

В.Б. Коваль*Институт геохимии окружающей среды НАН и МЧС Украины***ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭНДОГЕННОГО УРАНОВОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ
В СВЯЗИ С ЭВОЛЮЦИЕЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ**

В статье рассмотрены вопросы эндогенного уранового рудообразования во взаимосвязи с процессами формирования земной коры. Эти процессы представляют отражение временной гравитационно-геохимической дифференциации Земли, в результате которой формируется инверсионный слой земной коры, как основа для накопления рудоносных растворов металлов, освобождающихся при разрушении кристаллических решеток более ранних минералов под давлением нагрузки. На примере Попельнастовской площади доказывается сопряженность эндогенного рудообразования в породах Украинского щита с эволюцией геологических структур.

Огромный фактический материал по металлогении урановых месторождений свидетельствует о ведущей роли протерозойского периода развития Земли в их формировании. Становится всё более очевидным, что урановое рудообразование, осуществляемое в широком диапазоне температур и давлений, обусловлено геологической историей региона и не связано с конкретными геологическими телами, являясь составной частью сложного геологического процесса формирования конкретного участка земной коры, развивающегося во времени и пространстве [1].

Многочисленные замеры температур и давлений этих процессов, выполненные при изучении газово-жидких включений, указывают на то, что их развитие в верхних горизонтах земной коры связано с формированием инверсионного слоя повышенной пластичности и тектонической нарушенности вмещающих пород, создающих благоприятные условия для формирования объемного резервуара рудных растворов [3].

Сопоставление геологических разрезов с геофизическими исследованиями, выполненными методом МОВ на территории Украинского щита [3], показали, что трехслойная модель отвечает условиям становления Попельнастовской площади, расположенной к северу от Желтореченского уранового месторождения, в узле пересечения Криворожского и Девладовского глубинных разломов. Подобная геологическая обстановка характерна для докембрия северо-запада Австралии, в котором открыты месторождения золота, редких земель и алмазов. Изучение полученных материалов свидетельствует о том, что их формирование происходит путем сложного сочетания разнообразных процессов перераспределения элементов, а систематика месторождений лишь по температуре и глубине образования недостаточна для целей прогноза, поиска и оценки. Более полный охват формационным анализом всей геологической обстановки рудообразования способствует выявлению важнейших факторов, контролирующих размещение, генезис и практическую ценность месторождений и обеспечивает совершенствование теории рудообразования, создавая геологическую основу для геохимического анализа рудных полей и месторождений, необходимую для восстановления общей картины последовательного процесса накопления, мобилизации, миграции и концентрации рудного вещества. Устанавливается общая картина последовательного накопления металлов при мобилизации процессами метасоматоза и метаморфизма, состоящая в том, что формирование месторождений по существу определяется двумя основными факторами: составом исходных систем — источников металлов и степенью фракционирования рудообразующих флюидов.

Проведенными в предыдущие годы геологическими исследованиями на этой площади были обнаружены пегматитовые тела с тантало-ниобий-титановой минерализацией и рудопроявления золота. В горных выработках северного окончания Желтореченского месторождения, где содержание золота в породах достигает единиц граммов на тонну, была определена его приуроченность к сульфидам железа, широко распространенным и в жилах лампроитов и кимберлитов. В связи с тем, что добыча урана в настоящее время

ведётся в горных выработках глубиной более тысячи метров, возникает практический и теоретический интерес в изучении этой площади, что в случае благоприятных результатов приведет к увеличению сроков жизнедеятельности рудника вследствие перевода руд в разряд комплексных, что при существующих производственных мощностях комбината будет способствовать их быстрому освоению и повышению экономической результативности горных работ. На реальность такого сценария указывает сходство геологического строения Попельнастовской площади с докембрием Западной Австралии, в котором обнаружены месторождения редких и редкоземельных элементов, золота и алмазов.

Полученные однозначные сейсмические данные о твердом состоянии вещества в низах земной коры и в мантии стимулировали развитие исследований его вещественного состава, идеологической основой которых до этого являлась двухслойная сейсмическая модель с подразделением коры на верхний, относительно низкоскоростной, и нижний, высокоскоростной этажи [2]. До этого периода геологическая интерпретация сейсмических границ раздела понималась, в основном, как установление, какими конкретно породами сложен тот или иной геофизический слой и вся кора в целом, а также подстилающая её мантия. Новый этап, базирующийся на обобщенной трехслойной сейсмической модели, переносит центр тяжести исследований на вопросы тектонической расслоенности земной коры и литосферы. В настоящее время происходит накопление физических и геологических характеристик инверсионного этажа в коре. Рудообразование связывается не с отдельными геологическими телами и процессами (магматизм, метаморфизм, метасоматоз), а с эволюцией геологических структур, которая и обуславливает протекание тех или иных геологических процессов.

Инверсионный слой коры рассматривается как результат двух взаимосвязанных процессов — снижения температуры в земной коре и поступления воды из мантии Земли, вследствие чего формируется серпентинизированный слой.

По экспериментальным данным можно предположить, что серпентинизированный слой возник, когда температура в низах коры понизилась до 500°C , и стал возможен процесс поступления воды из мантии. Серпентинизация гипербазитов приводила к «наращиванию» коры снизу, за счет новообразованного серпентинитового слоя. Процесс серпентинизации ультраосновных пород сопровождается обильным выделением магнетита. Именно за счёт него этот слой коры характеризуется повышенной электропроводностью и магнитовозмущающими телами, а увеличение объёма серпентинизированных пород приводит к расщеплению и катаклазу metabазитов и диоритов архейского возраста, которые подвергаются хлоритизации, эпидотизации, пропилитизации и другим более низкотемпературным тектоно-метасоматическим преобразованиям, а в более поздней стадии — воздействию розовых микроклин-плагноклазовых гранитов токовско-мокротомосковского комплекса.

Необходимый для формирования этих процессов калий мог быть получен при его вытеснении из пород кальцием и натрием. При этом Na и Ca вытесняют калий из его соединений, хотя в ряду напряжений они стоят после него. Ряд напряжений применим в реакциях окисления-восстановления, протекающих только при наличии воды.

В новой модели принципиально новым является признание существования в средней части разреза коры необычного слоя с инверсией упругих свойств, что вносит в неё революционное начало. Обратный ход кривой изменения скорости распространения упругих волн в определенном интервале глубин указывает на существование иного по сравнению с региональным прогрессивным метаморфизмом процесса, значение которого в развитии земной коры ещё, по сути, не оценено. Специфические особенности этого этажа, которые позволяют выделить его в особый элемент коры следующие: повышенная горизонтальная расслоенность и приуроченность к этому этажу слоёв с пониженной скоростью распространения волн. Коровых землетрясений в инверсионном слое значительно меньше, что говорит о возможно большей пластичности инверсионного слоя.

Бурение Кольской сверхглубокой скважины показало, что выше уровня 2–3 километров углы падения быстро увеличиваются, а разрывы становятся близвертикальными, а ниже десяти километров начинают выполаживаться. На глубине 13–14 км средняя

величина углов падения составила около 20°. Выполаживание и переход в горизонтальное положение происходит на уровне кровли инверсионного этажа, которая может быть вскрыта лишь вертикальными глубинными разломами приповерхностной части коры, являясь, по сути, их корневой областью, в которой формируются объёмные структуры в виде равномерной сети мелких трещин типа катаклаза, с переходом далее к милонитизации и бластезу.

Данные по бурению сверхглубокой Кольской скважины и экспериментальные исследования свидетельствуют о том, что при смачивании пород, с учетом жидкой фазы, процесс тектонического расслоения проявляется ещё более значительно. При этом литостатическое давление — необходимое, но недостаточное условие формирования вертикальной тектонической расслоённости разреза.

Инверсионный слой с объёмным псевдопластическим типом разрушения принципиально отличается от перекрывающего его приповерхностного этажа с преимущественно хрупким типом разрушения. Формированию инверсионного слоя способствуют положительные региональные структуры блоков докембрийских пород, одним из которых является Попельнастовская площадь. В структурном плане она представляет собой сложный тектонический шов, представленный разломами разной ориентировки. Наиболее глубинными среди них являются системы субширотных и субмеридиональных структур. Субширотная система представлена Субботско-Мошоринским, Зелено-Завадовским разломами, субмеридиональная — Ново-Константиновским разломом.

Первые, по-видимому, еще недостаточно полные геолого-геофизические характеристики инверсионного этажа в урановорудных районах Украинского щита устанавливают его особую значимость в эндогенной жизни коры. Благодаря особым условиям тектонического деформирования и разрушения горных пород в этой области механическая энергия может переходить в иные формы, изменяя физические параметры и геохимические характеристики среды. С этих позиций инверсионный слой является наиболее активной и мобильной частью земной коры, являясь генератором процессов ее структурной и минеральной перестройки и, в конечном счете, формирования месторождений полезных ископаемых.

Исследования современной сейсмической, электромагнитной и плотностной региональной расслоенности коры, формирования разрывных и пликативных структур в кристаллическом основании, эндогенных минеральных преобразований и образования месторождений получают более общую единую тектоногенетическую, тектонофизическую основу, что позволяет объяснить формирование месторождений общим геологическим развитием рудовмещающего участка земной коры.

Это тем более актуально, что большинство эндогенных рудных месторождений образуется путем сложного сочетания процессов перераспределения элементов, и их систематика лишь по температуре и глубине образования недостаточна для целей прогнозирования их поисков и оценки перспектив. Требуется более полный охват формационным анализом всей геологической обстановки рудообразования, в которую входят два основных фактора: состав исходных систем — источника металлов и степень фракционирования рудообразующих флюидов.

Можно утверждать, что предлагаемая модель формирования земной коры включает в себя две одинаково сложные, но одинаково важные части: одна из них — источник в земной коре агентов тепломассопереноса (расплавов, растворов и т.д.), перемещающих рудное вещество, а другая — источник рудных компонентов, перемещаемых агентами тепломассопереноса. Процесс рудообразования выступает как заключительный этап целой серии предшествующих геологических процессов последовательной концентрации рудного вещества в эволюционирующих геологических структурах, что позволяет заключить, что проблема выявления рудного вещества требует прослеживания всей цепи событий, приводящих к его накоплению.

1. Казанский В.И. Эволюция рудоносных структур докембрия. — М., «Недра», 1988. — 286 с.
2. Оровецкий Ю.П., Кобелев В.П. Горячие пояса Земли — Киев, «Наукова думка», 2006 — 311 с.
3. Резанов И.А. Эволюция земной коры. — М., «Наука». 1985. — 142 с.

Коваль В.Б. ЗАКОНОМІРНОСТІ ЕНДОГЕННОГО УРАНОВОГО РУДОУТВОРЕННЯ У ЗВ'ЯЗКУ З ЕВОЛЮЦІЄЮ ЗЕМНОЇ КОРИ.

В статті розглянуті питання ендегенного уранового рудоутворення у взаємозв'язку із процесами формування земної кори. Ці процеси являють собою відображення у часі гравітаційно-геохімічної диференціації Землі, внаслідок якої формується інверсійний шар земної кори як основа для накопичення рудоносних розчинів металів, що вивільнюються при руйнуванні кристалічних ґраток більш ранніх мінералів під тиском навантажень. На прикладі Попельнастівської площі доводиться сполученість ендегенного рудоутворення в породах Українського щита з еволюцією геологічних структур.

Koval V.B. REGULARITIES OF ENDOGENIC URANIUM OREFORMATION IN CONNECTION WITH EVOLUTION OF EARTH'S CRUST.

The questions of endogenic oreformation in connection with the processes of Earth's crust formation were examined at the paper. These processes are represented reflection of the time gravity-geochemical differentiation of Earth. As the result inverse layer of Earth's crust as the basis for accumulation of ore-bearing metals solutions are formed. The solutions were released from destruction of early minerals of crystallogratings under pressure. On the example of Popelnastovsk area the connection of endogenic oreformation with evolution of geological structures of Ukrainian Shield is proved.