

Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

Геологический факультет



НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

***ЛОМОНОСОВСКИЕ  
ЧТЕНИЯ***

***СЕКЦИЯ ГЕОЛОГИИ***

***Подсекция геологии, геохимии и экономики  
полезных ископаемых***

Руководитель – зав. кафедрой, профессор Старостин В.И.

СБОРНИК  
ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Москва  
2020

## Содержание:

1. Новый нейтронный петрофизико-геохимический метод поиска месторождений полезных ископаемых В.И. Старостин, И.И. Никулин, А.А. Самсонов . . . . .	2
2. Минерально-сырьевой комплекс стран БРИКС – ожидание сотрудничества А.Л. Дергачев . . . . .	5
3. Новая классификация запасов и ресурсов РФ. Еще один шаг к гармонизации с CRIRSCO? М.А. Богуславский . . . . .	7
4. Титан и ванадий как металлургическое и химическое минеральное сырье Н.И. Еремин . . . . .	9
5. Новые доказательства биогенного происхождения железомарганцевых руд океана В.В. Авдонин, Е.А. Жегалло, Н.Е. Сергеева . . . . .	11
6. Особенности оценки степени разведанности минеральных ресурсов Ю.А. Малютин . . . . .	12
7. Электронно-микроскопическое изучение минералогии огнеупорных глин Шулеповского месторождения (Рязанская область) Д.М. Коршунов, М.А. Богуславский . . . . .	14
8. Проблема формирования кор выветривания на территории месторождений золота Куранахского рудного поля Д.И. Вильданов, М.А. Богуславский . . . . .	17

# НОВЫЙ НЕЙТРОННЫЙ ПЕТРОФИЗИКО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОИСКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В.И. Старостин, И.И. Никулин, А.А. Самсонов

В течение последнего столетия широкое развитие получили методы поисков эндогенных полезных ископаемых, основанные на геофизических, геохимических и петрофизических свойствах вмещающих и контролирующих свойствах сред локализации руд. По мере исчерпания резервов месторождений, открываемых этими методами, возникла проблема прогноза слабо проявленного оруденения в диапазоне доступных для освоения глубин. Подобную задачу может решить комплексный нейтронный петрофизико-геохимический метод, включающий три главных фактора фиксирующих участки локализации руд: нейтронное излучение, геохимические ореолы и петрофизические свойства среды.

Нейтронное излучение, являющееся постоянным компонентом концепции, утверждающей, что эндогенные рудные месторождения, а также слагающие их рудные минералы и вмещающие горные породы представляют собой раскристаллизовавшееся вещество, возникшее в результате кластерного радиоактивного распада и ядерной диссоциации гипертяжелых, сверхтяжелых, трансурановых химических элементов – урана, тория и лантаноидов, поступающих из астеносферы Земли в газообразной форме и в составе газожидких флюидов (литосферных фумарол) [3, 5]. В результате возрастает плотность энергии возбужденной среды, что приводит к протеканию ядерной диссоциации атомных ядер, кластерному радиоактивному распаду и низкоэнергетической трансмутации элементов. В этом процессе возникает электромагнитное излучение с энергией кванта порядка десятков и сотен килоэлектронвольт. Нейтронная съемка над эталонными, не обнажаемые на поверхности, рудными телами фиксирует локальные аномалии нейтронного потока, превышающие фон на десятки импульсов.

Данные геоэлектрохимической съемки (ТМГМ) показывают, что локальные аномалии нейтронного потока связаны в основном с зоной рудных тел. Они позволяют регистрировать над перекрытыми телами ряд химических элементов, находящихся в приповерхностном слое в подвижных или вторично закрепленных формах. Повышенные концентрации этих элементов образуют положительные аномалии диаметром до 1,5 км и шириной 300-500 м, к минимумам в центральных частях которых приурочена рудная минерализация. Аномалии связаны с привнесением в первую очередь легких и тяжелых редкоземельных элементов (La, Ce, Nd, Sm, Eu, Y, Gd, Dy, Ho, Yb, Lu), Li-Rb-Be. Наиболее контрастно комплексные геоэлектрохимические аномалии над перекрытыми телами выделяются по результатам факторного анализа методом главных компонент.

Петрофизические исследования. Породы рудоносных комплексов существенно отличаются по плотности, пористости, упругим параметрам и их анизотропии от вмещающих оруденение пород [1, 2]. Перспективная задача петрофизических исследований при этом заключается в изучении пород как по площади, так и на глубину, т.е. на создание трехмерных структурно-петрофизических моделей с целью описания аномалеобразующих объектов, отражаемых 3D-моделями. Крайне важен и индивидуален для каждого геолого-генетического типа руд выбор информативных (индикаторных) петрофизических свойств: пористости, плотности, упругих параметров, магнитной восприимчивости и др.

Впервые данный метод опробован в Архангельской алмазонасной провинции. Основанием по его применению является разрабатываемая в настоящее время концепция о формировании алмазов в глубинном очаге, экранированном плотными породами [4, 6]. В результате возрастает плотность энергии возбуждённой среды, что приводит к протеканию ядерной диссоциации атомных ядер, кластерному радиоактивному распаду и низкоэнергетической трансмутации элементов. При становлении кимберлитовой трубки возникает электромагнитное излучение с энергией кванта порядка десятков и сотен килоэлектронвольт. По результатам проведенных опытно-методических работ над эталонными перекрытыми трубками Пионерская и Верхнетовская получено подтверждение данной концепции и предложена поисковая методика, опирающаяся на эту геологическую модель.

#### Литература

1. Бурмистров А.А., Старостин В.И., Богуславский М.А., Самсонов П.А. Структурно-петрофизические исследования массивов карбонатит-кимберлитового формационного ряда как основа для проведения поисковых работ на закрытых площадях. В сборнике /Проблемы прогнозирования и поисков месторождений алмазов на закрытых территориях. ЯНЦ СО РАН Якутск, 2008, с. 302-308
2. Бурмистров А.А., Гаранин К.В., Старостин В.И., Южаков Л.С. Сравнительный анализ петрофизических параметров порфировых кимберлитов трубок имени В.Гриба (Архангельская область) и Айхал (Якутия). В книге “Геология алмаза-настоящее и будущее” Воронеж, Воронеж. гос. университет, 2005. с.762-772
3. Кривицкий В.А. Парадоксы трансмутации и развитие Земли. Неочевидные доказательства. М.: НИЦ «Академика», 2016. 239 с.

4. Кривицкий В.А., Старостин В.И. Концепция кластерной эволюционной минерогенеза и формирование кимберлитовых месторождений // Смирновский сборник-2017. Ч. 1. М.: МАКС Пресс, 2017. С. 130–163
5. Кривицкий В.А., Старостин В.И. Концепция кластерной эволюционной минерогенеза. //Вестник Московского университета. Сер. Геология №6, 2018, с. 3-17.
6. Скопенко Н.Ф., С.И. Красоткин С.И., Галкин А.С., Ширококов В.Н., Кривицкий В.А., Старостин В.И. Первое применение нейтронной съемки в комплексе с геоэлектрхимическими методами на эталонных трубках зимнебережного алмазоносного района //Вест. Моск. ун-та, сер. 4, геология. 2020, № 2. С. 3-9.

## МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ КОМПЛЕКС СТРАН БРИКС –

### ОЖИДАНИЕ СОТРУДНИЧЕСТВА

А.Л. Дергачев

Возрастающим влиянием на международной арене БРИКС обязана не только суммарной площади их территорий, демографической позиции и растущей экономической мощи. Обширность территорий стран-членов организации и разнообразие геологических обстановок рудообразования обусловили им высокую обеспеченность разнообразными видами твердых полезных ископаемых и исключительно важную роль в снабжении мировой экономики минеральным сырьем. Все пять членов организации входят в десятку стран, в каждой из которых добывается более 30 видов минерального сырья. Они возглавляют мировой рейтинг по добыче 35 из 57 важнейших видов твердых полезных ископаемых, и в 2017 г. на их долю приходилось 57,9% мировой добычи этого минерального сырья (в стоимостном выражении).

Минерально-сырьевые ресурсы стран БРИКС удачно дополняют друг друга и одним из возможных направлений их сотрудничества в этой области является расширение ими взаимной торговли минерально-сырьевыми товарами и металлами с целью обеспечения стабильности поставок. В этом отношении в 2006-2018 гг., выгодами которые дает БРИКС, в наиболее полной мере воспользовались с одной стороны ЮАР и Бразилия, резко нарастившие экспорт минеральных товаров, а с другой стороны Китай, превратившийся в последние годы в крупнейшего покупателя такой продукции на мировом рынке и прежде всего в этих двух странах.

Другим важным направлением сотрудничества в сфере минерально-сырьевого комплекса (МСК) является координация действий стран БРИКС с целью повышения эффективности их влияния на мировой рынок минерального сырья и получения максимального экономического эффекта от использования их природных ресурсов. Наличие в некоторой стране богатейших ресурсов недр подкрепляет ее политические решения, дает возможность влиять на формирование предложения минерального сырья и металлов на мировом рынке, и значит, на мировые цены на них и экономическую ситуацию в других странах. Однако при этом должен выполняться ряд условий. (1) Государство должно контролировать значительную часть мирового производства того или иного вида минеральной продукции. (2) Производство такой продукции другими государствами в силу естественных причин не может быть в кратчайшие сроки значительно увеличено. (3) Ограничения добычи и экспорта некоторого вида продукции не вызывает существенных потерь экспортных поступлений и не наносит неприемлемого ущерба бюджету государства, который формируется, в основном, за счет других источников. (4) Производимая продукция направляется на экспорт, причем составляет достаточно большую часть такой продук-

ции, реализуемой на мировом рынке. (5) В основных областях применения использование субституты производимой минеральной продукции по тем или иным причинам невозможно или затруднено.

Все эти условия соблюдаются лишь в очень немногих странах мира и лишь для единичных видов полезных ископаемых. Хотя в этом отношении ощутимые преимущества имеют объединения нескольких стран с развитыми минерально-сырьевыми комплексами и в случае БРИКС речь фактически могла бы идти о создании сырьевого картеля, в полной мере перечисленные условия практически не выполняются даже в этой организации. Кроме того, входящие в БРИКС страны, в частности, Китай и Индия являются крупнейшими потребителями минерального сырья и покупателями этой продукции на мировом рынке. Поэтому при попытке регулирования со стороны БРИКС страны организации неизбежно оказываются по разные стороны рынка. В связи с этим ожидания относительно взаимодействия стран БРИКС в области минерально-сырьевого комплекса и возможности соглашения между ними о влиянии на мировые цены на те или иные виды минерально-сырьевых товаров и металлов в целом представляются сильно завышенными, а перспективы такого сотрудничества, по крайней мере, не определенными.

## НОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ РФ.

### ЕЩЕ ОДИН ШАГ К ГАРМОНИЗАЦИИ С CRIRSCO?

М.А. Богуславский

Система ГКЗ построена так, что на первый план выходит инвентаризация запасов, и их учет проводится, во многом, на основании сложности геологической структуры [1]. Взгляд на запасы и ресурсы в РФ исключительно с точки зрения геолога, а не экономиста приводит к недопониманию при работе с международными экспертами.

CRIRSCO (Комитет международных стандартов отчетности о запасах ТПИ) создавался с целью приведения к единому знаменателю всех основных понятий. Например, определение запасов и ресурсов по CRIRSCO.

Ресурсы – геометризованное в недрах минеральное сырье, которое может быть потенциально добыто. Оцениваются на основе геологической информации с учетом знаний ряда смежных дисциплин;

Запасы – минеральное сырье, которое может быть технологически обосновано, экономически выгодно и юридически законно извлечено из недр. Таким образом, запасы представляют собой модифицированную часть Выявленных и Оцененных ресурсов [2].

При старых подходах ГКЗ экономика не имела никакого влияния на перевод ресурсов в запасы – только доразведка месторождения, а в международной практике перевод из ресурсов в запасы требует работы горняков, обогатителей и экономистов, а не разведку месторождения.

Стоит отметить некоторые особенности, которые очень непривычны, например, требование к запасам по кодексу JORC (полностью гармонизирован с CRIRSCO): «При определении запасов необходимо указать тот момент в технологическом цикле, относительно которого они рассчитаны. Обычно таковым является момент доставки руды на обогатительную фабрику. Если запасы рассчитываются относительно иного момента (например, относительно момента выхода товарной продукции), это необходимо пояснить...» [2]. Такая постановка вопроса в целом усложняет восприятие получаемых цифр.

Однако, при этом биржи требуют предоставления публичной отчетности, составленной надежными Компетентными лицами в соответствии с определенными международными стандартами. Сегодня Россия уже сделала важный шаг на пути к интеграции своей структуры горного капитала с крупными международными рынками путем присоединения к CRIRSCO. На основе Шаблона публичной отчетности CRIRSCO был разработан Российский национальный кодекс («Кодекс НАЭН»), который на сегодня не востребован в связи с тем, что остались



нерешенными ключевые отличия российской отчетности от отчетности других участников системы *CRIRSCO* [3].

При вводе новой Классификации запасов ТПИ различия будут устранены, российская система отчетности будет полностью гармонизирована с отчетностью семейства *CRIRSCO*[3]. Хотя, конечно, это потребует довольно длительного переходного периода и ее полная гармонизация остается под вопросом.

Основное отличие существующей классификации и новой являются: отсутствие категории А и появление двух новых категорий R1 и R2.

Категория А изъята из классификации по всей видимости из-за того, что крупные не нарушенные тела почти отработаны, а также для получения запасов, отвечающих этой категории, требовалось обязательное прохождение горных выработок, которые сейчас все реже встречаются при разведке месторождений.

Введение двух новых категорий приводит к полному пересмотру самих понятий запасов и ресурсов. Эти категории, по задумке авторов, должны полностью соответствовать требованиям, которые предъявляет запасам кодекс *CRIRSCO*.

Движение к гармонизации очевидно. Основным драйвером этого процесса является потребность недропользователей к упрощению доступа к международным биржевым ресурсам и уход от двойного ведения запасов и ресурсов. Однако, решит ли новая классификация эти задачи покажет время.

Кодекс НАЭН слишком похож на кодекс JORC и при этом не привычен для инвесторов, поэтому не востребован. Новая классификация остается все еще слишком схожей с системой ГКЗ советского периода, а значит во многом не понятной для международных инвесторов. Скорее всего появление новой классификации не решит задачи «двойной бухгалтерии». Слишком разные цели и методологические подходы оставляют гармонизацию далекой перспективой.

#### Литература.

1. Богуславский М. А. Изменения в российской классификации запасов и ресурсов: интересы государства и проблемы недропользователя. Недропользование XXI, (5):112–115, 2015.
2. Кодекс JORC, издание 2012 года.
3. Шпуров И.В., Шкиль В.В., Лазарев А.Б., Саганюк В.Б. Значимость и статус проекта новой классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых РФ. Недропользование XXI, (2):62-65, 2019.

# ТИТАН И ВАНАДИЙ КАК МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ

Н.И.Еремин

Титан и ванадий в пятерке черных металлов (Ti, V, Cr, Mn, Fe) являются самыми легкими, наименее плотными и (наряду с Cr) более термостойкими. Сочетание этих и других свойств предопределяет их все возрастающее промышленное использование.

Исходное Ti-сырье представлено господствующим ильменитовым (около 80%), рутиловым и анатазовым (12,5), лейкоксеновым и др. (7,5) концентратами - основными либо попутными компонентами обогащения руд различных магматических и россыпных месторождений [1]. Более 90% Ti-сырья используется для производства пигментного TiO<sub>2</sub> (titanium dioxide pigment) – белого пигмента в лакокрасочной и целлюлозно-бумажной промышленности, в производстве пластмасс, синтетического волокна, резины. Возрастает его применение в производстве катализаторов; перспективно использование нанодиоксида Ti с его уникальными фотокаталитическими свойствами в солнечных батареях вместо кремниевых полупроводников [1]. Оставшаяся часть Ti-сырья идет на получение Ti-губки (titanium sponge metal, Ti), трансформируемой в компактный, исключительно стойкий к коррозии, легкий, высокопрочный, биосовместимый конструкционный материал, широко используемый в авиации и космонавтике, судостроении, изготовлении морских буровых платформ, спортивного инвентаря, в медицине.

Мировые ресурсы TiO<sub>2</sub> оценены в 5330,6 млн т, а его запасы составляют 929 млн.т, распределяясь по странам (%): КНР (24,8); РФ (12,5); Австралия (9,1); Индия (7,7); Норвегия (6,6); Канада (4,3); ЮАР (3,9); Мозамбик (2,4); остальные страны (28,7) [2]. Мировое производство TiO<sub>2</sub> в концентрате составило 6971,4 тыс.т, распределяясь по странам: (%): КНР (28,9); ЮАР (10,9); Австралия (8,1); Канада (8,0); Мозамбик (7,4); Норвегия (5,4); Индия (5,0); РФ (0,1); прочие страны (26,8) [2].

Мировые мощности по производству пигментного TiO<sub>2</sub> достигли 7,66 млн т/год; лидер - КНР (42,4%), далее следуют США (17,9), ФРГ (6,2), Великобритания и Индия (по 4,1), Австралия (3,4), Саудовская Аравия (2,7); их суммарный потенциал – 80,8%; оставшаяся часть (19,2%) приходится на Украину (1,6), Канаду (1,4), РФ (0,7) и др. [3]; мощность завода компании ООО «Титановые инвестиции» в Крыму составляет 120 тыс.т/год [1]. Объем мирового производства пигментного TiO<sub>2</sub> составляет 6 млн т [2]; причем доля США - около 1,2 млн т. [3].

По имеющимся мощностям мирового производства Ti-губки (293 тыс.т/год) РФ - третья (15,9%) следом за КНР (37,5) и Японией (23,5); суммарный потенциал этих стран превысил  $\frac{3}{4}$  (76.9%) от мирового; укажем также на потенциал Казахстана (8,9),

Саудовской Аравии (5,3), США (4,5) и Украины (4,1), всех остальных стран (0,3). По производству Ti-губки (% от мирового) РФ (22,2%) также занимает 3-е место после КНР (38,9) и Японии (28,9). На эти страны приходится 90% мирового производства, составляющего 180 тыс.т. Отметим также доли Казахстана (5,0) и Украины (4,4) [3]. По данным [2] мировое производство Ti-губки несколько выше – 198 тыс.т.

Структура мирового потребления V: до 87% - в черной металлургии как легирующая добавка при производстве сталей различного сортамента; около 8% - в цветной металлургии Al-V-сплавы для легирования конструкционных материалов на Ti-основе, применяемых в авиастроении и космической технике; более 5% - в химической промышленности (производство аккумуляторных батарей, катализатор при получении серной кислоты и др.) Сталь с добавками V обладает повышенной упругостью и прочностью; из нее делают особо важные детали автомобилей, ракет, ядерных реакторов, трубы нефте- и газопроводов, предназначенных для работы в особо сложных климатических условиях [4]

Мировые ресурсы V превышают 63 млн т. [3]. Они связаны с фосфатными породами, титаномагнетитовыми рудами, ураноносными песчаниками и алевролитами с содержаниями рассеянного металла до 2%. Заметные количества V отмечаются также в бокситах, углях, сырой нефти, нефтяных сланцах и битуминозных песках. Промышленные скопления V-минералов карнотита, роскоэлита; патронита; ванадинита, деклуазита, кулсонита; тюямунита редки. Мировые запасы V, связанные преимущественно с титаномагнетитовыми рудами, составляют 20 млн т, из которых почти половина (47%) приходится на КНР, почти четверть (24,8) – на РФ, 17,3 – на ЮАР, 10,1 – на Австралию, 0,6 – на Бразилию и 0,2 – на США. Мировое рудничное производство V составило 73,4 тыс.т, распределяясь по странам: (%):КНР –54,5; РФ –24,5; ЮАР –12,4; Бразилия –8,6 [3].

Изложенное показывает, что весьма крупная Ti-МСБ РФ (в отличие от V-МСБ) освоена слабо: Ti-промышленность страны работает исключительно на импортном сырье. Крупное производство металлического Ti (3 место в мире) и металлического V (2 место) покрывают как собственные потребности РФ в этих металлах, так и их экспорт.

#### Литература

1. Ремизова Л.И. Титан /V сб.Минеральное сырье: от недр до рынка.. М.; Научный мир. 2011. Т.3. С.379-463.
2. Состояние и использование минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2018 году.
3. USGS. Mineral Commodity Summaries 2019. Titanium and titanium dioxide. Titanium mineral concentrates P.p. 174-177; Vanadium. P.p. 180-181.4. ИНФОМАЙН. Обзор рынка ванадия и ванадийсодержащих материалов в СНГ. Изд.5, М., авг. 2009.

# НОВЫЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА БИОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

## ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ РУД ОКЕАНА

В.В. Авдонин, Е.А. Жегалло, Н.Е.Сергеева

Оксидные руды океанского дна – кобальтоносные железомарганцевые корки подводных поднятий (КМК) и железомарганцевые конкреции абиссальных котловин (ЖМК) являются fossilized продуктами жизнедеятельности микроорганизмов. Биогенная природа этих образований подтверждается результатами детального изучения текстурно-структурных особенностей руд, которые позволили выявить реликты бактериальных сообществ, участвующих в строении руд.

Согласно разработанной в последние годы концепции бактериальной природы оксидных руд корки и конкреции идентифицируются как строматолиты и онколиты. Получены убедительные свидетельства того, что накопление металлов и формирование строматолитовых построек осуществляется микробными сообществами.

Проведенные исследования позволили доказать, что основой строения корок и конкреций являются бактериальные маты, представляющие собой чередование биопленок [1]. Дополнительные доказательства неожиданно были получены исследователями, проводившими изучение некоторых физических свойств рудных образцов.

Под руководством А.А.Новаковой было проведено изучение макрослоев одного из корковых образцов. Рудное вещество изучалось при помощи рентгеновской дифракции и методом мессбауровской спектроскопии. В результате было установлено, что в верхнем слое III преобладает гематитовая фаза, что согласуется с положением о биогенной природе железомарганцевых корок. Полученная оценка размеров супермагнитных частиц гетита и гематита соответствует биогенным частицам, еще раз подтверждая биогенную природу КМК [2].

Изученные А.А.Корниловой изменения в соотношениях  $Fe^{57}/Fe^{54}$  и  $Fe^{57}/Fe^{56}$  также связаны, по ее мнению, с участием бактерий.

### Литература

1. Авдонин В.В., Жегалло Е.А., Сергеева Н.Е. Бактериальная природа оксидных железомарганцевых руд Мирового океана. / М.: ГЕОС. 2019. 284с
2. Ким Н., Новиков Д.С., Новакова А.А. Исследование рудных компонент биогенных железомарганцевых корок. Ученые записки физического факультета Московского университета. 2019. № 4. 1940502.
3. Высоцкий В.И., Корнилова А.А. Ядерный синтез и трансмутация изотопов в биологических системах. М.: Мир. 2003. 304 с.

## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ РАЗВЕДАННОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.

Ю.А. Малютин

В настоящее время подвергается переосмыслению традиционное понятие “рудное тело”. Более богатая часть минерализованной зоны, интересной для извлечения из недр может представлять совокупность блоков или “выемочных единиц”, не имеющих морфологические особенности в традиционном понимании. В связи с этим возникает неопределенность в понимании, что такое “степень разведанности”.

При традиционном подходе под степенью разведанности понималось детальность изучения условий залегания и морфологических особенностей рудных тел, пространственного расположения и соотношения природных и технологических типов и сортов руд, распределение без рудных и некондиционных участков в контурах рудных тел, а также детальность изучения гидрогеологических и инженерно-геологических факторов, определяющих условия ведения горно- эксплуатационных работ [1]. В настоящее время “степень разведанности” основывается на степени достоверности интерполяции содержаний каждого полезного компонента месторождения, технологических, гидрогеологических, инженерно-геологических и физико-механических параметров в блочных моделях. По Российской классификации запасов под категорией достоверности запасов –  $C_2$  понимаются предварительно оцененные запасы, характеризующиеся низкой степенью достоверности, подтвержденных вскрытием единичных скважин. К категории достоверности запасов  $C_2$  наиболее близки предполагаемые (inferred) ресурсы по классификации JORC, в которых количество и качество оценено по ограниченному количеству проб и геологических признаков, геологических данных недостаточно чтобы уверенно прогнозировать непрерывность распространения полезного компонента [2]. Невозможность достоверного перехода при минимальном количестве результатов опробования от оценок в пробах к оценкам компонента в “выемочных единицах” или в порциях руд, отправляемых на обогатительную фабрику, является основанием для отказа проводить на основе этих оценок серьезные технико-экономические исследования.

По Российской классификации запасов для отнесения запасов к категории достоверности –  $C_1$  условия залегания, морфологические особенности и внутреннее строение рудных тел, горнотехнические условия эксплуатации месторождения достаточно выявить только в общих чертах [1]. Для отнесения запасов к категории В и А степень разведанности должна обеспечить не только выяснение общих черт, но и основные особенности залегания, формы и строения рудных тел [1]. К категории достоверности запасов  $C_1$  наиболее близки

выявленные (indicated) ресурсы по классификации JORC. К категории достоверности запасов В и А наиболее близки оцененные (measured) ресурсы по классификации JORC. Плотность разведочной сети позволяет с высокой степенью достоверности перейти от оценок в пробах к оценкам компонента в “выемочных единицах” и на основании этих оценок проводить серьезные технико-экономические исследования.

Как оценить степень достоверности разведанных минеральных ресурсов? Сначала степень разведанности минеральных ресурсов устанавливается при интерполяции компонентов через размеры эллипсоидов поиска проб, которые определяются на основе анализа вариограмм. Достоверность интерполяционных оценок зависит от близости расположения проб к интерполируемому блоку. Обычно выделяют три эллипсоида поисков, два эллипсоида в пределах зоны влияния вариограммы, по которым фиксируется распространение минеральных ресурсов по категориям достоверности - оцененные (measured) и выявленные (indicated) и третий эллипсоид поиска проб, значительно далеко выходящий за размеры зоны влияния, который фиксирует распространение прогнозных (probably) минеральных ресурсов. Для проверки корректности интерполяции сначала производится визуальное сравнение в пробах с их оценками в блоковых моделях. Далее строится график сравнения содержаний компонента в пробах и оценок этого компонента в расположенных рядом блоках. График сравнения этих оценок должен фиксировать синхронность изменений содержаний компонента в пробах и его оценок в блоках, а также степень сглаживания. Далее строятся “swath” графики. В этом случае блоковые модели могут, например, разделяться на горизонты и для них рассчитываются средние содержания компонента и по композитным пробам, и по оценкам в блоках и затем эти оценки сравниваются на “swath” графиках. Но наиболее информативным с точки зрения окончательного заключения о степени разведанности минеральных ресурсов считается коэффициент кригинговой эффективности, представляющий собой отношение дисперсии кригинга к дисперсии блока при заданном размере блока [3]. Отрицательные значения коэффициента кригинговой эффективности свидетельствуют о недостоверности оценок компонента, что говорит в первую очередь о недостаточной плотности разведочной сети для оценок в эксплуатационных блоках конкретного компонента.

#### Литература.

1. Каждан А.Б. Разведка месторождений полезных ископаемых. М.; Недра, 1977.
2. Polymetal International. НП НАЕН. Кодекс JORC. Полный перевод. Москва 2013.
3. JACQUI COOMBES. RESOURCE ESTIMATION. Copyright 2005 Snowden Mining Industry Consultants.

ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРОЛОГИИ  
ОГНЕУПОРНЫХ ГЛИН ШУЛЕПОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(РЯЗАНСКАЯ ОБЛАСТЬ).

Д.М. Коршунов, М.А. Богуславский

Шулеповское месторождение огнеупорных глин расположено на юге Милославского района Рязанской области. Огнеупорное сырьё представлено линзами чистых каолиновых глин, залегающих в песчано-глинистой толще, вероятно, готерив-аптского возраста. Обстановка осадконакопления отвечает речным или озёрным фациям, на это указывает размерность обломочного материала, а также структурно-текстурные особенности отложений [3]. На исследуемой территории встречаются изометричные и вытянутые субгоризонтальные каолиновые линзы, мощностью от 0,2 до 4 м. Максимальное простирание одной линзы не превышает 800 м. Они характеризуются однородностью как по литерале, так и по вертикале.

Образцы каолинита исследовались в Палеонтологическом институте им. А.А. Борисяка РАН с помощью электронных сканирующих микроскопов TESCAN VEGA-II и TESCAN VEGA-III (оператор Е.А. Жегалло). Изучались образцы отобранные по всему разрезу линзы-1 и линзы-2.

В результате исследования методами сканирующей электронной микроскопии выяснено, что в минеральном составе каолиновых глин выделяются: каолинит (97%), галлуазит (1,5 %) и монтмориллонит (0,5%), а также кварц (1%). Каолинит встречается в трёх основных формах. В виде единого слоистого матрикса (каолиновые пленки), где все чешуйки имеют одинаковое направление, а каждая конкретная имеет форму гексагона, размерами до 10 микрон (рис. 1А). В виде разрозненных, разнонаправленных минеральных агрегатов, размером до 10 микрон (рис.1Б), часто наблюдаемых в соседстве с кварцем. А также в виде столбчатых выделений полисинтетических двойников (рис. 1В), длиной до 20 микрон (так называемые «вермикулы»). В редких случаях каолин замещает органические остатки, образуя специфические псевдоморфозы (рис. 1Г).

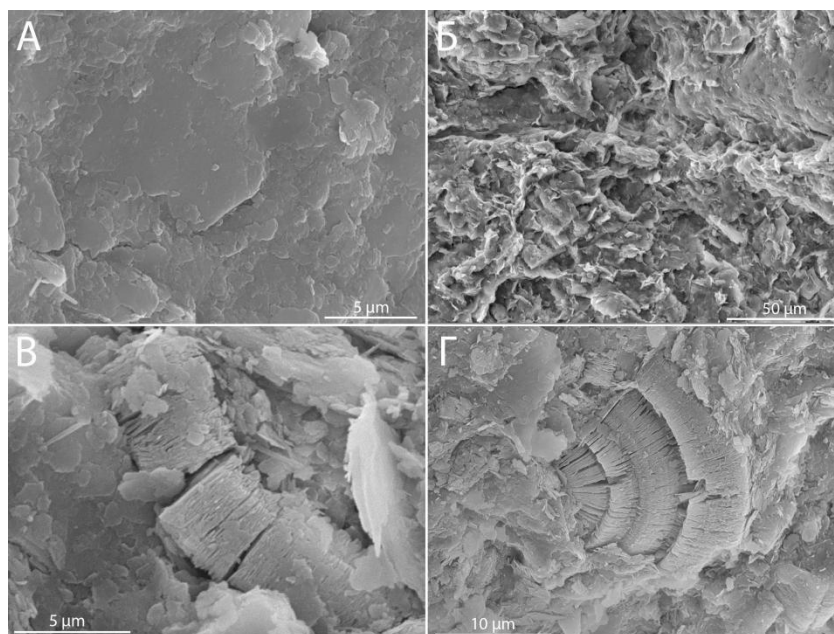


Рисунок 1. А.-каолинитовые плёнки; Б.- каолинитовый матрикс «разнонаправленных агрегатов»; В.-вермикулы каолинита; Г. псевдоморфозы каолинита по органическим остаткам.

Точная интерпретация условий образования каолиновых глин Шулеповского месторождения на данном этапе работ не представляется возможной, но с учётом исследований, посвящённых различным месторождениям каолинита (по работам А.Д. Савко, Н.С. Бортникова [1], Келлера [5,6] и Хансона [4]): Латненского (Воронежская область), Миссури (США), Фумбан (западный Камерун), можно говорить о следующих заключениях.

1. Каолинит Шулеповского месторождения является аутигенным, то есть сформированным *in situ*. О таком образовании каолинита говорят неразрушенные гексагоны в слоистых однонаправленных агрегатах (плёнках). Таким образом интерпретируются подобные гексагоны Келлером [5], который изучал месторождения каолинов в Миссури и Бортниковым Н.С. [1], изучавшим Латненское месторождение.
2. Каолинит, формирующий единый слоистый матрикс или плёнки, по всей видимости, образован из коллоидных растворов, при низком рН. Подобные эксперименты описаны Келлером [6], который считал, что такие условия типичны для застойных водных бассейнов, что согласуется с нашими результатами.
3. Каолинит, формирующий отдельные разрозненные агрегаты и столбчатые выделения, является продуктом замещения Al-содержащих силикатов. Такие же формы каолинитовых двойников описываются Слукиным А.Д. и Бортниковым Н.С. [2]. Хотя такие разнонаправленные разрозненные агрегаты каолинита могли формироваться в условиях слегка отличных от застойных.



4. Наиболее очевидными условиями формирования Шулеповских каолиновых глин кажутся озёрно-болотные фации, сформированные после отступления моря.

#### Литература

1. Бортников Н.С., Савко А.Д., Новиков В.М. и др. Латненское месторождение огнеупорных глин (центральная Россия) // Литология и полезные ископаемые. 2016. № 6, с. 487–500.
2. Слукин А.Д., Бортников Н.С., Жухлистов А.П. и др. Микроморфология и генетические взаимоотношения главных гипергенных минералов бокситоносных латеритных профилей (по результатам электронно-микроскопического изучения) // Новые данные о минералах. 2015. Вып. 50. с. 50-61.
3. Хидинг Р. Обстановки осадконакопления и фации. М. 1990.
4. Hanson R.F. Genesis of Refractory Clay Near Guanajuato, Mexico // Clays and Clay Minerals. 1966. Vol. 14. № 1. p. 259–267.
5. Keller W. D. Flint clay and a flint-clay facies // Clays and Clay Minerals. 1968. Vol. 16. p. 113-128.
6. Keller W. D., James F. Westcott, and Bledsoe A. O. // The origin of Missouri fire clays. Clays and Clay Minerals. 1953. Vol 2. p. 7-46.

# ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА КУРАНАХСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Д.И. Вильданов, М.А. Богуславский

Формирование кор выветривания, лежащих в основании карстовых полостей золотых месторождений Куранахского рудного поля, вызывает ряд вопросов. Как показывают исследования, начатые во второй половине прошлого века, химический состав продуктов, выполняющих карстовые полости, не соответствует химическому составу вмещающих пород.

В основании этих полостей, как утверждается, лежит кора выветривания кембрийских карбонатных пород [3]. Как известно, химический состав карбонатных пород обычно имеет вид  $(Ca/Mg)CO_3$ , в то время как по своему химическому составу вещество, заполняющее карстовые полости, содержит 50-60%  $SiO_2$ , 10-15%  $Al_2O_3$ , 10-15% Fe и 4-5%  $Na_2O$  и  $K_2O$ .

В связи с этим является закономерным вопрос об источнике привноса вещества в данные карстовые полости. Теория существования докарстовой коры выветривания по карбонатам (известнякам и доломитам) [1], которая в дальнейшем была переотложена в карстовые полости, не соответствует наблюдаемой реальности.

Исходя из этого, можно взглянуть на теорию генезиса Куранахского рудного поля под новым углом. Наличие обширного фактического материала по месторождениям позволяет предположить, что в основании карстовых воронок лежит материал кор выветривания не по карбонатным, а по магматическим породам. Это полностью объяснило бы особенности химического состава материала, выполняющего карстовые полости.

Кроме того, в пользу данной теории говорят различные исследования и описания оснований карстовых полостей [2], где залегает спорная кора выветривания, так как существующее в ней переслаивание характерно именно для коры выветривания по магматическим породам.

Ключевым вопросом выдвигаемой теории становится определение возраста коры выветривания, выдвижение схемы её переотложения в основание карста, а также её взаимоотношение с вышележащей толщей песчаников. Путем проведения аналогий с генезисом других месторождений района и рассмотрением вопроса связи оруденения с конкретными магматическими комплексами, может быть осуществлено дополнительное развитие и уточнение новой теории.

## Литература

1. Бойцов В.Е. Золоторудные и золото-урановые месторождения Центрального Алдана / Б.Е. Бойцов, Г.Н. Пилипенко, Л.А. Дорожкина // Крупные и суперкрупные месторождения

рудных полезных ископаемых. Том 2: Стратегические виды рудного сырья. – М.: ИГЕМ РАН. – 2006. – С.215-240.

2. Ветлужских В.Г. Золоторудные месторождения Центрального Алдана / В.Г. Ветлужских, В.И. Казанский, А.Я. Кочетков и др. // Геология рудных месторождений. – М.: Наука. – 2002. – Т. 44. – № 6. – С. 467-499.

3. Петровская Н.В. Золоторудные месторождения Центрального Алдана / Н.В. Петровская, А.И. Казаринов // Геология главнейших золоторудных месторождений СССР. – М.: ЦНИГРИ. – 1951. – Т.2. – 154 с.