

хорошо видно, что сбросо-сдвиги являются более поздними по отношению к чешуйчатым взбросам, которые в отдельных интервалах деформированы в северо-восточные складки. Сбросовая составляющая по сбросо-сдвиговой зоне оценивается в 200 м. Амплитуду сдвиговой компоненты смещения достоверно установить не удалось.

Предлагаемый вариант деформационной структуры месторождения Бакр-Узьяк позволяет существенно расширить перспективы поисков колчеданного оруденения в северной части Бакрузьякской брахиантиклинали. В частности, весьма перспективным на обнаружение колчеданных залежей представляется лежащее крыло надвига, где под осадочными отложениями ($D_3?$) залегает толща основных и преобладающих кремнекислых вулканитов бакрузьякского комплекса, часть из которых по стратиграфическому положению может соответствовать рудоносному уровню месторождения Бакр-Узьяк.

Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке программы «Поволжье» (проект РФФИ 08-05-97005 и договор с АН РБ № 40/37-П).

К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ ПЛАТИНОИДОВ В КОЛЧЕДАНЫХ РУДАХ ГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Г.А. Пономарева, П.В. Панкратьев

**Оренбургский государственный университет, геолого-географический факультет,
кафедра геологии, г. Оренбург, e-mail: geologia@mail.osu.ru**

В Оренбургской области все месторождения меди промышленного масштаба относятся к колчеданному типу. В настоящее время известно 9 таких месторождений. Месторождения различаются по запасам меди: сверхкрупное — Гайское, средние — Блявинское, Комсомольское, Летнее, Весеннее, Осеннее, Джусинское и мелкие — Светлинское, Барсучий лог, Яман-Касинское и др. Имеется несколько непромышленных месторождений — Разумовское, Орское, Западно-Ащebutакское, Исиргужинское и другие (более 100 рудопроявлений).

По данным [1, 2] колчеданные руды залегают в среднедевонских вулканогенных породах островодужной базальт-риолитовой ассоциации, в которых широкое распространение получила зеленокаменная ступень метаморфизма. Как правило, рудные тела тяготеют к верхам эффузивной пачки кислого, чаще всего риодацитового состава, перекрытой или андезитобазальтами или маломощным горизонтом осадочных пород и затем мощной андезито-базальтовой пачкой. В лежащем боку колчеданной залежи в кислых лавах или туфах присутствует ореол интенсивно проявленных гидротермально-метасоматических изменений пород, которые выражены в их серицитизации, окварцевании и пиритизации, хлоритизации, рассланцевании и брекчировании.

Залежи слагаются преобладающим пиритом (до 95%), сфалеритом и халькопиритом, второстепенными минералами являются: блеклая руда, галенит, борнит, ковеллин, халькозин. Из нерудных преобладают кварц, серицит, кальцит, барит. Интересен и комплекс сопутствующих редких элементов, в числе которых золото, серебро, платина, палладий, селен, кадмий, висмут и другие [1, 2].

Гайское месторождение представлено сближенными крутопадающими линзовидными рудными телами. По морфологии рудные тела представляют собой различные по размерам пласто-плито-линзообразные залежи сплошных колчеданов и прожилков вкрапленных руд, имеющих согласное залегание с вмещающими породами и характеризующихся резкими контактами со стороны висячего бока и постепенным со стороны лежащего. Они образуют плито-

образную субмеридиональную рудную зону мощностью около 300 м (до 600–800 м). Месторождение вскрыто тремя карьерами и глубокой шахтой [1, 2].

Упоминания о наличии платиновых металлов в колчеданных рудах Урала имеются в работах [3, 4]. Исследования медных колчеданов Урала, произведенные автором [4], показали, что содержание платины в них варьирует от 0 до 0,1 мг/т. Позднее эти руды изучались и другими исследователями [5]. При этом было обнаружено, что содержания платиноидов в них незначительно с преобладанием платины над палладием, а содержания родия сопоставимо с содержанием платины и палладия, в случае их низких концентраций. Начатые К.К. Золотовым с соавторами в конце 1980-х гг. систематические исследования в этом направлении завершились выделением в 1992 г. нового типа платиносодержащих рудных формаций — гайского [6]. Более поздними исследованиями в рудах уральских колчеданных месторождений баймакского и уральского типа установлена промышленно интересная благороднометалльная минерализация [7, 8]. К настоящему времени проведена оценка платиноносности всех формационно-генетических типов месторождений колчеданного семейства, а полученные результаты впервые дают представление о распределении платиновых металлов в этих образованиях [2].

Нами исследовались образцы руды и отдельных минералов Гайского медно-цинково-колчеданного месторождения, взятых из глубоких горизонтов шахты, на содержание платины, палладия, а также золота и серебра. В настоящей статье представлены результаты изучения распределения благородных металлов в указанных образцах. Анализы выполнены в лаборатории физических методов исследования кафедры геологии Оренбургского государственного университета методом атомно-абсорбционного анализа на спектрометре МГА-915.

Данные, полученные нами по содержанию благородных металлов в образцах Гайского месторождения, представлены в таблице 1.

Таблица 1
Содержание благородных металлов в образцах Гайского месторождения, г/т

№п/п	Образец	Глубина м	Au	Ag	Pt	Pd	Σ БМ
1	Руда (пирит, халькопирит)	695	0,24	2,88	<0,002	–	3,12
2	Халькопирит	695	1,43	4,91	0,010	0,043	6,393
3	Пирит	695	0,086	0,34	0,002	0,004	0,432
4	Самородная медь		0,017	0,098	0,002	0,006	0,123
5	Среднее		0,44	2,057	<0,004	0,018	2,517

Примечание: Анализы выполнены в лаборатории ФМИ кафедры геологии Оренбургского государственного университета Г.А. Пономаревой методом атомно-абсорбционного анализа с электротермической атомизацией на спектрометре МГА-915. «–» — не обнаружено.

Из представленных в таблице 1 результатов видно, что максимальное содержание металлов платиновой группы, а также золота и серебра отмечено в халькопирите (Σ БМ = 6,393 г/т), что связано с большой изоморфной емкостью этого минерала. Наименее богата благородными металлами самородная медь (Σ БМ = 0,123 г/т). По предварительным данным содержание палладия выше содержания платины в изученных образцах.

Содержание благородных металлов в изученных образцах распределяется следующим образом (на основании средних значений): Ag > Au > Pd > Pt.

Нами также изучалась взаимосвязь элементов платиновой группы, золота и серебра в разных образцах Гайского месторождения на основе анализа парных корреляционных связей между благородными металлами.

Для этого использовали фирменный пакет программы «Статистика», непараметрические методы, при использовании которых нет необходимости предполагать, что функция

распределения результатов наблюдений принадлежит какому-либо определенному параметрическому семейству. Если признаки измерены в ранговой шкале, то для исследования взаимосвязи между ними используют методы ранговой корреляции. Поскольку оценивались ранговые корреляционные характеристики парной связи, использовали ранговый коэффициент корреляции Спирмена.

Оценки парных коэффициентов корреляции между изученными металлами приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Матрица коэффициентов корреляции Pt, Pd, Au, Ag в образцах
Гайского месторождения Оренбургской области**

Элементы	Pt	Pd	Au	Ag
Pt	1,00			
Pd	0,87	1,00		
Au	0,77	0,50	1,00	
Ag	0,77	0,50	1,00	1,00

Из таблицы 2 видно, что в сульфидных минералах платина обнаруживает высокие коэффициенты корреляции с палладием, серебром и золотом, а палладий — значимые положительные коэффициенты корреляции также с золотом и серебром. Следовательно, все эти металлы обнаруживают прямую связь, значит, их распределение в сульфидных минералах Гайского медно-колчеданного месторождения зависит друг от друга.

Коэффициенты корреляции, рассчитанные нами [9] по данным [10], хорошо согласуются с коэффициентами, рассчитанными по нашим данным, представленным в настоящей статье.

Таким образом, выявленные корреляционные связи между благородными металлами дают возможность прогнозировать в рудах и сульфидных концентратах колчеданных месторождений Уральского типа наличие платиноидов.

Несмотря на то, что в пиритовом концентрате содержания халькопирита, борнита, галенита, сфалерита, блеклой руды относительно не высоки, основная масса благородных металлов сосредоточена в них.

На основании приведенных в таблицах 1 и 2 данных можно сделать вывод о том, что основная масса благородных металлов связана с преобладающими в рудах сульфидами, где эти металлы проявляют халькофильные свойства.

Таким образом, с изменением физико-химических условий возникают различные концентрации благородных металлов, в частности, в восстановительной обстановке физико-химической системы, где концентраторами являются халькопирит, борнит и блеклая руда и др.

Несмотря на низкие концентрации платиновых металлов в медно-колчеданных рудах Урала, большие запасы этих руд, значительные объемы их добычи и переработки делают всю проблему изучения платиноносности этих руд исключительно актуальной и перспективной.

Литература:

1. Гайский ГОК; геология Гайского и Подольского медно-цинковых колчеданных месторождений на Урале. Екатеринбург: ИГиГ Уро РАН, 2004. 148 с.
2. Викентьев В.И., Молошаг В.П., Юдовская М.А. Формы нахождения и условия концентрирования благородных металлов в колчеданных рудах Урала // Геология рудных месторождений. 2006. Т. 48, № 2. С. 91–125.
3. Звягинцев О.Е. Геохимия платины. Ленинград: ОНТИ Хим-теорет, 1936. 96 с.
4. Юшко-Захарова Е.О. Платиноносность рудных месторождений. М.: Недра, 1975. 248 с.

5. Золоев К.К., Волченко Ю.А., Коротеев В.А. и др. Платинометальное оруденение в геологических комплексах Урала. Екатеринбург, 2001. 199 с.
6. Добровольская М.Г., Дистлер В.В. Платиновые металлы в рудах медноколчеданных месторождений Южного Урала // Руды и металлы. 1994. № 4. С. 56–64.
7. Медноколчеданные месторождения Урала. Условия формирования. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. 252 с.
8. Пономарева Г.А., Панкратьев П.В. Благородные металлы в колчеданных рудах гайского месторождения // Материалы международной научно-практической конференции. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. С. 5.
9. Лазаренков В.Г., Таловина И.В., Белоглазов И.Н., Володин В.И. Платиновые металлы в гипергенных никелевых месторождениях и перспективы их промышленного извлечения. М.: Недра, 2006. 188 с.

ПЛАТИНОИДЫ ИЗ КИАЛИМСКОЙ РОССЫПИ (УРАЛ)

В.В. Зайков¹, Е.В. Зайкова¹, В.А. Котляров¹, В.В. Мурзин²

¹ Институт минералогии УрО РАН

² Институт геологии и геохимии УрО РАН

Киалимская золотоносная россыпь входит в состав Миасского россыпного района и находится в левом притоке р. Миасс. Она примыкает к северной части Таловского гипербазитового массива [5]. Наличие на этом участке платиноидов ранее было известно, но состав минералов платиновой группы (МППГ) не изучался. В настоящем исследовании приводятся данные о химическом составе МППГ россыпи, извлеченных из технологической пробы хвостов гидравлической добычи золота.

От пробы общим весом 60 кг был отситован класс крупности +2 мм, материал которого был изучен под биноклем и составил 10% от веса пробы. Он представлен обломками различных пород, в том числе кварцитов, магнетита, хромшпинелида, альмандина. Встречены отдельные крупные частицы золота размером до 8 мм, обычно в сростании с кварцем и подвергнувшиеся амальгамации. Материал крупностью –2 мм отмыт сначала на лотке, а затем, после деления на более узкие классы крупности, в градиентной трубке в потоке воды. В результате была получена наиболее тяжелая фракция весом 11,2 г, в составе которой резко преобладают МППГ преимущественно в классе крупности 0,2–0,4 мм.

Состав минералов изучался с помощью оптических микроскопов OLYMPUS и рентгено-спектрального микроанализатора РЭММА–2М (оператор В.А. Котляров). При микрозондовом анализе было установлено несколько разновидностей самородных металлов (осмия – рутения, платины, родия и золота), а также сульфиды и сульфоантимониды платиноидов. Номенклатура минералов принята в соответствии с работой [7] с учетом данных по уральским минералам [3, 4].

По особенностям морфологии, строения зерен, набору минералов-сростков и химическому составу самородные фазы системы Os–Ir–Ru разделены на шесть групп (таблица), отличающихся положением на диаграмме (рис.) в соответствии с содержаниями основных компонентов, платины и родия. На рисунке 1 показаны средние значения полученных анализов каждой группы составов. Практически во всех анализах обнаружено железо (0,1–1,6), а в трети анализов — никель (0,1–0,6).

Наиболее распространена **первая группа**, которая охватывает узкое протяженное поле в центре диаграммы. К этой группе относятся агрегаты величиной до 2 мм. По составу они