

II. ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ (СТРАТИГРАФИЯ, ТЕКТНИКА, ЛИТОЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ). ГЕОФИЗИКА

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УРАЛА

В.Н. Пучков

ИГ УНЦ РАН, Уфа, e-mail: puchkv@ufaras.ru

Вышла из печати книга автора [1]. Монография является результатом многолетних исследований в рамках бюджетных тем и целого ряда отечественных и международных Программ. Некоторые важнейшие результаты, с надлежащими ссылками, были использованы в книге. Настоящий доклад ставит своей целью познакомить геологическую аудиторию с основными положениями монографии, касающимися прежде всего геологической истории и особенностей металлогении Урала.

В основу систематизации материала, характеризующего Урал, положен структурно-исторический принцип. Вещественные комплексы Урала, отражающие его тектонику и геологическую историю, естественным образом делятся на пять структурных ярусов, отвечающих пяти крупнейшим этапам его развития. Каждый из последующих этапов короче предыдущего, что связано как со спецификой развития региона, так и, возможно, отчасти с наихудшей изученностью архейско-раннепротерозойского этапа, история которого известна плохо.

1. Архейско-раннепротерозойский ярус представлен исключительно метаморфическими пара- и ортопородами, местами сохраняющими реликты гранулитового метаморфизма. В течение протерозоя и палеозоя гранулиты последовательно подвергались метаморфизму все более низких ступеней, от ареального амфиболитового до приразломного зеленосланцевого. На каждом этапе площадь ретроградного метаморфизма сокращалась. Достоверные архейские породы в пределах Урала находятся только в Тараташском выступе, однако, судя по сейсмическим данным, кристаллический фундамент Волго-Уралии прослеживается непрерывно от платформы до осевой части Тагило-Магнитогорской мегазоны. На севере Урала, где кристаллический фундамент представлен тиманидами, рубеж, на котором наблюдается спад метаморфизма, размыв и кардинальное несогласие, проходит на уровне порядка 1700 ± 50 млн. лет, и этот рубеж отвечает времени амальгамации Балтики. Породы, которые предположительно могут быть древнее этого рубежа, выходят лишь в ядрах крупных куполовидных поднятий (Хобеиз, Харбей, Марун-Кеу).

2. Рифейско-вендский ярус, развитие которого закончилось образованием тиманид, значительно более широко распространен на поверхности, по сравнению с нижележащим; он обнажен преимущественно на западном склоне Урала и Тимана. Породы этого возраста спорадически наблюдаются и на его восточном склоне, вероятно соединяясь на глубине в фундамент одного или нескольких микроконтинентов. Тиманиды прослеживаются расширяющейся полосой, структуры которой образуют виргацию, от западного склона Южного и Среднего Урала до фундамента каледонид Свальбарда, обнажаясь в Центрально-Уральской зоне и на Тимане и слагая фундамент Тимано-Печорско-Баренцевоморского бассейна.

История тиманид тесно связана с историей окраины континента Балтики. После амальгамации субконтинентов Волго-Уралии, Сарматии и Фенноскандии с образованием этого континента (~1700 млн. лет), последний, вероятно, вошел в суперконтинент Нуна (Коламбия). В пределах этого суперконтинента Балтика находилась в тесной взаимосвязи с Лаврентией (включая Гренландию), Амазонией и Сибирским кратоном.

На Балтике в начале мезопротерозоя заложилась система сквозьплатформенных авлакогенов, открывавшихся в область будущих тиманид. Однако в самих тиманидах нижне- и среднерифейские отложения хорошо сохранились только на Южном Урале; значительно менее уверенно они выделяются в метаморфическом обрамлении куполовидных поднятий Приполярного и Полярного Урала, где они, вероятно, отвечают основанию чехла мезо-неопротерозойских микроконтинентов. В Кваркушском антиклинории известен только верхний рифей и венд, на Тимане уверенно выделяется только верхний рифей и значительно менее уверенно — средний.

Начало распада суперконтинента Нуна — ~1400 млн. лет — примерно совпадает с машакской эпохой рифтогенеза на Южном Урале (начало — 1385, конец — ~1350 млн. лет). Вулканогенные рифтовые комплексы того же возраста присутствуют в Гренландии, что позволяет пунктирно наметить простираение пассивной континентальной окраины от Южного Урала до Гренландии, при учете, что тесные связи Балтики и Лаврентии не только не нарушились, но и укрепились благодаря гренвилльско-свеконорвежской орогении, приведшей к образованию суперконтинента Родинии, полностью сформировавшегося к 1000 млн. лет.

Начавшийся 800–750 млн. лет назад распад Родинии с течением времени распространился на территорию Лаврентии – Амазонии – Балтики, что выразилось в широком развитии вулканитов и базитовых интрузий со щелочным уклоном на востоке Башкирского антиклинория, в Кваркушском антиклинории, на Тимане и Приладожье в интервале 720–600 млн. лет. Рубеж 615 млн. лет считается в настоящее время одним из наиболее поздних эпизодов распада Родинии, с отделением континента Балтики (в узком смысле слова) от Лаврентии с Гренландией и Амазонии.

В интервале 600–550 млн. лет вдоль тимано-уральской окраины Балтики нарастают орогенические движения и начинается формирование Тиманского орогена, что сопровождается формированием молассы, сосредоточенной в краевом и нескольких межгорных прогибах, метаморфизмом и внедрением гранитных интрузий, развитых в антиклинориях, в некоторых случаях имеющих отчетливую куполообразную форму.

В образовавшейся структуре тиманид, где верхнерифейские образования пользуются наибольшим распространением, выделяются экстерниды и интерниды. Первые отвечают на уровне позднерифейского времени континентальной окраине, причем на протяжении от о. Кильдин и п-ова Рыбачьего до Среднего Тимана в ее пределах, в северо-западном направлении, наблюдается переход мелководных верхнерифейских отложений в глубоководные. Присутствие в интернидах тиманид офиолитов и островодужных комплексов, датированных поздним рифеем, свидетельствует о существовании в это время на данной территории океанической коры. Развитые в интернидах крупные поднятия (Хобеиз, Харбей, Марун-Кей) следует считать микроконтинентами.

3. Палеозойско-раннемезозойский ярус, отвечающий развитию уралид, имеет по отношению к тиманидам отчетливо наложенный характер. При этом если на юге Урала простираения тиманид и уралид более-менее совпадают, то на севере между ними имеется четкое азимутальное несогласие, отразившееся в структурах уралид наличием поперечных поднятий. Наоборот, азимутальное несогласие между простираениями тиманид и архейско-протерозойских структур наиболее ярко проявилось в южных районах их развития.

Тектоническая зональность уралид характеризуется, в сравнении с тиманидами, более выраженной прямолинейностью и более четкой дифференциацией на палеоконтинентальные, палеоокеанические и переходные комплексы, причем и в уралидах можно выделить экстерниды и интерниды, разделенные сутурой Главного Уральского разлома (ГУР).

Структурный анализ, подкрепленный интерпретацией региональных сейсмопрофилей, показал бивергентность орогена, с опрокидыванием и надвиганием его комплексов на континенты — Лавруссию на западе и Казахстанию на востоке, и с захватом деформациями краев этих континентов. На западе складчато-надвиговый пояс форланда (экстерниды) изучен значительно лучше, чем на востоке: здесь установлен целый ряд шарьяжных структур с закономерной последовательностью образования пакетов аллохтонных пластин, в которых каждая более верхняя образовалась раньше нижней. От края форланда вглубь его обычно наблюдается смена «тонкокожих» деформаций, с малой глубиной проникновения и близгоризонтальной поверхностью срыва, «толстокожими», отделенными от них рампой и охарактеризованными более крутыми поверхностями срыва и наклоном внутрь орогена; этот латеральный ряд завершается зонами расплющивания и выдавливания (сутурами — ГУР, Восточно-Магнитогорская, Серовско-Маукская зоны серпентинитового меланжа, и др.).

Анализ формаций, слагающих уральды (выявление присущих им комплексов-индикаторов), позволяет восстановить черты геодинамической эволюции региона и сделать вывод о проявлении здесь типичного цикла Вильсона. На Урале выделяются:

- Рифтогенные эпиконтинентальные формации ордовикского возраста,
- Комплексы пассивной континентальной окраины (ордовик – ранний карбон),
- Океанические комплексы (офиолиты преимущественно ордовикского, отчасти девонского возраста),
- адсубдукционные (ордовик – башкирский век),
- Коллизионные комплексы (фамен – пермь).

На завершающих этапах цикла Вильсона развитие уральд осложняется влиянием суперплюма, распространившимся на огромную территорию от Центральной Сибири до Урала и от Таймыра до Алтая. Область триасового траппового базальтового вулканизма обрамлялась проявлениями контрастного вулканизма и малыми гранитоидными интрузиями. После затухания суперплюмовых процессов, в ранней юре имела место древнекиммерийская фаза альпинотипной складчатости.

4. Среднеюрско-миоценовый платформенный ярус формировался на территории Урала как часть единого чехла Западно-Сибирской плиты и соответствующего яруса в чехле Восточно-Европейской плиты. Начиная с позднеюрского времени, Урала не было: направления захороненных русел палеорек поздней юры и раннего мела на восточном склоне Южного Урала имели северо-западные простирания, указывая на не-уральское расположение низкого водораздела.

В течение рассматриваемого промежутка времени имели место три трансгрессивно-регрессивных цикла с максимумами в поздней юре, позднем мелу и среднем эоцене. Сравнение морских фаунистических комплексов, особенно в периоды позднемеловой и среднеэоценовой трансгрессий, неизбежно приводит авторов палеогеографических схем к выводу о связи западных и восточных морей через проливы, пересекавшие уральскую территорию. Вплоть до миоцена включительно состав песчаников и конгломератов был олигомиктовый, преимущественно кварцевый, что также характеризует платформенные условия.

5. Плиоцен-четвертичный нео-орогенный ярус отвечает этапу формирования современных Уральских гор и отличается полимиктовым характером обломочных отложений речных русел и террас, ледниковых долин и поверхностей выравнивания. Что касается общей характеристики нео-орогенного этапа, то следует подчеркнуть, что его динамика связана с напряжениями сжатия и является отдаленным эхом происшедшего в недавнее время взламывания платформ вокруг Альпийско-Гималайского складчатого пояса.

Новые данные показывают ошибочность ряда постулатов, принимавшихся специалистами по неотектонике без должного обсуждения в течение последних десятилетий. Считалось, что неотектонический этап начался в позднем олигоцене (на деле — в плиоцене) и что наиболее высокие нагорные террасы имеют мезозойский возраст (на деле — кайнозойский). Глубина пост-меловой (а фактически плиоцен-четвертичной) эрозии в осевой части горного Урала местами могла достигать 1000–1500 м, что в несколько раз больше прежних оценок.

Описание каждого из основных этапов развития региона сопровождается в книге анализом металлогении, выявляющим причинно-следственные связи между геологическими процессами и формированием месторождений.

В качестве основных выводов по металлогении Урала отметим следующее. Минерагенический облик провинции и ее отдельных зон контролируется в первую очередь нижеперечисленными факторами, связанными прямо или опосредованно с тектоникой и геодинамикой:

1. Присутствие, пропорция или отсутствие океанических, окраинно-континентальных, рифтовых, субдукционных и других специфических формаций — индикаторов геодинамических условий с присущим каждой из них спектром полезных ископаемых.

2. Положение этих комплексов внутри структуры и по отношению к земной поверхности. И орогенические, и эпейрогенические движения приводили к их захоронению, или наоборот, эксгумации на уровни, определяющие доступность и экономическую привлекательность вмещаемых ими месторождений, или же являлись причиной разрушения этих месторождений вследствие эрозии. Шарьяжные перемещения в ряде случаев приводили к появлению месторождений в пределах несвойственной им структурно-фациальной зоны.

3. Возникновение и развитие породных бассейнов, обеспечивающее образование месторождений осадочного и эпигенетического типов.

4. Интенсивность орогенической переработки первичных комплексов путем деформаций, метаморфизма, анатексиса, наложения гидротермальных, метасоматических процессов, с возникновением вторичных, более богатых концентраций за счет бедных первичных или, наоборот, их разубоживанием.

5. Климатические и тектонические особенности развития региона на платформенной стадии, присутствие и размещение карстующихся пород, развитие и захоронение сети речных долин, т.е. факторы, контролирующие гипергенные процессы и формирование россыпей. Все эти факторы определяются геодинамикой. Даже климат зависит, в конечном счете, от перемещения континентов относительно климатических зон, а глобальный характер климатической зональности и периодичность ее изменений определяются орогеническими процессами, активностью суперплюмов и др.

6. Возникновение возрожденных эпиплатформенных горных сооружений (вне цикла Вильсона), влияющее на процессы эксгумации, захоронения, транспортировки, аккумуляции, эрозионного разрушения и перераспределения полезных ископаемых.

7. Определенный спектр полезных ископаемых не вписывается в плейт-тектоническую концепцию, будучи напрямую связан с проявлениями плюмов и суперплюмов.

Отметим также, что новым на современном этапе является утверждение, что многие хорошо изученные типы месторождений сами становятся геодинамическими индикаторами.

Кроме того, из этого следуют и некоторые выводы, касающиеся методики металлогенического анализа. Металлогенист уже не может удовлетвориться, как в былые времена, простым делением территории на современные металлогенические зоны. Углубление анализа идет через палинспастические реконструкции и поэтапное выделение древних металлогенических зон и рудоносных формаций на фоне геодинамического анализа для каждого конкретного момента геологической истории региона.

Литература:

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

См. также ссылки в этой монографии.