдается. При образовании водоупора в нижней и средней частях откосов значительная часть галечников увлажняется и откос обрушивается, возникают вертикальные стенки срыва. Контакты между галечниками и алевролитами четкие, без переходных зон. Следует отметить, что при отсутствии грунтовых вод обрушения откосов в верхних уступах не происходит. Алевралиты на контакте с галечниками из-за наличия подземных вод характеризуются более высокими величинами естественной влажности (30-35%) и низкими прочностными показателями ($\varphi=12-16^\circ$; $C=0,2-0,6$ МПа). Мощность контактного слоя составляет от 5 до 15 см, являясь поверхностью ослабления. Ниже 15-20 см, наблюдаются нормальные плотные алевролиты ($W=9-12\%$, $\varphi=25-30^\circ$, $C=1,5-3$ МПа). [1]. В других разновидностях пород так же формируются ослабленные поверхности, служащие местом образования обрушений. Здесь объем обрушившихся пород в десятки раз меньше, чем на рудных карьерах. При разработке описываемого карьера оползневые процессы (мелкие и средние) происходят в результате потери бокового упора при изменении крутизны бортов, замачивании слабых разновидностей пород подземными водами, приводящих к уменьшению их прочностных свойств и образованию зон и поверхностей скольжения. Обычно в таких оползнях глубина до поверхности скольжения изменяется от 20-25 до 30-40 м, объемы 0,5-1,5 млн. м³.

Кроме вышеприведенных оползней, на бортах карьера и в зонах его влияния сформировались и формируются еще более 10-ти достаточно крупных оползней.

Локальная ГИС (Географическая Информационная Система) Ангреноского угольного разреза. В связи с вышеприведенными сложными геологическими и гидрогеологическими условиями, разнородными геологическими и гидрогеологическими данными, и затруднениями ведения систематических наземных наблюдений, в настоящее время создается локальная ГИС Ангреноского угольного разреза, которая позволит решить следующие задачи:

1. Ведение мониторинга за геологическим инженерно-геологическим и геологическими условиями разработки карьера.
2. Использования данных космической съемки для определения площадных и линейных объектов, изменение рельефа и др.
3. Ведение локальной базы данных геологических, инженерно-геологических и геологических параметров.
4. Определение и расчет статистических данных изменения геологических инженерно-геологических и гидрогеологических параметров.
5. ГИС моделирование процессов разработки карьеров и прогнозирование развития геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических процессов.

ГИС содержит следующие данные: геологические карты, тектонические нарушения и геологические разрезы. Инженерно-геологические характеристики: уклоны склонов и откосов карьера, зон трещиноватости пород, мощность геологических слоев, водопроницаемость пород и др. данные. Гидрогеологические данные: уровень залегания грунтовых вод, направление основных потоков подземных вод, колебания уровня грунтовых вод, взаимодействие с поверхностными водотоками и др.

Данные космоснимков (КС) позволяют определить параметры измерений рельефа, гидрогеологической сети, растительного покрова, формирование ОГП дистанционно, не привлекая наземных наблюдений.

Таким образом, ГИС позволит оптимизировать наблюдательную сеть за основными геологическими, гидрогеологическими и инженерно-геологическими параметрами карьера, вести статистику их изменений и непосредственный мониторинг геологических объектов, производить расчеты, интерполяцию данных и прогнозировать развитие инженерно-геологических, геологических и гидрогеологических процессов.

С учетом экономических факторов, данные ДЗЗ и ГИС, наиболее оптимальны для целей мониторинга, статистической отработки данных, моделирования природных процессов, не требующих затрат для ведения дорогостоящих наземных наблюдений.

Аналогичные системы, давно имеют применение во всем мире и используются для разработки карьеров, с использованием такого ПО как, ArcGis, MICROMINE, RockWorks, поэтому на Агрском разрезе необходимо ведение такой системы для оптимизации как прикладных, так и научных исследований. В представленных исследованиях используется ПО ArcGis, т.к. имеющиеся данные, т.е. картографические покрытия - созданы в векторном формате и программа имеет достаточно удобный интерфейс для работы с табличными данными для расчетов инженерно-геологических и гидрогеологических параметров.

Список литературы:

1. **Мирасланов М.М.** Инженерная геология, гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых Узбекистана: Ташкент 2011г.- 23-32 с.
2. **Сыроватко М.В.** Гидрогеология и инженерная геология при освоении угольных месторождений. – М.: Госгортехиздат, 1960.- 51-65 с.
3. **Фисенко Г.Л.** Роль прочности горных пород в формировании оползней // Мат-лы совещ. По вопросам изучения оползней и меры борьбы с ними. – Киев.: КИСИ, 1964 г.- 35-43 с.

ЧЕРНООЗЕРСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ЗОЛОТА В УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОФИОЛИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

А.В. Сначёв

Институт геологии Уфимского научного центра РАН

e-mail: SAVant@rambler.ru

Долгие годы на Южного Урала все поисковые и разведочные работы были ориентированы на традиционные типы благороднометальной минерализации. Углеродистые пиритсодержащие отложения, несущие знаки золота, а иногда и вмещающие небольшие его проявления, не вызывали должного интереса в связи с отсутствием технологии переработки золото-сульфидных руд. Альпинотипные гипербазитовые массивы [5] также не рассматривались в качестве перспективных на элементы группы платины, так как не были известны достоверные высокие содержания платиноидов в хромитовых рудах или сульфидизированных габброидах и гипербазитах. В настоящее время ситуация несколько изменилась. Золоторудная минерализация в углеродистых отложениях успешно осваивается промышленностью, в частности методом кучного выщелачивания, а в массивах Нурали [1, 7] и Крака [4] установлено оруденение Pt-Pd и Os-Ir типов с суммарным содержанием платиноидов до 5-12 г/т.

Углеродистые отложения, как известно, представляют собой весьма благоприятную геохимическую среду для первичного накопления многих промышленно важных элементов. При определённых условиях, особенно в областях проявления зонального метаморфизма и тектонической активности [9], углеродистые породы могут сами служить источником металлов и концентрировать в себе крупные залежи золота, молибдена, вольфрама, ванадия, марганца, платины и других элементов. В последние 20 лет среди золоторудных месторождений отчётливо выявился новый тип прожилково-вкрапленной золото-сульфидной минерализации с дисперсным золотом и платиновыми металлами. Эти залежи располагаются в рифтовых структурах, в районах со слабо проявленным магматизмом и локализируются в древних породах, богатых органическим углеродом. Черносланцевые толщи образуют протяжённые региональные пояса, однако месторождения внутри них приурочены к локальным полям, где проявлены динамотермальные процессы и определённого вида метасоматические изменения.

В палеоокеаническом секторе Южного Урала, которому принадлежит рассматриваемый ниже объект, ордовикские разрезы характеризуются принципиально иным комплексом отложений, в котором углеродистые толщи пространственно сочетаются с гипербазитами и габбро меланократового основания, а также продуктами вулканизма океанического типа, представляющим собой единую раннепалеозойскую офиолитовую ассоциацию [6]. Геохимической особенностью данных углеродистых отложений северной части Магнитогорской мегазоны является весьма высокая концентрация сульфидной серы, ее прямая корреляция с халькофильной группой элементов и закисным железом. Медно-цинк-свинцовая специализация этих отложений сопровождается повышенным фоном никеля, кобальта, марганца, ванадия и рудными концентрациями золота и фосфора [8].

Наиболее интересным объектом в черносланцевой формации в пределах Карабашского гипербазитового массива (рис. 1) является золотое проявление, названное нами Черноозёрским. Карабашский массив находится в юго-западной части Кыштымской площади (лист N-41-I, М 1:200 000) и представляет собой в плане полосовидное тело, вытянутое в субмеридиональном направлении на 30 км при максималь-

ной ширине до 4 км на широте г. Карабаша. В породах массива известно 5 проявлений хромитов, связанных с ультрабазитами и месторождение коренного золота (Золотая гора) в родингитах, хризотил–доломитовых и доломитовых жилах.

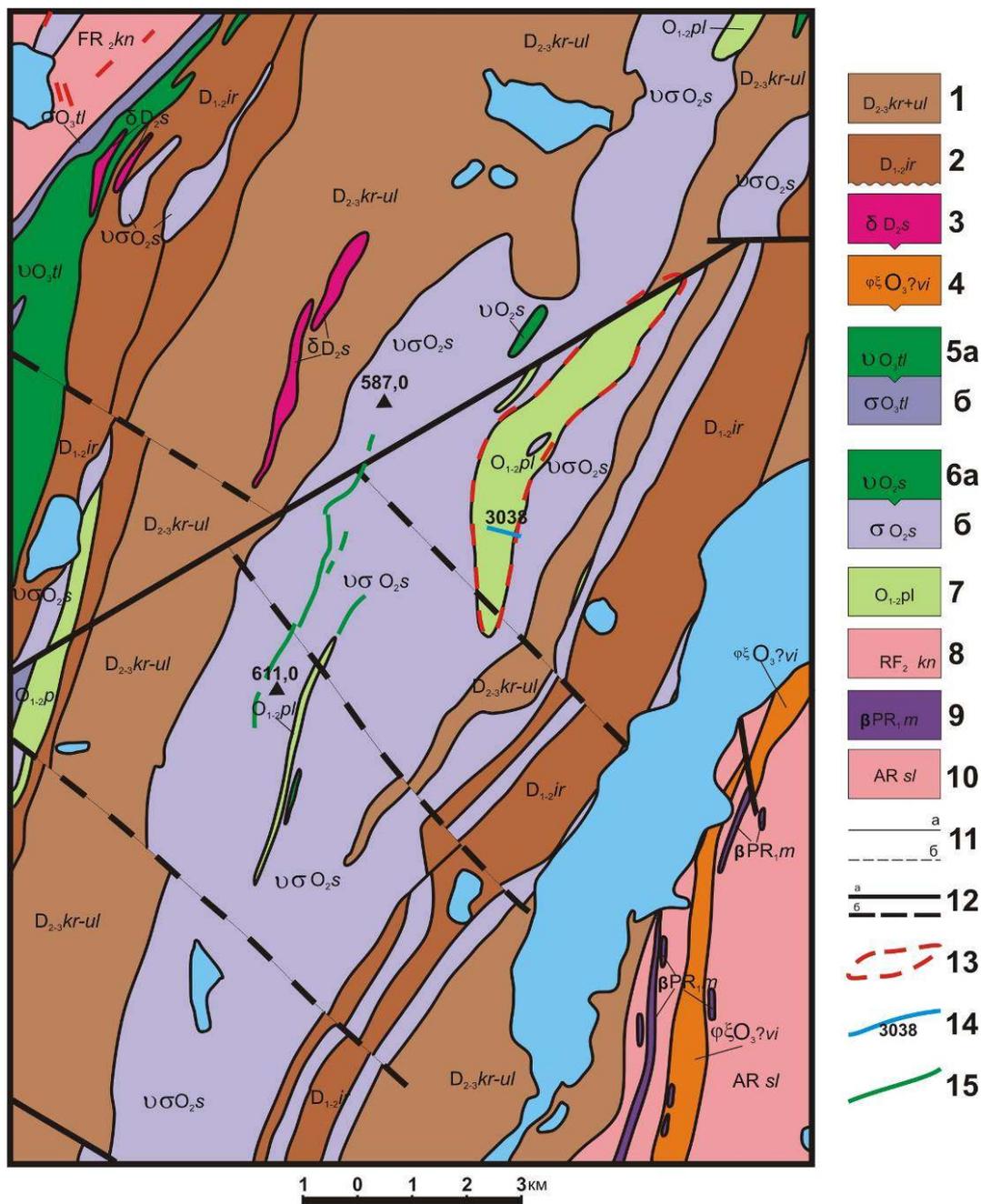


Рис. 1. Схема геологического строение Карабашского массива.

Условные обозначения: 1 – карамалыташская и улутауская свиты; 2 – ирендыкская свита; 3 – салаватский комплекс диорит-плаггиогранитный; 4 – вишневогорско-ильменогорский комплекс карбонатит-миаскитовый; 5 – таловский комплекс дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый (а – габбро, б – клинопироксениты, верлиты, дуниты серпентинизированны); 6 – сакмарский комплекс габбро-дунит-гарцбургитовый, (а – габбро, б – гарцбургиты, дуниты, ортопироксениты, серпентиниты); 7 – поляковская толща; 8 – куртинская свита; 9 – мухаметовский комплекс; 10 – селяннинская свита; 11 – геологические границы (а – достоверные, б – предполагаемые); 12 – тектонические нарушения (а – достоверные, б – предполагаемые); 13 – комплексная геохимическая аномалия; 14 – геохимический профиль и его номер (3038, см. рис.2); 15 – породы месторождения Золотая Гора.

Черноозерское проявление золота расположено в 2,0 км восточнее г. Карабаш, где приурочено к участку развития черносланцевых терригенных отложений поляковской толщи (рис. 1). Ордовикский возраст толщи надежно датирован по конодонтам [2, 3]. Представлены они переслаивающимися туфами, туффитами, различными сланцами, песчаниками, конгломератами и оталькованными породами. Среди них отмечаются слои углеродисто-глинистых, углеродисто-кремнистых и углеродисто-серицит-кварцевых сланцев, содержание органического углерода ($C_{орг}$) в которых достигает 3%. Терригенные отложения прослеживаются в субмеридиональном направлении вдоль восточного склона Карабашских гор в виде неширокой (менее 1 км) полосы на протяжении свыше 3,5 км. На западе и востоке они контактируют с серпентинизированными ультраосновными породами Карабашского массива.

В результате работ по ГДП-200 сотрудниками ОАО «Челябинскгеосъемка» было установлено, что терригенные отложения характеризуются повышенными содержаниями меди, цинка, свинца, серебра, мышьяка (в отдельных пробах – кадмия, сурьмы и висмута). С использованием данных предшествующих работ была выделена обширная геохимическая аномалия этих элементов, охватывающая большую часть площади распространения терригенных отложений. Отмечено, что более высокие концентрации некоторых аномалиеобразующих элементов были приурочены к слоям с высоким содержанием $C_{орг}$.

В хорошо обнажённой части площади аномалии (обн. 3038) (рис. 1) было проведено бороздовое опробование черносланцевых отложений с длиной проб от 1,5 до 2,5 м (рис. 2).

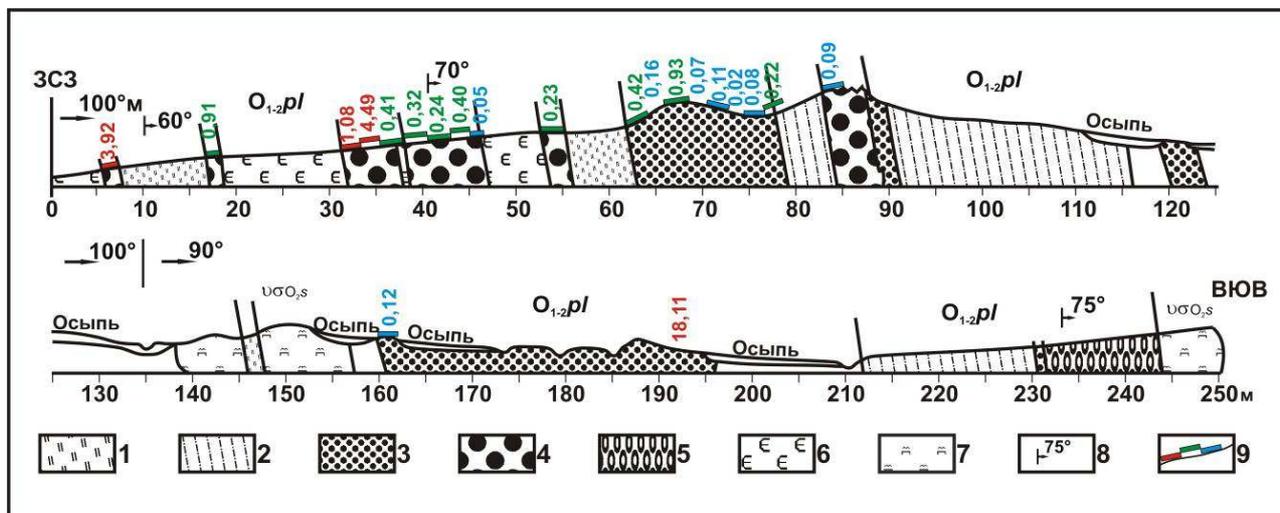


Рис. 2. Геологический разрез (т. 3038) поляковской толщи с результатами бороздового опробования на Черноозёрском золоторудном поле (положение разреза см. на рис. 1).

Условные обозначения: 1 – кремнистые, серицит-кремнистые сланцы углеродистые; 2 – бластоалевролитовые зелёные сланцы; 3- метапесчаники полимиктовые и полевошпатовые углеродистые; 4 — углеродистые метаалевролиты и метапесчаники; 5 — метаконгломераты полимиктовые углеродистые; 6 – метатуфоалевролиты и метатуфопесчаники; 7 – серпентиниты антигоритовые и тальково-карбонатные породы; 8 – элементы залегания слоисто-сти; 9 – интервалы отбора бороздовых проб и содержания золота в г/т: красный цвет – более 1 г/т, зелёный – 0,2-1 г/т, синий – менее 0,2 г/т.

Определения золота, платины, палладия, родия и иридия выполнены в лаборатории анализа минерального вещества ИГЕМ РАН химико-спектральным методом с предварительным концентрированием на органическом полимерном сорбенте “Полиоргс-4”. Нижние пределы количественных определений всех элементов – 0,0005 г/т. Было установлено, что во всех 22 пробах присутствует золото в количестве от 0,019 до 18,11 г/т. Кроме того, в пробах отмечено присутствие элементов группы платины: палладия – от 0,0005 до 0,061 г/т; платины – от <0,0005 до 0,018 г/т; родия – от 0,0009 до 0,079 г/т; иридия – от <0,0005 до 0,010 г/т.

Таким образом, наличие повышенных содержаний золота в углеродсодержащих отложениях Черноозерского проявления, характеризующихся аномальными концентрациями элементов – индикаторов (Cu, Zn, Pb, Ag, As, Sb, Cd, Bi), позволяет говорить о высокой их перспективности на обнаружение промышленного золотого оруденения, приуроченного к черносланцевой формации. Данный объект заслуживает дальнейшего изучения и постановки в его пределах специальных поисковых работ.

Список литературы:

1. **Знаменский С.Е., Ковалёв С.Г., Сначёв В.И., Даниленко С.А., Знаменская Н.М., Рачёв П.И.** Платиноносность гипербазитовых массивов башкирской части зоны Главного Уральского разлома // Тез. докл. «Познание, освоение и сбережение недр РБ». Уфа. 1993. 57 с.
2. **Иванов К.С., Иванов С.Н.** О соотношении главных вулканогенных мегазон Урала – Тагильской и Магнитогорской / Докл. АН СССР. 1991. т.318. №4. с. 937-940.
3. **Иванов К.С., Пучков В.Н., Наседкина В.А., Пелевин И.А.** Первые результаты ревизии стратиграфии поляковской свиты по конодонтам / Ежегодник-1988. Ин-т геологии и геохимии УрО АН СССР. Свердловск. 1989. С. 12-13.
4. **Ковалёв С.Г., Сначёв В.И.** Гипербазитовые массивы Крака (геология, петрология, металлогения) / отв. ред. канд. геол.-мин. наук М.В. Рыкус. Уфа: УНЦ РАН, 1998. 104 с.
5. **Савельев Д.Е., Савельева Е.Н., Сначёв В.И., Романовская М.А.** К проблеме генезиса хромитового оруденения в гипербазитах альпинотипной формации // Вест. Московского университета. Серия 4: Геология. 2006. №6. С. 3-8.
6. **Самыгин С.Г., Кузнецов Н.Б., Павленко Т.Н., Дегтярев К.Е.** Структура Кыштым-Миасского района Южного Урала и проблема сочленения Магнитогорских и Тагильских комплексов / Урал: фундаментальные проблемы геодинамики и стратиграфии. М.: Наука. 1998. С. 73-92.
7. **Смирнов С.В., Волченко Ю.А.** // Первая находка платиноидной минерализации в хромитовых рудах Нуралинского массива на Южном Урале // Ежегодник – 91. Екатеринбург, ИГиГ УрО РАН, 1992. с. 115-117.
8. **Сначёв А.В., Кузнецов Н.С., Сначёв В.И.** Черноозерское проявление золота – первый объект на Южном Урале в углеродистых отложениях офиолитовой ассоциации / Доклады Академии наук. 2011. Т. 439. №1. С. 83-85.
9. **Сначёв А.В., Сначёв В.И., Рыкус М.В.** Перспективы рудоносности углеродистых отложений западного обрамления Суундукского гранитного массива // Нефтегазовое дело. 2010. Т. 8. № 2. С. 11–20.

ИЗМЕНЕНИЕ СЕРНОКОЛЧЕДАНЫХ РУД ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССАХ

Д.С. Кико

МАУДО «Дворец пионеров и школьников г.Орска»

Клуб юных геологов-экологов

e-mail: daniilkiko@yandex.ru

Гайское медноколчеданное месторождение называют жемчужиной Восточного Оренбуржья. Разработку месторождения ведет ОАО «Гайский ГОК». Разработка карьеров и шахты сопровождается извлечением из недр миллионов кубометров вскрышных пород и некондиционных руд. Скопление отвалов горных пород на поверхности приводит к экологическим изменениям окружающей среды.

Помимо интенсивного пыления отвалов, образования высокоминерализованных подотвальных вод, в настоящее время стала актуальной еще одна экологическая проблема: выделение сернистого газа во внутреннем отвале карьера №1. Меры, которые принимаются для прекращения выбросов, малоэффективны. Между тем, данный отвал – не единственный. Может ли произойти повторение подобного процесса?

В связи с этим можно выделить научную проблему: причины саморазогревания некондиционных колчеданных руд в этом массиве слабо изучены.

Гайское медно-колчеданное месторождение расположено в восточной части Оренбургской области в 30 км к северу от города Орска. В настоящее время ОАО «Гайский ГОК» входит в состав Уральской горно - металлургической компании (УГМК). Месторождение вскрыто тремя карьерами, между ними расположен рудник шахты Южная, а вблизи карьера № 1 – шахты Клетьева и Эксплуатационная. Самый крупный карьер - северный №1; южный - №2. Карьер №3- серноколчеданная залежь, расположен между ними. Он самый маленький, примыкает с юга к карьеру №1 [1]. Именно во внутренний отвал карьера № 1 свозили некондиционную серноколчеданную руду из карьера №3.

Утром 4 марта 2011 года на территории ОАО «Гайский ГОК» произошел особенно крупный выброс сернистого газа. Норма его содержания в воздухе была превышена в несколько раз. В самом городе практически на всей его территории была видна белесая дымка и чувствовался едкий запах газа. В 8 часов утра сернистый газ из карьера №1 начал поступать на промышленную площадку подземного рудника. По результатам произведенных замеров атмосферного воздуха на наличие SO_2 , руководством комбината было принято решение об экстренной эвакуации работающих на поверхности подземного рудника.

Цель данной работы – выявить факторы, создающие условия для подобных выбросов на территории карьера.

Средняя залежь Гайского месторождения сложена преимущественно серным колчеданом. Она представлена несколькими телами массивных сульфидных руд, соединенных зонами вкрапленных руд и непромышленной сульфидной минерализации. В процессе поисков и разведки здесь выделялись залежи №1 и №2 [4].

Основным источником загрязнения окружающей среды в районе разработки Гайского месторождения являются карьеры, а также отвалы пустых пород и некондиционных руд, содержащие в основном пирит, а также халькопирит и сфалерит. На земной поверхности пирит неустойчив, и со временем пирит разрушается, окисляясь до лимонита. Это сопровождается замещением пирита оксидами и гидроксидами же-

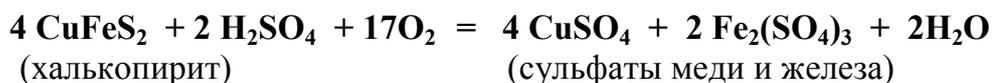
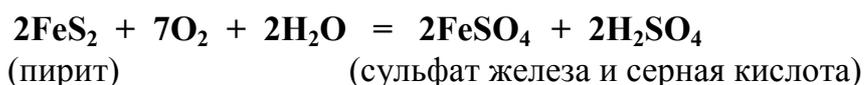
леза, иногда сульфатами типа ярозита. Окисление происходит быстро с образованием серной кислоты и выделением большого количества теплоты.



Рис. Выброс сернистого газа в карьере №1 ОАО «Гайский ГОК» Март 2011г. Фото сайта «В Гае. ru»

Дело в том, что при фильтрации атмосферных осадков в кислородной среде сульфиды окисляются с обогащением подземных вод техногенного горизонта сульфатами железа, меди, цинка и серной кислотой.

Это можно представить так:



В октябре 2013 года проведены наблюдения во внутреннем отвале карьера №1 и в карьере №3. Там наблюдался процесс ликвидации горячего внутреннего отвала, удалось рассмотреть результаты окисления пород и собрать образцы. В карьере №3 встречаются обломки серного колчедана разных размеров: от пыли до валунов более полуметра. Взяты образцы пирита. При осмотре на них следов окисления не наблюдается.

Внутренний отвал карьера №1 расположен вплотную к его южному борту. Он соединен перемычкой с карьером №3, откуда и вывозились некондиционные серноколчеданные руды. Уже при приближении к отвалу ощущается запах сернистого газа. Выделения газа наблюдаются в виде белого дыма или пара из породы, сложенной в

отвале. Поскольку выделение сернистого газа не удастся остановить, в настоящее время ведутся работы по ликвидации внутреннего отвала. Рабочие экскаватора и водители работали в противогазах.

При наблюдениях на отвалах и карьерах были отобраны следующие образцы: серный колчедан (трёх видов), вторичный сульфат с реликтами кварца, гидрогематит, гидросульфат железа, техногенные магнетит и гематит, наросты серы на обгорелой породе.

В карьере №3 руда не нагревается. Более того, оставленный в карьере пирит в крупных обломках даже не подвергся окислению. А вывезенная из третьего карьера в первый, во внутренний отвал, некондиционная руда – саморазогревается с выделением сернистого газа. Рассмотрим возможные факторы, влияющие на протекание процесса, происходящего во внутреннем отвале. Это: атмосферные осадки и воздух, степень измельчения породы, дренаж, начало образования отвала. Также были выявлены другие факторы. Все результаты наблюдений сведены в одну таблицу.

	Внутренний отвал карьера №1	Рудное тело карьера №3	Отвал некондиционных руд на диабазовых отвалах	Отвалы Блявинского месторождения	Пиритный отвал Гайского ме-я
Толщина залегания породы	Более 35 м	Вскрытая мощность 30 м	2 – 5 м	2 – 5 м	2 – 5 м
Степень измельчения породы	От 1 до 500 мм	Цельное	От 1 до 500 мм	От 1 до 200 мм	От 1 до 500 мм
Проникновение воздуха и атмосферных осадков в породу	Проникают	Не проникают	Проникают	Проникают	Проникают
Электрохимическая реакция	Значительная	Слабая	Отсутствует	Значительная	Слабая
Потеря тепла химической реакции	Ограниченная	Полная	Значительная	Частичная	Значительная
Дренаж	Затруднён	Отсутствует	Свободен	Частично	Свободен
Породы	Некондиционная серноколчеданная руда	Массивный серный колчедан	Некондиционный серный колчедан с примесью сфалерита и халькопирита	Отвал марки-зипиритных некондиционных руд	Некондиционный серный колчедан
Начало образования отвала	с 1998 года	с 1998 года	с 1980 года	с 1960 года	с 1980 года

После наблюдений были проведены опыты, которые проводились в полевых условиях. В них были созданы процессы, приближенные тем, которые происходят в отвале (опыт проводился путём обжига серного колчедана). В результате были получе-

ны аналоги минералов, найденных в карьерах и отвалах. Этим была подтверждена гипотеза, так как основные факторы присутствовали в опытах.

Пирит внутреннего отвала карьера №1 окислялся в начале его складирования с участием воды и кислорода атмосферного воздуха и выделением серной кислоты. Большой массив отвала задерживал внутри тепло химических реакций, и началось саморазогревание отвала и его горение. Таким образом, совокупность условий - причина самонагревания сернистых руд и выделения сернистого газа в карьере №1, но решающим стало создание большого по объему отвала на сравнительно небольшой площади. В настоящее время процесс ликвидируется путем вывоза горячей массы из очага и рассыпания его на большой площади. Такой вариант создания отвала исключает появление выбросов сернистого газа.

Список литературы:

1. Горная энциклопедия, том 3.- М.: Изд. «Советская энциклопедия», 1987.
2. **Зборщик М.П., Осокин В.В.** Биогеохимическая теория самовозгорания горных пород, способы предотвращения возгорания и тушения горящих отвалов угольных шахт. – Донецк, Донецкий Национальный технический университет, 2004. [Электронный ресурс]
URL <http://www.masters.donntu.edu.ua/2006/fgtu/besperstov/library/doc12.htm>
3. URL <http://www.dissercat.com/content/teoreticheskoe-i-eksperimentalnoe-obosnovanie-khimicheskikh-prevrashchenii-sulfidov-v-tekhno>
4. **Пшеничный Г.Н.** Гайское медноколчеданное месторождение Южного Урала. - М., «Наука» 1975. - 178 с.

КАРЬЕР ЮЖНО-ФАЙЗУЛЛИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАРГАНЦЕВЫХ РУД КАК ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ

Г.А. Белов, Э.Р. Гарипова

МБОУ «Школа №40 с углубленным изучением отдельных предметов» ГО г.Уфа

Цель работы «Карьер Южно-Файзуллинского месторождения марганцевых руд как геологический памятник природы» – обосновать присвоение памятника природы карьере Южно-Файзуллинского месторождения марганцевых руд Баймакского района Республики Башкортостан (Южный Урал).

В процессе работы были решены следующие задачи:

- собрана информация о породах среднего девона Западно-магнитогорской тектонической зоны и марганцевых рудах из литературных и фондовых источников;
- организованы полевые исследования с описанием объекта и отбором образцов горных пород, зарисовкой объектов и фотографической съемкой;
- проведены лабораторные работы с обработкой полученных данных;
- в окрестностях Южно-Файзуллинского месторождения выявлены другая достопримечательность: Северо-Файзуллинский карьер марганцевых руд с яшмовыми вмещающими породами;
- из яшмовых пород получены образцы текстурных особенностей яшмы, показана возможность их практического использования.

Южно-Файзуллинское месторождение марганцевых руд расположено в пределах зоны марганцевого оруденения западного борта Магнитогорского мегасинклинория. Все месторождения этой зоны были открыты в конце XIX или в первой трети XX века и многие из них были вовлечены в эксплуатацию.

Южно-Файзуллинское месторождение расположено в 2 км к северо-востоку от хутора Файзуллино. Месторождение открыто в 1890 году и эксплуатировалось до 1917 г.



Рис. 1. Карьер Южно-Файзуллинского месторождения марганцевых руд

Этот карьер интересен с геологической точки зрения. Особый интерес представляет складка в северо-восточном борту карьера, а также основные минералы марганца родонит, пиролюзит, браунит, псиломелан, родохрозит, тефроит, гематит, кальцит, альбит, актинолит, пирит (Павлов и др., 1980). На месторождении также установлены рибеит и аллеганит (Брусницын, 2001). Вмещающие породы представлены кремнистыми сланцами, яшмами, туфами основных эффузивов, алевролитами и туффитами.

Большой интерес всегда представляла проблема генезиса марганцевых руд Южно-Файзуллинского месторождения. Для ее объяснения мы предлагаем следующие гипотезы:

1. Марганцевые руды.

Гидротермально-осадочная гипотеза происхождения.

Суть вулканогенно (гидротермально) - осадочной природы месторождений Южного Урала в том, что источником рудного вещества могли быть гидротермальные источники дна океана, связанные с вулканизмом.

При взаимодействии гидротермальных выходов с бассейновой водой происходило их смешение, при этом шло насыщение кислородом, а это приводило к осаждению марганца. Браунит накапливался ближе к вулкану, и основная часть гидротермальных выходов «осадила» там же, а остатки перенеслись на более длинное расстояние и отложились в «яме», чем и является Южно-Файзуллинское месторождение.

2. Оксидные руды

Силикаты и карбонаты, находящиеся близ поверхности (15 метров), подверглись выветриванию и превратились в оксидные руды.

Уникальность памятника связана с присутствием в отвалах карьера многообразия минералов, а также в его пределах складчатой дислокации, демонстрирующей взаимоотношение пород улутаусской свиты, бугулыгырского горизонта, ирендыкской свиты.



Рис. 2. Яшма полосчатая с окрашивающими оксидами

Также объект представляет собой пример выхода оруденелых пород – это яшмо-туффитовые породы, туффиты. Они представлены двумя типами. Первый тип – тонкопереслаивающиеся браунит с яшмой, мощностью слоев от нескольких мм до 1-2 см. Второй тип – массивные кремнистые породы с равномерным распределением в них оксидов марганца и железа. В них присутствуют: браунит, псиломелан, пиролюзит и др.

В качестве сопутствующих достопримечательностей нами предлагается посещение Северо-Файзуллинского месторождения марганцевых руд и вмещающих яшмовых пород.

Северо-Файзуллинское яшмопроявление расположено в 3,5 км на северо-северо-запад от дер. Файзуллино, на левобережье р. Б. Уртазымка в Баймакском районе. Ранее здесь разрабатывались марганцевые руды, которые выработаны. Яшмопроявление представлено темно-красными яшмами бугулыгырского горизонта. Декоративно-подделочные свойства яшм не изучались. Запасы сырья не подсчитаны.

Яшмы представляют собою плотные кремнистые породы, состоящие из мельчайших кварцевых зерен, спаянных глинистым или кремневым цементом.

Яшмы Северо-Файзуллинского проявления плотные, трещиноватые, с окрашивающими оксидами, преимущественно железа и марганца кремнистая горная порода.

Пестроцветность яшмы определилась формой их залегания, составом исходного вещества, активностью тектонической обстановки.

Монотонные красные и серо-зеленые яшмы сформировались осадочно-гидротермальным путем, при кристаллизации на океаническом дне из вулканогенно-гидротермальных растворов. Благородные розоватые и коричневые тона связаны с образованием силикатов марганца при воздействии рудных марганецсодержащих растворов. Белые и красовато-белые яшмы образовались при метаморфизме первичных осадочных пород еще в палеозое. Брекчиевые - при дроблении в результате тектонических процессов и залечиванием кварцем. Ярко-желтая и красная окраска связаны преобразованием этих яшм в коре выветривания.

Изучение текстурных особенностей показывает, что все яшмы образовались при преобразовании однотонных слабополосчатых сургучных и зеленовато-серых яшм.

Таким образом, Северо-Файзуллинское проявление яшмы разнообразной расцветки и текстуры является достойным дополнением к предлагаемому памятнику Южно-Файзуллинское месторождение.

Набор горных пород (брауниты, гаусманиты, псиломелан, пиролюзит и еще около 200 наименований), которые проявляются на Южно-Файзуллинском месторождении, а также близость Северо-Файзуллинского карьера отработанных марганцевых руд с отвалами яшмы, доступность территории, интересная история развития горно-рудного дела на Урале, позволяют предложить изученный нами объект в качестве природного памятника тектонико-петрографического профиля.

Карьер Южно-Файзуллинского месторождения может быть учебно-исследовательской площадкой для познания и доказательства тектонической природы наблюдаемой в карьере дислокации, позволяющей лучше понять механизмы образования и морфологию рудных тел.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости присвоения статуса памятника природы уникальным объектам в карьере Южно-Файзуллинского месторождения марганцевых руд.

Список литературы:

1. **Ахметов С.Ф. Ахметова Г.Л.** От авантюрина до яшмы.- М.: Знание, 1990 г. 173 с.
2. **Бетехтин А.Г.** Курс минералогии. Гос.Изд-во Геологическая литература, М., 1951 г. 265 с.
3. **Брусницын А.И.** Минералогия и условия метаморфизма марганцевых руд Южно-Файзуллинского месторождения (Южный Урал) // Геология рудных месторождений. 2006. Т. 48, № 3. 225–248 с.
4. **Гареев Э.З.** Геологические памятники природы Республики Башкортостан.- Уфа: «Тау», 2004. 296 с.
5. Геологический словарь. Т.1,2 Государственное НТИ литературы по геологии и охране недр. М., 1960. 395 с.
6. **Пучков В.Н.** Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении).-Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с
7. **Салихов Д.Н, С.Г.Ковалев, А.И.Брусницын и др.** Полезные ископаемые Республики Башкортостан (марганцевые руды). Уфа, 2002. 243с.
8. **Яшмы Республики Башкортостан.** /Фототека. Управление по недропользованию по Республике Башкортостан. 2009.

ОБРАЗОВАНИЕ ЛИТОФИЗОВ КИЗИЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РИОЛИТОВ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Годжаев

МБОУ «Школа №40 с углубленным изучением отдельных предметов» ГО г. Уфа

В Челябинской области, близ города Кизил находится месторождение риолитов с включениями образований в виде «каменных шаров». Известно, что люди давно наблюдали в разных районах подобные образования. Где-то их называют «горомовые камни», где-то сферолиты, сферолоиды и литофизы (от греческого литос-камень, физалис-пузырь, вздутие).

Команда клуба «Контакт» летом 2015 года проводила наблюдения в Кизильском карьере, отобрала образцы риолитов, собрала целую коллекцию отдельностей.

Существует ряд гипотез происхождения данных образований. Одни ученые считают что образовались они в результате кристаллизации двух несмешивающихся силикатных расплавов с образованием вкрапленности одного силикатного материала в матрице другого. Другие объясняют захватом риолитовой магмы обломков вмещающих пород, либо заполнением первичных пустот в риолитах преобразованным кремнеземом.

Территория Кизильского района приурочена к Магнитогорскому синклинорию восточного склона Урала. Магнитогорский прогиб — крупная структура, протянувшаяся почти меридионально на 500 км от южной до северной границы области. На широте Баймака, Магнитогорска ширина структуры - 90—100 км. Наиболее древними породами в районе Кизила - каменноугольные отложения представлены в полном объеме. Это лавы различного состава, их туфы и разнообразные осадочные породы. И лавы, и туфы имеют различный химический, минералогический состав. Среди них выделяются кислые (риолиты), средние (андезиты), основные (базальты) продукты вулканизма.



Рис. 1. Риолит, флюидальной текстуры

Каменноугольные осадки, мощность которых достигает многих сотен метров, заполняют всю центральную часть Магнитогорского прогиба. Большое место в тектонике Магнитогорского прогиба имеют региональные разрывные нарушения, влияющие на формирование и определяющие морфологию и современное размещение всех наиболее важных складчатых структур прогиба.

Восточная часть Магнитогорского синклинория в раннекаменноугольное время была областью осадконакопления, вулканического и интрузивного магматизма, на которую приходился основной объем вулканической деятельности. Кислый вулканизм является следствием вулканов центрального типа. Для этого типа вулканизма характерна вязкая магма с большим количеством газа (Пучков В.Н.).

В результате знакомства с тектонической обстановкой в палеозойское время и активным вулканизмом в восточной зоне магнитогорского синклинория пришли к следующим рассуждениям. В процессе магматического извержения вместе с расплавом в потоке увлекались и пузырьки газа. Вероятно, чтобы газовые пузырьки лопались, необходим был вторичный прогрев риолитовых масс. В вулканической породе (вмещающей) в результате этого образовались округлые пустоты – литофизы, которые в последствии заполнялись кремнезёмом. Так могли образоваться конкреции, которые резко отличаются от вмещающей породы по физическим свойствам, структуре и составу. Эти свойства формировались за счет компонентов вмещающей среды. Рост минеральных зёрен происходил во всех направлениях от одного центра. Центрами роста могли оказаться посторонние тела.



Рис. 2. Форма литофиз

По форме конкреции в основном округлые, но, вероятно, в зависимости от условий роста имеют и другие очертания. Неоднородность внутреннего строения конкреций говорит о том, что они формировались не сразу, а по этапам при этом текстура их схожа с текстурой вмещающих их пород и продолжается без изменения направления, а иногда немного изгибаясь вокруг внутренней полости.

Если кремневые конкреции содержали внутри себя полости, то их стенки покрывались кварцем или халцедоном. Поэтому вместе с конкрециями мы находим образования сходные с секрциями.

Таким образом, приходим к выводу:

- литофизы располагаются вдоль линий флюиальности риолитовой породы;
- текстура литофиз схожа с текстурой вмещающих их пород и продолжается без изменения направления, а иногда немного изгибаясь вокруг внутренней полости;
- литофизы представляют собой зонально-концентрические сростания минералов семейства кремнезема;
- литофизы Кизильского месторождения риолитов представляют собой конкреции.

Список литературы:

1. **Левит А.И.** Южный Урал: География, экология, природопользование. Учебное пособие, 2-е изд. Испр. и доп./Александр Левит.-Челябинск: Юж-Урал.кн.изд-во, 2005.246 с.
2. Практическое руководство по геологии: учебное пособие для студ. вузов/ А.И.Гущин, М.А. Романовский и др., под ред. М.В.Короновского,-2-ое изд. М.: Издательский центр «Академия», 2007.160 с.
3. Петрографический словарь, М. "Недра", 1981
4. **Пучков В.Н.** Геология Урала и Приуралья.(актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении).-Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010.-280 с.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Кизильский_район
6. www.kraeved74.ru Геология Челябинской области
7. mindraw.web.ru/cristall11_Geodes.htm жеоды - Рисуя Минералы
8. geo.web.ru/db/msg.html?uri=part11-03-2.htm&mid=1163814 **Короновский Н.В., Якушова А.Ф. - Основы геологии**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРАСНОЙ ОХРЫ ТИРЛЯНСКОГО СЕСТОРОЖДЕНИЯ В БЕЛОРЕЦКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Д.Р. Кострубова

МБОУ «Школа №40 с углубленным изучением отдельных предметов» ГО г.Уфа

Охра - естественная минеральная краска, довольно распространенная в природе и имеющая обширное применение в малярном деле. Очень легко истираются между пальцами, оставляя то же впечатление, что и тальк. Охры – один из наиболее устойчивых, дешевых и распространенных пигментирующих добавок, что объясняет их широкое применение в различных отраслях. Цель моего исследования заключается в определении технологических особенностей красной охры Тирлянского рудного района в Белорецком районе Республики Башкортостан.

Тирлянское месторождение красных охр приурочено к восточному крылу Тирлянской мульды Башкирского поднятия и расположено в полосе развития карбонатно-глинистых отложений узьянской свиты нижнего палеозоя. Продуктивная толща представлена каолинизированными гематитизированными аргиллитами красных цветов с реликтовой плитчатой текстурой и приурочена к коре выветривания.



Залежь оконтуривается бурыми гравийно-песчаными аллювиальными отложениями.

Охры от ярко-красного до сиреневого цвета. Охры плитчатые, тонкослоистые. Полосчатость обусловлена чередованием тонких полосок разных оттенков красной охры.

Технологические свойства – укрывистость, красящая способность, маслосмолность, атмосферостойкость, совместимость с другими компонентами.

Укрывистостью называется способность краски при равномерном нанесении на подложку делать ее невидимой. Количественно выражается в граммах краски, необходимой, чтобы сделать невидимым 1 м² подложки.

Красящая способность пигментов - это способность пигмента при смешении с другими пигментами влиять на цвет полученной пигментной смеси. Это свойство чаще всего характеризуется относительной величиной, получаемой путем сравнения испытуемого пигмента с каким-либо эталонным пигментом. Она выражается в процентах и показывает относительное, по сравнению с эталоном, количество испытуемого пигмента, которое нужно смешать с другим, отличающимся по цвету, пигментом, чтобы получить окрашенный образец таких же цветовых характеристик, что и полученный при использовании эталонного пигмента.

Для изготовления пигментов из собранных в тирлянском карьере образцов красной охры использовала методику, отработанную кружковцами прошлых лет.

Методика изготовления пигментов заключается в удалении крупных агрегатов не пигментного вещества путем отмучивания, сушки образцов и их тонком помоле.

Для этого:

- образец поместили в банку с водой, затем размочили и растерли.
- дождались когда выпали в осадок все тяжелые фракции.
- слили воду то, что осталось, высушили в течение суток.
- высушенную массу растерли в ступке.

В работе я определяла относительную красящую способность пигментов.

Были изготовлены выкраски красного пигмента, соотношение с белилами было: 0, 1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8.

Выкраска пигмента показала, что он характеризуется насыщенным красно-коричневым цветом в полном тоне и бежевым оттенком в разбеле. Для демонстрации полученного материала изготовила рисунок.



Красная охра относится к числу наиболее распространенных пигментов. Ее можно обнаружить еще в наскальных рисунках.

Цвет ее варьирует от светлой теплого тона Венецианской красной до темной, холодно-фиолетовой Индийской (Английской) красной. По мнению Плиния, лучшим месторождением охры является Понтус Юксинус около города Понтия в Синопе. Цвет пигменту придают оксиды железа. Живописцы средневековья и Ренессанса широко пользовались красной охрой в фресках, темпере и масляной живописи. Пигмент отлично смешивается с другими красками, и дает множество оттенков.

Финская традиционная краска – это так называемая вареная краска или красная охра.

У этой краски есть и другие старые названия: водяная краска, красная краска и красная земля. Варка и окраска зданий общими силами широко распространились по всей Финляндии, благодаря деревенским праздникам и семинарам, посвященным традиционному строительству.

Список литературы:

1. **Гарипов Р.** Технологические свойства железистоокисных пигментов Зигазино-Комаровского железорудного района. Учебно-исследовательская работа. Уфа. 2013 27 с.
2. **Кочергин А.В.** Отчет о состоянии и перспективах развития минерально-сырьевой базы природных пигментов и наполнителей РБ. Уфа. 2003. 267 с.
3. http://www.propartners.ru/pid185_i79.html Пигменты железистоокисные
4. www.tio2.ru/primenenie.../primenenie-zhelezookisnikh-pigmentov Применение железистоокисных пигментов
5. http://ktodelaetremont.ru/remont_i_otdelka/biblioteka/stroitelnie_materiali/109.php Пигменты
6. Вареная краска - красная охра Ремонтно-реставрационная картотека методические рекомендации № 12 Музейное управление Финляндия

ЗОЛОТОНОСНЫЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫЕ ЗОНЫ ПРОЖИЛКОВО-ВКРАПЛЕННОГО ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПЕТРОПАВЛОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Р.Х. Мансуров

Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ), Москва

e-mail: rinman81@bk.ru

Полярная часть Урала обладает высоким золотоносным потенциалом. Одним из примеров этого является Петропавловское золоторудное месторождение, расположенное в 30 км от г. Лабытнанги и всего в нескольких км от железнодорожной ветки, проходящей по восточному склону Полярного Урала. Золоторудный объект локализован в пределах Тоупугол-Ханмейшорского рудного района и наряду с золото-железо-скарновым месторождением Новогоднее-Монто и рядом проявлений золота, входит в состав Новогодненского рудного поля. Петропавловское месторождение является мелкий по запасам объектом – $C_1+C_2=10$ тонн (по данным ГК «Петропавловск»). Однако, ресурсный потенциал всего рудного района оценивается значительно выше [3, 6].

Тоупугол-Ханмейшорский золоторудный район площадью около 130 км² представляет собой тектонически деформированную и в значительной степени эродированную вулcano-плутоническую депрессию и расположен в северо-восточном окончании среднепалеозойской Войкарской структурно-формационной зоны (СФЗ) Восточно-Уральской структурной мегазоны на границе с Харбейским раннепротерозойским кристаллическим блоком. Войкарская СФЗ отвечает фрагменту Малоуральского (Войкарского) вулcano-плутонического пояса (ВПП), сформировавшегося в среднем палеозое на гетерогенном основании [5].

Новогодненское рудное поле, расположенное в юго-восточной части рудного района, приурочено к тектоно-магматической структуре площадью около 8 км², отвечающей так называемому Новогодненскому выступу кровли Собского гранитоидного массива. Последний представляет собой сложно построенную интрузивно-купольную структуру, сформировавшуюся в связи со становлением гранитоидов габбро-диорит-тоналитовой формации на участке пересечения региональных разрывов северо-восточного и северо-западного простираний. В пределах рудного поля, помимо наиболее широко распространенных гранитоидов собского комплекса, присутствуют более поздние дайки монцодиоритовых порфиринов конгорского и габбро-долеритов малоханмейского комплексов, что свидетельствует о длительном формировании интрузивно-купольной структуры в ходе становления ВПП [1, 3].

Структурно-тектоническая позиция Петропавловского месторождения определяется его локализацией в зоне контакта многофазного массива собского интрузивного комплекса (D_{1-2S}) с вмещающими интенсивно дислоцированными породами тоупугольской вулcanoгенно-осадочной толщи (S_2-D_{1tp}). Тектоническая зона субмеридионального простирания контролирует размещение апофиз основного массива, сложенных его порфиридовидными разностями, а также маломощных пластинообразных даек кварцевых диоритовых порфиринов поздней фазы собского комплекса, прорывающих рудовмещающую толщу. К этой субмеридиональной зоне приурочены поля гидротермально измененных пород, вмещающих золотую минерализацию месторождения. Рудоконтролирующая зона складчато-разрывных деформаций месторождения, пред-

ставляющая собой зону интенсивной тектонической проработки (зоны дробления, катаклаза, милонитизации), сформирована в узле пересечения разломов трех основных направлений: субмеридионального северо-северо-западного и меридионального, северо-северо-восточного и поперечного восток-северо-восточного [4].

Околорудные гидротермально-метасоматические изменения на месторождении проявлены в следующей последовательности:

- 1) ранняя (эпидот)-карбонат-хлоритовая стадия;
- 2) главная продуктивная пирит-(хлорит)-альбитовая;
- 3) поздняя продуктивная пирит-серицит-кварцевая.

Золотоносность руд Петропавловского месторождения определяется, главным образом, масштабами и интенсивностью проявления главной продуктивной стадии [5]. Метасоматиты пирит-(хлорит)-альбитового состава образуют разобщенные тела неправильной формы, “тяготеющие” к контактам даек порфиридных диоритов и диоритовых порфиритов поздней фазы собского комплекса. Изменениям подверглись преимущественно отложения вулканогенно-осадочной толщи. Гранитоиды, как правило, затронуты метасоматозом лишь в их экзоконтактах. Состав метасоматитов определяет новообразованный альбит (от первых десятков об.% до 50-70 об.%, достигает 90 об.% и более), хлорит (до 15-20 об.%) и пирит (5-10 об.% и более). Помимо пирита среди рудных минералов присутствует халькопирит, пирротин, самородное золото в виде микровключений в пирите.

Поздние продуктивные пирит-серицит-кварцевые метасоматиты формируют жильные маломощные (до 3 м) зоны золото-сульфидно-кварцевого состава. Последние накладываются как на метасоматиты пирит-(хлорит)-альбитового состава, так и на пропилитизированные породы. Основным рудным минералом является пирит при относительно низком его содержании (1-2 об.%). В жильных зонах присутствует галенит, халькопирит, теллуриды золота и серебра, самородное золото.

По минералого-геохимическим характеристикам, а также по структурно-морфологическим особенностям локализации на месторождении выделяются два типа золотоносных образований:

1) прожилково-вкрапленные золото-сульфидные руды, сопряженные с зонами метасоматитов главной продуктивной стадии – пирит-(хлорит)-альбитового состава, определяющими масштабы золотоносности месторождения;

2) жильно-прожилковые золото-малосульфидно-кварцевые руды в поздних наложенных пирит-серицит-кварцевых метасоматитах.

Золотоносные минерализованные зоны прожилково-вкрапленных золото-сульфидных руд и рудные тела в их пределах, представляют собой крупнообъемные линзообразные линейно-изометричные штокверкоподобные тела. Штокверкоподобные тела, сопряженные с зонами развития метасоматитов главной продуктивной стадии, локализованы, главным образом, в объеме вулканогенно-осадочной толщи, в пространстве между апофизами порфиридных диоритов и пластинообразными телами кварцевых диоритовых порфиритов. Для штокверкоподобных тел характерны достаточно низкие средние содержания золота – около 1,5 г/т. Интервалы наиболее высоких содержаний золота (> 5 г/т) отвечают маломощным (до первых метров) жильно-прожилковым зонам золото-малосульфидно-кварцевого состава в поздних наложенных метасоматитах пирит-серицит-кварцевого состава [4].

Золоторудная минерализация Петропавловского месторождения отнесена автором к золото-(кварц)-сульфидному рудно-формационному (геолого-промышленному) типу золотоносных штокверкоподобных минерализованных зон, в осевых частях ко-

торых располагаются стержневые линейные жильно-прожилковые тела золото-сульфидно-кварцевого состава [5]. Вместе с тем, для месторождения установлен ряд геологических элементов, характерных для объектов “порфирического типа”. К таким элементам следует относить следующие [2]:

1) пространственная ассоциация рудных тел с телами порфирических интрузивных фаз;

2) штокверковая морфология золотоносных минерализованных зон;

3) рудно-метасоматическая зональность с телескопированием ранних относительно высокотемпературных (эпидот)-карбонат-альбитовых и пирит-(хлорит)-альбитовых, и наложенных кварц-серицитовых метасоматитов;

4) объемный характер рудно-метасоматической зональности и “рисунка” распределения рудных концентраций, определяющийся протранственным совмещением серии частных линейных кулисообразных зон;

5) присутствие жильной золото-полиметалльно-кварцевой минерализации на флангах рудоносных штокверков

Таким образом, Петропавловское месторождение является крупнообъемным золоторудным объектом золото-сульфидных прожилково-вкрапленных руд с невысокими средними содержаниями золота, характеризующееся рядом геологических элементов, позволяющих относить его к месторождениям порфирического типа.

Список литературы:

1. Викентьев И.В., Мансуров Р.Х., Трофимов А.П. Золото-сульфидное оруденение Полярного Урала: условия образования и связь с гранитоидным магматизмом // Гранитоиды: условия формирования и рудоносность. Тез. докл. Киев: Институт геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины, 2013. С. 33-35.

2. Кривцов А.И., Звездов В.С., Мигачев И.Ф., Минина О.В. Меднопорфирические месторождения. Серия: Модели месторождений благородных и цветных металлов. М.: ЦНИГРИ, 2001. 232 с.

3. Лючкин В.А., Толоконников А.В., Водоватов О.В. и др. Золоторудные месторождения Новогодненского рудного поля на Полярном Урале // Алмазы и благородные металлы Тимано-Уральского региона. Тез. докл. Сыктывкар, 2006. С. 186-189.

4. Мансуров Р.Х. Геологическое строение Петропавловского золоторудного месторождения (Полярный Урал) // Руды и металлы, 2009. №5. С. 70-74.

5. Мансуров Р.Х. Геолого-структурные условия локализации Петропавловского золоторудного месторождения (Полярный Урал): Автореф. дисс. канд. г.-м. наук. М., 2013. 22 с.

6. Soloviev S.G., Kryazhev S.G., Dvurechenskaya S.S. Geology, mineralization, stable isotope geochemistry, and fluid inclusion characteristics of the Novogodnee-Monto oxidized Au-(Cu) skarn and porphyry deposit, Polar Ural // Mineralium Deposita. 2012. V. 47. P. 1-25.

СОСТАВ И МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИИ ЗОЛОТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГУЖУМСАЙ

Р.Х. Ибрагимов

ГП «Центр дистанционное зондирование Земли и ГИС-технологии», Ташкент

e-mail: Goipov9700@mail.ru

Золоторудное месторождение Гужумсай расположено на южном склоне хребта Нуратау и входит в состав Зармитанской золоторудной зоны (ЗЗЗ) вместе с месторождениями Чармитан, Урталик и др. Вмещающими породами являются граносиениты Кошрабадского интрузива (P₁) [7].

Детальные минералогические исследования месторождений ЗЗЗ, главным образом касались месторождения Чармитан (И.Х. Хамрабаев, Э.Б. Бертман, А.И. Глотов, Е.И. Громова, Т.Э. Эшимов, М.М. Пирназаров, И.О. Хамроев, Н.С. Бортников, Р.И. Конеев и др.), непосредственно минералогий месторождения Гужумсай занимались А.И. Даутов, И.В. Королева, С.М. Колоскова, В.Д. Цой и др. [4,5,8].

Руды всех трех месторождений сформированы стандартным набором минеральных ассоциаций, характерных для золоторудных месторождений Узбекистана [6]: 1. Золото-редкометалльная (Au-W); 2. Золото-арсенопирит-пиритовая (Au-As); 3. Золото-теллуридная (Au-Te); 4. Электрум-селенидно-полисульфидная (Au-Ag); 5. Золото-антимонит-сульфоантимонидовая и Au-Hg ассоциация с киноварью. Промышленную продуктивность определяют Au-As, Au-Te, Au-Ag и Au-Sb ассоциации. Изменение соотношений ранних и поздних ассоциаций определяет развитие золотых (Au:Ag 10:1-1:1) и золото-серебряных руд (Au:Ag 1:1-1:10). Главные рудосоставляющие минералы кварц, карбонаты, шеелит, арсенопирит, пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, тетраэдрит. Сульфидность руд меняется от убого- до умеренносульфидных, преобладают малосульфидные (3-7%). Каждая из выделенных ассоциаций характеризуется строго определенным набором минералов, микро- наноминералов, установленных в руда (табл. 1.);

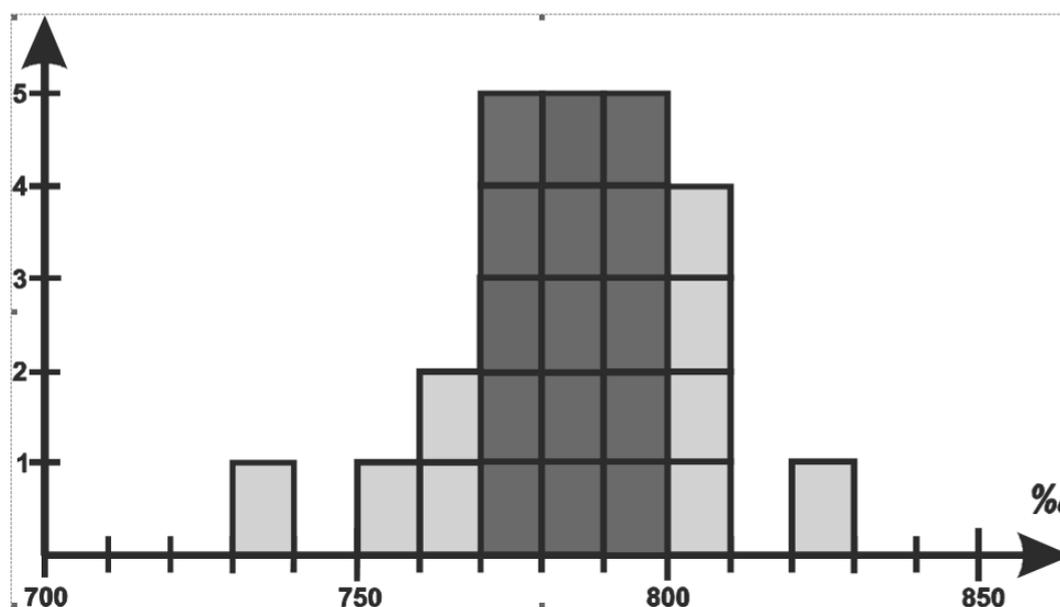


Рис. 1. Гистограмма частоты встречаемости золота определенной пробыности. Количество анализов 24.

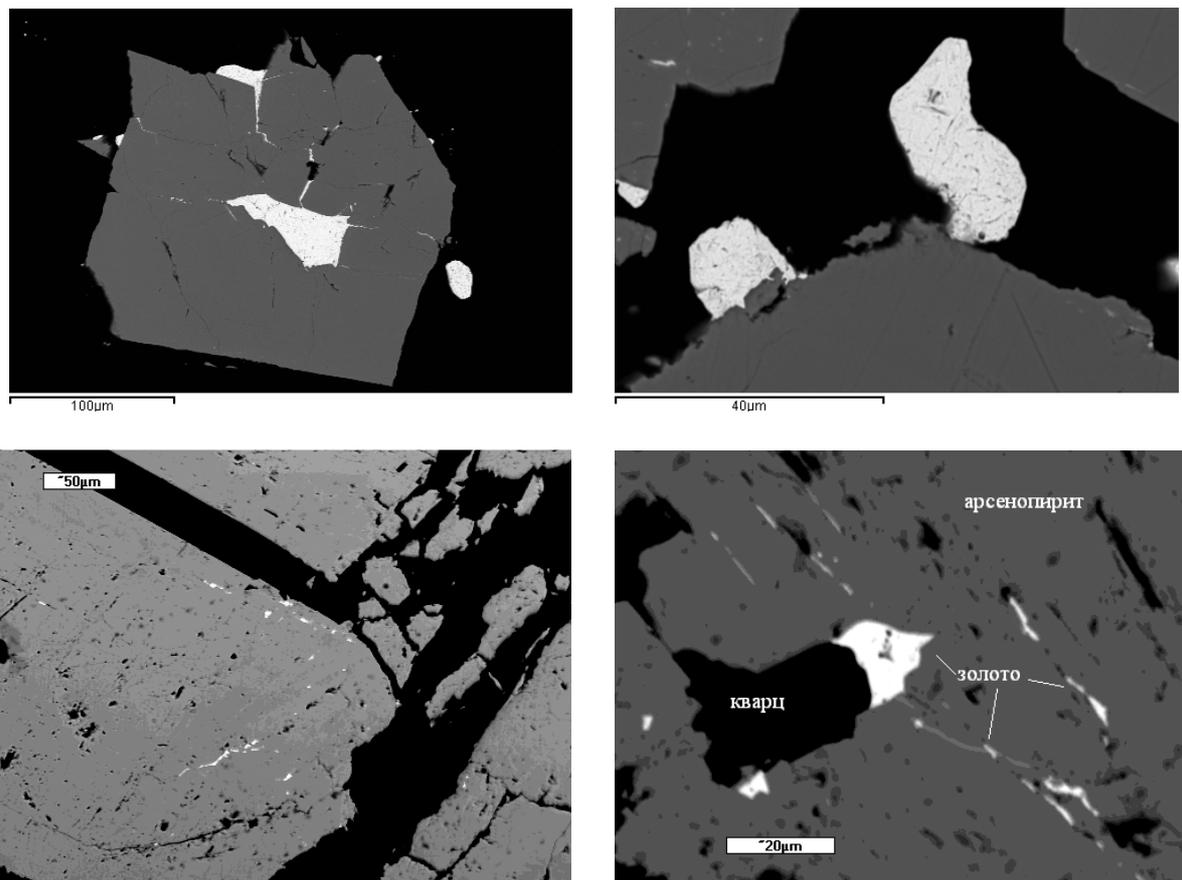


Рис. 2. Микро-наноминеральные формы выделения золота (белое) в арсенопирите (серое) и кварце (черное) месторождения Гужумсай. Изображение во вторичных электронах.

Au-W ассоциация в виде шеелита и вольфрамита проявлена в зальбандах кварцевых жил по всей зоне.

Au-As ассоциация характеризуется наличием в арсенопирите, пирите, кварце включений нанозолота, леллингита, пирротина, герсдорфита. Развита на всех месторождениях.

Au-Te отличается развитием висмутовых соединений – мальдонит, висмутин, хоробетсуит, кобеллит, хедлейит, цумоит, пильзенит, сульфоцумоит, жозеит и др., реже встречаются Au-Ag теллуриды-калаверит, петцит, гессит и др.. Более характерна для Чармитана и Урталика. Многие исследователи Чармитана отмечают ведущую роль ассоциации в балансе промышленного золота [2,8].

Au-Ag минерализация представлена электрумом, кюстелитом, науманнитом, акантитом, фрейбергитом, пираргиритом, стефанитом и другими сульфосолями Ag. Установлена на Чармитане и Гужумсае.

Au-Sb ассоциация представлена очень широко на Гужумсае и Чармитане – ауристибит, буланжерит, джемсонит, цинкениит, гудмундит, овихиит, андорит и другие сульфоантимониды.

Au-Hg минерализация проявлена в виде киновари и повышенной ртутности руд.

Изучение состава золота месторождения Гужумсай на электронно-зондовом микроанализаторе Jeol JXA Superprobe 8800R (аналитик Ким М.А.) показало, что состав его меняется от 730‰ до 830‰ (рис. 1). Максимальная встречаемость приходится на значения 770‰-800‰. Матрицей являются арсенопирит, пирит, кварц, реже

другие минералы. Среди примесей As, Fe, Bi, Te, Cu, Sb, Pb, их набор зависит от состава ассоциаций золота. По данным С.М. Колосковой [4] пробность золота на Гужумсае варьирует в пределах 550-860‰. Она же отмечает, что 52% золотин имеют размер 0,005-0,009 мм, 32%-0,01-0,04%, т.е. преимущественно золото микроминеральной формы от 40 до 5 мкм. Нами в арсенопирите отмечались и наноминеральные формы размером менее 1 мкм (рис. 2). По данным Е.И. Громовой и др. [2] на Чармитане пробность золота меняется в пределах 400-1000‰. Преобладает золото высокой, более 850‰ и средней (700-850‰) пробности. Золото высокой пробы характерно для золото-висмут-теллуридной ассоциации. Здесь же установлен мальдонит (Au₂Bi). Золото из антимонит-сульфоантимонидной ассоциации имеет среднюю пробность (770-820‰). В рудах месторождения Гужумсай эта ассоциация развита шире чем висмут-теллуридная.

Таблица 1.

Микро-наноминеральный состав руд месторождений Зармитанской золото-рудной зоны.

Самородные, интерметаллиды	Сульфиды, сульфосоли		Теллуриды, селенеиды
Золото	Молибденит	Джемсонит	Хедлейит
Электрум	Висмутин	Цинкениит	Цумоит
Кюстелит	Антимонит	Семсейит	Пильзенит
Мальдонит	Акантит	Овихиит	Теллуровисмутит
Ауростибит	Герсдорфит	Андорит	Сульфоцумоит
Bi, Te, Ag	Хоробетсуит	Фрейслебенит	Жозеит В
	Кобеллит	Фрейбергит	Тетрадимит
	Матильдит	Пираргирит	Те-канфильдит
	Бертьерит	Стефанит	Калаверит
	Гудмундит	Миаргирит	Петцит
	Менегенит	Полибазит	Гессит
	Буланжерит	Прустит	Науманнит
			Фаза Pb-Bi-Sb-Se

Примечание: Таблица составлена с использованием данных [1,2,4,5,6]

Месторождение Гужумсай, расположенное на западе ЗЗЗ, формировалось в менее глубинных условиях, чем Урталик и Чармитан, и Зармитанская золоторудная зона, видимо, погружается на юго-восток. В целом, месторождения по условиям формирования занимают промежуточное положение между Кызылкумским гипабиссальным и Кураминским близповерхностным рудными районами. Несмотря на разную среду рудоотложения (сланцы-граносиениты) руды месторождений ЗЗЗ по своим минералого-геохимическим особенностям идентичны рудам месторождений Кызылкумского рудного района – Мурунтау, Мютенбай.

Список литературы:

1. **Бортников Н.С., Прохофьев В.Ю., Раздолина Н.В.** Генезис золото-кварцевого месторождения Чармитан (Узбекистан) // Геология рудных месторождений, 1996, т.38, N3, с.238-257.
2. **Глотов А.М., Громова Е.И., Фомин Д.П.** Парагенетические минеральные ассоциации и стадийность процесса образования руд месторождения Чармитан // Записки Узб. Отд. ВМО, 1980, N33, с.8-11.

3. **Громова Е.И., Глотов А.М., Завьялова Л.Л. и др..** Состав самородного золота Чармитанского месторождения // Записки Узб. Отд. ВМО, 1976, N29, с.16-19.
4. **Колоскова С.М.** Минералого-геохимические особенности руд глубоких горизонтов и зональность золоторудного месторождения Гужумсай //Геология и минеральные ресурсы, 2011, N4, с.9-15.
5. **Королева И.В., Цой В.Д., Хамроев И.О.** Парагенетические минеральные ассоциации и стадийность минералообразования на золото-серебряном месторождении Гужумсай // Проблемы рудных месторождений и повышение эффективности геологоразведочных работ, Ташкент:ИМР, 2003, с.351-354.
6. **Конеев Р.И., Халматов Р.А.** Минералого-геохимические особенности и геологическая позиция месторождений золота в рудных районах Узбекистана // Вестник НУУз, 2012, N2/1, с.48-52.
7. Рудные месторождения Узбекистана: Ташкент: ГИДРОИНГЕО, ред. Н.А. Ахмедов 2001, 601с.
8. **Хамроев И.О.** Многофакторная модель золоторудных месторождений Чармитанского рудного поля // Руды и металлы, 2007, N5,с.68-77.

ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЯШМ ОРСКО- ГАЙСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ

А.В. Колмоец

Оренбургский государственный университет, Оренбург

e-mail: kolomoyets56@mail.ru

Яшма – кремнистая горная порода, состоит в основном из кварца, халцедона и большого количества примесей различных элементов. Сейчас используется как декоративный и поделочный камень, который обладает признаком, указывающим на скрытое проявление колчеданных руд.

Каскад месторождений яшмового пояса Урала протягивается от города Учалы в Челябинской области до южных отрогов Мугоджар в Казахстане. Но самые уникальные по цветовой гамме промышленные месторождения находятся в Оренбургской области. Это знаменитая на весь мир гора Полковник под г. Орском и Калиновское месторождение у г. Гая.

В Оренбургской части этого пояса прослеживаются вулканогенно-осадочные толщи, сложенные различными по составу вулканитами, углисто-кремнистыми сланцами и яшмовидными породами с многочисленными линзами и прослоями яшмы над продуктивными отложениями живетского яруса баймак-бурибаевской свиты, к которым приурочены колчеданные месторождения. Среди яшмовидных отложений в колчеданосных районах Южного Урала известны также джаспериты, госсаниты и умбриты [1]. Они различаются по текстурно-структурным особенностям, минеральному составу, положению в разрезе относительно рудных залежей и пространственно-возрастными соотношениями с колчеданными рудами, состоят, главным образом, из оксидов и гидроксидов железа (гематит, гетит), кварца, карбонатов, смешаннослойных силикатов и хлорита, редко в их составе отмечаются марганцевые и сульфидные минералы.

Отражены результаты исследований по геологической позиции, строению и вещественному составу кремнисто-железистых пород Узельгинского колчеданосного поля. Здесь авторы, в частности, выделяют заметные по масштабам распространения и разнообразию кремнисто-железистые породы, ассоциирующие с известняками и гиалокластитами . [2]. В одних случаях они образуют седиментационные ореолы вокруг рудных тел колчеданных месторождений, в других – залегают вне связи с колчеданными залежами. Такие отложения локализуются на трех литостратиграфических уровнях в разрезе карамалыташского комплекса эйфельского возраста (D2kr). На примере Узельгинского рудного поля установлено пространственное совмещение в плане яшмовидных пород и других кремнисто-железистых образований с залегающими полями распространения сульфидных залежей. Выявленная закономерность позволяет рассматривать яшмоиды как признак наличия на более глубоких горизонтах колчеданных руд.

Вулканогенно-осадочные породы, содержащие яшмы, присутствуют в надрудной толще на колчеданных месторождениях области, а также на флангах залежей [3]. Отчетливо такая закономерность намечается для Орско-Гайской колчеданосной зоны.

Яшмы этого района связаны с породами улутауской свиты. Здесь встречаются многочисленные покровы диабазов и диабазовых порфиритов, контролирующиеся разломами меридионального простирания. При размыве кор выветривания и переме-

щении обломочного материала яшмы быстро измельчаются. Чаще всего они встречаются в виде сплошных масс.

Выходы свиты образуют меридионально-вытянутую полосу, расположенную вдоль восточной границы месторождения, представлены они в нижней пачке полосчатыми яшмовидными кремнями, кремнистыми алевролитами, иногда мелко и среднезернистыми песчаниками. Нередко среди полосчатых яшмовидных пород отмечается прослой до 10 см марганцевых руд и сами породы значительно омарганцованы.

Сургучно-красные яшмы на месторождении развиты вдоль контактов с диабазами, прорывающими отложения улутауской свиты. С удалением от контакта яшмы сменяются ленточными фиолетово- и зеленовато-серого цвета. Мощность пород составляет 30-70 м. Многочисленные крупные ксенолиты кремнистых пород в диабазах преобразованы в высокодекоративные пестроцветные яшмы.

В районе габбро-диабазы широко распространены. Промышленное значение на месторождении г. Полковник имеют яшмовые тела, находящиеся в древней коре выветривания диабазов. Площадь развития коры выветривания приурочена к краевой части Орской депрессии и прослеживается по простиранию на 2 км в северо-западном направлении в виде полосы шириной до 0,6 км.

На северо-западе и с севера востока площадь развития коры выветривания диабазов ограничивается выходами отложений улутауской свиты запада и юга породы палеозойского фундамента и коры выветривания перекрыты юрскими континентальными осадками.

В плане граница имеет плавно извилистую форму, иногда осложненную выступами коренных пород улутауской свиты и диабазами.

Орский диабазовый массив относится к комплексу позднеживетских диабазов и является самым крупным в Калиновской зоне разломов. Массив сопровождается серией дайк и штокообразных апофиз, соединяющих на глубине. Кровля его весьма неровная, изобилует многочисленными карманами и западинами, выполненными отложениями улутауской свиты. Последние представляют собой на площади месторождения породы кровли Орского массива. Восточная граница массива расположена на северо-восточном склоне возвышенности г. Полковник, примерно в 1 км восточнее месторождения. Судя по характеру гравиметрового поля восточный контакт массива субвертикальный. Минеральный состав характеризуется постоянством. Из основных минералов, в основном, плагиоклаз и моноклинный пироксен; второстепенные минералы представлены эпидотом, хлоритом, кварцем; апатитом, сфеном и титаномагнетитом.

В диабазах широко проявлены эпидотизация, хлоритизация и кварцевание. Эпидот образует псевдоморфозы по плагиоклазу и пироксену, а также встречается в виде идиоморфных зерен и их накоплений (фоновая эпидотизация) или в тонких прожилках эпидотового состава (наложенная эпидотизация). Хлориты также встречаются в двух формах. Бледно-зеленый, почти изотропный, хлорит образует псевдоморфозы по пироксену и широко развит по плоскостям спайности в плагиоклазах, иногда образует ксеноморфные скопления между лейстами плагиоклаза. Желтовато-зеленый хлорит с аномальной золотисто-зеленой окраской (более железистой) образует пятна, прожилки и распределяется в породе крайне неравномерно. Окварцевание наблюдается в виде пятнистых мелких зерен кварца или халцедона, реже в виде кварцевого или кварц-эпидотового состава. Характерной чертой диабазов Орского массива является их трещиноватость, обусловленная тектоникой. Крупные тектонические нарушения в районе месторождения не зафиксированы. Наряду с этим в станках траншей и

добычного карьера наблюдается микронарушения различной ориентировки, имеющие небольшую протяженность и малую амплитуду смещения. Обычно к ним приурочены кварцевые и кварц-эпидотовые прожилки.

В диабазах на отдельных участках широко развита шаровая или скорлуповатая отдельность с диаметром шаров до 25-30 см, реже наблюдается столбчатая отдельность, ориентированная субвертикально. На юго-западном склоне г. Полковник диабазы перекрыты чехлом коры выветривания. Она содержит глыбы яшмопродуктивной толщи месторождения. В разрезе кора выветривания имеет четкую верхнюю геологическую границу- подошва четвертичных отложений.

Список литературы

1. **Контарь Е.С.** Геолого-промышленные типы месторождений меди, цинка, свинца на Урале / Уральский государственный горный университет. Екатеринбург, 2013. с. 137
2. **Масленников В.В.** Кремнисто-железистые породы Узельгинского колчеданосного поля (Южный Урал). / В.В. Масленников [и др.]// Литосфера, 2007, № 2, с. 106-129
3. **Теленков О.С., Масленников В.В.** Автоматизированная экспертная система типизации кремнистожелезистых отложений палеогидротермальных полей Южного Урала. Миасс: ИМин УрО РАН

5. Геология нефти и газа

НАФТЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ С УГЛОВЫМ МАГНИТНЫМ МОМЕНТОМ

М.И. Антипина, Д.С. Дегтярев

Тюменский индустриальный университет, Тюмень

e-mail: 79224779563@yandex.ru

Сеноманские нефти Тюменской области являются аналогом известной нефти Нафталанского месторождения в Азербайджане, которую используют для лечения заболеваний в течении 3 тыс. лет. В Азербайджане нафталанская нефть почти вся выработана. Залежи ее не учтены в Государственном балансе из-за их очень малых запасов. Сейчас нефть добывается в 19 скважинах с дебитом 20 литров в сутки при обводненности 84%. В Тюменской области открыта подобная нафтеносная нефть в 8 месторождениях с запасами более 2 млрд. тонн.

При сравнении нефтей Нафталанского в Азербайджане, Ван-Еганского и Русского месторождений в Тюменской области по хроматограммам и по хроматомасспектрам отмечается сходство. То есть по химическому составу нефти Русского и Ван-Еганского месторождений идентичны Нафталанской нефти (рис.1)

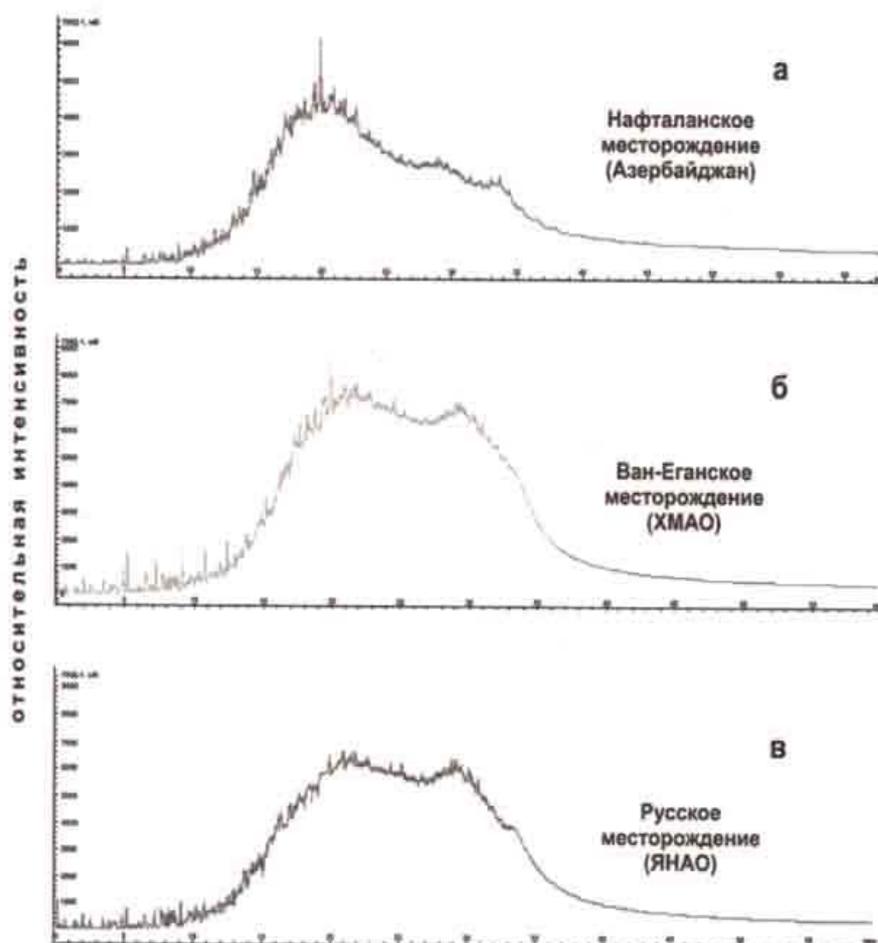


Рис.1. Сравнительный анализ хроматограмм нефтей месторождений:
а – Нафталанского; б – Ван-Еганского; в – Русского (метод имитированной дистилляции)

В соответствии с действующим регламентом Минздрава РФ проведены исследования свойств мухах *Drosophila melanogaster* и сирийского хомячка *Mesocricetus auratus* и сравнение нафталанской с нефтями из сеноманских отложений Русского и Ван-Еганского месторождений. По смертности и рождаемости дрозофил лучшие результаты имеются по нафталанской нефти, а по содержанию каротиноидов, способствующих жизнедеятельности, наилучшие результаты имеют нефти Русского месторождения, а нефти из месторождения Нафталан и Ван-Еган имеют одинаковые показания. При исследовании бальнеологических свойств по 20-градусным фракциям нефти Русского месторождения по фракциям P₃-P₄ по проценту смертности дрозофил имеют одинаковые показатели, а по фракциям P₅-P₇ – нефть Русского месторождения почти в 2 раза лучше Нафталанской. По плодовитости по фракциям P₄-P₆ свойства нефтей одинаковы, а по фракциям P₇ нефть Русского месторождения лучше нафталанской. По исследованию бальнеологических свойств Русского и Нафталанского месторождений на хомяках по содержанию лейкоцитов и чисел атомов углерода в них оба типа нефтей имеют почти одинаковое влияние. По заживлению резаных ран оба типа нефтей имеют одинаковые свойства.

Из-за уникальных бальнеологических свойств линиманты (осветленная нефть) нафталанской нефти в различных модификациях на рынках сбыта оценивается в размере 2,5 доллара за 1 грамм.

Нефти из сеноманских отложений Тюменской области могут иметь близкую цену – 1 баррель осветленных фракций может быть оценен в 150 тыс. долларов США – в 3 тыс. дороже обычной товарной нефти Urals. Но пока в России 1 т. этой нефти продают за 20-30 долларов США или используют как мазут или для асфальтирования дорог.

Практически ни в России, ни в целом по всему миру не обращают внимание на качество конденсатов в газовых и газоконденсатных залежах. Конденсаты в газовых залежах сеноманских отложений имеют нафтеновую основу и содержат до 6% адамантанов при среднем содержании их в нефтях мира 0,013% (рис.2)

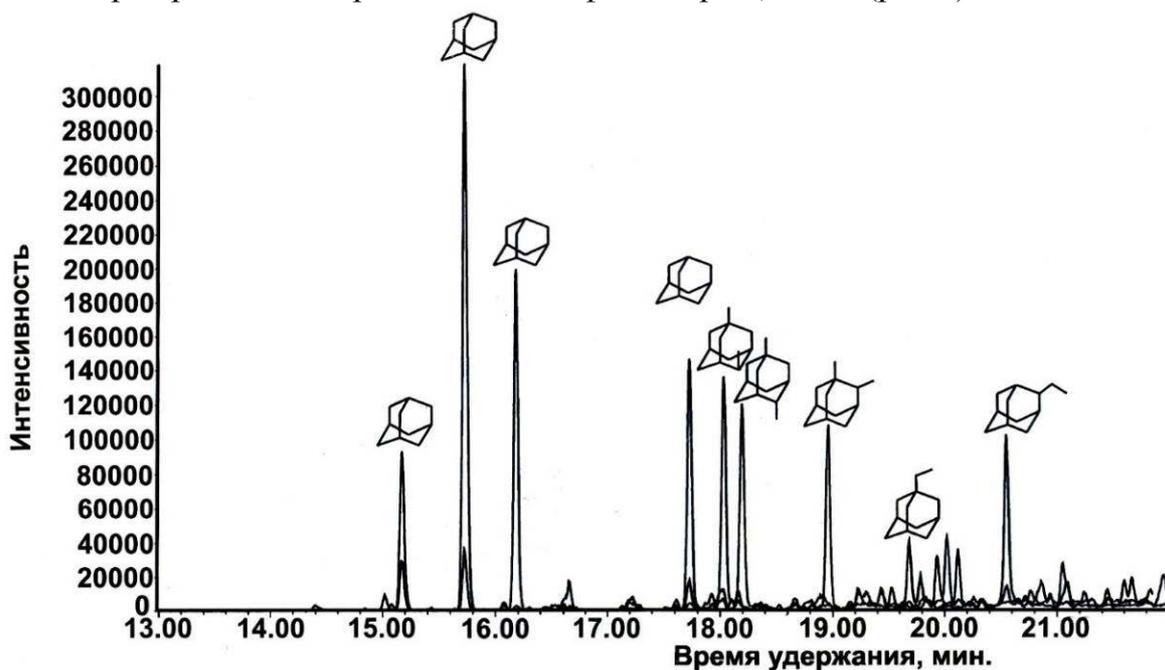


Рис. 2. Хроматомасспектрограммы и адамантаны конденсатов газовых залежей из сеноманских отложений ЯНАО (Пангодинское месторождение)

Обзор литературы показал, что расширяется использование углеводородов алмазоподобного строения в различных отраслях промышленности – нанотехнологиях, производстве лекарств, смазочных материалов, полимеров с особыми свойствами и др.

Поэтому в Тюменской области и Крыму необходимо построить ряд лечебных комплексов со специальными грязелечебницами с использованием бальнеологических нефтей и конденсатов, а также создать при нефтеперерабатывающих заводах самостоятельные цеха для переработки нефтяных нефтей и конденсатов с целью производства лекарственных препаратов и высокопрочных наноразмерных пленок [1].

Список литературы:

1. **Нестеров И.И.** Перечень инновационных технологий, в том числе прорывных технологий, не имеющих аналогов за рубежом. Тюмень, 2015. – 73с.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ХАРАКТЕРА НАСЫЩЕНИЯ СЛОЖНООРГАНИЗОВАННОЙ ЗАЛЕЖИ УВ НА СЕВЕРЕ ЛУ ПРИОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С.П. Михайлов, Н.О. Новиков

ООО «РН-УфаНИПИнефть», г.Уфа

e-mail: mikhaylovsp@ufanipi.ru, novikovno@ufanipi.ru

ВВЕДЕНИЕ

Перспективы прироста запасов углеводородов (УВ) связываются с приобщением залежей низкопроницаемых коллекторов. К ним относятся краевые зоны с повышенной глинизацией высокорасчлененных коллекторов (с ухудшенными ФЕС и с неясным насыщением). Для поддержания текущего уровня добычи необходимо продолжать бурение в краевых (малоизученных) зонах. Краевые участки могут отличаться от центральных зон месторождения и скорее всего, требуют создания адресной петрофизической модели. Построение достоверной петрофизической модели коллектора сопряжено с некоторыми трудностями, обусловленными, прежде всего, низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) матрицы, многокомпонентным составом и значительной неоднородностью пород, протяженными зонами переходного насыщения, неопределенностью в значении минерализации пластовой воды.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На момент проведения подсчета запасов УВ в 2***г. информация о залежи была минимальная: сейсмосьемки и эксплуатационного бурения не было. Была разбурена только редкая сетка разведочных скважин, около половины которых по результатам опробования не дали притоков жидкости.

Так как во всех разведочных скважинах были испытания без гидроразрыва пласта (ГРП), в 2012-2013 гг. решили провести переиспытания некоторых скважин с ГРП, с целью оценки добычного потенциала и последующего разбуривания данных областей. Для этого были выбраны 4 скважины: 1Р, 2Р, 3Р, 4Р.

После переиспытания данных разведочных скважин с ГРП был получен водо-нефтяной приток, причем процент обводнения колебался в широких пределах (от 19 до 80 %).

Скважины испытывались в зоне ранее не затронутой разработкой и удаленной от эксплуатируемых залежей на расстояние более 5 км. На основании анализа немногочисленного материала было предположено существование зависимости характера и степени насыщения коллектора от структурного фактора.

Для расчетов и модельных построений было решено использовать модель насыщения по J-функции. Коэффициенты были взяты из экспериментов (капиллярометрия, параметры функции Леверетта) проведенных на керне, отобранном непосредственно из пласта. Путем перебора уровня ЗСВ и построения кросс-плотов, по сопоставлению модельных и фактических данных была подобрана функция, описывающая максимально точно характер распределения фактических данных. Найденная функция использовалась для расчета изменения нефтенасыщения. Также был проведен пересчет параметра нефтенасыщенности с привлечением гидродинамической модели и данных работы скважин. При этом расхождение, полученных K_n , с принятыми на момент подсчета запасов 2*** года достигало величины 20%.

На основании сейсмических данных, которые появились в 2012 году, были установлены достаточно четкие границы «северной» залежи.

На начало 2015 года началось активное разбуривание изучаемой области и первые результаты, полученные по данным работы скважин, подтвердили не предельную насыщенность данной зоны месторождения. Некоторые скважины запустились с обводненностью порядка 90-98%. Карта нефтенасыщенности полученная по J-функции требовала корректировки, вопрос определения коэффициента нефтенасыщения коллекторов залежи стал решающим при планировании бурения (рейтинг бурения 2016 года).

Мероприятия, направленные на уточнение петрофизической модели залежи (адресный подход), состояли из следующих шагов:

1. уточнение геологического строения.
2. анализ результатов работы эксплуатационных скважин
3. выявления закономерностей связи геофизической информации с характером насыщения коллекторов:

3.1. отбор «изолированного» керна с последующим определением типа и характера насыщения;

3.2. отбор проб пластовых вод из эксплуатационных скважин с большим процентом обводнения с целью уточнения минерализации;

3.3. анализ структурного фактора;

Определение граничных значений сопротивлений

Самым надежным способом оценки характера насыщенности является испытание изучаемых пластов. По данным первичных испытаний в разведочных скважинах в пласте были получены либо притоки безводной нефти, либо притока жидкости не было («сухо») (таблица 1).

Таблица 1.

Результаты испытаний скважин

№ скв.	Первичные испытания			Переиспытания			
	Интервал, м	Qн, т/сут	«сухой»	Интервал, м	Qн, т/сут	Qж, т/сут	Обв,%
1P	2821-2825		«сухой»	2645-2665	61	89	
2P	2710-2764	7.8		2716-2756	32	66	
3P	2700-2764	2.1		2700-2748	21	57	
4P	2665-2811		«сухой»	2721-2734	12	72	
5P	2778-2810		«сухой»				
6P	2681-2691 2725-2735		«сухой»				
7P	2790-2813	2		эксплуатационная скважина пробурена в 100 метрах севернее 7P, обводнённость составила 98%			

Таким образом установить критическое сопротивление по сопоставлению сопротивления и относительному параметру ПС или двойному разностному параметру ГК в пласте не представляется возможным.

Сопоставление материалов ГИС с результатами работы скважин:

Явной зависимости мы не получили, потому что при одном и том же сопротивлении у нас встречаются скважины с разной обводненностью, как с притоками почти чистой нефти, так и с 60-80% обводнения.

Использование данных капилляриметрических исследований

Получаемые при петрофизических исследованиях кривые капиллярного давления перестраиваются в кривые относительной фазовой проницаемости, с использованием формул Бурдайна. Далее, используя уравнение движения фаз в двухфазном по-

токе, определяются критические значения водонасыщенности соответствующие уровню безводного потока и уровню ВНК [1].

В результате решения обратной задачи обнаружили, что практически все коллектора, как давшие приток чистой нефти, нефти с водой, а так же воды с пленкой нефти, попадают в одну нефтеводонасыщенную зону. Это еще раз подчеркивает сложное строение и неоднозначную характеристику объекта исследований и говорит о том, что данная методика не позволяет разделять пропластки на нефтенасыщенные и водонасыщенные.

Структурный фактор

Анализ структурного фактора не выявил четких зависимостей распределения насыщения от абсолютной отметки. Коллектора в скважинах, работающих с низким процентом обводнения и скважинах, работающих чистой водой, находятся на одних и тех же абсолютных отметках. Использовать J-функцию для определения насыщения невозможно.

Минерализации пластовых вод и влияния их на сопротивление

Анализируя запускные параметры и характер распределения удельного сопротивления в скважинах «северной» залежи, была выявлена следующая закономерность: при одном и том же уровне удельного сопротивления (порядка 10 Ом) процент обводнения скважин может существенно отличаться:

Характерным примером служат две, недалеко расположенные друг от друга скважины, работающие с критичной разницей в обводнённости продукции. Первая скважина запустилась с обводнением - 14 %, соседняя – 98%.

Методы электрометрии не позволяют разделить коллектора по характеру насыщенности. Это явление может быть связано с характером минерализации пластовых вод. Результаты лабораторных исследований водной вытяжки кернового материала изучаемого пласта (отобран по технологии «изолированного керна») показали минерализацию 7-8 г/л. Одновременно был назначен ежедневный пробоотбор пластовой жидкости из эксплуатационных скважин с высокой долей обводнённости продукции (70-98%). Проводился 6-компонентный анализ отобранных проб, строились графики изменения компонентного состава и общей минерализации во времени. Анализируя изменения показаний, был выявлен момент выхода на стабильные и постоянные характеристики, соответствующие пластовым показателям (минерализация составила 7-9 г/л).

Гипотеза о блоковом строении

Применение структурного фактора (J-функция) и петрофизических методик не позволяют определить характерное истинное насыщение пласта.

В ходе поиска альтернативного подхода была проанализирована работа скважин (запускные параметры и характер работы), в результате отмечен факт «группирования» скважин на несколько областей.

Фациальный и литологический анализ не выявил разобщения залежи флюидопорами (глинистыми пачками), это могло бы объяснить разный характер насыщения коллекторов залегающих на одинаковых абсолютных отметках. По генезису, мы имеем дело с залежью образованной многочисленными конусами выноса, которые перемывали друг друга и формировали единую залежь.

Анализируя сейсмические материалы (карты когерентности, временные разрезы) были отмечены, выделены пликативные нарушения (флексурные перегибы). Предположительно, по осевым частям складчатых образований (развитие микротрещин) могли поступать насыщенные карбонатами растворы, либо в зонах повышенных напряжений песчано-глинистый материал мог уплотняться и образовывать непроницаемые экраны. Области развития флексурных перегибов были протрассированы на временных сейсмо-слайсах и легли в основу каркасной модели блоков. Эти построения хорошо согласуются с данными работы скважин (Рис. 1).

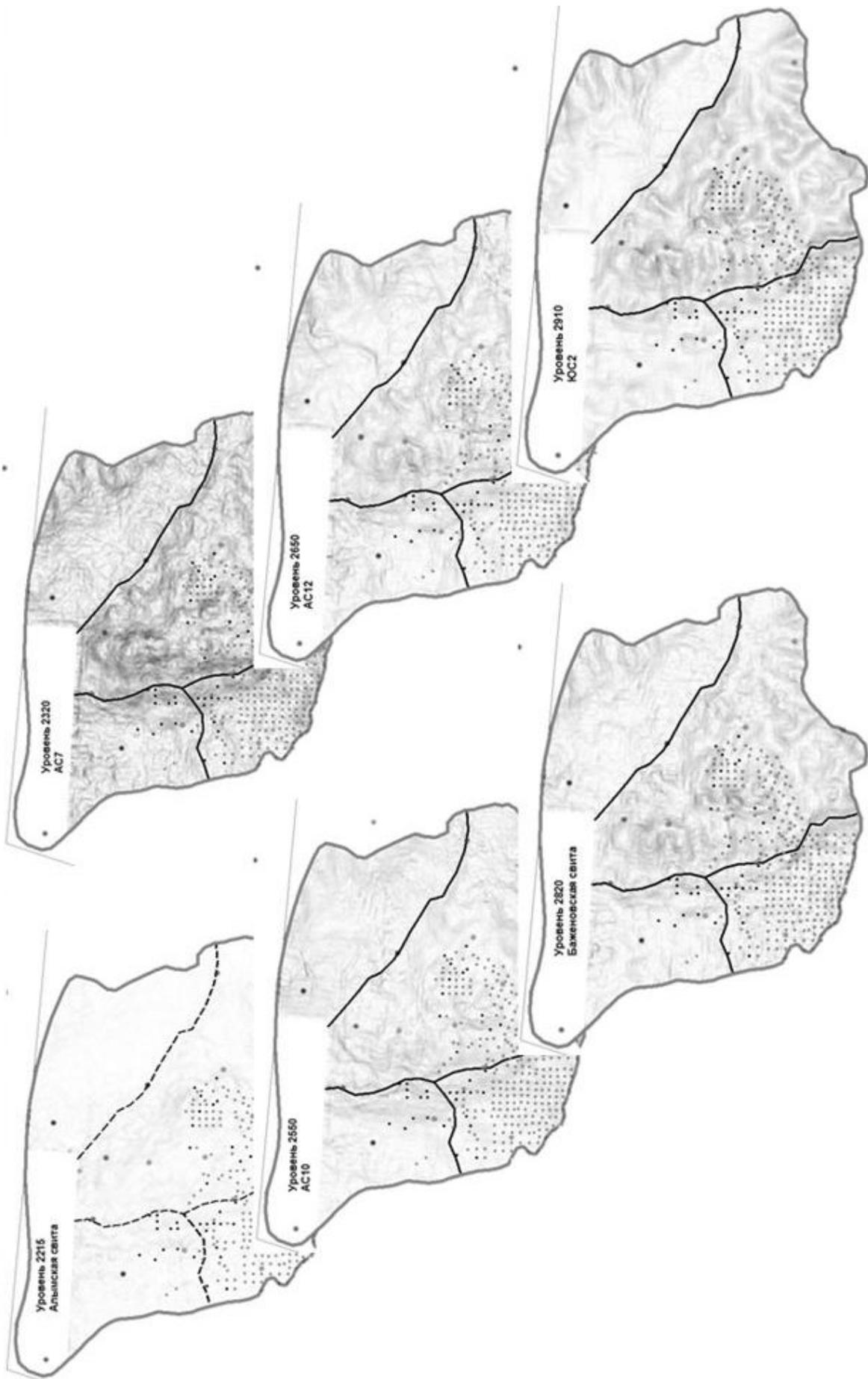


Рис. 1. Блоки, выделенные в пределах «северной» залежи

Предполагается, что внутри каждого блока насыщение определяется своей, характерной J-функцией. Дополнительно, на характер притока может оказывать влияние фильность/фобность вмещающих пород.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выходе в краевые зоны, отличающиеся условиями осадконакопления, пользоваться одной петрофизической моделью для определения насыщения коллекторов не представляется возможным.

Проблемы с определением насыщения по электрическим методам могут быть связаны с разной (контрастной) минерализацией пластовой воды. В традиционной модели закладывалось видение 16-20 г/л. По результатам отбора проб пластового флюида минерализация составила около 7-9 г/л.

Привлекая анализ работы скважин, рекомендуется проверять скважины на возможность группировки по одинаковым условиям работы (характер обводнённости, средний дебит и темп падения).

Для каждого выделенного блока (привлекая данные геологии и сеймики) рекомендуется создать оптимальную петрофизическую модель, учитывающую все особенности геологического строения (своё «зеркало воды» для каждого блока).

При определении параметров сложно-построенных залежей использовать традиционные методы не всегда целесообразно, рекомендуется комплексный подход, объединяющий различные области знания (петрофизика, геология, сеймика, разработка).

Список литературы:

1. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. Под редакцией Н.И. Петерсилье, В.И. Пороскуна, Г.Г. Яценко. – Москва – Тверь: ВНИГНИ, НПЦ «Тверьгеофизика», 2003.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ БАШКИРСКО-СЕРПУХОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ, ВСКРЫТЫХ СКВАЖИНОЙ 4607 ТАТЫШЛИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Л.Ф. Ахметова, Е.А. Крылова, Е.Н. Савельева, О.Б. Дьяконова
ООО «БашНИПИнефть», г. Уфа

На Татышлинском нефтяном месторождении, расположенном в краевой части Башкирского свода, была пробурена новая скважина 4607 в отложениях серпуховского и башкирского ярусов. Поскольку представительность кернового материала по серпуховским отложениям довольно низкая, изучение кернового материала скважины позволили дополнить представления по литологии данных отложений. В ходе работы было проведено макро- и микроописание кернового материала, выполнено стратиграфическое расчленение башкирско-серпуховских отложений.

В башкирских отложениях были описаны известняки органогенные, участками водорослевые, с частыми раковинами брахиопод; в серпуховских отложениях - известняки органогенно-детритовые, перекристаллизованные, окремнелые, с частыми обломками мшанок и пластинками иглокожих. Подошва башкирского яруса проходит по маломощному прослою аргиллита.

Изучение шлифов под микроскопом позволило выделить 9 литологических типов в башкирско-серпуховских отложениях. Ниже приводится характеристика выделенных литотипов.

1. Известняк обломочный переотложенный с частыми органическими остатками (рис.1)

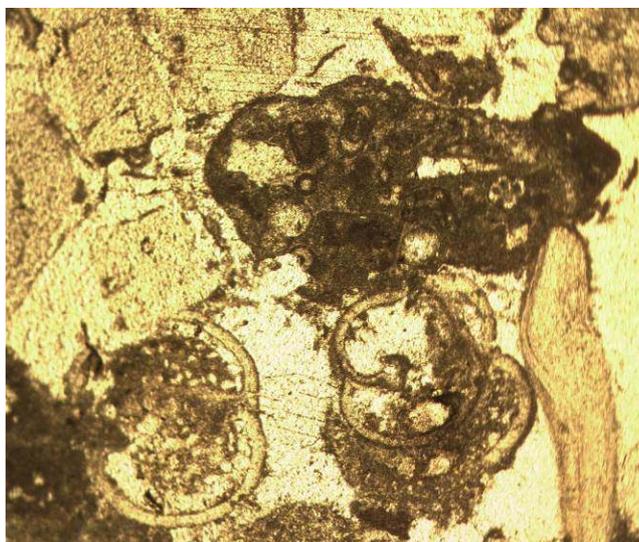


Рис.1 Литокласт органогенного известняка и органические остатки с выключенным анализатором (размер изображения 2 мм)

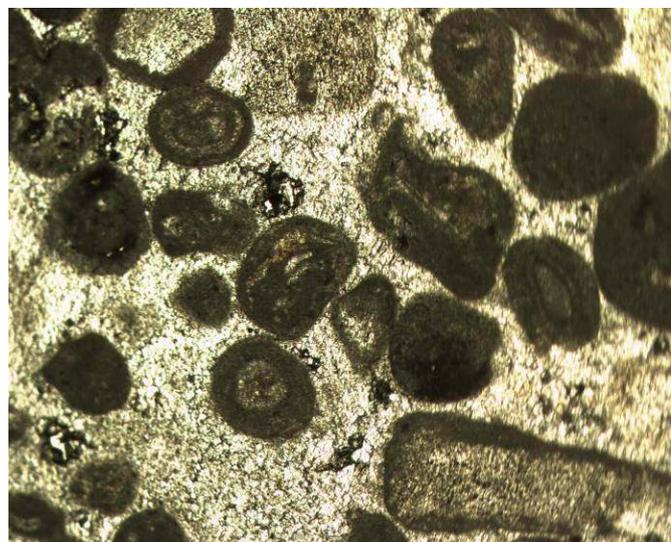


Рис.2 Оолитовые образования в органогенном известняке с выключенным анализатором (размер изображения 2 мм)

Литокласты представлены органогенным известняком. Класты известняка, неправильной, овальной формы размером до 1,5 мм сконцентрированы по всей площади шлифа и занимают 10-15 % его площади. Соотношение биогенной части и кристаллически-зернистого кальцита 70-75%/25-30%. Структура основной массы пере-

кристаллизованного кальцита мелкокристаллическая, биогенной части – средне-, крупнокристаллическая. Текстура массивная. Большая часть органики представлена детритом криноидей, мшанок, реже водорослей, остракод, раковин брахиопод размером до 3 мм, а также раковинами фораминифер чаще хорошей сохранности размером до 2,1 мм. Морфология зерен средне-, крупнокристаллического кальцита – гипидиоморфная, редких зерен доломита – идиоморфная. Вторичные постдиагенетические изменения – перекристаллизация породы, доломитизация (до 1%). Видимое пустотное пространство незначительно, представлено изолированными порами размером до 0,1 мм, распределенными неравномерно.

2. Известняк органогенный с оолитовыми образованиями, с гнездовидными участками перекристаллизации (рис.2)

Соотношение биогенной части и кристаллически-зернистого кальцита 60-75%/25-40%. Оолитовые образования распределены равномерно. Структура кальцита от мелко-, среднекристаллического до крупнокристаллического. Текстура массивная, местами пятнистая за счет гнездовидных участков перекристаллизации кальцита. Органические остатки в шлифе измененные, очень плохой сохранности, окатанные. Из остатков различимы раковины фораминифер, членики криноидей. Морфология зерен кальцита ксеноморфная. Вторичные изменения – гнездовидная перекристаллизация породы, редко отмечается замещение зерен кальцита ангидритом. Пустотное пространство представлено межформенными овальными пустотами, редкими внутриформенными округлыми пустотами размером до 0,15 мм.

3. Известняк микрокристаллический окремнелый с органогенным детритом (рис.3)



Рис.3 Окремнение органического остатка с включенным анализатором (размер изображения 2 мм)

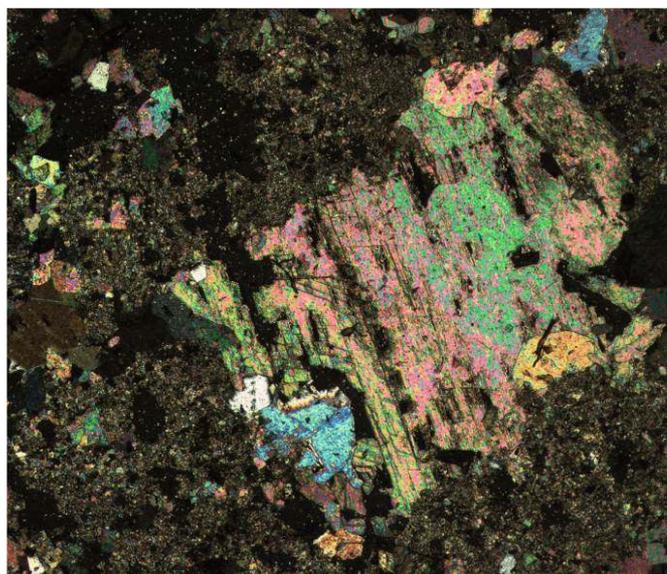


Рис. 4 Шестоватые, пластинчатые агрегаты ангидрита в сульфатизированном известняке с включенным анализатором (размер изображения 2 мм)

Окремнение составляет ~40-50% площади породы в шлифе. Структура кальцита от микро- до мелкокристаллического, кремнистого материала – до мелкокристаллической. Текстура массивная, неоднородная. Органические остатки преимущественно

средней степени и плохой сохранности, распределены в шлифе неравномерно (в целом составляют 10-13% породы), представлены в основном обломками мшанок, члениками криноидей, детритом раковин брахиопод и неопределимыми обломками размером до 1,3 мм и единичными раковинами фораминифер размером до 0,34 мм. Морфология зерен кальцита основной массы из-за мельчайших размеров не устанавливается. Вторичные постдиагенетические изменения – окремнение, перекристаллизация органических остатков. Открытое пустотное пространство не устанавливается.

4. Известняк сульфатизированный, перекристаллизованный с малочисленным органогенным детритом (рис.4)

Структура кальцита до мелкокристаллического, ангидрита – средне-, крупнокристаллического. Органические остатки очень плохой сохранности, распределены в шлифе неравномерно (в целом составляют около 15% породы), представлены детритом мшанок, криноидей, раковин остракод, неопределимыми обломками размером до 1,4 мм. Морфология зерен кальцита основной массы из-за плохой реликтовой сохранности не устанавливается, зерен ангидрита – шестоватые, пластинчатые агрегаты. Вторичные постдиагенетические изменения – сульфатизация (~7-8%), перекристаллизация по органическим остаткам, окремнение. Открытое пустотное пространство не устанавливается.

5. Известняк органогенно-детритовый, неравномерно перекристаллизованный

Соотношение биогенной части и кристаллически-зернистого кальцита 55-60%/40-45%. Структура кальцитового цемента – мелкокристаллическая, на участках перекристаллизации кальцита – средне-, крупнокристаллическая, на участках окремнения – тонкокристаллическая. Текстура массивная. Органические остатки представлены в основной массе обломками мшанок, члениками криноидей, створками остракод, обломками раковин брахиопод размером до 3 мм, часто неопределимыми обломками размером до 0,3 мм. Морфология зерен кальцита основной массы из-за мельчайших размеров не устанавливается, средне-, крупнозернистого кальцита – гипидиоморфная; кристаллы халцедона изометричные, ксеноморфные. Вторичные постдиагенетические изменения – гнездовидная перекристаллизация, окремнение (~1%). Видимое пустотное пространство представлено редкими межформенными пустотами изометричной, овальной, щелевидной формы размером до 0,1 мм, частично заполненными темно-коричневым глинисто-органическим веществом. (рис.5)

6. Доломит известковый, с гнездовидными участками перекристаллизации кальцита, с редкими участками окремнения (рис.6)

Структура основной массы средне-, крупнокристаллическая, текстура – массивная. Морфология кристаллов доломита гипидиоморфная, идиоморфная ромбоэдрическая. Кальцит реликтовый, перекристаллизованный. Образует участки перекристаллизации, заполняет межкристаллическое пространство. Встречаются редкие невыдержанные тонкие сутуры, амплитудой до 0,015мм, выполненные буровато-коричневым глинистым материалом. Пустотное пространство представлено межкристаллическими пораами, кавернами размером от 0,09мм до 1,5мм. Каверны, межкристаллические поры имеют угловатую, щелевидную форму. Вторичные постдиагенетические изменения – доломитизация, перекристаллизация, окремнение.

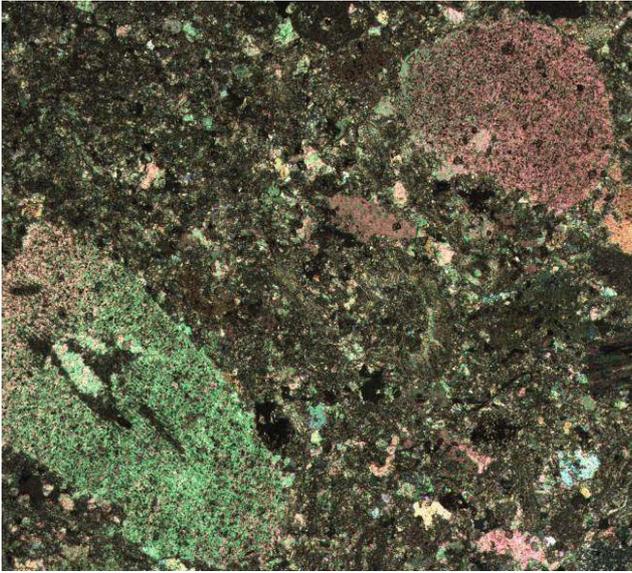


Рис. 5 Перекристаллизация кальцита в известняке органогенно-детритовом с включенным анализатором (размер изображения 2 мм)



Рис. 6 Гипидиоморфные кристаллы доломита с включенным анализатором (размер изображения 2 мм)

7. Известняк доломитизированный с реликтовой органогенной структурой.

Структура кальцита мелкокристаллическая, доломита – средне-, крупнокристаллическая. Текстура массивная. Органические остатки очень плохой сохранности, редкие: различимы членики криноидей, водоросли aff. *Donezella* размером до 1 мм по длинной оси, фрагменты раковин иглокожих. Морфология зерен кальцита – ксеноморфная, зерен доломита – гипидиоморфная, идиоморфная ромбоэдрическая. Вторичные постдиагенетические изменения – доломитизация, перекристаллизация по породе. Отмечаются единичные зерна пирита. Видимое пустотное пространство представлено межформенными порами, внутрiformенными порами по реликтовой органике. Пустоты имеют овальную, угловатую, щелевидную форму, размер их варьирует от 0,072 мм до 0,34 мм. (рис. 7)

8. Известняк органогенно-комковатый перекристаллизованный, доломитизированный, с участками окремнения (рис. 8)

Структура кальцита тонко-, мелкокристаллическая; на участках перекристаллизации – среднекристаллическая; комковатых агрегатов – микрозернистая. Текстура массивная. Органические остатки в основном мелкие, плохой сохранности, различные составляют до 10%, представлены раковинами фораминифер и их фрагментами размером до 0,25 мм, члениками криноидей, детритом раковин брахиопод и неопределимыми обломками размером до 2,5 мм. Морфология зерен кальцита – ксеноморфная, зерен доломита – гипидиоморфная. Вторичные постдиагенетические изменения – доломитизация, перекристаллизация по породе, окремнение. Видимое пустотное пространство представлено межформенными, реже внутрiformенными пустотами овальной, угловатой, щелевидной формы размером до 0,48 мм.



Рис. 7 Доломитизация известняка в прокрашенном шлифе с выключенным анализатором (размер изображения 2 мм)

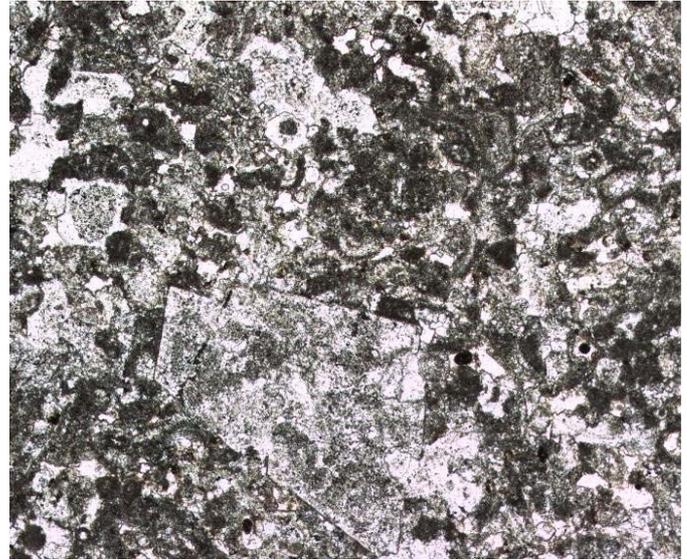


Рис. 8 Комковатые агрегаты и кристалл доломита с выключенным анализатором (размер изображения 2 мм)

9. Аргиллит с незначительной примесью алевритовой фракции (рис.3)

Аргиллит со слоистой, линзовидно-слоистой текстурой. Обломочный терригенный материал хорошо отсортирован, мелкозернистой алевритовой размерности полевошпат-кварцевого состава с примесью пирита в виде вкрапленности по породе.

Вывод:

1. Башкирские отложения представлены органогенными известняками с богатой фауной хорошей сохранности. В известняках фораминиферо-детритовых определены фораминиферы известные с башкирского времени (северокельтменский горизонт): *Millerella paraumbilicata* Manuk., *Pseudostaffella antiqua* (Dutk.), *Ps. minor* Raus., *Novella primitiva* Raus., *Plectogyra baschkirica* Pot., *Pl. spirilliniformis* Brazhn. et Pot., многочисленные *Eostaffella pseudostruvei* (Raus. et Bel.), *E. pseudostruvei* (Raus. et Bel.) var. *angusta* Kir., *E. parastruvei* Raus. et *chusovensis* Kir. (Кулагина Е.И., др.). Иногда *Eostaffella pseudostruvei* фигурируют в списках видов серпуховского яруса, что по видимому связано с более широким пониманием авторами, поскольку типичные формы, соответствующие описанию голотипа приводятся из отложений среднего карбона.

2. Серпуховские отложения представлены, как правило, известняками доломитизированными, сульфатизированными, доломитами. Это связано с тем, что локально на территории месторождения в серпуховский век произошел микроцикл регрессии, который привел к осадконакоплению в условиях полуизолированных, лагунных бассейнов. Серпуховская толща характеризуется обедненным комплексом фораминифер, отмечается изменение количества и видового состава фораминифер - они становятся редкими, однообразными. Встречены в основном формы известные с визейского времени до верхов серпуховского: *Eostaffella ikensis* Viss., *E. ikensis* var. *tenebrosa* Viss., *E. proikensis* Raus., *Mediocris breviscula* (Gan.), *M. aff. mediocris* Viss., *Propermodiscus krestovnikovi* (Raus.), *P. krestovnikovi* (Raus.) var. *koktjubensis*. И хотя часто в литературе кремнистые породы упоминаются в башкирских отложениях, в данном случае встреченная фауна в окремнелых известняках говорит о серпуховском возрасте этих пород.

Список литературы:

1. **Баймухаметов К.С., Викторов П.Ф.** Геологическое строение и разработка нефтяных и газовых месторождений Башкортостана./ Уфа: РИЦ АНК «Башнефть», 1997 – 424 с.
2. **Фортунатова Н.К., Карцева О.А.** Атлас структурных компонентов карбонатных пород./ М.: ВНИГНИ, 2005– 440 с.
3. **Иванова Р.М.** Фузулиниды и водоросли среднего карбона Урала: зональная стратиграфия, палеобиогеография, палеонтология. Екатеринбург, 2008 – 204 с.
4. **Кулагина Е.И., Пазухин В.Н., др.** Стратотипические и опорные разрезы башкирского яруса карбона Южного Урала./ Уфа , 2001– 138 с.
5. **Виссарионова А.Я.** Стратиграфия и фации средне- и нижнекаменноугольных отложений Башкирии и их нефтеносность./Труды УфНИИ, вып.У. - М., Гостоптехиздат, 1959. – 222 с.
6. **Юнусов М.А.** Оперативная литолого-стратиграфическая обработка материалов поисково-разведочных скважин АНК Башнефть (заключительный). Договор 0282/Отчет, Уфа, 1999.-119 с.

КИСЛОТНАЯ ОБРАБОТКА ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА

Г.Я. Хусаинова

Стерлитамакский филиал БашГУ, Стерлитамак

email: gkama@mail.ru

Во многих случаях скелет нефтеносных пластов состоит из карбонатных пород. Поскольку карбонаты уязвимы воздействию кислоты, то часто для улучшения коллекторных характеристик в призабойной зоне используется местная кислотная обработка [1]. Суть обработки состоит в заводнении нефтяных пластов раствором кислоты, который приводит к «съеданию» карбонатной части скелета и, тем самым, улучшению гидродинамических условий фильтрации в призабойной зоне.

В данной работе решена плоскоодномерная задача и получены необходимые оценки для проведения технологических расчетов при закачке раствора кислоты в пласт.

Основные уравнения. Пусть происходит закачка раствора кислоты в призабойную зону, пористый скелет которого содержит известняк (CaCO_3). При закачке раствора кислоты в пористую среду выделим [2] три характерные зоны: ближнюю, очищенную от карбонатных отложений (с пористостью m_e), в которой фильтруется «свежий» раствор кислоты; промежуточную зону (с пористостью m_0), насыщенную соленой водой (эту жидкость будем называть рассолом), образованной в процессе химической реакции кислоты с известняковой породой; и дальнюю зону, где происходит фильтрационное течение исходной насыщающей жидкости. В том случае, когда пористый скелет является «чисто» карбонатной породой, будем иметь $m_e=1$ и ближняя зона будет представлять собой полость, заполненную раствором кислоты. Параметры, соответствующие этим трем зонам, снабжены индексами 1,2 и 3 внизу. Будем полагать, что фильтрационные процессы при закачке раствора кислоты происходят при упругом режиме. Тогда уравнение пьезопроводности и закон Дарси могут быть записаны в виде [3]

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} = \chi_i \frac{1}{r^n} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^n \frac{\partial p_i}{\partial r} \right), \quad m_i v_i = -\frac{k_i}{\mu_i} \frac{\partial p_i}{\partial r}, \quad i = 1, 2, 3, \quad (1)$$
$$\chi_i = \frac{k_i \rho_i C_i^2}{\mu_i m_i}, \quad m_1 = m_e, \quad m_2 = m_3 = m_0, \quad k_2 = k_3.$$

Здесь p_i и v_i - давление, скорость; ρ_i - плотность жидкости, m_i , k_i , μ_i и C_i , - коэффициенты пористости, проницаемости, динамической вязкости и скорости звука в жидкости, χ_i - коэффициент пьезопроводности, $n=0$ и 1 соответствуют плоскоодномерной и радиально-симметричной задачам.

Принятые выше допущения для структуры зон фактически пренебрегают протяженностью областей, в которых происходят «съедание» и смывание карбонатной части скелета. Тем самым эти области заменяются поверхностями разрывов для части переменных (скорости фильтрации, например) и параметров, определяющих фильтрационные характеристики (пористость, проницаемость, вязкость). Кроме того, в дальнейшем будем пренебрегать гидравлическим сопротивлением в этих областях и, тем самым, на границах между зонами потребуем выполнения условия непрерывности давления

$$p_1 = p_2 = p_{(12)} \quad (r = r_{(12)}), \quad p_2 = p_3 = p_{(23)} \quad (r = r_{(23)}).$$

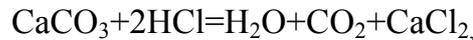
В рамках отмеченных допущений из закона сохранения массы для системы «раствор кислоты – рассол - известняковая часть скелета» на границе между первой и второй зонами имеем

$$\rho_1 m_1 \left(v_1 - \frac{dr_{(12)}}{dt} \right) = \rho_2 m_2 \left(v_2 - \frac{dr_{(12)}}{dt} \right) - \rho_s (m_1 - m_2) \frac{dr_{(12)}}{dt} \quad (r=r_{(12)}), \quad (2)$$

где ρ_s - плотность карбонатной породы. Запишем также уравнение сохранения массы для известняка на этой границе

$$\rho_2 K m_2 \left(v_2 - \frac{dr_{(12)}}{dt} \right) = \rho_s (m_1 - m_2) \frac{dr_{(12)}}{dt} \quad (r=r_{(12)}). \quad (3)$$

Безразмерный параметр K , определяет массу «съедаемой» породы единичной массой раствора кислоты. Учитывая уравнение химической реакции для рассматриваемого процесса



этот параметр может быть вычислен в следующем виде:

$$K = \frac{121 \text{ g}}{72 + 121 \text{ g}},$$

где g - массовая концентрация кислоты в закачиваемом растворе.

Согласно вышепринятым представлениям полагается, что двуокись углерода (CO_2) находится в растворенном в жидкости состоянии (процессы идут при достаточно высоких давлениях) и пренебрегаются тепловые эффекты химических превращений на гидродинамические явления в пористой среде.

Соотношения (2) и (3) с учетом закона Дарси из (1) могут быть представлены в виде

$$\begin{aligned} \frac{k_1}{\mu_1} \frac{\partial p_1}{\partial r} &= - \frac{(K\rho_1 m_1 + \rho_s(m_1 - m_2))(1 - K)}{K\rho_1} \frac{dr_{(12)}}{dt}, \\ \frac{k_2}{\mu_2} \frac{\partial p_2}{\partial r} &= - \frac{(\rho_2 K m_2 + \rho_s(m_1 - m_2))}{\rho_2 K} \frac{dr_{(12)}}{dt}, \end{aligned} \quad (4)$$

$(r=r_{(12)}).$

На границе между второй и третьей зонами полагаем условие несмешивающегося вытеснения. Тогда для этого условия, выражающего, что данная граница является поверхностью контактного разрыва, можем записать

$$\rho_2 m_2 \left(v_2 - \frac{dr_{(23)}}{dt} \right) = \rho_3 m_3 \left(v_3 - \frac{dr_{(23)}}{dt} \right) = 0 \quad (r=r_{(23)}).$$

Отсюда, с учетом закона Дарси из (1) имеем

$$\frac{k_2}{\mu_2} \frac{\partial p_2}{\partial r} = \frac{k_3}{\mu_3} \frac{\partial p_3}{\partial r} = -m_2 \frac{dr_{(23)}}{dt} \quad (r=r_{(23)}). \quad (5)$$

Плоскоодномерная задача ($n = 0, r = x$). Пусть закачка кислоты происходит при внезапном повышении давления до некоторого постоянного значения p_e на границе пористой среды. Начальное давление в пористой среде равно p_0 ($p_e > p_0$). Отмеченные начальное и граничное условия могут быть записаны в виде

$$p_3 = p_0, (x > 0, t = 0), \quad p_1 = p_e, (x = 0, t > 0). \quad (6)$$

Эта задача имеет автомодельное решение, которое имеет вид

$$\begin{aligned}
p_1 &= p_e + (p_{(12)} - p_e) \frac{\int_0^{\xi} \exp(-\frac{\xi'^2}{4\eta_1}) d\xi'}{\int_0^{\xi_{(12)}} \exp(-\frac{\xi'^2}{4\eta_1}) d\xi'}, \quad (0 < \xi < \xi_{(12)}), \\
p_2 &= p_{(12)} + (p_{(23)} - p_{(12)}) \frac{\int_{\xi_{(12)}}^{\xi} \exp(-\frac{\xi'^2}{4\eta_2}) d\xi'}{\int_{\xi_{(12)}}^{\xi_{(23)}} \exp(-\frac{\xi'^2}{4\eta_2}) d\xi'}, \quad (\xi_{(12)} < \xi < \xi_{(23)}), \\
p_3 &= p_{(23)} + (p_0 - p_{(23)}) \frac{\int_{\xi_{(23)}}^{\xi} \exp(-\frac{\xi'^2}{4\eta_2}) d\xi'}{\int_{\xi_{(23)}}^{\infty} \exp(-\frac{\xi'^2}{4\eta_2}) d\xi'}, \quad (\xi_{(23)} < \xi < \infty), \\
&(\xi = x / \sqrt{\chi_3 t}, \eta_i = \chi_i / \chi_3 (i = 1, 2)).
\end{aligned} \tag{7}$$

Используя эти решения на основе граничных условий (4) и (5), можно получить следующую систему уравнений для определения в автомодельных переменных координат границ $\xi_{(12)}$ и $\xi_{(23)}$ между зонами и значений давлений $p_{(12)}$ и $p_{(23)}$ на этих границах

$$\begin{aligned}
\frac{k_1}{\mu_1} \frac{(p_{(12)} - p_e) \exp(-\xi_{(12)}^2 / 4\eta_1)}{\int_0^{\xi_{(12)}} \exp(-\frac{\xi'^2}{4\eta_1}) d\xi'} &= - \frac{(K\rho_1 m_1 + \rho_s(m_1 - m_2)(1 - K))}{K\rho_1} \chi_3 \frac{\xi_{(12)}}{2}, \\
\frac{k_2}{\mu_2} \frac{(p_{(23)} - p_{(12)}) \exp(-\xi_{(12)}^2 / 4\eta_2)}{\int_{\xi_{(12)}}^{\xi_{(23)}} \exp(-\frac{\xi'^2}{4\eta_2}) d\xi'} &= - \frac{(\rho_2 K m_2 + \rho_s(m_1 - m_2))}{\rho_2 K} \chi_3 \frac{\xi_{(12)}}{2}, \\
\frac{k_2}{\mu_2} \frac{(p_{(23)} - p_{(12)}) \exp(-\xi_{(23)}^2 / 4\eta_2)}{\int_{\xi_{(12)}}^{\xi_{(23)}} \exp(-\frac{\xi'^2}{4\eta_2}) d\xi'} &= \frac{k_3}{\mu_3} \frac{(p_0 - p_{(23)}) \exp(-\xi_{(23)}^2 / 4)}{\int_{\xi_{(23)}}^{\infty} \exp(-\xi'^2 / 4) d\xi'} = \\
&= - m_2 \chi_3 \frac{\xi_{(23)}}{2}.
\end{aligned}$$

Из этой системы нетрудно получить два уравнения для определения $\xi_{(12)}$ и $\xi_{(23)}$ в зависимости от перепада давления $\Delta p (\Delta p = p_e - p_0)$

$$\exp\left[\frac{\xi_{(23)}^2 - \xi_{(12)}^2}{4\eta_2}\right] = \frac{\rho_2 K m_2 + \rho_s(m_1 - m_2)}{\rho_2 K m_2} \frac{\xi_{(12)}}{\xi_{(23)}},$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\rho_1 m_1 K + \rho_s (m_1 - m_2)(1 - K)}{K \rho_1} \frac{\mu_1}{k_1} \xi_{(12)} \exp\left(\frac{\xi_{(12)}^2}{4\eta_1}\right) \int_0^{\xi_{(12)}} \exp\left(-\frac{\xi'^2}{4\eta_1}\right) d\xi' - \\
& - m_2 \xi_{(23)} \frac{\mu_2}{k_2} \exp\left(\frac{\xi_{(23)}^2}{4\eta_2}\right) \int_{\xi_{(12)}}^{\xi_{(23)}} \exp\left(-\frac{\xi'^2}{4\eta_2}\right) d\xi' - \\
& - m_2 \xi_{(23)} \frac{\mu_3}{k_3} \exp\left(\frac{\xi_{(23)}^2}{4}\right) \int_{\xi_{(23)}}^{\infty} \exp\left(-\frac{\xi'^2}{4}\right) d\xi' = -2 \frac{\Delta p}{\chi_3}.
\end{aligned} \tag{8}$$

При этом значения давлений на границах между зонами можно определить из следующих выражений

$$\begin{aligned}
p_{(12)} &= p_e - \frac{1}{2} \frac{\mu_1}{k_1} \xi_{(12)} \chi_3 \frac{K \rho_1 m_1 + \rho_s (m_1 - m_2)(1 - K)}{K \rho_1} \exp\left(\frac{\xi_{(12)}^2}{4\eta_1}\right) \int_0^{\xi_{(12)}} \exp\left(-\frac{\xi'^2}{4\eta_1}\right) d\xi' \\
p_{(23)} &= p_0 + \frac{1}{2} \frac{\mu_3}{k_3} m_2 \chi_3 \xi_{(23)} \exp\left(\frac{\xi_{(23)}^2}{4}\right) \int_{\xi_{(23)}}^{\infty} \exp\left(-\frac{\xi'^2}{4}\right) d\xi'.
\end{aligned}$$

Предложенные в работе математические модели и полученные на их основе аналитические формулы позволяют производить расчеты по оценке эффективности закачки раствора кислоты в зависимости от его концентрации и интенсивности закачки.

Список литературы:

1. Еникеев Т.И., Долматов М.Ю., Телин А.Г., Зайнетдинов Т.И., Хисамудинов Н.И. Исследование процессов фильтрации кислотных составов в карбонатосодержащих пластах//Нефтепромысловое дело.- 1999. №2, С.5-9.
2. Шагапов В.Ш., Хусаинова Г.Я. Задача о закачке растворителя в пористую среду, подверженную "склерозу"// ИФЖ, 2000.-№2. С.14-19.
3. Проблемы теории фильтрации и механика процессов повышения нефтеотдачи/ Под ред. П.Я. Кочинной, В.М. Ентова.-М.:Наука, 1987.- 216 с.

ПЕТРОФИЗИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО КАРБОНА МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТСТАН

А.М. Хусаинова, Г.И. Минигалиева, О.Р. Привалова,
Т.В. Бурикова, Е.Н. Савельева

ООО «БашНИПИнефть»

e-mail: KhusainovaAM@bashneft.ru, MINIGALIEVAGI@bashneft.ru

Объектом исследования являются отложения среднего карбона северной части Башкортостана. Цель работы - создание унифицированных петрофизических моделей по участкам бурения для построения секторных геолого-технологических моделей и целей ГРП.

Детальное литолого-петрографическое изучение пород среднего карбона позволило выделить основные литотипы для каждого стратиграфического объекта. При выделении литотипов и подтипов учитывались в первую очередь фациальные условия образования пород и особенности седиментации бассейна в разный период времени [1, 2]. Такой подход позволил разделить породы по петрофизическим параметрам и обосновать выделение петроклассов с точки зрения геологических особенностей разреза среднего карбона.

Петрофизические модели составлены по результатам всех имеющихся на данный момент капилляриметрических исследований отложений среднего карбона по месторождениям северной части Башкортостана. Для изучения литологического состава привлечены результаты РСА, позволяющие определить минералогический состав. Для анализа структуры порового пространства кроме косвенных методов, таких как акустика, и традиционных методов - изучение шлифов, были использованы специальные методы- томографические исследования, которые помогли обосновать типизацию пород по структуре порового пространства (рисунок. 1, 2) [3].

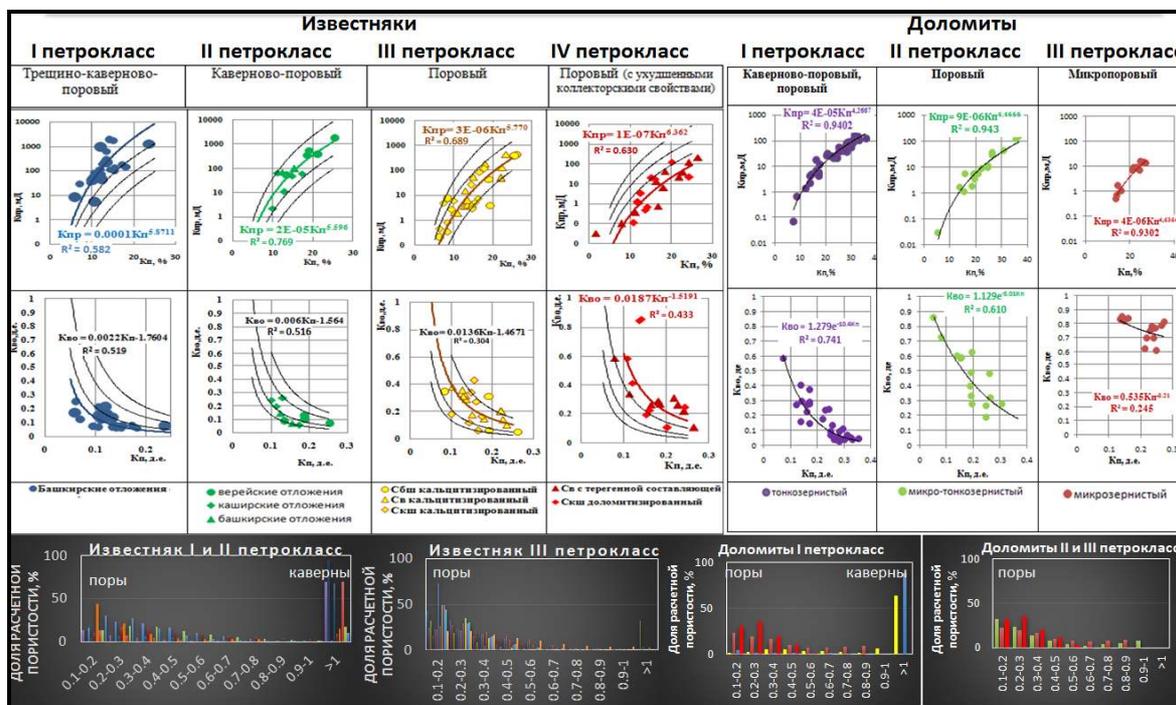


Рис. 1. Классификация пород среднего карбона по фильтрационно-емкостным свойствам

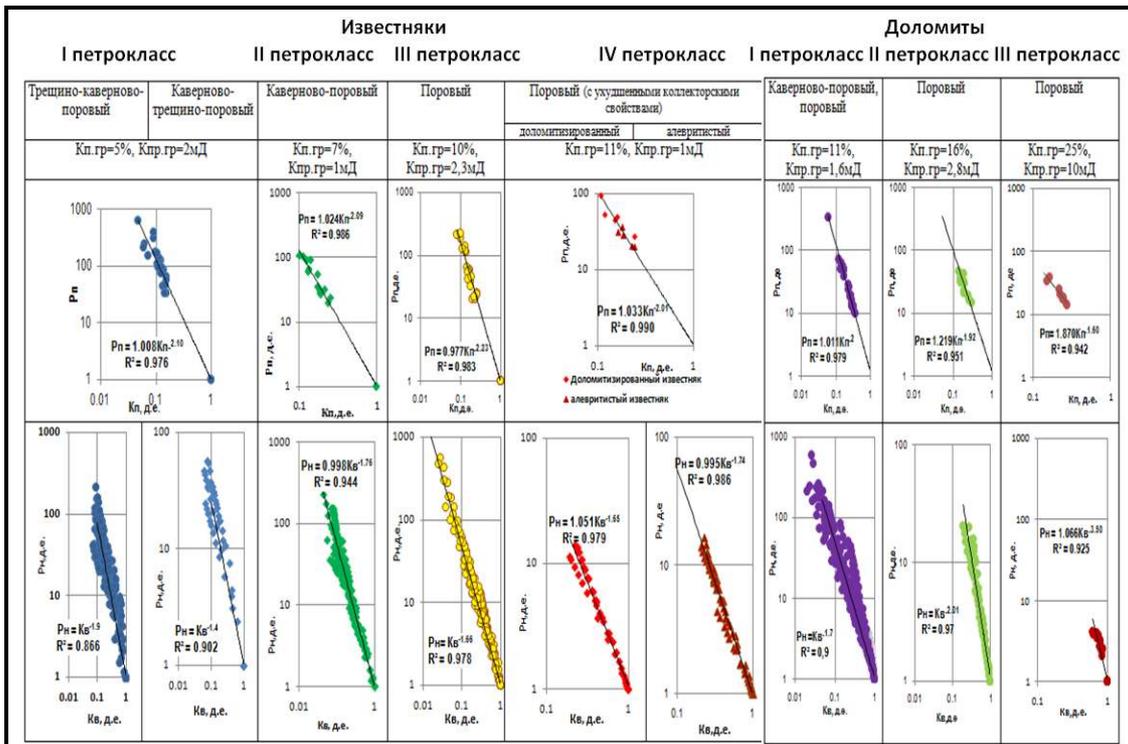


Рис. 2. Классификация пород среднего карбона по электрическим свойствам

Всего выделено 7 петрокласов: 4 петрокласа для известняков и 3 для доломитов.

На основе петрофизической модели была создана и интерпретационная модель, которая включает в себя литологическое расчленение разреза (доломит, известняк, аргиллит), выделение коллекторов и основных подсчетных параметров ГИС (Кп, Кгл, Кпр, Кн). Для разделения коллекторов по типу пустотного пространства предложена палетка В.М. Добрынина, которая включает в себя анализ двух параметров по ГИС: интервальное время и пористость (рисунок. 3) [4].

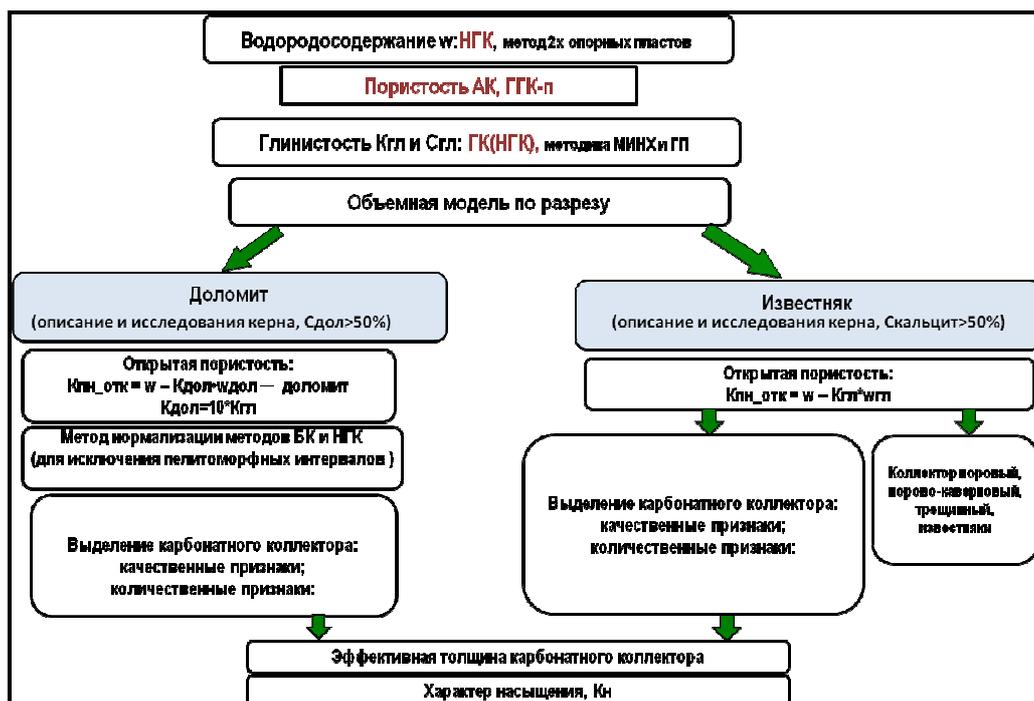


Рис. 3. Интерпретационная модель пород среднего карбона

Изучение петрофизических характеристик кернa среднего карбона позволило обосновать комплекс и методики ГИС для выделения литологических и структурных неоднородностей коллекторов среднего карбона.

Список литературы:

1. **Лозин Е.В., Масагутов Р.Х., Тюрихин А.М.** Строение и эволюция осадочного чехла платформенной Башкирии в связи с закономерностями размещения залежей нефти и газа. – Уфа, 1989. –338 с.: ил.

2. **Виссарионова А.Я.** Стратиграфия и фации средне-нижнекаменноугольных отложений Башкирии и их нефтеносность. – Москва «Недра», 1959. –222 с.: ил.

3. **Булгаков Р.Б.** Опытнo-методические работы с целью территориального районирования петрофизических связей продуктивных палеозойских отложений Башкортостана /отчет опытнo-методической партии 22/2004 за 2004 – 2005гг./ ОАО "Башнефтегеофизика", 2005г.

4. **Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А.** «Петрофизика (физика горных пород)» -368 с.

УЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПРИ ОБОСНОВАНИИ МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИМ. А. ТИТОВА

Д.С. Мочалкин, А.В. Мельников
ООО «БашНИПИнефть», Уфа,
e-mail: MochalkinDS@bashneft.ru

На сегодняшний день, одной из актуальных проблем нефтяной отрасли является повышение эффективности взаимодействия системы пласт-скважина. Особое внимание следует уделить пластам с карбонатными коллекторами, поскольку в них сосредоточено, по разным подсчетам, от 40 до 50% всех промышленных запасов нефти и они являются наименее изученными и однозначными с точки зрения разработки месторождений.

В данной научной работе объектом исследований было выбрано месторождение им. А.Титова. Представление о глубинном строении района основано на данных бурения и различных геофизических исследованиях: в первую очередь, 3D сейсморазведки МОГТ.

Месторождение им. А.Титова находится в зоне мощного выклинивания нижнедевонских карбонатов, поэтому толщина и стратиграфический объем нижнего девона, к отложениям которого приурочены основные продуктивные пачки, в пределах месторождения распределены не равномерно. В тектоническом отношении месторождение находится в северо-восточной части Хорейверской впадины - структуры I порядка, входящей в состав Печорской синеклизы, крупнейшей отрицательной структуры северо-восточной окраины Восточно-Европейской платформы.

В пределах Хорейверской впадины рассмотрим овинпармский горизонт. Основные продуктивные пласты представлены тремя пачками – S_2gr_1 , D_{1or_2} , D_{1or_3} . В разрезе свиты четко прослеживается ритмичное строение отложений, представленных преимущественно карбонатными породами вторичными доломитами, доломитизированными известняками и глинистыми известняками-флюидоупорами, в которых широко развиты вторичные процессы – доломитизация, трещинообразование и выщелачивание (наиболее интенсивно проявились в породах с органогенной структурой и трещиноватых разностях), которые положительно влияют на формирование фильтрационно-емкостных свойств пород.

Коллекторами продуктивных пачек D_{1or_2} и D_{1or_3} служат доломиты слабоизвестковистые, реликтивно-органогенные, мелкозернистые, мелкопористые, трещиноватые, прослоями кавернозные, иногда волнистослоистые. Кровельная часть овинпармского горизонта отличается от подстилающих отложений отсутствием глинистых прослоев и заглинизированных карбонатных пластов.

Пачка D_{1or_2} представлена тремя залежами, из которых будет рассматриваться первая залежь (структурная, пластовая, частично ограничена литологически и линией размыва), и залежь продуктивной пачки D_{1or_3} (структурная, пластовая, частично ограничена литологически, тектоническим нарушением и линией размыва). По петрофизике, основные горизонты представлены известняками и доломитами трещинокаверново-порового типа и алевролитами.

Так как особенностями эксплуатационных объектов являются высокие показатели расчлененности, большие глубины залегания продуктивных пачек, обширное развитие густой сети трещин и каверн различной протяженности и размеров при проек-

тировании процесса воздействия на коллектор необходимо учитывать максимальное количество доступной информации, как по физико-химическим процессам, происходящим при воздействии на пласт, так и по геологическому строению коллектора.

В работе был рассмотрен опыт применения различных методов интенсификации добычи в условиях разработки карбонатных неоднородных коллекторов.

Одним из широко используемых методов на подобных месторождениях является гидравлический разрыв пласта. К примеру, на Хохряковском месторождении средняя успешность от первичного проведения ГРП составила 75% (61 неуспешное ГТМ из 244), успешность повторных ГРП составила 81,9% (32 неуспешных из 177). За период с 1998 по 2004 г. средний прирост дебитов по нефти для скважин с первичным ГРП составил 20 т/сут, для скважин с вторичным ГРП – 18,4 т/сут. На начало 2012 г. общий накопленный объем внедрения ГРП в добывающих скважинах достиг 390, в нагнетательных – 100 скважинообработок [3]. Эффективность применения ГРП обычно характеризуется приростом дебита в первый год внедрения. По полученным результатам коэффициент продуктивности пластов после ГРП возрастает в среднем в 3,2 раза: по алевrolитам – в 2,9 раза, глинодержащим песчаникам – в 3,3 раза, по песчаникам – в 3,2 раза

Для обработки карбонатных коллекторов наибольшее распространение получила соляная кислота. За последние годы после обработок по технологии КСК (кислотные композиции ПАКС, КСМД, ГКК), в целом по ОАО «Татнефть», прирост дебита нефти увеличился в среднем на 2,3 т/сут, дебит жидкости – на 3,1 м³/сут, а суммарная дополнительная добыча нефти составила более 240 тыс. т. [2]. Продолжительность эффекта от проведенных мероприятий в среднем составляет 11-12 месяцев

Результаты кислотных обработок составом ДН-9010 скважин башкирских и турнейских карбонатных отложений нефтяных месторождений Пермского края по данным гидродинамических исследований показывают увеличение коэффициентов продуктивности по турнейскому пласту в среднем в 9,8 раз, по башкирскому пласту – в 3,88 раза и средний прирост дебита нефти 12,7 м³/сут и 9,1 м³/сут соответственно, при продолжительности эффекта от 2 до 61 месяцев [3].

Однако, проведенные на месторождении им.А.Титова соляно-кислотные обработки не оправдали себя в большинстве случаев, как по величине эффекта, так и по его продолжительности. Средняя успешность проведения данного вида воздействия составляет порядка 20%, при продолжительности эффекта от 2 до 10 месяцев.

Наряду с гидроразрывом и кислотными обработками ПЗП все более широкое распространение получают волновые методы воздействия на пласт. Одной из технологий, обеспечивающих возбуждение колебаний непосредственно в скелете пласта, является технология дилатационно-волнового воздействия (ДВВ). В НГДУ «Бавлынефть» за 4 года за счет ДВВ добыто более 39 тыс. т дополнительной нефти, а прирост дебита, усредненный по всем участкам, составил 25,4%.

Также одним из перспективных направлений применения технологии воздействия на пласт является радиальное бурение (РБ). Суть технологии – глубокое вскрытие карбонатных и терригенных пластов большим количеством каналов протяженностью до 100 м, в том числе продуктивных пластов, предварительно изолированных под большим давлением тампонажными материалами. Анализ эффективности различных модификаций технологии РБ показал, что наибольшие приросты дебита нефти наблюдаются при бурении радиальных каналов на трех и четырех уровнях – соответственно 10,7 и 11,2 т/сут [4]. Анализ зависимости приростов дебита нефти от средней толщины прослоев, вскрытых радиальными каналами, показал, что для турнейских

объектов характерен значительный разброс эффективности (от 2,1 до 10,2 т/сут). Это, вероятно, обусловлено их высокой геологической неоднородностью.

Учитывая геолого-физические особенности формирования коллектора на месторождении им. А.Титова, в частности его вторичную доломитизацию нами предлагается использовать комплексную физико-химическую технологию воздействия на скелет породы. Введение состава, содержащего водный раствор сульфата магния, вызывает процесс замещения ионов кальция ионами магния, в процессе чего возникает значительное пустотное пространство. При этом увеличивается не только пористость, но и проницаемость. Проведенные такого рода обработки на Быстринском месторождении НГДУ «Быстринскнефть» были успешными в 60% случаев и привели к двукратному увеличению пористости и проницаемости и многократному увеличению дебитов[1].

Для низкопроницаемых карбонатных коллекторов также проводится комбинированный метод воздействия – соляно-кислотная обработка и гидравлический разрыв пласта (КГРП). Данный метод показал свою эффективность в карбонатных коллекторах на месторождениях Пермского края так, что кратность увеличения дебита нефти после проведения КГРП составила 19,6 раз [5].

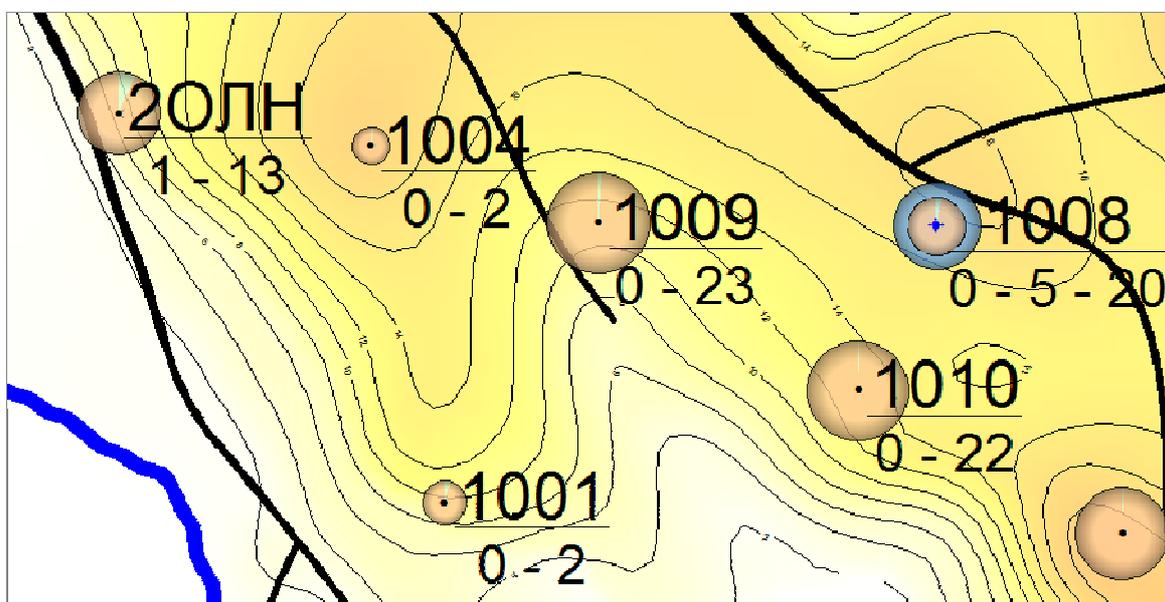


Рис. Карта накопленных отборов месторождения им. А. Титова

Для диагностирования эффективных методов воздействия на призабойную зону пласта (ПЗП) в рамках работы был проведен анализ успешности выполненных плановых геолого-технических мероприятий на месторождении им. А.Титова и подобных месторождениях, и полученного материала по геологии и разработке. На объекте рассматривался район скважин 20ЛН, 1001, 1004, имеющий сложное неоднородное геологическое строение. Скважины 1001 и 1004 имеют низкий текущий дебит и проницаемость призабойной зоны пласта, однако скважина 20ЛН, находящаяся с ними в одной ограниченной разломами структуре обладает более высокими фильтрационно-емкостными свойствами, ввиду этого рассматривалась возможность гидродинамической связи между скважинами, причины низкой продуктивности и влияние геологии.

Таким образом, было предложено провести промышленное испытание комплексного подхода к увеличению продуктивности добывающих скважин – кислотный гидравлический разрыв пласта, исходя из литологического состава горных пород, и неоднородности геологического строения, расчет которого привел к кратному увели-

чению пористости, проницаемости ПЗП и, как следствие, повышению продуктивности скважин.

Список литературы:

1. Пат.2425967 Российская федерация. Способ повышения нефтеотдачи пластов / Беднаржевский С.С., Смирнов Г.И. и др.; заявитель и патентообладатель Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
2. Первые результаты промышленного применения кислотных стимулирующих композиций «КСК-Татнефть» / Р.М. Рахманов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2012. – № 7. – С. 24–27
3. **Мордвинов В.А., Поплыгин В.В.** Интенсификация отборов нефти из добывающих скважин. Пермь: Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2013. – 175с.
4. **Распопов А.В., Кондратьев С.А., Новокрещенных Д.В.** Влияние геолого-физических условий на эффективность бурения радиальных каналов в околоскважинную зону пласта // Нефтяное хозяйство. – 2012. – № 3. – С. 78–79
5. **Антонов Д.В., Кондратьев С.А., Жуковский А.А., Кочнева Т.С.** Опыт проведения гидроразрыва пласта на месторождениях Пермского края и основные направления повышения его эффективности // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 70–72

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОЙ ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЫ ПОДНЯТИЙ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА И РЕКОМЕНДАЦИИ ДАЛЬНЕЙШИХ НЕФТЕПОИСКОВЫХ РАБОТ

А.С. Васильев

Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины, Республика Беларусь

e-mail: aliaksandrvasilyeu@gmail.com

Для Республики Беларусь в ближайшие годы все острее будет вставать вопрос дефицита добычи углеводородов из разведанных залежей. В связи с этим в ближайшем будущем необходимо будет проводить поиски нефти в плохо изученных частях Припятского прогиба. Одной из таких территорий является восточная часть Северной прибортовой зоны поднятий Припятского прогиба. Данная зона характеризуется глубинными залежами нефти. Одним из препятствий для разведки в прибортовой зоне является сложное геологическое строение, которое проявляется в высокой раздробленности структуры, что значительно препятствует получению достоверных данных при анализе разведочных работ.

В административном отношении восточная часть Северной прибортовой зоны поднятий расположена в Речицком, Жлобинском и Светлогорском районе Гомельской области Республики Беларусь. Ближайшими относительно крупными населенными пунктами являются Речица, Светлогорск, Гомель и Буда-Кошелево с железнодорожными узловыми станциями и связанными между собой дорогами.

В строении данной территории участвуют породы фундамента архей-раннепротерозойского возраста (AR-PR₁), которые перекрыты платформенным чехлом. В его составе выделяются отложения верхнего протерозоя (PR₂) и фанерозоя (PH).

Изучаемая область, Северная зона ступеней, ограничена с севера Северо-Припятским, с востока – Лоевским, с юга – Червонослободско-Малодушинским, с запада – Туровско-Малыньским разломами.

Рассматриваемый район относится к *Припятскому гидрогеологическому бассейну*, который пространственно совпадает с Припятским прогибом. На территории, в толще осадочных пород и в трещиноватой зоне кристаллического фундамента, выделяются водоносные горизонты и комплексы, отличающиеся стратиграфическими объемами, литологическим содержанием, пространственной структурой, водонасыщенностью и водопроницаемостью, химическим составом подземных вод [1].

В результате проведения геологоразведочных работ в восточной части Северной прибортовой зоны поднятий Припятского прогиба были оконтурены геологические структуры, изучена нефтегазоносность района, а так же был заложен базис на дальнейшее изучение территории.

Начало XXI века характеризуется острой напряженностью в сфере поисков минерально-сырьевых ресурсов, а углеводородных – в первую очередь.

В связи с освоением запасов углеводородов на обычных глубинах для Республики Беларусь все более актуальным становится решение проблемы нефтегазоносности больших глубин. В последние годы в пределах Припятского прогиба были пробурены глубокие скважины, порядка 6000 метров, одна из них располагается в исследуемом районе.

Результатами геологоразведочных работ и обобщающими исследованиями последних лет доказано наличие на больших глубинах (более 4-5 км) промышленных

углеводородных скоплений, в том числе значительных по запасам. Дальнейшая задача прогноза и поисков глубокозалегающих залежей углеводородов зависит от степени изученности условий и факторов формирования и размещения таких объектов [2].

Главная особенность данного района – скопление углеводородов на больших глубинах. В этой зоне уже ведется добыча на глубине свыше 4000 метров (Геологическое месторождение) и можно предположить, что это не последние открытые запасы нефти Северной прибортовой зоны поднятий.

Закономерности распространения залежей нефти и признаков нефтегазоносности по площади и разрезу Припятского прогиба свидетельствуют о наличии в Северной прибортовой зоне поднятий в девонских (D) отложениях двух этажей нефтегазоносности – подсолевого и межсолевого.

В пределах Северной прибортовой зоны в настоящее время имеется ряд разбуренных участков и площадей, однако значительная территория данного региона детальной сейсморазведкой и поисковым бурением изучена недостаточно.

В целом, Северная прибортовая зона характеризуется сложными сейсмогеологическими условиями, обусловленными существенной дислоцированностью верхнесоленосных, крутым падением и, вероятно, мелкоблочным строением межсолевых и подсолевых отложений в зоне Северного краевого разлома[3].

Необходимо отметить, что зона сочленения Припятского прогиба в северной ее части (в том числе территория исследования) и Днепровско-Донецкой впадины является одним из направлений расширения геологоразведочных работ. Первоочередным объектом следует считать отложения межсолевого комплекса. Здесь основные перспективы связываются с участками трещиноватости вблизи крупных разломов.

Список литературы:

1. **Айсберг Р.Е., Старчик Т.А.** Многофакторная модель позднепалеозойской геодинамики Припятского палеорифа. Геодинамические факторы проявления синрифтовых горизонтальных и вертикальных движений// Минск, БелГео 2007г.

2. **Бережная А.А., Громыко В.М.** Современные представления о строении Северной краевой части Припятского прогиба в районе Геологического месторождения и особенности формирования и размещения в этом районе залежей. //РУП «ПО «Белоруснефть» «БелНИПИнефть».

3. **Гарецкий Р.Г., Клушин С.В.** Глубинное строение Припятского палеорифта// АН СССР 1987г.

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

К.С. Карсеко

Гомельский государственный технический университет, Республика Беларусь

e-mail: kirill.karseko@mail.ru

Одним из наиболее широко распространенных и обеспечивающих основную часть добычи нефти видов оборудования являются установки электроприводных центробежных насосов (УЭЦН). Среди основных факторов, приводящих к отказам УЭЦН при небольших наработках, преобладают солеотложение и засорение механическими примесями. Однако для скважин с длительным сроком работы оборудования возрастает доля отказов УЭЦН по причине коррозии оборудования. Коррозия оборудования связана с воздействием сразу нескольких факторов – повышением обводненности продукции скважин, увеличением выноса солей и механических примесей, повышением скорости движения пластовой жидкости, увеличением токов и напряжений в кабельных линиях и погружных электродвигателях. Поэтому повышение ресурса скважинного оборудования, в том числе УЭЦН, невозможно без защиты оборудования от коррозии. Однако для обоснования выбора методов защиты оборудования необходимо применение научных подходов при изучении видов и причин коррозии.

Коррозия приводит к миллиардным убыткам каждый год, и разрешение этой проблемы является важной задачей. Основной ущерб, причиняемый коррозией, заключается не в потере металла как такового, а в огромной стоимости изделий, разрушаемых коррозией, и стоимости проведения восстановительных операций. Еще больший ущерб могут составить косвенные потери: простои скважин, потери в добыче нефти и газа, нарушение в системе разработки месторождения.

Коррозионные процессы отличаются широким распространением и разнообразием условий и сред, в которых они протекают. Поэтому пока нет единой и всеобъемлющей классификации встречающихся случаев коррозии, хотя многие научные школы и различные фирмы используют различные классификаторы коррозионных поражений. В частности, по типу агрессивных сред, в которых протекает процесс разрушения, коррозию можно отнести к следующим типам: газовая коррозия, атмосферная коррозия, коррозия в неэлектролитах, коррозия в электролитах, подземная коррозия, биокоррозия, коррозия блуждающим током [1, 2].

По условиям протекания коррозионного процесса различаются следующие виды:

- контактная коррозия;
- щелевая коррозия;
- коррозия при неполном погружении;
- коррозия при полном погружении;
- коррозия при переменном погружении;
- коррозия при трении;
- межкристаллитная коррозия;
- коррозия под напряжением.

В соответствии с мировой практикой основными критериями оценки коррозионной агрессивности продукции скважин и закачиваемой в нефтяные пласты воды являются концентрация и парциальное давление кислых газов (углекислый, сероводород), концентрация растворенных солей, абразивных взвешенных частиц, тип водо-нефтяной эмульсии. Единой классификации коррозионной агрессивности сред в зависимости от конкретных значений этих критериев не разработано, но принято считать,

что при парциальном давлении сероводорода до 0,0003 МПа и углекислого газа до 0,05 МПа среды являются безопасными для углеродистых сталей. В отсутствие растворенных газов агрессивность определяется содержанием анионов хлора, нитрита, сульфата.

Проблема коррозии составных частей погружного насосного агрегата в наших эксплуатационных скважинах, характеризующихся значительным содержанием высокоминерализованной пластовой воды, существует уже давно. Однако в последние годы она встала особенно остро, когда средняя наработка УЭЦН в скважине достигла, а затем превысила 1000 суток. Если раньше, при существенно меньших наработках, основными факторами приводящими к отказу УЭЦН были солеотложение и засорение механическими примесями, то с ростом наработки доля отказов УЭЦН по причине коррозии насосного оборудования неуклонно возрастает. При анализе базы подъемов подземного оборудования ШГН и ЭЦН за 2000-2015 гг. было замечено, что в 12% случаев на различных частях оборудования присутствовала коррозия в той или иной степени.

Коррозия оборудования связана с воздействием сразу нескольких факторов:

- повышением обводненности продукции скважин;
- увеличением выноса солей и механических примесей;
- повышением скорости движения откачиваемой жидкости;
- увеличением токов и напряжений в кабельных линиях и погружных электродвигателях.

Анализ области коррозионного поражения показал, что вопреки расхожему заблуждению о том, будто коррозией поражается исключительно хвостовик ПЭД, коррозии может подвергаться как ПЭД целиком, так и отдельные его части. Так на скважине 52 Мармовичского месторождения был зафиксирован случай глубокой коррозии как верхней, так и хвостовой части ПЭД, в то время как центральная часть корпуса практически не подверглась коррозии.

Проблема коррозии скважинного нефтепромыслового оборудования в последнее время стала весьма актуальной и для ведущих нефтедобывающих компаний России. В связи с этим появилось много публикаций посвященных анализу коррозионного износа УЭЦН и выявлению наиболее важных факторов такого износа.

Первой и наиболее четко выраженной корреляционной зависимостью является зависимость интенсивности коррозии от скорости газожидкостной откачиваемой смеси (ГЖС). Максимальных значений эта скорость достигает в кольцевом зазоре между стенкой обсадной колонны и корпусом ПЭД. Поэтому чем меньше внутренний диаметр обсадной колонны в зоне подвески насоса, чем больше наружный диаметр ПЭД и выше производительность ЭЦН, тем сильнее коррозионный износ ПЭД при одном и том же составе откачиваемого флюида. Отмечается, что с учетом выделения газов средняя скорость потока ГЖС на некорродирующем фоне не превышает 5 м/с, а на сильно корродирующем достигает 11 м/с.

Вторым значимым фактором, способствующим развитию аномально высокой коррозии подвесного оборудования, является работа ЭЦН в области давлений ниже давления насыщения. Интенсивное разгазирование скважинных флюидов в зоне подвески ЭЦН приводит к выпадению на поверхности металла карбонатных осадков и их местному стохастическому удалению в результате кавитационных процессов при образовании и схлопывании на поверхности металла газовых пузырьков. Это вызывает образование гальванопар и развитие локальной коррозии с аномально высокими скоростями.

Скорость кавитационного износа прямо пропорциональна квадрату скорости потока, поэтому увеличение скорости ГЖС в два раза приводит к четырехкратному возрастанию скорости кавитационного износа.

Дополнительную коррозионную угрозу представляют отдельные технологические жидкости, применяемые при ГТМ: кислотные составы, тяжелые растворы глушения, содержащие хлорид- и нитрат-ионы. В условиях пластовых давлений и температур, при смешении с пластовыми жидкостями и газами, их коррозионная агрессивность многократно возрастает. Коррозионная агрессивность неингибированных 10–20%-ных растворов соляной кислоты при температурах 80–90°C может достигать 1000 мм/год и более. Одновременное присутствие нитрат- и хлорид-ионов инициирует питтинговую коррозию. Закачка ингибиторов солейотложений через затруб может привести к электрокоррозии брони кабеля и корпуса НКТ при попадании ИСО между кабелем и НКТ.

Традиционные способы снижения коррозии — это ингибиторная защита, электрохимическая защита, защитные покрытия и коррозионностойкие материалы. Ингибиторная защита, как правило, используется как превентивная мера до внедрения других способов защиты. Следует отметить, что традиционные технологии ингибиторной защиты скважинного оборудования, такие как закачка ингибитора через затруб или дозирование по капиллярным трубкам, в данном случае малоэффективны. Так, при закачке через затруб ингибитор не сможет достичь и защитить ПЭД, так как он находится ниже уровня приема насоса. При дозировании реагента по капиллярной трубке ее спуск на глубину подвески 2000 м и более по искривленным скважинам с узким кольцевым зазором между корпусом УЭЦН и эксплуатационной колонной несет в себе риск заземления канала или его перетирания с нарушением герметичности. К перспективным ингибиторам можно отнести бинарные, то есть, имеющие две составляющие, которые при смешивании активизируются и образуют защитную пленку. Такие ингибиторы коррозии служат в 2–4 раза дольше по сравнению с обычными нефте- и вододиспергируемыми. Также неплохие результаты дает применение капсулированных ингибиторов коррозии. По сравнению с обычными ингибиторами капсулированный реагент обеспечивает более длительный и плавный вынос из скважины. Так или иначе, ингибиторы коррозии представляются практически безальтернативным и эффективным средством снижения коррозионной агрессивности используемых при ГТМ технологических жидкостей. К примеру, в пластовых условиях, при температурах от 50 до 90°C, коррозионная агрессивность раствора соляной кислоты возрастает в 10–100 раз по сравнению с нормальными условиями (20°C).

Успешную борьбу с коррозией в связи со сложными и разнообразными запросами современной техники уже невозможно проводить на основе чисто экспериментального подбора новых устойчивых металлических материалов и методов их защиты. Необходимо наряду с чисто практическими мероприятиями по борьбе с коррозией всемерно развивать комплексные научные исследования коррозионных явлений. Несомненно, что только путем изучения основных закономерностей коррозионного процесса можно глубже понять природу многих сложных случаев практической коррозии, прогнозировать коррозионное поведение металлических систем в реальных условиях эксплуатации и разработать наиболее эффективные меры борьбы с коррозионным разрушением [3].

Список литературы:

1. **Ивановский В.Н.** Коррозия скважинного оборудования и способы защиты от нее, Коррозия ТНГ, 2011, № 1.
2. **Даминов А.А.** Коррозия подземного оборудования добывающих скважин, оборудованных УЭЦН, «Территория Нефтегаз», 2009, № 8.
3. **Азаренков Н.А., Литовченко С.В., Неклюдов И.М., Стоев П.И.** Коррозия и защита металлов. Часть 1. Химическая коррозия металлов. – Харьков: ХНУ, 2007.

УГЛЕПЕТРОГРАФИЯ И ГЕОХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ОТЛОЖЕНИЙ СИЛОВСКОЙ СВИТЫ Р. СЫРЬЯГА (ЮГО-ВОСТОК КОРОТАИХИНСКОЙ ВПАДИНЫ)

О.С. Котик, И.С. Котик

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

e-mail: olya.procko@gmail.com

Территория Коротаихинской впадины является одной из слабоизученных с точки зрения вопросов геохимии, типа вмещающего органического вещества (ОВ) и генерационного потенциала осадочных комплексов. Результаты органической геохимии пермских отложений по немногочисленным скважинам и естественным обнажениям освещены в ряде работ [1, 2, 3]. Отложениям подобным рассматриваемому комплексу, в настоящий момент уделяется большое внимание многих исследователей, как возможным не только газоматеринским, но и нефтематеринским. За последние 30 лет появилось большое количество работ по вопросу возможности генерации нефтяных углеводородов (УВ) углями [4-7]. Рассматриваемые отложения силовской свиты (P_{2-3sl}) средне-верхнепермского возраста характеризуются повышенной угленосностью разреза и соответственно содержанием ОВ. Однако, не все ОВ способно генерировать УВ, большое значение имеет его состав, катагенетическая преобразованность и УВ потенциал. Результаты углепетрографических исследований совместно с данными органической геохимии позволяют оценить генерационные возможности нефтегазоматеринских пород угленосного комплекса.

Нами были исследованы угли и углистые породы силовской свиты печорской серии (казанско-татарского возраста) из естественных обнажений на р. Сырьяга юго-восточной части Коротаихинской впадины. Углепетрографические исследования проводились на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых МГУ (г. Москва) и в Институте геологии Коми НЦ УРО РАН (г. Сыктывкар). Геохимические исследования (C_{орг}, ХБА, ГХ) проводились на базе ЦКП «Геонаука» Института геологии (г. Сыктывкар). Пиролиз по методу Rock-eval проводился во ВНИГНИ (г. Москва). Комплекс использованных методов позволяет установить тип исходного ОВ пород и в целом оценить генерационный потенциал угленосного комплекса.

Для изученных образцов значения ТОС / C_{орг} находятся в пределах от 19,7 до 61,8%, при которых водородный индекс (НИ) изменяется от 161 до 357 мг УВ / г C_{орг}. Значения T_{max} ≥ 430 – 435⁰С, что согласуется со средним показателем отражения витринита (R_o) 0,6 – 0,9% . Эти данные свидетельствуют о том, что породы комплекса достигали глубин и соответственно прогрета зоны нефтяного окна.

В изученных образцах витринит (25-90 %) является доминирующей группой микрокомпонентов. Следующими по содержанию являются инертинит (5-35%) и липтинит (до 15%). В составе группы витринита определены следующие мацералы: корпогелинит, витродетринит, телинит (ксиленинит и паренхинит), гелинит (рисунок, b, c) и коллотелинит (рисунок, a) с преобладанием последних. Семифюзинит, фюзинит (рисунок, d) и инертдетринит (рисунок, c) являются преобладающими компонентами группы инертинита, в меньшем количестве встречаются фунгинит, макринит и микринит. Группа липтинита (рисунок, a, b) представлена кутинитом, споринитом, резинитом, липтодетринитом и битуминитом, которые хорошо диагностируются в проходящем (рисунок, a) и ультрафиолетовом (УФ) свете (рисунок, b). Также в УФ отчетливо видны сгустки и пленки легкого и маслянистого битума (рисунок, b), выделив-

шегося из липтинитовых компонентов. Благодаря наличию липтинитовых компонентов и значительной катагенетической преобразованности (градации МК₂ – МК₃) исследованные угли обладают хорошим углеводородным потенциалом (НІ >> 200 мг УВ / г С_{орг}). Такие значения НІ характеризуют смесь керогенов III и II типов ОВ.

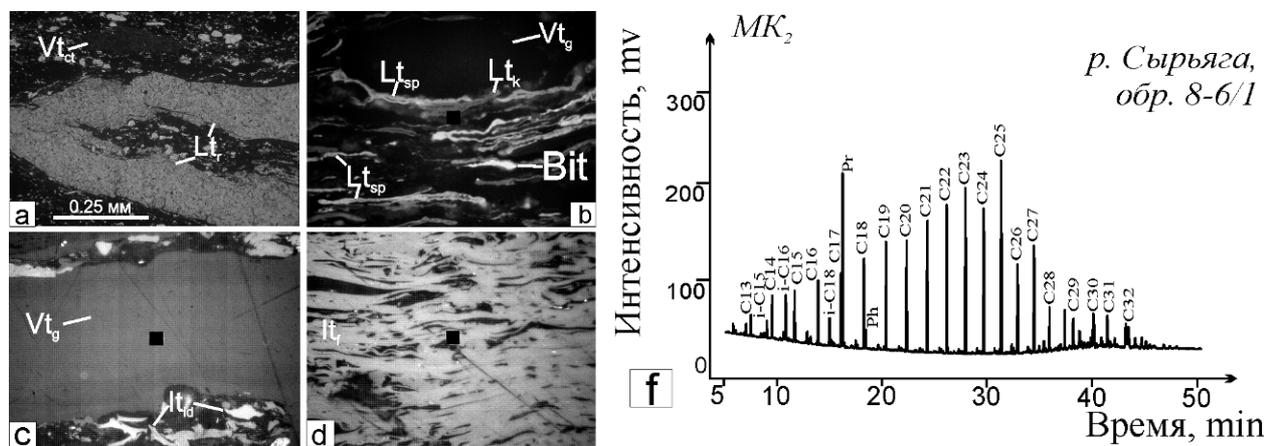


Рисунок. Фото микрокомпонентов ОВ (а-d) и хроматограмма алифатической фракции битумоидов (f) углей силовской свиты, р. Сырьяга.

Условные обозначения: а – обр. 6-1, проходящий свет; b – обр. 8-2/1, отраженный УФ свет, масляная иммерсия; с – обр. 6-1; d – обр. 9-1/2; с – d - отраженный свет, масляная иммерсия. Vt – группа витринита, Vt_{ct} – коллотелинит, Vt_g – гелинит, It – группа инертинита, It_f – фюзинит, It_{id} – инертодетринит, Lt – группа липтинита, Lt_r – резинит, Lt_{sp} – споринит; Bit – битум.

Проведенные исследования алифатических фракций битумоидов из углей методом газовой хроматографии (ГХ) показали преобладание высокомолекулярных *n*-алканов (рисунок, f). Максимум распределения *n*-алканов во всех исследованных углях приходится на *n*-C₂₅, что отражает преобладание компонентов высшей растительности в составе исходного ОВ. Несколько иное распределение характерно для углистых аргиллитов, где отмечается более высокое содержание низкомолекулярных соединений (< C₂₀), что является характерной чертой сапропелевых углей. Таким образом, исследованные породы характеризуются присутствием смешанного ОВ, с его доминированием в глинистых разностях. Факт наличия смешанного типа ОВ (II-III) в породах подтверждается результатами пиролитических исследований. Для всех изученных образцов характерно преобладание нечетных *n*-алканов над четными (> 1-2) и пристана над фитаном (Pr/Ph – 2,3–10,3). Рассчитанные значения СРІ₂ близки к единице (1,0–1,03), а индекса СРІ₁ – 1,31-1,53. Такие значения СРІ > 1, свидетельствуют о том, что исходным материалом углей была высшая наземная растительность и в первую очередь компоненты группы липтинита. Липтинит в изученных углях в среднем содержится от 10 до 15%, такие значения являются значительными и благодаря чему рассматриваемая угленосная толща может обладать хорошими нефтегазоматеринскими свойствами. Также изученные образцы обладают геохимическим сходством с углями других угленосных бассейнов Австралии [7], Танзании [6], Бангладеша [4] и других. В работах [4–8] авторы рассматривают возможность генерации нефтяных УВ углями с большим содержанием липтинита, в том числе и в промышленных масштабах, наглядным примером этого факта являются пермско-триасовые отложения южной Австралии [8]. Повышенные значения липтинита, а именно кутинита, споринита, резинита и битуминита согласуются с результатами ГХ, где отмечается преобладание

высокомолекулярных n-алканов. Которые указывают на возможность генерации более восковых УВ, связанных с углистым ОВ.

Проведенные исследования показывают, что в составе ОВ углей и углистых аргиллитов силовской свиты преобладают компоненты группы витринита, с подчиненным количеством группы инертинита и липтинита. Пиролитические исследования свидетельствуют о присутствии керогенов двух типов III и II-III (смешанного), что также подтверждается результатами ГХ, где отмечается небольшое преобладание высшей растительности в составе исходного ОВ пород. Степень катагенетической зрелости, согласно результатам пиролиза ($T_{\max} \geq 430-435$ °С) и показателю отражения витринита ($R_o - 0,6-0,9$ %) соответствует градациям главной зоны нефтеобразования. Наличие в составе углей липтинита с выделившимися из него визуально диагностируемыми битумными скоплениями свидетельствует о возможности генерации углями, в том числе и нефтяных УВ.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 16-35-00278 мол_a.

Список литературы:

1. **Анищенко Л. А., Клименко С. С., Рябинкина Н. Н. и др.** Органическая геохимия и нефтегазоносность пермских отложений севера Предуральяского прогиба. – СПб.: Наука. 2004. – 214 с.
2. **Баженова Т. К., Богословский С. А., Шапиро А. И.** Геохимия палеозоя юго-западного склона Пай-Хоя и генерация углеводородов в Коротаихинской впадине // Разведка и охрана недр. – 2010. № 6. – С. 21–26.
3. **Санникова И. А., Кирюхина Т. А.** Моделирование процессов образования углеводородов в Коротаихинской впадине Тимано-Печорского бассейна // Новые идеи в геологии нефти и газа. – М.: МГУ, 2015. – С. 268–272.
4. **Farhaduzzaman Md., Abdullah W. H., Islam Md. A.** Depositional environment and hydrocarbon source potential of the Permian Gondwana coals from the Barapukuria Basin, Northwest Bangladesh. International Journal of Coal Geology, v. 90–91, 2012. pp. 162–179.
5. **Killops S. D., Funnell R. H., Suggate R. P., et al.** Predicting generation and expulsion of paraffinic oil from vitrinite-rich coals. Org Geochem, 29, 1998, pp. 1–21.
6. **Semkiwa P., Kalkreuth W., Utting J., Mpanju F., Hagemann H.** The geology, petrology, palynology and geochemistry of Permian coal basins in Tanzania: 2. Songwe-Kiwira Coalfield. International Journal of Coal Geology 55, 2003, pp. 157–186.
7. **Thompson S., Cooper B., Morely R.J., Barnard P.C.** Oil generating coals. In: Thomas, B.M., et al. (Ed.), Petroleum Geochemistry in Exploration of the Norwegian Shelf. Graham & Trotman, London, 1985, pp. 59–73.
8. **Vinchet P.W., Mortinore I.R., McKirdy D.M.** Hydrocarbon generation, migration and entrapment in the Jackson-Naccowlah area, ATP 259, Sothwestern Queensland. The APEA Journal 25, 1985, pp. 62–84.

К ВОПРОСУ ОБ ОТНЕСЕНИИ ЗАПАСОВ НЕФТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ К КАТЕГОРИИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ

А.А. Хамидулина

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

e-mail: ajnagul93@mail.ru

Исследование современного состояния трудноизвлекаемых запасов нефти в России актуально и остро необходимо, ему посвящено много научных работ и исследований разных авторов. Основные остаточные разведанные запасы нефти сосредоточены на 20 крупных месторождениях, находятся в третьей стадии разработки, продуктивные пласты обводнены на 60-70% , выработаны в среднем на 60% и дают основную добычу в стране. Добыча нефти обеспечена остаточными разведанными запасами на 24 года, которые в основном трудноизвлекаемые. Сохранить объемы добычи очень важно для поддержания российской экономики. Нефть добывать стало труднее, ухудшилось качество разведанных запасов. Стал вопрос о запасах и технологии добычи «нетрадиционной» нефти, которая поможет сохранить в стране проектные объемы добычи.

В 1979 году Э.Халимов и М.Фейгин дали определение трудноизвлекаемых запасов нефти традиционными методами разработки «...к последним относятся запасы продуктивных пластов с высоковязкой нефтью, подгазовые залежи, залежи с обширными водонефтяными зонами, с коллекторами сложного строения и т.п., а также запасы незначительных по размерам залежей». К 1994 году были сформулированы количественные критерии отнесения запасов к трудноизвлекаемым: в подгазовых залежах, с вязкостью нефти более 30 мПа*с, в коллекторах с проницаемостью менее 0,05 мкм², в пластах толщиной менее 2 метров. [1]

В настоящее время к этим критериям относятся еще залежи с обширными водонефтяными зонами, удаленные от инфраструктуры добывающих предприятий и глубоко залегающие пласты и залежи с незначительными до 1млн.т извлекаемыми запасами.

В современных условиях необходима новая классификация трудноизвлекаемых разведанных запасов нефти в связи с новой классификацией запасов и ресурсов углеводородов по геолого-экономическим критериям.

Под «трудноизвлекаемыми» запасами понимаются разведанные запасы месторождений, которые характеризуются неблагоприятными для добычи нефти геологическими условиями или (и) ее физическими свойствами. «Трудноизвлекаемыми» могут считаться запасы в шельфовой зоне, остаточные запасы нефти на месторождениях, которые находятся в поздней стадии разработки, а также залежи с высокой вязкостью нефтью.[2]

В России четко обозначились проекты добычи трудноизвлекаемой нефти: высоковязкие нефти, битумы и лёгкая нефть в низкопроницаемых коллекторах.

Современная добыча, основанная на благоприятных для освоения активных запасах, значительно уступает по масштабам добычи из трудноизвлекаемых, освоённость которых пока невелика например в шельфах морей и океанов.

Основной объем добычи нефти ведется из трудноизвлекаемых традиционных запасов, преимущественно благоприятных для освоения современными технологиями. Главная проблема их дальнейшего использования – высокая обводненность и высокая выработка разрабатываемых месторождений, особенно наиболее крупных из них и высокая себестоимость добычи нефти современными методами увеличения нефтеотдачи и изоляции водопритоков. Текущие разведанные запасы на 38,4% - ак-

тивные, причем с высокой (> 50%) степенью выработанности. Существенную долю в остаточных запасах – 35,8% – составляют запасы в низкопроницаемых коллекторах. Отметим, что за последние годы объемы добычи из них резко возросли, в основном регионе добычи нефти – Западной Сибири за счет применения новых технологий добычи. Основные запасы залежей с высоковязкой и тяжелой нефтью сосредоточены только в трех федеральных округах России, причем более половины – 53,7% – в Приволжском и Северо-Западном ФО и 36,5% – в Уральском. Основная добыча тяжелых и высоковязких нефтей ведется и достаточно успешно в Республике Татарстан и Республике Коми. [3]

Самая высокая по России добыча трудноизвлекаемой нефти на сегодняшний день ведется из доманиковой и бажендовской свит, также вызывают немалый интерес куонамская свита в Восточной Сибири и сверхвязкая нефть Волго-Уральского региона (Татарстан, Оренбургская и Самарская область, Башкортостан).

В Татарстане принята комплексная программа технологии добычи трудноизвлекаемой нефти. Выбор месторождений Татарстана в качестве основных объектов исследований не случаен. В Татарстане расположены крупнейшие нефтяные месторождения Урало-Поволжья, среди которых уникальное Ромашкинское, крупнейшие Ново-Елховское и Бавлинское, для которых актуальна задача выработки трудноизвлекаемых запасов с весьма широким спектром классификационных признаков.

Так для Ромашкинского месторождения характерны залежи массивного типа с высоковязкой нефтью (более 45 мПа*с), пористостью 0,124-0,141 и проницаемостью пород 0,086-0,145 мкм². Месторождение уже много лет является неким полигоном, на котором испытываются многие новейшие технологии, оборудование, приборы и методы контроля и регулирования процессов разработки.

Ново-Елховское месторождение, как и Ромашкинское, находится в завершающей стадии разработки и имеет аналогичные свойства. 42% действующего фонда скважин месторождения обводнены более чем на 90%, в частности по пласту Д₀ величина заводняемой площади по высокопродуктивным коллекторам составляет 96,9 % от общей продуктивной.

Что касается Бавлинского месторождения, то в настоящее время основные запасы из высокопродуктивных пластов на месторождении в значительной степени уже выработаны, но продолжается разработка оставшихся трудноизвлекаемых запасов. Характерным для залежи являются высокая степень обводненности продукции. В водонефтяной зоне, т.е. в зоне ВНК, нефть окисленная и имеет повышенную вязкость и как следствие меньшую подвижность.

В последние годы выполнены работы по уточнению зон концентрации сверхвязкой нефти в пермских отложениях Татарстана. Геологические ресурсы сверхтяжелой нефти по различным оценкам составляют от 1,4 до 7,5 млрд т. Глубины залегания залежей – от 50 до 400 м. При этом значительная часть территории Татарстана на этот вид углеводородного сырья не доразведана.

Зона развития залежей сверхвязкой нефти включает и сопредельные с Татарстаном части Оренбургской и Самарской областей, а также Башкортостана. Нефть здесь тяжелая (плотность 962,6–1081 кг/м³), высоковязкая, высокосмолистая и сернистая (содержание серы 1,7–8,0%).

Для Оренбургской области установлено ухудшение структуры текущих и увеличение доли трудноизвлекаемых запасов из низкопроницаемых коллекторов и залежей с высоковязкой нефтью. [4]

По состоянию на 01.01.2012 г. остаточные извлекаемые запасы нефти на 80% трудноизвлекаемые, в том числе на 76% с низкопроницаемыми (менее 0,05 мкм²) коллекторами и с обширными водонефтяными зонами, 10% - залежи с высоковязкой

нефтью (более 30мПа*с), 9% - подгазовые залежи, 5% - труднодоступные и удаленные от системы коммуникаций. [5]

По региону турнейские пласты Т₁-Т₂, башкирский А₄, верейский А₁₋₃, пашийский D₁ являются пластами с низкой проницаемостью (<0,050 мкм²), высокопроницаемые пласты бобриковский и пашийский Бузулукской впадины.

Основные 25 месторождений, которые дают более 50% годовой добычи нефти находятся на третьей стадии разработки, их залежи обводнены на 70-80% и выработаны на 60-70%.

Есть месторождения, в продуктивных пластах которых вязкость нефти превышает 30 мПа*с. Это Графское (пласты B₂ и B₁ с вязкостью 42,2 и 34,7 мПа*с соответственно), Байтуганское (бобриковские пласты, вязкость 20-80 мПа*с), группа месторождений Херсонское, Каменское, Новокудринское (пласты B₂, вязкость > 20 мПа*с), Наумовское (пашийский D₁), Красноярское (подольский Pd), Самодуровское (пласт B₂₋₁ с вязкостью 80 мПа*с), Северо-Красноярское (бобриковская залежь), Спасское (бобриковский B₂, вязкость 30 мПа*с), Умирское (B₂, 41 мПа*с), Школьное (бобриковский пласт B₂) и другие, которые расположены в Бугурусланском нефтегеологическом районе.

К месторождениям, имеющим подгазовые залежи, относятся Покровское, Бобровское, Родинское и другие, где подгазовые артинские залежи в настоящее время не разрабатываются.

Как видно, основными причинами отнесения запасов к категории трудноизвлекаемых по Оренбургской области являются в основном обводненность основных залежей нефти крупных месторождений Покровского, Бобровского, Сорочинско-Никольского и других, находящихся в третьей стадии разработки. Кроме того, существенную роль составляют более 180 залежей с карбонатными коллекторами, имеющими низкую проницаемость (менее 0,05мкм²), залежи нефти с высоковязкой нефтью (более 30мПа*с), с низкими фильтрационно-емкостными свойствами.

Таким образом, главные усилия по вовлечению текущих трудноизвлекаемых запасов в России и Оренбуржье в эксплуатацию должны быть направлены на разработку и внедрение новых методов увеличения нефтеотдачи. Применение современных методов оптимизации работы скважин и залежей, новых современных химических реагентов по изоляции водопритоков, вовлечение в разработку подгазовых залежей, усовершенствование приборов по определению свойств высоковязкой нефти. Нужны широкомасштабные научные исследования в области классифицирования трудноизвлекаемых запасов нефти в современном геолого-экономическом мониторинге.

Список литературы:

1. Григорьев М.Н. Региональная специфика трудноизвлекаемых запасов нефти России // Нефтегазовая вертикаль. 2011. № 5. С. 14–17.
2. Лисовский Н.Н., Халимов Э.М. О классификации трудноизвлекаемых запасов // Вестник ЦКР Роснедра. 2005. № 1. С. 17–19.
3. Прищепа О.М., Халимов Э.М. Трудноизвлекаемая нефть, потенциал, состояние и возможности освоения // Нефтегазовая вертикаль. 2011. № 5. С. 24–29.
4. Савинкова Л.Д. Совершенствование методологии оценки качества запасов и ресурсов углеводородов (на примере Оренбургской области) / Л.Д. Савинкова – Оренбург, 2014.- С.74-102.
5. Савинкова Л.Д. Проблемы классификации трудноизвлекаемых запасов нефти / Л. Д. Савинкова // Геология и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области: сб. науч. тр. Вып.2, ОНАКО / - Оренбург: 1999. - С. 244-247.

ТИПЫ ПУСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВА В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ СИЛУРИЙСКОГО ВОЗРАСТА НА УСИНО-КУШШОРСКОЙ И ЗАОСТРЕНСКОЙ ПЛОЩАДЯХ

И.И. Даньщикова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

e-mail: iidanshikova@geo.komisc.ru

Силурийские карбонатные породы северо-востока Тимано-Печорской провинции обладают низкими фильтрационно-емкостными свойствами. Основными особенностями этих пород является структурно-текстурные признаки и морфометрические характеристики их пустотного пространства. Недостаточная изученность литологических особенностей и пустотного пространства пород-коллекторов в таких отложениях выдвигает эти проблемы в разряд наиболее актуальных.

В тектоническом плане исследуемая территория расположена в южной части Хоседаюского вала гряды Чернышева, которая в свою очередь является структурой первого порядка Предуральского краевого прогиба [3]. В нефтегазогеологическом отношении территория Хоседаюского вала входит в Хоседаюско-Воргамусюрский нефтегазоносный район Северо-Предуральской нефтегазоносной области [2, 4].

Объектами наших исследований являлись силурийские сульфатно-глинисто-карбонатные отложения вскрытые скважинами на Заостренской и Усино-Кушшорской площадях. Литологическая характеристика и структурно-текстурные особенности пустотного пространства силурийских пород были исследованы по керну скважин 1, 2-Усино-Кушшорская и 1-Заостренская.

Силурийские отложения в изученных разрезах имеют мощность от 150 до 1300 м [1]. Нижнесилурийский интервал разреза сложен преимущественно седиментационными и вторичными доломитами с прослоями известняка, включениями ангидрита с маломощными (до 0,5 см) глинистыми прослойками. Встречаются реликты органических остатков (содержание в породе не превышает 3-5 %), определение которых затруднено из-за перекристаллизации и доломитизации. Мощность варьирует от 140 до 980 м.

Верхнесилурийский интервал представлен чередованием доломитов и известняков с глинистыми прослойками. В доломитах встречаются редкие несортированные по размеру створки остракод, пелеципод и табулят, раковины которых выполнены вторичным кальцитом или мелкозернистым доломитом. Известняки тонко-мелкозернистые, доломитизированные, с примесью кварца и органогенного детрита. Не редко в них отмечаются стяжения ангидрита. Мощность от 140 до 370 м.

Петрографические исследования показали, что карбонатные породы представлены большей частью доломитами с примесью кальцита и разным содержанием не растворимого остатка (глинистое вещество, ангидрит, кварц), что также подтверждается карбонатным анализом (таблица). В соответствии с особенностями состава пород было выделено несколько литотипов.

Литотип А – разнозернистые известковые доломиты (рисунок А). Текстура узорчатая, пятнистая, обусловленная немногочисленными известковыми глинистыми прослойками и органическими остатками. Доломит состоит из ромбоэдрических и неправильно-ромбоэдрических кристаллов размерами 0,005-0,01 мм. В большинстве случаев ядра кристаллов загрязнены пелитовой примесью, и в разной степени обогащены глинистым веществом и органическими остатками (2-3 %). Детрит представлен

остракодами (0,03-0,5 мм), единичными иглокожими (~ 0,3 мм), брахиоподами (0,5-1 мм), которые заполнены новообразованным кальцитом и/или доломитом. Породы этого литотипа самые распространенные.

Таблица

Нормативный состав карбонатных и сульфатных пород, мас. %

	возраст	доломит	кальцит	глина	сульфат
минимум	S ₂ gj	14,7	2,0	4,1	0,1
максимум		86,0	72,5	23,6	0,9
<i>среднее</i>		64,9	18,7	12,1	0,5
минимум	S ₁ sd	19,0	1,5	1,8	0,1
максимум		82,3	74,8	19,2	18,5
<i>среднее</i>		52,8	32,4	8,9	7,9
минимум	S ₁ dz	59,5	0,7	2,4	□
максимум		93,2	26,0	11,9	□
<i>среднее</i>		79,0	9,3	5,6	□

Примечание. S₂gj – гердьюский горизонт; S₁sd- седельский горизонт; S₁dz – джагалский горизонт. Прочерк – не определялось.

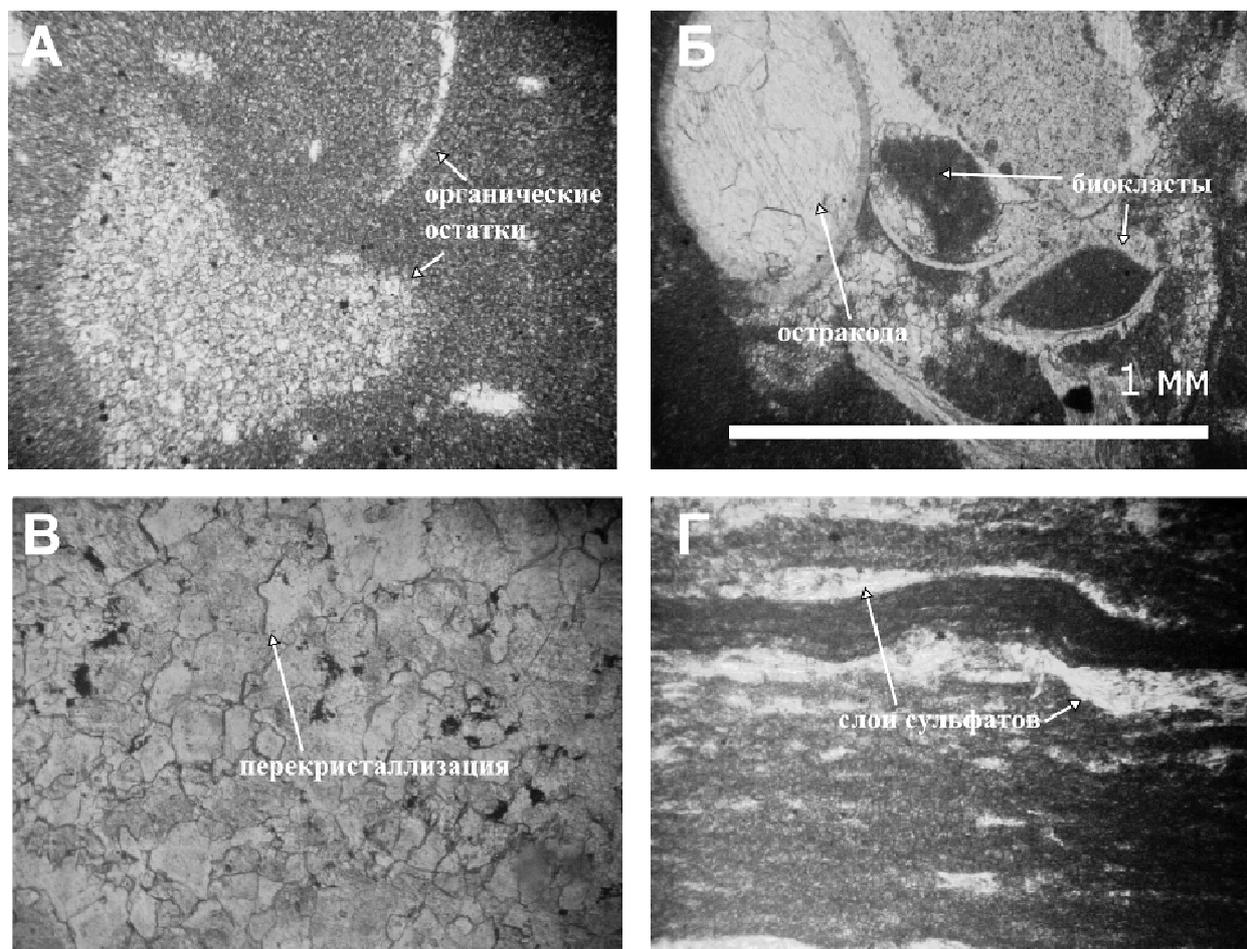


Рис. Основные литотипы на Усино-Кушшорской и Заостренской площадях

Условные обозначения: А – доломит известковистый тонкозернистый; Б – известняк вторично-микрокомковатый полибиокластовый; В – доломит глинистый перекристаллизованный; Г – ангидрит доломитовый глинистый.

Литотип Б – вторично-микрокомковатый полибиокластовый известняк (рисунок Б). Структура интракластовая, реже крустификационная спаритовая. Текстура пятнистая, обусловленная неравномерным распределением органических остатков. Детрит представлен цельноскелетными и разрозненными створками остракод, гастропод, фрагментами мшанок, кораллов ругоз и криноидей. Не редко отмечаются вторичные эпигенетические поры, заполненные битуминозным веществом.

Литотип В – перекристаллизованные доломиты с единичными детритовыми остатками (1-3 %), определение которых затруднено из-за перекристаллизации (рисунок В). Текстура массивная. Порода плотная, кристаллы доломита образуют сплошную мозаику, с хорошо выраженными глинистыми ядрами и редкими мелкими порами. Размеры доломита 0,2-0,4 мм, форма неправильно-ромбоэдрическая, угловатая.

Литотип Г – доломит-ангидритовые и глинисто-сульфатно-доломитовые породы с разным соотношением слагающих их минералов, которые чаще встречающиеся в нижнем силуре (рисунок Г). Текстура слоистая, обусловленная различным чередованием вещественного состава пород. Сульфатные прослойки представлены желтовато-серым игольчатым гипсом и ярко-пестрыми игольчатыми ангидритами.

Для каждого литологического типа дана характеристика пустотного пространства. При микроскопических исследованиях обнаруживается, что первичные пустоты очень редки и отмечаются только в биокластовых известняках верхнего силура. Они наблюдаются внутрираковинных и внутрискелетных полостях, либо реже между кристаллами новообразованного доломита. Их размер не превышает 0,1 мм.

В зонах вторичной доломитизации, в частности, в зонах сплошной доломитизации встречаются неправильно-округлые пустоты размерами 0,03-0,2 мм, которые связаны с процессами растворения (выщелачивания). Процессы выщелачивания встречается по всему изучаемому разрезу, но интенсивнее всего проявляется в гердьюской толще. Это объясняется тем, что данные отложения долго пребывали в зоне гипергенеза (регрессивный наложенный эпигенез).

Свой вклад в пустотное пространство вносят и стилолитовые швы. Они встречаются чаще всего в средне-тонкозернистых доломитах и вторично-микрокомковатых полибиокластовых известняках. Не редко вдоль стилолитов наблюдаются новообразованные доломиты преимущественно ромбоэдрической формы и аутогенные минералы такие как кварц и пирит. При макроскопическом исследовании наблюдаются в стилолитах пустоты зияния, которые заполнены глинистым либо битуминозно-глинисто-карбонатным веществом. Наличие стилолитовых швов свидетельствуют о зонах сжатия и об активной фильтрации вод.

Для пород всех литологических типов характерна трещиноватость. Трещины разноориентированы, имеют разную толщину, протяженность, по форме прямолинейные либо извилистые. Они встречаются как открытые, так и закрытые, которые полностью или частично заполнены новообразованными минералами (кальцитом, сульфатом). В более крупных трещинах при микроскопических исследованиях наблюдаются остаточные пустоты угловатой неправильной формы. Не редко трещинки, связаны с массой тонких, извилистых битуминозно-глинисто-карбонатных прослоев. Зачастую они образуют субпараллельные системы и не единичны. Местами немного расширены процессами выщелачивания.

Таким образом, силурийские карбонатные отложения Усино-Кушшорской и Заостренской площадей представляют собой сложное переслаивание низкопродуктивных карбонатных пластов. Формирование пустотного пространства в них обусловлено в основном развитием вторичных процессов. В силурийских отложениях выделя-

ются следующие типы пустот: пустоты выщелачивания, остаточные пустоты, пустоты между кристаллами доломита. Образование последних связано с процессами выщелачивания. Не редко изолированные поры соединены через сеть микротрещин, что может способствовать фильтрации флюидов. Значительное влияние на фильтрационно-емкостные свойства пород нижнего силура повлияли процессы сульфатизации. Практически все пустоты заполнены кристаллами гипса и ангидрита.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке программы УрО РАН «Закономерности размещения и условия формирования скоплений углеводорода в осадочных толщах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции» (проект № 15-18-5-21)

Список литературы:

1. **Даньщикова И.И., Напалкова М.Н.** Литология силурийских отложений Усино-Кушшорской площади гряды Чернышева // Вестник Института геологии. Сыктывкар: Геопринт, 2014. №9 (237). С.20-24
2. **Прищепа О.М., Богацкий В.И., Макаревич В.Н., Чумакова О.В., Никонов Н.И., Куранов А.В., Богданов М.М.** Новые представления о тектоническом и нефтегазогеологическом районировании Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Т.6. №4. http://www.ngtp.ru/rub/4/40_2011/pdf.
3. **Дедеев В.А., Юдин В.В., Богацкий В.И. и др.** Тектоническая карта Печорской плиты / Сыктывкар, 1985. 12. (Научные доклады / Коми фил. АН СССР; Т.2).
4. **Белонин М.Д., Прищепа О.М., Теплов Е.Л., Буданов Г.Ф., Данилевский С.А.** Тимано-Печорская провинция: геологическое строение, нефтегазоносность и перспективы освоения – СПб.: Недра, 2004. – 396 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЮЖНО-ВИШАНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ОЦЕНКА ИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ СЕМИЛУКСКОЙ ЗАЛЕЖИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ)

П.С. Малашенко

Гомельский государственный университет, Республика Беларусь

e-mail: Irawunar@gmail.com

Для Республики Беларусь в ближайшие годы все острее будет вставать вопрос дефицита добычи углеводородов из разведанных залежей. В связи с этим в ближайшем будущем необходимо будет проводить поиски нефти в недостаточно изученных частях Припятского прогиба. Перспективной территорией являются подсолевые отложения Южно-Вишанского нефтяного месторождения. В административном отношении Южно-Вишанское нефтяное месторождение расположено на территории Октябрьского района Гомельской области Республики Беларусь. Ближайшими относительно крупными населенными пунктами являются Светлогорск, Мозырь, Речица и Гомель с железнодорожными узловыми станциями и связанными между собой дорогами [1].

Южно-Вишанский блок по межсолевым отложениям был открыт в 1989 году при проведении сейсморазведочных работ непосредственно к югу от Вишанского месторождения.

В 1990 году в пределах данного участка была доказана промышленная нефтеносность задонских отложений

Из-за неоднозначности геологических построений в связи с невысоким качеством сейсмического материала 1998 года, строение площади по подсолевым отложениям оставалось недостаточно изученным. Поэтому в 2002-2003 годах на Южно-Вишанской и близлежащих площадях были поставлены дополнительные работы. В 2004 году детализационными работами подготовлена структура по подсолевым отложениям к поисковому бурению.

Наличие признаков нефтеносности в подсолевых карбонатных отложениях по керну и материалам ГИС в скважине 33 Южно-Вишанская указывало на перспективность Южно-Вишанской подсолевой структуры.

В геологическом строении района принимают участие породы кристаллического фундамента архейско-нижнепротерозойского (AR-PR₁) возраста и осадочного чехла, представленные верхнепротерозойскими (PR₂), девонскими (D), каменноугольными (C), пермскими (P) и мезо-кайнозойскими (MZ-KZ) образованиями. В осадочном чехле выделяется ряд толщ: подсолевая терригенная, подсолевая карбонатная, нижняя соленосная, межсолевая, верхние соленосные и надсолевая.

В тектоническом отношении Южно-Вишанское месторождение приурочено к Вишанской структуре, расположенной в пределах западной части Речицко-Вишанской региональной зоны локальных поднятий Речицко-Вишанской тектонической ступени Северной структурной зоны Припятского прогиба.

Рассматриваемый район относится к *Припятскому гидрогеологическому бассейну*, который пространственно совпадает с Припятским прогибом. На территории, в толще осадочных пород и в трещиноватой зоне кристаллического фундамента, выделяются водоносные горизонты и комплексы, отличающиеся стратиграфическими объемами, литологическим содержанием, пространственной структурой, водонасыщенностью и водопроницаемостью, химическим составом подземных вод [2].

Для вовлечения Семилукского горизонта Южно-Вишанского месторождения в разработку, проведен оперативный подсчет геологических и извлекаемых запасов нефти и газа. Выбор метода подсчета запасов нефти зависит от качества и количества подсчетных параметров, степени изученности месторождения, режима работы залежи, объекта подсчета (конденсат, нефть). Среди возможных методов подсчета запасов нефти объемный метод является основным - универсальным - применим в контурах залежи нефти любой категории разведанности, при любом ее режиме работы.

Получив необходимые подсчетные параметры из испытаний в эксплуатационных колонах скв. 34 и 33 Южно-Вишанского месторождения, проведен подсчет запасов нефти объемным методом. Подсчет запасов растворенного в нефти газа, ввиду отсутствия глубинных проб по скв. 34 произведен методом аналогии по Комаровичскому месторождению.

Получение притоков нефти в эксплуатационной колонне из семилукских отложений в скв. 34 Южно-Вишанской, а также положительная характеристика пластов-коллекторов в скв. 33 Южно-Вишанской, выделенных по результатам обработки материалов ГИС, установление типа, формы и размеров залежи и условий залегания вмещающих нефть пластов-коллекторов, позволяет отнести запасы нефти и растворенного газа к категории С1 в следующих границах: северо-западная, северо-восточная, западная и южная границы совпадают с границами залежи. Восточная граница — условная и проходит по линии, проведенной на расстоянии 500 м от забоя скв. 33 Южно-Вишанской. Запасы остальной, восточной, части залежи оценены по категории С2 [3].

Список литературы:

1. Геология Беларуси / А. С. Махнач [и др.]; под общ. ред. А. С. Махнач. – Мн.: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
2. Оперативный подсчет запасов по месторождениям и нефтеносным площадям треста «Белнефтегазразведка» за 1985 год: отчет в 3 томах / «Белнефтегазразведка»; Отв. исполнители Л.М. Ланкуть, Л.И. Шергина, Т.П. Петрова. – Минск, 1986 г. – 190 с.
3. Оперативный подсчет запасов нефти, конденсата, газа по месторождениям и нефтяным площадям на территории деятельности РУП «Белгеология» за 2011 год. Книга 1 г. Минск 2012 год.

ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА

И.С. Котик, И.И. Даньщикова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

e-mail: iskotik@geo.komisc.ru, iidanshikova@geo.komisc.ru

Силурийские отложения в составе среднеордовикско-нижнедевонского нефтегазоносного комплекса являются одним из основных объектов для поиска залежей УВ в пределах гряды Чернышева. При оценке перспектив этого комплекса не мало важное значение имеет характеристика литолого-геохимических факторов, обуславливающих условия накопления органического вещества (ОВ), распределения в разрезе нефтегазоматеринских пород и их генерационных свойств.

Исследуемая территория расположена в пределах Тальбейского блока – структуры второго порядка в составе гряды Чернышева (рисунок). Литолого-геохимическая характеристика пород силурийского возраста изучалась нами по скважинам 1 – Воргамусюр и 1, 2 – Адак.

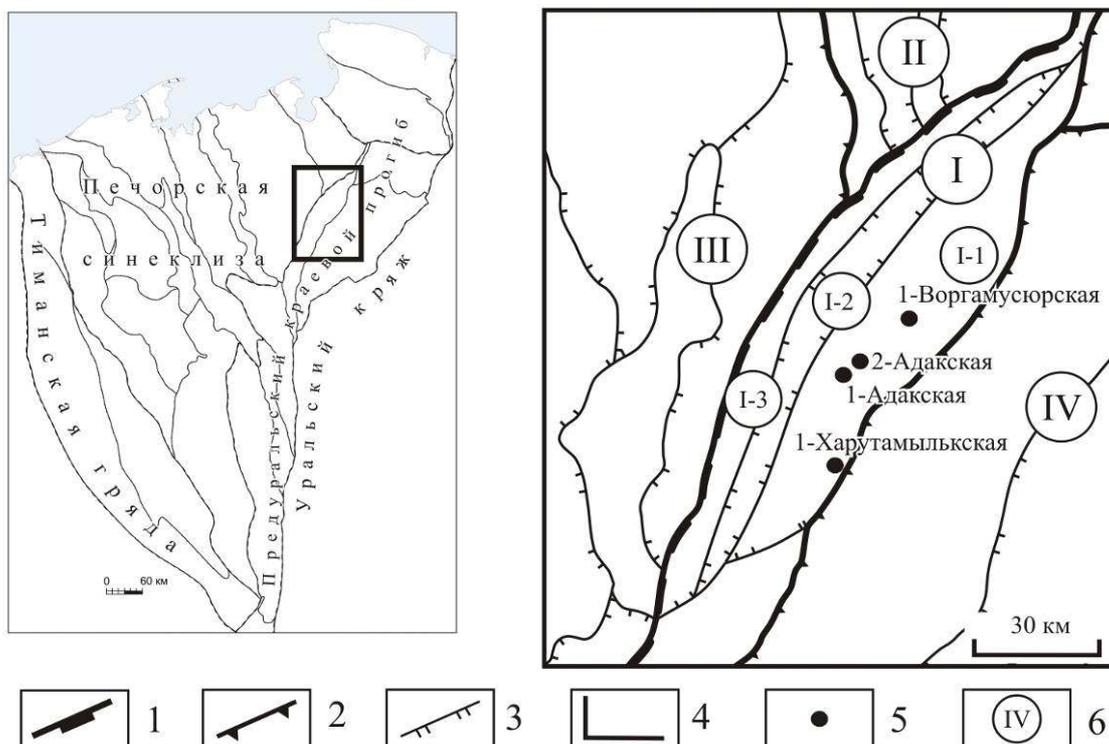


Рис. Тектоническая карта района исследований (составлено по [3] с изменениями)

Условные обозначения: 1-3 – границы тектонических элементов: 1 – надпорядковых, 2 – первого порядка, 3 – второго порядка; 4 – район исследований; 5 – скважины; 6 – номера тектонических элементов.

I – гряда Чернышева; I-1 – Тальбейский блок, I-2 – Адзьявомская депрессия, I-3 – Хоседаюский вал; II – Варандей-Адзьявинская структурная зона; III – Хорейверская впадина; IV – Косью-Роговская впадина.

Силурийские отложения сложены карбонатными и глинисто-карбонатными отложениями мелководно-шельфовой формации. В раннесилурийское время в мелководно-морских условиях формировались карбонатные осадки приливно-отливной деятельности [2]. В известняках и доломитах нижнего силура содержание органиче-

ского углерода ($C_{орг}$) изменяется от 0,1 до 0,38 % при средних концентрациях 0,25 %. В отдельных изолированных участках морского бассейна формировались седиментационные доломиты в ассоциации с сульфатами. На Хоседаюском валу в сульфатизированных доломитах содержание $C_{орг}$ несколько повышается до 0,2–0,6 %.

В позднем венлоке-лудлове рифообразование на континентальной окраине обусловило формирование изолированных внутришельфовых лагун заполнявшихся глинисто-карбонатными осадками [2]. В гребенское время в трансгрессивную фазу развития бассейна установились условия литорали-сублиторали с глинисто-карбонатным осадконакоплением. В глинистых известняках и доломитах содержание $C_{орг}$ повышается до 0,4–0,9 % при максимальных концентрациях в мергелях до 0,8–2,1 %.

Выход хлороформенного битумоида (ХБА) из силурийских пород различен и увеличивается от карбонатных к глинисто-карбонатным разностям пород. В известняках и доломитах содержание битумоидов составляет 0,01–0,02 %. В глинисто-карбонатных породах их концентрация повышается до 0,03–0,1 %, достигая максимума 0,1–2,7 % в мергелях. Значения битумоидного коэффициента ($\beta_{ХБ}$), выраженного отношением ХБА к $C_{орг}$, указывает на присутствие в породах как автохтонных, так и аллохтонных битумоидов. Для основной части образцов значения $\beta_{ХБ}$ находятся в диапазоне 5–20 %, что характеризует их как автохтонные. Аллохтонные вмещающим отложениям битумоиды характеризуются повышенным значением $\beta_{ХБ}$ (24–44 %), которые установлены для небольшого количества образцов. Аллохтонное битумонасыщение пород подтверждается также данными люминесцентно-битуминологического анализа. В ультрафиолетовом свете в межзерновом пространстве, пустотах и стилолитовых швах диагностируются легкие и маслянистые битуминозные компоненты [1].

Индивидуальный состав алифатической фракции битумоидов изучался методом газовой хроматографии. По данным исследований в молекулярно-массовом распределении *n*-алканов преобладают соединения в низкомолекулярной части (*n*- C_{14} – C_{20}) при доминантности нечетных алканов *n*- C_{15} , *n*- C_{17} , что свидетельствует о сапропелево-водородселевой природе исходного ОБ.

Содержание ОБ и его углеводородный потенциал является важными показателями нефтегазогенерационных свойств пород. На основании химико-битуминологических и пиролитических исследований в разрезе силурийских отложений выделяются различные классы нефтегазоматеринских пород (НГМП) – бедные, средние и богатые (таблица).

Таблица

Характеристика нефтегазоматеринских пород силурийских отложений

Возраст	Литология	$C_{орг}$	S_1+S_2	НИ	Тип ОБ	Класс НГМП
S_2	мергели	1,0–6,1	2,1–33,4	387–580	I, I окисленный, II	Богатые
	глинистые известняки и доломиты	0,5–0,9	1,7–2,1	122–260		Средние, богатые
S_1	известняки, доломиты	<0,1–0,3	0,12–0,38	111–173		Бедные

Бедные НГМП выделены в основном в отложениях нижнего силура. Наиболее низкие концентрации $C_{орг}$ < 0,1–0,3 % установлены в известняках и доломитах. Значения водородного индекса (НИ) в этих породах 4–122 мг УВ / г $C_{орг}$, генетический потенциал (S_1+S_2) < 1 мг УВ / г породы. Такие геохимические параметры характеризуют

бедные НГМП. Средние и богатые НГМП приурочены к глинисто-карбонатным разностям пород. В мергелях, глинистых известняках и доломитах генетический потенциал пород повышается до 2–6, достигая 33 мг УВ / г породы, значения НІ составляют 224–580 мг УВ / г $C_{орг}$.

Таким образом, в раннесилурийское время в условиях литорали-сублиторали формировались в основном бедные НГМП. Средние и богатые НГМП с повышенным содержанием ОВ накапливались в позднесилурийское время в мелководных изолированных бассейнах. Исходным органическим материалом являлось морское планктонно-водорослевое ОВ. Значения НІ варьирует в широких пределах от 4 до 580 мг УВ / г $C_{орг}$, что обусловлено различной катагенетической преобразованностью и окислением ОВ на регрессивных этапах развития бассейна.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 16-35-00278 мол_а.

Список литературы:

1. **Даньщикова И.И., Процько О.С.** Литологическая и геохимическая характеристика силурийских отложений Тальбейского блока // Материалы 23-й научной конференции «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента». Сыктывкар: Геопринт, 2014. С. 22–24.
2. **Жемчугова В.А., Мельников С.В., Данилов В.Н.** Нижний палеозой Печорского нефтегазоносного бассейна (строение, условия образования, нефтегазоносность). – М.: Академия горных наук, 2001. – 110 с.
3. **Белонин М.Д., Прищепа О.М., Теплов Е.Л. и др.** Тимано-Печорская провинция: геологическое строение, нефтегазоносность и перспективы освоения /– СПб: Недра, 2004. – 396 с.

ДИЛАТАНСКИЙ РЕЖИМ ПРИ РАЗВЕДКЕ И РАЗРАБОТКЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Д.С. Дегтярев, М.И. Антипина

Тюменский индустриальный университет, Тюмень,

e-mail: wrestlergrek@yandex.ru

На сегодняшний день разработка месторождений происходит в обычных (традиционных) коллекторах. Но, как показывает практика, запасы в таких коллекторах начинают себя исчерпывать, происходит выработка месторождения, а годовые объемы добываемой нефти падают. Чтобы Россия по – прежнему оставалась на лидирующих позициях по добыче нефти и газа в ближайшие годы, нужно обратиться к новым технологиям, в которых альтернативой обычным (традиционным) коллекторам с залежами нефти и газа будут являться залежи в глинистых плитчатых и кремнисто-глинистых породах. По данному признаку можно выделить два типа коллекторов:

Традиционные (с жестким скелетом) – в них после извлечения некоторого количества нефти и газа освобождаются пустотные пространства, которые затем заполняются водой.

Нетрадиционные (нет жесткого скелета) – данные коллекторы, после извлечения из них нефти и газа, сжимаются и превращаются в покрывку.

В первом типе движение флюида обуславливается гидростатическим давлением, а во втором типе – горным давлением (сланцевая нефть и газ). Анализ эксплуатации глинистых битуминозных пород на 17 месторождениях Западной Сибири показывает, что разработка ведется по аналогии с добычей нефти из традиционных поровых и трещинно-кавернозных коллекторов. Не учитывается, что в баженитах коллектор не имеет жесткого скелета, а энергия движения флюидов не зависит от гидродинамической системы недр и определяется горным давлением. **Это приводит к ошибкам и занижению запасов до 15-20 раз.**

Сейчас запасы нефти рассчитываются по схеме, утвержденной для песчаных коллекторов с расчетом коэффициента «пористости», площади залежей и «эффективной» толщины продуктивных зон. Эти параметры неприемлемы для подсчета запасов нефти в баженитах ввиду аномально высокого давления и отсутствия жесткого скелета в глинистых коллекторах. При подъеме керна на поверхность плитчатая порода растрескивается по плоскостям напластования или даже превращается в труху, пропитанную нефтью. Соответственно, коэффициент «пористости» может отличаться от истинной величины емкости коллектора от 2 до 10 раз и даже больше. По этой же причине эффективная нефтенасыщенная толщина даже по керну не поддается определению. По каротажным данным она также не определяется из-за высокого содержания органического вещества и радиоактивности вмещающих пород.

Для подсчета запасов и ресурсов проводятся точечные или профилные сейсмические работы с трехкомпонентными сейсмоприемниками для определения изменения коэффициента Пуассона и составления региональной термобарической (ядерно-электронной) модели формирования залежей нефти в баженовском горизонте[1]. Только 3D/3C позволяет получить 3-х мерное изображение структуры горных пород, определить их коллекторские свойства, оценить насыщение и тип флюида.

В основе методики многоволновой сейсморазведки лежит оптимальное для каждого из используемых типов волн возбуждение колебаний - использование ненаправленных источников при возбуждении продольных волн, и источников с искусствен-

ной управляемой направленностью при возбуждении монотипных поперечных волн. Технологии МВС в сочетании с методикой 3D реализуют большой экономический потенциал, т.к. дополняют 3D изображения сведениями о коллекторских свойствах пород и типе насыщения. Применение МВС резко повышает эффективность сейсмомониторинга (4D/3C), где отслеживаются изменения характеристик коллекторов в пространстве и во времени, т.е. в ходе добычи. Благодаря этому, стратегия разработки месторождения планируется точнее, с опорой не только на точечные промысловые данные.

Наибольший интерес для поисков залежей нефти и газа имеет изучение связей коэффициента Пуассона с нефтегазоносностью исследуемых интервалов разреза. Теоретически коэффициент Пуассона должен уменьшаться на участках нефтегазонасыщения по сравнению с водонасыщенными участками. Результаты полевых экспериментов, полученные на участках с известными залежами, подтверждают указанную закономерность. На рис. 1 приведены соответствующие данные по двум нефтеносным площадям [2].

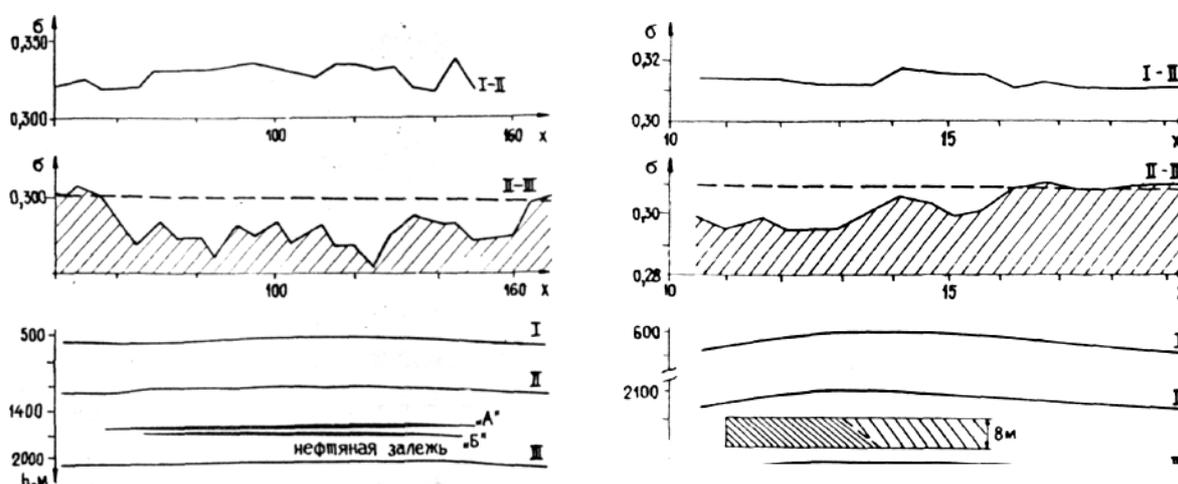


Рис. 1. Аномалии пластового коэффициента Пуассона в области нефтяных залежей двух месторождений: I-II - пластовый коэффициент Пуассона в "пустом" пласте между сейсмическими горизонтами I-II; II-III - то же в пласте, содержащем залежь, между горизонтами II-III (Н.Н.Пузырев, 1997).

Следовательно, коэффициент Пуассона говорит о флюидонасыщенности пород, чем меньше его показатель, тем сильнее насыщена порода нефтью и газом, а значит, тем легче разрабатывать данное месторождение.

Важным моментом при разработке месторождения является ее режим работы. А для месторождений с нетрадиционными коллекторами самым оптимальным и наиболее эффективным представляется дилатантный режим разработки, потому что при резком отборе нефти возможно сжатие коллектора силами горных масс, которое приведет к тому, что коллектор превратится в покрывку, а неизвлеченная нефть останется внутри, и на восстановление скважины могут уйти годы, но более вероятнее, что данная операция по восстановлению притока не принесет никакого результата.

Чтобы понять методику данного режима, нужно обратиться к понятию «дилатация».

Дилатация в геологии — явление расширения горных пород, увеличения их пустотного пространства — [пористости](#) и разуплотнения. Такое увеличение объема происходит под воздействием разогрева горных пород глубинными источниками теп-

ла, интенсивного насыщения водой, нефтью, газом. Процесс дилатации горных пород сопровождается формированием месторождений полезных ископаемых.

Следует обратить внимание на то, что в определении прозвучало увеличение объема под воздействием интенсивного насыщения нефтью и газом. Это является важнейшим фактором при разработке в режиме дилатансии. Но что провоцирует насыщение пород флюидом? На это вопрос существуют два ответа:

- Внешний приток
- Природный крекинг

Если рассмотреть в качестве примера Баженовскую свиту с аномально высоким давлением, то это исключает внешний приток как причину, потому что Баженовская свита со всех сторон окружена глинами, и доступ внешнего притока ограничен. Тогда имеет смысл поговорить о природном крекинге и как он происходит.

Природный крекинг – это новообразование новых более мелких молекул за счет тяжелых фракций нефти (смолы, асфальтены). Крекинг сланцевой нефти из органического вещества происходит при снижении давления с учетом содержания в нем неспаренных возбужденных электронов вокруг ядер смежных ядер углерода, которые проявляются в создании электромагнитных полей, взаимодействующих с неспаренными электронами вокруг смежных ядер углерода в органическом веществе с образованием свободных углеводородных радикалов H, CH, CH₂, CH₃ и др., которые способны разорвать связи – C – C – и CH₂ в алифатических цепях кольцевых структур с образованием более мелких молекул.

Получается, что в ходе эксплуатации скважины падает дебит скважины, а вместе с ним и давление, все это является благоприятным условием для новообразования более мелких молекул в пластовых условиях недр (природный крекинг). В процессе накопления углеводородного сырья, повышается давление, а вместе с ним и дебит скважины. Все это объясняет пилообразный график суточного дебита скважины, представленного на рис. 2.

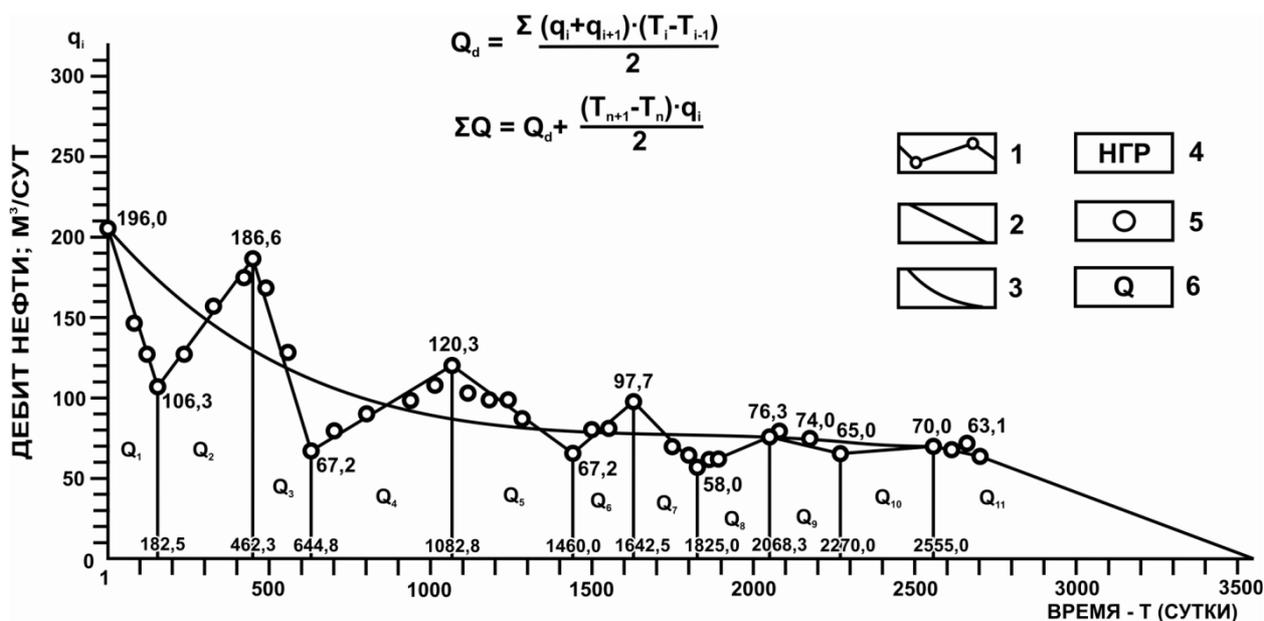


Рис. 2. Дилатантный режим работы скв.64 Северо-Лемпинской площади Салымского НГР в ХМАО при разработке глинистых битуминозных пород баженовской свиты

1. Дилатантный режим отбора нефти с периодическим изменением объема нефти (Q_d ; q_i ; T_n)
2. Падающий режим отбора нефти с равномерным изменением суточного дебита скважины.
3. Усредненная кривая изменения суточного дебита скважины во времени.
4. Нефтегазоносный район.

Отсюда следует вывод, что **нефть в природных залежах глинистых плитчатых пород формируется одновременно с коллектором при снижении пластового давления за счет изменения горного давления**. При современных технических возможностях снижение давления можно

регулировать в каждой скважине и, соответственно, в любой точке развития битуминозных пород можно получить нефть, если возможно снизить давление до расчетного. Дебит ее определяется термобарическим коэффициентом, концентрацией в ОВ парамагнитных центров и первоначальным количеством и степенью зрелости материнского органического вещества в дренируемом объеме скважины, представленном на рис. 3. То есть в зависимости от соотношения термобарического коэффициента и концентрации в органическом веществе парамагнитных центров можно говорить о фазовом состоянии залежи вплоть от газовых в породах континентального генезиса до нефтяных [3].

Список литературы:

1. **Нестеров И.И.** Битуминозные глинистые породы – новый глобальный резерв топливно-энергетического сырья. Тюмень, 2011. 35с.
2. **Борисов А.С.** Многоволновая сейсморазведка (МВС). Казань, 2013. 31с.
3. **Нестеров И.И.** Перечень инновационных технологий, в том числе прорывных технологий, не имеющих аналогов за рубежом. Тюмень, Перечень инновационных технологий, 2015. – 73с.

РИФТОГЕНЕЗ ЮЖНО-ТУРГАЙСКОГО БАССЕЙНА

А.Д. Нурсолтанова, Ж. Асилханов

КазННТУ им.К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан

e-mail: nursoltanovaaliya@mail.ru

Основной структурой, определяющей современный структурный план региона, является Южно-Тургайский внутриконтинентальный рифт как фрагмент единой крупнейшей внутриконтинентальной рифтовой системы, протягивающейся на север в Западную Сибирь и юго-восток в зону Талассо-Ферганского сдвига. В строении Южно-Тургайского прогиба отчетливо выделяются два прогиба: на юге - Арыскупский, а на севере - Жиланчикский, разделенные Мынбулакской седловиной. В Арыскупском прогибе расположены все открытые месторождения. Южно-Тургайская нефтегазоносная область мезозойского нефтегазонакопления (мел, юра) открыта в 1984 г. И контролируется одноименной мезо-кайнозойской впадиной I порядка. Впадина дифференцирована на более мелкие геотектонические элементы II порядка. Относится к Центрально-Казахстанской нефтегазоносной провинции. Гетерогенный фундамент Южно-Тургайской впадины погружен на глубину 6500 — 7000 м в Арыскупском прогибе. Следовательно, осадочный чехол имеет максимальную толщину до 7000 м и сложен в основном терригенными образованиями.

Основными продуктивными отложениями являются юрско-меловые. Отложения юры заполняют грабенообразные прогибы и существенно отличаются друг от друга по составу и мощности. В основании юрского разреза выделяется сазымбайская свита в виде переслаивающихся серых и темно-серых песчаников, гравелитов, конгломератов с прослоями алевролитов и аргиллитов. Мощность свиты до 800 м. Айболинская свита сложена ритмично переслаивающимися темно-серыми песчаниками, аргиллитами и алевролитами. В нижней части свиты присутствуют пласты угля, а в верхней – прослой обогатенных битумом пород и горючие сланцы. Мощность свиты достигает 600 м. Тоарский и байосский ярусы. Дошанская свита состоит из переслаивающихся серых и темно-серых песчаников, алевролитов и аргиллитов с прослоями конгломератов и гравелитов. В средней части свиты встречаются прослой обуглившихся растительных остатков и пласты угля. Мощность свиты достигает 500 м. Батский ярус. Караганская свита характеризуется тонким ритмичным переслаиванием темно-серых аргиллитов, алевролитов, песчаников при участии редких тонких пластов угля и горючих сланцев. Мощность свиты около 250 м. Верхнеюрские отложения залегают с угловым несогласием на подстилающих породах и занимают значительно большую площадь, чем среднеюрские. Они выделяются в кумкольскую и акшабулакскую свиты. Кумкольская свита состоит из сероцветных песчаников, алевролитов и глин с редкими и тонкими прослоями органогенных известняков. Мощность свиты превышает 500 м. В свите прослеживается несколько пачек. Нижняя сложена песчаниками с прослоями алевролитов мощностью до 60 м. Средняя – состоит из темно-серых глин с прослоями мергелей и известняков мощностью около 50 м. Верхняя пачка представлена пестроцветными глинами с прослоями песчаников мощностью до 100 м. Общая мощность кумкольской свиты обычно не более 200-300 м, а максимальная достигает 500 м. Акшабулакская свита представлена переслаивающимися пестроцветными тонкослоистыми аргиллитами и алевролитами мощностью около 250 м.

В разрезе осадочного чехла Жолтаевым Г. Ж. и Парагульговым Т. Х. выделены два структурных этажа. Нижний этаж, сложенный породами верхнего-среднего палеозоя, имеет спорадическое распространение и скважинами установлен на северо-западе Арыскупского прогиба и в западной половине Мынбулакской седловины. [1]

Геодинамически Тургайская-Сырдаринская зона пригибания в целом рассматривается как граница раздела Казахстанского мегаконтинента на два сегмента – Западный и Восточный Казахстан. Эти сегменты можно явно увидеть определенное количество осадочных бассейнов, а также и Южно-Тургайский бассейн (рис.1 по Парагульгов Т.Х.)

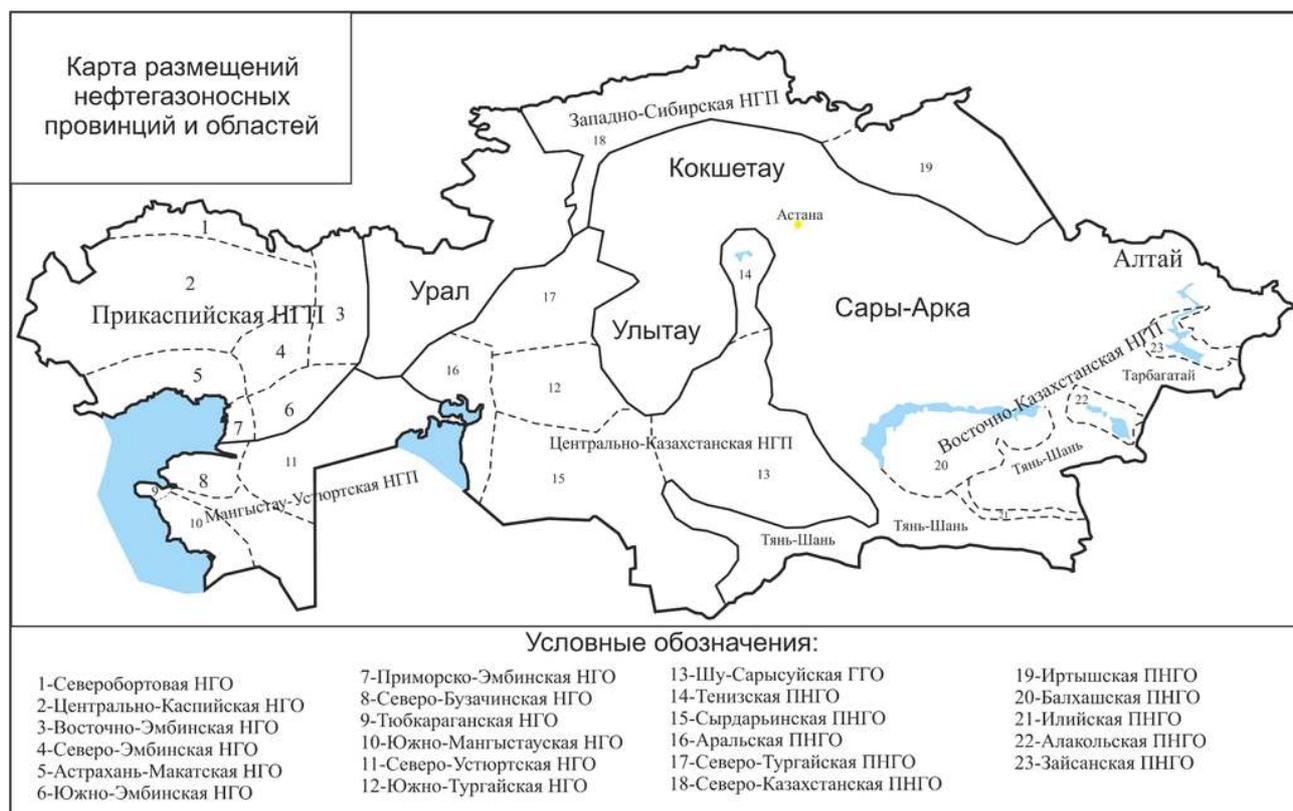


Рис.1. Карта размещения нефтегазоносных провинции и областей

Основной структурой, определяющей современный структурный план региона, является Южно-Тургайский внутриконтинентальный рифт как фрагмент единой крупнейшей внутриконтинентальной рифтовой системы, протягивающейся на север в Западную Сибирь и юго-восток в зону Талассо-Ферганского сдвига.

В строении Южно-Тургайского прогиба отчетливо выделяются два прогиба: на юге - Арыскупский, а на севере - Жиланчикский, разделенные Мынбулакской седловиной. В Арыскупском прогибе расположены все открытые месторождения. В Жиланчикском прогибе, где мощность осадочного чехла несколько меньше, чем в Арыскупском, в структуре основания отмечается чередование линейно вытянутых горст-антиклинальных и грабен-синклиналильных зон. Грабен-синклинали заполнены преимущественно юрскими отложениями. С запада на восток протягиваются: Ащикольская, Баймуратская, Жанакуральская, Кулагакская, Черкитауская и Сарынская грабен-синклинали. Подобная картина наблюдается и в Арыскупском прогибе, где в фундаменте прослеживаются относительно узкие грабены, выполненные триасовыми и юрскими породами, а меловые и палеогеновые отложения полностью перекрывают прогиб. Здесь выделяются Арыскупская, Акшабулакская, Сарыланская и Бозингенская

грабен-синклинали с амплитудой 2,0-3,5 км. Мощность осадочного чехла обычно не превышает 2,0-3,5 км, а максимальная достигает 5,5 км [2].

Южно-Тургайская впадина расположена в юго-восточной части Тургайской синеклизы, входящей в состав Туранской плиты. На севере она ограничена Кустанайской седловиной, а на юге - Нижнесырдарьинским сводом. Западным ее обрамлением является Прииргизская моноклинал, восточным - антиклинорий хр. Улутау, отделяющий ее от Чу-Сарысуйской впадины. Доминирующее влияние на формирование структурного плана всего региона оказали разломные дислокации. С наличием подобной системы разрывных нарушений связано заложение Южно-Тургайской рифтогенной системы, состоящей из грабен-синклиналей, разделенных отдельными поднятиями, представленными валами и блокообразными горст-антиклиналями.

Мынбулакской седловиной впадина разделяется на два прогиба: Жиланчикский (северный) и Арыскупский (южный). Жиланчикском прогибе выделяются три крупных горст-антиклинали, между которыми находятся Ащикольская, Баймуратская, Жанакуральская, Сарынская и Жинешкупская грабен-синклинали.

Арыскупский прогиб разделен на три крупные глубокопогруженные линейно вытянутые грабен-синклинали; западную - Арыскупскую, центральную - Акшабулакскую, восточную - Бозингенскую. На севере выделяется более мелкая Сарыланская грабен-синклинал, а на крайнем юге - Даутская. По кровле фундамента все грабен-синклинали ограничены высокоамплитудными разломами (0,5-1,5 км). Борты грабен-синклиналей очень крутые, а глубина подошвы осадочного чехла изменяется вкрест их простирания от 6-3 км по оси до 2,0-1,5 км на бортах. Разделены грабен-синклинали, горст-антиклинали, в пределах которых мощность всего мезозойского платформенного чехла не превышает 1,8 км и сокращается до 500 м (Аксайская, Ащисайская, Табакбулакская).

Тектоническое районирование Южно-Тургайского бассейна базируется на особенностях строения платформенных отложений, согласно которому он распадается на три геоструктурных элемента: два прогиба (Жыланчикский на севере и Арыскупский на юге) и разделяющая их Мынбулакская седловина. Анализ нефтегазопроявлений и притоков нефти из домезозойских образований данного ОБ показывает, что все они связаны с дезинтегрированными кровельными частями докембрийских толщ и кавернозно-трещиноватыми породами квазиплатформенного комплекса (КПК) верхнего палеозоя. Поэтому изучение их вещественного состава приобретает особую значимость. [3]

В Южном Торгае Жолтаевым Г.Ж. и Паргульговым Т.Х. выделены юрский сингенетичный регионально-нефтегазоносный комплекс, неокомский (нижнемеловой) эпигенетичный нефтегазоносный подкомплекс и зональный нефтегазоносный комплекс коры выветривания домезозойских образований.

Структуры, контролируемые в основном нефтяные и газонефтяные месторождения, представляют собой сложно построенные куполовидные и брахиантиклинальные складки, имеющие в низах разреза выступы домезозойского фундамента, на которые ложатся верхнеюрские и неокомские слои, унаследовавшие строение поверхности этих выступов в виде брахиантиклинальных и куполовидных структур вплоть до аптско-верхнемеловых. Палеоген-неогеновые породы, уже залегают практически горизонтально.

Следовательно, большинство локальных структур имеют ловушки складчатых дислокаций в основном в юрских и неокомских слоях и эти структуры одновременно можно отнести к разряду унаследованных (возрожденных по И. О. Броду) и погребенных. Кроме того, встречаются (редко) и приразломные бескорневые структуры (Арыскуп), где ловушка ерм антиклинали отсутствует в низах разреза. У бескорневых

структур отсутствует также выступ фундамента. Отдельные локальные структуры можно отнести к разрезу «лысых» (Кызылкия), где в своде отсутствуют продуктивные отложения не только юры, но и неокома, а продуктивные горизонты располагаются в крыльевых и периклинальных частях структуры. Такие месторождения по И. О. Броду относятся к месторождениям эрозионных выступов.

В юрско-меловых отложениях в настоящее время на территории Тургайской НГО открыты месторождения: Кумколь, Арыскуп, Кызылкия, Караванчн. Нуралы, Аксай, Бектас, Коныс, Майбулак. притоки нефти получены на площадях Доцан, Караванчи, отмечены также многочисленные нефте- и газопроявления в Месторождение Кумколь. В разрезе месторождения установлено семь продуктивных горизонтов, приуроченных к нижне-неокомским, верхне- и средне- юрским отложениям. На месторождениях Тургайской НГО выявлены антиклинальные и неантиклинальные типы залежей нефти и газа. Среди антиклинального типа установлены залежи, приуроченные к сводовым частям локальных структур, иногда осложненных разрывными нарушениями с литологическим замещением коллекторов и их выклиниванием. К ним относятся нефтяные и газовые залежи месторождения Кумколь, где развиты сводовые, пластовые, массивные и залежи промежуточного типа. На месторождении Арыскуп выявлены сводовые, пластовые залежи: тектонически и литологически экранированные и с литологическим замещением коллекторов. Поскольку в пределах Тургайской НГО широко развита разрывная тектоника, а в строении осадочного чехла наблюдается резкая литолого-фациальная изменчивость пород, большое значение приобретает поиск залежей неантиклинального типа, подобных выявленным на разведочных площадях Кызылкия, Доцан и др. Благоприятным для формирования месторождений нефти и газа, являются приразломные инверсионные складки внутренних частей грабен-синклиналей. С таким типом структур связано месторождение Арыскуп. У некоторых длительно развивавшихся конседиментационных структур наблюдаются сокращенный разрез юрских отложений на своде и быстрое возрастание его мощности на крыльях, чем и обусловлено формирование кольцевых залежей типа "лысый свод" (месторождение Кызылкия, площадь Караванчи).

Учитывая вышеизложенное, по строению месторождений в Южно-Тургайской нефтегазоносной области можно выделить следующие типы месторождений: эрозионных выступов, возрожденных(унаследованных) брахиантиклинальных и куполовидных поднятий, погребенных и бескорневых брахиантиклинальных и куполовидных структур. Выявленные месторождения имеют в разрезе максимально шесть продуктивных горизонтов; два — в неокоме (горизонты М-I и М-II) и четыре — в юре (Ю-I, Ю-II, Ю-III, Ю-IV). Нефтегазовмещающими породами всех выявленных месторождений являются слабо сцементированные гравелиты, и алевролиты с высокими емкостно-фильтрационными свойствами. [1]

Список литературы :

1. **Жолтаев Г.Ж., Парагульгов Т.Х.** Рифтогенез и нефтегазоносность. – М.:Наука, 1993.- С.112-116.
2. **Куандыков Б.М., Нажметдинов А.Ш., Сапожников Р.Б.** Строение глубоководнопогруженных отложений Арыскупского прогиба Южно-Тургайской впадины по сейсмостратиграфическим данным // Геология нефти и газа. - 1992. -№ 12. - С. 22-27.
3. **Парагульгов Х.Х. , Ли А.Б., Парагульгов Т.Х. , Филипьев Г.П.** Нефтегазоносные комплексы Южно-Тургайской впадины // // Вестн. АНКаССР.1990.№ 1.- С.49-59.

5. Геофизика

КАРТИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА

Г.А. Мкртчян

Институт Геофизики и Инженерной Сейсмологии НАН РА, г. Гюмри

e-mail: MGohar56@mail.ru

Исследуемая территория занимает северо-восточную часть Южного-Кавказа, в области сочленения Южно-Каспийской плиты с Закавказской и Южно-Армянской микроплитами, по этому является одним из наиболее сейсмоопасных регионов Кавказа. Высокий уровень сейсмичности в районе юго-восточной части Малого Кавказа подтверждается многолетней статистикой зарегистрированных землетрясений. Здесь расположены зоны палеосейсмодислокаций двух крупнейших доисторических землетрясений – V-IV тыс. лет и I тыс. лет до Р.Х. магнитудой $M=7.5$, плейстосейстовая область разрушительного Гандзакского землетрясения 1139 года, а также ряд очагов сильнейших землетрясений с магнитудами в диапазоне $6,0 \leq M \leq 7,0$ [5]. Эти данные, а также детальные исследования пространственно-временного-энергетического распределения сейсмичности [6,7] и структуры слабой сейсмичности [8] данной территории показывают, что изучаемая территория имеет высокую уровень сейсмической активности. Для количественного анализа уровня сейсмичности исследуемой территории определены параметры сейсмического режима. Сейсмический режим любой сейсмоактивной области или зоны характеризуется уровнем ее сейсмической активности и частотой повторения землетрясений.

В представленной работе приведены результаты наблюдений сейсмической активности A_{10} как одного из основных показателей долгосрочного количественного параметра сейсмического режима. Изучение сейсмической активности территории юго-восточной части Малого Кавказа проводилось, в основном, для оценки сейсмического районирования [4]. Картирование параметра A_{10} по площади дает возможность сопоставления отдельных сейсмоактивных участков по количественной оценке.

Сейсмическая активность $A=A_{10}$ – представляет собой число очагов землетрясений с энергетическим классом $K=10$, отнесенный к площади 1000км^2 и по времени один год.

Величина A_{10} определена методом суммирования по формуле (1)

$$A_{10} = \frac{(1-10^{-\gamma})1000}{10^{-\gamma(k_{\min}-k_0)}} \cdot \frac{N_{\Sigma}}{\Delta S \cdot T} \quad (1),$$

где N_{Σ} – общее число землетрясений начиная от класса k_{\min} и выше, которые попадают в данную пространственно-временную область,

γ – наклон графика повторяемости,

T – период наблюдения,

ΔS – площадь осреднения,

k_0 – класс землетрясений, по которому определяется активность A [3,9].

Карта сейсмической активности A_{10} построена по данным землетрясений, произошедших на исследуемой территории за инструментальный период наблюдений от 1962г. до 2005г. по методике количественной оценки сейсмичности повторяемости землетрясений, разработанный Ю. В. Резниченко [9, 10, 11], с использованием фрагментов из детальных карт сейсмической активности, построенных для территории Армении [1] и Азербайджана [2]. Этот метод позволяет из дискретных карт распределения эпицентров землетрясений, с разными энергетическими классами, перейти к постоянному значению сейсмической активности. Картирование проводилось методом суммирования с постоянной точностью [3, 11]. Вычисляемые средние значения A_{10} применялись к центрам клеток, ограниченными географическими координатами $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$, по которым разделена вся рассматриваемая территория. На рисунке 1 представлены результаты исследований.

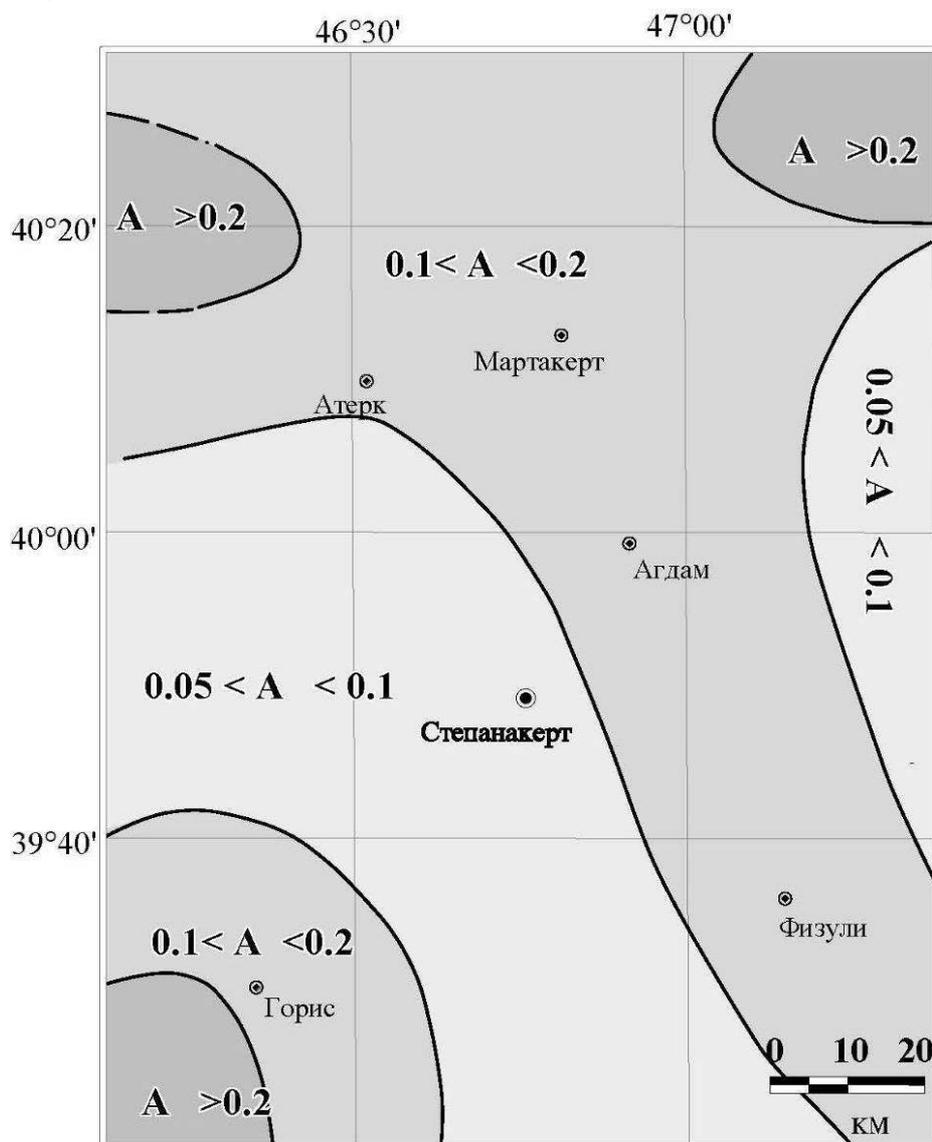


Рис.1. Карта сейсмической активности A_{10} территории юго-восточной части Малого Кавказа

Результаты пространственного распределения сейсмической активности показывают (рис.1), что отдельные районы исследуемой территории имеют разную сейсмическую активность A_{10} .

Как видно из рисунке 1, наибольшее значение сейсмической активности $A_{10} > 0.2$ получилось на северо-западной части исследуемой территории в северо-западной части сочленения Мравийской и Акеринской сегменты Памбак-Севанского глубинного разлома (Гандзакская очаговая зона), а также в области группировки землетрясений Зангезурских очагов [4,5]. С запада на юго-восток, к северу от Зангезурского сейсмоактивного пояса, дугообразно простирается сейсмоактивная зона относительно низкого значения $A_{10} = 0,05 + 0,1$. Сейсмическая активность на северо-востоке снова подрастает, достигая до значений $A_{10} = 0,1 + 0,2$. Остальная часть исследуемой территории характеризуется умеренной сейсмической активностью $0.05 < A_{10} < 0,1$.

В результате исследований картирование долгосрочного количественного параметра сейсмического режима A_{10} территории юго-восточной части Малого Кавказа показало, что сейсмическая активность данной территории неоднородна и характеризуется тремя уровнями: высокая $A_{10} > 0.2$, средняя $0.1 < A_{10} < 0.2$, умеренная $0.05 < A_{10} < 0.1$.

Список литературы:

1. **Геодакян Э.Г., Саргсян Г.В.** Исследование долгосрочных параметров сейсмического режима территории Армянской ССР. Сейсмологический бюллетень Кавказа 1981г. Из-во Мецнереба, Тбилиси 1987г., с. 114-121.
2. **Кулиев Ф.Т., Каспаров В.А.** Сейсмичность восточного Кавказа и акватории Каспия. В кн.: Мат.конф. по изучению сейсмичности и глубинного строения Азербайджана. – Баку. ЗЛМ, 1974, с.32 -39.
3. **Захарова А.И.** Расчет параметров сейсмического режима на ЭВМ. Ташкент, ФАН, 1972, 3-42.
4. **Мкртчян Г.А., Геодакян Э.Г.** Оценка сейсмической опасности юго-восточной части Малого Кавказа. Материалы международной конференции “Современные проблемы сейсмологии, гидрогеологии и инженерной геологии”(посвященной 100 летию академика Г.А.Мавлянова) Проблемы сейсмологии в Узбекистане, N7, Инс. сейсмологии им. Г.А.Мавлянова Академии Наук Республики Узбекистана, Ташкент 2010, ст.41-45.
5. **Мкртчян Г.А.** Исследование сильнейших землетрясений и макросейсмических наблюдений на территории Нагорно-Карабахской республики. Сб. научных трудов 2-ой международной научной конференции молодых ученых, «Современные задачи геофизики, инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства». Изд. “Гитутюн”, НАН РА Ереван-2015, с. 321-328.
6. **Мкртчян Г.А.** Пространственно-временное и энергетическое распределение сейсмичности территории НКР.Сб. научных трудов 1-ой международной научной конференции молодых ученых, посвященной 70-летию основания НАН РА. Изд. “Гитутюн”, НАН РА Ереван-2013, с. 235-242.
7. **Овсепян Н.В., Мкртчян Г.А.** Временно-энергетическое распределение сейсмичности территории юго-восточной части малого Кавказа. II Всероссийская молодежная геологическая конференция, «Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий», г. Уфа 22-26 сентября 2014, с. 77-83.

8. **Мкртчян Г.А.** Структура слабой сейсмичности территории юго-восточной части Малого Кавказа, Материалы III Всероссийской молодежной геологической конференции, “Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий”, Уфа, 2015, с. 35-39

9. **Ризниченко Ю.В.** Метод суммирования землетрясения для изучения сейсмической активности. Изд.АН СССР. Сер. Геофиз., 1964, №7, с. 969-977.

10. **Ризниченко Ю.В.** Сейсмическая сотрясаемость территории СССР.М.Наука, 1979, 192с.

11. **Ризниченко Ю.В., Горбунова И.В.** О методах построения карт сейсмической активности. Сейсмическое районирование СССР. М., Наука, 1968.

АДАПТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ ПРИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

К.А. Карапетян, Т.А. Чилингарян

Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА

3115, Гюмри, ул. В.Саргсяна, 5а, Республика Армения

e-mail: Kara.Karapetyan@gmail.com

Оценка статистических свойств геофизических полей позволяет обоснованно подойти к выбору фильтрации для выделения геофизических аномалий. В зависимости от решения конкретной задачи, характера исходной и априорной информации используют разные виды фильтрации. При стационарном характере помехи обычно строят линейные фильтры. Изменение свойств помехи вдоль профиля наблюдений ведет к необходимости реализации нелинейных фильтров. Ограниченность априорной информации также обусловила использование при обработке геофизических данных различных методов нелинейной фильтрации. С оценкой отношения сигнал/помеха связаны самонастраивающиеся процедуры фильтрации, использующие дисперсионные критерии математической статистики, которые позволили решать задачи выделения аномалий в самом общем случае [5,8,9].

Более перспективными для обнаружения и классификации аномалий по различным направлениям следует считать самонастраивающиеся (адаптивные) процедуры обработки. Под самонастройкой понимается “приспособляемость” алгоритма обработки к изменению свойств аномалий (формы и параметров) и помех (дисперсия, корреляционные свойства). Причем оцениваются эти свойства непосредственно в процессе самой обработки. Получить подобные оценки можно по данным площадных наблюдений. При использовании самонастраивающихся процедур обработки основное значение приобретают критерии многомерного статистического анализа [6, 7, 10].

При обработке данных площадных геофизических наблюдений выделение и классификацию аномалий приходится проводить по различным простираниям, часто при высоком уровне помех. Подобные ситуации типичны для рудных провинций Армении, характеризующихся сложным геологическим строением. Алгоритмы выделения слабых аномалий, основанные на знании формы полезного сигнала и статистических свойств помех, оказываются недостаточно эффективным.

В этом случае значительно перспективными считаются самообучающиеся системы – адаптивные фильтры. При использовании этих систем основное значение приобретают критерии многомерного статистического анализа. Самообучение в этих случаях состоит в том, что параметры аномалий (форма, амплитуда, протяженность) и помех (дисперсия, корреляционные свойства) не задаются заранее, а вычисляются непосредственно в процессе обработки.

Представим данные геофизических наблюдений F по площади в виде матрицы $\{f_{ki}\}$, где k - номер профиля ($1 \leq k \leq N$), i - номер пикета на профиле ($1 \leq i \leq n$), т.е.

$$F = \left\{ \begin{array}{cccc} f_{11} & \dots & f_{1i} & \dots & f_{1n} \\ f_{21} & \dots & f_{2i} & \dots & f_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{N1} & \dots & f_{N2} & \dots & f_{Nn} \end{array} \right\} \quad (1).$$

Считаем, что наблюдаемое поле F представляет собой аддитивное наложение помех на совокупность неизвестных по форме аномалий различного простираия. За аномалию принимаем любой регулярный процесс с математическим ожиданием, неравным нулю, регистрируемый по нескольким профилям с линейным смещением (или без смещения) от профиля к профилю.

$$\left(\begin{array}{cccc} f_{k+1,i+1} & f_{k+1,i+2} & \dots & f_{k+1,i+m} \\ f_{k+2,i+1+\theta} & f_{k+2,i+2+\theta} & \dots & f_{k+2,i+m+\theta} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{k+p,i+1+\theta_p} & f_{k+p,i+2+\theta_p} & \dots & f_{k+p,i+m+\theta_p} \end{array} \right) . \quad (2)$$

Индексы $k+1, i+1$ указывают положение левого верхнего угла выбранного окна, а θ - его наклон к простираию профилей, определяемый величиной смещения на один, два и т.д. пикетов последующего профиля относительно предыдущего - $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2, \theta = 0, \pm 1, \pm 2, \pm \dots$. Величины θ_1 и θ_2 следует задавать в различных пределах.

Задача состоит в том, чтобы выяснить, является ли участок в указанном окне аномальным или безаномальным [6]. Гипотеза H_0 – отсутствия аномалии, принимается, если $T^2 < T_a^2$, (T_a^2 - некоторый порог), и отвергается при $T^2 > T_a^2$, (T^2 - статистика

Хоттелинга) [2]. Для величины
$$\omega = \frac{\frac{N}{m} \sum_{i=1}^m \left[\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f_{ki} \right]^2}{\frac{1}{m(N-1)} \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^m [f_{ki} - \bar{f}_i]^2} \quad (3)$$

при наличии аномалии числитель с точностью до множителя N представляет собой оценку среднего квадрата амплитуды аномалии в окне $N \times m$. Знаменатель в формуле (3) выражает оценку дисперсии помехи в том же окне, т.е.

$$\mu = \frac{\hat{a}^2}{\sigma^2} \text{ или } \omega = N\mu . \quad (4)$$

$$\hat{\mu} = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f_{ki} \right)^2}{\frac{1}{m(N-1)} \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^m \left(f_{ki} - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f_{ki} \right)^2} = \frac{\bar{a}^2}{\sigma^2} \quad (5)$$

Для принятия решения о наличии аномалии порог d находят по критерию Неймана – Пирсона [5] путем задания вероятности ошибки первого рода α где,

$$\alpha = \int_d^{\infty} P_{F(0,q_1,q_2)}(x) dx .$$

$P_{F(0,q_1,q_2)}(x)$ обозначает плотность центрального F – распределения. Значения F – распределения приведены в таблицах [2]. Соответственно для (5) пороговое значение будет

$$\mu_{\text{пор}} = d/N.$$

По этой методике подверглись обработке геофизические данные, полученные на участке “Назoi – Юрт” Анкадзорского месторождения меди [1, 3, 4]. Используются результаты площадных съемок геофизическими методами электроразведки (вызванная поляризация – ВП, естественное электрическое поле – ЕЭП), магниторазведки и гравиразведки.

Анкадзорское месторождение меди в структурном отношении расположено на северо – восточном крыле Базумской антиклинали висячем боку одноименного надвига. В геологическом строении Анкадзорского рудного поля принимают участие вулканогенные, вулканогенно – осадочные и осадочные образования, представленные порфиритами, их туфами и туфобрекчиями, липаритодацитами, а также подчиненными к толще порфиритов метаморфизированными известняками.

В геологическом отношении участок месторождения представлен туфами, окварцованными туфобрекчиями различных цветных оттенков. Породы слабо трещиноватые, иногда встречаются гидротермально измененные зоны и тектонические нарушения.

Геофизические исследования велись на участке площадью 1,5 кв. км.

Наблюдения проводились на 9 профилях длиной 500м, шаг наблюдения – 5м.

Целью проведенных исследований была способом самонастраивающейся фильтрации уточнить предварительные результаты наблюдений.

На рисунке1 представлены результаты статистической обработки данных ВП.

Для оценки параметра окна обработки N использованы расчеты взаимокорреляционной функции (ВКФ) для данных соседних пар профилей. Так как вычисления показали, что $\hat{A}_i(l_{\hat{y}}) > 0.5$, то достаточно задать $N = 3$. По значениям среднего интервала корреляции одномерной автокорреляционной функции (АКФ) вычислен параметр $m = 5$ [6].

Для прямоугольной сети наблюдений величина θ задана равной $0; \pm 1; \pm 2$.

Порог d выбран при вероятности ошибки первого рода (выделения ложной аномалии) $\alpha = 5\%$ из известных таблиц [2].

Вычисление значений μ проводилось по составленной программе на ЭВМ, при параметрах окна $m = 5; N = 3; \theta = 0; \pm 1; \pm 2$.

Перемещая окно в 3×5 точек сначала вдоль простирания профилей с шагом в один пикет, а затем в крест простирания с шагом, равным расстоянию между ними и для каждого из них вычислив значения μ по формуле (5) получим непрерывную оценку μ по всей площади съемки.

Аномальные участки выделялись по максимальным значениям μ , учитывая наклон окна $\theta = \pm 1$, где значения μ выше порогового.

Имея ввиду то, что метод ВП является основным при поисках и разведке рудных проявлений на Анкадзорском месторождении, при комплексной интерпретации результатов статистической обработки геофизических данных в основу приняты аномальные участки, полученные при обработке данных ВП способом самонастраивающейся фильтрации.

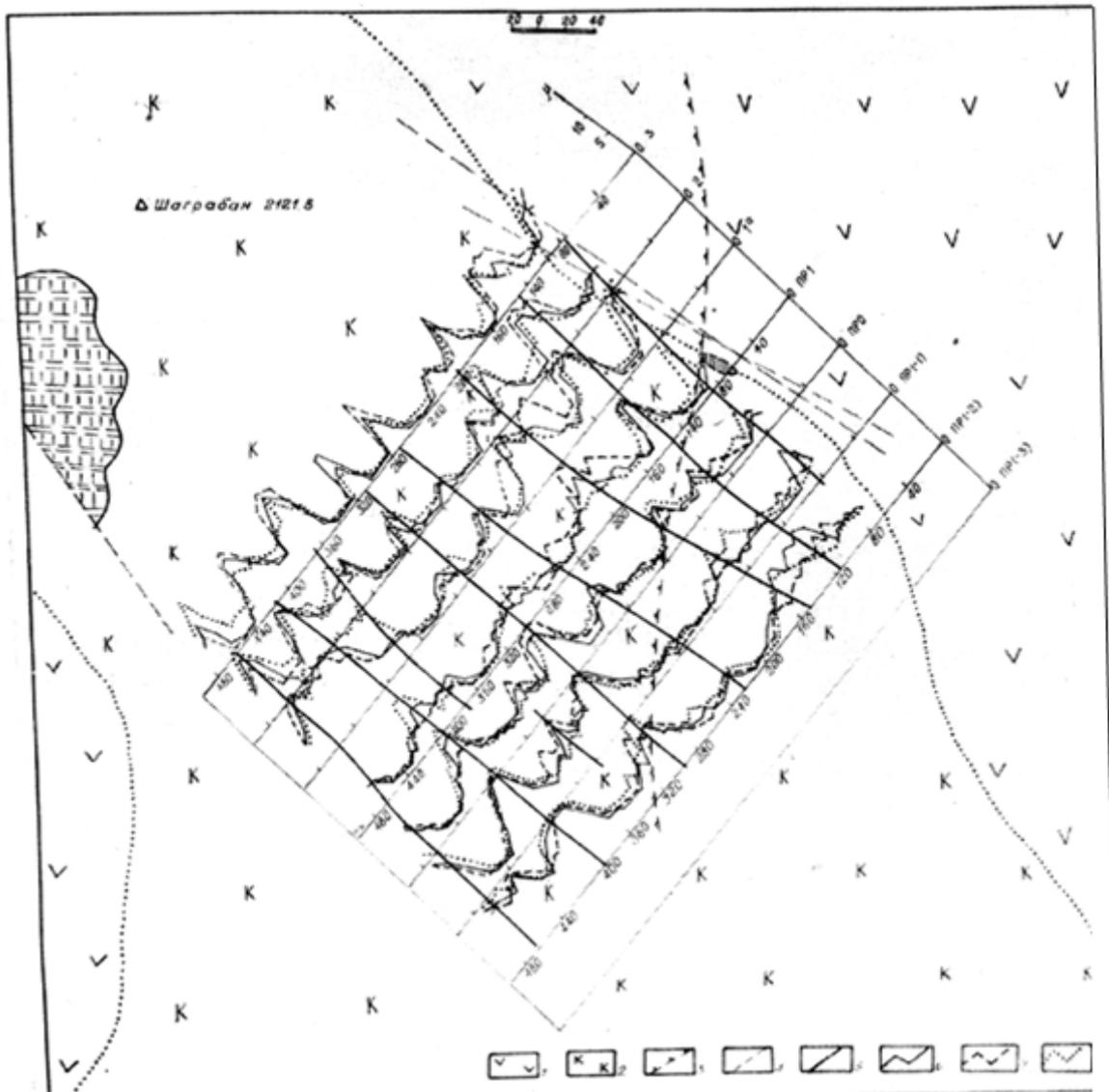


Рис. 1. Участок “Назои- Юрт” Анкадзорского месторождения.

Результаты статистической обработки данных по методу ВП: 1- порфириты; 2- вторичные кварциты; 3- тектонические нарушения; 4- рудные зоны по геологическим данным; 5- предполагаемые рудные зоны по данным ВП. 6- Кривые μ для нулевого ($\theta=0$); 7- отрицательного ($\theta=-1$); 8- положительного ($\theta=+1$) наклонов окна.

На участке “Назои – Юрт” Анкадзорского месторождения меди в результате интерпретации данных способом самонастраивающейся фильтрации выделены пять аномальных зон. По результатам статистической обработки они хорошо коррелируются друг с другом и имеют ту же направленность, что и известная минерализация.

В результате исследований:

а) определены оптимальные параметры окна при обработке полевых данных способом самонастраивающейся фильтрации, выделены и уточнены направления аномальных зон;

б) рассчитано по взаимокорреляционным функциям (ВКФ), что для $B_H(\lambda_{\gamma}) > 0.5$ достаточно задать $N=3$, а по АКФ вычислен параметр $m=5$.

в) способ самонастраивающейся фильтрации позволил выявить слабые аномальные зоны, связанные с рудной минерализацией.

Список литературы:

1. **Бадалян С.В., Карапетян К.А.** Применение корреляционного анализа при обработке геофизических данных на Анкадзорском месторождении. В кн.: Разведочная геофизика в Армении. Изд. АН Арм. ССР, 1987, с. 51-56
2. **Большев Л.Н., Смирнов Н.В.** Таблицы математической статистики. М., Недра, 1965, 464 с.
3. **Геворкян В.М., Гольденберг Г.Н.** О геологическом строении и перспективах медного оруденения Анкадзорского рудного поля. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, том XXV, 1972, с. 47- 54
4. **Карапетян К.А., Чилингарян З.А.** Определение оптимальных параметров окна для самонастраивающейся фильтрации. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2007, LX, №3, стр.53-58
5. **Лукина О.П., Никитин А.А.** Оптимальный алгоритм обнаружения аномалий на фоне коррелированных помех при площадных геофизических съемках. Изв. вузов, Геология и разведка, 1976, #12, с. 116-123
6. **Никитин А.А.** Теоретические основы обработки геофизической информации. М., Недра, 1986, 342с.
7. **Петров А.В., Никитин А.А.** Многомерные аналоги способов обратных вероятностей и самонастраивающейся фильтрации. М., Изв. Вуз-ов, Геол. и Разведка, 1989, #2, с. 82-86
8. **Христич Т.А., Никитин А.А.** К использованию способа самонастраивающейся фильтрации при решении задач регионального картирования геофизическими методами. В. Кн. Разведочная геофизика. Вып. 76, М., Недра, 1977, с. 86-91
9. **Till R.** Statistical methods in Earth sciences. John Wilay and Sons, Inc., New York, 1974, 154p.
10. **Wei Shen, Pengda Zhao** Theoretical study of statistical fractal model with application to mineral resource prediction. Comp. and Geosci., #3, 2002, V. 28, p. 369-376

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ СЕВЕРНОЙ АРМЕНИИ

Б.В. Саакян, А.Р. Мурадян, А.Л. Оганесян

*Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А.Назарова НАН РА,
г. Гюмри, Армения*

e-mail: sahakyan_babken@mail.ru

Согласно современным представлениям, земная кора является автономной динамической системой с концентрической оболочкой, и взаимодействует как с верхним, так и с нижним слоями. Такая ситуация доказывает трехступенное слоистое строение земной коры. Комплексные геолого-геофизические и сейсмологические исследования, которые направлены к выявлению физико-механических и реологических особенностей реальной геологической среды, в основном обусловлены наличием неоднородного поля скоростей, которые выделены глубинным сейсмическим зондированием (ГСЗ) [7, 13].

Отражение непрерывных напряженно-деформационных процессов, происходящих в этих неоднородных полях скоростей, на поверхности земли проявляется дискретным числом сейсмических событий. По существу, характер коровых землетрясений, в основном обусловлено глубинным и пространственным распределениями регионального и локального полей района исследования [6, 9]. В работе ставлена задача определить напряженное состояние данной местности и оценить численное значение деформаций, вследствие сопоставительного анализа параметров фокальных механизмов (ФМ) сейсмических событий и данных ГСЗ, осуществленных известными профилями. Такие исследования особенно актуальны для известного богатой летописью истории сейсмических событий св.-зпд. части Малого Кавказа, которая в себе охватывает св.-зпд. часть территории Армении и примыкающую к ней сейсмоактивную область Джавахетского нагорья [8, 11, 17].

В работах [1, 11] показано, что в исследуемой территории, эпицентры землетрясений имеют очень неравномерное, хаотичное распределение. В тектонических картах области подготовок землетрясений охватывают как одну, так и две и более структурные единицы. Такими единицами являются геолого-тектонические элементы разных порядков и иерархических масштабов (активные глубинные разломы, разрывные нарушения) [4]. Считая блоковое сложное строение исследуемой местности, раздробленное активными глубинными разломами разных порядков [3, 5], рассеянное распределение эпицентров землетрясений нельзя однозначно связать с теми или иными известными геологическими элементами. В таких случаях, сейсмические процессы описываются объемными деформациями [10, 16].

С целью изучения объемных сеймотектонических деформаций со стороны Ризниченко был разработан, так называемое, понятие "сейсмического течения" горных масс [10]. В основе этой методологии, с применением тензорного анализа сейсмического момента, поставлены теоретические идеи оценки количественных значений вертикальных компонентов относительных сеймотектонических деформаций, приведенных в (1)

$$\dot{\varepsilon}_{ik} = \frac{1}{2VT} \sum_{j=1}^N M_{0jk} \quad (1)$$

Где $V(S,H)$ - объем среды выраженный произведением площади S исследуемой территории и мощностью H сейсмогенного слоя, T - наблюдаемый период, M_{0j} - величина сейсмического момента каждого землетрясения, попадающее в наблюдаемое пространственно-временное окно, $\mu = 3 \cdot 10^{11}$ дин \cdot см⁻² - модуль сдвига.

Вышеприведенное выражение полностью удовлетворяет решению задачи, поскольку, из большого количества сейсмических событий, собранных для изучаемой территории, было возможно систематизировать и классифицировать более чем 150 землетрясений, имеющих повышенную точность определения основных и очаговых параметров [8, 15], и пространственное распределение эпицентров которых приведено в рис. 1а.

Пространственное распределение этих очагов показывает, что с точки зрения однородности и представительности ФМ [16], сеймостатистический анализ можно проводить только в 4-х блоках. В отдельных блоках, для определения преобладающих направлений главных осей сжимающих и растягивающих напряжений, была применена известная из теории мат.-статистики критерия χ^2 распределения Пирсона [14].

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(V_i - \frac{n}{m})^2}{\frac{n}{m}} \quad (2)$$

Где n -общее количество землетрясений в данном блоке, $m_i (i = 24)$ - количество азимутальных секторов, V_i - количество тех землетрясений, в которых главные оси сжимающих и растягивающих напряжений находятся в данном азимутальном секторе.

Результат анализа этого распределения показывает, что в исследуемой территории наблюдается общий тенденц главных осей растягивающих и сжимающих сеймотектонических напряжений, соответствующих близширотным и близмеридиальным направлениям [1, 12]. Вместе с этими, в выделяемых блоках наблюдаются некоторые отклонения от характерных, угловые значения которых приведены в таблице 1.

Таблица 1.

№ - номер блока	P_{χ^2} - значения в градусах азимутов оси сжатия и углов падений		T_{χ^2} - значения в градусах азимутов оси растяжения и углов падений		Скорости $\dot{\epsilon}_{jk}$ относительных сеймотектонических деформаций (год ⁻¹)						
	Az^0	e^0	Az^0	e^0	Единичные значения и порядки	Тензорные составляющие					
						$\dot{\epsilon}_{11}$	$\dot{\epsilon}_{22}$	$\dot{\epsilon}_{33}$	$\dot{\epsilon}_{2} = \dot{\epsilon}_{21}$	$\dot{\epsilon}_{23} = \dot{\epsilon}_{32}$	$\dot{\epsilon}_{3} = \dot{\epsilon}_{31}$
I	40 ⁰ ÷60 ⁰	10 ⁰ ÷20 ⁰	100 ⁰ ÷130 ⁰	5 ⁰ ÷15 ⁰	9,84E-9	-0,13	0,13	0	-0,25	-0,89	0,42
II	295 ⁰ ÷320 ⁰	25 ⁰ ÷40 ⁰	100 ⁰ ÷140 ⁰	45 ⁰ ÷60 ⁰	1,02E-7	0,09	0,25	-0,34	-0,33	1,32	0,07
III	180 ⁰ ÷200 ⁰	10 ⁰ ÷15 ⁰	240 ⁰ ÷280 ⁰	10 ⁰ ÷20 ⁰	4,59E-8	0,07	-0,07	0	0,09	0,72	0,41
IV	10 ⁰ ÷40 ⁰	40 ⁰ ÷75 ⁰	220 ⁰ ÷280 ⁰	15 ⁰ ÷30 ⁰	6,72E-8	0,12	-0,65	0,53	-0,44	-1,04	0,48

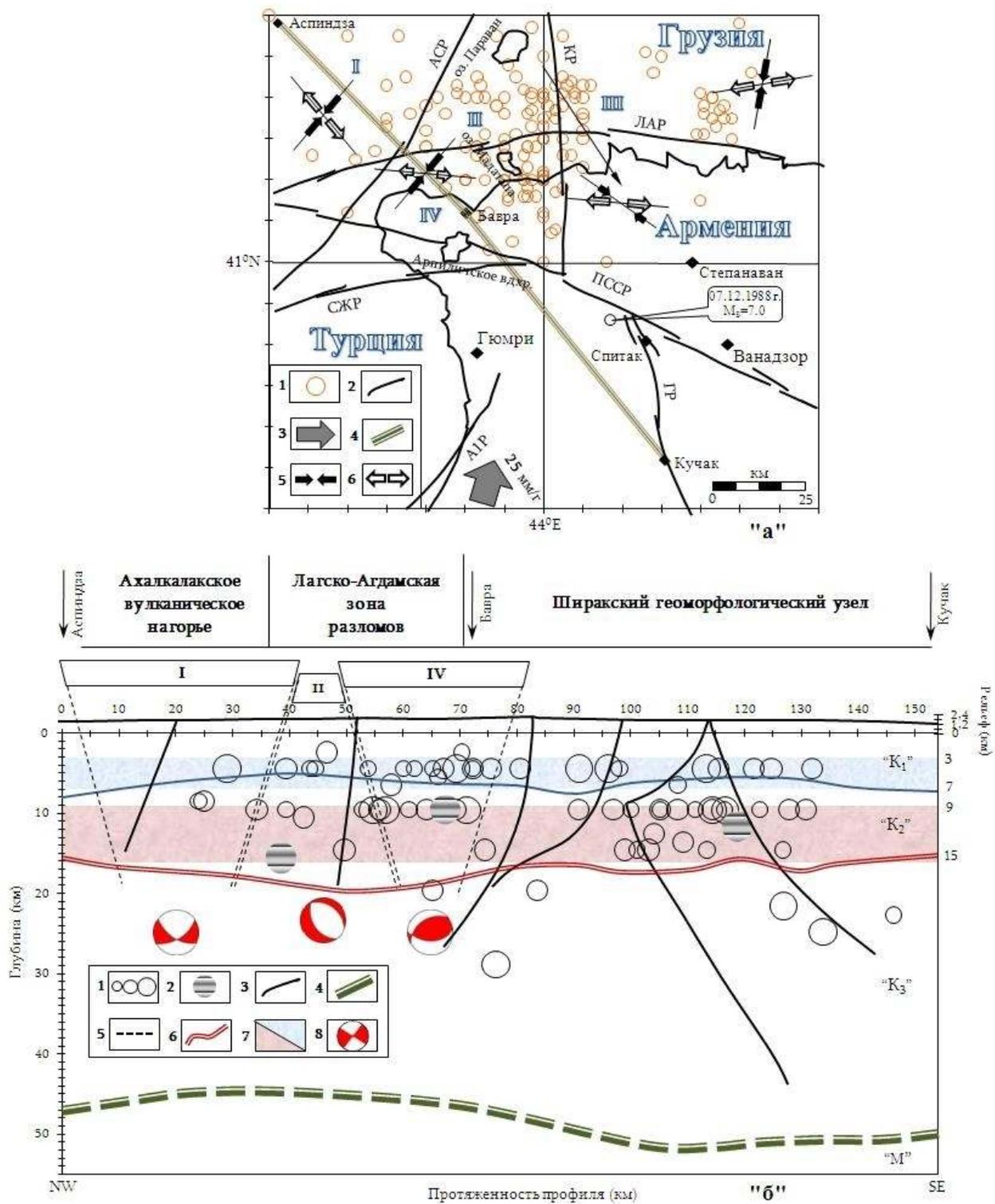


Рис. 1. Пространственное распределение очагов землетрясений и преобладающие направления P_{χ}^2 и T_{χ}^2 напряжений в блоках (а), распределение гипоцентров землетрясений на профиле Аспиндза-Бавра-Кучак и средние механизмы очагов в блоках (б).

а - 1. эпицентры землетрясений, имеющие ФМ, 2. активные глубинные разломы, 3. направление движения Аравийской литосферной плиты, 4. профиль Аспиндза-Бавра-Кучак, 5. оси сжатия, 6. оси растяжения.

б - 1. гипоцентры землетрясений разных энергетических классов $7 \leq K < 13$, 2. очаги землетрясений $M_s \geq 5$, 3. активные глубинные разломы, 4. граница Мохоровичича (М), 5. границы блоков, 6. сейсмические границы по данным ГСЗ, 7. сейсмогенные зоны, 8. средний механизм блока

Значения в градусах Az -азимуты и углы падений- e для главных осей напряжений P, T и количественные величины тензорных составляющих скоростей относительных сейсмостектонических деформаций в блоках

И так, в I и IV блоках сжимающие напряжения имеют одинаковые направления: со св.-вст. к юг.-зпд., во II блоке сжимающие напряжения резко меняют азимутальное направление со св.-зпд. К юг.-вст., а в III блоке сжимающие напряжения имеют близмеридиальную направленность.

Во II, III и IV блоках растягивающие напряжения имеют близширотные направления, а в отличающемся от них блоке I, ось растягивающего напряжения имеет направление со св.-зпд. К юг.-вст.

Кроме азимутальной ориентации главных осей сжимающих и растягивающих напряжений, были определены углы падения соответствующих плоскостей в земной коре: в I и III блоках плоскости сжимающих и растягивающих напряжений имеют близгоризонтальное простирание и показывают, что в данных блоках в основном происходят одноосные процессы сжатия и растяжения, соответствующие сдвиговым подвижкам. Иные картины наблюдаются во II и IV блоках. В IV блоке, в отличие от близгоризонтального простирания плоскости сжимающих напряжений, замечается резкое падение плоскости растягивающих напряжений к горизонту под углом 60° , и в котором, в соответствии с данными механизмов землетрясений наблюдаются взбросо-сдвиговые подвижки. Противоположная картина наблюдается во II блоке, в котором, в отличие от близгоризонтального простирания плоскости растягивающих напряжений, замечается резкое падение плоскости сжимающих напряжений к горизонту под углом $45^{\circ} \div 70^{\circ}$. В этом блоке по данным механизмов землетрясений преобладают сбросовые подвижки [12].

Совместными применениями вышеприведенной методологии и статистических распределений были оценены количественные значения тензорных составляющих скоростей относительных сейсмостектонических деформаций (табл. 1).

Анализы рассчитанных деформаций показывают, что несмотря на малого географического размера исследуемой территории, в смежных блоках наблюдаются значения деформаций, отличающиеся друг от друга одним или двумя порядками, которые утверждают на сильном раздробленности исследуемой территории и на наличии большого количества сейсмических событий [2, 4].

Особый интерес представляют задачи для выявления глубинного строения земной коры. Для осуществления этой цели, в качестве исходных данных были взяты все сейсмостатистические материалы и данные ГСЗ геологического разреза по участку Аспиндза-Бавра-Кучак, предварительно избранного профиля Аспиндза-Армаш.

По географической позиции профиля, он имеет Кавказскую протяженность и распространяется со св.-зпд. к юг.-вст., охватывая такие геолого-тектонические структуры, как Ахалкалакское вулканическое нагорье, Лагско-Агдамская разломная зона и Ширакский геоморфологический узел [1, 7]. Условное разделение земной коры изучаемого региона по слоям различными мощностями, было осуществлено на основе анализа встречных годографов и разнотипных (преломленных, отраженных, дифрагированных) сейсмических волн. Согласно распределению поля скоростей, были выделены три скоростные слои: верхний – $5.5 \div 6.4$ км/с, промежуточный – $6.4 \div 7.1$ км/с, нижний – $6.8 \div 7.4$ км/с [7], которые соответствуют осадочно(K_1)-гранитно(K_2)-базальтовой(K_3) трехслойной структуре геологической среды. Для выявления существующих связей между напряженно-деформационным полем и глубинной структурой земной коры были избраны те сейсмические события, которые имеют достаточную

точность глубинного залегания $\Delta h = \pm 2$ км, расположенные от профиля соответственно в направлении вправо или влево на 30÷40 км. Имея в виду гетерогенную структуру изучаемого региона, среда от профиля, хотя бы максимум на ± 30 км [13], считалась однородной, и очаги предварительно избранных землетрясений были проектированы вдоль профиля (рис. 1.б).

На изображенном разрезе явно выделяются две сейсмогенные слои [6, 11] мощностями 3÷7 км и 9÷15 км, которые и являются источниками региональных и локальных напряженных полей.

Региональное напряженно-деформационное состояние изучаемого региона в основном обусловлено наличием сейсмогенного слоя мощностью $H = 9 \div 15$ км, расположенного в промежуточном слое, где и сосредоточены очаги сильнейших $M_s \geq 5$ землетрясений изучаемого региона (Дманис 1978 г, Параван 1986 г, Спитак 1988 г).

Локальное напряженное поле, которое расположено в более верхнем слое мощностью $H = 3 \div 7$ км, представляет из себя динамические поля накопления и высвобождения напряжений. В этом локальном поле, перераспределение деформационных процессов и разрядка разнотипных аномальных проявлений сейсмических событий (рои землетрясений, группирующие сейсмические события, форшоки, афтершоки), по всей вероятности связаны со степенью прочности лавовых покрытий, которые являются структурным элементом геологической среды.

В результате вышеприведенных совместных анализов, приходим к заключению, что изучаемая территория из себя представляет геолого-тектонический сложный узел, составляющий единую совокупность сейсмических событий. Выделяемых блоках под воздействием региональных и локальных напряженных полей, количественные оценки тензорных составляющих скоростей относительных сеймотектонических деформаций, отображают нынешнее состояние современных движений земной коры.

Список литературы:

1. **Геодакян Э.Г., Саакян Б.В.** Сейсмогеодинамические процессы на территории Северной Армении // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы девятой международной сейсмологической школы Республика Армения, 8-12 сентября 2014 г. Обнинск-2014 с. 122-126.
2. **Геодакян Э.Г., Карапетян Дж.К., Саакян Б.В., Мурадян А.Р.** Оценка напряженно-деформационного состояния земной коры Армении по сейсмологическим данным. // Труды VIII Международной конференции Проблемы динамики взаимодействия деформируемых сред, сентябрь 22-26, 2014 г, Горис-Степанакерт. Ереван 2014, с. 158-161.
3. **Гоцадзе О.Д., Джибладзе Э.А., Папалашвили В.Г., Геодакян Э.Г. и др.** Параванское землетрясение 13 мая 1986 г // М.: Наука 1991 г с.122.
4. **Джибладзе Э.А.** Сейсмическое течение горных масс на Кавказе. Изв. АН СССР, 1982, № 10, с. 111-117
5. **Караханян А.С.** Активная тектоника и сейсмичность. В кн.: // Геология Севана. Ереван: Изд. НАН РА, 1994, стр.122-128.
6. **Мурусидзе Г.Я.** Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмологическим и сейсморазведочным данным: изд. "Мецниереба", Тбилиси, 1976, стр. 169.

7. Научно-технический отчет по теме: “Геолого-геофизические условия очаговой зоны Спитакского землетрясения 1988 г. МГ СССР, НПО” “Нефтегеофизика”, М.,1990, Армгеофонд, 109 с.
8. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. Москва. 1977.
9. **Оганесян С.М., Геодакян Э.Г., Карапетян Дж.К., Саакян Б.В., Мурадян А.Р., Оганесян А.С.** Трехсторонний квазистатический изгиб прямоугольного параллелепипеда, как модель подготовки очага тектонического землетрясения // Труды VIII Международной конференции. Проблемы динамики взаимодействия деформируемых сред, сентябрь 22-26, 2014г, Горис-Степанакерт, Ереван 2014, с. 330-334.
10. **Ризниченко Ю.В.** Избранные труды. Проблемы сейсмологии.–М.:”Наука”, 1985. 405с.
11. **Саакян Б.В., Оганесян А.Л.** Пространственно-временной анализ сейсмичности Северо-западной части Армении //XIV-ая Уральская молодежная научная школа по геофизике: Сб. науч. материалов: ГИ УрО РАН –Пермь, 2013, с. 225-230.
12. **Саакян Б.В.** Сейсмотектонические подвижки в северной части Малого Кавказа. //XV-ая Уральская молодежная научная школа по геофизике. Сб. науч. материалов: ГИ УрО РАН, Екатеринбург: 2014, с. 204-206.
13. Сейсмогеодинамика области перехода от орогена Тянь-Шаня к Туранской плите //Академия Наук Узбекской ССР институт сейсмологии: изд. “ФАН”, Ташкент, 1986, 138с.
14. **Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В.** Краткий курс математической статистики для технических приложений. Гос.изд. физико-математической литературы. – М.,1959, 436с.
15. **Эбралидзе З.Т.** Сейсмотектонические деформации и некоторые временные особенности сейсмичности территории Кавказа. - Тбилиси: “Мецниереба”, 1994. 74 с.
16. **Юнга С.Л.** Методы и результаты изучения сейсмотектонических деформаций. –М.: "Наука", 1990, с.193.
- 17 **Pirousian S.A. et al.** The Catalog of strong earthquakes in the territory of Armenia and adjacent regions. Historical and Prehistorical Earthquakes in the Caucasus. Edited by/ Domenico Giardini and Sergiei Balasanian. NATO ASI Series, Kluwer Acad. Pub. – Dordrecht, Boston, London, p.313-333.

ПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВО ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ОЧАГОВОЙ ЗОНЕ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

С.Н. Саргсян

Институт Геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА, г. Гюмри,

e-mail: sara.sargsian@mail.ru

Многие задачи сейсмологии направлены в извлечении из сейсмограмм информации об источнике, породившим сейсмические колебания.

Излучение сейсмических волн из очага землетрясения и геологическая среда их распространения совместно создают сложную волновую картину инструментальной записи происходящих в земле колебательных процессов.

Пронизывающие геологическую среду сейсмические волны по мере распространения подвергаются определенным изменениям, но вместе с тем несут ценную информацию о строении геологической среды и ее физико-механических и реологических свойствах [1, 2].

Снижение амплитудного уровня сейсмических волн с увеличением гипоцентрального расстояния обусловлено тремя факторами: поглощением, геометрическим расхождением и рассеянием.

В работе [3] показано, что в ближней и очаговой зоне сильного землетрясения определяющую роль имеет поглощающее свойство геологической среды.

Поглощение-важнейшая характеристика среды. Она позволяет составить представление о свойствах и о составе пород, о напряженно-деформированном состоянии среды. Значение поглощения необходимо для решения широкого круга таких сейсмических задач, как определения энергии землетрясений, сейсмическом, микросейсмическом районировании и т.др.

Нужно отметить, что для определения геологической среды имеются так же другие параметры характеризующую геологическую среду. Однако величина поглощения сейсмических волн в средах их распространения наиболее полно характеризует сейсмическое свойство среды [4].

В настоящей работе было поставлено целью изучить поглощающее свойство в очаговой зоне Спитакского землетрясения 07.12.1988г. и определить коэффициент поглощения.

Для определения коэффициента поглощения нами было использовано зависимость поглощения от частоты, сейсмической добротности, скорости поперечной волны [5]. Зависимость имеет следующий вид

$$\alpha_n = \frac{2\pi\omega}{V_s Q} \quad (1)$$

где ω - частота колебаний, V_s – скорость поперечной волны, Q - сейсмическая добротность среды.

Для детального расчета нами применимы следующие методические подходы.

Для каждого участка очаговой зоне Спитакского землетрясения нами приняты соответствующее значение V_s приведенное в работе [6].

Сейсмическая добротность геологической среды исследуемой территории нами было рассчитано методами спектрального анализа [7] и приведены в работе [8].

В качестве исходных данных для расчета были приняты инструментальные записи сильных афтершоков в очаговой зоне Спитакского землетрясения, которые были зарегистрированы на временных автономных станциях (рис. 1).

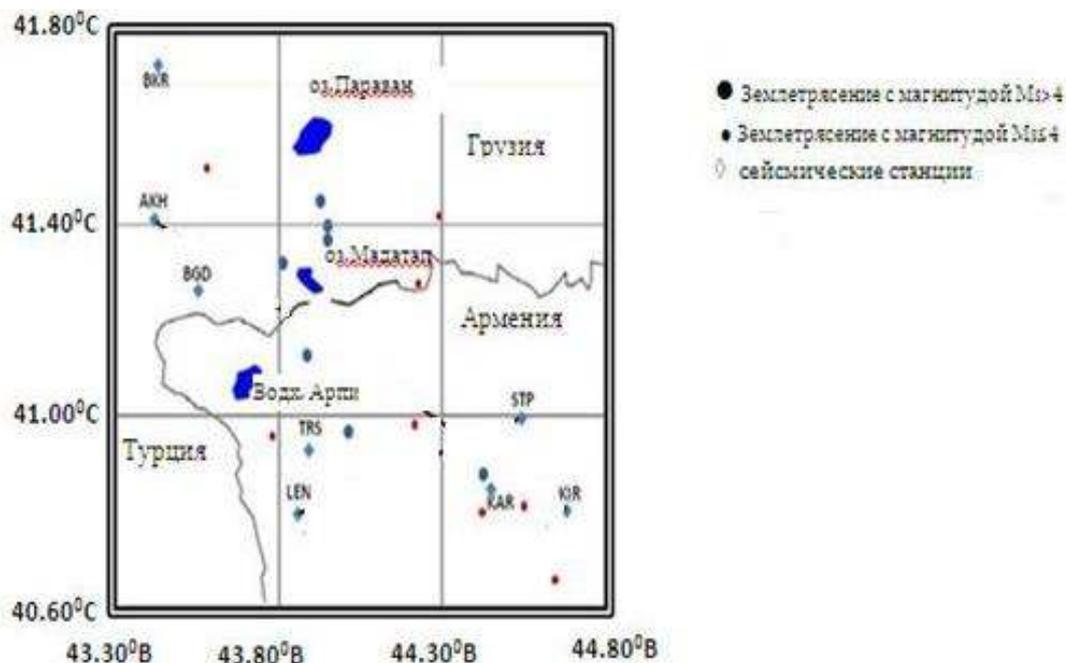


Рис. 1. Карта расположения акселерографов и эпицентров афтершоков

Значение коэффициента поглощения рассчитывались в частотном диапазоне от 0,1-1,5 Гц. Выбор этого частотного диапазона обусловлен тем обстоятельством, что в ближней зоне сильного землетрясения амплитудный уровень на этих частотах представляет наибольший интерес для инженерного анализа сейсмических воздействий.

Указанный диапазон был разделен на 5 интервалов: 0.1-0.3, 0.3-0.5, 0.5-0.7, 0.7-0.9, 0.9-2. Расчеты численных значений a_n проводились на центральных для этих интервалов частот: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.5. Результаты расчета приведены таб.1.

Таблица 1

Значения оценок коэффициентов поглощения a_n (10^{-3} км^{-1}) в зависимости от частоты						
	Сейсмическая добротность	Частота (Гц)				
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.5
a_n (10^{-3} км^{-1})	Q_{1-2}	20	41	58	83	141
	Q_{2-3}	21	43	60	86	147
	Q_{3-4}	14	28	40	57	97
	Q_{4-5}	10	21	30	43	73
	Q_{5-6}	9.8	19	27	39	66
	Q_{6-7}	8.4	16	23	33	57
	Q_{7-8}	10	20	28	40	68

Эти значения позволяют сделать вывод, что с ростом частоты коэффициент поглощения увеличивается. Это говорит о том, что в затухании сейсмических волн основополагающую роль играет поглощение.

Сравнительный анализ значений коэффициента поглощения констатирует факт о более высоких поглощающих свойствах среды в области, расположенной к юго-востоку от очага Спитакского землетрясения.

Список литературы:

1. **Havskov J., Ottemoller L.** Routine data processing in earthquake seismology with sample data, expertise and software. –Springer Science + Business Media B.V., 2010.

2. **Добрынина А.А., Чечельницкий В.В., Саньков В.А.** Сейсмическая добротность литосферы юго-западного фланга байкальской рифтовой системы //Геология и геофизика. 2011. Т. 52, №5.-С. 712-724.

3. **Джурик В.И., Дреннов А.Ф., Басов А.Д.** Влияние неоднородных слоистых сред верхней части земной коры на динамику сейсмических сигналов //Тихоокеанская геология.- 1999.- Т. 18, № 6.-с. 3-12.

4. **Лемзиков В.К., Шакирова А.А., Лемзиков М.В., Гарбузова В.Т., Ящук В.В., Дрознин Д.В.** Поглощение сейсмических волн в поверхностных слоях вулкана Кизимен (предварительные результаты) //Вулканизм и связанные с ним процессы.Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2013г. Стр. 226-230

5. **Егоркин А.В., Кун В.В., Чернышев Н.М.** Поглощение продольных и поперечных волн в коре и верх ней мантии Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы // Физика Земли, 1981, № 2, с. 37- 50.

6. **Татевосян Р.Э., Аптекман Ж.Я., Дорбат К., Вакарчук Р.Н., Татевосян Т.Н.** Скоростная структура среды и макросейсмический эффект: Спитакское землетрясение 7 декабря 1988г. // Физика земли,2011, № 9, с. 72-82.

7. **Маркус Бат** Спектральный анализ в геофизике 534 стр.

8. **Геодакян Э.Г., Саргсян С.Н.** Оценка сейсмической добротности геологической среды в очаговой зоне Спитакского землетрясения // Сб. докладов II международной конференции молодых ученых "Современные задачи геофизики, инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства". Изд-во Гитутюн НАН РА, Цахкадзор, 2015, с. 20-24.

СПЕКТРЫ ВЗРЫВОВ КАК ПАРАМЕТР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТНОСТИ

*С.С. Карапетян, Г.А. Мкртчян, Дж.К. Карапетян, Н.В. Овсепян,
Э.А. Хачатрян*

*Институт Геофизики и Инженерной Сейсмологии НАН РА, г.Гюмри
e-mail: skarapetyan60@rambler.ru, MGohar56@mail.ru*

Основой сейсмического микрорайонирования (СМР) изучаемой территории являются инженерно-геологические данные (инженерно-геологическое районирование на основе физико-механических и сейсмических свойств грунтовых условий слагающих данную территорию). Инженерно-геологические материалы получают в основном буровым способом. Это довольно трудоемкая работа, требующая много времени и финансовых затрат.

Сейсмические свойства слагающих данную территорию грунтовых разновидностей определяются инструментальными методами, где один из ключевых параметров является преобладающие периоды, определенных методами изучения записей взрывов или ударов и высокочастотных микросейсм [1÷4]. Иногда инструментальные исследования задерживаются из-за опоздания инженерно-геологических материалов. Для оперативного использования времени, отведенный на выполнение исследований по СМР, целесообразно хотя бы в первом приближении иметь представления об инженерно-геологической ситуации исследуемой территории. Для решения этой задачи неоценимую помощь могут оказать спектры Фурье записей землетрясений, взрывов или ударов, а так же и высокочастотных микросейсм.

Накопленный богатый инструментальный и инженерно-геологический материал позволяет проводить сравнительный анализ между преобладающими периодами ($T_{пре.}$) грунтовых разновидностей с их строением.

Для обеспечения корректности проводимого анализа используемого инструментального материала ставились следующие необходимые и обязательные условия.

1. Наличие записей, полученных одной и той же аппаратурой.
2. Наличие инженерно-геологических описаний от пробуренных скважин для всех участков наблюдений.
3. Обеспечение однородности анализируемых (сравниваемых) параметров.

Для обеспечения первого условия все измерения были проведены с помощью цифрового регистратора, разработанный и изготовленный в ИГИС НАН РА, с сейсмоприемниками СМ-3.

Наиболее важным является выполнение третьего условия. Для обеспечения однородности анализируемых (сравниваемых) параметров внесено понятие “**весовая категория**”, как для преобладающих периодов микросейсм, так и для слагающих данный грунтовый разрез разновидностей грунтов. При этом единицы измерения для обоих параметров получаются либо в %-ах, либо в частях единицы.

Расчет весовых категорий преобладающих периодов ($T_{в.к.}$) и грунтовых разновидностей ($h_{в.к.}$). Весовые категории преобладающих периодов определялись по спектрам Фурье (рис.1а). Обычно преобладающий период определяется по макси-

мальному пику, остальные пики, с меньшими от максимального, не рассматриваются. Однако они также характеризуют влияние грунтов других типов. Для полного представления о строении исследуемой территории, необходимо рассматривать весь набор полученных пиковых значений. В настоящей работе в расчет брались все возможные пиковые значения.

Рассчитывались суммарные величины всех пиковых значений,

$$S = \sum_{i=1}^n A_{T_{np}i},$$

где S – суммарная величина всех пиковых значений, $A_{T_{np}i}$ -значение преобладающего периода i пика. Суммарная величина всех пиковых значений, это есть совокупность всех определенных преобладающих периодов. Из этой совокупности в %-ном отношении определялась доля конкретного пика, принятая как "весовая категория - $T_{в.к.}$ " преобладающего периода.

Аналогичным образом определялись весовые категории $h_{в.к.}$ разновидностей грунтовых условий в данном инженерно-геологическом разрезе в пределах 30-и метрового разреза.

Произведено укрупнение грунтовых разновидностей; грунты третьей и четвертой категорий по СНиП РА [5] представлены как мягкие или слабые, грунты второй категории - средние, грунты первой категории - жесткие или плотные (рис.1б).

Из имеющейся базы данных подобраны записи 10-и различных участков, имеющих инженерно-геологические разрезы, полученные на основе буровых работ [6].

На рис.1 представлены спектры записей экспериментальных взрывов, полученных на территории проектируемого Егвардского водохранилища, с соответствующими инженерно-геологическими разрезами [6].

Проведен сравнительный анализ между весовыми категориями полученных пиковых значений ($T_{в.к.}$) и грунтовых разновидностей ($h_{в.к.}$). Результаты приведены в таблице 1.

Анализ полученных результатов. Были проведены два взрыва мощностью по 5кг аммонита в скважинах на глубине 5-7метров, расстояние от места взрыва до точек наблюдений составляло 130-150 метров. Все точки наблюдений находились возле пробуренных скважин. При первом взрыве все точки наблюдений находились на грунтах I и II категорий, по СНиП РА. При втором взрыве на точках наблюдений 1, 4 и 5 присутствовали также и грунты III и IV категорий.

При первом взрыве на точках наблюдений 2 и 5 наблюдается полное совпадение весовых категорий. На первой точке наблюдений имеет место незначительное расхождение, порядка 10%-ов, на третьей точке это расхождение достигает 20%-ов. На четвертой точке выделяется только один пик с $T_{пр}=0.18$ сек., по инженерно-геологическим данным половина разреза составляют средние грунты.

При втором взрыве полное совпадение весовых категорий наблюдается на третьей и четвертой точках наблюдений. На первой точке несовпадение весовых категорий составляет 15%, а на второй точке 22%, на пятой точке несовпадение всего 6%.

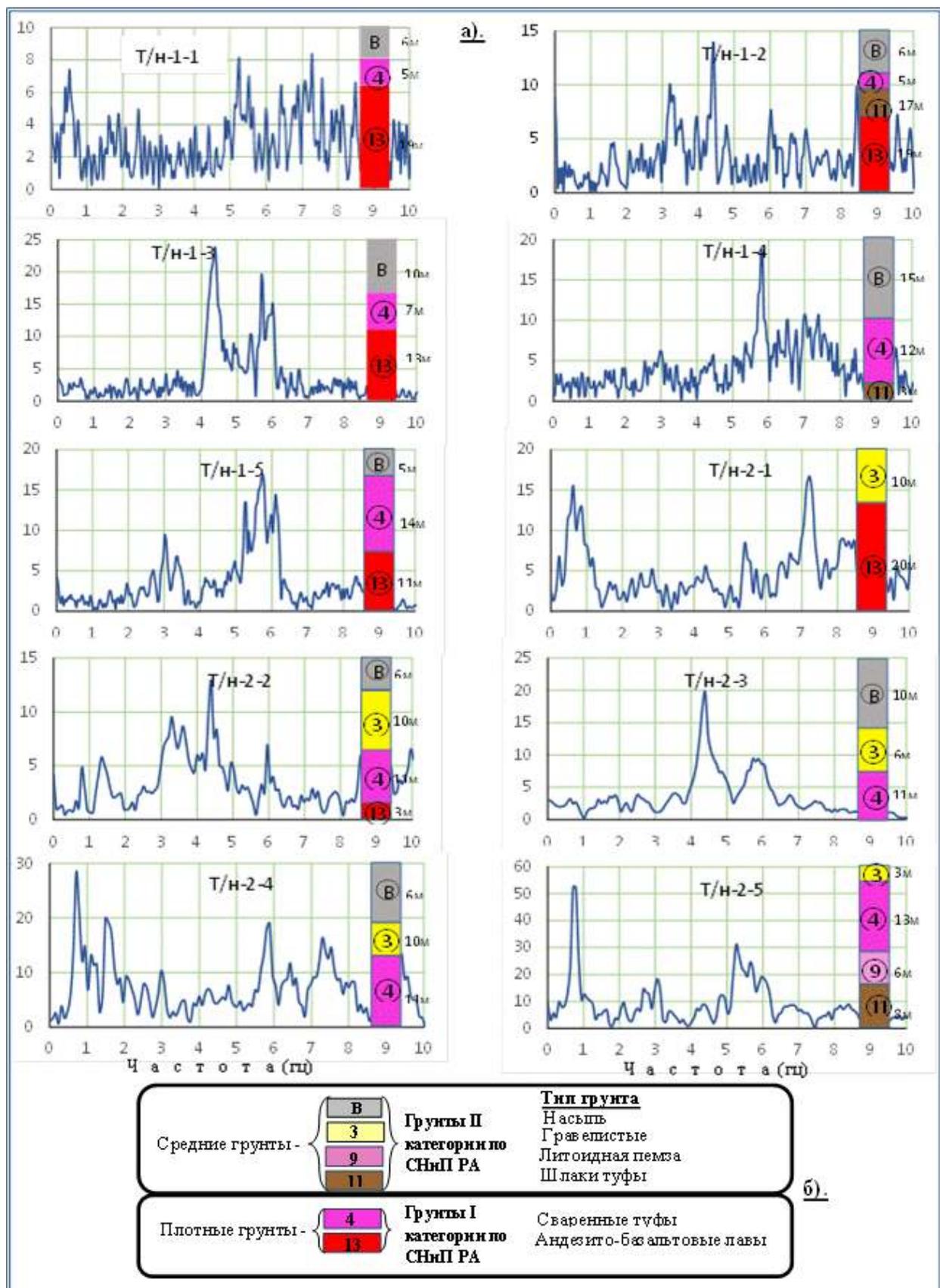


Рис.1. Спектры Фурье записей взрывов зарегистрированных на территории Ехвардского водохранилища (а.) и классификация грунтов по СНиП РА (б.) [5]:

I – спектры Фурье записей взрывов , II – колонки скважин инженерно-геологического

разреза (0.3м – мощность и τ - типа слоя грунта, Т/н-1-2 и Раз.-11 номера взрывов и инженерно- геологического разреза [6].

Таблица 1

Номер точки наблюд. взрыв.	Преобладающие периоды	Весовая категория Тпр	Катег. грунта по Тпр (СНИП [5])	Мощность гр. по типам грунта	Катег. грунта по инж-геол. разреза	Весовая катег. грунта.	
				м		гвк %	
Взрыв 1	1	2	31	IV	6	средний	20
		0.19	69	I	24	плотный	80
		0.14					
	2	0.31	42	II	8	средний	44
		0.23	58	I	5	плотный	56
					3		
	14						
	3	0.23	55	II	10	средний	33
		0.18	45	I	7	плотный	67
					13		
	4	0.18	100	I	15		
					3		
12					плотный	40	
5	0.33	36	II	5	средний	37	
	0.18	64	I	14	плотный	63	
				11			
Взрыв 2	1	1.67	48	IV			10
		0.14	52	I	20	плотный	67
	2	0.3	42	I	6	средний	20
		0.23	58	I	10	плотный	80
					11		
	3						
	3	0.23	100	I	8	плотный	100
					9		
					13		
	4	1.43	34	IV	11	мягкие	57
		0.67	24	III	6		
		0.17	42	I	13	плотный	43
0.14							
5	1.25	63	IV	3	мягкие	57	
				6			
				8			
	0.19	37	I	13	плотный	43	

Заключение

Обработаны и анализированы 10 спектров записей сейсмозрывного воздействия, зарегистрированных вблизи скважин, имеющих полные инженерно-геологические описания и данные физико-механических характеристик.

Определены *весовые категории* пиков на спектрах, принятые как преобладающие периоды (частоты) $T_{п.р.}$ и *весовые категории* грунтовых разновидностей данной точки наблюдения ($h_{в.к.}$)

Проведен сравнительный анализ *весовых категорий* преобладающих периодов и грунтовых разновидностей.

Из 10 случаев проведенного эксперимента 100%-ое совпадение весовых категорий получились на четырех точках наблюдений (Т/н 2 и Т/н 5 при первом взрыве, и Т/н 3 и Т/н 4 при втором взрыве). В двух случаях несовпадение составляет 6-10% (Т/н 1 при первом взрыве и Т/н 5 при втором взрыве). Несовпадение 15-22% имеет место в трех случаях (Т/н 3 при первом взрыве и Т/н 1, Т/н 2 при втором взрыве).

Вероятность правильной оценки инженерно-геологического строения территории по весовым категориям преобладающих периодов можно считать 70-80%.

Следуя законам математической статистики, исследования в этой области будут продолжены для обеспечения получения более достоверных результатов.

В дальнейшем на основе фактического материала будет сделана попытка по выявлению эмпирических зависимостей между весовыми категориями $T_{пр.}$ и $h_{в.к.}$, что позволит значительно сократить объемы инженерно-геологических исследований.

Список литературы:

1. Сейсмическое микрорайонирование. Ред. С.В. Медведев, М. Наука, 1977 248с.
2. **Медведев С.В.** Инженерная сейсмология. М. Наука, 1973.
3. Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию при инженерных изысканиях для строительства, Госстрой СССР, М. 1985.
4. Сейсмическое микрорайонирование на территории г. Еревана, "Геориск" НИО, Ереван, 2004, 232ст. (на армянском языке)
5. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования СНПА П6.02-2006, Ереван 2006
6. **Карапетян Дж., Геодакян Э., Оганисян А., Карапетян С., Мкртчян Г.** Оценка ожидаемых сейсмических воздействий на территории Егвардское водохранилища. Научно-техн. отчет, фонды ИГИС НАН РА, Гюмри 2016 г., 87ст. (на арм. и англ. языке).

ВЫДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ АНОМАЛИЙ ГЕОМАГНИТНЫХ ВАРИАЦИЙ ТЕКТОНОМАГНИТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ

М.В. Оганян

Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А.Назарова НАН РА, г. Гюмри

e-mail: marine-0882@mail.ru

Локальные аномалии геомагнитных вариаций могут быть вызваны как динамическими процессами, протекающими в литосфере Земли, также неоднородностями электропроводности, связанными с неоднородностями распределения намагниченных горных пород, залегающих в земной коре и верхней мантии, где температура ниже точки Кюри. Для выделения локальных аномалий вариаций, вызванных неоднородностями структуры и состава литосферы Земли и динамическими процессами, протекающими в них, проанализированы данные по модулю полного вектора напряженности геомагнитного поля (T) за период с 1 октября 2007г. по 30 ноября 2008г. на станциях “Бавра” и “Гюлагарак”, расположенных в северной сейсмоактивной части территории Армении. Эти станции геомагнитных наблюдений находятся в Ашоцк-Джавахетской области Армянского вулканического нагорья, территория которого рассечена серией разломов кавказского и антикавказского направлений (Базум-Севанский глубинный разлом, Джавахетский, Ехнахахский и Арарат-Спитак-Привольненский разломы), на приподнятые и опущенные блоки и в целом имеет мозаичное строение. На территории исследований залегают в основном вулканогенные лавы андезито-дацитов, андезитов, дацитов, андезито-базалтов (андезито-дацитовая толща) неоген четвертичного возраста. Эти породы характеризуются высокими значениями как магнитной восприимчивости, так и остаточной намагниченности [1, 2, 3, 9].

Известно, что для выделения особенностей геомагнитных вариаций, широко применяется метод построения и анализа серий синхронных разностей, то есть результатов измерений геомагнитного поля, проводимых одновременно на опорном и рядовом пунктах. Идея, заложенная в этом методе состоит в том, что в значениях синхронных разностей не содержатся поля, созданные как внешними источниками, так и главная составляющая геомагнитного поля, генерированного в жидком ядре Земли. Однако, индуцированное поле, которое порождается суточными и более быстротечными вариациями, продолжает оставаться в синхронных разностях, осложняя ситуацию для выделения аномалий, которые связаны с изменениями напряженно-деформационного состояния земной коры [4, 5].

Поэтому, принимая во внимания сложное строение территории исследований, нами предложен альтернативный метод выделения локальных аномалий тектономагнитной природы, который дает возможность решить задачу удаления вариаций внутренних и внешних источников, а также индуцированной ими составляющей.

Региональный фон внешних вариаций оценивается по временны'м сериям индексов солнечной и геомагнитной активности, представленной в диапазоне от среднечасовых до среднегодовых значений. Для географических широт, характерных пунктов геомагнитных наблюдений ($\varphi = 40^{\circ}58'$, $\lambda = 44^{\circ}28'$, и $\varphi = 41^{\circ}07'$, $\lambda = 43^{\circ}47'$, для станций “Гюлагарак” и “Бавра” – соответственно), эффективно использовались серии значений D_{st} индексов, определяющих вариации кольцевого тока. С помощью серии D_{st} индексов оцениваются и выделяются из серий наблюдений чисто внешние (E_{ext}) и ин-

дуцированные ими (I_{st}) составляющие вариаций, $D_{st} = E_{st} + I_{st}$. Примененная при разделении амплитуд чисто внешних и индуцированных ими вариаций 1D модель глубинной электропроводности Земли приводит к $E_{st} = 0.79D_{st}$ и $I_{st} = 0.21D_{st}$ соотношениям между индексом и его составляющими. В серии D_{st} индексов интенсивность вариаций описывается с учетом знака, проявляющего депрессирующее влияние кольцевого тока на магнитное поле Земли. Заметим, что среднее значение высокочастотных вариаций, проявляющиеся в серии I_{st} индексов, за рассматриваемый период времени составляет всего 0.5 нТл, и соответственно, средняя скорость тренда составляет 0.0016 нТл/день, тогда как тренд определяющийся значением 0.010 нТл/день, присущ серии D_{st} . Соответственно, тренд чуть меньшего, но того же порядка значения скорости – 0.008 нТл/день, присущ серии E_{st} . Наблюдавшаяся скорость тренда серии I_{st} позволяет оценить изменение поля в пунктах режимных наблюдений за счет индуцированного поля вариаций магнитосферного кольцевого тока за исследуемый 427-дневной период как 0.68 нТл [10].

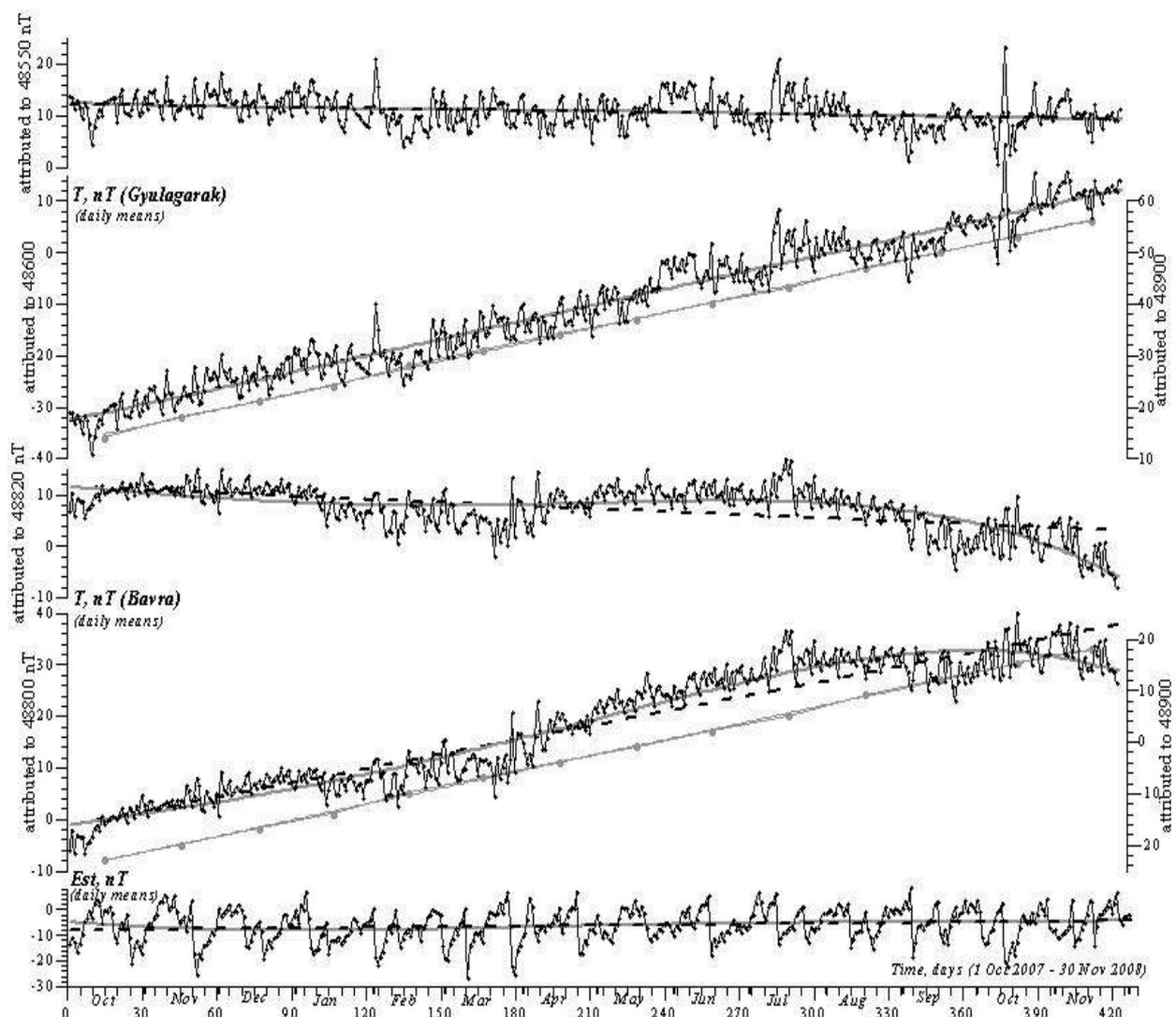


Рис. Серии среднесуточных значений геомагнитного поля после удаления индуцированных кольцевым током I_{st} вариаций – нижние кривые соответствующих станций, и после удаления векового хода главного геомагнитного поля вместе с трендом, обусловленным внешней E_{st} частью вариаций кольцевого тока – верхние кривые.

Шкалами справа, соответствующим серым точкам, представлены среднемесячные значения геомагнитного поля, вычисленные по моделям IGRF.

Кривые вариаций, полученных после вычета только индуцированной кольцевым током части вариаций ($I_{\text{ст}}$), представлены на рисунке внизу в парах кривых соответствующих станций. Серии аппроксимированы прямыми (черные штриховые линии), определяющими тренд, и полиномами 4-й степени (серые жирные линии), выявляющими годовые вариации.

Вариации внутренних источников, характерные для всего региона наблюдений, определяются по международным моделям геомагнитного поля (IGRF) и его вековых вариаций (Т-значения). На этом же рисунке, серыми кривыми со шкалой справа, представлены среднемесячные значения Т, определенные в точках станций по международным пространственным моделям IGRF (International Geomagnetic Reference Field) для исследуемого периода времени. Значения векового хода, определенные линейным трендом серий наблюдений, составляют 39.5 нТл/г и 34.4 нТл/г по данным “Гюлагарак” и “Бавра”, соответственно. Вековой ход для этого интервала времени в точках этих станций, определенный по тренду представленных серий модельных (IGRF) значений поля, соответственно составляет 38.6 нТл/г и 38.1 нТл/г. Обнаруженную разницу между зарегистрированными и модельными значениями векового хода в точке “Гюлагарак” (0.9 нТл/г) можно объяснять эффектом индукции, отражающим глубинную электропроводность Земли, вклад которой в вековом ходе по данным о $I_{\text{ст}}$ серии составляет ≈ 0.6 нТл/г (0.68 нТл $\times 12/14 \cdot \text{год}$), и/или погрешностью глобальных моделей вековых вариаций в описании регионального векового хода. Изучение тектонического и геологического строения территории исследований, показывает, что намагниченность отложений, залегающих около станции “Гюлагарак”, колеблется в значительных пределах – от намагниченности, характерной для практически немагнитных (карбонатные отложения - $\chi = 20 \cdot 10^{-6}$ СГС) и слабомагнитных отложений ($\chi = 100 - 500 \cdot 10^{-6}$ СГС), до намагниченности характерной для сильно магнитных отложений (вулканогенные породы - $\chi > 1000 \cdot 10^{-6}$ СГС) [7, 8]. Очевидно, что электропроводность земной коры вблизи пункта “Гюлагарак” неоднородна, из-за смены литологического состава залегающих пород. Поэтому обнаруженная небольшая аномалия вековых геомагнитных вариаций на станции “Гюлагарак” можно отнести к токам индукционной природы.

Но разницу 3.7 нТл/г, полученную между соответствующими значениями в точке “Бавра”, трудно объяснить как токами индукционной природы, так и изменением во времени индукционной намагниченности – изменением поля коры под воздействием вековых вариаций главного поля за счет магнитной восприимчивости пород, залегающих в земной коре. Благодаря высокой магнитной восприимчивости пород, залегающих вблизи пункта “Бавра” (темно-серые покровные долеритовые базальты - $\chi = 1800 \cdot 10^{-6}$ СГС, которые выше по разрезу сменяются андезито-базальтами, андезитами и дацитами - $\chi = 2300 \cdot 10^{-6}$ СГС), при изменении поля упругих напряжений может образоваться наблюдающаяся локальная аномалия векового хода величиной 3.7 нТл/г за счет пьезомагнитного эффекта [11, 12].

Анализ серий всех землетрясений, произошедших в северной части территории Армении в исследуемый период времени, показывает, что Ашоцк-Джавахетская область Армянского вулканического нагорья является сейсмически активным за период проведения систематических наблюдений геомагнитного поля. В период и после периода геомагнитных исследований вблизи станции “Бавра” произошли несколько землетрясений с магнитудой $2,5 \leq M \leq 4$ и малой глубиной очага [6]. Следовательно, разумно предположить, что обнаруженная по данным этой станции аномалия вековых

геомагнитных вариаций, имеет тектономагнитную природу, то есть образуется при изменении поля упругих напряжений за счет пьезомагнитного эффекта.

Список литературы:

1. **Габриелян А.А., Саркусян О.А., Симонян Г.П.** Сейсмоструктура Армянской ССР. Издательство Ереванского университета, Ереван, 1981
2. Геология Армянской ССР, том X, Геофизика, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1972
3. Геология СССР, том XLIII, Армянская ССР, Геологическое описание. Издательство "Недра". Москва, 1970
4. **Оганесян С.Р.** К возможности использования данных повторных измерений (ГМП) для отбраковки пунктов, искаженных аномальными временными вариациями. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1986, XXXIX, №1, с. 65-69
5. **Оганесян С.Р., Нагапетян В.В., Симонян А.О.** Исследование изменения локального геомагнитного поля на территории Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1986, XXXIX, №5, с. 78-80
6. **Оганян М.В., Мецоян Т.А.** О природе аномалии векового хода геомагнитного поля в северной части территории Армении. Сборник научн. тр. 1-ой межд. конф. молодых ученых посв. 70-летию основания НАН РА. Изд. <<Гитутюн>> НАН РА. 2013г., с.263-266
7. **Оганян М.В.** Некоторые результаты анализа геомагнитных вариаций в сопоставлении с геологическими особенностями региона наблюдений (Армения). Сб. Докл. XV Уральской молодежной научной школы по геофизике, 24-29 марта 2014 г., Екатеринбург. Сс.172-174.
8. **Оганян М.В., Симонян А.О., Мецоян Т.А.** Изучение природы локальных аномалий геомагнитных вариаций обнаруженных на территории Армении. Сб. Докл. XVI Уральской молодежной научной школы по геофизике, Пермь, 16-20 марта 2015г.
9. **Саркисян О.А.** Региональная геотектоника Армении (на армянском языке). Издательство Ереванского университета. Ереван-1989
10. **Симонян А.О., Оганян М.В., Хачатрян А.С.** Анализ вариаций внешних источников в сопоставлении с данными магнитных наблюдений по территории Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, № 3, сс. 50-60.
11. **Stacey F.D., Davis P.M.** Geomagnetic anomalies caused by a man-made lake. Nature, 1972, 240, №5350, 348
12. **Stacey, F.D.** The seismomagnetic effect, Pure Appl. Geophys., 1964, 58, (5), pp.5-22

АНАЛИЗ СКОРОСТЕЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

В.С. Пантелеев
ОГУ, г. Оренбург
e-mail: yasek1993@bk.ru

Восточно-Оренбургское сводовое поднятие является одним из тектонических районов западной части Оренбургской области, имеющим ярко выраженную антиклинальную форму по поверхности додевона и по отложениям карбонатно-терригенного девона.

Восточно-Оренбургское сводовое поднятие (ВОСП) по додевонской поверхности и по терригенному комплексу девона представляет собой обширную незамкнутую положительную структуру, вытянутую в субмеридиональном направлении. Северной границей его является Большекинельский, южной – Оренбургский разломы, по серии тектонических нарушений формируется граница с Предуральским прогибом. Западная граница с Бузулукской впадиной условно принимается по границе смены додевонских отложений от пород кристаллического фундамента в пределах БВ к рифей-вендским отложениям в пределах ВОСП.

По осевой линии ВОСП более или менее выдерживается постоянный наклон поверхности додевона около 9 м на км вплоть до Дачно-Репинского участка. Далее на юг погружение резко замедляется и вблизи Оренбургского разлома переходит в свою противоположность – подъем поверхности в сторону Соль-Илецкого свода. Наклоны поверхности усиливаются на склонах мысообразного поднятия и особенно на восточном склоне.

Данный тектонический элемент является одним из ведущих нефтегазоносных районов Оренбургской области и на настоящий момент довольно детально разбурен по отложениям терригенного девона, так как эти отложения являются основным объектом поисков и добычи нефти и газа, начиная с 70-х годов прошлого столетия. Задачей автора данной статьи явилось проведение анализа данных сейсмокаротажа глубоких скважин и выяснения закономерности изменения интервальной скорости для такой крупной антиклинальной структуры. Через геофизические параметры установить зависимость их от тектонического положения данного элемента, какие геофизические параметры могут подтверждать установленные тектонические особенности. За один из параметров взяли интервальную скорость преимущественно девонских отложений. Предполагая, что закономерность изменения данной интервальной скорости зависит от приуроченности их аномалий к «своду» или «переклинали» этой антиклинальной структуры.

Автором взят за основу, как достаточно информативный, интервал между двумя сейсмическими реперами: отражающими горизонтами Д2, приуроченному к подошве терригенного девона, и У, соответствующему кровле бобриковского горизонта. Этот интервал включает отложения девона и нижнего карбона. Для анализа были использованы поисковые и частично разведочные скважины, которые в целом характеризуют весь тектонический элемент ВОСП. Построения карты изолиний интервальной скорости выполнялись с помощью программ NeuraMap и Arcgis. Построенная карта (рис.1), имеет следующие характерные моменты. В северной части района локализуется замкнутая область пониженных скоростей. От этой области в направлении на за-

пад и особенно на восток и юго-восток проявляется устойчивый тренд повышенных скоростей. В юго-западной части проявляются сравнительно узкие аномалии повышенных и пониженных скоростей.

Сопоставляя карту скоростей (рис.1) со структурной картой, можно отметить, что область пониженных скоростей приурочена к северной осевой части структурного выступа, который представляет из себя ВОСП. Краевые части структурного выступа характеризуются повышенными скоростями.

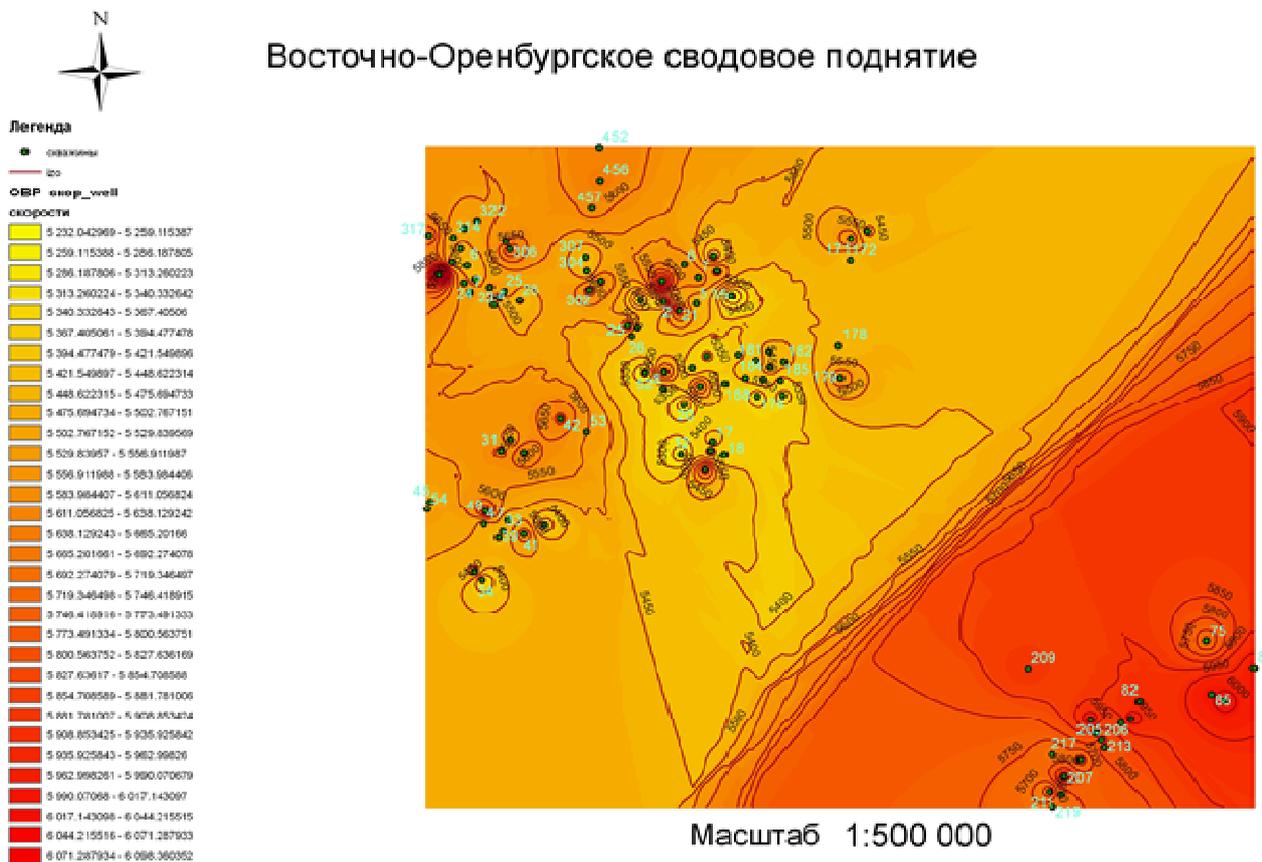


Рис 1. Карта скоростей интервала фамен-турнея для Восточно-Оренбургского сводового поднятия

Понижение скорости интервала девон-карбон в сводовой части Восточно-Оренбургского выступа можно объяснить тем, что формирование этой крупной антиклинальной структуры продолжалось в процессе осадконакопления данного структурного этажа. Из-за сильного давления снизу в процессе воздымания осевая часть подвергалась повышенной трещиноватости, что и сказывалось на уменьшении интервальной скорости. На флангах этой крупной структуры породы оставались с первоначальной структурой т.е. более плотными, по сравнению с породами осевой части. Тот факт, что участок пониженной скорости локализовался в северной части ВОСП, говорит о том, что самый интенсивный подъем район испытывал именно в северной части.

Выводы:

– Построение карты интервальной скорости отложений девона – нижнего карбона позволило выделить участок пониженной скорости, приуроченный к сводовой части Восточно-Оренбургского сводового поднятия.

– Данный факт объясняется с нашей точки зрения тем, что в процессе осадконакопления девонских и нижнекарбоновых (преимущественно турне) отложений происходило воздымание названного структурного элемента, что приводило к повышенной трещиноватости сводовых частей структуры.

– Расположение аномально пониженных скоростей позволяет предположить, что наиболее интенсивный подъем территории происходил в северной части ВОСП.

– Предлагается такой анализ интервальных скоростей произвести в других тектонических элементах Оренбургской области, что, по нашему мнению, даст дополнительную информацию о геологической истории нашего края.

Список литературы

1. **Пантелеев А.С., Козлов Н.Ф.** Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. - Оренбург: Оренбургское кн. изд-во, 1997 г. – 272 с.

7. Гидрогеология

КОНЦЕНТРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕРЫ ПО СОКРАЩЕНИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ В УСТЬЯХ РЕКИ ХАМЛУОНГА (ВЬЕТНАМ)

Ф.Т. Зыонг, Х.Т.К. Чам, Ф.В. Туан

Университет Донгтап, г. Каолань, Вьетнам

e-mail: phunghaiduongdhdtd@gmail.com

Введение

Свое происхождение от ручья в провинции Тханьхай, Китая на высоте около 5000 м над уровнем моря. Такая река протекает через провинцию Юньнань – Китая и территории Бирмы, Лаоса, Таиланда, Камбоджи и Вьетнама. Ее длина составляет около 4400 км, на 12-ом месте в Мире (на 7-ом месте в Азии). Сток реки Меконг составляет около 475 млн.м³, на 10-м месте в мире. В общем бассейне, средний сток затекания реки около 15000 м³/с, в территории Вьетнама составляет 16 000 м³/с, в сезон наводнений может быть до 39000 м³/с. Бассейна реки Меконг составляет 795000 км², занимает 21-е место в мире, в том числе, бассейн во Вьетнаме составляет 65000 км² (8 %)[9]. В этих бассейнах живут около 80 миллионов жителей, из которых 18 млн. вьетнамского народа в дельте реки Кылуонг (рис. 1).

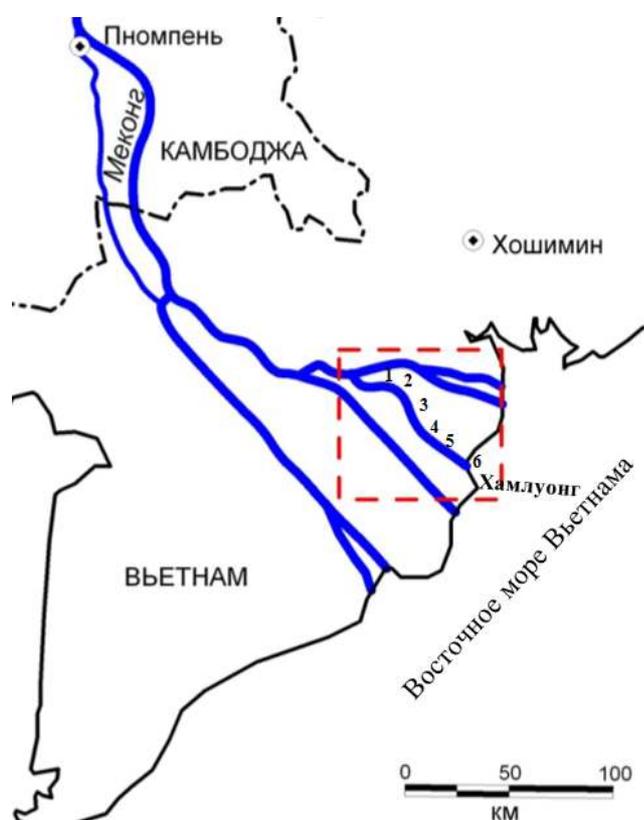


Рис. 1. Район исследования в устье реки Хамлуонга и схема размещения пунктов отбора проб вод (марта 2015 г.)

Меконг имеет сложное строение и представлена двумя комплексами рукавов – Тиензанг и Хаузанг. Первый из них (Хаузанг) включает три крупных рукава, а второй (Тиензанг) – шесть, среди которых наибольший по водности – рукав Хамлуонг (одно из 9 устьев реки Меконг). Именно этот рукав (Хамлуонг) и был основным объектом исследований, включавших отбор проб поверхностных вод на участке протяженностью 77 км от устьевого взморья, в марте 2015 г. – 6 проб. (рис. 1).

В этой статье мы представили результаты исследований и мероприятий по снижению содержания тяжелых металлов в поверхностной воде в устье реки Хамлуонга (Вьетнам). На основе результатов исследований, выполненных в 2015 г., получена среднее содержание Zn, Cu, Pb, Cd, As, Hg в донных отложениях в поверхностной воде в устье реки Хамлуонга (Вьетнам). Показано, что содержание Zn, Cu, Pb, Cd, As и Hg меньше чем установленный уровень Вьетнамской нормы но уровень содержания некоторых показателей тяжелых металлов в этой зоне находится в относительно высоком уровне, особенно концентрации Zn выше некоторых рек и других областей более десятка раз. При этом, также еще проводить исследование возможности использования растения (водяной Гиацинт) в целях абсорбции тяжелых металлов в воде. Показано, что Водяной гиацинт не только снижают риски для здоровья человека от загрязнения тяжелыми металлами в среде, а тем более, их продукты, полученные после обработки, также приносят другие выгоды для человека.

1. Объекты и методика исследования

Взятие проб проводится одновременно с взятием проб воды. Поперечный пробоотборник (модель: 78 - 300_Wildco - США).

Взять пробу от поверхности 30-40см.

Добавить 2 мл концентрированного раствора HNO₃.

Хранить после взятия 15 минут пробы из воды.

Анализ пробы воды не позднее, чем через 6 часов после отбора проб. Но в связи с условиями отбора проб на большой реке, мы поставляем пробы в холодное хранение при температуре 4⁰ C (замачивать в ледяной водой).

Все показатели тяжелых металлов в пробах воды анализированы в атомно-абсорбционном спектрофотометре (Модель: ZEE nit 700 _ Производство: Analytik-Jena – Германия). Лабораторные работы выполнялись в университете Анзанг (рис. 2).

2. Результаты исследования и их обсуждение

На основании правил, установленных предельным значениям параметр в поверхностной воде для использования с целью защиты водных организмов (QCVN 38:2011/BTNMT) [4] и на основе анализа 6 проб в зоне устья реки Хамлуонга, мы находим, что содержание Zn, Cu, Pb, Cd, As и Hg меньше чем установленный уровень Вьетнамской нормы (мкг/дм³) (табл. 1).

Таблица 1.

Содержание некоторых тяжелых металлов в воде в зоне реки Хамлуонга, мкг/дм³.

Показатель	Zn	Cu	Pb	Cd	As	Hg
A (2015)	827.32	6.06	4.23	0.43	0.67	0.85
QCVN 38:2011/BTNMT	1000.0	200.0	20.0	5.0	20.0	1.0

Примечание: A – среднее арифметическое; QCVN 38:2011/BTNMT – Вьетнамская норма.



Рис. 2. Лабораторные работы выполнялись в университете Анзанг

При сравнении уровня содержания тяжелых металлов в воде в зоне устья реки Хамлуонга с другими реками и районами на территории Вьетнама, мы обнаружили, что уровень содержания некоторых показателей тяжелых металлов в этой зоне находится в относительно высоком уровне, особенно концентрации Zn выше некоторых рек и других областей более десятка раз. (табл. 2). Таким образом, хотя уровень загрязнения еще не высокий, но анализ содержания тяжелых металлов в воде с целью классификации, оценки и контроля качества воды для обслуживания разной цели использования воды, также является необходимым значением.

Таблица 2.

Среднее содержание некоторых тяжелых металлов, существующих в воде в зоне реки Хамлуонга по сравнению с содержанием в других реках и районах на территории Вьетнама, $мкг/дм^3$.

Показатель	Устья реки Хамлуонга, марта 2015 г., N=6	Загрязнение As в поверхностной воде в дельте Меконг ^[1]	Качество поверхностной воды в районе Бенче ^[8]	Содержание тяжелых металлов As, Cd, Hg в приморской земле провинции Камау ^[7]	Тяжелые металлы в среднем залива Ван-Фонг ^[3]	Провинция Кханьхоа, Водосодержание Hg в воде зоны устья Бать Данг ^[2]
Zn	827.32	–	43.5	0.03-8.59	12.6	–
Cu	6.06	–	5.0	5.5-36.5	1.5	–
Pb	4.23	–	1.39	0.06-8.96	1.0	–
Cd	0.43	–	0.1	0.18-2.63	0.2	–
As	0.67	19.82	–	0.4-23.3	–	–
Hg	0.85	–	–	–	–	0.47

Примечание: – : нет данных

3. Возможность использования растения (водяной Гиацинт) в целях абсорбции тяжелых металлов в воде

3.1. Подготовка проб поверхностной воды

Нужно набирать около 11 литров для проведения эксперимента с Гиацинтом и 1 литр для анализа содержания тяжелых металлов в соответствии с проверкой.

Пробы поверхностной воды были взяты в верховье на реке Хамлуонг, где приток Тиен начинает разветвляться перед тем как впадает в Южно-Китайское море (территория Вьетнам).

3.2. Подготовка растительной пробы

Водяной гиацинт: примерно 10 шт. (1 кг.)(рис. 3) .

Виды растения: Водяной Гиацинт (*Eichhornia Crassipes*) также взятые на реке Хамлуонг, близко от места, в котором взяли пробы поверхностной воды.

Водяной Гиацинт на реке, недалеко от мест отбора проб воды. Убедитесь, что пробы растений не червивые, ядерные с длинными корнями.

3.3. Инструменты и модели

+ Конусообразный круглый таз, возможен содержать примерно 10 л. воды.

+ Во избежание от срыва насекомых и домашних животных, леса установлены на высоте 1.5 – 2 м. от поверхности земля.

+ Наверху лесов покрыты сельскохозяйственная завеса и брезент в соответствии с защитой от дождей (из – за того, что Вьетнам находится в тропической зоне, часто дожди бывают) (рис. 3) .



Рис.3. Эксперимент

3.4. В тазе с Водяным гиацинтом

Время проведения эксперимента с 01.03.15 по 12.04.15. Выполнение эксперимента при температуре около 32⁰С.

Температура воды в горшках с ряской и гиацинтом: Температура воды: 30.2⁰С, Электропроводность воды: 5.02 мS/см.

После эксперимента в течение 7 недель, содержание тяжелых металлов в воде значительно снижалось (табл. 3).

Таблица 3.

Содержание некоторых тяжелых металлов в воде после эксперимента (мкг/дм³)

Показатель	pH	Zn	Cu	Pb	Cd	As	Hg
Перед экспериментом	7.48	827.32	6.06	4.23	0.43	0.67	0.85
После эксперимента		703.02	4.32	3.34	0.18	0.61	0.24

Содержание мкг/дм³: Zn снижалось с 827.32 до 703.02; Cu: с 6.06 до 4.32; Pb: с 4.23 до 3.34.; Cd с 0.43 до 0.18, As: с 0.67 до 0.61; Hg: с 0.85 до 0.24; Особенно элемент Cd не обнаружен атомно-абсорбционным спектрометром.

в остальных элементах, изученных автором, снижение содержания Hg является самым высоким по сравнению с первой пробой.

3.5. Содержание тяжелых металлов в стеблях – листьях и в корнях растения Водяной Гиацинт

Содержание (мг/кг): Pb в стеблях – листьях самое высокое (37.01), содержание Cu (4.25) самое низкое. В корнях, содержание Zn (25.78) самое высокое, As (1.13) самое низкое. Сравнить содержания в стеблях – листьях и в корнях, мы находим, что содержание тяжелых металлов в основном накапливается в стеблях – листьях. В растении Водяной гиацинт, уровень накопления в стеблях – листьях больше в много раз чем содержание в корнях.

Таблица 4.

Содержание некоторых тяжелых металлов в стеблях – листьях и в корнях (мг/кг)

Показатель	Zn	Cu	Pb	Cd	As	Hg
в стеблях – листьях	35.23	4.25	37.01	5.97	23.56	7.90
в корнях	25.78	14.80	7.02	2.65	1.13	2.45

Заключение

Водяной гиацинт не только снижают риски для здоровья человека от загрязнения тяжелыми металлами в среде, а тем более, их продукты, полученные после обработки, также приносят другие выгоды для человека. Таким образом, это открывает новое направление для удаления содержания тяжелых металлов в воде с использованием подходящей технологии для среды, не требует большие расходы и приносит высокую эффективность.

В соответствии с вышеизложенным, сегодня, в дельте реки Меконг, большинство бедных людей не могут иметь доступ к очищенной воде, они в основном используют воду непосредственно из каналов, реки. Отныне, они просто должны инвестировать в строительство одного приемного резервуара подходящей емкостью, и на поверхности того сажают несколько растений Водяного гиацинта в соответствии с удалением тяжелых металлов с воды. Кроме обработки содержания тяжелых металлов, два этих растения могут еще фильтровать воду, снижать содержание алюминия, т.д., следовательно, приводит к ограничению риска влияния для здоровья местных людей.

Список литературы:

1. **Буй Тхи Нга** Загрязнение As в поверхностной воде в дельте Меконга/ Научный журнал Университета провинции Кантхо. – № 18b, С. 183–192.
2. Институт рыбного хозяйства. Содержание Hg в воде в зоне устья Бать Данг, 2013. – 3 с. / на вьетнам. яз.
3. **Ле Тхи Винь** Тяжелые металлы в сфере залива Ван Фонг (про. Кханьхоа)// Журнал наук и морской технологии.– 2012. – № 3, С. 12–23.
4. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. Государственная техническая норма качества воды (QCVN 38:2011/ ВТНМТ), 2011. – 6 с.

5. **Михайлов В.Н., Аракельянц А.Д.** Особенности гидрологических и морфологических процессов в устьевой области р. Меконг // Водные ресурсы. – 2010. – Т. 37. – № 3. – С. 259 – 273.
6. **Михайлов В.Н.** Гидрологические процессы в устьях рек. – М.: ГЕОС, 1997. – 172 с.
7. **Нгуен Ван Тхо** Содержание тяжелых металлов As, Cd, Hg в почве в приморских районах провинции Камау, 2007. – 51 с.
8. Южный институт научной гидротехники. Планирование водоснабжения и сельской санитарии провинции Бенче, 2008. – 16 с.
9. Mekong River Commission. Diagnostic study of water quality in the Lower Mekong Basin // Published in Vientiane, Lao PDR.). – 2007. – № 15, – 57pp.

СРЕДНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ МЫШЬЯКА (As) В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ЗОНЕ УСТЬЯ РЕКИ ХАМЛУОНГА (ВЬЕТНАМ) В ТЕЧЕНИИ 2014-2015

Ф.Т. Зыонг, Х.Т.К. Чам, Ф.В. Туан

Университет Донгтап, г. Каолань, Вьетнам

e-mail: phunghaiduongdhdtd@gmail.com

Данная статья будет сосредоточиться на анализе содержания As в воде в соответствии с вьетнамским стандартом. При этом, также еще проводить сравнения с другими реками и районам на территории Вьетнама в качестве основы для ориентации применения в сельском хозяйстве и в устойчивом развитии. На основе результатов исследований, выполненных в 2014–2015 гг., получена среднее содержание мышьяка в донных отложениях в зоне устья реки Хамлуонга (Вьетнам). Показано, что в по мере приближения к морю и роста времени взаимодействия воды с минералами происходит увеличение мышьяка из донных отложений. Это относительно выше по сравнению с другими реками и районами.

1. Содержание As в донных отложениях в устье реки Хамлуонга

Вьетнамская норма (QCVN XX: 2012/VTNMT) состоит из двух степеней: степень А представляет собой предельное значение параметров, и обозначает что когда параметры превышают этот предел то *начнется невыгодное влияние* на жизнь водных организмов и прибрежные экосистемы; степень В - предельное значение параметров, и когда параметры превышают этот предел то вызывают *невыгодное влияние* на жизнь водных организмов и прибрежные экосистемы. На основе анализа 6 проб устья реки Хамлуонга мы находим, что содержания As приблизительно равняются Вьетнамскую норму (табл. 1).

Таблица 1.

Среднее содержание As в воде в зоне устья реки Хамлуонга, (мг/кг).

As	
A (2015)	7.18
A (2014)	6.93
QCVN XX: 2012/VTNMT	7.24

A – среднее арифметическое ; QCVN XX: 2012/VTNMT – Вьетнамская норма [6].

2. Содержание As на реке Хамлуонга в сопоставлении с содержанием в других притоках и районах

Среднее содержание As в зоне устья реки Хамлуонга составляет 7.18 мг/кг (6 проб), это относительно выше по сравнению с другими реками и районами. Высокое содержание As сильно влияет на жизни организмов и прибрежные экосистемы в этом районе. Источник накопления в основном из верховья. Проблема загрязнения As в регионе дельты Хамлуонга все более и более является исследовательскими интересами для ученых. Ограничение развития источники загрязнения является первоочередным делом не для только стороны Вьетнама, но является еще координационным выполнением стран в зоне реки Хамлуонга (табл. 2).

Таблица 2.

Среднее содержание As в донных отложениях в зоне устья реки Хамлуонга по сравнению с содержанием в других реках и районах на территории Вьетнама, мг/кг.

Показатель	Зона устья реки Хамлуонга (2015)	Загрязнение As в дельте Меконга[1]	Состояние загрязнения мышьяка в приморских районах дельты Меконга[2]	Содержание тяжелых металлов As, Cd, Hg в почве в приморских районах провинции Камау[3]	Содержание тяжелых металлов в отложениях залива Дананг[4]	Состояние качества отложений поверхностной воды в приморских районах в Хайфоне[5]
As	7.18	9.485	2,30	9.1	0.005	1.16

Вывод

Результаты показывают, что содержание отложений больше всего скапливается в зоне устья реки Меконг, изучение Нгуен Ван Тхо (2007 г.), Ле Хуи Ва (2000 г.), J.I. Nirmal Kumar и др., (2003 г.), Brayon & Langston (1992 г.), R.M. Cenci, J.-M. Martin (2004 г.), т.д., и они находили, что устья вблизи от приморья являются местами, в которых существуют осадения, получения загрязняющих веществ с верховьев, рек, каналов в суши, потерпевших влияния городских деятельности, жизни местных жителей и водных транспортных средств. По словам этих авторов, загрязнения имеют тенденцию постепенно увеличения от верховья к низовью.

Список литературы:

1. **Фам Виет Ну** Загрязнение As в дельте Меконг// Журнал «сельское хозяйство и развитие сельских местностей». –2011. – № 2, С. 15–21.
2. **Нгуен Виет Ки** Состояние загрязнения мышьяка в приморских районах дельты Меконга// Журнал научных разработок и технологий. – 2009. – № 5, С. 101–112.
3. **Нгуен Ван Тхо** Содержание тяжелых металлов As, Cd, Hg в почве в приморских районах провинции Камау, 2007. – 51 с.
4. **Фам Тхи Нга** Содержание тяжелых металлов в отложениях залива Дананг// Журнал наук и морской технологии. – 2012. – № 3, С. 79 – 88.
5. **Данг Хоай Ньон** Состояние качества отложений поверхностной воды в приморских районах в Хайфоне// Журнал наук и морской технологи. – 2010. – № 3, С. 33–52.
6. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. Государственный технический стандарт качества речных донных отложений (QCVN XX:2012/ VTNMT), 2012. – 21 с.
7. **Ле Хуи Ба** Университет природных ресурсов и окружающей среды// Издательство Хошиминского национального университета, 2000. – 51 с.
8. **Савичев О.Г., Льготин В.А.** Пространственные изменения химического состава донных отложений рек Томской области // География и природные ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 46–51.
9. **Савичев О.Г., Копылова Ю.Г., Зарубина Р.Ф., Наливайко Н.Г., Хвощевская А.А.** Методика эколого-геохимических исследований // Издательство Томского университета, 2012. – 183 с.
10. **Nirmal Kumar, P.R. Sajish, Rita N. Kumar, Basil George and Shailendra Viyol.** An Assessment of the Accumulation Potential of Lead(pb), Zinc(zn) and Cadmium(cd) by Avicennia Marina (Forssk.) Vierh in Vamleshwar Mangroves near

Narmada Estuary, West Coast of Gujarat, India // World Journal of Fish and Marine Sciences. – 2010. – № 2 (5), Pp. 450–454.

11. **Bryan, G.W. and Langstone. W.J.** Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review Environmental Pollution, 1992, Pp. 89–131.

12. **Cenci R.M, Martin J.M** Concentration and fate of trace metals in Mekong River Delta // Science of the total Environment. – 2004. – № 332, Pp. 167–182.

ИЗУЧЕНИЕ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПУТЕМ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ (НА ПРИМЕРЕ АРАГАЦСКОГО МАСЕИВА)

В.П. Варданян, А.Г. Оганисян

Ереванский государственный университет, Ереван, Армения

e-mail: vmargaryan@ysu.am

Комплексирование дистанционных методов, в первую очередь аэрокосмических и гидрогеофизических, является важным методическим аспектом, направленным на установление закономерностей формирования и распределения подземного стока исследуемого региона.

Приведем некоторые природные факторы как информационную основу для совместного анализа данных дистанционных зондирований.

Рисунок гидрографической сети является достоверным индикатором интенсивности поверхностного стока, состава пород, морфологии и генезиса современного рельефа и новейшей тектоники. При этом, как показывает опыт дешифрования космофотоснимков (КФС) вулканических районов, анализ плана гидросети позволяет выявить системы трещиноватых зон, элементы структурного строения, оценить наличие глубинных разломов и прогнозировать связь между современными и погребенными рельефами.

Рельеф изучаемой территории является одним из факторов, определяющих ее гидрологические и гидрогеологические условия. Дешифрирование строения рельефа осуществляется непосредственно путем использования признаков, обусловленных особенностями фотоизображений. Космический снимок является сильно генерализованной моделью местности, на которой, в отличие от аэрофотоснимков (АФС), отображены те особенности современного рельефа, которые большей частью определяются геологической структурой. Однако, как показывают результаты геофизических работ в пределах отдельных вулканических сооружений, современный рельеф не всегда может являться прямым индикатором тектонической структуры. Здесь имеются территории, где наблюдается инверсия рельефа, т.е. несовпадение форм современного рельефа и погребенных структур, что, естественно, приводит к иному распределению подземного стока.

Использование растительности в качестве индикатора состава поверхностных отложений, глубины залегания уровней грунтовых вод (УГВ), степени их минерализации, процессов влагопереноса в зоне аэрации обосновано в работах многих специалистов (см., например, [1]). Растительность как индикатор гидрогеологических условий может использоваться во всех ландшафтно-климатических зонах, но эффективность ее индикационного значения при этом различна. Использование геоботанической индикации оказалось особенно эффективным в аридных зонах, где дефицит влаги приводит к широкому распространению растений-фреатофитов, использующих для жизнедеятельности главным образом грунтовые воды.

Хозяйственная деятельность человека по преобразованию природы создает своеобразный антропогенный ландшафт, который часто имеет индикационное значение при гидрогеологической интерпретации КФС. Среди таких объектов важную роль играют водохранилища, мелиоративно-ирригационные системы и т.п. Гидромелиоративные сооружения приводят к резкому нарушению динамического равновесия в природной среде и вызывают ухудшение природных условий, а именно: изменение

УГВ, их химического состава и минерализации, активизацию экзогенных геологических процессов. Влияние антропогенных воздействий особенно заметно на разновременных материалах дистанционных съемок (МДС). Эффективен анализ этих материалов совместно с результатами режимных гидрогеофизических исследований по изучению фильтрационных потерь из водохранилищ и оросительных каналов, а также по оценке изменений гидрогеологических условий во времени.

Одним из важнейших вопросов комплексирования дистанционных методов исследований является *выбор соотношения разрешающей способности и масштабов КФС и АФС*, используемых при характеристике условий (объектов) формирования подземного стока и построении карт и разрезов, составляемых по гидрогеофизическим данным. Дистанционные исследования показывают, что определенная часть получаемой космической информации не находит отображения на обычных геолого-геофизических картах. Как показывает опыт, подобное положение главным образом объясняется недостаточной детальностью геолого-геофизических материалов, что не позволяет обнаружить отдешифрованные объекты на картах масштабов менее 1:200 000. Работы, выполненные на специальных аэрокосмических полигонах, показали, что информация, полученная с космического снимка масштаба 1:1 000 000 с разрешающей способностью менее 100 м, может быть проинтерпретирована только на 60–80%, а при использовании более крупномасштабных геолого-геофизических материалов (например, 1:50 000) – почти на 100% [2].

Рассмотрим основные принципы комплексной интерпретации данных дистанционных методов на примере Арагацкого массива. Здесь для исследования ресурсов подземных вод нами выполнена комплексная интерпретация данных дистанционных зондирований [3]. Это позволило выявить строение отдельных вулканических комплексов, их структурно-текстурные особенности, расположение погребенных водоразделов, фациальные разновидности водоупорных пород, т.е. вопросы, способствующие решению задач по формированию и распределению подземного стока региона. Установлено, что молодые вулканические породы Арагаца выделяются темной окраской, имеют густую своеобразную сеть трещин и следы течения лавовых потоков. Существующие приемы гидрогеологического дешифрирования МДС тесно связаны с глубиной залегания подземных вод, определяющей характер используемых взаимосвязей между физиономическими и деципентными характеристиками. По этому признаку подземные воды Арагацкого массива разделены на три группы [4].

К *первой* относятся неглубокозалегающие подземные воды, активно влияющие на формирование свойств физиономических компонентов ландшафта. Здесь точность гидроиндикации определяется глубиной проникновения корневых систем растений-гидроиндикаторов, реже – процессами, связанными с подземными водами.

Вторая группа включает в себя подземные воды, находящиеся ниже границы корневых систем и практически не влияющие на растительность и рельеф территории. Здесь гидроиндикация основывается на оценке инфильтрации атмосферных осадков, влияющих на минерализацию и водный баланс подземных вод. Такая оценка определяется выявлением отрицательных форм рельефа (в том числе погребенного), густоты сети временных водотоков, поисками коррелятивных связей между физиономическими компонентами и воднофизическими свойствами пород. Точность гидроиндикации этой группы практически определяется глубиной залегания УГВ.

Третья группа включает в себя напорные воды, отделенные от поверхности водоупором. Их гидроиндикацию невозможно провести прямым методом, основной методический прием здесь – анализ воздействия выявляемых по аэрокосмофотоснимкам

тектонических структур на инфильтрацию осадков и фильтрацию подземного стока.

В целом, с помощью аэрокосмических методов был получен большой объем информации, которая способствовала решению конкретных задач по условиям формирования и распределения подземного стока исследуемой территории. По результатам дешифрирования в пределах массива г. Арагац установлен ряд линеаментов, многие из которых связаны с разрывными нарушениями. Индикация обводненности установленных разрывных нарушений позволяет определить их роль в распределении подземных вод, установить закономерности их формирования, движения и разгрузки. При типизации отдешифрированных на КФС линеаментов они классифицированы по геометрическим, структурным и ландшафтным признакам. По геометрическим признакам выделены несколько групп разрывных нарушений, каждая из которых характеризуется определенными характеристиками (протяженностью, шириной, азимутом простирания).

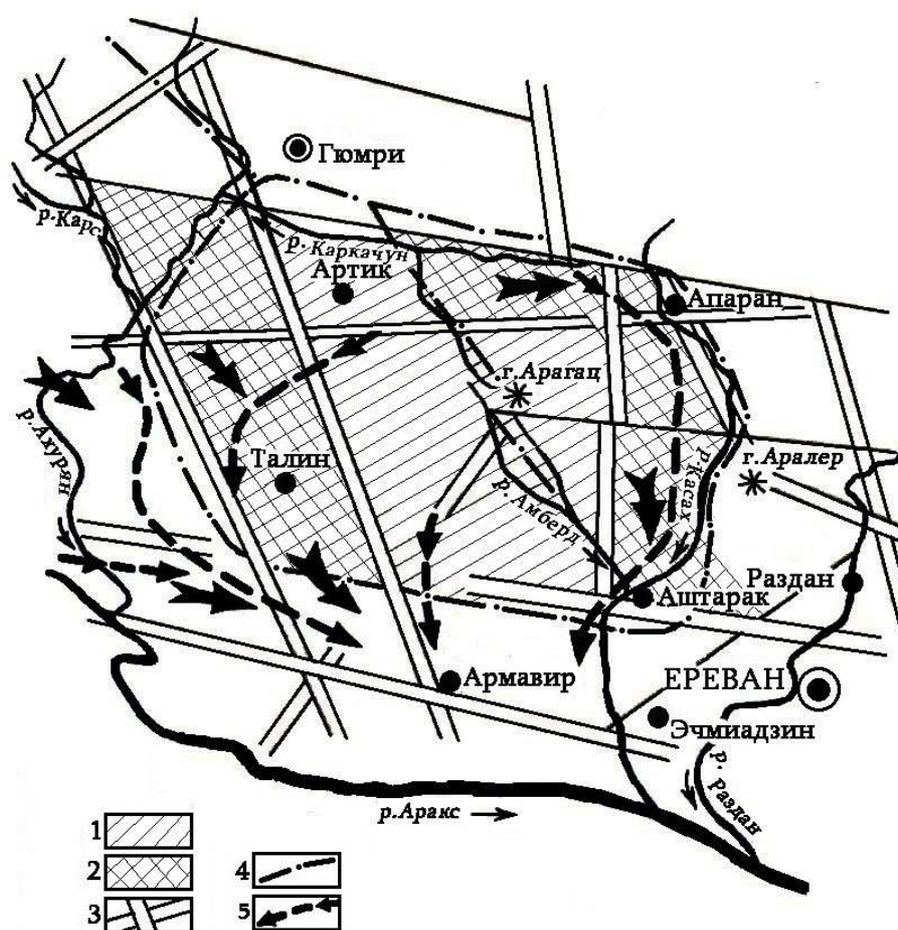


Рис. Схема районирования массива г. Арагац по результатам дешифрирования АФС, КФС и геофизическим данным.

Условные обозначения: 1 – участки формирования сосредоточенного стока; 2 – участки транзита и разгрузки подземных вод; 3 – приповерхностные дренирующие линейные гидрогеологические структуры; 4 – глубинные дренирующие линейные гидрогеологические структуры; 5 – основные направления движения подземных вод (по данным гидрогеофизических исследований).

На рисунке выделены диагонально пересекающиеся системы разломов субмеридионального и субширотного простираний, имеющие большую протяжен-

ность (иногда более 150 км); их линеаменты выражаются в ландшафте в виде спрямленных отрезков речных долин, уступов рельефа, потухших вулканов. Условно они отнесены к разломам I порядка. При этом среди них наиболее водоносными являются разломы субмеридиональной ориентировки, относящиеся, как правило, к сбросам. Эти разрывные нарушения массива дренируют не только местный подземный сток, но и глубоко залегающие подземные воды из смежных регионов, направленных в сторону Араратского артезианского бассейна. Разломы, относящиеся ко второму и третьему порядкам, выделяются преимущественно по ландшафтным индикаторам. На местности с ними совпадают спрямленные участки глубоко врезаемых речных долин, резкие перегибы склона, цепочки шлаковых конусов. К таким разломам приурочены подземные потоки, формирующиеся в пределах одной гидрогеологической структуры. Примером может служить поток, приуроченный к разрывному нарушению, идущему по линии пос. Апаран–с. Базмахпюр. На участке совпадения разлома с известной погребенной долиной р. Палеокасах наблюдаются выходы Апаранской, Назреванской и Базмахпюрской групп родников.

Одним из важных факторов, влияющих на условия образования подземного стока массива, является трещиноватость вулканических пород. Так например, совместный анализ АФС и геоэлектрических данных позволил в пределах восточных склонов массива Арагац выделить отдельные зоны повышенной трещиноватости. Длина таких зон колеблется от нескольких до первых сотен метров. Для трещин характерны северо-западное ($320\text{--}330^{\circ}$), северо-восточное ($50\text{--}60^{\circ}$) и субширотное ($270\text{--}280^{\circ}$) простирания. Наибольшую выраженность в ландшафте имеют трещины, связанные с новейшими и современными тектоническими нарушениями.

В целом, совместная обработка данных дистанционных методов позволила выделить на Арагацском массиве следующие погребенные долины и локальные водосборные участки: 1) бассейны с хорошо развитой гидросетью, сложенные у поверхности преимущественно слабопроницаемыми отложениями с преобладанием поверхностного стока над инфильтрацией атмосферных осадков (восточные и западные склоны); 2) бассейны, сложенные преимущественно трещиноватыми лавовыми покровами с большим количеством замкнутых отрицательных форм рельефа и преобладанием подземного стока над поверхностным (южные и частично югозападные склоны). Эффективность комплексирования дистанционных методов на примере территории Арагацкого массива позволила рекомендовать его для изучения подземных водных ресурсов других вулканических областей.

Список литературы:

1. **Викторов А.С.** Использование индикационных географических исследований в инженерной геологии. М.: Недра, 1960.
2. **Огильви А.А.** Основы инженерной геофизики. М.: Недра, 1990.
3. **Минасян Р.С., Варданян В.П.** Палеорельеф и распределение подземного стока Центрального вулканического нагорья Армении. Ер.: Асогик, 2003.
4. **Садов А.В., Химичев Л.Г.** Изв. ВУЗ-ов. Геология и разведка. М., 1976, № 11.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В УЕЗДЕ ЧОДОНЬ ПРОВИНЦИИ БАККАН (СЕВЕРНЫЙ ВЬЕТНАМ)

Нгуен Ван Луен¹, Фи Хонг Тхинь²

¹ - Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

² - Ханойский транспорта и связи университет, г.Ханой, Вьетнам

e-mail: luyennv@yahoo.com

Северная часть Вьетнама богата минеральными ресурсами. В частности, здесь обнаружены значительные запасы железных, марганцевых и комплексных руд (цинк, свинец), строительных материалов. В настоящее время разрабатывается только часть разведанных месторождений и проводятся активные действия по освоению новых объектов, что, с одной стороны, создаёт предпосылки для дальнейшего социально-экономического развития региона [1-4]. С другой стороны, особую актуальность приобретают геоэкологические исследования в рамках изучения региональных условий формирования химического состава и качества компонентов окружающей среды, особенно подземных вод, испытывающих самое непосредственное воздействие в процессе добычи полезных ископаемых и иных видов хозяйственной деятельности.

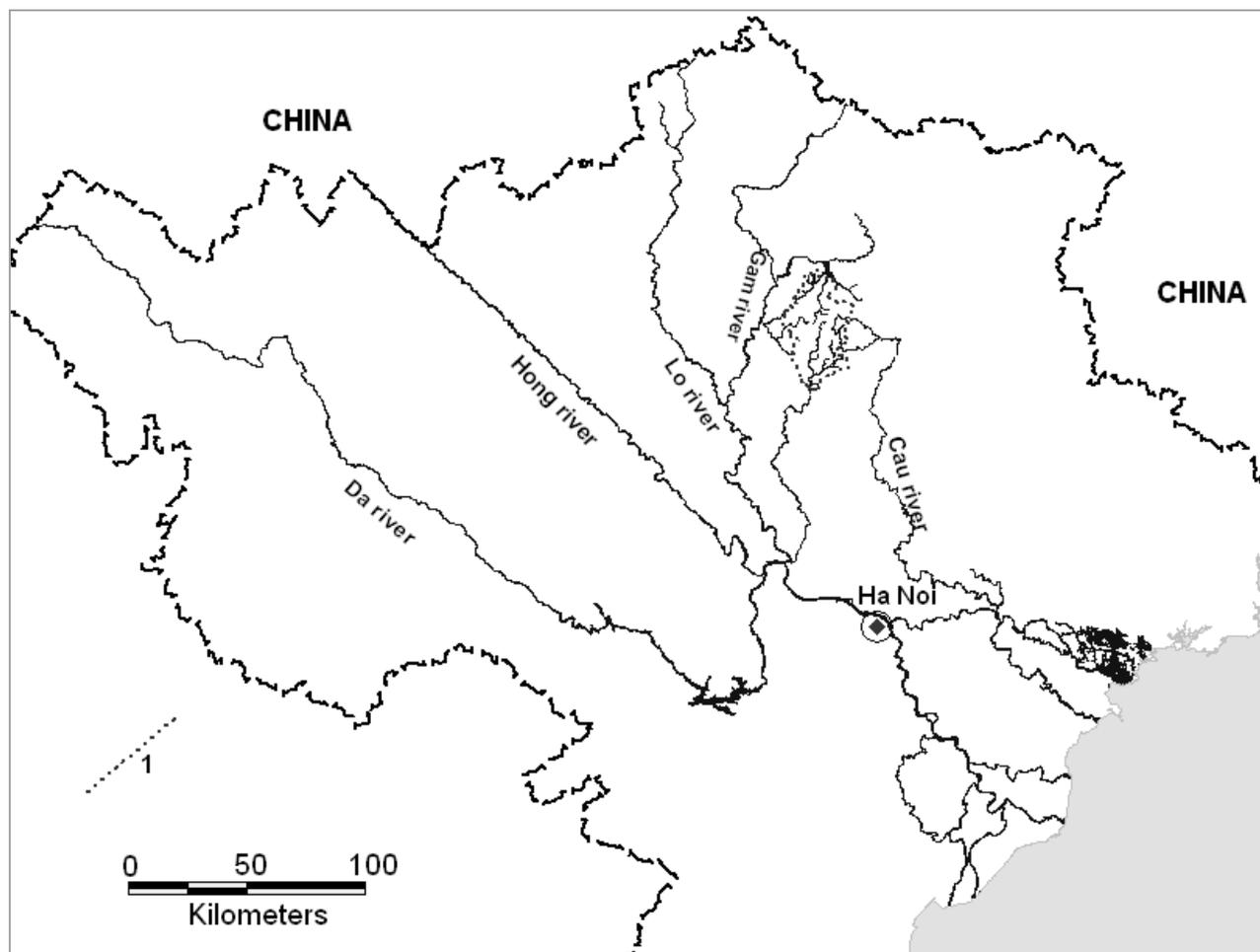


Рис. Схема расположения района исследований (1)

Именно такая цель (изучение геохимического состояния и качества подземных вод верхней гидродинамической зоны) и была поставлена авторами на примере уезда Чодонь, расположенного на западе провинции Баккан, на севере Социалистической республики Вьетнам. Рассматриваемая территория находится на междуречье водотоков в сложнейшей системе рек Хонг (Красная) и Тхайбинь, на водоразделе и водосборах рек Дай (приток р. Хонг), Бан Тхи (приток р. Гам – притока р. Хонг) и Кау (верховья реки Тхайбинь, образующей с р. Хонг сложную гидрографическую сеть).

Результаты исследования и их обсуждение

Основным объектом исследования являются подземные воды верхней гидродинамической зоны в междуречье и на водосборах рек Кау, Та Диен и Дай. В пределах водосборных территорий водоносные отложения нижнего и среднего девона представлены известняком, песчаником и мергелем; в долинах рек распространены аллювиальные отложения четвертичного возраста, сложенные песками, галькой, частично – суглинками и глинами [5]. Глубина отбора водных проб – от 3 до 44 м. Исходные данные получены в результате: 1) полевых, лабораторных и камеральных работ, выполненных в Томском политехническом университете в 2015 г.; 2) обобщения собственных данных и материалов наблюдений за состоянием подземных вод в уезде Чодонь, выполненных в Департаменте природных ресурсов и охраны окружающей среды провинции Баккан и Вьетнамском Институте геологии и минеральных ресурсов в 2010–2014 гг. [3,4].

В 2015 г. отбор 5 проб подземных вод проводился 14–16 февраля (меженный период) Нгуен Ван Луеном из колодцев и эксплуатационных водозаборных скважин в водосборе реки Бан Тхи в районе коммуны Бан Тхи, в водосборе р. Дай у коммун Нгиа Та и Иэен Нхуан, в водосборе р. Та Диен у коммуны Нам Кыонг (табл. 1) в специально подготовленные ёмкости с учётом [6].

Таблица 1

Физико-химические и геохимические показатели подземных вод в уезде Чодонь в 2015 г.[8]

Показатель	Номер пробы				
	NN-01	NN-02	NN-03	NN-05	NN-06
Возраст водоносных отложений	aQ	D ₁₋₂	D ₁₋₂	D ₁₋₂	D ₁₋₂
Глубина отбора пробы, м	7.5	30.0	16.0	13.0	41.0
Температура воды, °С	22.1	23.5	21.4	22.7	20.8
pH, ед. pH	7.30	7.30	7.10	6.90	6.90
УЭП, мкС/см	425	412	337	151	371
мг/дм ³					
CO ₂	22	16	21	17.6	26.4
Сумма главных ионов Σ _{mi}	393.4	366.8	300.2	130.0	327.3
Ca ²⁺	87.0	86.0	55.0	18.5	70.0
Mg ²⁺	5.5	5.5	10.0	5.5	6.2
Na ⁺	3.6	2.8	7.0	6.2	2.4
K ⁺	3.4	1.6	1.5	2.0	2.6
HCO ₃ ⁻	276.0	258.0	219.0	93.0	232.0
CO ₃ ²⁻	<1	<1	<1	<1	<1
SO ₄ ²⁻	14.4	9.8	2.2	1.3	7.5

Показатель	Номер пробы				
	NN-01	NN-02	NN-03	NN-05	NN-06
Cl ⁻	3.5	3.1	5.5	3.5	6.6
Si	4.76	5.06	10.83	17.99	7.19
NH ₄ ⁺	0.140	0.240	0.240	0.090	0.110
NO ₂ ⁻	0.010	0.021	0.010	0.010	0.010
NO ₃ ⁻	10.270	7.000	4.360	3.120	9.670
PO ₄ ³⁻	0.025	0.025	0.056	0.127	0.078
F ⁻	0.017	0.010	0.180	0.100	0.070
Fe	0.050	0.040	0.090	0.130	0.050
Zn	0.0180	0.0160	0.0200	0.0067	0.0920
Cd	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0004
Pb	0.0009	0.0012	0.0011	0.0003	0.0007
Cu	0.0027	0.0011	0.0140	0.0013	0.0620
Al	0.0630	0.0380	1.0500	0.0510	0.0990
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	0.12	0.50	0.28	0.08	0.08
Σ(С/ПДК _{хлв-рф:1-2})	0.66	0.69	1.55	2.11	1.25

Примечания: aQ – аллювиальные отложения четвертичного возраста; D_{1-2} – отложения девона нижнего и среднего девона; $ПДК_{хлв-рф:1-2}$ – предельно допустимая концентрация вещества в водах объектов хозяйственно-питьевого назначения 1 и 2 классов опасности на территории Российской Федерации; $Σ(С/ПДК)$ – сумма отношений измеренных и предельно допустимых концентраций веществ

Таблица 2

Средние значения рН, удельной электропроводности, суммы растворённых веществ, концентраций соединений азота и железа в подземных водах и глубины пробоотбора в уезде Чодонь провинции Бак Кан за 2010-2015 гг.[8]

Территория	Показатель	рН, ед. рН	УЭП, мкС/см	Σ _{ми} , мг/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Fe, мг/дм ³	Глубина пробоотбора, м
Водосбор р. Бан Тхи	<i>A</i>	6.64	260	235.4	0.104	0.010	5.120	0.148	18.00
	<i>G</i>	6.60	251	226.9	0.048	0.007	3.459	0.106	14.32
	σ	0.76	77	71.2	0.108	0.008	4.318	0.120	13.37
	<i>N</i>	19	13	13	4	4	4	4	5
Водосбор р. Дай	<i>A</i>	6.79	308	281.2	0.058	0.009	2.124	0.216	15.17
	<i>G</i>	6.74	289	262.0	0.027	0.008	1.782	0.201	10.54
	σ	0.80	117	112.1	0.078	0.004	1.253	0.082	14.93
	<i>N</i>	18	12	12	8	8	8	8	6
Уезд Чодонь в целом	<i>A</i>	6.73	283	257.0	0.076	0.009	3.626	0.182	18.50
	<i>G</i>	6.69	269	242.9	0.036	0.008	2.489	0.148	13.41
	σ	0.76	98	92.7	0.084	0.005	3.297	0.101	14.78
	<i>N</i>	39	27	27	13	13	13	13	12
Вероятность превышения ПДК _{хлв-рф} , %	23	–	–	–	–	–	8	–	
ПДК _{хлв-рф} [10, 11]	6–9	–	1000	1.93	3.3	45.0	0.3	–	
Вероятность пре-	38	–	–	–	–	–	8	–	

Территория	Показатель	pH, ед. pH	УЭП, мкС/см	$\Sigma_{\text{ми}}$, мг/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Fe, мг/дм ³	Глубина пробоотбора, м
вышения ПДК _{хпв-Вьетнам} , %									
ПДК _{хпв-Вьетнам} [12]		6.5–8.5	–	1000	3	3	50	0.3	–
Сравнение данных по водосборам Бан Тхи и Дай	$t/t_{5\%}$	0.27	0.56	0.57	0.35	0.04	0.74	0.48	0.13
	$F/F_{5\%}$	0.42	0.67	0.72	0.32	0.58	2.02	0.36	0.17

Примечание: A – среднее арифметическое; G – среднее геометрическое; σ – среднее квадратическое отклонение; N – количество проб; $t/t_{5\%}$ – отношение фактического и критического (при уровне значимости 5 %) значений критерия Стьюдента; $F/F_{5\%}$ – отношение фактического и критического (при уровне значимости 5 %) значений критерия Фишера; ПДК_{хпв-Вьетнам} – предельно допустимая концентрация вещества в водах объектов хозяйственно-питьевого назначения на территории Вьетнама

Таблица 3

Средние значения концентраций микроэлементов в подземных водах за 2010-2015 гг. [8]

Территория	Показатель	Zn	Cd	Pb	Cu	Mn	Hg	As
Водосбор р. Бан Тхи	A	0.6550	0.0004	0.0012	0.0110	0.1400	0.0001	0.0044
	G	0.0958	0.0001	0.0011	0.0055	0.0433	0.0001	0.0031
	σ	1.3208	0.0008	0.0008	0.0133	0.2785	0.0000	0.0041
	N	19	19	19	4	15	17	17
Водосбор р. Дай	A	0.0309	0.0005	0.0014	0.0105	0.0660	0.0001	0.0038
	G	0.0165	0.0001	–	0.0063	0.0440	0.0000	0.0020
	σ	0.0384	0.0009	0.0011	0.0080	0.0690	0.0000	0.0074
	N	18	18	18	8	10	16	16
Уезд Чодонь в целом	A	0.3398	0.0004	0.0013	0.0146	0.1069	0.0001	0.0040
	G	0.0430	0.0001	–	0.0072	0.0423	0.0000	0.0024
	σ	0.9614	0.0008	0.0009	0.0168	0.2163	0.0000	0.0057
	N	39	39	39	13	26	34	34
Вероятность превышения ПДК _{хпв-РФ} , %		8	15	0	0	27	0	6
ПДК _{хпв-РФ} [10,11]		1.0	0.001	0.01	1.0	0.1	0.0005	0.01
Вероятность превышения ПДК _{хпв-Вьетнам} , %		5	–	–	–	9	–	6
ПДК _{хпв-Вьетнам} [12]		3	0.003	0.01	1.0	0.3	0.001	0.01
Сравнение данных по водосборам Бан Тхи и Дай	$t/t_{5\%}$	0.96	0.31	0.25	0.03	0.38	0.93	0.14
	$F/F_{5\%}$	446.33	0.45	0.67	0.47	4.29	0.48	1.16

Анализ имеющихся данных показал, что изученные подземные воды по условиям залегания – грунтовые; в соответствии с классификациями О.А. Алёкина [9] по минерализации – «пресные» со средней и реже – малой минерализацией, по химическому составу – гидрокарбонатные кальциевые I, II и III типов; по величине pH – слабокислые и нейтральные; по жёсткости – от очень мягких до умеренно жёстких (табл.

1, 2). Воды содержат незначительное количество органических веществ по перманганатной окисляемости. В ряде случаев выявлено значительное превышение нормативов хозяйственно-питьевого водоснабжения, установленных по величине рН и содержанию Fe, Zn, Cd, Mn, As, Si, Al. При этом необходимо отметить, что установлено статистически значимое (при уровне значимости 5 %) различие выборок содержаний NO_3^- , Zn, Mn, As в подземных водах в водосборах рек Бан Тхи и Дай по дисперсии (табл. 2, 3). Этот факт объясняется, видимо, как наличием ореолов техногенного рассеяния, сформировавшихся при добыче свинцово-цинковых руд в водосборе р. Бан Тхи, так и более высоким природным «фоновым» содержанием ряда химических элементов в горных породах и подземных водах, которые с ними взаимодействуют.

Заключение

Подземные воды в междуречье рек Гам и Кау, административно соответствующем территории уезда Чодонь провинции Баккан в Социалистической республике Вьетнам, характеризуются в целом как пресные, гидрокарбонатные кальциевые, слабощелочные или нейтральные. В ряде случаев они содержат Fe, Zn, Cd, Mn, As, Al, Si в количестве, заметно превышающем установленные в Российской Федерации и Вьетнаме нормативы хозяйственно-питьевого водопользования. Особенности пространственно-временных изменений химического состава подземных вод определяются геологическими условиями (месторождения и проявления свинцово-цинковых и, возможно, марганцевых руд с повышенными концентрациями попутных элементов). В то же время, необходимо отметить, что, несмотря на продолжительную историю добычи свинцово-цинковых руд на отдельных участках исследуемой территории, подземные водные объекты обладают определённой устойчивостью к антропогенным воздействиям и способностью самовосстановления. Эта способность, на взгляд авторов, определяется, прежде всего, тем же самым интенсивным водообменом в горных породах. В свою очередь, последний определяется обильным атмосферным увлажнением (среднее годовое количество дождей от 1600–2332 мм/год [5]), значительными уклонами и фильтрационными свойствами грунтов, а также наличием древесной растительности на водосборной территории, обеспечивающей устойчивость склонов – то есть условия, ограничивающие площадь и время взаимодействия вод, почв и горных пород.

Указанные выше обстоятельства целесообразно учитывать при разработке месторождений полезных ископаемых, планировании и организации природоохранных мероприятий, особенно в водосборе р. Бан Тхи.

Список литературы:

1. **Дао Мань Тиен.** Методология и особенности геохимической специализации гранитоидных формаций Северного Вьетнама: диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук: 04.00.08 Баку: Азербайджанский гос. ун-т, 1984. – 198 с.
2. **До Ван Фи, Хоанг Минь, До Ван Ай.** Первые результаты использования геохимического моделирования в исследовании свинцово-цинковой зоны на юге уезда Чодонь // Геология и минералы. – 2000. – № 7, С. 235-250. / на вьетнам. яз.
3. **Нгуен Хонг Куанг, Тонг Тхи Тху Ха, Та Хунг Кыонг, Тхан Ван Кет, Фам Дык Чонг.** Оценка текущего состояния окружающей среды в горнодобывающей промышленности в Северо-Восточной районе (Вьетнам). – Ханой: Институт геологических наук и минеральных ресурсов, 2011. – 118 с. / на вьетнам. яз.

4. **Нгуен Мань Ха, Ву Тхань Хай, За Динь Тхай, Тханг Тхи Минь Хень.** Ежегодный мониторинг окружающей среды в провинции Баккан. 2013–2014 гг. // Баккан: Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды провинции Баккан. JSC “Environment analyzing and technique”, 2014. – 372 192с. / на вьетнам. яз.
5. **Строкова Л.А., Фи Х.Т.** Особенности инженерно-геологических условий г. Ханой (Вьетнам). – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2013. – 336 с.
6. Вода. Общие требования к отбору проб. ГОСТ Р 51592-2000. – М.: Издательство стандартов, 2000. – 34 с.
7. **Савичев О. Г., Колоколова О. В., Жуковская Е. А.** Состав и равновесие донных отложений р. Томь с речными водами // Геоэкология. – 2003. – № 2. – С. 108–119.
8. **Савичев О.Г., Луен Ван Нгуен.** Химический состав и качество подземных вод в междуречье рек Гам и Кау (Северный Вьетнам) // Вестн. Том. гос. ун-та. 2015. № 398. С.251-256.
9. **Алёкин О.А.** Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат. 1970. – 444 с.
10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03. – М.: Минздрав РФ, 2003. – 93 с.
11. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. СанПиН 2.1.4.1074-01. С изм. На 28.06.2010. – М.: Минздрав РФ, 2010. – 255 с.
12. ГОСТ Вьетнама. QCVN 01:2009/ ВУТ. Национальный технический стандарт (Вьетнам) на качество питьевых вод. – Ханой: Министерство здравоохранения Вьетнама, 2009. – 9 с. / на вьетнам. яз.

ПОНЯТИЕ ГЕОРАЗНООБРАЗИЯ И ПОДХОДЫ К ЕГО ИЗУЧЕНИЮ

А.Ю. Федоренко

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомель,

e-mail: alsokol@tut.by

В последние 20 лет активно в научный оборот стало вводиться понятие «георазнообразие», по аналогии с уже существующими понятиями «биоразнообразие» и «ландшафтное разнообразие».

Коротко георазнообразие (geodiversity) определяется как: диапазон (или разнообразие) геологического строения (bedrock), строения суши (geomorphology) и особенностей почвы, всего комплекса (assemblages), системы и процессов [1]. К настоящему времени различными авторами предложено уже около 10 определений данного понятия, обзор которых приведён в статье [2].

Явление георазнообразия определяется фундаментальным свойством неживой материи вступать в реакции при изменении давления и температуры. Георазнообразие создаётся в результате (независимо – параллельно или последовательно) действующих экзогенных и эндогенных процессов, ведущих к постоянной таксономической дифференциации геологических объектов и геосистем на всех уровнях [2].

Георазнообразие является основой биоразнообразия и ландшафтного разнообразия – именно литогенная основа определяет строение и свойства сформировавшихся на ней ландшафтов, а следовательно, и существующих в их пределах экосистем с характерным набором представителей растительного и животного мира. Следовательно, изучение и картографирование георазнообразия может служить основой для выделения особо ценных в этом отношении участков территории, ареалов повышенного георазнообразия и включить эти территории в государственные или региональные сети ООПТ. Примером таких исследований является работа [3], где авторы выделяли ареалы повышенного георазнообразия Вологодского района.

Изучение георазнообразия может базироваться на тех же подходах, которые применяются к изучению биологического и ландшафтного разнообразия [4] на различных уровнях (α -, β -, γ -, δ -разнообразие). При изучении разнообразия территориальных геологических структур, как и для изучения ландшафтного разнообразия, может быть применён качественный и количественный анализ ландшафтной структуры территории с использованием карт и различных математико-статистических коэффициентов.

В этом случае под георазнообразием будет пониматься число и частота встречаемости территориальных геологических единиц в пределах какого-либо региона, являющее структурно-генетическую неоднородность территории, связанной, прежде всего, со свойствами литогенной основы.

При этом рассматриваться может вариабельность геоморфологических единиц или набора геологических отложений в пределах отдельных ландшафтов, их таксономических единиц или единиц районирования, вариабельность в пределах административно-территориальных единиц либо иных территорий, например, особо охраняемых природных территорий (ООПТ) или элементов геометрически правильной сетки.

Для каждой операционной территориальной единицы (ландшафт, административная единица, речной бассейн и т.д.) определяется количественный показатель разнообразия, результаты вычислений визуализируются в виде картограмм, картодиаграмм и других способов картографического изображения. Для вычислений используется соотношение чисел или площадей геоморфологических или литологических единиц в пределах оцениваемой территории. По этим данным могут вычисляться коэффициенты, отражающие различные аспекты геологического разнообразия. В качестве таковых могут применяться коэффициенты, используемые для оценки как биологического [5], так и ландшафтного [6] разнообразия.

К числу таких показателей могут относиться коэффициенты *дробности* (число контуров, занятых одной литологической или геоморфологической единицей на единицу площади), *сложности* (отношение количества контуров к средней площади контура на данной территории), *мозаичности* (отношение количества типологических единиц к количеству контуров, относящихся к этим единицам), *раздробленности* (показывает долю средней площади контура от площади всей территории), *уникальности* (позволяющий определить степень уникальности геологических единиц определённой территории, являющейся составной частью более крупной территории) и т. д.

Могут подвергаться заимствованию и геологической интерпретации и показатели, используемые для оценки различных аспектов биоразнообразия (индексы Маргарлефа, Менхиника, Бергера-Паркера, выровненности и многие другие). Например, индекс Шеннона измеряет многообразие, основанное на двух компонентах: встречаемость и равномерность, т.е. числе типов контуров на определённой территории (композиционный компонент), и их равномерном распределении среди исследуемой области (структурный компонент). Если индекс равняется нулю, то в таком случае мы имеем один контур на исследуемой территории. Возрастание значения индекса связано с пропорциональным увеличением числа контуров или их распределения. Применительно к оценке георазнообразия индекс Шеннона определяется по формуле:

$$H = - \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} \lg \frac{S_i}{S},$$

где S_i – площадь геологических контуров, относящихся к i -й классификационной единице, S – общая площадь территории, n – количество классификационных единиц на данной территории.

В качестве территорий, являющихся объектом оценки ландшафтного разнообразия, могут выступать административные единицы (районы и области), ландшафтные единицы (ландшафтные районы и провинции), речные бассейны разного ранга, ООПТ и т.д. либо элементы геометрически правильной сетки.

Также картографирование ландшафтного разнообразия может проводиться способом псевдоизолиний с применением метода «скользящего кружка» [7]. Сеть точек, между которыми должны пройти изолинии, устанавливают заранее с нужной для исследователя густотой. Из этих точек проводят окружность заданного исследователем радиуса, окружности эти должны перекрывать друг друга так, чтобы не осталось

не покрытой ими территории. И далее, в пределах территорий, попавших внутрь окружностей, вычисляются необходимые показатели, и присваивается точкам в центрах окружностей, между которыми проводятся изолинии. Этот метод применяется для оценки ландшафтного разнообразия [8, 9].

Список литературы:

1. **Пузаченко Ю.Г., Дьяконов К.Н., Алещенко Г.М.** Разнообразие ландшафта и методы его измерения // География и мониторинг биоразнообразия. – М.: Изд-во НУМЦ, 2002. – С. 76-178.

2. **Никитина Н.К.** Георазнообразие и этические принципы его сохранения / Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2012. – № 2. – С. 62-65.

3. **Максутова Н.К., Семёнова Е.А.** Анализ георазнообразия Вологодского района Вологодской области // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 8. – С. 16; URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=8513> (дата обращения: 28.05.2016).

4. **Соколов А.С.** Ландшафтное разнообразие: теоретические основы, подходы и методы изучения // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10. – Вып. 1. – С. 208-213.

5. **Мэгарран Э.** Экологическое разнообразие и его измерение – М.: Мир, 1992. – 184 с.

6. **Викторов А.С.** Рисунок ландшафта: анализ геометрических свойств ландшафта и его практическое применение. – Изд. 2-е. – Москва : ЛЕНАНД, 2014. – 184 с.

7. **Червяков В.А.** Количественные методы в географии – Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, 1998. – 259 с.

8. **Пурдик Л.Н., Червяков В.А., Шибких А.А.** Факторы и картографический анализ ландшафтного разнообразия территории Алтайского края // География и природные ресурсы. – 2008. – № 1. – С. 156-161.

9. **Соколов А.С.** Оценка и картографирование ландшафтного разнообразия Беларуси / Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2015. – № 3. – С. 157-159.

ЛИТОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И СЕЛИТЕБНОГО ОСВОЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ

А.С. Соколов, Т.А. Сивакова

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомель,

e-mail: alsokol@tut.by

Литология поверхностных отложений является одним из ведущих факторов не только организации ландшафтов и экосистем на определённой территории, но и их особенностей их хозяйственного освоения, а, следовательно, и антропогенной нарушенности. Поэтому большой интерес представляют исследования устанавливающие связь между литологическим составом поверхностных отложений и показателями экологического состояния ландшафтов.

Целью работы было установить зависимость степени селитебной освоенности и экологического состояния ландшафтов Гомельской области от литологического состава поверхностных отложений и определить, ландшафты с какой литологией отложений в наибольшей и наименьшей степени претерпевают антропогенную трансформацию. В системе классификации ландшафтов Белоруссии литология поверхностных отложений является ведущим фактором выделения подрода ландшафтов [1].

Источником данных о населении Гомельской области являлся справочник [2, 3], о ландшафтной дифференциации территории – ландшафтная карта Беларуси [1], о расположении особо охраняемых природных территорий – общегеографический атлас области масштаба 1:200 000, о местоположении и площади населённых пунктов и лесных площадей – слои «Полигоны населённых пунктов» (settlement-polygon) и «Растительность» (vegetation-polygon) в формате shape-файла из набора слоёв проекта OpenStreetMap для Белоруссии [11].

Антропогенную нагрузку можно определить как количественную меру воздействия на геосистему или на ее компоненты, выражаемую в натуральных абсолютных или относительных (удельных) показателях и отнесенную к периоду, в течение которого воздействие сохраняло стабильный характер [4]. А.Г. Исаченко указывает, что условные баллы не могут заменить натуральных показателей в силу методологической неопределённости [4]. Ряд недостатков балльных шкал указывается и в работах других авторов [5]. Для определения степени антропогенного воздействия на ландшафты использовался следующий комплекс натуральных показателей

1. Доля лесных геосистем, являющихся потенциалом самовосстановления и устойчивости ландшафта, которая выступает одним из важнейших критериев оценки экологического состояния ландшафтов [6]. Для возможности сравнения экологического состояния геосистем различных природных зон, в том числе тех, где леса не являются зональной растительностью, был предложен геоэкологический коэффициент (K_z), рассчитываемый по формуле [7]:

$$K_z = \frac{C_p}{C_d}$$

где C_p – процент (%) площади ненарушенных (коренных) геосистем на той или иной территории, в ландшафтном районе, ландшафте; C_d – процент (%) предельно допустимой площади ненарушенных (коренных) геосистем. На основе имеющихся экспертных оценок [8] предельно допустимая площадь естественных геосистем (C_d) в

зоне широколиственных лесов определена в 30 %. По значениям Кг оценивается состояние ландшафта в следующих градациях: удовлетворительное – более 1,5; напряженное – 1,1–1,5; критическое – 0,9–1,1; кризисное – 0,5–0,9; катастрофическое – < 0,50.

2. Плотность населения. Предложена различными авторами [4, 9, 10 и др.] в качестве универсального интегрального показателя антропогенного воздействия на природную среду. Рассматривается плотность сельского населения, так как именно оно может обнаруживать связи с литологией подстилающих пород геосистем выбранного ранга (отдельных ландшафтов и ландшафтных районов). Закономерности же размещения городского населения проявляются на значительно более высоком иерархическом уровне геосистем – ландшафтных зон и подзон, ландшафтных макрорегионов и т.п.

3. Доля селитебных ландшафтов, как наиболее глубоко трансформированных антропогенных ландшафтов по сравнению с природными и другие показатели селитебного освоения

Таблица 1

Показатели экологического состояния и селитебной освоенности ландшафтов с различной литологической основой

Показатель	Литологическая основа ландшафтов							
	АП*	ВЛП	ПВЛС	ЛС	ВЛС	ВЛСп	ТП	Т
Доля в области, %	31,1	14,1	30,3	5,6	2,6	6,4	8,7	1,2
Геоэкологический коэффициент	1,27	1,91	1,70	0,28	0,28	1,09	1,52	0,97
Сельское население, чел./км ²	10,6	11,6	11,5	36,1	23,2	18,1	9,7	13,3
Плотность НП, шт./100 км ²	7,6	7,6	8,4	18,5	18,2	10,2	4,1	2,9
Доля селитебных ландшафтов, %	6,9	5,6	5,9	17,5	12,3	7,8	4,1	4,1
Средняя людность НП, человек	180	173	161	241	150	185	273	450
Средний размер НП, км ²	1,64	0,74	1,26	1,28	0,67	0,93	1,37	1,69
Среднее расстояние между ближайшими НП, км	1,3	1,2	1,2	0,5	0,7	1,0	2,3	2,8
Доля среди площади всех ООПТ, %	58,9	3,1	18,8	1,7	–	–	17,6	–
Доля в ООПТ от всей площади данного подрода в области, %	18,4	2,1	6,0	2,9	–	–	19,6	–
* АП – с поверхностным залеганием аллювиальных песков; ВЛП – с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков; ПВЛС – с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей; ЛС – с покровом лёссовидных суглинков; ВЛС – с покровом водно-ледниковых суглинков; ВЛСп – с покровом водно-ледниковых супесей; ТП – с поверхностным залеганием торфа и песком; Т – с поверхностным залеганием торфа								

В среднем по области доля лесов составляет 46,0 % (Кг = 1,53), плотность сельского населения составила 13,1 чел./км², доля селитебных ландшафтов 6,9 %, плотность сельских населённых пунктов – 7,1 на 100 км² территории, среднее расстояние между ближайшими населёнными пунктами – 0,99 км. Показатели распределения лесов, населения и селитебных ландшафтов, а также представленности ландшафтов с различной литологией поверхностных отложений в Гомельской области и системе

ООПТ данного региона были рассчитаны для каждого подрода ландшафтов (таблица 1).

Максимальным значением Кг (а значит удовлетворительным экологическим состоянием) характеризуются ландшафты с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков и с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, а также с поверхностным залеганием торфа и песком, в сумме занимающий более половины площади области. К ландшафтам с напряжённым экологическим состоянием относятся ландшафты с поверхностным залеганием аллювиальных песков. Ландшафты с покровом водно-ледниковых супесей и с поверхностным залеганием торфа характеризуются критическим состоянием. Наименьшие значения Кг и катастрофическое экологическое состояние имеют ландшафты с покровом водно-ледниковых суглинков и с покровом лёссовидных суглинков.

Была рассчитана представленность каждого подрода ландшафтов в сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Гомельской области. Общая площадь всех ООПТ составляет 5,7 % территории области, что составляет 14,4 % всех ООПТ Белоруссии [12]. Анализ показал существенные недостатки современной системы ООПТ региона, связанные с низкой представленностью в ней наиболее трансформированных подродов. 98,4 % площади всех ООПТ Гомельской области занимают ландшафты в удовлетворительном и напряжённом состоянии. Подроды ландшафтов, находящиеся в катастрофическом и критическом состоянии, представлены в системе ООПТ незначительно или вообще не представлены, хотя в сумме они составляют почти 15 % территории области.

Анализируя связь особенностей расселения с литологией подстилающих пород, можно отметить, что максимальный уровень заселённости и доли селитебных ландшафтов имеют ландшафты с покровом лёссовидных суглинков, обладающие наибольшей распаханностью. Также достаточно высоким значением указанных показателей характеризуются ландшафты с покровом водно-ледниковых суглинков и с покровом водно-ледниковых супесей. Минимальными значениями плотности и в то же время максимальными значениями средней людности и среднего размера населённого пункта отличаются ландшафты с поверхностным залеганием торфа и песком и с поверхностным залеганием торфа.

Проведённое исследование позволяет сделать следующие основные выводы:

1. К ландшафтам в удовлетворительном экологическом состоянии относятся 53,1 % площади всех ландшафтов (ландшафты с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков, с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, а также с поверхностным залеганием торфа и песком) в напряжённом состоянии – 31,1 % (с поверхностным залеганием аллювиальных песков), в критическом – 7,6 % (с поверхностным залеганием торфа и с покровом водно-ледниковых супесей), в катастрофическом – 8,2 % (с покровом лёссовидных суглинков и с покровом водно-ледниковых суглинков).

2. К подродам ландшафтов с очень высокой степенью населённости и селитебной освоенности можно отнести ландшафты с покровом лёссовидных суглинков, с высокой степенью – ландшафты с покровом водно-ледниковых суглинков, со средней степенью – с покровом водно-ледниковых супесей.

3. Ландшафты в критическом и катастрофическом состоянии практически не присутствуют в системе ООПТ, составляя вместе менее 2 % от всей площади ООПТ Гомельской области. Это говорит о необходимости совершенствования сети ООПТ на основе учёта не только состояния растительного и животного мира как критерия для

включения территорий в состав ООПТ, но также и абиотических компонентов ландшафтов. Именно абиотические компоненты (и в первую очередь литологическая основа) обуславливают состав и структуру экосистем в пределах ландшафтов, таким образом, сохранение в эталонном состоянии всех ландшафтов с различными подстилающими породами обеспечит и сохранение существующих в пределах этих ландшафтов типов экосистем и биологического разнообразия территории в целом.

Список литературы:

1. Ландшафтная карта Белорусской ССР / под ред. А.Г. Исаченко. – М.: ГУГК, 1984.
2. Гараты і вёскі Беларусі: энцыклапедыя. Гомельская вобласць. У 2 т. Т 1. – Мінск: Беларуская энцыклапедыя, 2004. – 630 с.
3. Гараты і вёскі Беларусі: энцыклапедыя. Гомельская вобласць. У 2 т. Т 2. – Мінск: Беларуская энцыклапедыя, 2005. – 519 с.
4. **Исаченко А.Г.** Введение в экологическую географию. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. – 192 с.
5. **Коробов Б.Б.**, Кочуров Б.И. Балльные классификации в геоэкологии: преимущества и недостатки // Проблемы региональной экологии. – № 1. – 2007. – С. 66-70.
6. **Струк М.И.**, Живнач С.Г. Экологическая оценка структуры землепользования пригородной территории Минска // Почвенно-земельные ресурсы: оценка, устойчивое использование, геоинформационное обеспечение: мат. Междунар. науч.-практ. конф., 6–8 июня 2012 г, г. Минск, Беларусь / Минск: Изд. центр БГУ, 2012. – С. 305-306.
7. **Аитов И.С.** Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартковского региона): автореф. дис. ... канд. геогр. наук; Нижневартковский гос. гуман. ун-т; 25003. – Барнаул, 2006. – 18 с.
8. **Реймерс Н.Ф.** Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник. – М.: Просвещение, 1992. – 320 с.
9. **Элизбарашвили Н.К., Николаишвили Д.А.** Ландшафтный анализ размещения населения Грузии // География и природные ресурсы. – № 4. – 2006. – С. 150-155.
10. **Егоренков, Л.И., Кочуров Б.И.** Геоэкология: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 320 с.
11. Беларусь (BY) [Электронный ресурс] // Данные OSM в формате shape-файлов. Слои. – URL: <http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/region/BY>. – Дата доступа: 10.04.2016.
12. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2012 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2013. – 378 с.

ЛАНДШАФТНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ (НА ПРИМЕРЕ ШКЛОВСКОГО РАЙОНА, БЕЛОРУССИЯ)

А.С. Гайдук, Т.А. Сивакова

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомель,

e-mail: alsokol@tut.by

Ландшафт представляет собой систему, где природные и социально-экономические компоненты тесно связаны между собой и как целостность взаимодействуют с окружающей средой. Ландшафтная дифференциация территории обуславливает территориальные различия её антропогенного освоения и экологического состояния. Выявление закономерностей в особенностях взаимодействия природной и антропогенной подсистем в ландшафтах позволяет на научной основе подходить к оптимизации природной среды на определённых территориях, её рациональному использованию и охране, выделить наиболее потенциально уязвимые её ландшафты.

Целью нашего исследования было установить связи между особенностями антропогенного воздействия на природную среду и природными свойствами ландшафтов-реципиентов такого воздействия, а также их гипсометрическим положением. Объектом исследования была территории Шкловского района Могилёвской области.

Для оценки антропогенной нагрузки нами были взяты такие показатели, как доля селитебных ландшафтов, то есть территорий населённых пунктов (НП), являющихся наиболее трансформированными участками природного ландшафта [1], а также доля коренных (в нашем случае лесных) экосистем в пределах ландшафта, являющихся потенциалом самовосстановления и устойчивости ландшафта, которая выступает одним из важнейших критериев оценки экологического состояния ландшафтов [2].

Материалами исследования являлись ландшафтная карта Белоруссии [3], данные глобальной цифровой модель рельефа SRTM [4], а также слои «Полигоны населённых пунктов» (settlement-polygon) и «Растительность» (vegetation-polygon) в формате shape-файлов из набора слоёв проекта OpenStreetMap для Беларуси [5].

Цифровая модель рельефа (ЦМР) в растровой форме с помощью радиолокаторов SIR-C и X-SAR, установленных на космическом шаттле «Индевор», между 60 с. ш. и 54 ю. ш. и свободно распространяется в Интернете. Данные съёмки представляют собой набор файлов, каждый из которых покрывает территорию размером 1x1 градус. Разрешение равно 1 угловую секунду (30 м) для территории США (SRTM1) и 3 угловые секунды в 1 пикселе (90 м) для всего остального мира (SRTM3). Такой квадрат является матрицей размером 1201x1201 элементов (пикселей). Каждому пикселу присвоена высотная отметка в метрах, высотное разрешение составляет 1 м.

С помощью обработки данных модели SRTM в программах Global Mapper и MapInfo нами была построена карта высот района (рисунок 1).

С помощью модуля «Пропорциональное перекрытие» ГИС MapInfo для каждого полигона, соответствующего определённому диапазону высот были рассчитаны показатели доли лесов и территорий населённых пунктов в его пределах (таблица 1).

Таблица 1

Зависимость доли лесных и селитебных ландшафтов от абсолютной высоты

Высоты	> 225	220-225	215-220	210-215	205-210	200-205	195-200	190-195	185-190
Доля, %	0,1	0,9	2,1	3,6	6,9	11,1	14,6	14,9	14,2
Леса	99,5	98,2	88,2	73,9	49,0	29,6	13,8	8,8	6,7
НП	0,0	0,0	0,8	1,4	3,7	7,7	10,3	11,5	12,5
Высоты	180-185	175-180	170-175	165-170	160-165	155-160	150-155	145-150	< 145
Доля, %	11,3	7,6	4,7	2,3	1,6	1,1	1,1	1,5	0,5
Леса	5,6	5,5	5,6	10,6	18,5	14,4	7,4	1,0	4,6
НП	14,7	15,6	15,1	24,2	23,3	31,9	48,0	20,6	4,8

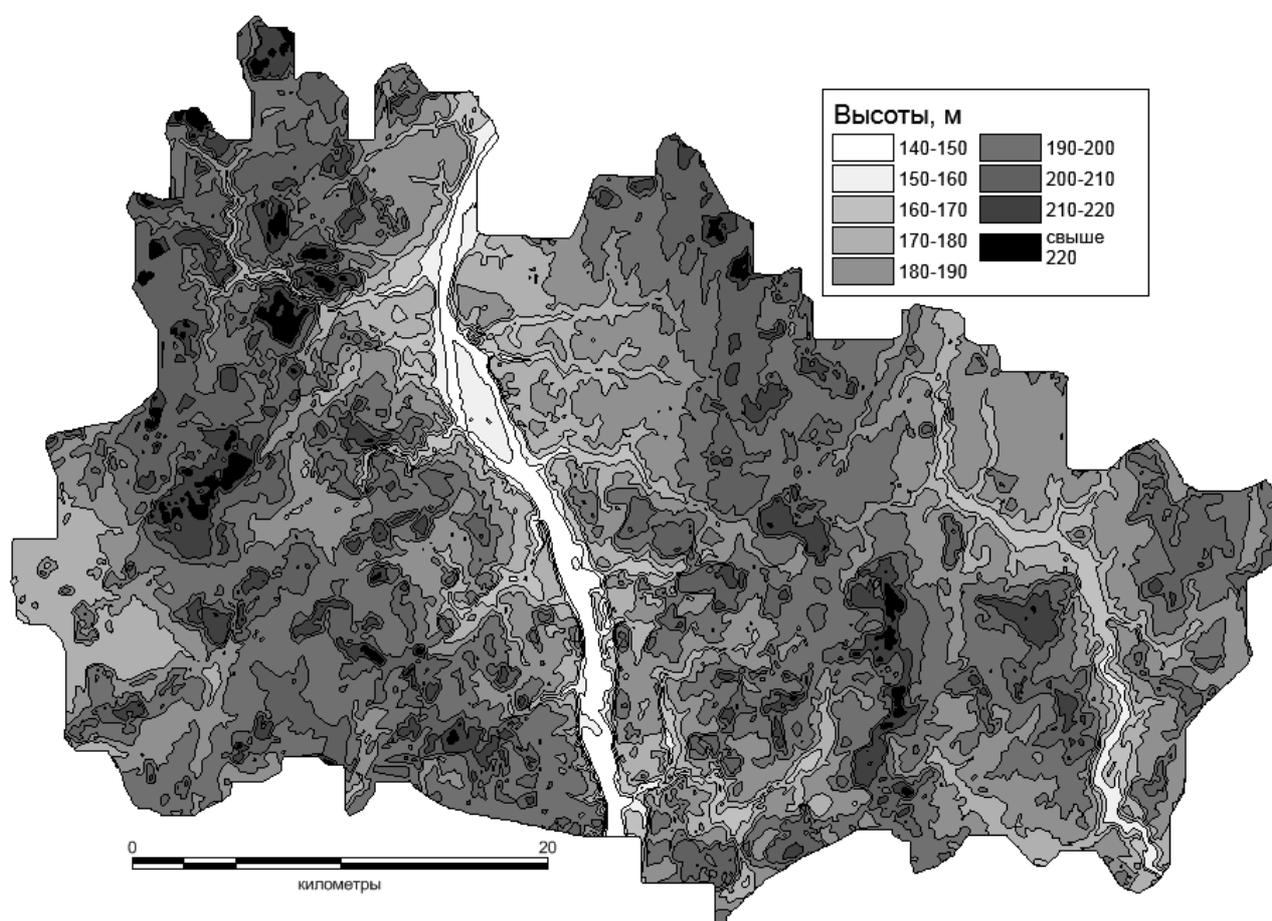


Рис. 1. Карта высот Шкловского района, построенная по данным SRTM

Лесистость Шкловского района 18,6 %. Анализ полученных данных показал, что доля лесов постепенно снижается по мере уменьшения абсолютной высоты. На диапазон высот 200-215 м приходится 50,2 % всех лесов района. На соседние с ним диапазоны 215-220 и 195-200 м приходится 10,0 и 10,8 % лесов соответственно. Населённые пункты, напротив, повышают свою долю в общей площади территории с уменьшением её абсолютной высоты.

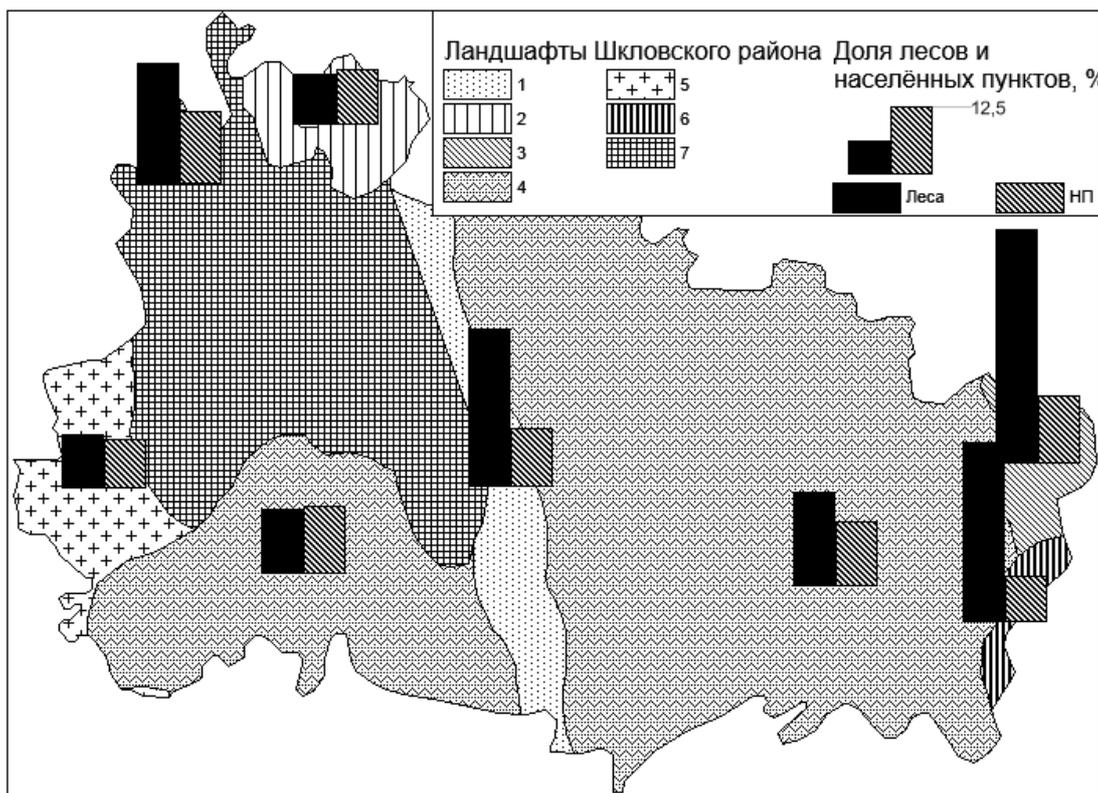


Рис. 2. Доля лесных и селитебных ПТК в природных ландшафтах района.

Доля лесов и селитебных ландшафтов в площади различных природных ландшафты района. Ландшафты: 1 – ландшафты речных долин с поверхностным залеганием аллювиальных песков глубоковрезанные; 2 – лёссовые с покровом лёссовидных суглинков платообразные; 3 – вторичноморенные с покровом лёссовидных суглинков платообразные; 4 – вторичноморенные с покровом лёссовидных суглинков волнистые; 5 – вторичноморенные с покровом лёссовидных суглинков холмисто-волнистые; 6 – вторичные водно-ледниковые с покровом лёссовидных суглинков волнистые; 7 – вторичные водно-ледниковые с покровом лёссовидных холмисто-волнистые.

Также было рассмотрено изменение изучаемых показателей в зависимости от характеристик ландшафтов (рисунок 2). Максимальные значения лесистости и отношения площади лесов к площади населённых пунктов отмечены для вторичноморенного ландшафта с покровом лёссовидных суглинков, вторичного водно-ледникового ландшафта с покровом лёссовидных суглинков, а также для ландшафтов речных долин с поверхностным залеганием аллювиальных песков, которые, таким образом, находятся в лучшем экологическом состоянии. В среднем экологическом состоянии находится вторичный водно-ледниковый ландшафт с покровом лёссовидных суглинков, остальные ландшафты находятся в худшем экологическом состоянии.

Список литературы:

1. **Исаченко А.Г.** Введение в экологическую географию / А.Г. Исаченко. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. – 192 с.
2. **Струк М.И., Живнач С.Г.** Экологическая оценка структуры землепользования пригородной территории Минска // Почвенно-земельные ресурсы: оценка, устойчивое использование, геоинформационное обеспечение: мат. Междунар. науч.-практ. конф., 6–8 июня 2012 г, г. Минск, Беларусь / Минск: Изд. центр БГУ, 2012. – С. 305-306.

3. Ландшафтная карта Белорусской ССР / под ред. А.Г. Исаченко. – М.: ГУГК, 1984.
4. **Оньков И.В.** Оценка точности высот SRTM для целей ортотрансформирования космических снимков высокого разрешения // Геоматика. – № 3. – 2011. – С. 40-46.
5. Беларусь (BY) [Электронный ресурс] // Данные OSM в формате share-файлов. Слои. – URL: <http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/region/BY>. – Дата доступа: 10.04.2016.

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ КАК РЕЗУЛЬТАТ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.В. Федосеева

ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель,

e-mail: nastya.chemmy@gmail.com

Леса являются одним из важнейших национальных богатств Беларуси, которое постоянно находится под ударом такого явления, как пожары. Лесные пожары – это неуправляемое стихийное бедствие по распространению огня в лесных массивах. Следствием пожаров является снижение качественного и породного состава лесного фонда, экологических функций лесов, трансформация территорий, покрытых лесом, а также частичная или полная гибель насаждений.

По данным Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь за 2014 год, в 44 % случаев пожары возникли из-за антропогенных факторов, куда входит неосторожное обращение с огнем, сельхозпалы, непотушенные костры. В 18 % случаев причиной признаны природные факторы (сухие грозы), в 38 % причину выявить не удалось [1].

В связи с этим предупреждение и тушение лесных пожаров является одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед государственной лесной охраной Республики Беларусь.

В ходе мониторинга государственными лесохозяйственными и природоохранными учреждениями ведется постоянный контроль за состоянием лесов и динамикой очагов пожаров (рис. 1) [2].



Рис. 1. Динамика количества и площади лесных пожаров в Беларуси в 1960–2013 гг.

В последние годы ситуация с лесными пожарами улучшается. Максимальное число возгораний пришлось на 2002 и 1996 гг. В эти годы наблюдалось и максимальная площадь возгораний. В динамике гибели лесов от пожаров прослеживается циклическая закономерность с пиками каждые 5–7 лет. Основную долю в эту циклическую вносит гибель лесов от неблагоприятных природных явлений (засух и ураганных ветров). Последний пик гибели лесов наблюдался в 2009 г., когда площадь погибших насаждений составила 1500 га, что почти на 300 га меньше, чем во время предыдущего пика в 2006 г. Начиная с 2010 г. площадь погибших насаждений постепенно снижается. В 2013 г. ситуация с лесными пожарами продолжала улучшаться. Было зарегистрировано всего 272 возгорания против 544 в 2012 г. Уменьшилась средняя площадь пожаров с 320 в 2012 г. до 270 га. В лесопожарном отношении 2013 г. оказался самым благополучным за весь рассматриваемый период.

В Республике Беларусь в 2015 году насчитывалось 1218 пожаров, которые поразили 16947 га леса и нанесли ущерб на 4323,2 млн. рублей (таблица 1) [3].

Таблица 1

Лесные пожары в Республике Беларусь за 2015 год по регионам

Область	Количество пожаров, шт.	Площадь пожаров, га
Брестская	240	1369
Витебская	60	100
Гомельская	451	15021
Гродненская	63	28
Минская	233	81
Могилевская	171	349

С момента Чернобыльской катастрофы специалистов и население беспокоит вопрос – опасны ли лесные пожары в зонах радиоактивного загрязнения при переносе радионуклидов на прилегающие территории? Как изменяется эта опасность со временем? Ответить на эти вопросы очень непросто. Это связано со сложной зависимостью переноса радионуклидов от большого числа внешних факторов, однозначно оценить которые не всегда удастся. Трудность определить, что источником радиоактивного загрязнения атмосферы на больших расстояниях является лесной пожар, связана с большой неопределенностью идентифицировать этот источник [4].

Характер многолетней динамики лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения Гомельской области не отличается от характера динамики всего лесного фонда. В эту статистику вошли лесные пожары, происшедшие на территории лесхозов, имеющих наибольший коэффициент тяжести радиоактивного загрязнения. В этих лесхозах находится 85 % от всей загрязненной площади лесного фонда Гомельской области [4].

В период с 1996 по 2013 годы в Гомельской области пожарные максимумы наблюдались в 1996, 2002 и 2006 годы. За этот период зафиксировано 2482 пожаров с общей площадью 3,7 тыс. га. Средняя площадь, пройденная одним пожаром, составила 1,49 га. Согласно многолетним наблюдениям пожароопасным периодом является период апрель–сентябрь каждого года, то данные пожароопасного периода приняты за апрель–сентябрь, а фоновые значения параметров радиационной обстановки – периоды январь–март и октябрь–декабрь, т.е. периоды, когда нет лесных и торфяных пожаров. [4].

Государственной лесной охраной постоянно осуществляется целенаправленная работа по соблюдению требований пожарной безопасности в лесах. В 2015 году к административной ответственности за нарушение Правил пожарной безопасности в лесах и на торфяниках привлечено 1405 нарушителей, за разжигание костров в запрещенных местах – 42. Взыскано штрафов на общую сумму 53,1 млн. рублей [1].

Министерство лесного хозяйства обязует граждан, пребывающих на территории лесного фонда, соблюдать правила пожарной безопасности в лесах, а в случаях возникновения лесного пожара – обеспечивать оповещение государственной лесной охраны и оказывать содействие в его тушении [1].

При посещении лесного фонда обращать внимание на информационные аншлаги, на которых указаны телефоны ближайших лесничеств, лесхозов. При отсутствии информационных аншлагов нужно обратиться в службу спасения, которая имеет возможность оперативно проинформировать органы Министерства лесного хозяйства. После передачи сообщения о лесном пожаре, при мелких возгораниях лесного фонда, принять возможные меры по предотвращению распространения огня и тушению пожара [1].

Таким образом, пожар – такой же источник загрязнения окружающей среды, как и объекты промышленности, сельского хозяйства и другие отрасли хозяйственной деятельности человека. Пожары являются наиболее распространенными аварийными ситуациями, при которых происходит загрязнение, истощение экосистем, вплоть до полного их исчезновения.

Список литературы:

1 Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс]. // URL: <http://www.mlh.by/ru/protection/fire.html>. – Дата доступа: 16.04.2016.

2 Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. // URL: <http://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/g7.pdf>. – Дата доступа: 29.01.2016.

3 Институт радиобиологии НАН Беларуси [Электронный ресурс]. // URL: <http://www.irb.basnet.by/ru/lesnye-pozhary-v-zonax-radioaktivnogo-zagryazneniya/>. – Дата доступа: 26.04.2016.

4 Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. // URL: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/osnovnye-pokazateli-za-period-s- -po- gody_6/lesnye-pozhary-v-respublike-belarus/. – Дата доступа: 29.04.2016.

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.

Э.М. Фозилов

Государственный комитет по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан

e-mail: elyor_f@mail.ru

Одной из важнейших задач месторождений полезных ископаемых является оценка изменений состояния геологической среды под влиянием изменений гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических условий, связанных со вскрытием и разработкой месторождения, а также с проведением сопутствующей им иной хозяйственной деятельности.

Изменения гидрогеологических условий при вскрытии и разработке месторождений происходят в следующих основных направлениях:

а) Изменения структуры потока подземных вод, условий их питания и разгрузки вследствие их отбора водопонижительными и дренажными системами и снижения уровня подземных вод под влиянием водоотбора.

Изменение условий питания и разгрузки подземных вод вызывает изменение соотношения приходных и расходных элементов баланса, что находит отражение в режиме подземных вод, в т.ч. положение их уровенных поверхностей. В процессе вскрытия и разработки месторождения происходит:

– снижение уровней (напоров) подземных вод, которое может отмечаться как в эксплуатируемых пластах, так и, при определенных системах отработки, и в смежных водоносных горизонтах;

– сокращение или полное прекращение разгрузки подземных вод в реки и путем испарения с уровня грунтовых вод;

– снижение расхода или полное исчезновение родников;

– снижение расходов действующих водозаборов;

– уменьшение эксплуатационных запасов подземных вод.

б) Изменение качества подземных вод.

Изменение качества подземных вод связано с подтягиванием к водопонижительным и дренажным системам высокоминерализованных или некондиционных вод из глубоких водоносных горизонтов, загрязнением подземных вод в процессе ведения горных работ, поступлением в водоносные горизонты загрязненных поверхностных вод и загрязняющих веществ из антропогенных источников загрязнения на поверхности. При взаимодействии подземных вод с породами в зоне горных выработок (формирование кислых вод с повышенным содержанием токсичных компонентов) происходит формирование особого химического состава шахтных (дренажных) вод.

Изменение гидрогеологических условий под воздействием антропогенных источников, непосредственно не связанных с добычей полезных, также происходят в перечисленных выше направлениях – изменение режима и баланса подземных вод и изменение их качества. Изменение режима и баланса подземных вод связано с утечками из гидроотвалов, шламо- и хвостохранилищ, прудов отстойников, накопителей сточных вод, водонесущих коммуникаций и т.д.

Проникновение загрязненных поверхностных вод из указанных сооружений, а также атмосферных вод, загрязняющихся в процессе движения через отвалы горных

пород, площадки промышленных предприятий приводит к загрязнению подземных вод, в первую очередь первого от поверхности водоносного горизонта.

Изменение инженерно-геологических и геотектонических условий, в т.ч. протекание опасных геологических процессов, происходит в следующих основных направлениях:

а) Развитие деформаций в массиве горных пород и на земной поверхности вследствие изменения напряженного состояния, трещиноватости и физико-механических свойств пород, а также в результате сдвижения пород над отработанным пространством и образования мульды оседания.

б) Деформация массивов горных пород и грунтов в прибортовых и приборочных частях карьеров, склонах терриконов и откосах отвалов, активизация природных и возникновение техногенных экзогенных геологических процессов на прилегающих территориях в связи с нарушением статического положения горных пород.

в) Оседание земной поверхности в результате уплотнения пород при их вторичной консолидации в процессе водопонижения и осушения.

г) Возникновение или активизация карстово-суффозионных процессов в связи с увеличением градиента фильтрации потока, интенсификацией растворения карбонатных пород и выноса рыхлого заполнителя открытых полостей.

д) выпор (деформация) почвы или днища горных выработок в результате разгрузки напряжений при сработке массива вышележащих горных пород и в результате набухания при увлажнении.

е) Активизация эндогенных процессов (техногенные землетрясения, горные удары).

Модель инженерно-геологических условий месторождений

Индекс класса	Устойчивость пород	Рекомендуемые ориентировочные углы наклона откосов, уступов бортов карьера в условиях осушения, град.	Возможные горно-геологические процессы, явления	Рекомендуемый комплекс методов прогноза инженерно-геологических условий на стадиях разведки
I	Относительно устойчивые	65-75	Единичные осыпи	Метод аналогий, методы математического моделирования (аналитический и интегрального показателя)
II	Средней устойчивости	55-65	Вывалы, обрушения, техногенный карст	
III	Низкой устойчивости	38-55	Осыпи, вывалы, обрушения значительных объемов, техногенный карст	
IV	Неустойчивые	20-25	Промоины, оползни, суффозионные и эрозионные процессы	Метод аналогий, метод прямого расчета углов, наклона бортов карьера

Если новое напряженно-деформированного состояния превышает уровни предельных состояний элементов породного массива, начинается его разрушение, кото-

рое может носить спокойный характер или динамический в виде горных ударов и выбросов.

Вскрытие и разработка месторождений твердых полезных ископаемых, а также сопутствующая им другая хозяйственная деятельность, кроме изменений гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических условий может приводить также к изменениям других компонентов природной окружающей среды, вызванных указанными изменениями геологической среды. Основные возможные изменения других компонентов окружающей природной среды сводятся к следующему:

а) Уменьшение или даже периодическое прекращение стока рек на отдельных участках за счет сокращения естественной разгрузки подземных вод в реки и привлечения речных вод в горные выработки.

б) Увеличение стока рек на других участках в связи со сбросом шахтных и карьерных вод.

в) Изменения природных ландшафтов, связанные с изменением уровня грунтовых вод в первом от поверхности водоносном горизонте, оседанием поверхности земли, изменением гидрографической сети. Указанные процессы могут привести к угнетению или гибели растительности, переосушению сельскохозяйственных земель, осушению болот или, наоборот, к заболачиванию территории.

г) Загрязнение атмосферного воздуха, почв и грунтов химическими и минеральными веществами при пылевых и газовых выбросах, а также влияние этого загрязнения на животный и растительный мир.

д) Загрязнение поверхностных вод в результате сброса шахтных или карьерных вод, сточных вод сопутствующих производств, фильтрации через плотины хвосто- и шламохранилищ, разгрузки в реки загрязненных подземных вод и т.д.

В связи с различным характером проявления процессов изменения состояния геологической среды на разрабатываемых месторождениях твердых полезных ископаемых, и связанных с ними процессов изменения других компонентов окружающей природной среды, структура и содержание мониторинга на каждом конкретном объекте в значительной степени будет определяться сложностью геолого-гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических условий месторождения и условий его освоения (системой отработки месторождений и системой защиты горных выработок от подземных вод).

Список литературы:

1. **Иванов И.П.** Инженерная геология месторождений полезных ископаемых. М., Недра, 1990.
2. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых. М., Недра, 1986.
3. Инженерно-геологические изыскания. Справочное пособие. М., Недра, 1989.

ВЛИЯНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩ НА РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕЧНОГО СТОКА МАЛЫХ РЕК ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

В.Л. Моляренко

Гомельский государственный университет, Республика Беларусь

e-mail: molyarenko-vova@bk.ru

Водоохранилище – искусственный водоем, образованный, как правило, в долине реки водоподпорными сооружениями для накопления и хранения воды в целях её использования в народном хозяйстве.

Согласно принятой классификации водных объектов, водоохранилище – это антропогенное звено в общем процессе стока, созданное на базе естественных водоемов или в специально созданных чашах, новый водный объект с искусственно регулируемой по определенному типу емкостью и зеркалом, обладающий специфическими условиями формирования гидрологического режима. Другими словами, водоохранилище – это искусственный водоем с полным объемом воды более 1 млн. м³, созданный с целью хранения воды и регулирования стока. Необходимость создания водоохранилища обуславливается внутригодовой или территориальной неравномерностью распределения стока рек. Водоохранилища служат для хозяйственного водопользования, противопожарных целей, разведения рыбы и водоплавающей птицы, рекреационных целей.

Создаются водоохранилища в долинах рек путем возведения плотины или путем обвалования пониженных мест с последующим наполнением водой при помощи насосных станций. Кроме того, водоохранилища создаются путем обвалования естественных озер, что позволяет накапливать значительные объемы воды при относительно малых подпорах.

По морфометрическим характеристикам водоохранилища подразделяются на малые (объем – менее 10 млн. м³, площадь зеркала – менее 3 км²), небольшие (10-100 млн. м³, 3-25 км²) и средние (100-500 км²).

Водоохранилища за время своего существования проходят практически все стадии искусственных водоемов: становления, окончательного формирования, озеровидную и отмирания или перерождения водоохранилища в болотный массив с разлитым руслом реки.

Водоохранилища, в отличие от природных объектов, более уязвимы по отношению к внешним антропогенным воздействиям и быстрее погибают. Во-первых, они ускоренно развиваются и быстро достигают высокого уровня трофности и последующего за ним уровня дистрофии. Во-вторых, в них по сравнению с естественными водными объектами упрощен общий фон накопления осадков. Если в природных водных системах отмечаются несколько типов осадконакопления (классический, карбонатный, силикатный, смешанный), то для природно-антропогенных водоохранилищ характерен переходный от органического типа накопления вещества к силикатному.

Создание водоохранилищ и регулирования стока значительно преобразуют естественный гидрологический режим реки, что существенно влияет на другие природные процессы. Изменяется микроклимат, повышается влажность и уровень грунтовых вод, происходит подтопление и затопление земель, заиления русла реки, зарастание мелководий, размыв берегов. Поэтому при проектировании водоохранилищ необходима обязательная экологическая экспертиза их проектов.

Первые малые водохранилища (пруды) в Гомельской области создавались в начале прошлого века при строительстве водных мельниц. Водоохранилища больших размеров начали массово строиться после Великой Отечественной войны совместно со строительством гидроэлектростанций. До конца 1960-х гг. многие малые ГЭС были законсервированы, но водохранилища при них остались. Их количество увеличилось при массовых мелиоративных работах в Полесье после 1965 г.

В зависимости от распределения и морфометрии котловин выделяются 3 типа водохранилищ: поозерный, центральных возвышенностей и полесских равнин. В Гомельской области преобладают водохранилища третьего типа, и для них характерно наибольшее затопление при низких поймах.

Сегодня в Гомельской области насчитывается 25 водохранилищ с объемом воды более 1 млн. м³.

Водоохранилища с полным объемом < 1 млн. м³ называют прудами, подразделяемыми на речные запрудные, плотинные, копанные и наливные. Наливные пруды рыбохозяйственного назначения широко распространены на территории области, наиболее крупные в Житковичском и Петриковском районах вокруг п. Озерный, д. Рудня и п.Тремля. По своему назначению пруды подразделяются на нагульные, выростные, нерестовые и зимовальные. Наибольшие по размерам – нагульные пруды с глубиной 0,5-2,0 м. Нерестовые, выростные и зимовальные пруды строят в поймах рек путем ограждения участков земельными плотинами.

Регулирование стока в основных речных водосборных бассейнах идет крайне неравномерно. Наименьшая степень зарегулированности стока рек водохранилищами отмечается в бассейнах крупных рек области.

Здесь полный объем всех созданных водохранилищ не превышает 0,05 км. Наибольшие полезные объемы зарегулированного стока водохранилищами в пределах республики приходятся на бассейны Припяти и Днестра.

В бассейне Днестра действуют 45 водохранилищ с площадью водного зеркала 142,09 км², полезным объемом 0,319 и полным 0,460 км. Из них выделяются два наиболее значительных – Заславское (полный объем 103,0 км) и Чигиринское (60,0 км).

Регулирование стока рек в бассейне Припяти в первую очередь для ликвидации угрозы наводнения, организации осушительно-увлажнительных мероприятий при дальнейшем сельскохозяйственном освоении новых земель, а также для промышленных и бытовых нужд.

Вопросы водохозяйственного строительства в Белорусском Полесье тесно связаны с формированием речного стока не только здесь, но и в районах Украинского Полесья. В практике водохозяйственного проектирования и строительства это нашло отражение в составлении схемы комплексного использования водных и земельных ресурсов для Полесской низменности в целом [1].

К настоящему времени в Белорусском Полесье проведены большие гидротехнические работы по созданию различных регулирующих сооружений. Созданы 47 водохранилищ с суммарным полезным объемом воды 0,398 и полным 0,553 км³.

Разные степени освоенности территории Полесья, природные условия тех или иных районов и их водность определили различную зарегулированность малых рек. Так, в центральной части Полесья большая равнинность не позволяет проводить значительных работ по многолетнему регулированию речного стока и потому зарегулированных рек крайне мало, за исключением низовий бассейна р. Припять, где встречаются наливные водохранилища и пруды. В Белорусском Полесье много регулирующих водных объектов.

По месту своего создания выделяются речные и озерные водохранилища, есть наливные. В свою очередь, речные водохранилища могут быть подразделены на русловые, пойменные и долинные.

В республике преобладают водохранилища речного типа. Наиболее широко они представлены в бассейне р. Днепр (30 из 45).

Начиная с мая водная масса в водохранилищах нагревается значительно быстрее, чем в падающих реках. Эта разница до момента максимального нагрева в конце лета составляет 1,5-2,0°C. В результате в это время из водохранилищ в малые реки сбрасывается вода с повышенной температурой по сравнению с той, что поступает сюда из впадающих рек.

По характеру задержания речного стока в водохранилищах Гомельской области отмечается суточное, сезонное и крайне редко многолетнее регулирование, но преобладают водоемы с сезонным регулированием речного стока.

Водоохранилища постепенно меняют природные условия прилегающей суши и затопленных территорий. Возникают изменения в микроклимате (повышение влажности воздуха, увеличение скорости местных ветров, уменьшение выпадения жидких осадков на побережье), гидрологических и почвенно-растительных условиях (замедление течения в водоемах, возникновение ветрового волнения, оглеение почв, смена растительных ассоциаций и заболачивание и т.п.). Прибрежная зона и мелководья зарастают водной растительностью, заиливаются. На ряде участков созданных водохранилищ происходит переработка берегов. В водохранилищах отмечаются «цветение» воды, уменьшение безледоставного периода и ряд других природных изменений.

При создании прудов изменения в окружающей среде проявляются в меньшей степени, но возрастают в самих водоемах. Они интенсивно заиливаются, зарастают, часто загрязняются.

В 80-е-90-е гг. преобладало одноцелевое использование водохранилищ (для энергетики, рекреации, рыбного хозяйства, мелиорации и водоснабжения). Затем наряду с такими водоемами начали создаваться водохранилища комплексного назначения – не только для целей обводнения земель и рыбного хозяйства, но и для рекреации, водоснабжения, мелиорации и рыбного хозяйства.

В последние 30-35 лет в связи с широким освоением новых сельскохозяйственных земель, особенно на юге-востоке республики, началось интенсивное создание водохранилищ для целей мелиорации в сочетании с рыбным хозяйством. Это позволяло повысить эффективность затрат при строительстве искусственных водоемов.

Как показал опыт эксплуатации малых водохранилищ в республике, формирование местных водохозяйственных комплексов с участием этих водоемов происходило в ходе длительного и постепенного становления новых хозяйственных связей. Со временем часть намеченных по проекту водопотребителей и водопользователей перестают быть таковыми, а некоторые, неучтенные раньше, появляются, что связано как с дальнейшим развитием народного хозяйства конкретного района, где расположено созданное водохранилище, так и с постепенным изменением природных условий, в том числе с перераспределением водных ресурсов.

Все это позволяет указать на целесообразность разработки схем улучшения рационального использования действующих водохранилищ. Обычно такие схемы необходимо составлять по водохранилищам, которые эксплуатируются не более 20 лет. В них следует предусматривать создание водоохраных лесных полос, меры по предотвращению загрязнения вод малых рек и рациональному использованию водных, гидробиологических и других ресурсов водохранилищ, рекомендации по ликвидации и

предотвращению зарастания, занесения и заиления ложа, фильтрации воды и ухудшения ее качества.

Многие небольшие водохранилища, сооруженные когда-то для получения гидроэлектроэнергии, сегодня используются в рыбном хозяйстве, рекреации, для организации охоты и любительского рыболовства.

В Белоруссии нет больших возможностей для создания крупных водохранилищ с многолетним регулированием речного стока. Широкое использование в сельскохозяйственных целях долинных и пойменных земель основных рек области (Днепра, Припяти, Сожа) не позволяет планировать крупные регулирующие сооружения. В то же время анализ перспективного водохозяйственного баланса показывает, что в недалеком будущем нехватка воды может достичь значительных объемов.

Основные причины дефицита воды в будущем – дальнейшее развитие осушительно-увлажнительных мероприятий в пределах Полесья, ограниченность наличия водных ресурсов в ряде крупных промышленных районов республики, продолжающиеся работы по водному благоустройству многочисленных городов и сел, а также сельскохозяйственных угодий, которые приводят к увеличению в употреблении.

В пределах Белоруссии довольно широкое развитие получили мероприятия по перераспределению речного стока. Эта задача длительное время была одной из важнейших водохозяйственных проблем [2].

Широкий спектр использования в Белоруссии водохранилищ и вызывает необходимость систематизировать фактические сведения о них.

Список литературы:

1. **Калинин М.Ю., Волчек А.А.** Водные ресурсы Гомельской области: справочник. – Минск.: ООО «Белсэкс», 2005. – 144 с.
2. Водоемы Беларуси. Гомельская область [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: www.fishtour.by/lakes.php?view0&cat=1104. (дата обращения: 03.06.2016).

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. Сакунова

ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель,

e-mail: yulya.sakunova@mail.ru

По разнообразию и запасам природных и гидроминеральных ресурсов Гомельская область занимает первое место в Республике Беларусь. Однако, в результате катастрофы на ЧАЭС около 70 % территории области подверглось радионуклидному загрязнению с плотностью по Cs – 137 более 1 Ки/км². Это обстоятельство в значительной степени ограничивает перспективы использования минеральных ресурсов, ставя их в зависимость от радиоэкологических условий местности [1].

На территории области широко представлены различные типы минеральных вод:

1. Минеральные воды без специфических компонентов и свойств представлены классами гидрокарбонатно-хлоридных, сульфатных, сульфатно-хлоридных, хлоридно-сульфатных минеральных вод и хлоридных минеральных вод и рассолов. Распространены на глубине 250 – 600 м.[2].

2. Бромные и йодо-бромные минеральные воды и рассолы с минерализацией более 100 г/дм³ связаны с глубинными частями геологического разреза и встречаются на глубине от 1500 до более 4500 м.[2].

3. Сероводородные минеральные воды с содержанием сероводорода более 0,2–0,3 г/дм³ хлоридного натриевого состава и минерализацией более 300 г/дм³ залегают в пределах Ельского района. В водах этой группы также содержатся стронций, бром и йод[2].

4. Железистые минеральные воды с содержанием железа более 0,02 г/дм³ хлоридного магниево-кальциево-натриевого состава и минерализацией около 4,4 г/дм³ распространены в зоне сочленения Микашевичско-Житковичского выступа и Припятского прогиба; приурочены к отложениям верхнего протерозоя и залегают на глубине 50 – 178 м. [2].

5. Минеральные воды с высоким содержанием гумусовых веществ (до 0,3 г/дм³) залегают на территории Мозырского района. Они характеризуются общей минерализацией 1,9–2,4 г/дм³. В водах этой группы также содержатся бром, йод, фтор и аммоний [2].

Гомельская область обладает благоприятными условиями и необходимыми природными ресурсами для создания санаторно-курортных, рекреационных и лечебно-профилактических учреждений. Исключение составляет часть территории (28 из 40,4 тыс. км²), которая подверглась радиоактивному загрязнению (рис. 1) [2].

Минеральные воды Гомельской области широко применяются для лечения в таких санаториях как: «Васильевка», «Приднепровский», «Сидельники», «Золотые пески», «Алые паруса», «Гомсельмаш», «Сосны» [3].

Санаторий «Васильевка» располагается в 20 км южнее г. Гомеля, у поселка Новая Бухаловка. Постройки санатория находятся в 100-200 м от границы зоны радионуклидного загрязнения Cs – 137 (уровень загрязнения цезием-137 более 1 Ки/км²) [3].

В санатории пробурены 2 скважины на минеральные воды и лечебные рассолы. В интервале 521 – 541 м вскрыты среднеминерализованные (9,3 г/дм³) хлоридные на-

триевые воды с содержанием брома 11 мг/дм³. Химический состав воды и соотношение микрокомпонентов близки к составу минеральной воды «Минская – 3» [3].

Скважиной (609 – 660 м) выведены рассолы (40,3 г/дм³) хлоридного натриевого состава с содержанием брома 51 мг/дм³.

Профиль санатория: лечение болезней органов кровообращения и нервной системы [3].

Области и границы распространения минеральных вод и рассолов



Рис. 1. Области распространения минеральных вод Гомельской области

Таким образом, при лечении используется минеральная вода двух типов: с небольшим содержанием применяется как лечебно – столовая при заболеваниях желудочно – кишечного тракта и некоторых нарушениях обмена веществ, рассол (40,3 г/дм³) используется для приготовления лечебных ванн.

Санаторий «Приднепровский» (курорт «Рогачев») расположен в 12 км восточнее г. Рогачева, в излучине реки Днепр, функционирует с 1976 г. Санаторий находится в зоне загрязнения цезием-137 с уровнем от 1 до 5 Ки/км². Рогачев – бальнеологический и климатический курорт Республики Беларусь [3].

Постройки санатория находятся на большой (150 га) территории в прекрасной лесопарковой зоне, где произрастают до 100 разновидностей деревьев. Территория санатория разбита на функциональные зоны для возможности проведения климатолечения.

В верхнепротерозойских песчаниках и алевролитах (интервал 547-607 м) вскрыты рассолы хлоридного натриевого состава с минерализацией 66,9 г/дм³ и содержанием брома 75 мг/дм³. При условии разбавления в пропорции 1:3 рассолы рекомендуются для «ванного» лечения опорно-двигательного аппарата и других заболеваний. С

глубины 211-228 м выведены маломинерализованные ($6,4 \text{ г/дм}^3$) сульфатно-хлоридные магниевые-кальциевые-натриевые воды с небольшим содержанием брома (7 мг/дм^3). Минеральная вода используется как лечебно-питьевая для лечения желудочно-кишечных заболеваний [3].

«Приднепровский» – самый крупный санаторий его емкость – 800 мест. Профиль санатория: лечение болезней костно-мышечной системы, нервных и гинекологических заболеваний, предполагается открытие в ближайшем времени отделения для лечения воспалительных заболеваний мужской половой сферы и мужского бесплодия [3].

ДРОЦ «Сидельники» репрофилирован из санатория-профилактория «Сидельники», располагается в Мозырском районе в д. Нагорные в зоне с плотностью радионуклидного загрязнения $1-5 \text{ Ки/км}^2$ [3].

Центр имеет собственную гидроминеральную базу (2 скважины).

В пермских песчаниках вскрыты рассолы с минерализацией $37,9 \text{ г/дм}^3$ хлоридного натриевого состава, рекомендованные для лечения неврологических, кардиологических заболеваний и болезней опорно-двигательного аппарата [3].

В песках юрского возраста вскрыты минеральные воды ($6,97 \text{ г/дм}^3$) хлоридного натриевого состава.

Минеральная вода применяется в ваннах и для лечебного питья. Минеральная вода ($5,8 - 7,5 \text{ г/дм}^3$) бутилируется и под названием «Полесская» поступает в продажу [3].

Дом отдыха «Алые паруса» Гомельского завода пусковых двигателей находится в 30 км к югу от г. Гомеля, возле д. Студеная Гута.

Из триасовых песчаников получены напорные маломинерализованные воды ($4,21 \text{ г/дм}^3$) сульфатно-хлоридного натриевого состава. Минеральная вода может быть рекомендована в качестве лечебно-питьевой при лечении желудочно-кишечных заболеваний.

В песчаниках фаменского яруса девона (интервал 602-629 м) вскрыты высокоминерализованные воды ($18,45 \text{ г/дм}^3$) хлоридного натриевого состава. Вода пригодна для бальнеологического использования в ваннах [3].

Санаторий-профилакторий производственного объединения «Гомсельмаш» находится в 5 км южнее г. Гомеля на берегу р. Сож в урочище «Ченки».

Из верхнедевонских известняков (интервал 467 – 499 м) получены маломинерализованные ($3,8 \text{ г/дм}^3$) хлоридные натриевые воды с содержанием брома 4 мг/дм^3 . Минеральная вода рекомендована в качестве лечебно-столовой при лечении желудочно-кишечных заболеваний, ближайший аналог – минеральная вода «Миргородская» [3].

Несколько с большей глубины (интервал 568-608 м) выведены высокоминерализованные воды ($21,1 \text{ г/дм}^3$) хлоридного натриевого состава с повышенным содержанием брома (29 мг/дм^3). Минеральная вода рекомендована для ванн при лечении кардиологических, неврологических, гинекологических заболеваний и болезней опорно-двигательного аппарата [3].

Санаторий-профилакторий «Сосны» Мозырского нефтеперегонного завода располагается вблизи территории г. Мозырь. В санатории используется лечебно-столовая минеральная вода и для ванн [3].

В интервале 535 – 565,9 м (пермские пески и песчаники) вскрыты минеральные воды хлоридного натриевого состава с минерализацией $26,2 \text{ г/дм}^3$. Вода пригодна для бальнеолечения с помощью ваннных процедур. Из толщи юрских песков (интервал

343-399,5 м) получены минеральные воды (2,7 г/дм³) гидрокарбонатно-хлоридного натриевого состава. Рекомендованы в качестве лечебно-столовых при лечении желудочно-кишечных заболеваний [3].

Таким образом, Гомельская область обладает значительными запасами минеральных вод, которые широко используются в практике санаторно-курортной и лечебно-профилактической деятельности.

Список литературы:

1 **Ясовеев М. Г.** Минеральные воды и лечебные пелоиды Беларуси: ресурсы и современное использование. – Минск: Право и экономика, 2005. – 346 с.

2 **Каропа Г.Н.** и др. Гомельская область. М-во образования РБ, Гомельский гос. университет им. Ф. Скорины. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 168 с.

3 Гомельский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.naturegomel.by/ru/> – Дата доступа: 14.04.2016.

КИСЛОТНАЯ ОБРАБОТКА ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА

Г.Я. Хусаинова

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,

Стерлитамак

email: gkama@mail.ru

Для интенсификации процесса удаления нефтяных пленок (посредством барабанных сборщиков, например) с поверхности водоемов и рек, необходимо произвести их локализацию на поверхности в виде более толстых пятен или же “ручейков”. Все это можно реализовать, создавая искусственные водяные валы (или берега), с помощью вдува газа из-под воды в виде пузырьков. При такой подаче воздуха средняя плотность образовавшейся пузырьковой смеси снизится по сравнению с плотностью жидкости и это, в свою очередь, приведет к повышению уровня свободной поверхности жидкости по сравнению с уровнем основной зоны, где такая подача воздуха отсутствует. Приведем некоторые простейшие рассуждения, позволяющие оценить характерные высоты водяных валов, образовавшихся при вдуве воздуха из-под воды. Будем полагать, что генератор пузырьков находится на глубине h_0 в виде некоторой галереи, и при математическом описании ее примем за горизонтальную полосу с характерной полушириной l (рис.1).

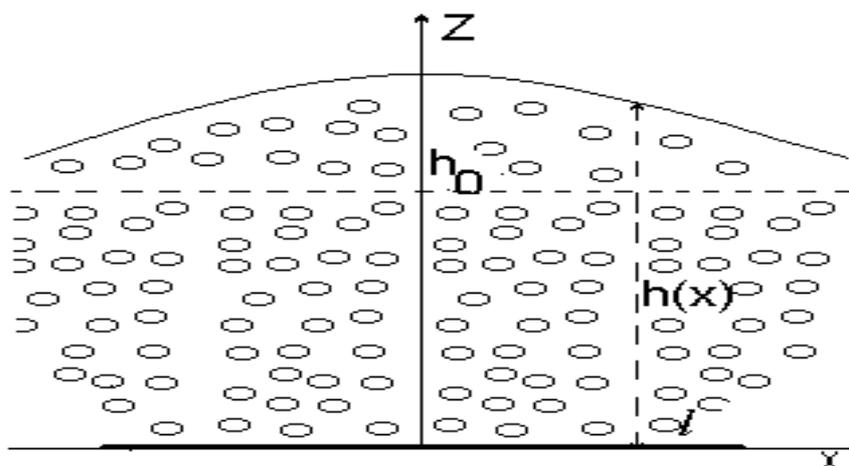


Рис.1 Схема водо-воздушного вала

Пусть интенсивность генерации пузырьков с одинаковыми радиусами a , отнесенная на единицу площади генератора равна $q_n(x)$. Тогда для расхода объемной подачи воздуха $q_v(x)$ с единицы площади, а также с единицы длины галереи $Q(x)$ можем записать

$$q_v = \frac{4}{3} \pi a^3 q_n, \quad Q_v = 2 \int_0^l q_v dx = \frac{8}{3} \pi a^3 \int_0^l q_n dx \quad (1)$$

Чтобы описать форму и характерную высоту образуемого водяного вала при барботаже пузырьков, будем полагать, что вертикальное составляющее ускорения при восходящем течении жидкости, инициируемое вдувом газа, мало по сравнению с ускорением силы тяжести ($w \ll g$). Поэтому для распределения давления по высоте $p(z)$ справедливо уравнение гидростатики, записанное в виде

$$-\frac{\partial p}{\partial z} - \rho_l^0 (1 - \alpha_g) g = 0, \quad \alpha_g = \frac{4}{3} \pi a^3 n \quad (2)$$

Здесь α_g - объемное содержание пузырьков, n - число пузырьков в единице объема. На основе закона сохранения числа пузырьков можем записать :

$$n v = q_n \text{ и } \alpha_g v = q_v \quad (3)$$

С использованием этих соотношений из уравнения (2) можем получить формулу для распределения давления в области барботажа пузырьков

$$p = p_n - \rho_l^0 g (1 - \alpha_g) z, \quad \alpha_g = \frac{q_v}{v} \quad (4)$$

Учитывая, что давление на свободной поверхности жидкости равно атмосферному давлению p_a , имеет место

$$p_h = p_a + \rho_l^0 g h_0 \quad (5)$$

Тогда с помощью (4) и (5) можно получить уравнение, определяющее конфигурацию свободной поверхности $z = h$ при $p = p_a$ над областью пузырьковой жидкости:

$$\Delta h = h - h_0 = \frac{h_0 q_v}{v - q_v}. \quad (6)$$

На основе этой формулы можно получить оценку для величины характерной высоты водяного вала при интенсивности подачи воздуха Q_v с единицы длины галереи

$$\Delta h_{cp} = \frac{h_0 Q_v}{2lv - Q_v}. \quad (7)$$

Данная простейшая гидравлическая модель бонового заграждения позволяет оценить высоту газо-водяного вала на поверхности воды в зависимости от его геометрических характеристик и интенсивности работы генератора пузырьков, находящего в затопленном состоянии.

При течении реки, барботажный поток будет выходить под некоторым углом к поверхности жидкости. Анализируя данные, полученные в зависимости от скорости реки U можно рассмотреть два случая.

Первый случай может реализоваться при небольшой скорости течения реки, при котором выполняется условие:

$$U < V_0 \frac{2l}{h_0}, \quad (8)$$

где V_0 - скорость всплытия пузырьков.

На основе закона сохранения массы имеем [2,3]:

$$Q_v = 2l' V \alpha_g, \quad (9)$$

где α_g - объемное содержание пузырьков, $V = \sqrt{V_0^2 + U^2}$ - абсолютная скорость, q_v - объемный расход воздуха с единицы площади генератора, l' - характерная полуширина, соответствующая фронту барботажного потока и определяется таким образом:

$$l' = l \frac{V_0}{\sqrt{V_0^2 + U^2}}. \quad (10)$$

Тогда из (9) и (10) интенсивность подачи воздуха имеет вид:

$$Q_v = 2l V_0 \alpha_g. \quad (11)$$

При небольших скоростях течения реки характерная величина высоты водяного вала равна

$$\Delta h = \frac{h_0 Q_v}{2l \sqrt{V_0^2 + U^2} - Q_v}. \quad (12)$$

Теперь рассмотрим второй случай, когда скорость течения реки намного больше скорости всплытия пузырьков и выполняется условие:

$$U \geq V_0 \frac{2l}{h_0}. \quad (13)$$

Можно найти распределение давления в области барботажа пузырьков, состоящей из пузырьковой смеси и "чистой" воды:

$$p = 2l \rho_e (1 - \alpha_g) g \frac{V_0}{U} + \rho_e g \left(\left(h_0 - 2l \frac{V_0}{U} \right) + \Delta h \right). \quad (14)$$

Распределение давления в невозмущенной барботажем зоне равно:

$$p = h_0 \rho_e g. \quad (15)$$

Тогда, с помощью (14) и (15) можно получить уравнение, определяющее величину характерной высоты воздушно-водяного вала:

$$\Delta h = 2l \frac{V_0}{U} \alpha_g. \quad (16)$$

Анализируя полученные формулы, был проведен численный эксперимент и на основе его сформулированы следующие результаты:

1. При небольшой скорости течения реки характерная высота водяного вала остается такой же, как и при барботаже в неподвижной водной среде.

2. При достижении скорости течения реки критической величины, при котором выполняется условие (13), высота водяного вала начинает уменьшаться по закону (16).

3. Зная скорость течения реки U и, регулируя интенсивностью подачи воздуха Q , можно добиться максимальной высоты водяного вала.

Список литературы:

1. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. – М.: Наука, 1959, - 700 с.
2. Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидродинамика. - М.: Недра, 1993. - 416 с
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа.-Учеб. Для вузов.-Изд. 6-е, перераб. И доп.-М.: Наука. Гл.ред. физ.-мат. лит., 1987.-840 с.

ПРОГНОЗ ВОДОПРИТОКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЕ ГУЖУМСАЙ

Н.Р. Дадаходжаева

ГП «Институт ГИДРОИНГЕО» Ташкент, Узбекистан

e-mail: hydrouz@inbox.uz

На территории Республики разведены и разрабатывается различные типы месторождений твердых полезных ископаемых, расположенных в своеобразных геоморфолого-климатических, геолого-тектонических, гидрогеолого-инженерно-геологических условиях.

Месторождение «Гужумсай» территориально относится к Кошрабодскому району Самаркандской области Республики Узбекистан и расположено на южных склонах центральной части хребта Нуратау, являющейся частью складчатого сооружения Южного Тянь-Шаня и входит в состав Заравшано-Туркестанской структурно-формационной зоны Алай-Кокшальской складчатой системы.

Рельеф месторождения низкогорный, расчлененный. Абсолютные отметки изменяются от 900 до 1025м и более. Относительные превышения водопритоков под руслами сай составляют в среднем 50-100м. Крутизна склонов 10-30° и лишь в северо-западной части участка достигает 35-40°. Вся площадь участка покрыта чехлом неогеновых и четвертичных отложений.

Климат района резко континентальный, с продолжительным знойным летом и короткой относительно влажной зимой за (рис-1).

Наиболее жаркими месяцами являются июль и август месяц максимальной температурой воздуха до 32,5°С, а самые холодные месяцы январь и февраль с температурой до -6-8°С.

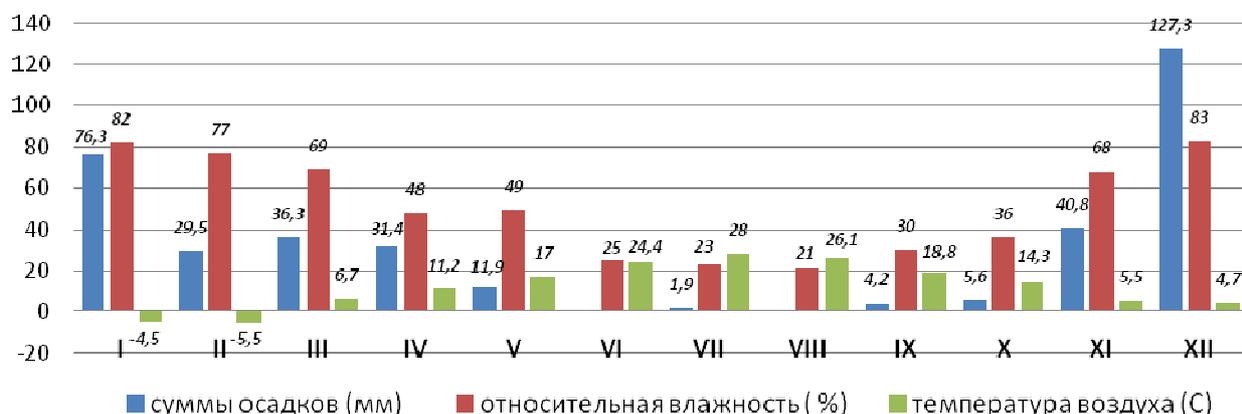


Рис. 1. Сумма осадков, среднемесячная температура воздуха и относительная влажность за 2015год

В годовом разрезе основная часть атмосферных осадков выпадает в зимне-весенний период, а в период с февраля по апрель выпадающие осадки составляют до 80% от годового количества. Осадки выпадают преимущественно в виде дождей, снежный покров маломощный и держится в среднем 20-30 дней.

Гидрографическая сеть развита слабо и представлена естественными водотоками, ориентированными с севера на юг. Наиболее крупной водной артерией являются Гужумсай. Площадь водосбора составляет 57 км², длина русла 24 км.

Сток Гужумсая находится в прямой зависимости от количества выпавших атмосферных осадков, основной сток находится на зимне-весенний период. По Гужумсаю максимальный расход составляет 687,3 л/с (март) минимальный 3,0 л/с (август).

В геологическом строении принимают участие осадочные, осадочно-вулканогенные образования нижнего палеозоя, рыхлые неоген-четвертичные отложения, а также интрузивные породы Кошрабадского массива.

I. Палеозойская группа

а) Силурская система- S_1

Терригенные толщи силура развиты широко. Представлены песчано-алевролитовыми и песчано-сланцевыми толщами. К выходам крупных интрузий, сланцевые отложения превращены в гранитовые, гранато-ставролитовые разности и в роговики. Мощность песчано-алевролитовой толщи от 450 м до 1000 м.

б) Интрузивные породы- Pz_3

В районе исследований представлены интрузиями гранитоидного состава, верхнего палеозоя внедрение которых связано с проявлением четырех фаз варисского тектоно-магматического цикла.

1) диориты и кварцевые диориты δ (Pz_3)

2) гранодиориты $\gamma\delta$ Pz_3

3) биотитовые и двуслюдяные граниты (γPz_3) порфиоровидные граносиениты и сиениты (γPz_3).

II. Кайназойская группа

а) неогеновая система- N_2^3

Неогеновая система представлена верхнем плиоценом. В составе осадочных пород преобладают конгломераты, песчаники и мергели, окрашенные в красноватые и серые цвета. Верхне плиоценовая толща несогласно перекрыта четвертичными отложениями. Верхнеплиоценовые конгломераты валунные, крупногалечные, мелкогалечные и гравийные. Цементирующая масса мергелистая, песчано-алевролистая. Мощность всей толщи верхнего плиоцена меняется с северо на юг от 10-16 м до 400-500 м.

Четвертичные отложения имеют широкое распространение и подразделяются на 4 комплекса:

1. Сохский комплекс ($Q_{I sh}$)

2. Ташкентский комплекс ($Q_{II ts}$)

3. Голодностепский комплекс ($Q_{III gl}$)

4. Сырдарьинский комплекс ($Q_{IV sd}$)

Сохский комплекс ($Q_{I sh}$) представлен конгломератами мощностью 3-5 метров. Несогласно залегают на палеозойских отложениях, слагая обычно высокие террасы или выполняя долины.

Ташкентский комплекс ($Q_{II ts}$) представлен светлыми лессовидными суглинками, реже супесями, мощность их не превышает 20-30 м.

Голодностепский комплекс ($Q_{III gl}$) представлен лессовидными суглинками, супесями, галечниками и песками, общая мощность составляет 20-30 м.

Сырдарьинский комплекс ($Q_{IV sd}$) представлен лессовидными суглинками, галечниками с валунами, щебнем, крупнозернистым песком и гравием, общая мощность от 5 до 40 м.

Гидрогеологическая условия района, определяются геологическим, геоморфологическим строением и климатическими факторами.

По условиям питания, распространения, циркуляции и разгрузки в пределах района месторождения выделяются следующие виды подземных вод:

1. Водоносный комплекс аллювиальных голоценовых и аллювиально-пролювиальных, пролювиальных верхнеплиоценовых отложений.
2. Водоносный комплекс среднеплиоценовых пролювиальных отложений.
3. Водоносный комплекс верхнеплиоценовых отложений.
4. Трещинные воды верхнепалеозойских пород.
5. Трещинно-жилные воды зон тектонических нарушений.

Водоносный комплекс аллювиальных голоценовых и аллювиально-пролювиальных, пролювиальных верхнеплиоценовых отложений. Данный водоносный комплекс распространен в пределах долины Гужумсая, являющегося западной границей изучаемого месторождения. Водовмещающие породы-галечники с гравийно-песчаным заполнителем, мощность аллювиально-пролювиальных отложений составляет 70-85 м, глубина залегания уровня подземных вод изменяется от 21,2 м до 40,0 м, а мощность водоносного горизонта изменяется соответственно от 63,5 до 30,0 м. Расход воды изменяется от 3,1 л/с до 7,0 л/с при понижении уровня соответственно от 9,91 до 8-19 м, удельный дебит изменяется от 0,31 л/с до 0,85 л/с. Коэффициент фильтрации изменяется от 2,39 до 5,38 м/сут. По химическому составу грунтовые воды гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией 0,2-0,6 г/л. Максимальное колебание уровней наблюдается в апреле-мае, минимальное в декабре-январе. Амплитуда колебаний уровней изменяется от 3,15 до 6,1 м.

Водоносный комплекс среднечетвертичных пролювиальных отложений. Данные водовмещающие породы представлены дресвяно-щебнистыми отложениями с прослойками суглинка и включением гравия и гальки, мощность составляет 54 м. Расход воды 0,72 л/с при понижении уровня 9,15 м. коэффициент водопроницаемости пород составляет 6,7 м²/сут. Коэффициент фильтрации 0,19 м/сут. Уровень подземных вод изменяется от 49,15 м (июль) до 53,48 м (октябрь). Питание водоносного комплекса происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и потерь поверхностного стока, а расходование путем естественного оттока в сторону Зарафшанской долины.

Водоносный комплекс верхнеплиоценовых отложений. Водоносный комплекс развит повсеместно на участке работ и залегает несогласно на породах палеозоя. Водовмещающие породы представлены алевролитами, гравелитами, песчаниками, и конгломерата. Расход воды составляет 1,0 л/с при понижении уровня 10,02 м, удельный дебит 0,10 л/с. Коэффициент водопроницаемости составляет 31,6 м²/сут. Коэффициент фильтрации 0,98 м/сут. По химическому составу подземные воды верхнеплиоценового водоносного комплекса сульфатно-натриевые с минерализацией 0,42 г/л общей жесткостью 0,6 мг-экв/л. Водоносный комплекс верхнеплиоценовых отложений гидравлически связан с водоносным комплексом среднечетвертичных отложений. Питание его происходит за счет перетекания из вышележащих водоносных комплексов, в местах выхода его на древнюю поверхность.

Трещинные воды верхнепалеозойских пород. Трещинные воды пород верхнего палеозоя распространены повсеместно на площади Гужумсайского месторождения. Водовмещающие породы представлены граносиенитами, гранитами, сиенитами. Трещинные воды местами приобретает напор благодаря наличию в кровле палеозойских пород мощного покрова глины и алевролитов неогена в местах глубокого погружения кровли под рыхлые Q отложения, а также вследствие особенностей внутри-складчатого строения. Высота напора на 10-30 м выше кровли водосодержащих пород

палеозоя. По результатам изучения трещиноватости в подземных выработках удельная трещиноватость изменяется от 1,29 м/м² до 3,7 м/м² и характеризует породы как слаботрещинные. В зонах дробления пород среднетрещиноватые, приурочены крупным водопроявлениям с расходом от 1 до 5 л/с. По результатам изучения физико-механических свойств пород пористость изменяется: граносиениты от 0,35 до 0,83%, сиениты от 0,51 до 1,17%, граниты 0,56-2,40%. В целом, низкий показатель трещиноватости характеризует палеозойские породы, как неблагоприятную среду для аккумуляции значительных запасов трещинных вод. Расход воды изменяется от 0,011 л/с до 0,183 л/с, при понижении уровня от 2,10 м до 12,45 м, коэффициент водопроницаемости изменяется от 0,13 м³/сут до 3,05 м²/сут. Коэффициент фильтрации составил 0,0003-0,011 м/сут. По химическому составу трещинные воды месторождения, в основном, гидрокарбонатно-кальциевые натриевые с минерализацией от 0,23 до 1,1 г/л, общей жесткостью от 0,15 до 7,0 мг-экв/л.

Трещинные-жильные воды зон тектонических нарушений. Гидрогеологические структуры обводненных разломов отличается от других структур тем, что трещинно-жильные подземные воды движутся преимущественно в крутопадающих разрывных дислокациях, секущих породы фундамента. Трещинно-жильные воды циркулируют по разломам, получившим широкое развитие на площади месторождения. Мощность Караулхана-Чармитанского разлома до 100 м, протяженность свыше 20 км. Мощность оперяющих разломов от 5-10 до 50-70 м. Падение разломов крутое (70-80°) характер смещения по разломам преимущественно сбросовый. При вскрытии выработками менее мощных разломов и зон дробления наблюдались водопроявления трещинно-жильных вод с расходом от 0,02 до 1,5 л/с. В целом, водообильность пород в зонах тектонических нарушений выше, чем в ненарушенной зоне. По химическому составу трещинно-жильные воды на месторождении двух типов. Первый тип гидрокарбонатно-натриевые воды с минерализацией 0,35-0,44 г/л, рН от 7 до 7,6, общей жесткостью 1,55-1,65 мг-экв/л. Второй тип сульфатно-натриевые воды с минерализацией 0,25-0,35 г/л, общей жесткостью 0,45-0,95 мг-экв/л, рН 8,2-6,5. Питание трещинно-жильных вод происходит, в основном, за счет грунтовых вод осадочной толщи неоген-четвертичного возраста, залегающей на поверхности палеозойских пород. [3]

При вскрытии мощной зоны дробления горных пород отмечаются водопроявления с расходом 1-8 л/с и резко увеличивается водоприток в систему горных выработок в целом.

При вскрытии выработками менее мощных разломов и зон дроблений наблюдались водопроявления трещинно-жильных вод с расходом от 0,02 до 1,5 л/с. водообильность пород в зонах тектонических нарушений выше, чем в ненарушенной зоне.

В геологическом строении Гужумсайского месторождения принимают участие в основном интрузивные породы диориты и кварцевые диориты, гранодиориты, биотитовые и двухслюдные граниты, порфириовидные граносиениты и сиениты палеозойского возраста и перекрывающие их неоген-четвертичные отложения мощностью до 100 м. Средняя мощность водоносной водоносной толщи неоген-четвертичных отложений на месторождении изменяется от 20 до 60 м, составляя в среднем 40 м. Удельные дебиты в неоген-четвертичных отложениях, изменяются от 0,1 до 1,0 л/с. [2]

Для расчетов водоприток на горизонте +720 м по шахте №1, наблюдения за водопритоком проводились с 2011 г по 2014 г. На протяжении 4 лет водоприток в шахту стабилизировался. За период наблюдений водоприток по шахту № 1 гор +720 м от

15 л/с (октябрь) до 27 л/с (май) изменяется. Среднегодовые значения водопритока в 2014 году составило минимальное 15 л/с, максимальное за период наблюдений 27 л/с.

Определение прогнозная водопритока в шахтной ствол при проходке водоносной толщи неоген-четвертичных отложений можно произвести по закону прямой пропорциональности (по удельному дебиту и понижению) по формуле:[1]

$$Q_{\text{шах}}=q S$$

q -удельный дебит опытной скважины, 0,5 л/с

S-понижение уровня, принимаемое равным средней мощности водоносного горизонта на месторождении, 40 м.

Тогда водоприток в шахтный ствол при понижении уровня, равном величине мощности водоносной толщи, (ср.) составлять.

$$Q=0,5 \times 40=20 \text{ л/с, или } 17280 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Таким будет водоприток при вскрытии полной мощности неоген-четвертичных отложений, на глубине 100 м, проходка шахтного ствола должна вестись одновременно с водоотливом. При притоках, превышающих 30 м³/час (S=20 м) должна производиться цементация проходимых пород через шпурсы или систему скважин небольшого диаметра и только после снижения притоков возобновляется проходка. При вскрытии дном шахты палеозойских пород и полной цементации стенок шахты по неоген-четвертичным отложениям, водоприток в шахтный ствол сократится в связи с низкой водообильностью палеозойских пород.

Следует отметить выше проведенные факторы значительна осложняет разработку месторождения. При проведения инженерно-технических работ необходимо учитывать сложность гидрогеологических условия. Вести постоянно наблюдения за изменения водоносных пород.

Список литературы:

1. **Климентов П.П., Овчинников А.М., Сыроватко М.В.** Гидрогеология месторождений полезных ископаемых. М., Недра, 1966,579с.
2. **Ясько В.Г.** Гидрогеология месторождений полезных ископаемых. Сибири. М., Недра, 1978, 200с.
3. **Чернышев С.Н.** Трещиноватость горных пород и её влияние на устойчивости откосов. Н., Недра, 1984г., 112с.

АКТУАЛИСТИЧЕСКАЯ ГЕОЭКОЛОГИЯ

Н.Т. Рахманбердиева

ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», Ташкент Узбекистан

e-mail: nona_198484@mail.ru

История взаимоотношений человека и природы. Современные концепции взаимоотношений природы, общества, человека. *Сходства и отличия человека от животных.* Сходство человека и животных определяется, во-первых, вещественным составом, строением и поведением организмов. Человек состоит из тех же белков и нуклеиновых кислот, что и животные, и многие структуры, и функции его тела такие же, как и у животных. Чем выше на эволюционной шкале стоит животное, тем больше его сходство с человеком. Во-вторых, человеческий зародыш проходит в своем развитии те же стадии, что и зародыш животного. И, в-третьих, у человека имеются рудиментарные органы, которые выполняли какие-то важные функции у животных и сохранились у человека, хотя и не нужны ему (например, аппендикс). Появляется все больше данных о том, что в поведении человека и животных много схожего. Животные испытывают чувства радости, горя, тоски, вины и т. п.; у них есть любопытство, внимание, память, воображение. Однако и отличия человека от животных весьма основательные. Прежде всего человек отличается разумом, т. е. способностью к понятийному мышлению, способностью формирования отвлеченных, абстрактных представлений о предметах. Мышление животных, если можно говорить в данном случае о мышлении, всегда конкретно; мышление человека может быть абстрактным, отвлеченным, обобщающим, понятийным, логичным. Благодаря способности к понятийному мышлению, человек сознает, что он делает, и понимает окружающий его мир. Вторым главным отличием является то, что человек обладает речью. Опять-таки, установлено, что у животных может быть очень развитая система общения с помощью сигналов (что, кстати, позволило говорить о «цивилизации дельфинов»). Но только у человека есть то, что И. П. Павлов назвал 2-й сигнальной системой (в отличие от первой — у животных) — общение с помощью слов. Этим человеческое общество отличается от других общественных животных. Третье фундаментальное отличие человека от животных - способность к труду. Конечно, все животные что-то делают, а высшие животные способны к сложным видам деятельности. Но только человек способен изобретать и изготавливать орудия труда. С этим связаны утверждения, что животные приспосабливаются к окружающей среде, а человек преобразует ее, и что в конечном счете труд создал человека. Способность к труду породила еще два отличительных признака человека: прямохождение, благодаря которому освободились его верхние конечности, и, как следствие этого произошло развитие руки. Наконец, еще два характерных признака человека, повлиявших на развитие культуры—использование огня и захоронение трупов. Именно благодаря трем главным отличиям человека от животных — понятийному мышлению, речи и труду шло обособление человека от природы.

Становление человека. Линия эволюции человека выстраивается следующим образом: «Человек Умелый» (австралопитек), «Человек Прямоходящий» (питекантроп и синантроп), неандерталец, «Человек Разумный» (кроманьонец).

Эволюция общества в его отношении к природе. Известно множество схем общественного развития, как революционных, так и эволюционных. У нас среди революционных наиболее известна и не так давно считавшаяся единственно верной пяти-

членная схема общественного развития К. Маркса: первобытнообщинный строй, рабовладельческий, феодальный, капиталистический и коммунистический с первой фазой социализмом. В основе схемы лежат производственные отношения. Среди эволюционных знаменит концепция Г. Спенсера. В соответствии с этой концепцией человечество прошло два этапа: воинственный (охотничий) и мирный (промышленный). На первом этапе преобладала борьба человека с себе подобными и природой, на втором происходит становление цивилизации. Пятичленная схема развития человеческого общества, основанная на его взаимоотношениях с природой:

1) непосредственное единство человека с природой и становление трудовой деятельности (изготовление из природных тел орудий как первый способ целенаправленного преобразования окружающей среды);

2) переход к охоте в процессе совершенствования создаваемых для этого орудий и развития общественных форм жизни;

3) переход в результате неолитической революции к скотоводческо-земледельческому хозяйству (выращивание сельскохозяйственных культур и одомашнивание животных);

4) переход в результате промышленной революции к главенству индустриального производства и развитие техники как эффективного способа преобразования природы;

5) переход к главенству производства информации и гармонизации взаимоотношений человека и природы в постиндустриальном обществе в процессе создания экологической цивилизации.

Современные концепции взаимоотношения природы, общества и человека. К настоящему времени сформировались две прямо противоположные концепции о взаимоотношениях человека и общества с окружающей средой. К ним относятся так называемые концепции технократического оптимизма и экологического алармизма. В основе концепции технократического оптимизма лежит представление о неисчерпаемости природных ресурсов и полном господстве человека над природой. Концепция экологического алармизма. Экологический кризис, связанный с научно-технической революцией, породил в западной науке течение, представители которого акцентировали внимание на катастрофических последствиях воздействия человека на природу и необходимости принятия немедленных решений для оптимизации системы природа - общество. Это течение получило название алармизма (от англ. *alarm* - тревога, страх).

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ОТ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Н.Т. Рахманбердиева

ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», Ташкент Узбекистан

e-mail: nona_198484@mail.ru

Утерянные в результате технологических и аварийных утечек нефтепродукты просачиваются в землю и через породы зоны аэрации достигают первого от поверхности водоносного горизонта. При этом образуется несколько видов загрязнения геологической среды, тесно взаимосвязанных и оказывающих непосредственное влияние на характер и масштабы загрязнения друг друга:

Изменение и распространение загрязнения во времени и пространстве и возможность его негативного влияния на другие компоненты среды обитания определяются геолого-гидрогеологическими условиями территорий.

На территории Республики Узбекистан условно можно выделить несколько геоморфологических районов (где размещены локальные объекты нефтяного загрязнения), характеризующихся определёнными особенностями геолого-гидрогеологических условий (таблица 1.).

Особенности геолого-гидрогеологических условий территории различных геоморфологических районов предопределяют возможные техногенные формы скопления нефтепродуктов в компонентах геологической среды, характерных для территории Узбекистана.

Головные части конуса выноса

Зона аэрации сложена однородными хорошо проницаемыми породами, мощностью более 10-15м. В этом случае загрязнение грунтов зоны аэрации происходит непосредственно под объектами, где происходит утечка нефтепродуктов. Распространение загрязнения в горизонтальном направлении внутри зоны аэрации практически не происходит. Инфильтрующиеся нефтепродукты быстро достигают уровня грунтовых вод, по которым транспортируются на дальние расстояния от источника загрязнения.

Таким образом, при высокопроницаемой зоне аэрации (в том числе, при отсутствии достаточно плотного и относительно мощного почвенного слоя) наибольшему нефтепродуктовому загрязнению подвергается горизонт грунтовых вод. Масштабы загрязнения данного водоносного горизонта в рассматриваемом случае еще больше зависят от объемов, поступающих нефтепродуктовых веществ, так как они почти не задерживаются грунтами зоны аэрации.

При больших объемах поступления нефтепродуктов и сточных вод через высокопроницаемую зону аэрации, в водоносном горизонте формируются:

- крупная по площади линза нефтепродуктов (бензин, керосин, диз топливо и лёгкие мазуты) на поверхности грунтовых вод;
- значительная, но более локально сконцентрированная зона тяжелых нефтепродуктов в грунтовых водах - (тяжёлые мазуты, масла и их трансформированные сильно вязкие тяжёлые компоненты, выделившиеся из последних в водной среде и обеднённые наиболее подвижными водорастворимыми компонентами):

Таблица 1.

Типизация геолого-гидрогеологических условий территории расположения локальных источников нефтепродуктового загрязнения в пределах Республики Узбекистан.

Геоморфологические районы	Литологическое строение зоны активного водообмена	Разность уровней грунтовых и напорных вод	Преобладающая направленность фильтрации	Тип потоков грунтовых вод, скорость м/сут	Величина подземного оттока, мм/год	Глубина залегания УТВ, м	Развлекательная способность по токам, км/м/сут	Защитность подземных вод
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Верхняя часть конусов выноса	Однородная песчано галечниковая толща	Единый во доносный го ризонт $\Delta H=0$	Горизонтальный поток	Быстрые 100200	300500 и более	от 50100 до 35	Более 1000	не защи щены
II. Периферия конусов выноса, широкие речные террасы, нерасчлененные предгорные равнины, сов ременные и древние дельты рек, субарральные дельты рек, межконусные понижения.	<u>Двухслойная</u> <i>покровные</i> пересла ивающиеся слабо проницаемые; <i>подстилающие</i> од нородные хорошо проницаемые отложения	$\Delta H \neq 0$ при взаимосвязи грунтовых вод (пок ровных) и напорных (подстилающ их)	В верхнем слое вертикальный поток влаги и солей; в нижнем го ризонтальный	Весьма замедленные до 25	150 и менее	13	низкая 100	высокая
III. Верхние речные террасы и аналогичные им участки низменных предгорных равнин	<u>Двухслойная</u> мощная толща супесчано суглинистых отложений, подстилается хорошо проницаемыми	$\Delta H \neq 0$ слабая взаимосвязь грунтовых вод (покров ных) и на порных под стилающих)	То же	То же	150300	1015	1001000	средняя
IV. Нижние аллювиальные террасы	<u>Двухслойная</u> мелкозёмистый покров малой мощности подстилается хоро шопроницаемыми отложениями.	Единый во доносный горизонт $\Delta H=0$				15	>1000	низкая

- крупная (в плане, а участками и в разрезе) зона растворенных и эмульгированных нефтепродуктов в грунтовых водах.

В зоне же аэрации образуются: специфическая ("неполноценная", низкоконцентрированная) капельно-пленочная шапка нефтепродуктов, представленная главным образом адсорбированными нефтепродуктами и рассредоточенная по площади (над "пленкой"); а также весьма подвижная в высокопроницаемых грунтах (следовательно, низкоконцентрированная) газовая шапка нефтепродуктов – как форма, производная в данном случае от зоны пленочного растекания нефтепродуктов. При отсутствии почвенного слоя в строении высокопроницаемой зоны аэрации, слой закированных нефтепродуктами почво-грунтов обычно не формируется.

При малых объемах поступления нефтепродуктов и сточных вод через высокопроницаемую зону аэрации образуется зона пленочного растекания и те же формы скоплений нефтепродуктов, но сами скопления имеют значительно меньшие масштабы.

Несмотря на то, что такое строение зоны аэрации не способствует значительному накоплению мощностей нефтепродуктов в геологической среде, степень экологической опасности достаточно высока, так как плёнка нефтепродуктов на поверхности уровня грунтовых вод быстро растекается и может иметь значительную площадь. Растворённые же нефтепродукты мигрируют вместе с потоком грунтовых вод на значительные расстояния в места их разгрузки (поверхностные водотоки, водозаборные сооружения и т.д.).

Периферийные части конуса выноса, широкие речные террасы, нерасчленённые долины, современные и древние дельты рек, субаэральные дельты, межконусные понижения

Зона аэрации сложена неоднородными в разрезе породами, представленными чередованием проницаемых и слабопроницаемых прослоев и линз. Возможно распространение загрязнения внутри зоны аэрации по литерале от первичного по кровле слабопроницаемых прослоев, в основном по направлению пластов. Степень загрязнения пород зоны аэрации обычно высокая, т.к. значительная часть нефтепродуктов задерживается внутри зоны аэрации в виде подвешенных линз типа верховодки. Малая мощность зоны аэрации, способствует быстрому достижению нефтепродуктами уровня грунтовых вод, интенсивности испарения углеводородов с поверхности техногенных линз, возможность вторичного загрязнения почво-грунтов, подземных и гражданских сооружений в процессе изменений уровня грунтовых вод и связанного с ним уровня нефтепродуктов в линзе.

Площадь загрязнения не выходит далеко за пределы участка, где происходит загрязнение, создавая опасность прежде всего для самого объекта, его породившего, где может создаваться пожаро-взрывоопасная ситуация за счёт испарения летучих компонентов при достижении их поверхности. В условиях слабого водообмена, при больших объёмах поступления нефтепродуктов, может образоваться мощная линза на уровне грунтовых вод. Загрязнение подстилающих нижележащих напорных вод маловероятно.

Верхние террасы и аналогичные им участки низменных предгорных равнин

Зона аэрации представлена мощной толщей слабопроницаемых пород, со сравнительно однородным литологическим составом слагающих грунтов. При поступлении в низко проницаемую зону аэрации утерянных нефтепродуктов, проникновение их по разрезу происходит медленно, и глубина проникновения зависит от времени функционирования объекта, общего объёма утечек и состава нефтепродуктов. Так,

тяжёлые вязкие нефтепродукты (мазуты, сырая нефть) скапливаются в верхней части зоны аэрации или на поверхности земли и в почве, лёгкие нефтепродукты фильтруются далее и со временем могут достигать уровня грунтовых вод. Распространение загрязнений внутри зоны аэрации в горизонтальном направлении не происходит.

В связи с тем, что значительный объём нефтепродуктов «зависает» в зоне аэрации, степень загрязнения грунтов высокая.

При больших объемах поступления жидких нефтепродуктов в зону аэрации, над уровнем поверхности грунтовых вод обязательно формируется относительно крупная плавающая линза лёгких фракций нефтепродуктов (бензин, керосин, дизтопливо) – зона полного нефтепродуктового насыщения грунтов над водной поверхностью. В данной ситуации эта форма скопления нефтепродуктов является ядром и главной частью нефтепродуктового загрязнения грунтовых вод и грунтов. Для плавающей линзы характерна высокая мощность и относительно ограниченная площадь, т.к. миграция линзы по латерали затруднена.

Параллельно обязательно формируются сопутствующие скопления нефтепродуктов: в водоносном горизонте – зона растворенных и эмульгированных нефтепродуктов в грунтовых водах (форма, производная от нижних слоев плавающей линзы); в зоне аэрации – капельно-пленочная шапка нефтепродуктов (форма, производная от фильтрующихся жидких нефтепродуктов и сточных вод, а в нижней части скопления – обусловленная сезонными колебаниями поверхности плавающей линзы); в зоне аэрации с выходом на дневную поверхность – газовая шапка нефтепродуктов (форма, в основном производная от фильтрующихся лёгких углеводородов и всех форм скоплений последних).

В зоне аэрации, при мелких осложнениях ее строения или при возникновении гидродинамического барьера, препятствующего проникновению нефтепродуктов на глубину (за счёт остаточной водонасыщенности пород), также возможно образование в качестве самостоятельной формы, небольших подвешенных линз нефтепродуктов. При поступлении слабоподвижных мазутов и масел, в данной ситуации формирует в приповерхностной части зоны аэрации (при наличии почвенного слоя – в последнем) слой закированных нефтепродуктами почво-грунтов. Масштабы этой самостоятельной формы скопления нефтепродуктов зависят от объемов поступления тяжёлых нефтепродуктов.

В связи со слабой взаимосвязью грунтовых и подстилающих напорных вод, проникновение загрязнения на глубину затруднено.

Степень экологической опасности зависит от времени функционирования объекта и расстояния до объектов, загрязнение которых может вызвать негативные последствия (реки, водозабора и т.д.).

Нижние аллювиальные террасы

С поверхности представлены маломощным мелкозёмистым покровом, подстилаемым хорошо проницаемыми отложениями. Высокая проницаемость пород зоны аэрации, интенсивный водообмен создают условия, при которых мощной линзы нефтепродуктов не образуется, т.к. инфильтрующиеся нефтепродукты быстро «сносятся» потоком грунтовых вод за пределы участка, иногда на значительное расстояние, загрязняя поверхностные водотоки и водоёмы и т.д. При этом вблизи формируются крупные площадные зоны плёночного растекания нефтепродуктов.

При барражировании потока грунтовых вод в плоскости его поверхности участками менее нефтепродуктопроницаемых пород, плёночные нефтепродукты скапли-

ваются у границ данных участков в виде более «мощных» (в сопоставлении с плёнкой) жидкостных нефтепродуктовых образований.

Объем нефтепродуктов, который может накопиться в зоне аэрации, зависит от сорбционной емкости слагающих ее пород, состава нефтепродуктов. В целом, чем тяжелее нефтепродукты и чем проницаема и более неоднородна зона аэрации, тем больше нефтепродуктов в ней может накопиться.

В зоне аэрации (над "пленкой") образуются: капельно-пленочная шапка нефтепродуктов, представленная главным образом адсорбированными, а также весьма подвижная в высокопроницаемых грунтах газовая шапка нефтепродуктов – как форма, производная в данном случае от зоны пленочного растекания нефтепродуктов.

Присутствие мелкозёмистого покрова в строении высокопроницаемой зоны аэрации, создаёт возможность образованию слоя закированных нефтепродуктами почво-грунтов в случае попадания на поверхность тяжёлых мазутов и аналогичных масел, и их трансформации.

Исходя из вышеизложенного, очевидно, что наиболее опасной частью техногенного углеводородного загрязнения грунтовых вод является плавающая линза, во многом определяющая дальнейшее развитие других форм техногенных скоплений нефтепродуктов в подземной гидросфере и подпитывающая гипсометрически ниже расположенные области загрязнения грунтовых вод растворенными, эмульгированными и тяжелыми углеводородами.

НЕКОТОРЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ АЛМАЛЫКСКОГО ПРОМУЗЛА)

Н.Т. Рахманбердиева

ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», Ташкент Узбекистан

e-mail: nona_198484@mail.ru

Одной из главных проблем мирового сообщества в XXI веке будет являться нарастающий дефицит пресных вод питьевого качества и обеспечение экологической безопасности и устойчивости. В последние десятилетия дефицит пресных водных ресурсов все более остро ощущается многими государствами мира. Недостаток или загрязненные пресные воды в геологической среде становятся одной из причин неустойчивости экономического и экологического развития в некоторых регионах, порождает споры и конфликты ситуации между отдельными странами, что негативно влияет на состояние региональной и глобальной безопасности. Причиной неблагоприятных явлений на окружающую среду могут быть природные факторы (в особенности вызывающие стихийные бедствия) которая, связана главным образом с ухудшением состояния окружающей среды в результате активно растущего антропогенного воздействия. Для предотвращения негативных последствий антропогенного влияния на геологическую среду и принятия соответствующих мер выявляется необходимость в оценке загрязнения, что требует в свою очередь знаний о механизме процесса и решения ряда задач. Интенсивное индустриальное развитие Республики Узбекистан, сельскохозяйственное освоение новых земель и рост городов обусловили увеличение масштабов эксплуатации природных ресурсов. В результате в последнее десятилетие резко обострились проблемы, во многих районах республики сложилась крайне неблагоприятная экологическая обстановка. Причём наиболее интенсивному техногенному воздействию подверглась геологическая среда вместе с содержащейся в ней водой, что послужило причиной быстрого развития науки геоэкология. Предметами изучения геоэкологии являются: изменения геологической среды под влиянием природных и техногенных факторов, а также пути и способы снижения негативных последствий техногенеза что все среды биосферы теснейшим образом взаимосвязаны. Тесная связь геологической среды с атмосферной, поверхностной гидросферой и растительным покровом предопределяет расширение предмета исследований геоэкологии за счёт включения в него и этих геовещественных оболочек Земли. Таким образом, геоэкология ориентируется на комплексные экологические проблемы, решение которых требует тесной интеграции геологии, географии, почвоведения, физики, химии и др. наук.

Республика Узбекистан относится к наиболее густо заселённым республикам бывшего СССР. На площади 447,7 тыс. км², из которой 35% составляют горы и пустынные территории, проживает 23 млн. чел. Более 40% населения сосредоточено в 110 городах и 93 поселках городского типа, около 60% - составляет сельское население. Промышленность представлена более 1800 производственными объединениями, предприятиями и производствами более 100 отраслей. В сельскохозяйственном использовании находится 332 тыс. км² земель.

В пределах Республики Узбекистана формируется около 10% объёма речного стока, 90% его или 89 км³ поступает со смежных территорий. Общее водопотребление в республике составляет 62-65 км³. Из этого объёма 25 км³ отбирается из р. Амударьи и 11 км³ – из Сырдарьи. Оставшаяся часть приходится на малые реки и подзем-

ные водоисточники. На нужды сельского хозяйства используется 85% потребляемой воды. Суммарный отбор подземных вод на хозяйственные цели достиг $3,43 \text{ км}^3$, техническое водоснабжение – $0,74 \text{ км}^3$, орошение – $3,2 \text{ км}^3$, дренаж – $2,5 \text{ км}^3$. Централизованным водоснабжением охвачено 84% городского и лишь 52% сельского населения.

По данным государственного комитета по охране природы в результате несовершенства используемых технологий в водные объекты Республики ежегодно сбрасывается около 300. м³ загрязненных сточных вод, в атмосферу выбрасывается около 4 млн. т. загрязняющих веществ, образуется более 100 млн. т. различных отходов, половина из которых является токсичными. В различных накопителях к началу 90-х годов складировалось более 2 млрд. т. различных по составу отходов. На орошаемых сельскохозяйственных землях широко используются различные удобрения (с нормами внесения более 230 кг/га по действующему веществу), химические препараты, применяемые для борьбы с вредителями и сорняками, а также дефолианты хлопчатника (с нормами внесения до десятков кг/га).

Нерациональное использование земельных, минеральных и водных ресурсов обусловили развитие тенденций ухудшения экологической обстановки, проявляющейся в загрязнении воздушного бассейна, поверхностных водотоков, растительности, почв, горных пород и подземных вод, развитии опасных геологических процессов.

Экологические проблемы в Узбекистане являются одними из самых актуальных, требующих скорейшего их решения. Оздоровление экологической обстановки в республике позволит значительно улучшить условия жизни населения, снизить экономический ущерб, наносимый нерациональным использованием природной среды.

Важнейшими объектами внимания геоэкологической науки являются источники вод, используемые для хозяйственно-питьевых, бальнеологических и других целей. В условиях засушливого климата Республики Узбекистан основными поставщиками пресных вод пригодных для питья и питьевого качества служат месторождения грунтовых вод, крупнейшие из которых приурочены к аллювиально-пролювиальным четвертичным отложениям речных долин и конусов выноса. Наличие поверхностных и подземных вод способствует концентрации и развитию в пределах этих месторождений производительных сил. Слабо защищенные от проникновения загрязняющих ингредиентов эти воды в наибольшей степени подвержены негативному техногенному воздействию. Неравномерное распределение потребителей воды-промышленных, сельскохозяйственных и прочих объектов приводит на отдельных участках месторождений к прогрессирующему дефициту запасов подземных вод на фоне их загрязнения, обусловленного техногенными процессами. Загрязнение и истощение подземных вод являются основными отрицательными последствиями антропогенного воздействия на гидрогеологическую среду.

Постоянно интенсифицирующаяся хозяйственная деятельность человека не может не отразиться на окружающей среде. Неизбежные отходы промышленного производства, последствия химизации сельского хозяйства и пр. не позволяют надеяться на абсолютную сохранность качества подземных вод. Учитывая это, планируемое техногенное воздействие на подземные воды следует регламентировать пределами, обеспечивающими лишь допустимые изменения их качественных характеристик. В принципе же, этот тезис целесообразно распространять и на все другие изучаемые компоненты природной в том числе и геологической среды. (Самойленко и др., 1982).

Загрязнение подземных вод обусловлено общим загрязнением природной среды - поверхностны вод, атмосферы, почвы. Высокие концентрации загрязняющих веществ - тяжёлых металлов, пестицидов, фенолов, нефтепродуктов и др. отмечаются" на участках рек Сырдарья, Амударья, Зеравшан, Чирчик Ахангаран, Карасу, Салар, Калган-Чирчик и др. В почвенном слое в районах крупных городов и промышленных узлов фиксируются в значительных количествах медь, цинк, свинец, марганец и др. тяжелы, металлы, на отдельных участках - радиоактивные элементы, на орошаемых территориях - остатки удобрений и используемых ядохимикатов. Загрязняющие компоненты оттуда в результате фильтрации воды поступают в водоносные горизонты. В связи с этим процесс реализации природоохранных мероприятия необходимо распространять на все компоненты геологической среды и атмосферу.

За последние 10 лет в республике загрязнились и стали непригодными для питьевых целей подземные воды по 54 водозаборам. В результате качественного истощения эксплуатационные запасы пресных вод хозяйственно-питьевого назначения уменьшились на 1879,0 тыс. м³/сут, что составляет 18% от утверждённого их количества. Величина региональных ресурсов подземных вод с минерализацией до 1 г/л в результате качественного истощения уменьшилась на 15,8 млн. м³/сут, что составило около 7% от общего их количества.

К числу отраслей промышленности, наиболее интенсивно влияющих на геологическую среду и подземные воды, в частности, относится добыча и переработка полезных ископаемых. Поставленная Республикой цель - достижение экономической независимости - явилась причиной мощного толчка и развитию этой отрасли. В настоящее время в Узбекистане разрабатываются крупные месторождения золота и цветных металлов, нефти и газа, каменного угля, других полезных ископаемых, расширяются существующие и сооружаются новые перерабатывающие предприятия. Однако добыча и переработка полезных ископаемых сопровождается извлечением из недр колоссальных объёмов горной массы. В Узбекистане к началу 90-х годов они превышали 60 млн. т. в год. Из этого количества лишь менее 7% уходит на производство продукции, оставшаяся часть формирует различные отходы. В результате 40-летней деятельности только одного Алмалыкского промузла накоплены миллионы тонн горных пород, извлечённых при разработке месторождений Кальмакыр и Кургашикан. Площадь отвалов пород, содержащих минералы сульфидной группы, составляет здесь 5-7 км² при высоте насыпи до 70-90 м. Площадь хвостов обогатительных фабрик превысила 40 км². Образовано несколько миллионов тонн фосфогипса, складываемого на площади 3-5 км², а также других отходов промышленного производства. Ежедневно в атмосферу выбрасываются десятки тонн различных загрязняющих компонентов. Отходы захламляют территории и наносят ущерб окружающей среде. В результате окисления минералов сульфидной группы, находящихся в отвалах вскрышных пород, образуется серная кислота, которая выщелачивает тяжёлые элементы. На её основе образуется насыщенный до минерализации 330-4500 г/л фильтрат, содержащий десятки граммов меди, цинка, железа, марганца и др. элементов. Фильтрат из отвалов фосогипса имеет минерализацию более 49 г/л и содержит значительное количество фтора, соединений фосфора, сульфатов. Из хвостохранилищ происходит фильтрация загрязнённых металлами сточных вод. В процессе фильтрации этих стоков почвы и грунтовые воды загрязняются содержащимися в них компонентами. Мощными источниками загрязнения являются и сами промплощадки сосредоточенных здесь предприятий. (Сергеев и др., 1991).

Последствием развития Алмалыкского промузла явилось загрязнение Аханганского месторождения, выражающееся в увеличении минерализации грунтовых вод, высоком содержании сульфатов и марганца. Почвы в пределах промузла содержат в значительных концентрациях медь, цинк, свинец, марганец и мышьяк. На отдельных его участках, к началу 90-х годов, плотный остаток увеличился по сравнению с фоновыми значениями в 2-3 раза.

Напряжённая экологическая ситуация отмечается и в долине реки Чирчик. В её пределах расположены крупнейшие промышленные центры Республики - города Ташкент и Чирчик. Территория долины используется для выращивания различных сельскохозяйственных культур - овощей, фруктов, хлопчатника. В процессе производства сельхозпродукции широко используются различные удобрения (азотные, фосфатные, калийные) и ядохимикаты (ГХЦГ, прометрин, дакапон, рогор, пропанид, база гран и др.). В пределах долины расположены крупные животноводческие комплексы без достаточно эффективной очистки сточных вод. Здесь широко практикуется использование навоза для удобрительных поливов. Интенсивная техногенная нагрузка на территорию долины обусловила загрязнение пресных грунтовых вод соединениями азота, ядохимикатами, нефтепродуктами, фиксируемыми в концентрациях до 12 ПДК.

Результатом промышленного и сельскохозяйственного освоения явилось ухудшение качественных характеристик поверхностных и подземных вод в среднем и нижнем течении реки.

Развитие народного хозяйства Республики требует самого широкого использования различных нефтепродуктов. На всех этапах прохождения нефти и нефтепродуктов от участков добычи и переработки до потребителей в результате аварий, нарушения технологий или халатности происходят потери. Наибольшее количество нефтепродуктов теряется на нефтебазах, крупных заправочных станциях, на участках аварий нефтепроводов. Крупнейшими объектами постоянных потерь нефти и её продуктов являются нефтепромыслы и нефтеперерабатывающие заводы. В результате происходящих утечек и последующей фильтрации в водоносные горизонты происходит загрязнение подземных вод, которое проявляется на локальном и региональном уровнях. Это создаёт трудности в организации хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также осложняет эксплуатацию подземных сооружений.

Одним из примеров, иллюстрирующих загрязнение почв и грунтовых вод нефтепродуктами, может служить авария на разведочной скважине №5 Мингбулакского месторождения. Неуправляемое фонтанирование нефти началось 02.03.1992 г. и продолжалось до 02.04.1992 г., когда при ликвидационных работах вспыхнул пожар. Среднесуточный дебит фонтанирующей нефти составлял более 10 тыс. м³/сут. За период фонтанирования было залито нефтью 35-36 га орошаемых земель колхоза "Зарбдор". Произошло загрязнение почв и грунтовых вод нефтепродуктами.

После тушения пожара с 3 мая 1992 г. на месторождении "Мингбулак" производились интенсивные рекультивационные работы. Осуществлялся вывоз пропитанной нефтью земли из зоны аэрации за пределы объекта. Большая часть земель, залитых нефтью, к июлю 1992 г. была освоена для посевов риса. Незначительная часть земель, пропитанных нефтью, осталась вокруг скважины №5, где осуществляются дальнейшие работы по до разведке нефти и связанные с этим инженерные мероприятия.

Наибольшие концентрации нефтепродуктов в грунтовых водах в районе аварии отмечались и пробах, отобранных в апреле месяце, затем произошло уменьшение их

содержания. Интенсивное очищение грунтовых вод от нефтепродуктов здесь объясняется проведением активной рекультивации земель, свойствами самой нефти (высокая вязкость, низкое содержание лёгких фракций, что не способствовало от интенсивному проникновению в почву зоны аэрации), активным процессом водообмена, а также интенсивным микробиологическим разложением. Следует также отметить, что в процессе горения нефти и атмосферу поступило колоссальное количество продуктов горения. Пепел и сажа выпадали на поверхность земли на расстоянии нескольких километров от фонтанирующей скважины.

Значительную экологическую проблему для республики представляет радиоактивное загрязнение её территории с повышенными содержаниями радиоактивных элементов (урана, тория, калия). Одна из них приурочена к средней части долины р. Ахангаран. Использование последних в качестве стройматериалов обуславливает эманацию радона и его накопление в жилых помещениях. Большое количество радиоактивных отходов сосредоточено в Навоинской области, здесь осуществляется захоронение забалансовых урановых руд и загрязнённых почвогрунтов.

Одним из важнейших направлений работ по предотвращению процессов загрязнения окружающей среды в Узбекистане является захоронение образующихся отходов в недра земли, обеспечивающее их надёжную изоляцию в течение длительного времени. Возможность захоронения токсичных отходов в недра земли определяется совокупностью ряда факторов (геолого-гидрогеологические условия, тектоническая и сейсмическая активность и др.), недоучёт которых в процессе эксплуатации полигонов захоронения может привести к тяжёлым экологическим последствиям. Результат исследований свидетельствуют, что в Узбекистане имеются возможности для захоронения промышленных и прочих отходов как в глубокие горизонты-коллектора, так и в поверхностные слои земли. При этом наиболее токсичные и радиоактивные отходы, с экологических позиций, учитывая повышенную сейсмичность территории, рекомендуется доводить до пастообразного, твёрдого состояния и захоронять в зоне аэрации и горных выработках (с учётом разработки в перспективе технологий их переработки).

Широкое развитие в республике получил процесс подтопления территорий. К началу 90-х годов подтапливалось более 2 тыс. км² используемых сельскохозяйственных земель, более 150 населённых пунктов и городов.

В связи вышесказанным становится понятной актуальность этого аспекта объясняется высокой токсичностью загрязняющих веществ, обнаруживаемых в компонентах геологической среды. Результатом проблемы к началу 90-х годов начато путём проведения дорогостоящих мероприятий.

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ АРАЛА

Н.Т. Рахманбердиева

ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», Ташкент Узбекистан

e-mail: nona_198484@mail.ru

Среди глобальных экологических проблем опустынивание занимает одно из первых мест, поскольку ему подвержена четверть всей суши. Особенно активно опустынивание развивается в условиях засоления почв и недостаточного увлажнения территорий, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию. Многие из них связаны с солеными озерами аридных и субаридных районов разных континентов, что требует постоянного внимания экологов. Одной из таких территорий оказалось Приаралье - бассейн величайшего озера пустынной зоны. Резкое падение уровня Арала привело к стремительной перестройке экосистем побережий и обсохшего дна моря.

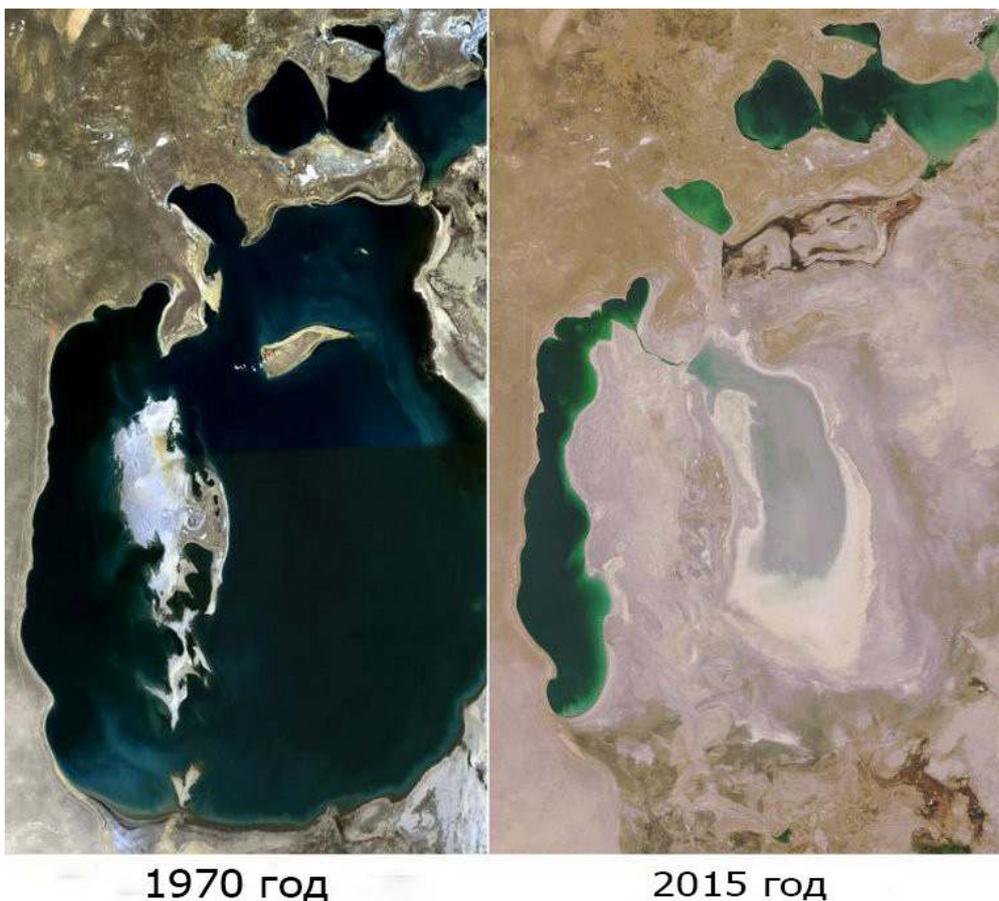
Аральская экологическая катастрофа – падение уровня моря более чем на 25 м, сокращение его объёма в десять раз, повышение солёности с 10 г/л до 80-140 г/л привели к гибели экосистем дельт и моря и осушению значительных пространств его дна, превратившегося в самую молодую в мире песчано – солончаковую пустыню Аралкум, в её эпицентр.

В последние десятилетия XX века человечество постигло несколько экологических катастроф. Среди которого занимает особое место гибель Аральского моря. Безвозвратный забор вод рек Амударьи и Сырдарьи на орошение привел к уменьшению, а затем, и практически полному прекращению стока этих рек в Аральское море. Нарушение природного равновесия, т.е. баланса стока и испарения, при котором существовал Арал, привело к – гибели экосистем дельт и моря – и необратимым изменением природной среды Туранской низменности. В результате с середины шестидесятых годов прошлого века уровень Арала, четвертого по величине внутреннего водоема планеты, неуклонно снижается. К настоящему времени абсолютный уровень моря упал почти на 30-35 м, уникальный водоем по площади уменьшаясь с 680000 до 18000 км², объем воды в нем сократился более чем на 450 км³, а площадь водной поверхности более чем 2 раза. В 27 раз сократились площади тростниковых зарослей в дельтах, высохло 50 озер с пресной водой. Площадь тугайных лесов в поймах уменьшилась в 2 – 3 раза. Деградируют кормовые угодья для скота, их продуктивность снизилась в 4 – 5 раз. Почвы иссушаются, засоляются, опустыниваются. Солёность воды в восточной мелководной части достигла 150 г/л, а на западе в глубоководном Причинковом желобе приблизилась до 90 г/л. Море разделилось на две части – Большое и Малое. Солёность воды Большого моря достигла 65 г/л, Малого 45 г/л, в которые практически не поступают остатки стока Амударьи и Сырдарьи. В пределах опустыненной дельты Амударьи, за исключением нешироких зон по обрамлению польдеров, произошло резкое снижение уровня грунтовых вод, что привело к опустынению и резкому падению ее продуктивности. Экосистемы моря и надводной дельты Амударьи оказались разрушенными. Обсохшее дно стало очагом солёнопылевыноса.

Учитывая, что последняя, как само Аральское море, испытала глубокую экологическую деградацию, сочли необходимым оценить ее современные геоэкологические условия.

В отличие от исторически сложившейся естественной, и практически не нарушенной геологической среды Устюрта, полуострова Муйнак и юго – восточного При-

аралья, геологическая среда обсохшего дна моря и ее основные компоненты находятся в стадии формирования и становления. Изменение параметров и показателей компонентов геологической среды обусловлено активным развитием гидрогеологических и геологических процессов. В первую очередь выражается в снижении уровня грунтовых вод, которые напрямую связаны с продолжающимся отступанием и падением уровня Аральского моря, что ведет к прогрессирующему опустыиванию. Экзогенные геологические процессы проявляются на обсохшем дне моря с необычной скоростью и силой. Местами они полностью преобразуют первично – аккумулятивный рельеф морского дна и формируют типичный пустынный ландшафт.



Формирование геологической среды обсохшего дна Арала характеризуется низкой и очень низкой степенью своей экологической благоприятности. Здесь широко развита высоко минерализованные грунтовые воды 10 – 50 г/л, 50 > 140 г/л, с опасными и чрезвычайно опасными содержаниями Cd, Vb, Mn, N; сильное и очень сильное засоление донных отложений; деструктивные (разрушающие) процессы физико – химического выветривания; интенсивное эоловое преобразование обсохшего дна, сопровождающееся формированием подвижных песков и мощным солепылыносом.

Геологическая среда пустыни Аралкум, расположенная восточнее вала Архангельского которой представляет собой безжизненную пласт – корковую соляно – гипсовую пустыню. В северном направлении по мере приближения к современному берегу соляно – гипсовые залежи сменяются мокрыми сильно засоленными илами, а затем рапными лужами и маршами. В отличие от низменных прибрежных пространств Причинкового желоба и описанного восточного мелководья, представляющих собой зону активного современного галогенеза, обсохший вал Архангельского является мощным очагом солепылыносам. Обширные барханные массивы вала лишь неши-

рокой перемычкой, отвечающей ныне закрывшему проливу, отделены от не менее барханных цепей Кандыргачской зоны поднятия, протягивающихся вплоть до полуострова Муйнак.

Южная часть пустыни Аралкум также характеризуется низкой и очень низкой степенью своей экологической благоприятностью. Но небольшая разница величиной состояний геологической среды этой части обсохшего дан обусловлена, прежде всего региональным гидрогеологическим условиям. Впадина Аральского моря приурочена к двум артезианским бассейнам Северо – Устюртскому и Южно – Приаральскому, граница которым совпадает с региональным разломом, ограничивающим вал Архангельского с востока. В Северо – Устюртском артезианском бассейне отсутствуют пресные и слабоминерализованные подземные воды пригодные для водоснабжения. А в Южно – Приаральском артезианском бассейне широко развиты слабосоленоватые воды (до 3 г/л). Эти воды вскрыты в районе Жылтырбаса, что несомненно улучшает геологические условия восточной части пустыни Аралкума.

На западе, между Кандыргачской зоной поднятий и чинком Устюрта, охватывает обсохшее дно Аджибайского залива и прилегающая к нему открытая часть бывшей акватории, являются весьма неблагоприятным по своим геоэкологическим условиям. Здесь отсутствуют пресные и слабосоленоватые подземные воды. Почвы представлены сильно засоленными тяжелыми суглинками, подверженными физико – химическому выветриванию и суффозионному процессу. Концентрация тяжелых металлов в почвах умеренно – опасно. На широте мыса Улкентумсык обнаружено опасное содержание Cd. Протяженные Причинковый и Аджибайский пляжи крайне неустойчивые к ветровому воздействию, потенциально являются очагами солепылевыноса.

Кандыргачская зона поднятий также характеризуется очень низкой степенью экологической благоприятности и отсутствием ресурсов слабосоленоватых напорных вод. Грунтовые воды сильно соленые. Концентрация тяжелых металлов умеренно – опасная, представленных Mo, Ba, U. В Кандыргачской зоне поднятий господствуют золотые процессы. Зона поднятий сложена подводноотмельными и доннотечениемными песками, преобразованными ветром в обширные барханные массивы. Которые являются не только мощными очагами солепылевыноса в атмосферу, но и продолжают испытывать тенденцию непрерывного разрастания. Подхваченные бурями пески барханных массивов, в виде поземки перемещаются на большие расстояния (2-12 км) формируют постепенно нарастающие и расширяющиеся песчаные покровы, перекрывающие суглинистое дно Аджибайского залива и подводной в прошлом дельты Амударьи.

Восточная часть обсохшей подводной дельты Амударьи по показателям качества компонентов геологической среды – ресурсам, минерализация грунтовых вод и геохимическим особенностям, практически полностью аналогична условиям Аджибайского «залива». Здесь, однако более слабое развитие физико – химического выветривания, что связано с литологической основой субстрата, в строении которого наряду с суглинками принимают участие и супеси. Последние при высыхании в значительной степени подвержены растрескиванию. В бывшем Рыбацком заливе пляжные пески хорошо закреплены тамариском.

В пределах восточной части пустыни Аралкум охватывает обширную территорию обрамляя Аккай – Урдабайский аллювиальные валы и тянется вдоль Аббас – Узункаирского пляжа. С востока ограничен Жылтырбасом. Здесь развиты слабосоленоватые воды верхнемелового водоносного комплекса, грунтовые воды первого от поверхности эоплейстоцен – четвертичного водоносного комплекса сильно соленые. Для почв характерна умеренно опасная концентрация тяжелых металлов Fs, Zn, V, Sr. Наряду с интенсивным вторичным засолением здесь развиты золотые процессы и

глубокое линейное эрозионное расчленение обсохшего дна стихийным сбросом вод с Думалака, через Аббас и с Жылтырбаса.

Севернее Акпеткинского архипелага, между Жылтырбасом государственной границей на северо – восточной части пустыни Аралкум, также весьма неблагоприятные. При этом основные компоненты – ресурсы напорных вод, минерализация грунтовых вод и широко развитые экзогенные геологические процессы по степени своей экологической благоприятности остаются низкими и очень низкими, как и в предшествующем комплексе. Экологическая состояния здесь более лучшее обусловлена, с хорошим экогеохимическими условиями – допустимой концентрацией в почвах тяжелых металлов, не превышающей ПДК. Столь несвойственные всему обсохшему дну геохимические условия, очевидно, связаны с особенностями состава развитых здесь донных отложений.

В Акпеткинском архипелаге такие же, как и в пределах всей восточной части обсохшего дна моря. Для отложений бывших проливов и заливов характерна умеренно опасная концентрация тяжелых металлов F, Mo, Sr. Наряду с большими запасами пластовых залежей гипса, мирабилита и галита, сформировавшихся при полном оре (гипс) и его отступлении (мирабилит, галит), архипелаг продолжает оставаться областью активного галогенеза. Руслу Тогызаркана и наиболее глубокие западины дна обсохших заливов и проливов заняты многочисленными самосадочными рапными озерами, в которые непрерывно выклиниваются высокоминерализованные грунтовые воды. Сложенные песками приподнятые участки дна заливов и проливов в результате хорошей дренированности и рассоления заросли саксаулом и практически не подвержены ветровому воздействию. Главную экологическую опасность представляет тенардитовые пухляки (обезвоженный мирабилит) архипелага. Они являются постоянными поставщиками соли в атмосферу.

Эколого – геологические условия надводной дельты Амударьи, как и пустыни Аралкум, также весьма неблагоприятные. В последнюю четверть века XX века в результате, сокращения поступления речных вод и прекращение их разливов, большинство озер и проток дельты высохли, уникальные тростниковые плавни и тугайные леса погибли, резко понизился уровень грунтовых вод. Произошло глубокое опустынивание – потеря продуктивности почв, исчез богатый животный и растительный мир.

Таким образом, антропогенно обусловленная Аральская катастрофа привела к гибели моря и возникновению грандиозной песчанно – солончаковой пустыни Аралкум, весьма неблагоприятны геоэкологические условия который оказывают негативное воздействие на природную обстановку Приаралья.

Большая часть подводной дельты Амударьи и обнажившегося дна Арала еще не преобразовано эоловыми и другими вторичными рельефообразующими процессами и сохранила свой первозданный облик слабо наклоненной к северу первично – аккумулятивной равнины. Впадина Аральского моря приурочена к Устюртскому Сырдарьинскому артезианским бассейнам, являющимися гидрогеологическими структурами I порядка. Они разделены Арало – Кызылкумским валом, Устюртским по которому сочленяются структуры II порядка – Северо – Устюртский и Южно – Приаральский артезианские бассейны, в состав которых и входит обсохшее дно Аральского моря и прилегающая к нему дельта Амударья. Дельта представлена рекой Амударья, Аральским морем и магистральными каналами Суенли – яб, Кунград – Муйнак, Шуманай – яб, Раушан (Левобережная зона). Кызкеткен, Рисовый, Куванышджарма, Кегейли (Правобережная зона), а также коллекторно – дренажными и сбросными сетями. На территории проходит основной русло р.Амударьи и ее протоки Казахдарья, Кипчакдарья, Талдык, Акдарья и др. наиболее пониженные участки дельты, т.е. бывшие озерно – болотные понижения, обводняются остатками стока Амударьи и коллекторно – дре-

нажными водами. Образованы – Судочий, Междуреченский, Думалакский польдеры, а на обсохшем дне – Муйнакский, Рыбачий Джылтырбас.

На территории республики, в основном, развита аграрное производство и в связи с этим 90-95% водных ресурсов р. Амударьи используется на орошение земель, а остальное потребляется на нужды энергетики, хозяйственно – питьевого водоснабжения, промышленности, а также для сохранения и улучшения санитарно – экологического состояния поверхностных водоемов и озер (польдеров).

До регулирования стока р. Амударьи (1960 г.) не было острой необходимости в строительстве коллекторно – дренажной системы и отвода грунтовых вод за пределы орошаемых зон. Дальнейшее увеличение посевных площадей в Северной и Южной частях территории Республики Каракалпакстан под технические и зерновые культуры, было невозможно без регулирования водно – солевого баланса грунтовых и поверхностных вод путем отведения их за пределы площадей орошения.

В правобережной зоне территории расположена крупная оросительная система канала Кызкеткен, являющаяся единственным источником, обеспечивающим водой орошаемые площади Нукусского, Кегейлинского, Чимбайского, Краузьякского и Тахтакупырского районов.

Кызкеткенский магистральный канал забирает воду непосредственно из Амударьи в створе, расположенном на 300 м выше Тахиаташской плотины. В 25 км от головного сооружения он разветвляется на два канала Куванышджарма и Кегейли. Ширина по дну составляет 30-40 м, по верху 50-60 м, глубина 1,5-2 м. Система Куванышджарма обслуживает около 86,0 тыс. га орошаемых земель. Ширина в пределах 45-50 м при глубине 2-3,5 м. Головной расход воды канала Куванышджарма колеблется от 30 до 80 м³/с. Канал орошает земли Караузского, Тахтакупырского и часть Кегейлинского районов.

Канал Кегейли орошает земли Кегейлинского, Чимбайского, частично Нукусского районов общей площадью около 105 тыс. га, из них 25 % заняты рисом. Ширина канала составляет по дну 25-35 м, по верху 45-55 м, глубина 1,5-3,0 м. Головной расход канала составляет от 40 до 80 м³/с.

В левобережной зоне территории расположена система канала Суенли, обслуживает орошаемые земли Ходжейлинского 28,7 тыс. га, Шуманайского 35,36 тыс.га, канлыкульского 34,6 тыс.га, Кунградского 41,5 тыс.га районов. Общая протяженность левобережной мелиоративной системы составляет 1892,7 п. км, в том числе внутрихозяйственной – 880 п. км. Удельная протяженность сети в этой зоне составляет 10,94 км/га.

Система магистрального канала Шуманай орошает площадь 35,36 Тис.га в Шуманайском районе. Головной расход 20-30 м³/с. По Кунградскому и Калыкульскому районам, проходит магистральный канал Кунградская ветка, общая орошаемая площадь 76,1 тыс.га. Головной расход этой ветки канала не превышает 30-45 м³/с. Кунградский коллекторно – дренажные воды сбрасывается в озеро Судочье и далее в обсохший залив аральского моря Аджибай.

В Кунградском районе, так же действует канал Раушан, общая орошаемая им площадь составляет около 20 тыс.га. Расход канала составляет 50-60 м³/с. По данным водно – солевых балансов зоны аэрации установлено, что во время промывочных и вегетационных поливов происходит интенсивное рассоление почво – грунтов зоны аэраций. В перспективе необходимо увеличить удельной протяженности коллекторно – дренажных сетей на орошаемых площадях.

В правобережной зоне территории построены и в настоящее время эффективно работают 4 магистральных коллекторов и в левобережной зоне 2 коллектора (ГЛК ККС), отводящие в Аральское море, озеро Судочье и Жылтырбас избыточные поверхностные и дренажные воды.

Водоподача на орошаемые земли составляет $5252,8 \times 10^6 \text{ м}^3$. Сбросных и дренажных вод составляет $990,248 \times 10^6 \text{ м}^3$. За пределы орошаемых площадей $4284,97 \times 10^6 \text{ м}^3$ поверхностных и грунтовых вод со средней минерализацией 3-3,5 г/л.

Опыт использования коллекторно – дренажных сетей показывает, что по мере увеличения валовой площади орошения и вододачи увеличивается и сток дренажных вод. В связи с этим, для улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель необходимо постоянное обеспечение отвода коллекторно – дренажных вод с орошаемых территории, поддержание критической глубины и тем самым не допускать процессов вторичного засоления земель.

Минерализация воды в коллекторно – сбросах изменяется от головных к устьевым частям. В период орошения эта закономерность нарушается оросительными водами р. Амударьи, сбрасываемыми в дренажные сети. Минерализация коллекторных вод территории меняется в течение года в широких пределах от 3,4-4,1 г/л до 3,4-5,0 г/л. Самая высокая минерализация коллекторно – дренажных вод наблюдается в осенне – зимний период (4,5-5,0 г/л), самая низкая в летний оросительный период (2,0-2,9 г/л), что позволяет использовать их для орошения сельхозкультур путем смешивания с оросительными водами магистральных каналов.

В гидрогеологическом отношении дельта р. Амударьи относится к зоне крайне затрудненного подземного стока. Площади поливных земель здесь всегда характеризуются повсеместной склонностью почв к вторичному засолению, а основной формой расходования грунтовых вод является испарение. В связи с большими изъятиями из р. Амударьи пресной воды и сброса в неё высокоминерализованных коллекторно – дренажных вод, качество воды, как в самой реке, так и в ирригационных каналах ухудшилось.

Для смягчения отрицательного воздействия пустыни Аралкум на прилегающие территории, необходимо проведения мониторинга комплексных природоохранных мероприятий по улучшению эколого – геологических условий его обсохшего дна Аральского моря.

Список литературы:

1. **Горшков С.П.** Концептуальные основы геоэкологии // Издательство СГУ. Смоленск 1998 г.
2. **Гладков Н.Д. и др.** Охрана природы. М., Просвещ., 1975 – 239 с.
3. **Горелов А.А.** Экология: Учеб. пособие. М., Центр, 1998 – 238 с.
4. Интернет сайт. referat.day.az/az/v18971-geosistema/part=18
5. Интернет сайт. estnauki.ru/ekologiya/7-ekologiya/848-jekotop-biocenoz.html
6. **Гальперин А.М., Ферстер В., Шеф Х.-Ю.** Техногенные массивы и охрана окружающей среды. / М.: Изд-во МГГУ, 1997.-534 с.
7. **Гольдберг В.М., Газда С.М.** Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. /: Недра, 1983.-261 с.
8. **Грязнов О.Н.** Геоэкологическое картирование как метод оценки состояния геологической среды // Геоэкологическое картирование: Матер. Всерос. конференции. -М.: Геоинформмарк, 1998. С. 90-91.
9. Не опубликованные материал отчеты ГП «Институт ГИДРОИНГЕО»

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Т.А. Баленок

ГГУ им. Ф.Скорины, Гомель,

e-mail: tatjanabalenok@gmail.com

В условиях установившегося динамического равновесия для водоемов зоны отчуждения ЧАЭС период полуочищения воды от ^{90}Sr и ^{137}Cs по разным оценкам составляет 6-10 лет и всегда превышает темпы снижения радиоактивного загрязнения за счет физического распада радионуклидов [1]. В непроточных водоемах самоочищение водных масс происходит главным образом в результате сорбции радионуклидов донными отложениями, которые являются главным хранилищем радионуклидов.

Исходя из этого, целью исследований являлось проведение сравнительного анализа распределения радионуклидов по компонентам трех водных экосистем различного происхождения на территории белорусского сектора зоны отчуждения ЧАЭС:

- естественного замкнутого водоема;
- проточного водоема, имеющего выход в р. Припять;
- затопления, образованного на месте бывших сельскохозяйственных угодий.

Научное исследование было проведено старшим научным сотрудником Р.А. Ненашевым на территории Гомельской области Хойникского района бывшего населенного пункта Масаны.

Первый объект исследований – естественное пойменное озеро Персток расположено в окрестностях бывшего населенного пункта (б.н.п.) Масаны, в 3 км от русла р. Припять и в 10 км в северо-западном направлении от ЧАЭС. Водоем является полностью замкнутым, эвтрофным, с сильной степенью зарастания. Подпитывается в основном за счет паводковых и грунтовых вод, а также атмосферных осадков. По степени проточности это временно бессточный водоем. Площадь озера равна 0,1 км². Средняя глубина – 1,84 м. Площадь водосбора небольшая и составляет 1,5 км².

Второй водоем, Масановский старик, расположен на прирусловом участке поймы р. Припять в 12 км в северо-западном направлении от ЧАЭС и имеет непосредственный выход в речное русло. Водоем является проточным и имеет непосредственный выход в речное русло, а в северной части разветвляется на два рукава. Максимальная глубина водоема - 2,2 м, скорость течения в устье – 0,02 м/с. Донные отложения имеют слой от 5 до 15 см и представлены опесчаненным илом, подстилаемым песками. Берега равнинные, заросшие кустарником, почва на территории водосбора песчаная.

Третий водоем, выбранный в качестве объекта исследований – искусственный водоем, называемый «Борщевским затоплением». Образован после перекрытия дамбой Погонянского канала в 1993 году. В результате были затоплены сельскохозяйственные угодья, а также мелиоративные системы между б.н.п. Масаны и Борщевка. Южная оконечность водоема расположена в 14 км к северу от ЧАЭС. Борщевское затопление представляет собой мелководный водоем болотного типа, площадью 11,8 км². Площадь территории водосбора – 54 км². Максимальные глубины водоема приурочены к руслам бывших мелиоративных каналов и достигают 1,5-2 м, на затопленных залежных землях уровень воды составляет в среднем 0,5-1,1 м [4].

Вода водоемов имеет низкую минерализацию (85-98 мг/л) и слабокислую реакцию среды (рН 6,5-6,8). Результаты анализа концентрации радионуклидов в поверхностных водах обследуемых водоемов представлены в таблице 1. Для сравнения содержание ^{137}Cs в водах реки Припять, к бассейну которой относятся водоемы, составляет всего 0,1-0,2 Бк/л.

Таблица 1

Концентрация радионуклидов в поверхностных водах водоемов

Параметр	Оз. Персток		Масановский старик		Борщевское затопление	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Среднее, Бк/л	9,91 ± 0,78	19,00 ± 2,12	0,50	<20	2,32 ± 0,14	3,47 ± 0,23
Минимум, Бк/л	5,00	14,00	-	-	1,00	1,40
Максимум, Бк/л	15,00	25,00	-	-	6,00	8,00
Коэффициент вариации, %	30	22	-	-	36	46

Следует подчеркнуть, что концентрация радионуклидов в воде может значительно варьировать в зависимости от сезона года, повышаясь в период половодий и паводков, когда происходит активный смыв почвенного слоя береговой линии. Как правило, доля растворенного в воде ^{137}Cs и ^{90}Sr увеличивается со снижением степени проточности водоема. Напротив, в речных водах ^{137}Cs , главным образом, ассоциирован со взвесями (до 80%) [2]. Изучение сезонной динамики концентрации радионуклидов в поверхностных водах проводилось на акватории Борщевского затопления. На рисунке 1 представлены результаты определения содержания радионуклидов в воде этого водоема в весенне-паводковый период.

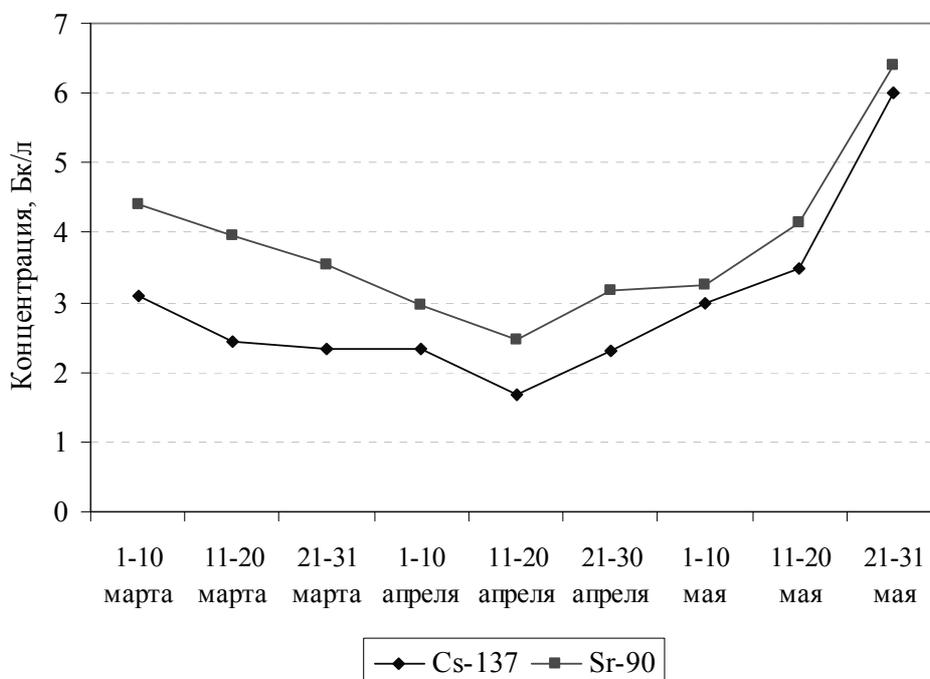


Рис. 1. Динамика изменения концентрации радионуклидов в воде Борщевского затопления в весенний период, Бк/кг

Как видно из представленных данных, минимальная концентрация как ^{137}Cs так и ^{90}Sr наблюдается в период активного снеготаяния, чему, вероятно, способствуют

обычные процессы разбавления за счет поступления талых вод в водоем. Исследованиями, проведенными украинскими учеными также установлено, что концентрация ^{137}Cs в воде пруда-охладителя Чернобыльской АЭС периодически повышается в 1,5-2 раза в течение летних месяцев относительно измерений, проведенных в зимний период [3]. Аналогичные наблюдения были получены при анализе концентрации радионуклидов в водах других водоемов. Выявлено, что сезонные колебания концентрации ^{137}Cs в воде с пиком величин в теплое время года обусловлены микробиологической деятельностью, в результате которой в воду выделяется аммоний NH_4^+ , вытесняющий ^{137}Cs с мест его сорбции на глинистых минералах донных отложений. Особенно эти процессы распространены в эвтрофированных водоемах с избыточным продуцированием органического вещества.

Следовательно, на современное радиозэкологическое состояние водных экосистем, оказавшихся в зоне воздействия последствий аварии на Чернобыльской АЭС, оказывает заметное влияние такой фактор, как тип и происхождение водоёма. Существенное значение имеет доля мобильных форм ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{241}Am в почве водосборных территорий и донных отложениях, а также степень их биологической доступности для водных растений и животных.

Список литературы:

1 **G.Linder et al.** Transport of Chernobyl Radionuclides in Freshwater Lakes / Proc. Eighth World Congress of the International Radiation Protection Association, Montreal, 1992. - P. 1693-1696.

2 **Каратаев А.Ю., Бурлакова Л.Е., Рудаковский И.А.** Радиоактивное загрязнение водоемов Беларуси // Экологическая антропология. Минск. - 1996. - С. 46-57.

3 **Nasvit O.** Radioecological situation in the cooling pond of Chernobyl NPP, Recent Research Activity about Chernobyl NPP Accident in Belarus, Ukraine and Russia / Rep. KURAI-KR-79. – Kyoto University, Japan, 2002. - P.74-85.

4 **Бондарь Ю.И., Марченко Ю.Д.** Отчет о научно-исследовательской работе // Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». Хойники. – 2015. – С. 37-47.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ

В.О. Лашук

ГТУ им. Ф.Скорины, Гомель,

e-mail: lashukvaleria1995@mail.ru

Земельные ресурсы – это часть земельного фонда страны, которая пригодна для хозяйственного использования. Они создают основу для сельскохозяйственного производства, ведения лесного хозяйства, а также для городской застройки, расселения сельского населения, размещения промышленных предприятий, транспортных коммуникаций и всех других видов наземной деятельности человека.

Земельный фонд Республики Беларусь – это площадь страны, составляющая 20759,6 тыс. га, в Европе по этому показателю Беларусь занимает 14-е место.

Для характеристики земельных ресурсов страны и оценки воздействия на них разноплановой хозяйственной деятельности используются данные по видам земель и категориям землепользователей, которые представлены в ежегодно издаваемом Реестре земельных ресурсов РБ. Данные показатели позволяют выявить долю земель, сохранившихся в естественном и полустественном состоянии, и характеризуют уровень социально-экономического развития страны (рис. 1) [1].

В структуре земельного фонда Беларуси лесные земли занимают наибольшую площадь 8652,6 тыс. га, или 41,7 %. На сельскохозяйственные приходится несколько меньше – 41,6 % (8632,3 тыс. га) территории, что свидетельствует о высокой степени сельскохозяйственной освоенности территории страны. Земли под болотами и водными объектами за год уменьшились незначительно и составляют 6,3 % (1309,4 тыс. га) территории. Другие земли занимают 10,4 % площади, или 2166 тыс. га. К ним относят земли под дорогами, под застройками, под улицами и иными местами общего пользования, под нарушенными и другими.



Рис. 1. Структура земельной площади страны по категориям земель (тыс. га).

Одним из важнейших факторов, сдерживающих устойчивое землепользование и ухудшающих экологическое состояние почвенного покрова, являются процессы де-

градации земель – водная и ветровая эрозия, минерализация осушенных торфяных почв, трансформация земель в результате добычи полезных ископаемых и строительства, снижение плодородия, радиоактивное и химическое загрязнение, выгорание осушенных торфяников и лесных земель.

По данным Белорусского НИИ почвоведения и агрохимии НАН Беларуси общая площадь эродированных и эрозионноопасных почв на сельскохозяйственных землях составляет более 4,0 млн. га (таблица 1). Доля водной эрозии на этих землях составляет 84 %, а ветровой – 16 %. К настоящему времени в Республике Беларусь полностью деградировано около 190 тыс. га торфяных почв. Динамика площади нарушенных земель в стране имеет тенденцию к увеличению. Так в 2014 г. площадь нарушенных земель на 3,1 % превысила уровень 2012 г., который был самым высоким за последнее десятилетие, и составила 26,3 тыс. га.

Наиболее опасным видом загрязнения почв Беларуси является их радионуклидное загрязнение, вызванное аварией на Чернобыльской атомной электростанции. Масштабы распространения радионуклидного загрязнения почв на территории Беларуси не имеет аналогов в мире. В настоящее время его зона охватывает 21 % территории страны.

К другим факторам, вызывающим значительную трансформацию земель, относятся жилищное, дорожное, мелиоративное и гидротехническое строительство. Они привели к преобразованию земной поверхности на территории свыше 10 тыс. км². Значительная трансформация земель связана с военными сооружениями и полигонами, площадь которых в республике составляет около 2 %. Большую угрозу почвенному покрову республики представляют пожары в лесах и на торфяниках, что обусловлено как природными (длительные засухи и засушливые явления), так и антропогенными факторами.

Таблица 1

Распределение эродированных земель по административным областям Беларуси (от общей площади эродированных сельскохозяйственных земель страны, %)

Область	Эродированные земли (%)
Минская	23,5
Витебская	21,8
Гродненская	19,3
Могилевская	20,3
Брестская	9,2
Гомельская	6,1

Наибольшие площади сельскохозяйственных земель, подверженных эрозионным процессам, характерны для Минской и Витебской областей, так как для этих территорий характерны длинные склоны, дерново-подзолистые пылевато-суглинистые почвы, развивающиеся на мощных лессовидных суглинках и лессах, малая водопроницаемость, сравнительно большое количество талых вод весной и интенсивных дождей летом, а наименьшие – для Гомельской и Брестской. Процессы деградации земель наносят значительный экономический, экологический и социальный вред, внося коррективы в земельную и природоохранную политику страны [2].

Управление земельными ресурсами в Республике Беларусь определяется проводимой государственной земельной политикой, целью которой является повышение эффективности использования и охраны земельных ресурсов как неотъемлемого ус-

ловия устойчивого социально-экономического развития страны. Основной задачей текущего периода является совершенствование земельных отношений и организационно-экономического механизма регулирования землепользования.

Повышение эффективности землепользования связано с оптимальным распределением земель по сферам и отраслям народного хозяйства, радикальным улучшением результативности использования этого ресурса во всех без исключения сегментах экономики. Генеральным направлением в распределении земель в процессе хозяйственной деятельности остается учет необходимости максимального сохранения сельскохозяйственных угодий, дальнейшее совершенствование их структуры. Однако сельскохозяйственное использование земель не всегда может быть признано как наиболее рациональное. Интересы гармоничного развития экономики страны требуют отвода под промышленное, транспортное, жилищное строительство, на рекреационные цели все новых и новых земель. Задача в том, чтобы изъятие земель сводилось к минимуму и по возможности осуществлялось вовлечение в народнохозяйственный оборот ранее не используемых территорий.

К концу прошедшего столетия в Беларуси числилось 43,6 тыс. га нарушенных земель, подлежащих рекультивации. В 1997–2005 гг. объемы работ по рекультивации в республике значительно сократились и в настоящее время этому вопросу уделяется повышенное внимание, наряду с ликвидацией несанкционированных свалок промышленных и бытовых отходов, иного загрязнения территорий. По поручению Главы государства с 2001 года Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды проводит более активную политику по наведению порядка на земле. Ведется постоянный контроль за состоянием земель со стороны всех государственных органов.

В целом структура землепользования Беларуси является благоприятной в экологическом отношении. В ней преобладают земли с сохранившимися в естественном состоянии природными комплексами (леса, луга, болота, водоемы). Они занимают 2/3 территории страны. На перспективу можно прогнозировать сохранение тенденции к увеличению площади природных угодий, поскольку планируется продолжить выведение из оборота малопродуктивных пахотных угодий с их переводом в лесные и луговые земли.

Наиболее высокая степень сохранения природных комплексов имеет место в южной и северной частях страны, соответственно в Полесской и Позерской ландшафтных провинциях. В силу этого, данные территории могут рассматриваться как крупные природные ядра, выступающие факторами экологической стабилизации не только национального уровня, но и всего Восточно-Европейского региона.

Список литературы:

1. Государственный земельный кадастр РБ: сборник «Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь» (по состоянию на 1 января 2015 г.) / под ред. специалистов отдела кадастра Государственного комитета по имуществу РБ. – Минск, 2015. – 28 с.
2. Состояние окружающей среды Республики Беларусь: нац. доклад // М-во природ. ресур. и охраны окружающей среды Республики Беларусь, гос. науч. учр-е «инс-т природопользования нац. академ наук Беларуси». – Минск: Белтаможсервис, 2010. – С 219 – 233.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ КЛУБА ЮНЫХ ГЕОЛОГОВ-ЭКОЛОГОВ г.ОРСКА, ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ

К. Бусыгин

МАУДО «Дворец пионеров и школьников г.Орска»

Клуб юных геологов-экологов

e-mail: geolclub@mail.ru

Орскому Клубу юных геологов-экологов в октябре 2016 года исполняется 40 лет. Клуб был основан в далеком 1976 году при Орской геофизической экспедиции. Основатель Клуба - Никифоров Анатолий Васильевич, в то время - начальник Тематической партии экспедиции. Все 40 лет Никифоров А.В. - бессменный геолог-наставник юных геологов, организатор и руководитель всех экологических работ Клуба.

В восточной части Оренбургского Урала за последние 80 лет сформировался крупный промышленный комплекс, ядром которого является город Орск и куда входят города Новотроицк, Гай, Медногорск, Кувандык, Ясный, Светлый.

В пределах промышленного узла находится большое количество источников загрязнения окружающей среды, в том числе опасными веществами: углеводородами, сернистыми соединениями, свинцом, ртутью, кадмием, медью и другими тяжёлыми металлами. Основными агентами загрязнения окружающей среды являются выбросы в атмосферу пыли, газов и аэрозолей, сброс загрязнённых рудничных и промышленных вод, отвалы отработанных веществ.

Начиная с 1991 года, юными геологами проводятся ежегодные экологические работы различной направленности. Вот перечень экологических работ, проведенных Клубом юных геологов-экологов в последние два года в восточных районах области.

- Мониторинг воздушной среды г.Орска и прилегающих территорий путем проведения снеговой съёмки - март 2014 г.;

- Проведение работ по отбору снеговых проб - март 2015 г. и их первичная обработка с привлечением учащихся школ города.

- Исследование состояния соленакопителей и солеиспарителя Южно-уральского Никелькомбината (г.Орск) и их влияния на окружающую территорию.

- Исследовательские работы по проблеме самовозгорания пиритных отвалов колчеданных месторождений - Гайское и Осеннее месторождения. (Полевые наблюдения, отбор проб, проведение экспериментов с серноколчеданными рудами).

- Состояние природной среды Гайского горно-промышленного комплекса по данным дистанционного зондирования космических фотосъёмок.

- «Зеленый щит города Орска» - состояние и проблемы городских зеленых насаждений

- Оценка состояния растительного сообщества самого южного в Оренбургской области природного резервата сосны - реликтового Карагайского бора после пожаров 1996, 2006, 2010 г.г. Полевые исследования юных геологов в период летней полевой практики: июнь-июль 2014, 2015, 2016 г. г.

- Состояние, мониторинг и охрана малых рек Восточного Оренбуржья.

Обследование верховий реки Губерля и её притоков. Полевые работы юных геологов в период летних полевых практик - июль 2014, 2015, 2016 г.г.

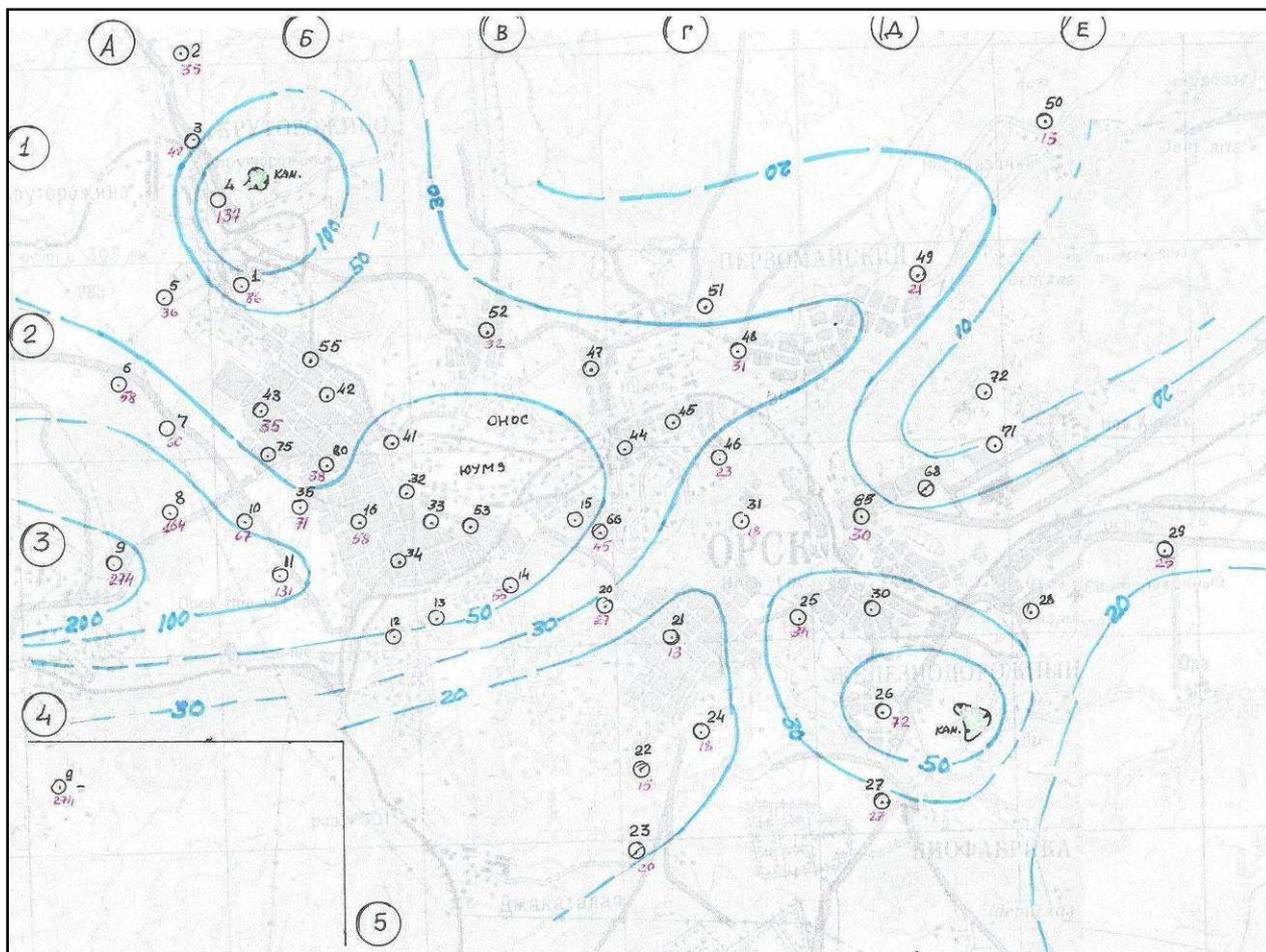


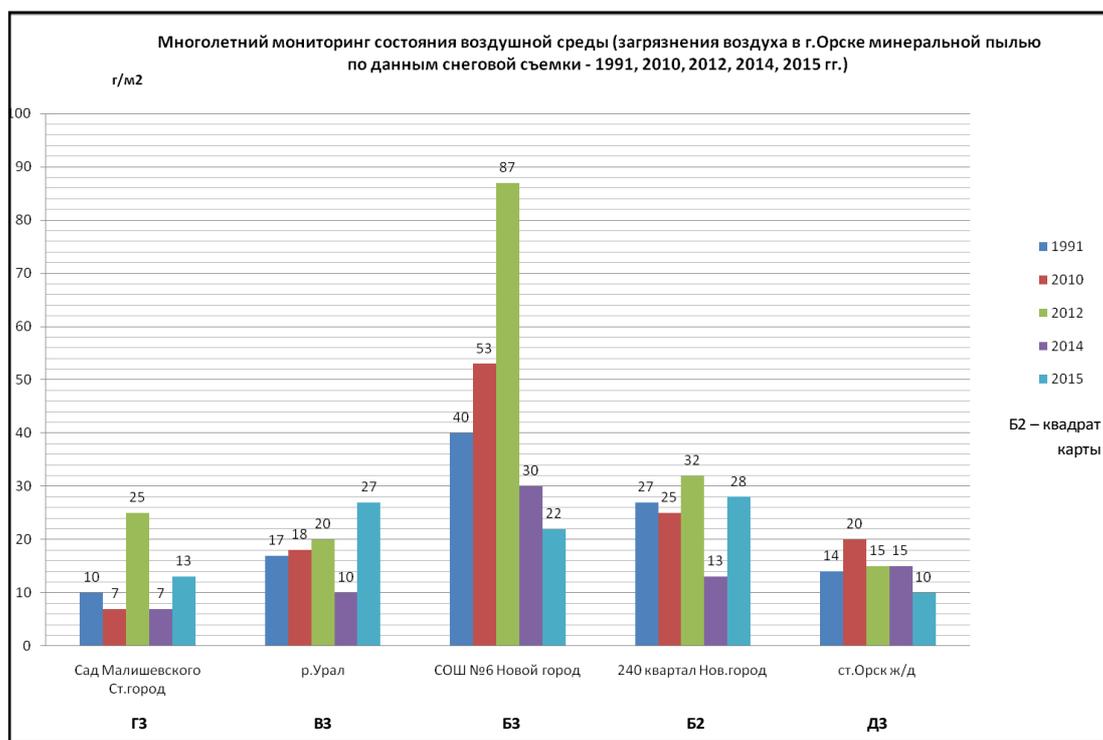
Рис. 1. Карта загрязнения снегового покрова минеральной пылью 2015 г. (масштаб 1:100 000)

Условные обозначения: 5 - места отбора проб снега, ³⁶ - номер пробы, 6 - количество пыли, г/м², 137 - изоконцентраты пыли, г/м²

Снеговая съёмка, проводимая на протяжении многих лет Клубом юных геологов-экологов в пределах г. Орска позволяет дать независимую оценку степени загрязнения воздушной среды, к тому же весьма мало затратным способом. Регулярный (почти ежегодный) отбор снеговых проб из «ключевых» участков городской территории, проводимый юными геологами городского Клуба, позволяет вести мониторинг экологической обстановки.

На составленной, по материалам снеговой съёмки 2015г., карте загрязнения снегового покрова в западной части города выделяется крупный максимум (до 270 г/м²), обусловленный выбросами минеральной пыли крупнейшими предприятиями г. Новотроицка: Орско - Халиловским металлургическим комбинатом (ОХМК), и Новотроицким цементным заводом.

Также контрастно выделяются два локальных максимума загрязнения в СЗ и ЮВ частях городской территории. Первый из них связан с пылевыми выбросами, расположенного здесь предприятия по добыче строительного камня в пос. Круторожино - Орского карьероуправления. Второй максимум пылевого загрязнения расположен в пос. Железнодорожный вблизи Орского мясокомбината. Это может быть вызвано с одной стороны - интенсивными выбросами автотранспорта на проходящей через посёлок основной транспортной магистрали города, а с другой стороны - пылевыми выбросами расположенного недалеко предприятия по добыче строительного камня и его переработке для нужд Южно-Уральской железной дороги.



Центральная и южная часть Нового города - основного жилого массива Орска, имеет высокую степень загрязнения снегового покрова (более 50г/м²). Это загрязнение является суммарным наложением пылевых выбросов расположенных вблизи предприятий Орска (ОНОС, ЮУМЗ, ОМЗ, ТЭЦ и др.), интенсивного движения автотранспорта и относительной близостью интенсивно пылящих промпредприятий г. Новотроицка.

Сравнивая характер распределения пылевой нагрузки по данным снеговых съёмок, выполняемых с участием юных геологов Клуба, заметно увеличение роли автотранспорта в общем загрязнении приземного воздуха.

Результаты многолетнего мониторинга пылевого загрязнения воздушной среды начиная с 1991года и, особенно, в период с 2010 по 2015г.г., когда снеговые съёмки стали проводиться регулярно, иллюстрируются серией гистограмм. На приведенном рисунке приведены гистограммы загрязнений снегового покрова по нескольким «ключевым» участкам города Орска. Почти на всех гистограммах заметна одна важная особенность: рост значений с 1991 по 2012 год (достигая запредельных величин - 252 г/м² в пос. Никель возле СЭС), затем после 2012 года происходит резкий спад в 3 - 4 раза и более. Главное событие этого периода: остановка пирометаллургического производства никеля на Никелькомбинате в октябре 2012 года. Причём снижение уровня загрязнения снегового покрова минеральной пылью в жилых посёлках, расположенных вблизи Никелькомбината, составило:

- пос. Никель - в 9 раз;
- пос. Строитель - в 7 раз;
- Новый город - в 3 раза.

После остановки Никелькомбината, загрязнение снега (и воздушной среды) в г.Орске установилось на уровне среднезагрязнённых городов области и России и составляет 20 - 50 г/м².

Снеговая съёмка даёт дополнительную независимую оценку степени загрязнения воздушной среды. Регулярный (ежегодный) отбор снеговых проб из «ключевых» участков городской территории, проводимый юными геологами городского Клуба, позволяет вести мониторинг экологической обстановки.

ГОРОД ГАЙ - ВЗГЛЯД ИЗ КОСМОСА

Е. Мокров

МАУДО «Дворец пионеров и школьников г.Орска»

Клуб юных геологов-экологов

e-mail: geolclub@mail.ru

1. Космосъемка. Общие сведения

История дистанционной съемки начинается в 1783 году, когда французы братья Монгольфье в Анноне запустили свой первый аэростат. В 1858 году знаменитый французский воздухоплаватель и фотограф Гаспар Турнашон получил первые фотографии местности с высоты 300 м.

Первая фотография Земли из космоса была получена 24 октября 1946 года с автоматической ракеты V-2, запущенной США. Первая фотография Земли со спутника была получена 14 августа 1959 года американским спутником Explorer-6. Первая фотография Луны была получена 6 октября 1959 года. Первая ручная фотосъемка Земли из космоса была произведена Германом Титовым 6 августа 1961 года с борта станции «Восток-2».

В настоящее время в мире широко используются спутники типа «Landsat», «Envisat». В России – «Метеор», «Ресурс», «Алмаз».

Спутниковая фотосъемка применяется во многих отраслях деятельности человека — сельском хозяйстве, геологических и гидрологических исследованиях, лесоводстве, охране окружающей среды, планировке территорий, образовательных, разведывательных и военных целях.

В видимом и инфракрасном диапазонах съёмки проводятся фотографическими, телевизионными и сканерными методами, при этом используется естественное отражение электромагнитных волн от объектов или их вторичное тепловое излучение, вызванное солнечной радиацией. В микроволновой части спектра проводятся активные, или радарные, съёмки с применением искусственных источников излучения.

По охвату территории космические снимки делятся на снимки глобального (континентального), регионального и детального уровня.

2. История Гайского ГОКа

Гайское медно-колчеданное месторождение было признано промышленным в 1951 году. Первооткрывателями Гайского медно-колчеданного месторождения являются геологи Рудницкий И. Л., Сибирская Н. А., Ленных В. И., Малютин В. Л., Недожогин М. С., Скрипиль В. И. Все они удостоены звания лауреатов Ленинской премии.

На Гайском месторождении в больших количествах добывается медь и цинк, также, в меньших количествах, золото и серебро. Еще на нашем месторождении добываются редкие и рассеянные элементы: галлий, кадмий, теллур, висмут, селен.

Градообразующим предприятием является Гайский горно-обогатительный комбинат.

Структура Гайского ГОКа:

открытый рудник, подземный рудник, обогатительная фабрика, шахтостроительное управление.



Рис. Космический снимок г. Гая 2014 г.

Условные обозначения: 1 - Городское кладбище, 2 - Завод «Электропреобразователь», 3 - Гайский завод по обработке цветных металлов «Сплав», 4 - Хвостохранилище Гайского ГОКа, 5 - Поселок Калиновка, 6 - Санаторий «Гай», 7 - Река Елшанка, 8 - 6-й микрорайон, 9 - 8-й микрорайон, 10 - Отвал карьера №2, 11 - Прудки кислых подотвальных вод отвала №2, 12 - Карьер №2, 13 - Карьер №3, 14 - Карьер №1, 15 - Отвал карьера №1, 16 - Прудки кислых подотвальных вод отвала №1, 17 - Главное управление Гайского ГОКа, 18 - Городской парк, 19 - Городской стадион, 20 - Глиняный отвал, 21 - Автодорога Гай-Энергетик, 22 - Автодорога и железная дорога Гай-Орск, 23 - Автодорога Гай-Колпакское, 24 - Нефтепровод Салават-Орск, 25 - Коллективные сады, 26 - Проспект Победы, 27 - Улица Ленина, 28 - Улица Промышленная, 29 - 9-й микрорайон.

За 50 лет Гайский ГОК добыл более 5 млн. т меди, более 1 млн. т цинка, более 100 т золота, более 1000 т серебра и т.д.

Комбинат обеспечивает ежегодную добычу 70 тыс. тонн меди и является основным поставщиком меди для предприятий Урала. Численность рабочих на нем – более 7000 человек. Комбинат обеспечивает 60% городского бюджета Гая.

Подземный рудник состоит из 6 шахт, самая глубокая шахта – «Новая» (глубина-1419м).

Добыча руды открытым способом уже не производится. Сейчас в городе 3 карьера – карьер №1 (добыча велась с 1959 по 1998 г.), карьер №2 (добыча велась с 1961 по 2003 г.) и карьер №3 (добыча велась с 1988 по 2010 г.).

3. Город Гая на космических снимках

3.1 Городская жилая застройка

На космоснимке хорошо просматривается жилая застройка г. Гая Четкими прямоугольниками выделяются отдельные кварталы, прямые улицы, ориентированные в юго-западном направлении.

Приблизительно 30% всей жилой застройки г. Гая занимает частный сектор. Это одноэтажные жилые дома, построенные в 60-х – 80-х годах XX века. На космоснимке они выделяются белыми точками с приусадебными участками вокруг.

Проспект Победы - одна из главных транспортных магистралей города. Улица Промышленная - самая северная - отделяет зону жилой застройки от промышленной зоны.

Центральная и самая длинная улица города - улица Ленина. На ней находится городской бульвар и центральная площадь города. Жилую застройку с северо-запада, юго-запада и юго-востока окаймляют лесополосы из берёзы, вяза и клёна, которые на космоснимке выделяются широкими зелеными полосами.

Между жилой зоной Гая и карьерами находятся частные сады-огороды, занимающие около 10% площади всего города. Заметны границы между отдельными участками, дороги в садоводческих товариществах. По их территории протекает река Елшанка, опознаваемая на космоснимке по углубленному руслу и каскаду запруд для полива.

В южной и юго-западной частях города ведется активное строительство жилых домов коттеджного типа. Это - 6-й и 9-й микрорайоны города. Они занимают примерно 20 процентов всей жилой застройки Гая.

На космоснимке хорошо видны прямые ленты автомобильных дорог, ведущих в разных направлениях. На север уходит автодорога Гай - Энергетик, а на восток, мимо п. Калиновка, идёт автодорога Гай - Колпакское – Новоорск.

На западе из Гая выходит одноколейная железная дорога, по которой поставляется на Гайскую обогатительную фабрику медная руда из карьеров месторождений Домбаровского района Оренбургской области. Параллельно ей проходит основная автодорога Гай – Орск. Обе дороги проходят в коридоре защитных лесополос.

3.2 Зона промышленной застройки

Большую часть зоны промышленной застройки занимает территория Гайского ГОКа. Промзона ГОКа включает в себя: обогатительную фабрику, шахтостроительное управление, отвалы и три карьера. Самый крупный карьер - северный №1; южный - №2; карьер №3 - самый маленький, примыкает с юга к карьере №1. Они хорошо идентифицируются по характерной эллипсовидной форме и многочисленным уступам.

На космоснимке хорошо видны отвалы: на востоке от карьера № 1 и на юге от карьера № 2. К югу от отвала карьера №1 находится глиняный отвал, который видно по его бурому цвету. Глина используется для производства закладочных смесей.

На снимке по темному фону хорошо идентифицируются два прудка-накопителя для сбора кислых подотвальных вод. Один прудок - на юго-востоке от отвала карьера №2, второй прудок - на востоке от отвала карьера №1.

В северной части г. Гая находятся отстойники – хвостохранилище обогатительной фабрики, состоящее из трех прудов. Они полностью заполнены. Осажденный и освобожденный от воды песок используют для приготовления твердеющей закладочной смеси и заполнения выработанных пространств подземного рудника.

На космическом снимке хорошо видно соотношение площади городских кварталов и площади промзоны. Промзона почти в 1,5 раза превышает заселенную часть города и находится от нее в непосредственной близости. Это оказывает на жизнь города определенное негативное воздействие:

1. Пылевая нагрузка.

Хотя ГГОК и делает все для того, чтобы снизить шансы появления пыли в городе, в сухое время года, особенно при сильном ветре, отвалы сильно пылят, пыль идет на город вследствие маленького расстояния между жилой зоной и отвалами.

2. Выбросы сернистого газа с отвала карьера №3.

При отработке карьера №3 вскрышные породы и некондиционные руды размещались во внутреннем отвале карьера №1. Здесь время от времени стал происходить процесс разогрева руды и выделение сернистого газа в результате окислительных реакций. Для борьбы с этим пришлось перевозить часть отвала обратно в неработающий карьер №3 и распределять его тонким слоем по всему днищу, не допуская саморазогрева и возгорания.

3. Воздействие на почву кислых подотвальных вод.

Между зелёной рощей санатория «Гай» и накопительным прудком заметна полоса степной поверхности с тёмным фоном. Так выглядит местность после воздействия на неё кислых сульфатных вод, излившихся из-под отвала №2 в 90-е годы, до строительства накопительного прудка. Тогда, по данным экологических наблюдений, на этом участке растительность была уничтожена полностью

4. Полностью заполненные пруды-отстойники обогатительной фабрики.

Три пруда-отстойника – старое хвостохранилище обогатительной фабрики, полностью заполнены, слив «хвостов» туда уже не производится, вода частично испаряется, частично уходит под землю и стекает в близлежащие ручьи. По космоснимку 2013 года видно, что часть «хвостов» обнажена, это может в будущем служить новым источником токсичной пыли в воздухе.

5. Поиск площадей под новое хвостохранилище.

С 2006 года Гайский ГОК перевел хвостохранилище обогатительной фабрики в выработанное пространство карьера №2. На снимке 2013 г. заметно, что значительная часть карьера №2 уже заполнена флотохвостами, которые по трубопроводам сбрасываются в карьер. Несмотря на то, что рекультивация этого карьера была рассчитана на 30 лет, видно, что он будет наполнен уже в скором времени. В настоящее время Гайский ГОК разрабатывает площади на территории Гайского района под строительство нового хвостохранилища.

Заключение

Космические снимки, как никакие другие материалы, позволяют одним взглядом оценить любую территорию Земли. Особенно наглядны детальные снимки, где хорошо видно как состояние природных ландшафтов, так и все следы человеческой деятельности.

Рассматривая космоснимки моего родного города Гая в разные годы, можно оценить состояние и изменение во времени природной среды и инфраструктуры и предположить, какие факторы могут оказывать на нее негативное влияние. Исходя из этого, можно наметить мероприятия по уменьшению воздействия неблагоприятных экологических факторов на природу и жителей города.

ЛИТОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕЧИЦКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИПЯТСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ

О.Д. Орлова

ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель, Беларусь,

e-mail: olya_olya_orlova@mail.ru

Изучение процессов, происходящих в верхних горизонтах литосферы в связи с инженерной деятельностью человека, традиционно считается одной из главных научных задач инженерной геологии. При этом предметами исследований все чаще выступают *литотехнические системы (ЛТС)*, под которыми понимают любые комбинации из технических устройств и литосферного блока любой размерности, элементы которых взаимодействуют друг с другом и объединяются единством выполняемой социально-экономической функции. В инженерной геологии они изучаются с целью обеспечения устойчивого функционирования инженерных сооружений либо инженерно-хозяйственной деятельности человека в целом [1]. Синонимом понятия ЛТС является понятие «*природно-технической системы*» (ПТС), или *геосистемы*. По В.К. Епишину природно-технической системой называется совокупность инженерного сооружения (комплекса инженерных сооружений) с частью геологической среды в зоне его (их) влияния, имеющей операционально фиксированные границы [2]. Согласно В.А. Королеву, под литотехнической системой следует понимать часть (или подсистему) природно-технической системы, включающую подсистему инженерных сооружений (объектов техносферы) и взаимодействующую с ней часть литосферы (геологическую подсистему) [1].

Исследование вопросов, связанных с оценкой техногенного воздействия на геологическую среду, невозможно без типизации и классификации ЛТС и ПТС. Однако в настоящее время нет единого подхода к типизации и классифицированию ЛТС и ПТС. Известно, что полное множество ЛТС, равно как и ПТС, составляет их иерархия, в которой по условиям функционирования систем выделяют элементарные, локальные, региональные, национальные и глобальные уровни.

Так, например, в работе Г.К. Бондарика и Л.А. Ярг приводится характеристика ПТС для различных структурных уровней: элементарного, локального и регионального. В качестве показателей характеристики ПТС авторы предлагают рассматривать компоненты области геологической среды (литосферы), особенности взаимодействия природной и техногенной составляющих системы, экзогенные геологические процессы, границы, режим и методы прогноза функционирования природно-технической системы, а также организационную структуру, в рамках которой осуществляются прогноз функционирования и управление ПТС [1].

Другим примером может послужить типизация литотехнических систем Л.А. Куркиной, выполненная применительно к Каратаускому фосфоритовому бассейну. Данная типизация предполагает учитывать ряд факторов, среди которых основными являются условия (техногенный литогенез и/или техногенный гипергенез) и время (существующие или планируемые) функционирования ЛТС, а также характер (горно-рудничная и инженерно-хозяйственная деятельность) и виды (карьерный, подземно-рудничный, промышленный, селитебный, водный, дорожный, сельскохозяйственный и др.) хозяйственной деятельности человека [1].

Существует лишь несколько схем общего инженерно-геологического районирования территории Беларуси, составленные до уровня районов и подрайонов.

На основе материалов инженерно-геологических изысканий площадки под строительство сооружений на естественных основаниях определим соответствия и противоречия в типизациях литотехнических систем, предложенных различными авторами.

Исследуемый участок находится в административных границах Речицкого района Гомельской области Республики Беларусь. На площадке спроектирована эксплуатационная скважина № 307 Речицкого нефтяного месторождения Припятской нефтегазоносной области, расположенная в 0,7 км к северо-востоку от н. п. Будка. Площадь инженерно-геологической съёмки составляет 23,1 га. Участок работ расположен на слабоволнистой озёрно-аллювиальной равнине, которая в геоморфологическом отношении принадлежит подобласти Белорусского Полесья, Хойникской низине. Рельеф равнинный с плавными понижениями, часто заболоченными.

В геологическом строении территории изысканий участвуют озерно-аллювиальные отложения плейстоценового возраста поозерского горизонта (l, aQ_3pz) (рис. 1), представленные четырьмя инженерно-геологическими элементами (ИГЭ): песками пылеватыми прочными (ИГЭ – 1), песками мелкими средней прочности (ИГЭ – 2), песками мелкими прочными (ИГЭ – 3) и супесью средней прочности (ИГЭ – 4). Инженерно-геологические элементы выделены с учетом структурно-текстурных особенностей грунтов и данных зондирования. Классификация песчаных грунтов по литологии производилась по результатам комплексных исследований грунта лабораторными методами согласно СТБ 943-2007. Глинистые грунты по прочности расчленены по данным статического зондирования, комплексно отражающим структурно-текстурные особенности грунтов согласно таблице 1.



Рис. 1. Инженерно-геологический разрез по линии скважин 1 – 5 – 10

Вскрытая мощность отложений достигает 7,7 м. С поверхности развит почвенно-растительный слой мощностью 0,2 – 0,3 м. На площадке обнаружены грунтовые воды и воды спорадического распространения, имеющие единый установившийся уровень. Воды безнапорные. Питание водоносного горизонта осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков. Грунтовые воды вскрыты всеми скважинами на глубинах 1,8 – 2,2 м, приурочены к биогенным отложениям и пескам мелким и пылеватым. Воды спорадического распространения приурочены к тонким прослойкам песков мощностью до 0,2 м [3].

Таблица 1.

Разновидности грунтов по результатам статического зондирования
(составила Орлова О.Д. на основании таблиц 6.2, 6.5 ТКП 45-5.01-15-2005)

Вид, тип, подгруппа (генезис) грунта	Разновидность грунта	Значения удельного сопротивления грунта под наконечником зонда q_c , МПа
Песок пылеватый	Прочный	$q_c > 8,3$
Песок мелкий	Средней прочности	$1,2 \leq q_c \leq 8,3$
Песок мелкий	Прочный	$q_c > 8,3$
Супесь, суглинок, глина (кроме моренных)	Средней прочности	$1 \leq q_c \leq 4,6$

Районирование инженерно-геологических условий территории Беларуси проведено А.Н. Галкиным на основе типизации геологической основы и эксплуатации различных ЛТС. Инженерно-геологическое районирование выполнено А.Н. Галкиным по схеме однорядного последовательного районирования до уровня инженерно-геологических районов и по своему содержанию является смешанным [1]. Классификация предлагает выделение инженерно-геологических регионов второго порядка, провинций, зон, подзон, областей первого порядка и областей второго порядка, дифференцированных на инженерно-геологические районы, сложенные определённым геолого-генетическим комплексом отложений.

Исследуемая мной площадка, согласно инженерно-геологическому районированию А.Н. Галкина, относится к инженерно-геологическому региону второго порядка – Балтийско-Белорусской синеклизе, к провинции распространения пород и осадков без жёстких связей, к зоне распространения талых и мёрзлых пород, к подзоне развития сильноувлажнённых пород, к области первого порядка – области пластово-аккумулятивных равнин и заболоченных аллювиальных и озёрно-аллювиальных низин, к области второго порядка – Василевичской водно-ледниковой и озерно-аллювиальной низине.

Схема инженерно-геологического районирования территории Беларуси, составленная Г.А. Колпашниковым основана на комплексном учете всех важнейших факторов, обусловивших формирование ее современных инженерно-геологических условий: тектонического строения (по образованиям структур осадочного чехла) и геолого-геоморфологических признаков, учитывающих особенности накопления и распространения пород ледниковой формации. Такое районирование является общим и комплексным. Оно учитывает как регионально-геологические (структуры), так и зонально-климатические факторы (области распространения покровных оледенений, климатические особенности территории и др.) [4].

В соответствии со схемой Г.А. Колпашникова, рассматриваемая площадка относится к Припятско-Днепровскому региону (региону первого порядка), Припятской впадине (подрегиону, или региону второго порядка), инженерно-геологической области Белорусского Полесья (северной части Полесской низменности), инженерно-геологической подобласти Гомельского Полесья.

Ещё одна схема инженерно-геологического районирования представлена в Национальном атласе Республики Беларусь. Здесь при районировании выделяется меньшее количество таксономических единиц, и, следовательно, схема является более обобщённой, учитывающей меньшее количество факторов, обуславливающих формирование определённого участка. Таксономическими единицами являются инже-

нерно-геологический регион, инженерно-геологическая область и инженерно-геологический район.

Согласно схеме инженерно-геологического районирования Национального атласа [5], площадка Речицкого нефтяного месторождения относится к Припятскому инженерно-геологическому региону, инженерно-геологической области Гомельского Полесья, инженерно-геологическому району аллювиальных отложений вторых надпойменных террас, которые подстилаются отложениями днепровской и березинской стадии припятского оледенения.

По схеме районирования, предложенной Институтом геологических наук НАН Беларуси, исходной единицей районирования является геоморфологический район, выделяющийся по общему облику рельефа, позволяющему отличить его от соседних территорий. В качестве отличительных признаков выступают преобладающие комплексы форм и типов рельефа, которые образуют местные высотные ступени с характерным типом расчленения и специфически отражают тектонические особенности территории, а также выделяются по характеру проявления современных рельефообразующих процессов [6].

Анализ геоморфологической схемы позволил отнести изучаемый участок к области Полесской низменности (таксономическая единица наиболее высокого ранга), подобласти Белорусского Полесья, Речицкой аллювиальной низине.

В заключение считаю важным отметить значимость типизации и классификации литотехнических систем, т.к. схемы инженерно-геологического районирования служат необходимым документом при проектировании комплексов зданий и сооружений. Также схемы районирования включают в себя информацию об особенностях распространения геологических структур, которые являются отражением событий, прошедших в прошлые эпохи. Инженерно-геологические подразделения содержат информацию о свойствах грунтовых толщ, геологических процессах, особенностях строения рельефа и др.

Как видно из вышеописанных схем инженерно-геологического районирования, все они основаны на различных принципах и признаках, и имеют различную систему районирования. Поэтому решение вопросов районирования остаётся дискуссионным. Это относится, в частности, к выделению инженерно-геологических регионов. Исследуемая площадка Речицкого нефтяного месторождения при принятии определённой системы районирования делится на различные таксономические единицы, что обуславливает разные иерархические особенности её изучения.

Список литературы:

1 **Галкин А.Н.** Литотехнические системы Белоруссии: закономерности функционирования, мониторинг и инженерно-геологическое обоснование управления. – М: Изд-во МГУ, 2014. – 401 с.

2 **Королёв В.А.** Мониторинг геологической среды: учебник / под редакцией В.Т. Трофимова. – М: Изд-во МГУ, 1995. – 272 с.

3 **Орлова О.Д., Алиева И.А.** Отчеты по производственной практике. – Гомель, 2015. – 29 с.

4 **Колпашников, Г.А, Смиронова Г.Ф.** Инженерно-геологическое районирование и его значение для оценки прочностных и деформационных свойств грунтов как оснований зданий и сооружений // Геотехника Беларуси: наука и практика: материалы Международной научно-технической конференции / БНТУ, 2013. – С. 51 - 57.

5 Национальный атлас Республики Беларусь. – Мн., 2002. – 291 с.

6 Геология Беларуси. – Мн.: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.

ГЕОЭКОЛОГИЯ КРУПНЫХ ГОРОДОВ НА ОСНОВЕ СОСТАВА СНЕГОВОГО ПОКРОВА (НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНЬ)

К.Э. Зотина, Р.Р. Галлямов, Н.А. Курлянов, Р.Х. Мусин
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань,
e-mail: zt.ksenya@mail.ru

Одной из основных проблем современности является неуклонное ухудшение общего экологического состояния окружающей среды. В наиболее концентрированной форме различные экологические проблемы проявлены в пределах мегаполисов, на площадях разрабатываемых месторождений разнотипных полезных ископаемых, в окрестностях полигонов захоронения промышленных и бытовых отходов, и т.д.

Цель работы – геоэкологическая характеристика г. Казани на основе данных изучения состава снегового покрова.

Состав атмосферных осадков зависит от большого количества природных и техногенных факторов. Прогрессирующее загрязнение атмосферы обуславливает неуклонное изменение качества атмосферных осадков, которое выражается, в первую очередь, в снижении их рН и увеличении минерализации. Направленное изменение состава атмосферных осадков в значительной степени определяет и негативные изменения качества поверхностных и грунтовых вод [1]. Площадные данные по составу атмосферных осадков могут являться одним из главных инструментов разномасштабного геоэкологического районирования территорий. При этом основным объектом изучения должен являться снеговой покров, в котором концентрируется значительная часть продуктов техногенеза из-за высокой сорбционной способности снега, а также его относительно длительного экспонирования.

Авторами в феврале 2016 г. проведено опробование снегового покрова большей части микрорайонов г. Казани и его окрестностей (рис.). Пробы отбирались в чистые 5 л пластиковые бутылки или полиэтиленовые мешки с помощью пластиковой трубы диаметром 110 мм на полную мощность снегового покрова методом конверта. Талая вода профильтровывалась через фильтр “синяя лента”, далее фильтрат направлялся на ионный хроматограф Dionex-1600 для выявления концентраций основных анионов и катионов (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , F^- , Br^- , PO_4^{3-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Li^+) и атомно-абсорбционный спектрометр ContrAA-700 для анализа микрокомпонентов (в первую очередь тяжёлых металлов – Fe, Mn, Ni, Cu, Co, Cr, Pb, Zn, Cd). Кроме этого в фильтраатах определялись значения и концентрации рН, электропроводности, кондуктометрической минерализации, гидрокарбонатов, кремнекислоты, перманганатной окисляемости. Масса взвеси, остающейся на фильтрах, использовалась для расчета количества пылевых атмосферных выпадений на единицу площади. Химико-аналитические исследования проводились по действующим нормативным документам (ПНД Ф 14.2:4.176-2000, ПНД Ф 14.1:2:4.131-98 и др.). Общее количество отобранных и проанализированных проб – 82.

Казань является крупным промышленно-гражданским центром на востоке европейской России. Город расположен в левобережной части Волжской долины, его площадь – 614 км², численность населения ~ 1,2 млн. человек. Промышленный потенциал Казани определяется в настоящее время предприятиями химической, нефтехимической, энергетической, пищевой и строительной промышленности, а также машиностроения (ОАО “Оргсинтез”, “Нэфис”, ТЭЦ-1, -2, -3, “Казанский вертолетный завод” и др.). Норма осадков – 593,4 мм/год, из них на холодный период приходится

228,6 мм [4]. По данным Государственного доклада о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан [2]: совокупный выброс в атмосферу загрязняющих веществ в 2014 г. составил 104 тыс. т, из них более 70% это выбросы автотранспорта; общее количество зарегистрированных в городе автомобилей – около 360 тысяч, протяжённость автодорог ~ 1850 км; основные вещества, загрязняющие атмосферу, – оксиды углерода и азота, летучие органические соединения и углеводороды; геоэкологическая ситуация в пределах города – удовлетворительная.



Рис. Пункты отбора снеговых проб

Наиболее общие особенности состава талой снеговой воды по данным 82 проб представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вариации состава снеговой воды

рН	Жёсткость общая, ммоль/дм ³	Электропроводность, мкСм/см	Минерализация расчётная, мг/дм ³	Гидрогеохимический тип воды
<u>5,77-7,55</u> 6,1-6,6	<u>0,04-0,94</u> 0,08-0,4	<u>2,7-294</u> 11-37	<u>19-186</u> 25-69	<u>HCO₃/Ca – Cl-HCO₃-</u> <u>SO₄/Na-Ca</u> <u>SO₄-HCO₃/NH₄-Ca</u>

Примечание. В числителе – пределы колебаний, в знаменателе – преобладающие значения.

Довольно значительные разбросы значений некоторых интегральных показателей состава талой воды связаны с широкими вариациями условий формирования снегового покрова в разных частях города и его окрестностей. Для выявления наиболее ярких черт сходства-различия составов отдельных проб был проведён факторный анализ методом главных компонент. В координатах первых двух факторов, имеющих 56 % вклад в общую дисперсию системы и отражающих щёлочность и жёсткость снеговых вод ($F_I (29\%) = 0,9NO_2 + 0,85pH + 0,74HCO_3 + 0,73Ж\acute{e}стк + 0,7Mg$), а также их минерализацию, обусловленную повышенными концентрациями хлоридов и натрия ($F_{II} (27\%) = 0,98Cl + 0,98Na + 0,86Минер$), точки составов образовали отдельные обособленные поля. Минимальными значениями минерализации, жёсткости (здесь и далее подразумевается общая жёсткость), рН, концентраций практически всех компонентов отличается снеговой покров за пределами города. Более высокие содержания анализировавшихся компонентов отмечаются в снеге городских парковых зон и жилых микрорайонов, удалённых от промышленных предприятий и автодорог. Максимальная минерализация и жёсткость снеговой воды фиксируется в окрестностях промышленных предприятий и на небольшом (до 50–70 м) удалении от основных автодорог. Таким образом, основные черты геохимии снегового покрова в пределах крупных промышленно-гражданских агломераций определяются степенью удалённости от крупных источников загрязнения атмосферы, среди которых ведущее место занимают наиболее оживлённые автомобильные дороги. Это хорошо известное положение дополнительно конкретизируется предельными и преобладающими значениями некоторых показателей состава снеговой воды в отдельных природно-техногенных ландшафтных зонах г. Казани и его окрестностей (табл. 2, 3).

Наименее минерализованным и наиболее кислым является снеговой покров в пределах загородных полевых участков, к которым относятся и акватории озёр. Преобладающие значения параметров состава снеговой воды с этих участков следует принимать в качестве фоновых при проведении исследований геоэкологического плана (оценка загрязнённости компонентов окружающей среды, районирование территорий и т.д.).

Таблица 2

Интегральные показатели состава снеговой воды за городской чертой

Ландшафтные зоны	Кол-во проб	Преобладающий тип воды	рН	Жёсткость, ммоль/дм ³	Электропров. мкСм/см	Расчётная минерал., мг/дм ³
Поле	13	SO ₄ -HCO ₃ / NH ₄ -Mg-Ca	<u>5,77-6,58</u> 6,0-6,1	<u>0,04-0,14</u> 0,08-0,1	<u>2,69-17,44</u> 2,7-3,1	<u>19,2-49,5</u> 21-26
Лес	6	SO ₄ -HCO ₃ / NH ₄ -Mg-Ca	<u>6,11-6,45</u> 6,3	<u>0,05-0,15</u> 0,08-0,1	<u>3,17-17,53</u> 13,0-15,0	<u>23,4-30,6</u> 28-30
Малые посёлки	4	SO ₄ -HCO ₃ / NH ₄ -Ca	<u>5,78-6,52</u> 6,15-6,34	<u>0,04-0,1</u> 0,06-0,09	<u>2,84-21,05</u> 3,90-5,40	<u>24,7-48,2</u> 24-28
Зоны с влиянием крупных авто-трасс	4	SO ₄ -HCO ₃ / Mg-Na-Ca	<u>6,06-7,02</u> 6,5-6,9	<u>0,09-0,26</u> 0,25	<u>17,34-43,98</u> 18,12-36,37	<u>36,5-50,8</u> 36-41

Примечание. В числителе – пределы колебаний, в знаменателе – преобладающие значения; пробы отобраны в 5-10 км западнее и южнее города (районы пос. Раифа, Тарлаши, Чистое озеро, Песчаные Ковали).

Таблица 3

Интегральные показатели состава снеговой воды в черте города

Ландшафтные зоны	Кол-во проб	Преобладающий тип воды	pH	Жёсткость, ммоль/дм ³	Электропроводность, мкСм/см	Расчётная минерал., мг/дм ³
Парки	10	SO ₄ -HCO ₃ / Mg-NH ₄ -Ca	<u>5,97-6,62</u> 6,12-6,54	<u>0,04-0,17</u> 0,08	<u>3,18-21,11</u> 11-19	<u>25,6-35,1</u> 26-29
Жилые зоны	11	SO ₄ -HCO ₃ / Mg-NH ₄ -Ca	<u>6,01-6,98</u> 6,52-6,94	<u>0,07-0,21</u> 0,09-0,16	<u>3,13-35,51</u> 12-24	<u>19,6-47,7</u> 27-41
Области с влиянием обычных автодорог	7	Cl-SO ₄ -HCO ₃ / Na-Ca	<u>6,31-6,82</u> 6,43-6,70	<u>0,14-0,83</u> 0,15-0,21	<u>21,06-</u> <u>294,0</u> 21-37	<u>25,2-185,9</u> 36-43
Окрестности промышл. предпр.	4	Cl-SO ₄ -HCO ₃ / Na-Mg-Ca	<u>6,64-7,48</u> 6,7-7,0	<u>0,17-0,72</u> 0,18-0,22	<u>16,64-</u> <u>123,60</u> 17-28	<u>32,5-111,8</u> 33-36
Области с влиянием крупных автотрасс	23	Cl-SO ₄ -HCO ₃ / NH ₄ -Mg-Na-Ca	<u>6,41-7,55</u> 6,53-7,34	<u>0,13-0,94</u> 0,18-0,43	<u>10,84-</u> <u>154,10</u> 29-131	<u>30,7-117,1</u> 40-100

Примечание. В числителе – пределы колебаний, в знаменателе – преобладающие значения; охарактеризованы окрестности следующих промышленных предприятий – “Оргсинтез”, “Нэфис”, “КАПО им. Горбунова”, “ТЭЦ-1”.

Особенности поведения микрокомпонентного состава снеговых вод очень близки распределению макрокомпонентов. Наименьшие концентрации всех анализировавшихся тяжёлых металлов отмечаются в снеговом покрове загородной зоны. При этом вариации их содержаний здесь минимальны, в связи с чем не проявляется дифференциация по вышеохарактеризованным ландшафтными зонам. В пределах городской черты, концентрации этих элементов как минимум в 3–5 раз выше. Наиболее переменными здесь являются содержания Fe, Mn и Cu, максимальных значений которые достигают вдоль наиболее оживлённых автодорог (соответственно 0,35; 0,086 и 0,0163 мг/дм³). Zn, Ni, Co, Cd, Cr и Pb ведут себя индифферентно (для трёх последних элементов это связано с их присутствием на уровне предела обнаружения при пламенной атомизации проб).

Выделенные природно-техногенные ландшафтные зоны отличаются и индивидуальными показателями пылевых атмосферных выпадений (табл. 4).

Таблица 4

Вариации пылевых выпадений (т/км²) в снеговом покрове Казани

Природно-техногенные ландшафтные зоны								
За пределами города				В городской черте				
Поле	Лес	Малые посёлки	Обочины автотрасс	Парки	Жилые зоны	Области с влиянием обычных автодорог	Окрестности промышл. предпр.	Области с влиянием крупных автодорог
<u>0,015-</u> <u>0,58</u> 0,07-0,2	<u>0,36-</u> <u>0,76</u> 0,4-0,7	<u>0,28-</u> <u>0,8</u> 0,6-0,8	<u>0,1-13,1</u> 3-5	<u>0,06-</u> <u>2,6</u> 0,5-1,3	<u>0,8-6,5</u> 1,0-1,7	<u>1,9-6,2</u> 2-3	<u>0,6-17,9</u> 3-5	<u>0,1-23,9</u> 2,5-15,0

Примечание. В числителе – пределы колебаний, в знаменателе – преобладающие значения.

Полученные данные позволяют определить общее количество вещества, выпадающего в пределах города с зимними осадками (табл. 5).

Таким образом, в пределах г. Казани в зимний период выпадает примерно 3,3 тыс. тонн вещества, из них 1,83 тыс. тонн генерируются самим городом. Интерес представляют и следующие данные: количество растворённых солей в парковых зонах Казани примерно соответствует минерализации снеговой воды в бассейне р. Солзан, расположенной в окрестностях Байкальского целлюлозно-бумажного комбината [5], тогда как в чистых районах Российской Федерации, вне пределов промышленно-гражданских зон, минерализация талой снеговой воды обычно не превышает 10–20 мг/дм³ [1]; минерализация снеговой воды вдоль крупных автотрасс и транспортных развязок города близка к солесодержанию снегового покрова в наиболее “напряжённых” участках таких промышленных уральских городов, как Карабаш и Кыштым [3]; концентрации в значительном объёме “казанского” снега таких компонентов как NH₄⁺, NO₂⁻, Zn, Cu, Co превышают ПДК для воды рыбохозяйственных водоёмов.

При геоэкологическом районировании территорий и зонировании площадей отдельных населенных пунктов необходимо использовать такие показатели, как интенсивность выпадения растворенного и нерастворенного вещества с зимними осадками в т/км² или мг/м²*сут. Целесообразно эти показатели связывать с показателями медицинского благополучия населения, проживающего на исследуемых территориях. Кроме этого, необходимо соблюдать или ввести санитарно-защитные зоны (санитарные разрывы) вдоль наиболее оживлённых крупных автомобильных дорог, а не застраивать ближайшее примыкание таких дорог новыми многоэтажными жилыми домами, что отмечается как в Казани, так и других крупных российских городах.

Таблица 5

Расчёт общей массы вещества

Параметры	Фон	Природно-техногенные ландшафтные зоны в городской черте				
		Парки	Жилые зоны	Области с влиянием обычных автотрасс	Окрестности промыш. предпр.	Области с влиянием крупных автотрасс
Нерастворённое вещество, т/км ²	0,15	0,95/0,8	1,35/1,2	2,5/2,35	4,0/3,85	8,5/8,35
Растворённое вещество, т/км ²	2,3	2,8/0,5	3,4/1,1	4,0/1,7	3,5/1,2	7,0/4,7
Площадь (км ² /%)		92,1/15	387/63	61,4/10	49,1/8	24,6/4
Масса в-ва, т		345,4/119,7	1837,3/889,6	399,1/248,7	368,3/248,0	381,3/321,0
Суммарная масса, т		3331,4/1827,0				

Примечание. В числителе приведены общие величины параметров, в знаменателе – без учёта фона, в качестве которого взяты аналитические данные по полевым участкам вне пределов города; значения растворенного вещества определены исходя из мощности снегового покрова 0,4 м и плотности снега 0,5 т/м³; величины площадей отдельных ландшафтных зон – приблизительные.

Список литературы:

1. **Гольдберг В.М.** Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 248 с.
2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2014 г. – Казань, 2015. URL: http://eco.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_333273.pdf (дата обращения: 03.09.2015 г.)
3. **Грачёва И.В.** Минерализация и кислотно-щелочные свойства снегового покрова промышленных городов Челябинской области //Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2010. – Вып. 135. – С. 112–117.
4. Климат Казани и его изменения в современный период /Под ред. Ю.П. Переведенцева, Э.П. Наумова. – Казань: Казанский гос. ун-т, 2006. – 216 с.
5. **Соровикова Л.М., Синюкович В.Н., Нецветаева О.Г. и др.** Химический состав снеговых и речных вод юго-восточного побережья оз. Байкал //Метеорология и гидрология. – 2015. – № 5. – С. 71–83.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ СТРОЯЩЕГОСЯ КОТТЕДЖНОГО ПОСЕЛКА «ЦАРИЦЫНО»

Е.Н. Ястребова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань,

e-mail: yastrebova_kate@mail.ru

На окраине г.Казань летом 2016г планируется возведение благоустроенного поселка для руководства Казанского Федерального Университета. При рекогносцировочном обследовании было установлено, что территория характеризуется большим количеством провальных форм рельефа различного размера и свежести. Для установления причин их возникновения, в рамках оценки инженерно-геологических условий участка будущей застройки, был выполнен анализ фондовой и опубликованной литературы, проведено детальное маршрутное обследование, осуществлена проходка горных выработок (более 30 скважин глубиной до 30м), а также выполнены геофизические исследования (ВЭЗ, георадарная съемка) и лабораторное исследование ФМС грунтов.

Исследуемая территория расположена в восточной тыловой части долины р.Волги, на правом (коренном) берегу р.Нокса. Площадь участка составляет 0,29км². При маршрутном обследовании выявлено более двухсот воронок. Подавляющее большинство воронок в плане имеют изометричную форму, диаметр изменяется от 2 до 6м (в среднем от 3 до 4м), глубина – от 0,5 до 4м (в среднем от 2 до 2,5м). Доля условно свежих воронок – 15%. Пораженность территории провальными формами – 1026шт/км² [3].

В геологическом строении исследуемой территории принимают участие аллювиальные нижнечетвертичные, а также делювиальные верхнечетвертичные голоценовые отложения представленные суглинками и глинами полутвердыми и тугопластичными, суглинками и супесями просадочными твердыми, а также песком мелким и средней крупности (мощность от 3,0 до 32,9м). Мощность четвертичных отложений изменяется от 3,0 до 33,0м. Нижняя часть разреза сложена сильно выветрелыми среднепермскими отложениями верхнеказанского подъяруса, которые представлены карбонатно-глинистой мукой с дресвой и щебнем известняков и доломитов, глиной твердой-полутвердой, а также выветрелым песчаником тонкозернистым (мощность более 30м) (рис.1). Начало образования карбонатного элювия приурочено к формированию долины р.Нокса в позднем неоплейстоцене [1].

Грунтовые воды в пределах исследуемого участка залегают на глубинах более 60м, по составу - гидрокарбонатно-кальциевый с минерализацией до 0,8г/л. Водовмещающими породами являются трещиноватые карбонатно-терригенные отложения казанского яруса. При проходке нескольких скважин ОАО КазТИСИЗ (2008г), а также трёх скважин зимой 2015/2016г (КФУ) были вскрыты несколько горизонтов верховодки в диапазоне глубин от 5,0 до 30,0м. Водовмещающими породами являются пески, водупором служат суглинки и глины. Верховодка имеет, как правило, техногенное происхождение (вверх по склону расположен молодой крупный коттеджный поселок Царицыно). Воды характеризуются агрессивностью по отношению к кальци-ту и доломиту, входящим в состав карбонатной муки.

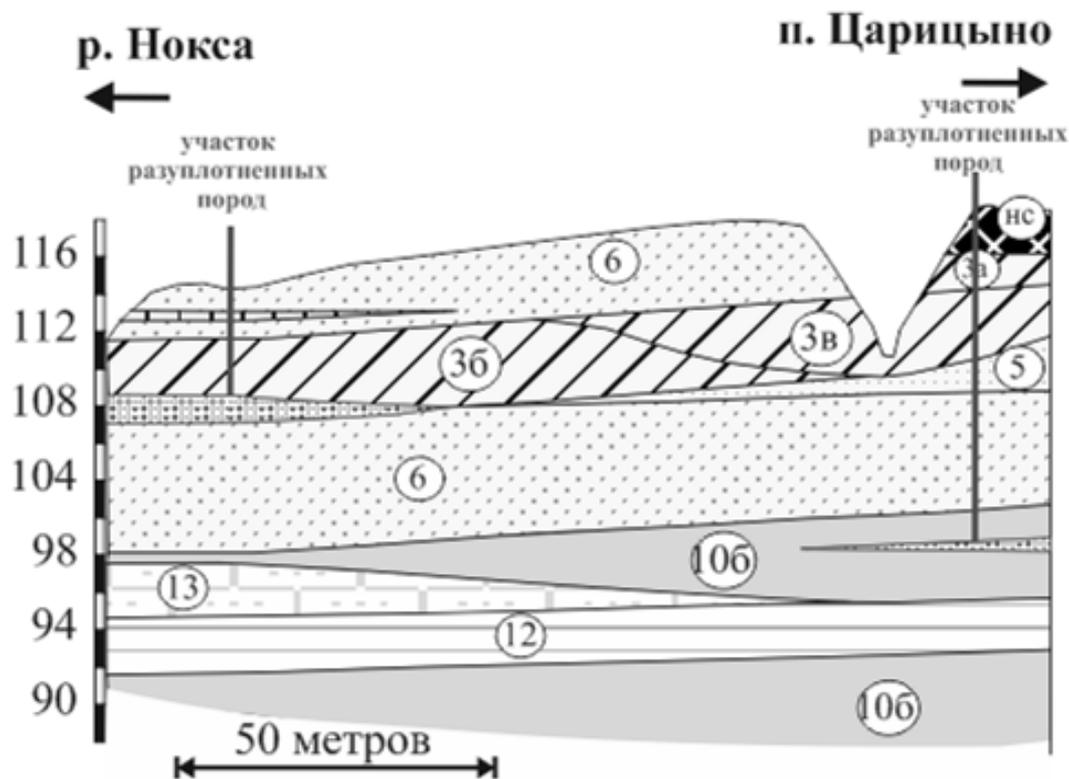


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез территории с близким залеганием карбонатного элювия

Ранее, при проведении гравirazведки (ООО ТНГ «Казаньгеофизика», 2008г) было установлено, что зоны с аномально низкой плотностью находятся в диапазоне глубин 10-15м, приурочены преимущественно к четвертичным отложениям (пески), в меньшей степени – к верхнему горизонту пермского карбонатного элювия. Тем не менее, выделяется один участок на севере, где зафиксирована большая зона разуплотнения в диапазоне глубин 20-85м, которая, по-видимому, приурочена как к нижнему горизонту карбонатного элювия, так и к сильно трещиноватым карбонатно-терригенным породам нижнеказанского подъяруса [4]. Возможно, мы имеем дело с карстовой полостью, которая начала формироваться во время заложения неогеновой Пра-Волги.

При буровых работах в 2015-2016г (максимальная глубина скважин – 30м) подошва нижнего горизонта карбонатного элювия не вскрыта, тем не менее, георадарная съемка и ВЭЗ позволили предположить, что подошва нижнего горизонта залегает на глубинах не более 35-40м.

Проведенные лабораторные исследования показали, что карбонатный элювий за пределами зоны разуплотнения характеризуется достаточной плотностью (ρ_d : 1,55-1,84г/см³, e – 0,47-0,82), в то время как в разуплотненной зоне он отличается более низкими значениями ρ_d (ρ_d 1,41-1,59г/см³, e 0,74-1,02), а следовательно большей сжимаемостью (E : 4,9-8,3МПа у элювия в зоне разуплотнения, E : 9,2-24МПа – за пределами зоны разуплотнения) [1].

Приведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Провальные формы рельефа обусловлены развитием суффозии и возможно карстовыми процессами.

2. Суффозионно-неустойчивыми являются как пески мелкие и средние (мощности от 3,0 до 32,9м), так и карбонатный элювий (мощности от 5,0м и более). Вынос материала осуществляется водами зоны аэрации в полости ниже УГВ, расположенные на глубинах более 20м (нижняя зона разуплотнения). Пустоты предположительно имеют карстовый характер.

3. Параллельно с суффозией в толще карбонатного элювия, вероятно, развиваются и карстовые процессы (выщелачивание кальцита и доломита подземными водами и водами зоны аэрации, часто имеющими техногенное происхождение).

4. Активизация карстово-суффозионных процессов отчасти обусловлена возросшей техногенной нагрузкой. Поэтому для безопасной эксплуатации будущих сооружений необходим соответствующий комплекс профилактических и конструктивных мер.

Список литературы:

1. **Анфимова С.В., Изотов Д.Н. и др.** Отчет об инженерно-геологических изысканиях по объекту: «Коттеджный поселок в н.п. «Село Царицыно» Советского района г.Казани». Фонды ОАО «КазТИСИЗ». – 2008. – 47 с.

2. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия города Казани / под научн. ред. А.И. Шевелева. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2012. – 236 с.

3. Инженерная геология / под научн. ред. М.И.Богданов. Москва: Геомаркетинг, 2013. – 42 с.

4. **Андреев Д.С., Гареев К.Р. и др.** Пояснительная записка о проведении гравиметрических работ для оценки пораженности участка экзогенными геологическими процессами. Казань. Фонды ООО «ТНГ-КАЗАНЬГЕОФИЗИКА». – 2008. – 25 с.

5. **Latypov A.I., Zharkova N.I., Mouraviev F.A.** Dispersed weathering products of carbonate rock: Features and formation conditions from the construction's point of view (by the example of Kazan, Russia) // Global View of Engineering Geology and the Environmental. Proceeding of the international symposium and 9th Asian regional conference of IAEG, Beijing, China. – 2013. P. 891-896.

СЕЛО КЛЮЧИ КАК ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ

А.М. Морева

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

e-mail: morevaam@mail.ru

Курорт «Ключи» — это старейшая здравница Урала, расположенная в Суксунском районе Пермского края, минеральные источники которой являются наиболее популярными и в большей степени изученными. Сегодня это крупный современный многопрофильный лечебно-оздоровительный комплекс, в котором оптимально сочетаются природные условия и возможности современной медицины. Ежегодно на курорте отдыхает и лечится более 8 тыс. человек.

Здесь для лечения используют два типа минеральных вод, лечебные иловые грязи, климатолечение, имеются геологические предпосылки открытия и внедрения в практику лечебных процедур слабоминерализованных вод с повышенным содержанием водорастворенного органического вещества (ВРОВ), йодобромных рассолов с повышенным содержанием йода, брома, бора и других микрокомпонентов, представляющих интерес для бальнеологии. [1]

В ходе работы объектом исследования была выбрана: территория села Ключи.

Предметом: источники, расположенные на этой территории.

Целью работы является: исследование села Ключи как гидрогеологического объекта.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи: изучить историю курорта, собрать данные о гидрологических особенностях территории, изучить ранние исследования, отобрать пробы и выполнить анализ

Работа включила в себя несколько методов исследования: отбор проб (полевой), анализ и систематизация данных – описание

Массив горы Городище (Ильинской) является саргинским рифом. Гора расположена в Среднем Предуралье, у правого борта р. Иргины, на юге полосы саргинских рифов, протягивающейся от бассейна р. Печоры через Верхнечусовские Городки до восточной окраины Уфимского плато. Саргинские рифы не выходят за пределы саргинской свиты артинского яруса приуральского отдела пермской системы и всюду залегают на известняках иргинской свиты. Большая часть ближайших окрестностей Городищенского рифа закрыта чехлом аллювиальных отложений. Непосредственно к массиву горы прилегают дырчато-брекчиевидные известняки лемазинской свиты. В левом и правом бортах долины р. Иргины на одинаковых гипсометрических уровнях залегают горизонтально литологически различные породы, что позволило исследователям предполагать о существовании в районе горы дизъюнктивных дислокаций.

На западе рифовый массив соприкасается с кремнистыми известняками камайской свиты, на востоке — с доломитизированными известняками дьяковской свиты, которые проникают под массив в виде длинного «языка».

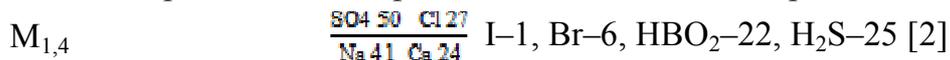
В разрезе ниже кремнистых фузулиновых известняков иргинской свиты вскрываются кремнистые известняки бурцевского горизонта, коралловые известняки стерлитамакского горизонта, гидроактиноидные известняки тастубского горизонта и органогенно-детритовые известняки швагеринового горизонта.

Мощность рифового массива горы Городище достигает 250 м. Массив складывается главным образом органогенными и органогенно-обломочными вторичными доломитами, основной каркас которых образуют мшанки.

По данным исследования в лаборатории получены следующие результаты:

Шифр пробы	№ пробы	Местоположение	pH	Содержание, мг/дм ³												
				Сухой остаток	F ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
893-15	205	Родник	7,51	320,8	0,5	<0,6	317,2	34,1	11,2	4,9	<0,2	76,2	25,8	8,7	0,9	<0,5
894-15	206	Родник	7,51	297,7	0,4	<0,6	329,4	19,8	3,0	6,2	<0,2	77,2	22,2	3,4	0,8	<0,5
895-15	207	Родник	7,50	313,0	0,5	<0,6	332,5	29,9	5,2	5,0	<0,2	75,2	23,7	5,1	0,9	1,5
896-15	208	Восходящий родник	7,55	319,5	0,5	<0,6	335,5	34,9	8,0	1,7	<0,2	74,2	26,2	5,7	0,5	<0,5
897-15	210	Купель (церковь)	7,51	300,3	0,7	<0,6	330,9	24,3	1,1	6,4	<0,2	71,1	29,0	1,8	0,5	<0,5
Шифр пробы	№ пробы	Местоположение	Содержание, мг/дм ³			Содержание, мгО/дм ³										
			Fe _{общ}	Минерализация	Нефтепродукты	Общая жёсткость	Содержание, мгО/дм ³	Перманганатная окисляемость								
1	2	3	4	5	6	7	8									
893-15	205	Родник	0,09	479,4	-	5,9	1,0									
894-15	206	Родник	0,09	462,4	-	5,7	0,8									
895-15	207	Родник	<0,05	479,2	-	5,7	0,9									
896-15	208	Восходящий родник	<0,05	487,3	-	5,9	0,9									
897-15	210	Купель(церковь)	0,05	465,8	-	5,9	1,0									

Вода источников относится к группе маломинерализованных вод сульфатно-кальциевой гидрохимической фации с повышенным содержанием натрия и хлора:



В ходе работы на исследуемой территории с. Ключи были отобраны 5 проб воды.

№ 205. Западное подножье г. Городище (N 57°01.002' E 057°25.272'). Родник восходящий, каптирован деревянными досками по периметру. Вода прозрачная, холодная, без вкуса и запаха. Родник находится в борту технического канала, в который сливают воду насыщенную сероводородом (курорт «Ключи»), в округе присутствует сильный запах сероводорода, вода в канале имеет голубоватый оттенок.

№ 206. Западное подножье г. Городище. Территория курорта «Ключи» (N 57°00.922' E 057°25.364'). Родник нисходящий, каптирован тремя железными трубами. Ориентировочный дебит 7 л/с. Вода прозрачная, без вкуса и запаха. Вода вытекает в канал, имеющий насыщенный голубой оттенок и резкий запах сероводорода.

№ 207. Западное подножье г. Городище. Территория курорта «Ключи». Находится примерно в 15-20 м от родника № 206 (N 57°00.910' E 057°25.365'). Родник нисходящий, каптирован железной трубой. Ориентировочный дебит 2 л/с. Вода прозрачная, без вкуса и запаха, вытекает в канал, имеющий насыщенный голубой оттенок и резкий запах сероводорода.

№ 208. Левый приток р. Иргина. Находится рядом с домом по адресу ул. Золина, 151, с. Ключи, Суксунский район, Пермский край (N 57°00.725' E 057°24.614'). Восходящий, фонтанирующий источник, каптирован трубой (вбита, подобие скважины). Дебит 5 л/с. Вода прозрачная, без запаха, без вкуса, холодная. Используется местными жителями в пищевых и хозяйственных целях. К роднику имеется спуск, около него есть скамейка.

№ 210. Церковь находится по адресу ул. Золина 160. (N 57°01.425' E 057°24.371'). У церкви оборудована купель, в которую втекает вода из нисходящего родника, каптированного 7 железными трубами. Вода прозрачная, без вкуса и запаха, в купели имеет синеватый оттенок. Вода используется местными жителями и туристами в питьевых целях. Освещена РПЦ (Российской православной церковью).

По завершению работы нами выполненные поставленные задачи. А результатами являются выводы, сделанные на основе геохимического анализа: О том, что все 5 изученных нами источников принадлежат к $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ фации (по Максимовичу), и в них наблюдаются превышения в содержании ионов HCO_3^- (превышение по ПДК), это обуславливает жесткость воды (устранимую), которую можно устранить простым кипячением. А вот вода сероводородных источников относится к группе маломинерализованных вод $\text{SO}_4 - \text{Ca}$ гидрохимической фации с повышенным содержанием натрия и хлора.

Так же в исследуемых родниках не обнаружены нефтепродукты, что свидетельствует о различных водоносных горизонтах с водами сероводородными, на использовании которых основан курорт «Ключи».

Список литературы:

1. **Зайцева Е.П.** Многопрофильный лечебно-оздоровительный комплекс на базе минеральных ключевских вод и грязей Суксунского пруда
2. **Шестов И.Н.** Ключевские источники (выходы сероводородных вод)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОМЫШЛЕННО-ТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ СЕЛИТЕБНО СРЕДЫ ГОРОДА МЕЛЕУЗА НА ПРИМЕРЕ ЗАО «МЕЛЕУЗОВСКИЙ МОЛОЧНОКОНСЕРВНЫЙ КОМБИНАТ»

А.С. Голофаева

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

e-mail: angelica1995@rambler.ru

Закрытое акционерное общество "Мелеузовский молочноконсервный комбинат" – является примером, оказывающим промышленно транспортное загрязнение на окружающую среду. Комбинат является крупнейшим предприятием в Республике Башкортостан и России по переработке молока и производству молочной продукции. Молочноконсервный комбинат специализируется в производстве сухих молочных продуктов, масла сливочного, цельномолочной продукции (такие как, сухие сливки и молоко, кефир, ряженка, сметана, йогурт, творог, сыр, масло, майонез и так далее).

На площадке предприятия расположены основные цеха: консервный цех, цельно – молочный участок, проездное приемно-моечное отделение, цех сухого обезжиренного молока, жестяно-баночный цех, котельная, механический цех, электроцех, ремонтно-строительный участок, автотранспортный цех.

Приоритетными выбросами от предприятия, в атмосферу города Мелеуз, являются: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, взвешенные вещества, древесная пыль. Так же в выбросах присутствуют фреон, сода кальцинированная, металлы и другие вещества [8].

Рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе влияет на экологическую обстановку в городе. Степень их рассеивания зависит от метеорологических условий и в первую очередь определяется ветровым режимом. Преобладающее направление ветра в городе Мелеуз, в холодное время года южное, следовательно, основная масса выбросов в атмосферу города от предприятия будет сноситься на север [3].

Площадка предприятия расположена в юго-западной части г. Мелеуза по адресу ул. Ленина 35. Со всех сторон от предприятия располагаются огороды, гаражи и жилой сектор. Однако с северной стороны от предприятия по постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 09.09.2010 № 122 СЗЗ принимается за 0 метров от источника, а также на территории города практически невозможно разграничение влияния каждого отдельного источника загрязнения.

Поэтому данной территории необходима экологическая оценка влияния предприятия Закрытого акционерного общества «Мелеузовский молочноконсервный комбинат» (ЗАО «ММКК») и транспортно-дорожного комплекса на селитебную застройку.

Для оценки экологической ситуации на исследуемой территории был использован снежный и почвенный покров. Пробы отбирались в трех точках на границе СЗЗ, на расстоянии 500 и 1000 метров от нее в северном направлении в сторону жилой застройки.

Отбор проб снега осуществляли согласно ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросферы. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков», а все почвенные образцы были отобраны и подготовлены со-

гласно стандартным методикам (ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 5180-84, ГОСТ 17.4.4.02-84).

В талой воде определяли содержание взвешенных веществ, кислотообразующих примесей и тяжелых металлов, а в почве кислотообразующие вещества и тяжелые металлы. Анализ отобранных проб осуществляли по общепринятым методикам.

Комплексная оценка степени загрязнения снежного и почвенного покровов осуществлялась по коэффициенту концентрации (К) и показателю химического загрязнения осадков (ПХЗ), который рассчитывали по формуле 1, 2

$$\text{ПХЗ}_0 = K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n = \sum K_i, \quad (1)$$

где K_i – коэффициент концентрации i -го загрязняющего вещества.

$$K_i = \frac{C_i}{C_{\text{фон}}}, \quad (2)$$

где C_i – концентрация i -го загрязняющего компонента, мг/л;
 $C_{\text{фон}}$ – фоновая концентрация i -го компонента, мг/л.

Фоновые пробы отбирались на значительном расстоянии от города в районе, где нет крупных транспортных магистралей, железной дороги и промышленных предприятий.

Одним из критериев качества территории промышленного города является экологическая нагрузка загрязняющих веществ, формирующаяся через загрязнение снежного покрова и дождевой воды. Экологическую нагрузку загрязняющих веществ на земную поверхность рассчитывали по формуле 3.

$$N = m / S \cdot t, \quad (3)$$

где S – площадь, поверхности среза снежного покрова, м^2 ;
 m – масса примесей, кг;
 t – время, в течении которых собирались осадки, сут.

Оценку экологической ситуации, складывающейся на территории, прилегающей к МККК, по степени загрязнения снежного и почвенного покровов, проводили согласно критериям оценки качества объектов окружающей среды разработанных в 1992 г. Министерством природы Российской Федерации, критериям оценки качества территории по суммарным экологическим нагрузкам и по ориентировочной шкале опасности загрязнения почв.

Анализ полученных результатов по исследовании снежного покрова показал, что на всей территории, максимальное содержание среди кислотообразующих веществ наблюдается по гидрокарбонат и хлорид ионам, концентрация которых изменяется в пределах 88,45 - 146,4 мг/л, 30 - 40,5 мг/л соответственно. Концентрации соединений серы и азота составляют в среднем от 4 до 3,5 мг/л. Значения рН талой воды изменяются в интервале 6,0 – 6,3, что говорит о слабо кислой среде.

Содержание взвешенных веществ в атмосферных осадках достаточно высокое и составляет 126 – 110 мг/л. Причем, необходимо отметить, что снижения концентраций всех исследуемых примесей в атмосферных осадках, с увеличением расстояния от предприятия, не наблюдается.

В результате расчета коэффициента концентрации и показателя химического загрязнения осадков получили, что максимальное превышение фоновых значений прослеживается по взвешенным веществам в 9,7 – 11 раз. Приоритетными среди кислотообразующих веществ, также, как и по концентрации, являются гидрокарбонат ионы, коэффициент превышения по которым составляет от 4,6 до 7,6 раз, а по хлоридам и гидросульфидам в среднем в 3 - 4 раза.

Среди металлов превышение фона наблюдается по кальцию, магнию и цинку в среднем в 1,2 – 2 раза.

Приоритетными загрязняющими веществами, оказывающими максимальную экологическую нагрузку на исследуемую территорию, также являются взвешенные вещества (20 - 36 т/км² год) и гидрокарбонаты (24 -39,7 т/км² год). Значительную нагрузку оказывают и хлорид ионы, которая составляет 5 – 11 т/км² год.

Ранжирование по рН атмосферных осадков показало, что всю исследуемую селитебную территорию можно отнести к зоне с чрезвычайной экологической ситуацией, что может быть связано с высоким содержанием кислотообразующих примесей в снеге.

По ПХЗ складывается критическая экологическая ситуация, а по суммарным экологическим нагрузкам селитебную зону можно отнести к умеренно загрязненной территории.

Экологическая ситуация не меняется с увеличением расстояния от предприятия, что по всей видимости связано с тем, что на загрязнение снежного покрова существенное влияние оказывает и транспортно-дорожный комплекс [1].

В результате исследования почвы максимальная концентрация по кислотообразующим веществам наблюдается по гидрокарбонат ионам и составляет 434,6 до 690,1 мг/кг.

Среди металлов приоритетным веществом являются ионы кальция. Концентрация ионов кальция изменяется от 33,5 до 65 мг/кг. Минимальная концентрация среди металлов наблюдается по ионам цинка от 0,033 до 0,049 мг/кг.

рН почвенной вытяжки составляет 5,2 - 6,0, что свидетельствует о кислой и слабо кислой среде.

Из числа кислотообразующих примесей в качестве приоритетных по коэффициенту концентрации можно выделить хлориды превышение фона, по которым на границе СЗЗ составляет 7,4 раз, а на расстоянии 500 и 1000 метров гидросульфиды, превышающие фон в 4,4 - 5,8 раз.

Ранжирование, проведенное по рН почвенных вытяжек, показало, что исследуемую территорию на границе СЗЗ можно отнести к зоне экологического бедствия (так как рН находится в интервале 5,0 - 5,6), а на расстоянии 500 и 1000 метров к зоне с чрезвычайной экологической ситуацией, так как рН находится в интервале от 5,7 до 6,5.

Ранжирование, проведенное по ПХЗ почв, показало, что на исследуемой территории, на границе СЗЗ складывается критическая экологическая ситуация, а на расстоянии 500 и 1000 метров относительно удовлетворительная.

По ориентировочной шкале опасности загрязнения почв селитебную территорию, находящуюся в зоне влияния ЗАО «ММКК», на границе СЗЗ можно отнести к умеренно опасной, а на расстоянии 500 и 1000 метров к допустимой категории загрязнения почв.

Микробиологическим загрязнением называется отрицательное воздействие микробных составляющих продуктов жизнедеятельности человека или животных,

поступающих в почву. В почве обитают различные микроорганизмы – бактерии, вирусы, простейшие. Среди них встречаются как безвредные для здоровья человека, так и способные вызывать заболевания (подчас смертельно опасные) [9].

Основными из интегральных показателей биологической активности почвы является численность почвенных сапрофитных бактерий и бактерий группы кишечной палочки. Бактерии группы кишечной палочки (БГКП) - условно выделяемая по морфологическим и культуральным признакам группа бактерий семейства энтеробактерий, используемая санитарной микробиологией в качестве маркера фекальной контаминации, относятся к группе так называемых санитарно-показательных микроорганизмов [2].

Исследование почв проводилось на содержание общей полезной сапрофитной микрофлоры и на присутствие в почвах бактерий группы кишечной палочки.

По итогам исследования наблюдается обратная зависимость, увеличения сапрофитной микрофлоры при удалении от источника и снижение уровня химического загрязнения почв, а содержание кишечной палочки при этом уменьшается.

Оценка почв осуществлялась в соответствии с МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест». Так как на территории, находящейся в зоне влияния ЗАО «ММКК», содержание БГКП находится в интервале 1-10 клеток на грамм почвы, то почву оценивают, как «чистую» без ограничений по санитарно-бактериологическим показателям [7].

Одним из интегральных показателей состояния почвенной биоты является фитотоксичность, которая зависит от суммарного загрязнения почвы, включая и почвоутомление.

Исследование фитотоксичности почв проводили экспериментальным методом проростков. Он позволяет выявить как токсическое, или ингибирующее, действие тех или иных веществ, так и их стимулирующее влияние. В качестве тест - культуры использовали быстро прорастающие семена кресс-салата. В ходе опыта были зафиксированы: всхожесть и энергия прорастания [4]. Наблюдение производили за следующими показателями: время появления всходов и их число на каждые сутки; общую всхожесть (в конце опыта).

Энергию прорастания определяли по формуле 4:

$$B = \frac{a}{b} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где а - число проросших семян, штук;

в - общее число семян, взятых для опыта, штук.

Согласно, полученных данных, увеличение числа проросших семян прослеживается при увеличении расстояния от источника. Наибольшее количество проростков (69,2 %) наблюдается в почвах, отобранных на расстоянии 1000 метров от источника загрязнения. Минимальное количество проростков (30,8 %) наблюдается на расстоянии 500 метров от источника загрязнения.

Если количество проросших семян по сравнению с контролем не превышает 1,1 раза, то почва считается не деградированной. Если число проростков снижается более чем в 2 раза, то почву можно считать сильно деградированной [6]. В пробах на расстоянии 500 метров, снижение числа проросших семян составляет 3,25 раз, что позволяет считать данную почву сильно деградированной. На границе СЗЗ и на

расстоянии 1000 метров к слабо деградированной, так как снижение проросших семян составляет 1,6 и 1,3 раза соответственно.

Полученные результаты исследований для экологической оценки территории, находящейся под воздействием промышленно транспортного загрязнения представлены в таблице.

Комплексные показатели экологической оценки качества
снежного и почвенного покровов

Место отбора проб	Показатели							
	ПХЗ _{осадков}	Нагруз-ка	ПХЗ _{почвы}	рН осадков	рН почвы	БГКП в 1 кг почвы	Сапрофит-ная микро-флора, в 1кг почвы	Энергия прораста-ния, %
Граница СЗЗ	38,5	89,3	16,2	6,2	5,2	1000	5100	61,5
500 м.	32,4	93,6	15,8	6,3	5,8	900	9800	30,8
100 м.	27,5	52,3	11,4	6,0	6,0	300	12500	69,2

Таким образом, анализ экспериментальных данных показал, что степень загрязнения атмосферных осадков и почвенного покрова территории, находящейся под влиянием ЗАО «ММКК» и транспортно-дорожного комплекса, достаточно высока, в некоторых случаях она превышает фоновые значения в 11 раз. Значит, вокруг предприятия безусловно сформирована территория с экологическим неблагополучием.

В связи со сложившейся ситуации территории, находящейся под влиянием ЗАО «ММКК», в качестве мероприятий рекомендуется: увеличение буферной зоны зеленых насаждений между предприятием и жилой застройкой, которая будет снижать не только количество загрязняющих веществ, но и шумовое воздействие; улучшение качества дорожного покрытия и асфальтирование грунтовых дорог на территории частного сектора жилой застройки; переход автомобилей с Евро-3 на более экологический вид топлива Евро-5.

Список литературы:

1. **Гарицкая М.Ю., Голофаева А.С., Сердюкова Е.А., Мозалова Н.П.** Мониторинг экологического состояния селитебной территории города Мелеуз, находящейся в зоне влияния ЗАО «Мелеузовский молочноконсервный комбинат» // Современные тенденции развития науки и технологий: сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции, 2015. - № 9 Ч. 1. – С. 44-48.
2. **Гарицкая М.Ю., Шайхутдинова А.А.** Экология растений, животных и микроорганизмов: методические указания; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 57 с.
3. **Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р.** Промышленная экология: учеб.пособие для вузов / пер. с англ. под ред. проф. Э. В. Гирусова, Т. Е. Гридэл, Б. Р. Алленби // М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2004. – 527 с.
4. **Зильберман М.В., Порошина Е.А., Зырянова Е.В.** Комплексная оценка воздействия нефтяного загрязнения почвы на экологическое состояние территорий // Успехи современного естествознания, 2004. - № 11. - С. 42-43.

5. Методика "Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия" (утв. Минприроды РФ 30.11.1992). 109 с.

6. **Мотузова Г.В., Безуглова О.С.** Экологический мониторинг почв: учебник. – М: Академический проект; Гаудеамус, 2007. – 237 с.

7. МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест». – Москва, 1999 – 23 с.

8. Проект нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для ЗАО «Мелеузовский молочноконсервный комбинат» 70 с.

9. **Шабанова С.В., Голофаева А.С., Сердюкова Е.А., Вильданова Л.Р., Сагитов Р.Ф.** Оценка качества питьевой воды по некоторым химическим и микробиологическим показателям // Известия, 2015. – № 4(54). – С. 156-159.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, СОСТАВ, ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ ГРУНТОВ ОБОРОНИТЕЛЬНОГО ВАЛА МАКЛАШЕЕВСКОГО П ГОРОДИЩА (ТАТАРСТАН)

М.А. Сайфуллина

Институт геологии и нефтегазовых технологий КФУ, Казань,

e-mail: MayaS.1995@mail.ru

Маклашеевское II городище (ранний железный век – позднее средневековье), расположено на границе Республики Татарстан и Ульяновской области на расстоянии 3,6 км к востоку–юго-востоку от церкви д. Полянки и в 16 км к югу от г. Булгары. На момент начала работ большая часть городища была разрушена в результате процессов переработки берега Куйбышевского водохранилища, до наших дней сохранился лишь фрагмент оборонительного вала. Летом 2014 года институтом археологии им. А.Х. Халикова на территории данного городища были начаты работы по изучению оборонительного вала. Было отобрано семь образцов насыпных грунтов с восточной стенки, два – с западной. Все образцы представлены глинистыми грунтами твердой консистенции с неоднородным строением.

Основной целью моей работы было изучение состава и строения отобранных образцов, а также определение их физико-механических свойств. Все исследования проводились в лаборатории механики грунтов, в лаборатории грунтоведения, а также в лаборатории компьютерной томографии Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского Федерального Университета.

Образец №1 представляет собой твердую песчанистую супесь коричнево-бурого цвета с пятнами и потеками гумусированного материала [3]. По гранулометрическому составу – супесь легкая ($I_p=6,1$ %). Образец характеризуется высокой пористостью ($e=0,51$ д.е.) и средней плотностью ($\rho=1,7$ г/см³). Модуль деформации превышает нормативные значения в 2 раза ($E=48$ МПа), т.е. является среднедеформируемым. Значение прочности на одноосное сжатие составляет 0,71 МПа, по значению естественной влажности грунт с низкой влажностью ($W=4,6$ %).

Образец №2 сложен темно-серой почвенной массой с примесью светло-серой и красноватой супеси. Слой залегает в форме линз [3]. По гранулометрическому анализу является неоднородной легкой супесью. По показателю пластичности – суглинок легкий песчанистый твёрдый ($I_p=8,8$ %). Характеризуется средней плотностью ($\rho=1,9$ г/см³) и пористостью ($e=0,3$ д. е.), грунт обладает низкой естественной влажностью ($W=3,8$ %). Является среднедеформируемым ($E=28$ МПа), модуль деформации слегка меньше нормативного значения. Прочность на одноосное сжатие – 0,55 МПа.

Образец №3 – это красный, неоднородный по цвету материал, образованный в результате прогорания почвенного грунта. Отмечаются белые включения, а также древесные угольки и выгоревшие остатки гумусовой органики [3]. По гранулометрическому анализу – песок пылеватый, неоднородный. По числу пластичности – суглинок легкий песчанистый твёрдый ($I_p=10,8$ %). Является сильнопористым ($e=0,51$ д. е.) и среднеплотным ($\rho=1,7$ г/см³). Также образец имеет низкое значение естественной влажности ($W=3,2$ %). По модулю деформации – слабдеформируемый ($E=57$ МПа), отличается от нормативного значения почти в 2 раза. Предел прочности на одноосное сжатие – 0,58 МПа.

Образец №3а по описанию совпадает с образцом №3. По гранулометрическому составу – песок пылеватый, неоднородный. По числу пластичности – суглинок легкий

песчанистый твёрдый ($I_p=7,9$ %). Сильнопористый ($e=0,52$ д. е.), среднеплотный ($\rho=1,7$ г/см³), обладает низкой влажностью ($W=2,3$ %). Модуль деформации не был определен.

Образец №4 представляет собой супесчаный материал с пятнами серого гумусового материала, делювиально-пролювиального генезиса [3]. По гранулометрическому составу – песок мелкий, неоднородный. Но коэффициент неоднородности сильно ниже, чем у других образцов. По показателю пластичности – суглинок легкий песчанистый твёрдый ($I_p=8,3$ %). Является сильнопористым ($e=0,56$ д. е.), среднеплотным ($\rho=1,6$ г/см³), характеризуется низкой естественной влажностью ($W=1,7$ %). По модулю деформации – среднедеформируемый ($E=11$), в три раза меньше нормативного значения. Предел прочности на одноосное сжатие составляет 0,33 МПа. Также для данного образца было проведено томографическое исследование (рис 1), которое показало, что по строению образец близок к природным аналогам. Характеризуется однородным строением, без значительных включений. Присутствуют достаточно крупные макропоры, которые не имеют определенной ориентации.

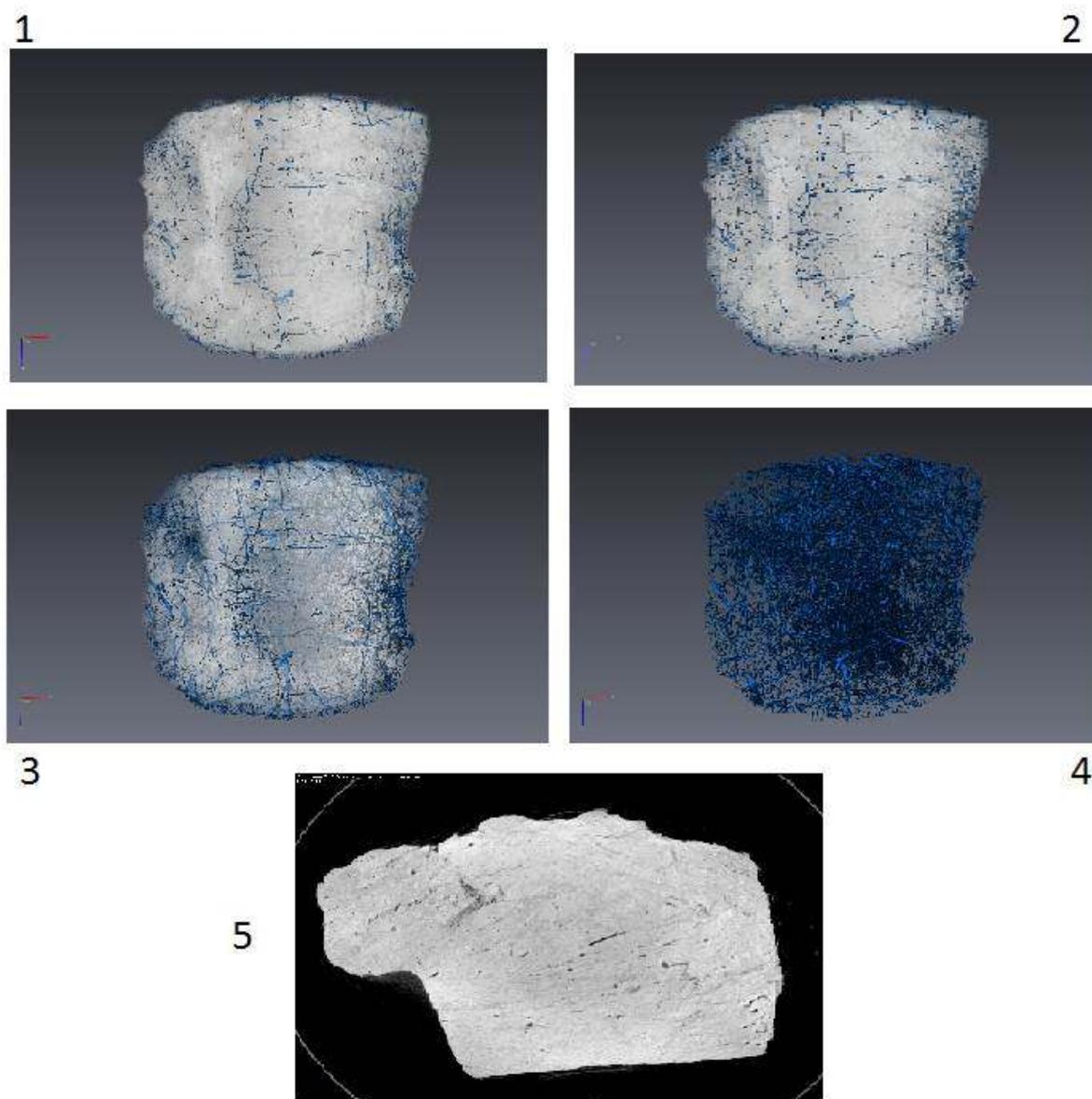


Рис. Томографические снимки образца №4.

Условные обозначения: 1-4 – 3D вид, 5 – поперечный срез

Образец №5 по описанию аналогичен образцу №4. По гранулометрическому составу - песок пылеватый, неоднородный. Среднепористый ($e=0,35$ д. е.) и среднеплотный ($\rho=1,9$ г/см³), характеризуется низкой естественной влажностью ($W=2,2$ %). По числу пластичности - суглинок легкий песчанистый твёрдый ($I_p=8,9$ %). По модулю деформации – среднедеформируемый ($E=47$ МПа), отличается от нормативного значения незначительно. Предел прочности на одноосное сжатие – $0,51$ МПа.

Образец №6 – это слой пестроцветов, состоящих в основном из серого гумусированного вещества с примесью светлоокрашенной лессовидной легкой массы. Кровля слоя венчается тонким прослоем гумуса насыщенного темно-серого цвета [3]. По гранулометрическому составу – песок мелкий, по числу пластичности - суглинок легкий песчанистый твёрдый ($I_p=11,1$ %). Образец сильнопористый ($e=0,57$ д. е.) и среднеплотный ($\rho=1,6$ г/см³), низкая природная влажность ($W=3$ %). Имеет среднюю деформируемость ($E=32$ МПа), значение несколько выше нормативного. Предел прочности на одноосное сжатие – $0,49$ МПа.

Образец №7 отсутствует. По описанию соответствует образцу №6.

Образец №8 – это почва, претерпевшая сильные изменения в результате прокала. Цвет темно-серый, близкий к черному [3]. По гранулометрическому составу – супесь легкая, по числу пластичности - суглинок легкий песчанистый твёрдый ($I_p=10$ %). Сильнопористый ($e=0,54$ д. е.), среднеплотный ($\rho=1,6$ г/см³), с низкой естественной влажностью ($W=3,9$ %). Модуль деформации больше нормативного значения почти в 4 раза, является слабдеформируемым ($E=101$ МПа). Предел прочности на одноосное сжатие составляет $0,83$ МПа.

Образец №9 представляет собой толщу насыпных слоев. Каждый слой – это свал обломочного материала очень пестрой окраски, обусловленной наличием комков породы разного состава и цвета. Комки состоят из обожжённого гумуса от светло-серого до почти черного цвета. Присутствуют включения угольков [3]. По гранулометрическому составу – песок пылеватый, неоднородный. По числу пластичности - суглинок легкий песчанистый твёрдый ($I_p=7,2$ %). Сильнопористый ($e=0,58$ д. е.), среднеплотный ($\rho=1,6$ г/см³). По модулю деформации соответствует нормативному значению ($E=22$ МПа), среднедеформируемый. Предел прочности на одноосное сжатие – $0,17$ МПа.

Результаты всех экспериментов приведены в таблице 1.

Также был проведен химический анализ водных вытяжек для всех образцов. Среднее значение емкости катионного обмена по всем грунтам составило $5,34$ мг-экв на 100 г. Среднее содержание кальция по всем образцам – 22 мг/л. Среднее содержание хлора – $10,44$ мг/л. Среднее содержание гидрокарбонатов – $106,45$ мг/л. Среднее содержание железа – $0,06$ мг/л. Среднее содержание сульфатов – $143,57$ мг/л. Средняя жесткость – $1,58$. Среднее значение pH – $7,58$.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1) По показателям пластичности почти все грунты являются суглинками легкими песчанистыми твердыми. Только образец № 1 по измеренным значениям получил название супесь песчанистая твёрдая. Но его значения не сильно отличаются от остальных.

2) Все образцы характеризуются заниженными значениями плотности, что вероятно связано с искусственным насыпанием вала. По этой же причине грунты характеризуются повышенной пористостью, в том числе макропористостью.

Таблица 1

Состав, физические и физико-механические свойства
грунтов Маклашеевского II городища.

№ обр.	W _e , %	CaCO ₃ , %	I _r , %	n, %	e, д.е.	ρ _d , г/см ³	ρ _s , г/см ³	I _p , %	I _L , д.е.	R _c , МПа	E _d , МПа	E _d ^N , МПа	Характеристика по ГОСТ 25100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	4,60	4,74	5,00	33,73	0,51	1,69	2,55	6,10	-2,03	0,71	48	16-22	Супесь твёрдая сильнопористая среднедеформируемая
2	3,78	1,94	5,19	23,29	0,30	1,96	2,56	8,90	-0,99	0,55	28	> 34	Суглинок твердый среднепористый среднедеформируемый
3	3,15	0,97	4,73	33,59	0,51	1,75	2,56	11,65	-0,64	0,58	57	27-34	Суглинок твердый сильнопористый слабдеформируемый
3a	2,26	1,20	3,81	33,97	0,52	1,72	2,59	10,54	-0,75	-	-	-	Суглинок твердый сильнопористый
4	1,66	1,00	3,41	35,69	0,56	1,64	2,61	11,52	-0,58	0,33	11	27-34	Суглинок твердый сильнопористый среднедеформируемый
5	2,24	1,80	3,73	26,07	0,35	1,90	2,55	9,36	-1,04	0,51	47	> 34	Суглинок твердый среднепористый среднедеформируемый
6	2,98	1,18	4,94	36,35	0,57	1,62	2,57	10,39	-0,89	0,49	32	22-27	Суглинок твердый сильнопористый среднедеформируемый
8	3,90	1,58	4,54	35,05	0,54	1,64	2,55	11,30	-0,73	0,83	101	27	Суглинок твердый сильнопористый слабдеформируемый
9	4,57	2,13	5,35	36,80	0,58	1,64	2,53	8,34	-0,83	0,17	22	22-27	Суглинок твердый сильнопористый среднедеформируемый

Примечание: W_e – естественная влажность (%), CaCO₃ – содержание карбоната кальция (%), I_r – содержание органического вещества (%), n – пористость (%), e – коэффициент пористости (доли единицы), ρ_d – плотность сухого грунта (г/см³), ρ_s – плотность твёрдых частиц (г/см³), I_p – число пластичности (%), I_L – показатель консистенции (доли единицы), R_c – предел прочности (МПа), E_d – модуль деформации (МПа), E_d^N – нормативные значения модуля деформации по СНиП 2.02.01-83 (МПа)

3) Проведенные исследования показали, что изучаемые грунты имеют повышенную прочность и большой модуль деформации. Полученные значения в несколько раз отличаются от нормативных. Также мной был сделан вывод, что наибольшей прочностью обладают грунты наиболее темного цвета.

4) В настоящее время археологи рассматривают две теории укрепления вала: первая – это цементация, но результаты, моих анализов ее не подтверждают. Вторая – использование обжига грунтов. Эта версия представляется более вероятной. Подтверждением является большое количество найденных угольков.

Список литературы:

1. ГОСТ 25100 – 2011. Грунты. Классификация. М.:Стандартинформ. 2013. С. 38.
2. СНиП 2.02.01-83 Строительные нормы и правила. Основания зданий и сооружений. М.:Стандартинформ. 1995. С. 49.
3. **Хисяметдинова А.А.** Геолого-геоморфологическое строение Маклашеевского II городища. 2015. С. 47.

РАЗРАБОТКА ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ НА ПРИМЕРЕ КУМАКСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

А.В. Коломоец

ОГУ, г. Оренбург

e-mail: kolomoyets56@mail.ru

На стадии переработки сырья образуются отходы, хвосты, отвалы производства. Такие скопления имеются на многих предприятиях, они представляют собой определённую ценность и могут рассматриваться как техногенные месторождения. Сырьё из техногенных скоплений может использоваться непосредственно без переработки (пески, щебень, шлаки), либо его обогащают с целью получения полезных компонентов (минералов, химических элементов).

Освоение новых источников – техногенных ресурсов, наряду с традиционными ресурсами, будут способствовать расширению и укреплению минерально-сырьевой базы Российской Федерации и повышения экономической эффективности работ геологической, горнодобывающей и горно-перерабатывающей отраслей.

В России, на раннем этапе освоения месторождений, золото в основном добывалось из россыпей и, в меньшей мере, из коренных объектов кварц-жильного типа. Ситуация стала меняться с 1953 г., после того, как была найдена группа золоторудных месторождений прожилково-вкрапленного типа в Западном Казахстане [1]. Позже (1958 г.) было открыто, разведано и начало эксплуатироваться уникальное месторождение золота “черносланцевой” формации Мурунтау (Западный Узбекистан).

Особенность месторождения Мурунтау состоит в том, что оно представляет собой крупный по размерам штокверк, переходящий в восточном направлении в систему сближенных линейных субширотных зон с многочисленными мелкими рудными телами. Основные рудовмещающие породы штокверка представлены метаморфизированными песчаниками и алевролитами углисто-кварцевого состава, тонко переслаиваемыми со слюдисто-кварцевыми, кварц-хлоритовыми и углисто-слюдистыми сланцами [2]. Отвалы карьера Мурунтау представляют собой типичное техногенное месторождение со значительными запасами золота, которые постоянно пополняются за счет пород внутренней вскрыши. На горно-металлургическом предприятии в г. Навои, (Узбекистан) выполнен большой комплекс исследований по переработке заскладированного вторичного минерального сырья карьера Мурунтау методом кучного выщелачивания. Были разработаны эффективные конструкции для кучного выщелачивания, которые позволяют вести замкнутый процесс без потерь и загрязнения окружающей среды.

В Оренбургской области первый опыт по кучному выщелачиванию был получен на Кировском месторождении золота в 2000 - 2004 гг. [2]. До внедрения кучного выщелачивания на других объектах области добыча золота велась попутно при разработках колчеданно-полиметаллических (Барсучий Лог, Яман-Касы, Джусинское) и медно-колчеданных (Гайское, Летнее) месторождений.

Кировское месторождение золота локализовано в углисто-терригенной пачке пород, где оборудован опытный карьер. Рудовмещающие отложения характеризуются слабой обводненностью и низкими фильтрационными свойствами. Полезная толща залегает на окварцованных известняках – маршалитах, вскрытая мощность которых составляет 82 – 90 м, а уровни подземных вод соответствует глубинам 27 - 29,2 м. На этом месторождении, кроме самого карьера, в состав промплощадки входят отвалы

пустых пород, забалансовые руды, плодородно-растительный слой, склад кучного выщелачивания и рудоподготовки, а также административно-хозяйственные помещения.

Извлечение золота велась методом кучного выщелачивания. Технологическая схема переработки руд (разработчики НПП «ГЕОТЕП», ОАО МНПО «Полиметалл») включала ряд операций по рудоподготовке и гидрометаллургии, при которых применяются вяжущие материалы (портландцемент) и щелочные растворы цианида натрия с защитной щёлочностью для исключения гидролиза цианида натрия и образования циановодорода. Выщелачивание руд происходит на подготовленном основании в слабопроницаемых, вязких глинах неоген-четвертичного возраста. Эта толща представляет собой непроницаемый защитный экран, мощность которого достигает 25 м и

Состояние подземных и поверхностных вод определялась посредством наблюдений за состоянием карьерных вод, подземных вод по режимным и водозаборным скважинам, по реке Каменке. Ежемесячно по графику из перечисленных водопунктов и дна карьера отбирались пробы воды на определение рН среды, содержание цианидов, меди, золота, серы, нефтепродуктов. Внешний контроль осуществлялся лабораториями Орской СИГЭКиА и Новотроицкого ЦГСЭН. По результатам анализов поверхностных, подземных и карьерных вод в районе промплощадки рудника Кировского месторождения за период с 2000 г. по 2004 г. установлено, что содержание определяемых показателей, (цветные, черные и др. металлы, цианиды, хлориды и прочие элементы) в основном не превышает ПДК. Сезонные колебания в разрезе 4-х летнего периода соответствовали общему гидрохимическому фону района и не нарушались процессами разработки Кировского месторождения золота [5]. Преимущество метода кучного выщелачивания золота на Кировском месторождении перед традиционными методами добычи в экологическом отношении очевидна.

Успешно ведется промышленная добыча золота способом скважинного подземного выщелачивания (СПВ) на Урале [4]. Первым объектом исследований явилось месторождение Гагарка в Свердловской области. На первом этапе с применением жидкого хлора (с содержанием активного хлора 0,3 - 0,6 г/л) отрабатывались бедные руды коры выветривания. В дальнейшем рудники СПВ были организованы еще на трех месторождениях – Маминском, Верхотурском и Долгий Мыс, где выщелачивающим агентом является гипохлорит натрия. При бортовом содержании золота 0,3 г/т рудные залежи представляют собой сплошные тела. Золото из растворов сорбируется активированным углем. В коренном залегании месторождений подобного типа золото тонкодисперсное, при механическом обогащении руд значительная часть металла теряется с отходами, чего не происходит при скважинном подземном выщелачивании.

Использование технологии подземного выщелачивания позволит эффективно освоить рудные объекты, технически и экономически неблагоприятные для разработки традиционными горными методами, а также характеризующиеся небольшими масштабами. Примером такого объекта в Оренбургской области является Кумакское рудное поле, перспективы золотоносности района которого не исчерпаны. Они обуславливаются неполной обработкой глубоких горизонтов рудника, эксплуатация которых была прекращена по техническим причинам еще в 1954 г.

Кумакское рудное поле приурочено к зоне разлома – Кумак-Катансайская зона смятия. Рудные тела здесь приурочены к нижней углисто-терригенной пачке поздне-турнейско-ранневизейского возраста. Они относятся к зонам проявления метасоматоза и минерализации. Участки развития минерализации совпадают с местами интенсивного смятых, рассланцованных, местами развальцованных пород, в которых нахо-

дится большое количество согласных кварцевых, кварц-карбонатных жил, кварц-карбонатно-сульфидных прожилков, а также обильная сульфидная вкрапленность (Новгородова и др., 1981). В рудном поле, в полосе развития черных сланцев, интенсивно проявлены окварцевание и серицитизация. Эти участки тяготеют к местам разрывных нарушений, которые являлись каналами поступления флюида. Кумакское рудное поле связано со сланцевой полосой, которая является продуктом метаморфизма раннекаменоугольных черных сланцев. Милониты по последним имеют серицит-кварцевый, хлоритоид-мусковит-кварцевый состав.

По экспертным оценкам разработка Кумакского рудного поля с применением технологии подземного выщелачивания будет весьма прогрессивной и экономически эффективной [5]. Однако, на сегодняшний день оценивать эффективность горнодобывающих производств по технико-экономическим критериям недостаточно, в связи с тем, что значительные средства используются для снижения неблагоприятного воздействия на состояние окружающей среды. Наличие полной и объективной информации об экологическом состоянии территорий способствует выработке правильных решений в сфере недропользования, охране окружающей среды, в конечном счете – обеспечению экологической безопасности населения. Получение такой информации обеспечивает географическая информационная система (ГИС). Географические информационные системы своим происхождением обязаны информационными технологиями в науках о Земле. ГИС обобщают самую различную информацию – геологическую, геофизическую, картографическую, на локальном (объектном), региональном, федеральном уровнях. Основными принципами, заложенными в географические информационные системы, являются пространственность (территориальность), комплексность, геосистемность.

В науках о Земле и смежных с ними социально-экономических отраслях знаний функции ГИС не исчерпываются сбором, обработкой, хранением и распространением пространственно-координированной информации. ГИС стали значимым инструментом моделирования природных, хозяйственных, социальных процессов и ситуаций, проектирования их связей, взаимодействий, прогноза дальнейшего развития, а главное – принятия решений управленческого характера. Компонентами применения ГИС являются: недра, атмосфера, гидросфера, биосфера, социальная сфера, техносфера и др.

Основной составляющей географической информационной системы является экологический мониторинг, или мониторинг окружающей среды. Под мониторингом понимается совокупность процессов наблюдения, обработки информации, использование ее для прогноза изменения состояния окружающей среды под воздействием внешних факторов и для подготовки управляющих решений, направленных на снижение и ликвидацию негативных последствий.

Целевым назначением мониторинговых работ в районе Кумакского рудного поля является обеспечение рационального и безопасного использования недр, прогноз возможных негативных процессов, разработка мероприятий по снижению неблагоприятного воздействия процесса добычи золота на состояние компонентов природной среды.

Первыми реагируют на техногенные изменения подземные воды, которые являются наиболее подвижной составной частью недр. Информация о происходящих изменениях может быть получена путем организации систематического контроля за состоянием подземных вод. Основной задачей создания и ведения мониторинга подземных и поверхностных вод является оценка экологического состояния водной сре-

ды и происходящих её изменений, связанных с разработкой Кумакского месторождения, а также с проведением сопутствующей им хозяйственной деятельности.

В процессе разработки месторождения могут происходить изменения гидрогеологических условий: снижение напоров подземных вод, сокращение или полное прекращение разгрузки подземных вод в реки, ухудшение качества подземных и поверхностных вод и др.

Мониторинг подземных вод организуется в целях своевременного выявления и прогнозирования развития негативных процессов, влияющих на качество подземных вод и их состояние, разработки и реализации мер по предотвращению негативных последствий этих процессов при разработке Кумакского месторождения.

Мониторинг подземных вод включает в себя: создание сети наблюдательных скважин, охватывающих грунтовые воды и первый от поверхности водоносный горизонт; систематический отбор и анализ проб подземных вод, обобщение аналитических данных; определение содержания химических компонентов, оценка загрязнения вод на основе ПДК веществ в воде; прогноз развития возможного загрязнения и истощения водоносного горизонта.

В состав контролируемых показателей, по аналогии с Кировским месторождением, рекомендуется включить определение: рН среды, содержание цианидов, меди, золота, серы, нефтепродуктов, а также сухой остаток, жесткость, ХПК, хлориды, сульфаты, ионы кальция, магния, натрия, гидрокарбонаты.

Местоположение пунктов контроля мониторинговой сети (родники, наблюдательные скважины) необходимо выбирать в направлении движения подземных вод выше и ниже источников техногенного воздействия.

Отбор проб и сопутствующие им замеры уровней и температуры подземных вод, рекомендуется проводить четыре раза в год (по сезонам года). При выявлении загрязнения подземных вод пробы воды из пунктов контроля отбирают сразу после обнаружения загрязнения, затем через 10, 30, 60 дней. Отбор проб, подготовка емкостей для отбора проб выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000.

Помимо мониторинга подземных вод в процессе разработки Кумакского месторождения необходимо осуществлять контроль лимита использования воды хозяйственного и технического качества.

Список литературы:

1. **Сазонов В.Н.** Золото в “черных сланцах” Урала. / В.Н. Сазонов [и др.]//Литосфера, 2011, № 4, с. 70–92
2. **Новгородова М.И., Якобс Е.И., Шинкаренко Ю.Г.** Золотое оруденение и метасоматиты одного из районов Южного Урала // Вопросы петрологии и металлогении Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. С. 115–116.
3. **Машковцев Г.А.** Перспективы применения в России геотехнологических способов добычи твердых полезных ископаемых / Г.А.Машковцев, Л.П.Тигунов, Л.З.Быховский, 2010
4. **Бибик И.П.** Пути решения проблемных задач в области буровзрывных работ в условиях мощного водопритока на карьере Мурунтау / И.П. Бибик // Горный вестник Узбекистана, 2008. - №4 (35). - с. 25-27
5. **Хан И.С., Панкратьев П.В., Ольхова А.И.** О перспективах применения кучного выщелачивания при добыче металлических полезных ископаемых в Оренбургской области. // Материалы всероссийской научно-практической конференции. - Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2010. – с. 1495-1500 .

ЧАРЫНСКИЙ КАНЬОН

А.К. Абилова, А.Н. Сарсенбаева
КазНИТУ им.К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан
e-mail: Aidauren_zko.96@mail.ru

Целью работы являлось выявление геоморфологических особенностей Чарынского каньона. Так как природный комплекс Чарынского каньона имеет очень важное значение как неповторимый уникальный объект – природный и геологический памятник. Он представляет большой интерес для науки и туризма, здесь сохранились природные объекты, появившиеся миллионы лет назад. [2]



Рис. 1. Общая видимость структур каньона

Чарынский каньон является частью Чарынского Государственного Национального Природного Парка (ЧГНПП), особо охраняемой природной территорией республиканского значения. В него входят и сам каньон и ясеневая роща, расположенная в лоне каньона и объявленная так же памятником природы, и, так же ряд территорий общей протяженностью 154км вдоль реки Чарын в Казахстане. Каньон располагается в 195 км восточнее Алма-Аты, недалеко от границы с Китаем (Рисунок 1). [1]

Чарынский каньон – памятник природы, сложенный из осадочных пород, возраст которых составляет около 12 миллионов лет. Высота отвесных гор каньона достигает 150-300м. Стены каньона сложены из прочных скал, верхняя часть которых увенчана слоем конгломерата, податливого для могучих сил природы. [1]

Современный облик рельефа района сформировался в течение неоген-четвертичного времени в условиях дифференцированных тектонических движений, процессов комплексной денудации и аккумуляции. Горам Богуты присущ среднегорный рельеф, для которого в целом характерны мягкие и сглаженные формы, но местами склоны крутые и скалистые. Среднегорье со всех сторон ограничено четкими, сильно расчлененными уступами. Широко развиты поверхности древнего приподнятого пенеплена. Массив сложен пестрым составом пород: песчаники, сланцы, кремний, известняки, конгломераты, эффузивы, граниты, гранитоиды.

На правом склоне каньона древние известняки «стоят на голове», как говорят геологи, т.е. плотно сомкнутые пласты стоят вертикально. На них горизонтально ле-

жат более молодые плиоценовые пласты из переслаивающихся горизонтов галечника и песчано-глинистых отложений.

Слева все эти породы разорваны прекрасно выраженным сбросом в результате поднятия блока карбоновых эффузивов, которое произошло в четвертичное время; имеются лавы базальтов, андезито-базальтов, порфиров. Эти породы имеют разные цвета – от палево-желтого до фиолетового и красного.

В миоцене и плиоцене река Чарын впадала в Илийское озеро. После того как воды Илийского озера ушли, Чарын стал впадать в реку Или ранее также впадавшую на востоке в Илийское озеро.

В бывшем дне озера, в эпоху плейстоцена, Чарын вырезал каньон. Образование каньона объясняется тем, что с ростом хребтов Терской Алатау, Кетмень и Кунгей Алатау, где находятся верховья Чарына, течение реки убыстрится и тем самым увеличивается ее эрозионная сила.

Каньон разрезает слои неогена, карбона, магматические породы палеозоя и породы рифея. Каньон углубляется одновременно с ростом хребтов Северного Тянь-Шаня. К главному каньону примыкают ущелья, и одно из них - Бестамак, что в переводе с казахского означает «пять обедов».

Он находится между Долиной замков и каньоном реки Тимерлик. Длина основной каньонной части около 6 км, и на всем протяжении Бестамак несколько раз меняет свой облик: классические чарынские виды чередуются с узкими проходами - настоящими каменными саркофагами.

До боковых, мало изведанных каньонов Чарына, таких, как Алешкина щель, Пасть дракона, Нью-Васюки, Ведьминское ущелье, можно дойти только пешком из Долины замков. Чарынский каньон напоминает знаменитый Большой каньон Колорадо в США в миниатюре. [6]

Одно из самых популярных мест на Чарыне – Долина замков, где в небо устремлены бесчисленные причудливые каменные изваяния. Долина замков, длина которой составляет около 2км, ширина – 20-80м. Она входит в перечень участков, представляющих особую экологическую, научную и иную ценность. . Здесь охраняются отвесные скалистые склоны каньона, палеонтологические находки, обнаруженные в этом районе, а также редкие виды флоры и фауны. [1], [3]. Здесь произрастает более 1500 видов растений, 17 из которых занесены в Красную книгу Казахстана, 62 вида млекопитающих, 103 вида гнездящихся птиц, 25 видов рептилий. [4]

В урочище Сарытогай находятся охраняемые леса, где растёт одно из самых уникальных деревьев на земле – ясень согдийский, который существовал еще в эпоху палеогена. Ясеньевая роща - уникальна, вторая подобная роща находится в Северной Америке. Ясеньевая роща является особо охраняемым памятником природы под эгидой ЮНЕСКО. Возраст рощи примерно 5 миллионов лет. [4]

На территории Чарынского национального парка климат является резко континентальным. Среднегодовая температура здесь составляет +5 градусов Цельсия. Январь считается самым холодным месяцем (в среднем -6 градусов), а самым теплым является июль (воздух прогревается до +27 градусов). Снега в зимнее время выпадает не так много: высота снежного покрова составляет в среднем 10-20 сантиметров. Всего же за год здесь выпадает примерно 150 мм осадков [5].

Гидрографические особенности участков расширения Чарынского ГНПП характеризуются наличием таких крупных водных источников, как реки Чарын и Или. В горах Улькен-Богуты основными источниками поверхностных вод являются горные родники, дебет которых незначителен и не играет значительной роли в водоснабже-

нии данного участка. Подземные воды являются частью запасов таковых всей восточной части Илийской впадины, представляющей многоярусный артезианский бассейн с обильными, часто самоизливающимися, холодными и горячими подземными водами из многочисленных водоносных горизонтов и комплексов. Они имеют огромную хозяйственную и бальнеологическую ценность [5].

Главная водная артерия - река Чарын - крупнейший левобережный приток р. Или. Это река горного типа. Истоки ее расположены выше снеговой линии, на южном склоне хребта Кетмень. Таким образом, река пересекает все вертикальные пояса. Различны и ее названия: у истоков - Шалкудысу, затем Кеген и только на подгорных равнинах привычное всем алмаатинцам - Чарын.

Река спускается с гор бурными потоками, русло ее загромождено огромными камнями, поэтому стремительное течение часто образует большие живописные пороги и водопады. За прошедшие миллионы лет река прорезала мощные слои древних отложений эпохи карбона и изверженных пород. В итоге образовался огромный совершенно уникальный каньон - главная достопримечательность национального парка. На протяжении последних десятилетий он имеет самый высокий рейтинг по посещаемости туристами [5].

Необыкновенно разнообразен и достаточно оригинален набор почв степного (черноземы, каштановые) и пустынного почвообразования (бурые, серо-бурые, крайне-аридные). Среди интразональных почв особо выделяются лесо-луговые пойменные под ясеневым лесом, и крайне-аридные почвы центральноазиатского (гобийского) типа. Разнообразие почвенного покрова территории связано, прежде всего, с орочклиматическими факторами, обусловившими вертикальную зональность в пределах гор и предгорных равнин, а так же инверсионную - в районах межгорных котловин. В структуре почвенного покрова «Дельты р. Шарын» наибольшие площади (более 60%) занимают автоморфные почвы равнин, гор, мелкосопочников и плато; полугидроморфные и гидроморфные почвы речных долин и дельты составляют около 30%; остальная часть территории занята песчаными массивами, выходами плотных пород, галечниковыми отмелями и др. В пределах Богутинского массива выделены горные черноземы и горные темно-каштановые и светло-каштановые почвы, а также сероземы светлые малокарбонатные, серо-бурые пустынные почвы и солончаки.

Долину бурной реки Чарын покрывают заросли барбариса, чингиля, лоха, тамариска. Здесь можно увидеть привычные нам ивы и тополя. Из представителей животного мира чаще всего встречаются зайцы, лисы, корсаки, ласки, горные козлы, горностаи и тушканчики. Что касается пернатых, то их тут больше всего. Здесь водятся и те, что занесены в Красную книгу: беркут, филин, бородач, кумай, стервятник, змея-яд, могильник, орел-карлик, шахин и балобан. Самыми часто встречающимися рептилиями в Чарынском национальном парке являются агамы, гологлазы, серые гекконы, щитомордники, водяные ужи, а также разноцветные и узорчатые полозы. [5]

Флористическое богатство территории, предлагаемой для расширения Чарынского ГНПП, представлено около 1000 видов высших сосудистых растений, относящихся к 436 родам и 92 семействам. Так, на участке «Дельта р. Шарын» произрастает 939 видов из 426 родов 92 семейств, а на участке «Улькен – Богуты» — 985 видов 438 родов 89 семейств. Своеобразие флоры определяется присутствием ряда эндемичных растений: барбарис илийский (*Berberis iliensis*), жимолость илийская (*Lonicera iliensis*), ферула илийская (*Ferula iliensis*), гелиотроп маленький (*Heliotropium lasiocarpum*), тюльпан Бема (*Tulipa behmiana*), астрагал пшукнуринский (*Astragalus yunnanensis*), остролодочник Недзвецкого (*Oxytropis niedzweckiana*), солонечник скальный (*Ga-*

latella saxatilis), кермек Михельсона (*Limonium michelsonii* Lincz). Здесь встречаются виды в Казахстане находящиеся на пределе своего географического распространения: ковыль Крылова (*Stipa krylovii*), саксаульчик илийский (*Arthrophytum iliense*), саксаульчик балхашский (*Arthrophytum balchaschense*), ильиния Регеля (*Iljinia regelii*), симпегма Регеля (*Sympegma regelii*), астрагал Бородина (*Astragalus borodini*), караган киргизов (*Caragana kirghisorum*), сырейщиковия тонкая. На этих участках сохранились местообитания редких и исчезающих видов, занесенных в «Красную книгу Казахской ССР» (1981): тополь сизолистный (*Populus*), ясень согдийский (*Fraxinus sogdiana*), плагиобазис васильковый (*Plagiobasis centauroides*), тюльпан Колпаковского (*Tulipa kolpakowskiana*), кизильник Краснова. [3]

Флора национального парка насчитывает 940 видов высших растений, что сопоставимо с богатством флор отдельных горных территорий. В ее составе представлены более 60 эндемичных, субэндемичных и редких видов, относящихся к 20 семействам и 39 родам. Три вида (ферула илийская, пустынноколосник Зинаиды и кермек Михельсона) являются реликтовыми эндемиками, т.е. видами, которые имели в прошлом более широкие ареалы, но к настоящему времени сохранились только на данной территории. Узкоэндемичных видов 8, три из них (остролодочник Недзвецкого, ферула сюгатинская, солонечник скальный) являются редкими и занесены в Красную книгу Казахстана. [3]

Животный мир национального парка тоже очень богат. Здесь встречается 36 видов млекопитающих, из которых наиболее обычны лиса (*Canis vulpes*), корсак (*Vulpes corsak*), заяц-толай (*Lepus tolai*), кабан (*Sus scrofa*), горный козел (*Capra*), ласка (*Mustela nivalis*), горностаи (*Mustela erminea*), тушканчики (*Dipodidae*) и песчанки (*Meriones*). Пять видов занесены в Красную книгу Казахстана: джейран (*Gazella subgutturosa*), каменная куница (*Martes foina*), перевязка (*Vormela peregusna*), манул (*Felis manul*) и среднеазиатская речная выдра (*Lutra*). Разнообразен мир птиц - более 200 видов, в том числе 111 - гнездящихся. В ясеневой роще преобладают обитатели древесно-кустарниковых насаждений - голуби (*Columba livia*), горлицы (*Streptopelia*), иволга (*Oriolus*), южный соловей (*Luscinia megarhynchos*), сплюшка (*Otus scops*), славки (*Sylvia nisoria*), синицы (*Parus major*). В последние годы найдены редкие на гнездовье в роще длиннохвостая синица (*Aegithalos caudatus*) и обыкновенная пищуха (*Certhia familiaris*), а также один из краснокнижных видов - черный аист (*Ciconia nigra*). В каньоне многочисленны виды, которые устраивают гнезда на обрывах, в нишах и трещинах скал: сизый голубь (*Columba livia*), скалистая ласточка (*Ptyonoprogne rupestris*), кеклик (*Alectoris kakelik*). Здесь же обитают занесенные в Красную книгу филин (*Bubo bubo*) и многие дневные хищники: беркут (*Aquila chrysaetos*), кумай (*Gyps himalayensis*), бородач (*Gypaetus barbatus*), змеяд (*Circaetus ferox*), стервятник (*Neophron perenopterus*), балобан (*Falco cherrug*), шахин (*Falco pelegrinoides*), могильник (*Aquila heliaca*) и орел-карлик (*Hieraetus pennatus*). Среди пернатых прилегающих пустынь наиболее интересны три краснокнижных вида: дрофа - красотка (*Chlamydotis undulata*), чернобрюхий рябок (*Pterocles orientalis*) и саджа (*Syrhaptes paradoxus*). Пресмыкающихся в резервате 18 видов. Из ящериц наиболее обычны алайский гологлаз (*Asymblespharus alaicus*), агама (*Agamidae*), серый геккон (*Cyrtopodion russowii*), из змей - щитомордник (*Ancistrodon halys*), узорчатый и разноцветный полозы (*Eryx jaculus*), а в прирусловых биотопах - водяной уж (*Natrix tessellata*). Основу его питания составляют рыбы, которых в водоёмах парка обитает 10 видов. Семь из них - типичные аборигены нагорноазиатской фауны, а один, илийская маринка (*Schizothorax pseudaksaiensis*), занесен в Красную книгу Казахстана. К

категории краснокнижных относятся также пестрая круглоголовка (*Phrynoscephalus versicolor*) и центральноазиатская лягушка (*Rana asiatica Bedriaga*). Из всего многообразия насекомых, видовой состав которых практически не изучен, летом привлекают внимание яркие дневные бабочки: крапивница (*Aglais urticae*), многоцветница (*Vanessa*), адмирал (*Vanessa atalanta*), апполон-мнемозина (*Parnassius mnemosyne*), желтушка луговая (*Colias hyale*). [6]

В Чарынском каньоне благодаря редкому сочетанию ряда геологических факторов сохранились интересные местонахождения древнейших, ныне вымерших представителей фауны и флоры. В обрывах Чарына найдены богатые скопления окаменелых костей (мастодонты, слоны, носороги, лошадь Стенона, гиена и многие другие), а также оригинальные флористические пыльцевые комплексы. [5]

Список литературы:

1. ru.wikipedia.org/wiki/Чарынский_каньон
2. <http://www.charyn-canyon.kz/>
3. <http://paleokazakhstan.info/charin.php>
4. <http://www.advantour.com/rus/kazakhstan/southern/charyn-canyon.htm>
5. <http://arcticaoy.ru/fb.ru/article/148399/charyinskiy-kanon-v-kazahstane-opisanie-i-foto.html>
6. <http://silkadv.com/ru/node/357>