

СТРУКТУРНЫЙ ФАКТОР ПРИ ПОИСКАХ ЭКЗОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА

Романов А. М.

ТОО «Научно-производственный центр «Разведка, добыча, переработка полезных ископаемых» (021501, Республика Казахстан, Степногорск, 1 м-р, д.30, каб.27), e-mail: ramix06@mail.ru

Формирование экзогенных месторождений урана связано с зонами окисления и восстановления. В них отмечаются специфические изменения минерального состава горных пород. Фактические распределения минералов не согласуются с общепринятыми моделями формирования уранового оруденения в экзогенных условиях. Окислительно-восстановительная способность рудовмещающих пород не объясняется наличием повышенных содержаний минералов с высокими значениями окислительно-восстановительного потенциала. Зато на участках экзогенных месторождений урана обязательно проявляется структурный фактор: приуроченность оруденения к участкам изменения поперечного сечения водопродвижающих горизонтов. В этих местах изменяется скорость водного потока. Соответственно изменяется напряженность естественного электрического поля потенциалов течения. Электрическое поле воздействует на катионы растворов и определяет взаимодействие твердых и жидких фаз. При этом непротиворечиво объясняются характерные распределения рудных и породообразующих минералов на участках урановых месторождений. Структурный фактор – изменение поперечного сечения водопродвижающих горизонтов – предложено использовать при поисках экзогенных месторождений урана. Изменение поперечного сечения можно регистрировать электроразведкой методом вертикального электрического зондирования, а наличие мест повышенной интенсивности межфазного обмена – по положительным аномалиям метода естественного электрического поля.

Ключевые слова: уран, экзогенное месторождение, структура, поток вод, скорость, электрическое поле, электроразведка.

STRUCTURAL FACTORS FOR SEARCH OF EXOGENOUS URANIUM DEPOSITS

Romanov A. M.

LLP «Research and production center «Exploration, production, processing of mineral resources», Kazakhstan, (021501, Stepnogorsk, 1 m-r, h.30, k.27), e-mail: ramix06@mail.ru

Formation of exogenous deposits of uranium is connected with the zones of oxidation and reduction. Specific change notes for mineral composition of the ore rocks. The actual distribution of minerals is not consistent with accepted models of formation uranium mineralization in exogenous conditions. Redox capacity of ore bearing rocks is not explained by the presence of increased contents of minerals with high values of redox potential. But structural factor – distribution of ore mineralization sites to change the cross section of water supply aquifers – necessarily peculiar on the exogenous deposits of uranium. Speed of the water flow changing in these places. Consequently changes the natural tension of electric field potentials of the flow. Electric field effect on the cations of solutions and determines the interaction of the solid and liquid phases. Characteristic distribution of the ore and rock-forming minerals consistently explained features uranium deposits. Structural factor – changing of the cross-section of water supply aquifers – is proposed to use for searching exogenous deposits of uranium. The change cross-section can register of electrical prospecting by the method of vertical electrical sounding. Availability of increased intensity of interphase exchange can register by the positive anomalies of the method of the natural electrical fields.

Keywords: uranium, exogenous field, the structure, the flow of water, speed, electric field, electromagnetics.

Использование геофизических методов для поисков месторождений основывается на характерных особенностях геологических сред, свойственных искомым объектам. Особенности проявляются не только в вещественном составе, но и наличии специфических структур сред. Применительно к поискам месторождений это означает необходимость

выделения фактора, определяющего процесс рудоотложения и проявляющегося в физических полях.

Экзогенные месторождения урана характеризуются общей структурной особенностью: наличием водопроницаемых горизонтов, по которым движутся потоки вод от гор к эпицентрам примыкающих депрессий, выполненных рыхлыми отложениями мезокайнозоя. Основные массы потоков подземных вод проходят по грубозернистым песчаникам и галечникам русловых отложений.

В местах начала потоков происходит выщелачивание урана и других веществ из коренных пород, затем их транспортировка и отложение в рыхлых породах депрессий.

Согласно данным АО Волковгеология урановая минерализация накапливается преимущественно в межзерновом поровом пространстве. Видимая связь с каким-либо конкретным минеральным образованием отсутствует. Отложение происходит на границах окисленных и восстановленных пород в пределах водопроницаемых горизонтов [6].

В водоносных горизонтах, контролирующих урановые руды [4], выделяются:

- зона окисленных пород;
- промежуточная зона с отсутствием окисления;
- зона максимального восстановления, характеризующаяся проявленностью не только регионального диагенетического восстановления, но также и локального эпигенетического восстановления (условно ее следует назвать «зона сверхвосстановления») [4,5];
- зона диагенетически восстановленных пород

Закономерны вопросы:

- за счет чего формируется «зона сверхвосстановления»?
- каким образом поток вод с окислительными свойствами может приводить к восстановлению пород сверх существующего уровня? Другими словами – почему зона диагенетически восстановленных пород еще дополнительно восстановилась? И это при учете, что на нее постоянно притекают воды зоны окисления и должны понижать уровень восстановительной способности горных пород зоны восстановления.

До настоящего времени не объяснены причины повышений содержания пирита на внутренней поверхности рудных тел (роллов), относящихся к зоне окисления. Отсутствуют однозначные данные о повышении содержания минералов-восстановителей в зоне от фронтальной части роллов и далее – по направлению потоков вод. Гидрогеохимики, ведущие опробование вод таких потоков, сталкиваются с наличием повышенных концентраций кислорода в зонах восстановления, удаленных от границ раздела окисленных и восстановленных пород по направлению потоков. Единственный минерал, который может

обеспечить уровень окислительно-восстановительного потенциала, достаточный для перевода урана из растворенного состояния – мельниковит – встречается редко и не может являться определяющей причиной образования урановых руд [2].

Породы рудных горизонтов имеют разнообразную окраску. Цвет преимущественно зависит от типа содержащихся железистых минералов:

- желто-оранжевые и красноватые свойственны окисленным породам. Аутигенные окислы железа гетит и гематит обволакивают обломочные зерна и ранее осажденные аутигенные минералы. Окисленные безрудные породы обрамляют большую часть рудных залежей и прослеживаются по латерали в толще вмещающих пород на расстояние до ста метров [3];

- оливково-серые и зеленоватые свойственны восстановленным породам. Они лишены аутигенных минералов, содержащих окисное железо. Вместо них – сульфидное железо. Протягиваются от месторождения на 600 м [3] и более.

В окисленных породах вблизи зоны оруденения присутствует преимущественно лимонит, но часто вверх по восстанию рудного горизонта ржавая зона сменяется красной, где доминирует гематит. Следует заметить, что приведенное распределение противоречит известному распределению: лимонит – гематит в зонах аэрации по мере увеличения глубины. Т.е. в зоне аэрации по мере уменьшения концентрации кислорода с глубиной отмечается смена лимонита гематитом. Аналогичное распределение следовало бы ожидать и для участков рудоподводящий канал – рудная зона. Фактическое распределение свидетельствует о том, что окислительная способность возрастает по мере продвижения потока окисляющих вод. За счет чего увеличивается окислительная способность вод по мере приближения к зоне восстановления? Существующие минеральные распределения не могут объяснить увеличение окислительной способности горных пород между зонами окисления и восстановления [4].

Приведенные особенности не согласуются с существующей окислительно-восстановительной моделью формирования экзогенных месторождений урана. Отсутствие прямой связи с тем или иным минеральным образованием ставит под сомнение приуроченность уранового оруденения к геохимическим барьерам. Необходимо рассмотреть влияние структурного фактора на образование урановых руд.

Безусловно установленной является приуроченность отложений урана к морфологическим особенностям геологической среды: изменение поперечного сечения потоков вод за счет сужений или расширений водотоков [1]. Сюда же относятся участки примыкания средне- и крупнозернистых песков, контакты водопроницаемых рыхлых отложений и монолитных коренных пород, места поступления потоков грунтовых и

поверхностных вод в поверхностные накопители, а также поворотов и дельт рек, берега рек и озер [4].

Данная особенность не согласуется с одним из основных положений термодинамики: форма реагирующего объема не определяет прохождение в нем химических реакций [5]. Необходимо выяснение причины, определяющей прохождение химических реакций в местах изменения морфологии потоков.

Геологические среды относятся к открытым структурам, что нарушает главное условие применимости термодинамики. Для выявления физических причин перехода веществ между твердой и жидкой фазами горных пород проведено статистическое исследование. С его помощью установлена значимая зависимость между соотношениями содержаний главных химических элементов в водах и скоростью, а также мощностью потока вод [5].

Скорость – механическая характеристика. Мощность – геометрическая. Сами по себе они не могут оказывать непосредственное воздействие на прохождение химических процессов. Зато движение вод относительно горных пород формирует электрическое поле, влияющее на химические реакции. Чем выше скорость потока (меньше поперечное сечение), тем больше напряженность поля [5].

Согласно расчетам, а также экспериментальным данным, разность потенциалов электрического поля может достигать нескольких сотен милливольт. Этого достаточно для прохождения многих реакций обмена между твердой и жидкой фазами. Направление и интенсивность ионного обмена определяются вектором напряженности [5].

Разработано физико-химическое представление перераспределения веществ между твердой и жидкой фазами. Представление адаптировано к природным условиям как физико-геологическая модель взаимодействия горных пород и вод. Жидкая фаза движется относительно твердой. Это приводит к появлению электрического поля. Фронт потока отмечается положительными значениями потенциала, а исток – отрицательными. Чем выше скорость потока, тем больше разница потенциалов. Участки положительных потенциалов вод, относительно вмещающих пород, благоприятны для перехода катионов металлов из жидкой фазы в твердую. И наоборот.

Интенсивность переходов возрастает на участках резкого изменения скорости течения вод – увеличения напряженности электрического поля потенциала течения.

Течение вод по рудным горизонтам регистрируется и в настоящее время. По данным электрокаротажа водоносные горизонты выделяются отчетливыми аномалиями естественного электрического поля. Соответственно ожидается наличие значимых аномалий естественного электрического поля на поверхности рудных участков.

На основе изложенного, в соответствии с проявленностью структурного фактора в реальных условиях, рудные зоны экзогенных месторождений урана могут выделяться положительными аномалиями естественного электрического поля. Непосредственно места изменения поперечного сечения потока вод выделяются по изменению мощности водоносных горизонтов. Для характерных глубин расположения рудных зон 100–700 м от дневной поверхности выделение потенциально рудовмещающих структур наиболее перспективно методом вертикального электрического зондирования.

Только в данном контексте методы общей геофизики можно использовать для специализированного геологического картирования рудовмещающих структур экзогенных месторождений урана.

Список литературы

1. Бойл Д. Р. Геология и фациальные условия образования урановых месторождений базального типа в осадочных породах. Материалы по геологии урановых месторождений капиталистических стран. – Вып. 34. – М.: КНТС, 1985. – С.48-56.
2. Лисицын А. К. Гидрогеохимия рудообразования. – М.: Недра, 1975. – 248 с.
3. Рейнолдс Р. Л., Робертсон Ж. Ф., Фишман Н. С. Урановое оруденение месторождения Смит-Лейк урановорудного района Грантс, штат Нью-Мексико // Материалы по геологии урановых месторождений капиталистических стран. – Вып. 39. – М., 1988. – С.135-163.
4. Романов А. М., Романова М. А. Модификация физико-геологического представления о формировании эпигенетических месторождений урана. – Екатеринбург: УИПП, 2013. – 238 с.
5. Романов А. М. Взаимодействие вод с горными породами. – Алматы: ИВТ НАК «Казатомпром», 2003. – 247 с.
6. Справочник «Месторождения урана Казахстана» / Берикболов Б. Р., Петров Н. Н., Карелин В. Г. // Министерство геологии и охраны недр РК. – Алматы, 1996. – 218 с.

Рецензенты:

Сковородников И. Г., д.г.-м.н., профессор кафедры геофизики ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург.

Голиков Ю. В., д.г.-м.н., профессор кафедры геофизики ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург.