

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ИМ. Н.М. ФЕДОРОВСКОГО» (ФГБУ «ВИМС»)**

**ВОСЬМАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ
с международным участием,
посвященная 140-летию со дня рождения В.В.Аршинова**

**«Геология, поиски и комплексная оценка месторождений
твердых полезных ископаемых»**

Тезисы докладов

14–15 мая 2019 г.



Москва – 2019

УДК 550.8+553.048(06)

Г36

Г36 Геология, поиски и комплексная оценка месторождений твердых полезных ископаемых. Тезисы докладов восьмой научно-практической школы-конференции молодых ученых и специалистов с международным участием. М.: ВИМС, 2019, 108 с. ISBN 978-5-6042742-3-1

В сборнике представлены тезисы восьмой научно-практической школы-конференции молодых ученых и специалистов с международным участием, посвященной 140-летию со дня рождения В.В. Аршинова «Геология, поиски и комплексная оценка месторождений твердых полезных ископаемых», проходившей в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС») 14-15 мая 2019 г. Темы конференции, по которым опубликованы доклады:

- Геология, прогнозирование, поиски и разведка месторождений ТПИ,
- Минералогические и лабораторно-аналитические исследования,
- Технологии переработки минерального сырья,
- Геолого-экономическая оценка месторождений,
- Экономические аспекты освоения сырьевых баз ТПИ,
- Геоэкология и инженерная геология,
- Геоинформационные технологии.

Цель конференции – повышение профессионального уровня молодых ученых и специалистов в области комплексного изучения недр. Знакомство студентов, аспирантов, молодых специалистов ВУЗов, научных учреждений и производственных организаций с новыми научными достижениями в различных областях, связанных с рудным и нерудным минеральным сырьем, – геологии, минералогии, технологии, экономической оценки месторождений, геоинформационной технологии, а также представление коллегам результатов своих исследований.

Материалы научно-практической школы-конференции ориентированы на молодых ученых соответствующих специальностей*.

Редакционно-издательский сектор (РИС) ВИМС.
119017, Москва, Старомонетный пер., д. 31. Тел. (495) 9503570
Компьютерная верстка Е.О. Василёва, А.В. Барышников.
Отпечатано на ризографе в РИС ВИМС.

Подписано в печать 29.04.2019 г.
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 7,0
Тираж 100 экз. Заказ № 2.

ISBN 978-5-6042742-3-1

© РИС «ВИМС», 2019 г.

* Тезисы докладов публикуются в авторской редакции.

Организации – участники конференции:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»), г. Москва

Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский геологоразведочный институт угольных месторождений» (АО «ВНИГРИуголь»), г. Ростов-на-Дону

Акционерное общество «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии» (АО «ВНИИХТ»), г. Москва

Акционерное общество «Дальневосточное производственно-геологическое объединение» (АО «Дальневосточное ПГО»), г. Владивосток

Акционерное общество «Северо-Восточное производственно-геологическое объединение» (АО «Северо-Восточное ПГО»), г. Петропавловск-Камчатский

Акционерное общество «Урангеологоразведка» (АО «Урангео»), г. Иркутск

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» (МГУ им. М.В.Ломоносова), г. Москва

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), г. Москва

Общество с ограниченной ответственностью «Лаборатория изучения минерального сырья» (ООО «ЛИМС»), г. Санкт-Петербург

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе» (МГРИ-РГГРУ), г. Москва

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»), г. Магнитогорск

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» (**РТУ МИРЭА**), г. Москва

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (**СПГУ**), г. Санкт-Петербург

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского» (**ФГБУ «ВСЕГЕИ»**), г. Санкт-Петербург

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук (**ГИН РАН**), г. Москва

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии минералогии и геохимии Российской академии наук (**ИГЕМ РАН**), г. Москва

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых» (**ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»**), г. Казань

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» (**ЮФУ**), г. Ростов-на-Дону

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Антипова А.П., Писоцкая Л.И., Решетняк В.Н.	ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОЛОГО- КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПО ДАННЫМ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА УГОЛЬ В ГИС..... 10
Ахиярова А.В., Кузнецова В.Г., Кузнецов О.Б., Лузин В.П., Павлыченко А.М.	КАЧЕСТВО ГРАФИТОВЫХ РУД ТАМГИНСКОГО УЗЛА И ИХ ВОЗМОЖНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ..... 12
Бадахмауи Т., Бугриева Е.П.	ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА В МАССИВЕ ХОГГАР (АЛЖИР)..... 14
Белоусов П.Е., Чупаленков Н.М., Крупская В.В.	МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ РОССИИ..... 16
Бондарчук И.Б.	ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОРМИРОВАННЫХ КОЭФИЦИЕНТОВ (КОРУНДОВЫХ ЧИСЕЛ) МИНЕРАЛОВ В РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОМ КОЛИЧЕСТВЕННОМ ФАЗОВОМ АНАЛИЗЕ..... 18
Владимирцева О.В.	ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРАС СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ АДЫЧА (ВЕРХОЯНСКИЙ РАЙОН, ЯКУТИЯ)..... 20
Выдрич Д.Е., Сучков А.В.	ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОЛЬФРАМОВОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРЕДЕЛАХ МАЛИНОВСКОЙ ПЛОЩАДИ..... 22
Газале Р.С.	РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГЛИНЫ В СИРИИ..... 24
Галиахметова Л.Х.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИПОМОРФНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КВАРЦА ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИБАЙКАЛЬСКОЙ КВАРЦЕНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ..... 26
Галин К.Р., Курносоев В.Б.	ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД В ЗОНЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВПАДИНЫ ЭСКАНАБА ХРЕБТА ГОРДА..... 28
Горева А.А., Лаптева А.М.	ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ЦИНКОВОЙ ОТРАСЛИ..... 30

Гошин Е.Г.	ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОПРЕДЕЛЕННОГО КАЧЕСТВА С ЦЕЛЬЮ ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ОСВОЕНИЯ.....	31
Гришаев Г.С., Броницкая Е.С., Фокин М.А., Кыджды М.В., Сычева Н.А., Ермаков Ф.Н., Рассулов В.А.	ВЫБОР МЕТОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ КАОЛИНОВОГО СЫРЬЯ УРАЛО-МУГОДЖАРСКОЙ ПРОВИНЦИИ.....	33
Гузев В.Е., Бороздин А.П.	МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТИПИЗАЦИИ ЗОЛОТОНОСНЫХ РУД НА РАННИХ СТАДИЯХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ.....	36
Ефремова У.С., Макарьев Л.Б.	НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ УРАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ТУЮКАНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ).....	38
Жунёв Н.В., Березнев М.В., Рассулов В.А., Леденева Н.В.	ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ИК- СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЭТАПАХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	40
Зенченко М.В.	СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ.....	42
Ивахненко А.Г.	ТРЕБОВАНИЯ ЦКР-ТПИ РОСНЕДР К ОФОРМЛЕНИЮ ПРОЕКТОВ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	44
Казаков А.С.	ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ГЛУБОКОЙ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТОВ (КГРП) ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ОСВОЕНИЯ.....	47
Капарушкина Т.С.	ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЭРУПТИВНОЙ КАРБОНАТНОЙ БРЕКЧИИ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ «ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ».....	49
Ковалева Е.И., Григорченко П.А.	УГЛЕНОСНОСТЬ ЗАПАДНОГО ТАЙМЫРА.....	51

Козлов Д.С., Артемьев Д.С., Молчанов А.В., Ашихмин Д.С., Терехов А.В., Васюкевич К.Е., Хорохорина Е.И.	КОМПЛЕКСНАЯ РУДОНОСНОСТЬ ЛОМАМСКОГО ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РУДНОГО РАЙОНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГДП-200 (АЛДАНСКИЙ ЩИТ).....	53
Колкова М.С., Киселев А.А.	ФАЗОВАЯ И СТРУКТУРНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ТИТАНОМАГНЕТИТА, ПРОЯВЛЯЮЩАЯСЯ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗО-ТИТАНОВЫХ РУД МЕДВЕДЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	55
Кондратова Н.Н.	ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ КАРТ ИЗУЧЕННОСТИ И ОСВОЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ТОКИНСКОГО УГЛЕНОСНОГО РАЙОНА ЮЖНО-ЯКУТСКОГО БАССЕЙНА.....	57
Кузьменко П.С., Гребенкин Н.А., Бабкин Н.Я., Корявко А.И.	ЭВОЛЮЦИОННЫЕ И ГЛУБИННО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КОМПЛЕКСНОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ ТОНОДСКОГО ПОДНЯТИЯ (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ).....	59
Кукушкин К.А., Терехов А.В., Молчанов А.В., Соловьев О.Л., Хорохорина Е.И.	ЗОЛОТО-УРАНОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ УГУЙСКОЙ И ОЛДОНГСИНСКОЙ СТРУКТУР ЧАРО-ОЛЕКМИНСКОГО БЛОКА АЛДАНСКОГО ЩИТА.....	61
Лебедев И.О.	КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ КАРЕЛИИ.....	63
Леонтьев В.И., Бушуев Я.Ю., Дытченко А.Г.	ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЭЛЬКОНСКОГО ГОРСТА (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ).....	64
Логинов Е.С.	ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ЛИЗАРДИТА В СЕРПЕНТИНИТЕ.....	66
Макаров В.Е., Самоенко А.И., Козловский Д.С.	ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ.....	68
Мартенс Е.О., Леонтьев В.И., Терехов А.В.	ОСОБЕННОСТИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА РЕКИ КЕНГКЕМЕ (ВОСТОК СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ).....	70

Назарова О.Б., Машнин Д.М., Яхнева Д.А., Мануилова Л.И.	РАЗРАБОТКА НОВОЙ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ²³² U В ВОЗДУШНЫХ СРЕДАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЯТЦ.....	72
Некрасова М.А.	ВОЗМОЖНОСТИ ПРИКЛАДНОЙ МИНЕРАЛОГИИ ПРИ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКЕ РЕДКОМЕТАЛЛЬНО- УРАНОВЫХ РУД.....	74
Несмеянов Л.О., Минин А.Н.	ОКОЛУРУДНЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВОЙ МОДЕЛИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРЕДЕЛАХ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА.....	75
Литвиненко А.К., Одинаев Ш.А.	ПРОМЫШЛЕННЫЕ СОДЕРЖАНИЯ Co И Ni В МИНЕРАЛАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЕРНОГОРСКОЕ, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПАМИР.....	77
Пермякова Н.А.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПИРОХЛОР-МОНАЦИТ-ГЕТИТОВЫХ РУД ЧУКТУКОНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	80
Попов А.К., Желобанов М.А.	ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ РУДНЫХ ТЕЛ В ПРЕДЕЛАХ НИЖНЕ-ЯКОКИТСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН).....	82
Приступов Е.А., Межеловская С.В.	ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЙ ЭРУПТИВНЫЙ ЦЕНТР (СЕВЕРНАЯ ПЕЧЕНГА).....	83
Прохоров Д.А., Стародубов А.В., Овсянникова Т.М., Гребенкин Н.А., Дзядок С.А., Среденко П.Л.	РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ, ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ И БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НА ГИДРОГЕННОЕ УРАНОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ВИТИМСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ.....	85
Рассолов А.А.	ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ ТАШИРСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ).....	87
Самоеенко А.И., Козловский Д.С., Фатеева А.А., Макаров В.Е.	ПОДГОТОВКА И ОБРАБОТКА МАССИВОВ ДАННЫХ ДЛЯ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	89
Сащенко А.В., Тюленева В.М., Стародубов А.В., Киселев А.А.	ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА В ПОЧВЕННО-ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВИТИМО-КАРЕНГСКОГО РАЙОНА.....	91

Светлова Ю.Л., Лобзин Е.И., Лоншаков А.В.	ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РУДНОГО УЗЛА КАРЫМШИНСКИЙ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА).....	93
Сучков А.В., Выдрич Д.Е.	ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ Au-Mo-V РУДНОЙ ФОРМАЦИИ В УГЛЕРОДИСТЫХ СЛАНЦАХ В ВОСТОЧНЫХ САЯНАХ.....	95
Троицкий А.В., Петкевич- Сочнов Д.Г., Василишина В.В.	ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ НА ПРИМЕРЕ РУТИЛОВЫХ ЭКЛОГИТОВ.....	97
Фатов А.С.	ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ВСКРЫТИЯ ОКИСЛЕННЫХ НИКЕЛЕВЫХ РУД.....	100
Чепрасов И.В., Безносков В.Г.	ОБЖИГ-МАГНИТНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ХРОМИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ.....	102
Чистякова И.Е., Карманов Е.Н.	ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ПРИСАЯНЬЯ ТИПА «НЕСОГЛАСИЯ» С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МИНЕРАЛОГО- ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТОЛБОВОЕ И РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ИЛЬМИГИНСКОЕ).....	104
Шарафелдин Х.Э.	ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУКАРИ В ВОСТОЧНОЙ ПУСТЫНЕ ЕГИПТА.....	106

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОЛОГО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПО ДАННЫМ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА УГОЛЬ В ГИС

А.П. Антипова, Л.И. Писоцкая, В.Н. Решетняк

АО «ВНИГРИуголь», Ростов-на-Дону

Геоинформационные системы (ГИС) позволяют достоверно отображать пространственное размещение и строение геологических объектов. Во ВНИГРИуголь на протяжении многих лет используется платформа ArcGIS для создания геолого-картографических моделей по участкам поисковых работ на уголь на основе разработанной технологии.

Основной целью технологии является создание цифровых моделей, обеспечивающих наглядное отображение пространственного размещения угольных пластов, маркирующих горизонтов и разрывных нарушений, а также характеристик геологического строения и угленосности объекта, необходимых для подсчета/оценки запасов/ресурсов углей.

Создаются цифровые модели по разработанным во ВНИГРИуголь методическим принципам организации информации для векторных карт по угольным объектам. Учитывая формат представления географической информации в ArcView GIS 3.2a и ArcGIS, хранится информация в виде слоев и/или отдельных тематических слоёв (классов пространственных объектов) в базе геонформационных данных формата gdb. Определен перечень и уровень картографических объектов, группировка информации в тематических блоках, состав атрибутивных таблиц в соответствии с целевым назначением карт. Разработаны легенды для обзорных и крупномасштабных карт по углю с применением различных ГОСТов. Созданные иерархические системы папок и файлов применяются для организации информации на физическом уровне в среде ArcView GIS 3.2a и ArcGIS 9.3.

Для создания геолого-картографических моделей по участкам поисковых работ на уголь разработан комплекс модулей GEO в среде ArcView GIS 3.2a. Разработаны программные модули, выполняющие подготовку и отображение информации в виде слоев и параметров (атрибутов) для построения геологического разреза, геологического описания канавы в плане, профилей на векторной карте, осевой геологической колонки скважины с геофизическими кривыми и структурных колонок пласта. Кроме того, создана методика моделирования угольных объектов для построения трехмерных моделей участков работ.

В настоящее время АО «ВНИГРИуголь» принимает участие в проведении подрядных работ на участке поисковых работ 2017-2019гг. – Лахской угленосной площади, которая расположена на территории Сахалинской области. В структурном плане площадь приурочена к Джолокорско-Энгизпальскому горст-антиклинальному поднятию,

заключенному между Западно-Энгизпальским и Нышским разрывными нарушениями, Восточно-Энгизпальский разлом пересекает с севера на юг всю площадь поисков. Лахская площадь включает Джолокорскую, Сториковскую и Кочкарную группы складок, насчитывающих ряд антиклинальных структур и синклинальных перегибов более низкого порядка.

Лахская площадь сложена породами нутовской свиты неогена (N_{1-2nt}). Угли и уг-листые породы в пределах Лахской площади встречаются в северо-западной части площа-ди. Угленосность связана с отложениями средненутовской подсвиты.

На основе разработанной технологии построения геолого-картографических моделей по данным поисковых работ на уголь выполнялось наполнение данными электронного фактографического и картографического каталога.

Картографическая часть каталога в ArcView GIS 3.2a наполнена информацией по графическим материалам, созданным по результатам ранее проведенных работ и выполняемых поисковых работ. По району Лахской площади созданы ВИДЫ – геологические карты и карты полезных ископаемых листов М-54-V, N-54-XXXV М 1:200 000, карта фактического материала М 1:200 000 1982 г., картограммы геофизической изученности, карта фактического материала М 1:25 000, 2018 г. и геологическая карта Лахской площади, 2018 г., стратиграфическая колонка, геологические разрезы по линиям, а также литологические колонки 7 скважин на основе данных бурения, каротажа и принятого разреза.

По данным поисковых канав с помощью разработанного модуля «GeoExcav» в среде ArcView 3.2a произведено нанесение канав на план участка и построены развертки горных выработок. Развертка канавы включает в себя слои: «Точки привязки развертки», «Базисные линии развертки», «Полигоны развертки» и «Линейка развертки». При необходимости добавляется также слой бороздового/точечного опробования (рис. 1).

Трехмерные модели создаются в среде ArcGIS 9.3. Моделирование осуществляется по регулярной сетке. По подготовленным топографическим данным создана трехмерная модель рельефа района работ. Помимо сеточных моделей выполнено построение моделей и по нерегулярной триангуляционной сети, что позволяет отобразить поверхность в виде набора треугольников, вершинами которых выступают точки наблюдения (формат tin). Полученные модели конвертировались в точечные шейп-файлы. Для отображения в трехмерном пространстве использовалось приложение ArcScene программного комплекса ArcGis.

Таким образом, использование разработанной технологии обеспечивает сбор в цифровом виде всей картографической информации по участку поисковых работ, что позволит наиболее эффективно оценить перспективы угленосности объекта работ.

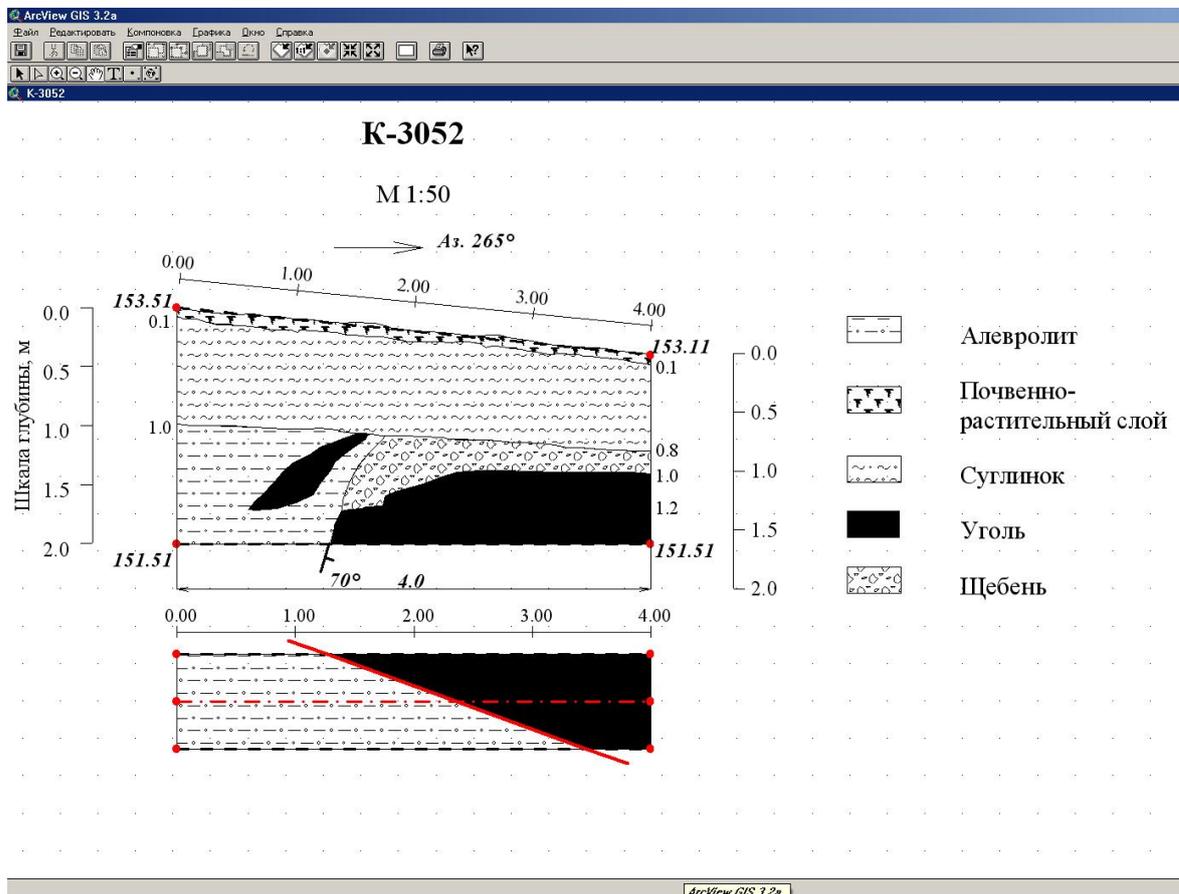


Рис. 1. Цифровая модель канавы на уголь (копия экрана)

КАЧЕСТВО ГРАФИТОВЫХ РУД ТАМГИНСКОГО УЗЛА И ИХ ВОЗМОЖНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

**А.В. Ахиярова¹, В.Г. Кузнецова¹, О.Б. Кузнецов¹,
В.П. Лузин¹, А.М. Павлыченко²**

*1 – ФГУП «ЦНИИгеолнеруд», Казань,
2 – АО «Дальневосточное ПГО», Владивосток*

Самым крупным и наиболее перспективным графитоносным районом Приморского края является Уссурийско–Лесозаводской редкометалльно-графит-марганцево-железорудный район, приуроченный к одной из древних стабилизированных структур Дальневосточного региона – Ханкайскому массиву. В пределах района выделены три графитоносных узла: Тамгинский, Тургеневский и Иннокентьевский. В составе Тамгинского узла известно мелкое одноименное месторождение и ряд менее изученных графитовых проявлений (участков). Для наращивания ресурсной базы графита в пределах Тамгинского узла проведены поисковые работы на четырех наиболее перспективных участках: Бакальцовском, Поворотном, Высота 316 и Северо-Руженском. Работы выполнены АО «Росгео» (АО «Дальневосточное ПГО») с

привлечением ФГУП «ЦНИИГеолнеруд».

Практически все проявления находятся в поле распространения пород средней подсвиты матвеевской свиты. Непосредственно слои графитистых сланцев приурочены к пачкам переслаивания биотитовых, биотит-силлиманитовых, гранат-кордиеритовых гнейсов и сланцев, кварцитов, мраморов, нередко графитистых.

Залежи представляют собой пластообразные и линзовидные тела длиной от 100 до 700 м мощностью от первых до 25 м; глубина распространения графитового оруденения 20-60 м. Среднее содержание графита в рудах составляет на отдельных участках от 4,56 до 8,14%.

По результатам проведенных исследований установлено, что графитсодержащие породы представлены гнейсами, сланцами, метасоматитами и милонитами.

Среди гнейсов и сланцев преобладают мусковит-полевошпат-кварцевые, иногда биотит-, силлиманит-, хлорит- и карбонатсодержащие. Структуры пород лепидогранобластовые, текстуры сланцеватые, полосчатые. По минеральному и химическому составу все породы подвержены в различной степени вторичным изменениям – окварцеванию, карбонатизации. В группу метасоматических графитсодержащих пород объединены мусковит-кварцевые сланцы, полевошпат-кварцевые породы, кварциты со сланцеватой текстурой, обусловленной ориентированным расположением слюдистых минералов и графита и значительным преобладанием кварца. Метасоматиты характеризуются повышенным содержанием оксида кремния и пониженным – остальных химических компонентов. Милониты представляют собой ассоциацию мелких чешуек слюды, агрегатов углерода и зерен кварца. Структура породы милонитовая, параллельная ориентировка раздробленного материала создает сланцеватую текстуру породы. Милониты преобладают на участке Поворотный.

Содержание графита в гнейсах и сланцах изменяется в интервале 2,5-11,4%, в среднем составляет 6,1%, в метасоматитах 2,27-19,6%, в среднем 6,0%, в милонитах 3,1-6,6% соответственно. Наиболее крупные чешуйки и агрегаты графита обнаружены в гнейсах и сланцах. В этих породах графит менее всего деформирован и имеет меньше срастаний с другими минералами. Мелкочешуйчатый и среднечешуйчатый графит характерен для метасоматитов, мелкочешуйчатый графит наряду с тонкокристаллическим обнаружен в милонитах.

Из всех вновь изученных участков наилучшими технологическими показателями характеризуются графитсодержащие руды Северо-Руженского участка: извлечение графита в концентрат – 44,03 %, содержание графитного углерода в концентрате – 85 %.

Качество объединенного чистового концентрата по технической характеристике позволяет получить из него 5 марок товарного графита, отвечающих требованиям действующих ГОСТ. Графит может быть применен в качестве литейного кристаллического графита марок ГЛ-2 и ГЛ-3 по ГОСТ 5279-74 «Графит кристаллический литейный. Технические

условия» и литейного скрытокристаллического графита марки ГЛС-2, ГЛС-3 и ГЛС-4 по ГОСТ 17022-81 «Графит. Типы, марки и общие технические требования». Химический состав и летучие вещества для графитов этих марок по ГОСТ не нормируются. По технологическим свойствам графитовые руды Северо-Руженского участка наиболее близки рудам Тамгинского месторождения.

Тезисы составлены по результатам работ по Договору № 65/2015-ГРР «Аналитико-технологическое и геолого-экономическое обеспечение поисковых работ на крупночешуйчатый графит в пределах Тамгинского узла (Приморский край)» ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» совместно с АО «Дальневосточное ПГО».

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА В МАССИВЕ ХОГГАР (АЛЖИР)

Т. Бадахмау¹, Е.П. Бугриева²

1 – НИЯУ МИФИ, Москва,

2 – АО «ВНИИХТ», Москва

Начиная с 1954 года, в Алжире была запущена первая программа разведки урана в Хоггаре (рис.1), что позволило подтвердить наличие урановой минерализации в районах Эль-Бема (El-Bema), Фурон (Furon), Тимгауин (Timgaouine) [1, 2].

В пределах выходов докембрийских пород фундамента и перекрывающего их чехла выявлено несколько перспективных районов и участков: Тамарт-Н-Иблис (Tamart-N-Iblis), Тимузелин (Timouzeline), а также осадочный бассейн Тин-Сериин, рядом с алжирско-нигерской границей, где было обнаружено месторождение Тахаггарт (Tahaggart) [3].

В Алжире по данным МАГАТЭ запасы урана в недрах оцениваются в 26 тыс. т, они относятся к ценовой категории до 260 дол/кг[4]. Запасы урана подсчитаны в месторождениях двух геолого-промышленных типов: связанных с гранитами и «несогласия» (табл. 1).

Месторождения первого типа локализованы в верхнепротерозойских жилах, связанных с разрывными нарушениями, которые пересекают Пан-Африканский гранитный батолит. К этому типу относятся месторождения Тимгауин (Timgaouine), Абанкор (Abankor) и Тинеф (Tinef) на юго-западе Хаггара. Запасы урана этого типа оцениваются в 24 000 т.

Второй тип представлен месторождением Тахаггарт, локализованным в выветрелых породах (реолитах) и в базальных конгломератах осадочных отложений бассейна Тин-Сериин (Tin-Seririne) в юго-восточной части массива Хоггар на границе между докембрийским фундаментом и несогласно залегающим палеозойским осадочным чехлом. Запасы урана этого типа оцениваются в 2000 т.

Урановорудный металлогенический пояс массива Хоггар является наиболее хорошо изученным и перспективным для поисков, разведки и отработки месторождений урана на территории Алжира.

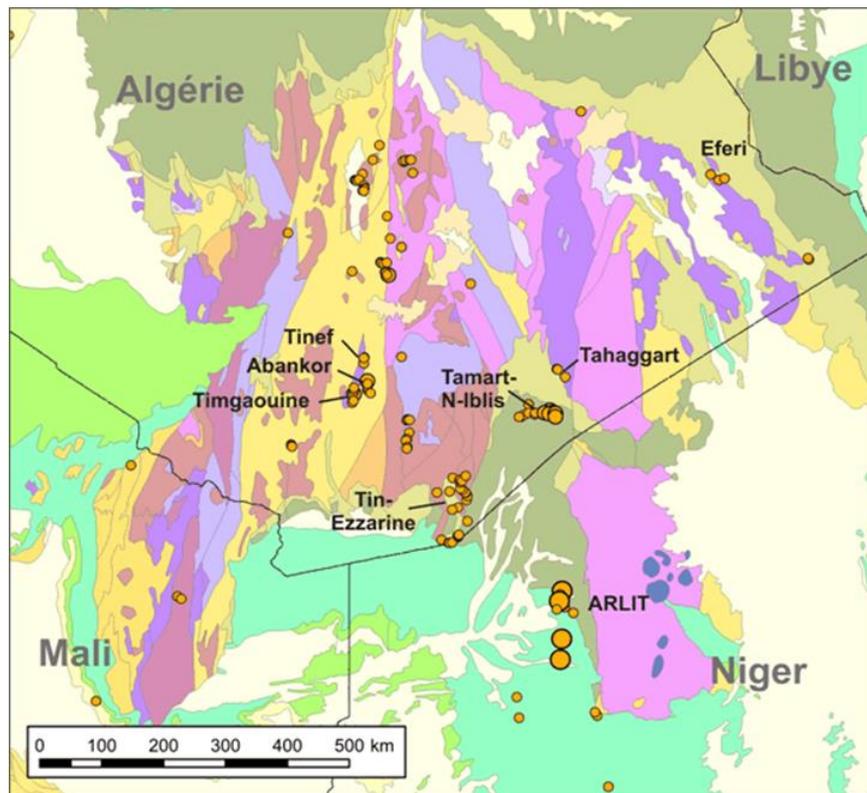


Рис. 1. Основные месторождения и рудопроявления урана щита Туарег [3]

Таблица 1

Общие запасы месторождений урана в Алжире [2,4]

Месторождение	Содержание U, %	Запасы	
		Руда, тыс. т	Металл, т
Абанкор	0,290	3 264	9 450
Тимгауин	0,157	7 442	11 732
Тинеф	0,100	374	374
Дэйра Южная	0,120	1 600	2 000
Тахаггарт	0,215	781	1 677
Всего	0,201	13 461	25 233

Литература

1. Inventaire et prospective des ressources minérales du Hoggar. Rapports internes SONAREM. Alger. (1977).
2. Khaldi A. Essai de classification des ressources uranifères découvertes en Algérie dans le cadre de la CCNU-2009 / UNECE Consultancy Meeting Preparing a technical document on «Best Practices in the Application of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Material Reserves and Resources for Uranium and Thorium Projects». IAEA, Genève. (2016).
3. Synthèse des travaux de prospection géologique et géophysique dans le bassin sédimentaires de Tin Séririné, Tassili Oua N'Ahaggar, Sud-est du Hoggar // Rapports internes CREM, Alger. 1997.
4. World Distribution of Uranium Deposits. IAEA-TECDOC-1843. IAEA, Vienna. C. 262. (2016).

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ РОССИИ

П.Е. Белоусов¹, Н.М. Чупаленков², В.В. Крупская^{1,3}

*1 – ИГЕМ РАН, Москва, 2 – ФГБУ «ВИМС», Москва,
3 – МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва*

Понятие природных сорбентов включает в себя довольно широкий спектр месторождений полезных ископаемых с сорбционными свойствами по отношению к радионуклидам, тяжелым металлам и различным органическим веществами. Различаются они как величиной и механизмами сорбции, так и избирательностью к загрязняющим агентам. В зависимости от фильтрационных свойств пород, выделяются две основные группы сорбентов – фильтрационные и противофильтрационные. Данная работа посвящена неметаллическим полезным ископаемым, отличительной чертой которых является высокая степень сорбции и фильтрации, что успешно применяется при очистке загрязненных вод. Рассмотрены минеральные сорбенты с наиболее высокой сорбцией по отношению к радионуклидам Cs-137, Sr-90 и ряду других, а именно цеолит, диатомит и глауконит.

Таблица 1

Минерально-сырьевая база фильтрационных природных сорбентов

Полезное ископаемое	Запасы кат. А+В+С ₁	Запасы кат. С ₂	Количество м-ний на балансе	Разрабатываемые м-ния	Общая годовая добыча
Цеолит	594,3 млн т	799,7 млн т	18	6	66,9 тыс. т
Диатомит	122,9 млн м ³	55,7 млн м ³	21	3	60 тыс. м ³
Глауконит	15,49 млн м ³	5 млн м ³	5	1	3 тыс. м ³

По состоянию на 01.01.2017 г. Государственным балансом запасов в Российской Федерации учитываются 18 месторождений цеолитов с запасами кат. А+В+С₁ – 594,3 млн т, кат. С₂ – 799,7 млн т [1]. Разведанные запасы природных цеолитов распределены весьма неравномерно. Наибольший вклад в сырьевую базу цеолитов вносят Забайкальский край (85% всех балансовых запасов) с Шивыртуйским и Холинским месторождениями. К разрабатываемым месторождениям относятся Холинское (Забайкальский край), Чугуевское (Приморский край), Хонгуруу (респ. Саха), Хотынецкое (Орловская обо.), Люльинское (ХМАО) и Чеховское (Сахалинская обл.). Общая добыча за 2016 год составила 66,9 тыс. т.

По состоянию на начало 2018 года в России учтено 21 месторождение диатомита, запасы которых составляют 122,9 млн м³ по кат. А+В+С₁; 55,7 млн м³ по кат. С₂ и забалансовыми – 14 млн м³ [2]. Основные запасы диатомита расположены в Ульяновской (54%), Свердловской (12%) и Челябинской (12%) областях. По состоянию на

начало 2018 года, добыча велась только на Инзенском (Ульяновская обл.), Потанинском (Челябинская обл.) и Ильенском (Свердловская обл.) месторождениях, объемом в 41, 12 и 7 тыс. м³ соответственно.

Запасы глауконита в России по состоянию на начало 2018 года составляют 15,4 млн м³ по кат. А+В+С₁ и 5 млн м³ по категории С₂ [3]. Основные запасы глауконита расположены на территории Центрального (50,1 %) , Южного (39,3 %) и Уральского (10,6 %) федеральных округов. В распределенном фонде недр числится только 3 месторождения глауконитов, причем разрабатывается на данный момент только Каринское, с ориентировочной добычей за 2017 год около 2 тыс. м³.

В плане геотектонической позиции, месторождения природных сорбентов России приурочены как к складчатым областям и предгорным прогибам (цеолиты вулканогенно–осадочного и гидротермального генезиса, диатомиты и глаукониты), так и к бассейнам осадконакопления платформенного типа (цеолиты осадочного генезиса, диатомит, глауконит).

Минеральный состав представлен на примере наиболее значимых месторождений природных сорбентов: Инзенское месторождение диатомита (Ульяновская обл.); Каринское месторождение глауконита (Челябинская обл.); Шивертуйское месторождение цеолита [4] (Забайкальский край).

Таблица 2

Минеральный состав природных сорбентов, масс.%

Минеральная фаза	Глауконит Каринского м-ния	Диатомит Инзенского м-ния	Цеолит Шивертуйского м-ния
Глауконит	26,7		
Опал		60,5	
Цеолит (клиноптилолит)	4,3		54,2
Цеолит (гейландит)			15,9
Смектит	32,6	14,0	7,4
Иллит		12,7	7,4
Кварц	31,4	12,8	5,4
Кристобалит			1,5
Альбит	5,0		8,2

Литература

1. Государственный баланс запасов полезных ископаемых российской федерации: [1] – «Цеолиты», 2016; [2] – «Кремнистое сырье», 2018; [3] – «Глаукониты», 2018.

2. Белоусов П.Е., Милютин В.В., Крупская В.В., Зеленин П.Г. Использование природных сорбентов для очистки радиоактивно-загрязненных растворов. Сборник конф. «Новое в познании процессов рудообразования». С. 61-62. 2018

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОРМИРОВАННЫХ КОЭФИЦИЕНТОВ (КОРУНДОВЫХ ЧИСЕЛ) МИНЕРАЛОВ В РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОМ КОЛИЧЕСТВЕННОМ ФАЗОВОМ АНАЛИЗЕ

И.Б. Бондарчук

ФГБУ «ВИМС», Москва

Информация о минеральном составе твердых полезных ископаемых необходима на всех этапах и стадиях геологоразведочных работ. Одним из ведущих методов его определения, является рентгенографический фазовый анализ (РФА), позволяющий устанавливать минеральный состав горных пород, руд и продуктов их обогащения, техногенных и синтезированных веществ. Для получения данных о содержании минералов в анализируемом материале применяют методы рентгенографического количественного фазового анализа (РКФА), основанные на прямо пропорциональной зависимости интенсивности дифракционных отражений минерала от его содержания в анализируемом образце [1].

В минералогическом отделе Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья (ВИМС) используют РКФА методом внутреннего стандарта, сущность которого состоит в определении отношения интенсивностей наиболее сильных дифракционных отражений *i*-фазы и выбранного дифракционного отражения внутреннего стандарта (корунда), измеренных для бинарной смеси, составленной в пропорции 1:1 по массе. Это отношение называется корундовым числом (КЧ) [1].

Существует ряд ограничений, которые затрудняют получение достоверных данных о количественном минеральном составе вещества. Одно из них связано с крупностью частиц порошковой пробы, а также ее гомогенностью. Погрешность определения экспериментальных корундовых чисел – следовательно, и содержания минералов в пробе – связана, главным образом, с различной степенью измельчения порошка. Вариации значений корундовых чисел того или иного минерала обычно связаны с его природными особенностями. Однако, гораздо чаще – это следствие изменения гранулярного состава порошка, который должен быть примерно одинаков для анализируемого образца и иметь размер зерен менее 0,044 мм. Разноразмерность частиц вносит дополнительную неконтролируемую погрешность в результаты анализа, поскольку разные по размеру зерна одного и того же минерала имеют разную величину линейного поглощения рентгеновских лучей. Для кристаллических фаз с низким массовым коэффициентом поглощения, постоянным химическим составом и стабильной структурой, значения корундовых чисел варьируются незначительно по сравнению со значениями для фаз с высоким массовым коэффициентом поглощения рентгеновских лучей. У таких минералов наблюдается сильная зависимость величины корундовых чисел от размера частиц.

Экспериментальными исследованиями установлено, что укрупнение размера частиц порошка сопровождается возрастанием влияния микропоглощения на интенсивность дифракционных пиков кристаллических фаз, особенно сильнопоглощающих. При этом, зависимость количественного содержания фазы от интенсивности становится нелинейной. Например, для гематита с известным значением линейного коэффициента поглощения рентгеновских лучей ($\mu = 1199 \text{ см}^{-1}$) и размерами частиц 15 и 22 мкм, корундовые числа для одного дифракционного пика равны 1,71 и 1,40 соответственно. Для кварца с меньшим коэффициентом поглощения разница корундовых чисел заметно меньше [2].

Таким образом, для получения достоверных данных о соотношении фаз в исследуемом образце природного или техногенного минерального сырья, важно контролировать размер частиц порошка анализируемой пробы и ее гомогенизацию, чтобы минимизировать погрешность, связанную с микропоглощением и величиной линейного коэффициента поглощения рентгеновских лучей. При экспериментальном определении корундовых чисел влияние микропоглощения учитывается автоматически. Размер частиц анализируемого вещества должен быть соизмерим с размером частиц минерала при экспериментальном определении корундовых чисел. При стандартном истирании пробы до крупности менее 0,044 мм можно добиться более достоверного определения содержания минеральных фаз в пробе.

В настоящее время в минералогическом отделе ведутся работы по экспериментальному определению корундовых чисел, преимущественно, для минералов с большими массовыми коэффициентами поглощения рентгеновских лучей, с учетом размеров частиц исследуемого порошка минерала, с целью улучшения качества проведения анализа и нивелирования погрешности, связанной с эффектом поглощения рентгеновского излучения. Эти работы направлены на повышение точности определения реальных содержаний минералов методом РКФА.

Литература

1. МР НСОММИ №191 Рентгенографический количественный фазовый анализ (РКФА) с использованием метода внутреннего стандарта. М.: ВИМС, 2017. 27 с.
2. МР НСОММИ №161 Количественный минералогический анализ рентгенографическим методом тонкодисперсных полиминеральных руд черных, лигирующих и редких металлов, содержащих аморфные фазы. М.: ВИМС, 2012. 24 с.

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРАС СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ АДЫЧА (ВЕРХОЯНСКИЙ РАЙОН, ЯКУТИЯ)

О.В. Владимирцева

МГРИ-РГГРУ, Москва

Район среднего течения реки Адыча (Верхоянский район, Республика Саха) относится к Адыча-Тарынской сурьмяно-золоторудной минерагенической зоне [1], включает пять золоторудно-россыпных узлов, золото-сурьмянорудный узел, вольфрамо-золоторудно-россыпной и сурьмянорудный узелы.

В долине реки Адыча выделяются террасы 6 уровней [2]: наиболее древняя терраса I эрозионного уровня с высотой над поверхностью воды в р. Адыча 360-370 м, терраса II эрозионного уровня с высотой над урезом воды 200-240 м, терраса III эрозионного уровня с превышением поверхности над урезом воды в р. Адыча 75-100 м, смешанная терраса IV эрозионного уровня, первая надпойменная терраса с высотой поверхности над урезом воды от 2 до 7 м, пойменная терраса.

На сегодняшний день наиболее важным промышленным объектом в исследуемом районе [1] являются россыпи эрозионной Адычанской террасы 75-ти метрового уровня (III эрозионный уровень). К террасе приурочено несколько россыпей с суммарными балансовыми запасами золота по категориям C_{1+2} более 30 тонн [1], при средних содержаниях металла от 0,5 до 2,5 г/м³. Терраса прослеживается вдоль всей р. Адычи в ее среднем течении, по обоим бортам реки. Средняя ширина террасы составляет 1000 м, достигая 5000 м (у слияния р. Адыча и р. Няньдельга). Смешанные террасы I и II эрозионных уровней прослеживаются вдоль реки Адыча фрагментарно. Очевидно, в процессе развития долины реки Адыча часть террас I и II уровней была эродирована, а отложения перенеслись на более молодую террасу III уровня. Однако, при проведении в 1959 году [2] поисковых работ масштаба 1:50 000, включавших в себя в том числе и проходку шурфов по отложениям террас эрозионных уровней, золотоносность отложений террас I и II уровней подтверждена не была, вероятно, причиной тому стала недостоверная поисковая сеть. Так, например, на стрелке р. Ирюнджа и р. Адыча по террасе I эрозионного уровня не было пройдено ни одного шурфа (так как аллювиальные отложения на поверхности террасы отсутствуют), а по террасе II эрозионного уровня на той же стрелке пройдено два шурфа: глубиной 2,6 и 2,8 м соответственно, в которых знаков золота обнаружено не было. Отсутствие золота в отложениях эрозионной террасы II уровня может быть объяснено недостаточным количеством пройденных шурфов, не позволяющим выявить золотые концентрации, которые часто имеют неравномерное (струйное, гнездовое и пр.) распределение.

В качестве косвенного доказательства возможной золотоносности

отложений террасы II эрозионного уровня могут выступать особенности отложений и золотоносность водотоков, дренирующих эти террасы.

Ручей Снежный является водотоком I порядка, правым притоком руч. Куранах, который впадает в р. Ирюнджа – правый приток р. Адыча. Свое начало ручей Снежный берет на поверхности эрозионной террасы II уровня, которую пересекает поперек. Имеет V-образную долину, с относительным уклоном 100 м/км. Содержания золота в ныне отработанных отложениях руч. Снежный достигали 15 г/м³, на класс крупности 2+ мм приходилось до 90% металла. Всего из россыпи руч. Снежный и руч. Куранах было добыто порядка 300 кг золота [3].

При проведении гранулометрического и морфометрического анализа золотин руч. Снежный и руч. Куранах в 2018 году было установлено, что россыпь руч. Снежный являлась главным источником россыпи нижнего течения руч. Куранах. При этом, золото отложений руч. Снежный явно поступало в ручей из промежуточного коллектора (отсутствие минералов тяжелой фракции, высокая степень окатанности золотин, отсутствие сростков золота с кварцем и сульфидами), которым вероятнее всего являлись отложения террасы II эрозионного уровня р. Адыча, с которой и берет начало руч. Снежный.

Выяснение закономерности перемещения россыпного золота по долине реки Адыча открывает возможность понимания генезиса исходного источника террасовых и некоторых аллювиальных россыпей района, что важно при прогнозе золото-россыпных и коренных объектов района.

Литература

1. Протопопов Р. И., Трущелев А. М., Протопопов Г. Х., Федорова С. С., Жарикова Л. П. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист Q53-Верхоянск. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. 437 с.

Фондовая

2. Лаврухин В.А., Царьков В.М. Отчет о работе Средне-Адычанской детальной геологопоисковой партии м-ба 1:50000 за 1959 г. /Q-53-57, Q-53-58, Q-53-69, Q-53-71/, 1960.

3. Бурмакина И.Н. и др. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на россыпное золото в бассейне руч. Соревнование (выше развед. линии 101), руч. Вечерний, руч. Зеленый, руч. Горняк, руч. Куранах. 2007.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОЛЬФРАМОВОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРЕДЕЛАХ МАЛИНОВСКОЙ ПЛОЩАДИ

Д.Е. Выдрич, А.В. Сучков

ФГБУ «ВИМС», Москва

Малиновская площадь одноименного рудного района расположена в границах Центральной минерагенической зоны Сихотэ-Алинской минерагенической провинции, протягиваясь полосой от верховьев р. Малиновки до бассейна р. Журавлевки. Здесь выявлены вольфрамовые месторождения Скрытое, Кордонное, рудопроявления Александра, Лёгкое, Эльдовакское, Бурное, Чёрное, кл. Широкого и др.

Геологическое строение площади типично для всей Центральной минерагенической зоны. Основные рудные поля приурочены к поднятиям кровли батолита и апикальным частям интрузивных штоков татибинского комплекса (K_1), образующих рудно-магматические системы (РМС) или интрузивно-купольные структуры. РМС в геофизических полях выражаются крупными сводовыми структурами, приуроченными к рудоконтролирующей зоне Центрального разлома. Рудовмещающими и благоприятными для локализации вольфрамовой минерализации являются олистостромовые комплексы самаркинской и тудовакской свит (J_{2-3}): олистоплаки известняков и базальтоидов в самаркинской свите; кремнисто-карбонатные и вулканогенно-карбонатные горизонты в тудовакской свите [1, 2]. Все эти карбонатсодержащие породы – главные факторы стратиграфического контроля оруденения.

Для геологического строения блоков вмещающих месторождения Скрытое, Кордонное, рудопроявление Александра и др. характерны черты сходства. Объекты локализуются в длительно развивающейся рудно-магматической системе, но имеют различный уровень эрозионного среза. Так, например, в единой колонне РМС для рудопроявления Александра установлено, что центральный блок приурочен к нижней части, связанной непосредственно с магматическим очагом, а юго-западный и северо-восточный – к средней части колонны [3].

Анализ ретроспективных материалов, собственных данных ФГБУ «ВИМС» и модельные построения позволили с новых позиций взглянуть на геологическое строение и закономерность размещения вольфрамового оруденения в пределах Малиновской площади и дать прогноз по выявлению участков с штокверково-грейзеновым и скарноидным геолого-промышленными типами (ГПТ) вольфрамового оруденения.

Оруденение штокверково-грейзенового ГПТ связано с раннемеловыми гранитоидами татибинского комплекса и локализуется в пределах массивов и в надинтрузивной зоне, где широко проявлены процессы грейзенизации и пропилитизации. Морфологический тип рудных тел – штокверковый с вольфрамит-шеелитовыми и молибденит-шеелит-

кварцевыми рудами в грейзенизированных гранитах. Строение рудных тел определяется морфологическими особенностями купола гранитов, строением его кровли, интенсивностью эрозионного среза участков массива, а также соотношением контракционных и сколовых трещин. Более богатое оруденение находится в экзоконтакте пологопадающей кровли массива. *Перспективные участки* на выявления потенциальных месторождений штокверково-грейзенового ГПТ (аналоги центрального блока рудопроявления Александра) выделены в районе Ладошинского и Ореховского массивов гранитоидов (K_1) в северной части Малиновской площади. *Наиболее перспективными* под поиски являются восточная часть Ореховского массива (рудопроявление Эльдовакское), северная и западная части Ладошинского массива с прилегающими экзоконтактовыми зонами вмещающих пород.

Для *скарноидного ГПТ* рудовмещающими отложениями являются породы раннеюрской вулканогенно-сланцевой толщи, а наиболее продуктивными – отложения средней (вулканогенно-карбонатно-сланцевой) и верхней (карбонатно-кремнисто-сланцевой) подтолщи. Рудные тела представляют собой пласты и послойные линзовидные обособления шеелит-сульфидных руд в вулканитах основного состава и известняках. Наиболее богатые рудные тела залегают в нижних частях разреза средней подтолщи вулканогенно-сланцевой толщи. По результатам анализа эталонных объектов (месторождения Скрытое и Кордонное, юго-западный блок рудопроявления Александра) установлено, что *наиболее перспективные участки* на обнаружения проявлений скарноидного ГПТ локализируются в экзоконтактовых частях гранитоидных массивов в области развития пород верхней подтолщи вулканогенно-сланцевой толщи, имеющей в своем составе значительную долю карбонатсодержащих пород. *Основные перспективы* на поиски пластовых скарноидных тел с шеелит-сульфидным типом руд связаны с областью развития пород вулканогенно-сланцевой толщи и субширотной тектонически ослабленной зоной, протягивающейся от месторождения Скрытое до месторождения Кордонное (южный экзоконтакт Ореховского массива).

Скарноидный ГПТ оруденения, локализованный в метаморфизованной вулканогенно-сланцевой толще (J_1) в провисе кровли гранитного массива татибинского комплекса (K_1), на глубине может смениться штокверково-грейзеновым типом оруденения в гранитах.

Литература

1. Белянский Г.С. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейнов рек Малиновка, Журавлевка и Горная. Отчет о результатах работ по объекту: «ГДП-200 листа L-53-XXVII (Малиновская площадь)» за 2009–2011 гг., Владивосток, 2011.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-б 1:1 000 000 (третье поколение). Лист (L-(52), 53; (K-52, 53) – оз. Ханка. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011.
3. Слободян Е.А. и др. Поисковые работы на вольфрам на участке Александра Скрытого рудного узла за 2013-2015 гг. Отчет по гос. контракту № 05-13/6 от 08.05.13 г. Лицензия ВЛВ 02269 ТП. с. Рошино, 2015.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГЛИНЫ В СИРИИ

Р.С. Газале

МГРИ-РГГРУ, Москва

Известно, что глины являются природным дисперсным материалом и главным образом образуются в результате выветривания породообразующих минералов. Состав глин определяется степенью выветривания. Наиболее глубокое разложение горных пород происходит в тропическом климате, когда образуются не только каолиновые глинистые породы, но дисперсные выделения свободных гидроксидов алюминия и железа. В Сирии такие условия существуют в оазисах и некоторых прибрежных районах, однако около 5000 лет назад влажные жаркие ландшафты были широко распространены.

Тонкодисперсный состав и высокие сорбционные свойства глин предопределили широкое их применение в практической жизни. Так, их используют в медицине и косметологии, где чаще применяется каолин. Определенные виды глин входят в состав некоторых лечебных мазей, противодиарейных средств. В косметике глина является основой масок и некоторых мазей. Лечебные глины и грязи широко используются в курортолечении кожных, гинекологических болезней, заболеваний опорно-двигательного аппарата. Белая каолиновая глина может использоваться в качестве противоядия, благодаря своим хорошим сорбентным свойствам. Известно, что попугаи ара, поедая глину, нейтрализуют токсины, содержащиеся в незрелых плодах.

Глины известны в ряде мест Сирии (рис. 1).

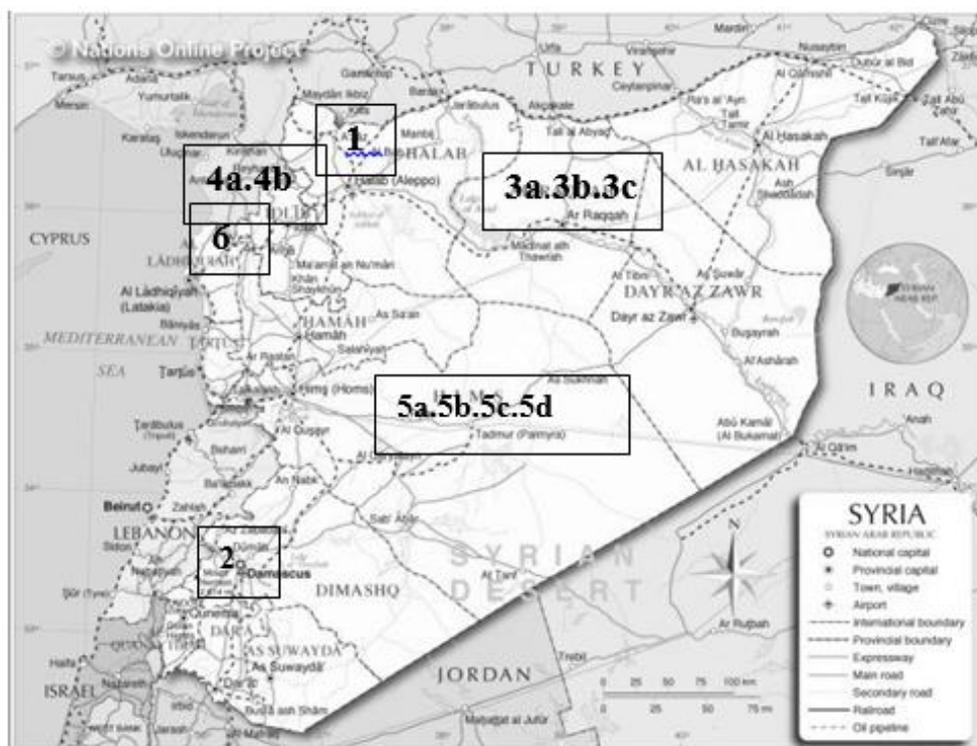


Рис. 1.
Географическая карта Сирии с положением мест (1. 2. 3a. 3b. 4a. 4b. 4c. 5a. 5b. 5c. 5d. 6), м-б 1:2500 000

Ниже приведены основные места в Сирии, где известны глины.

1. Так, севернее г. Алеппо (Халеб) на севере Сирии находится поселение Билюна, где нижнеплиоценовые глины вместе с мергелями перекрыты конгломератами. Они слагают пологие пачки и являются основой почв.

2. В 45 км западнее Дамаска в районе небольшого города Кафр Ябус известны верхнемеловые глины (аптский ярус), обогащенные гидроксидами железа.

3. К северу от г. Ракка в районе Аль-Ракка находятся три участка (Майзила, Шанина и Бир-аль-Хашим), где известны ледниковые глины нижнего плиоцена.

4. В области Салкин (на северо-западе Сирии, в 80 км от города Алеппо и около 45 км от города Идлиб) имеются морские известковистые глины нижнеплиоценового морского бассейна Латтакия – Африн. В них отмечены многочисленные палеонтологические остатки, указывающие на мелководную среду осадконакопления.

В районе Салькин известно два места распространения неогеновых глин: в холмах Арминазь есть морские глины, насыщенные галитом и органическим веществом. Именно такие глины могут оказаться лечебными; в районе Алжанудия найдена темно-песчаная глина.

5. Алтадмуриия глина: горы Алтадмуриия расположены в Бадие Алшам, простирающейся от севера бассейна Дамаска на юго-западе до северо-востока, заканчивающейся в бассейне Пальмиры к юго-западу от города Пальмира.

Водоросли встречаются во многих частях страны и датируются периодами, начиная от триасового и до четвертичного. В местности Альдо расположены палеогеновые известковые и песчаные глины. Там же в Вади Зукара есть красно-малиновые глины масляного облика. В Вади Газал найдена глина экономической ценности, линзовидной формы (Рахима, Маруан, Вади аль-Макимин); чистые залежи грязи имеют экономическое значение.

6. Алкапир Алшимали Река: берет свое начало в предгорьях гор Латтакия на северо-западе Сирии, с видом на Средиземное море. Район характеризуется осадочными отложениями, которые распределяются между глинистым известняком и песчаником четвертичного периода, а также многими видами пород.

Литература

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Глина>.
2. Абдул Латиф Куттама. Ихсан, Горные отложения в Сирии – Генеральная организация геологии и минеральных ресурсов, Сирия.
3. Внутренний отчет. Общая организация метрологии и минеральных ресурсов, 1993. Реальность позиционирования в Сирийской Арабской Республике. Разведывательное управление. Дамасак.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИПОМОРФНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КВАРЦА ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИБАЙКАЛЬСКОЙ КВАРЦЕНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Л.Х. Галиахметова

ФГУП «ЦНИИгеолгеруд», Казань

Прибайкальская провинция является одной из перспективных территорий РФ на высококачественное кварцевое сырье [1]. В ее пределах были выявлены площади развития безрудных кварцевых жил и открыты месторождения и проявления гранулированного кварца. В состав Прибайкальской провинции входит Северо-Западный и Патомский кварценозные районы.

Основные месторождения и кварцевые проявления Северо-Западного кварценозного района локализуются в Даванской зоне смятия, которая состоит из двух тектонических блоков, сложенных гнейсами, кристаллическими сланцами, амфиболитами. В южном блоке Даванской зоны открыто месторождение Гоуджекитское и проявление Надежное.

Месторождение Гоуджекитское локализуется в зоне смятия в породах Чуйской серии, метаморфизованных в условиях амфиболитовой фации с наложенным метаморфизмом зеленосланцевой фации. Жила сложена гранулированным мелко-, средне-крупнозернистым кварцем с участками реликтового полупрозрачного крупно-гигантозернистого кварца. Минеральный состав кварцевых жил характеризуется значительным количеством полевого шпата и биотита. Кварц месторождения обладает пониженным коэффициентом светопропускания (52%) и высоким содержанием элементов-примесей (до 230 ppm). В соответствии с этими показателями и с учетом геологической обстановки кварц месторождения может быть отнесен к рядовому кварцевому сырью для плавки.

Проявление Надежное залегает в диафторированных гнейсах, амфиболитах. Кварцевые жилы нередко разлинзованы, будинированы и сложены средне-крупнозернистым гранулированным кварцем с участками реликтовых зерен крупно-гигантозернистой структуры. Кварц отличается высокой прозрачностью, но содержит в повышенном количестве алюминий. Кварцевое сырье проявления является потенциально пригодным для плавки прозрачного кварцевого стекла.

Патомский кварценозный район как перспективный на высококачественное кварцевое сырье был выделен Малышевым А.Г. [3]. Район расположен между Лево-Миньским и Мамским глубинными разломами северо-восточного простирания, которые сформировали шовную зону со сложно дислоцированным структурно-метаморфическим комплексом. В южной части района выделена Мало-Чипикетская кварценозная зона (МКЧЗ), кварцево-жильные поля которой приурочены к породам бугарихтинской свиты – кварцитам, кварцито-гнейсам, плагиогнейсам с редкими прослоями углеродистых сланцев. На них

надвинута тектоническая пластина хайвергинского комплекса, сложенная биотит-гранатовыми, биотитовыми, хлорит-биотитовыми сланцами с прослоями углеродсодержащих сланцев [2]. К породам бугарихтинского комплекса приурочены жилы гранулированного кварца средне-мелкозернистой структуры, массивной однородной текстуры. Кварцевое сырье характеризуется повышенной химической чистотой, высоким светопропусканием, низким содержанием минеральных и структурных примесей. Коэффициент светопропускания составляет 70-82%, среднее содержание элементов-примесей 132 ppm. В породах хайвергинского комплекса локализуются жилы, сложенные неравномернозернистым динамометаморфизованным кварцем гетеробластовой от мелко- до крупнозернистой структуры, массивной, реже линейной текстуры. Кварцевое сырье характеризуется повышенной минерализацией и по качественным показателям уступает гранулированному кварцу. Коэффициент светопропускания составляет 53-80%, среднее содержание элементов-примесей 189 ppm. Основная масса минеральных включений располагается в межзерновом пространстве и в трещинах, что обуславливает возможность обогащения кварцевого сырья даже при повышенной минерализации. На северо-востоке МКЧЗ расположено месторождение Мало-Чипикетское, представленное жилой 2821, сложенной гранулированным кварцем повышенной прозрачности (до 87 %) и с низким содержанием минеральных примесей. Кварц по результатам технологических испытаний признан пригодным для получения высококачественного кварцевого стекла, пригодного для использования в микроэлектронике.

Таким образом, основные перспективы Прибайкальской кварценосной провинции связаны с Патомским кварценосным районом, обладающим значительной ресурсной базой гранулированного кварца.

Литература

1. Аксенов Е.М., Быдтаева Н.Г., Бурьян Ю.И. и др. Перспективы использования кварцевого сырья России в высоких технологиях // Разведка и охрана недр, №9, 2015. с 57-66.
2. Быдтаева Н.Г., Галиахметова Л.Х., Киселева Р.А., Непряхин А.Е. Структурно-вещественный комплекс Мало-Чипикетской кварценосной зоны Патомского кварценосного района // Разведка и охрана недр, №12, 2018. с.15-23.
3. Малышев А.Г. Особенности формирования кварцевых жил в Патомском нагорье. ДАН СССР, 1987, т. 292, №2. с. 430-432.

ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД В ЗОНЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВПАДИНЫ ЭСКАНАБА ХРЕБТА ГОРДА

К.Р. Галин¹, В.Б. Курносов²

1 – ФГБУ «ВИМС», Москва, 2 – ГИН РАН, Москва

Во впадине Эсканаба, хребта Горда и вблизи нее, в рамках программы океанского бурения, пробурены скважины 1037А и 1038А,В,І,Н. Изучение образцов керна показало изменение содержания некоторых элементов, в образцах, взятых в пределах гидротермальной системы, в сравнении с неизменными осадками, вне ее пределов, но в непосредственной близости и с той же глубины. В гидротермально измененных осадках изменилось содержание Si, Fe, Mg, Ca, Na, and K. Неравномерное распределение макроэлементов в гидротермально измененных осадках, напоминающее слоеный пирог, отражает существование латеральных потоков гидротермальных растворов [1].

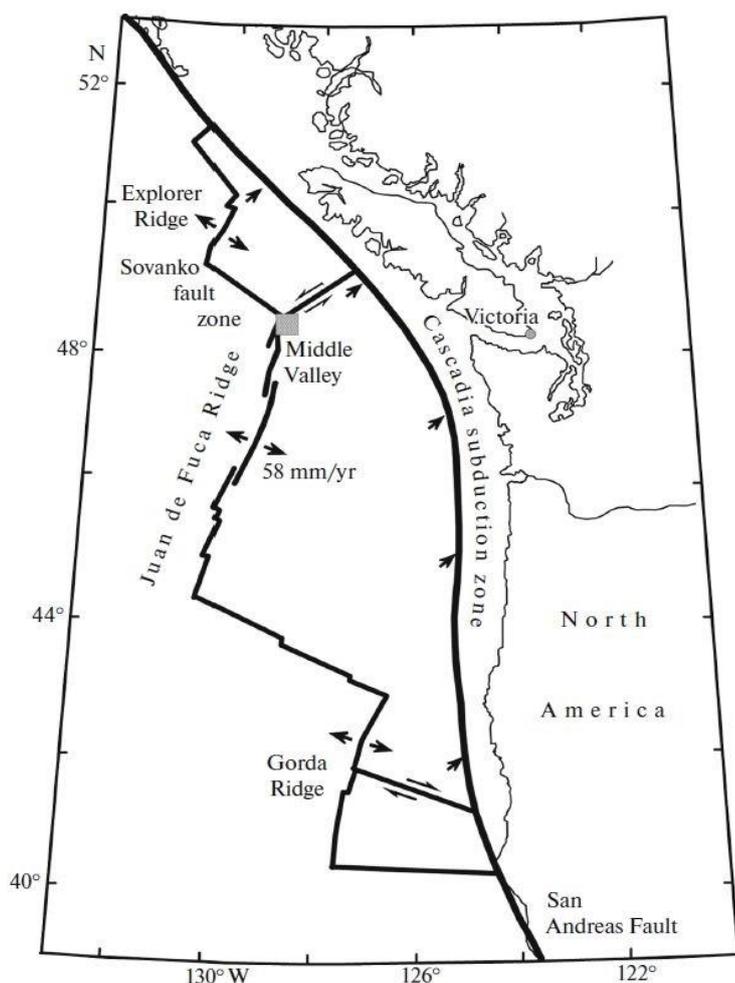


Рис.1. Структурно-тектоническая
схема хребта Горда и
Хуан Де Фуко [3]

Осадочный разрез Центрального холма гидротермальной системы был разделен на фации по степени изменения пород [3]:

1. Фация *a* – относительно неизменный первичный осадок. Не представлена в 1038А и в 1038Н.

2. Фация *b* содержат аутигенные карбонаты в виде конкреций: скважины 1038А (интервал 66,60-114,5 м) и 1038Н (интервал 29,80-58,40 м).

3. Фация *c* определяются как измененные глиной и хлоритом неоклассические отложения: 1038А (верхняя часть разреза, до глубины 27,90 м, 1038Н (интервалы ~ 2-29,89, 125,60-192.80 м).

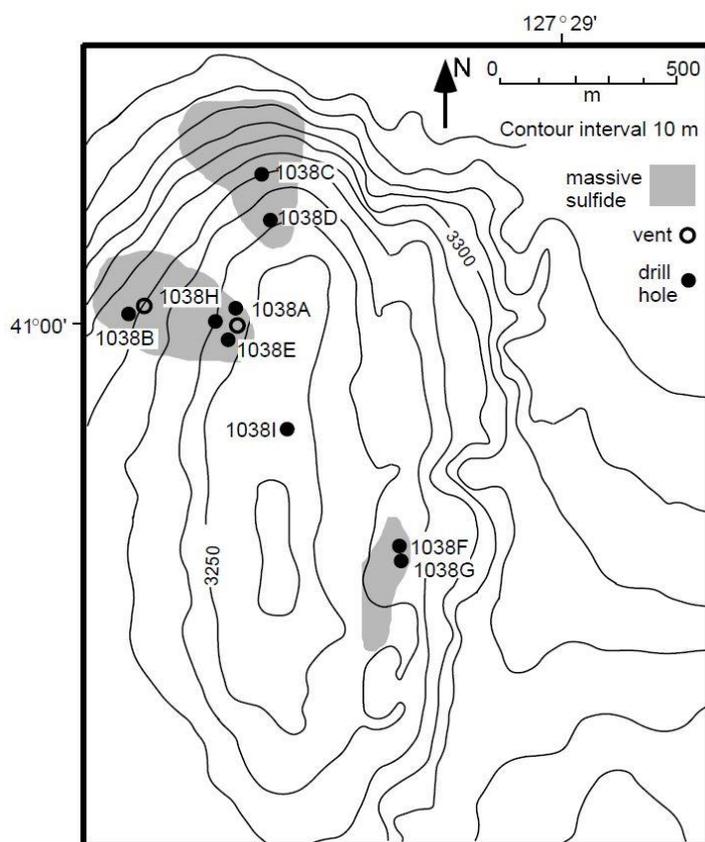


Рис. 2. Расположение скважин в районе Центрального холма [3]

В осадках из скважин 1038А and 1038Н, пробуренных непосредственно около горячих источников центрального холма впадины Эсканаба, в процессе взаимодействия раствор-порода происходит перераспределение макроэлементов. В гидротермально измененных осадках изменилось содержание Si, Fe, Mg, Ca, Na, and K. Неравномерное распределение макроэлементов в гидротермально измененных осадках, напоминающее слоеный пирог, отражает существование латеральных потоков гидротермальных растворов.

Литература

1. T.L.Vallier, P.J.Harold, and W.A.Girdley. Provenances and dispersal patterns of turbidite sand in Escanaba Trough, northeastern Pacific Ocean. *Mar. Geol.*, 1:67-87 (1973).
2. W.R.Normark, C.E.Gutmacher, R.A.Zierenberg, F.L. Wong, and R.J. Rosenbauer. Sediment fill of Escanaba Trough. In Motron J.L., Zierenberg R.A., and Reiss C.A. (Eds.), *Geological, Hydrothermal, and Biologic Studies at Escanaba Trough, Gorda Ridge, Offshore Northern California*. U.S. Geol. Surv. Bull., 2022:91-130 (1994).
3. B.Bornhold, J.V.Firth, et al. *Proc. ODP, Init.Repts, 169S: College Station, TX (Ocean Drilling Program)*. 592 p. (1998).

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ЦИНКОВОЙ ОТРАСЛИ

А.А. Горева, А.М. Лаптева

ФГБУ «ВИМС», Москва

Цинк входит в тройку наиболее востребованных в современном мире цветных металлов. Мировое потребление цинка обеспечивают – автомобилестроение, строительство, химическая промышленность, медицина. В России среднегодовое видимое внутреннее потребление цинка составляет порядка 230 тыс. т металла; большая часть металла идет на горячее оцинкование стальных конструкций. Около 85 % потребности в металле обеспечивается за счёт производства на собственных заводах и 15 % импортируется из Узбекистана, Казахстана и других стран. В связи с активным развитием сталелитейной промышленности потребление цинка будет расти.

Металлический цинк производится на Челябинском цинковом заводе (ЧЦЗ) и на заводе Электроцинк во Владикавказе, входящих в холдинг – АО «Уральская горно-металлургическая компания» (УГМК). В 2017 г ими было выпущено 248 тыс. т цинка, из них 70 % – ЧЦЗ и 30 % – Электроцинк. В конце 2018 г. из-за протестов общественности было принято решение о закрытии владикавказского завода. На Челябинском заводе перерабатывается как первичное, так и вторичное сырье (порядка 12 %). Около 60 % первичного сырья поступает с отечественных предприятий, остальное импортируется из Казахстана. На заводе ведутся работы по модернизации производства, но вероятность того, что он полностью компенсирует выбывание Электроцинка мала. В связи с чем можно ожидать рост импорта металла.

Добыча цинка в России в основном ведётся в исторически сформировавшихся горнодобывочных регионах – на Урале, а также в Алтайском, Забайкальском и Приморском краях. Сравнительно новым регионом является Республика Тыва. В 2017 г из недр было добыто 388,1 тыс. т цинка; производство цинка в концентратах составило 255 тыс. т.

Продукция, производимая на обогатительных фабриках АО «Уральская горно-металлургическая компания» (УГМК) и АО «Русская медная компания» (РМК) из руд уральских и алтайских месторождений, почти вся идет на внутреннее потребление. Концентраты, полученные на обогатительных фабриках Восточной Сибири и Дальнего Востока в виду удаленности от российской металлургической базы, поступают на экспорт – в Казахстан, Китай и Южную Корею.

Сейчас УГМК активно реализует проекты по увеличению добычи на действующих предприятиях и расширению их сырьевой базы, это позволит увеличить добычу цинка на месторождениях холдинга к 2025 г. в два раза, что во многом снизит зависимость Челябинского цинкового завода от импорта.

Помимо этого, существует два крупных проекта освоения

свинцово-цинковых месторождений – Озерное в Республике Бурятия (ООО «ИФК «Метрополь») и Павловское на о. Новая Земля (АО «Атомредметзолото»), реализация которых к 2025 г позволит увеличить суммарный уровень товарной добычи цинка почти в три раза.

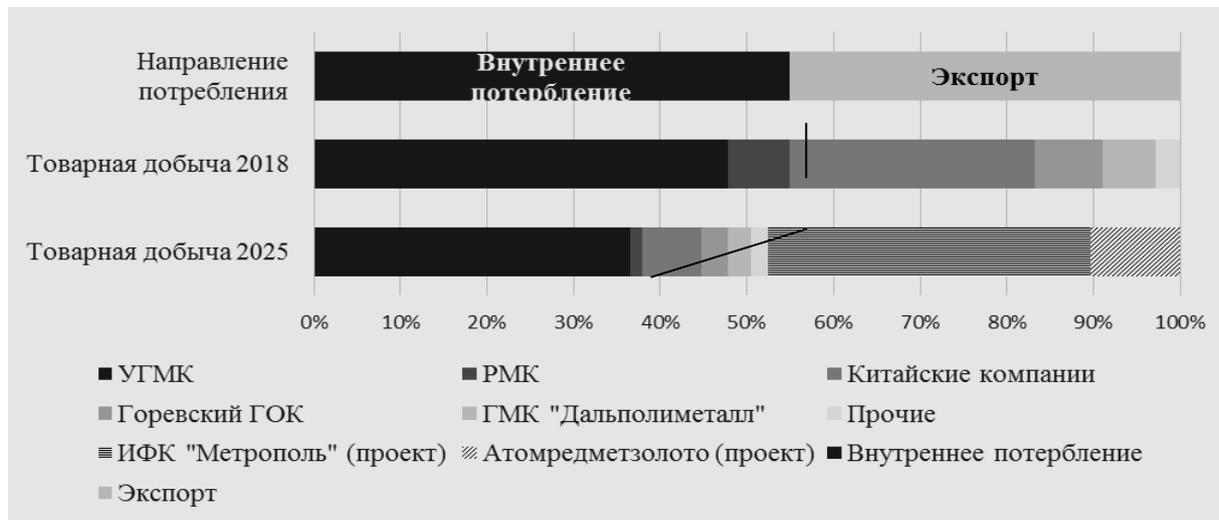


Рис. 1. Структура производства и потребления первичного цинкового сырья в России по состоянию на 01.01.2018 и прогноз её изменения к 2025 г., %

В виду того, что действующий металлургический завод находится на Урале, а основные перспективы по развитию отечественной сырьевой базы цинка связаны с Арктической территорией и Дальним Востоком, успешная реализация новых крупных добычных проектов лишь увеличит рост экспорта концентратов. Для преодоления зависимости от импорта металла, необходимо создание новых металлургических предприятий на Дальнем Востоке.

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОПРЕДЕЛЕННОГО КАЧЕСТВА С ЦЕЛЮ ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ОСВОЕНИЯ

Е.Г. Гошин

ФГБУ «ВИМС», Москва

К настоящему времени горно-обогатительная промышленность России накопила громадные объемы хвостов обогащения, которые по своим качественным и технологическим параметрам зачастую превосходят исходные руды, а содержание ценных компонентов в некотором ряде случаев даже выше, чем в природных месторождениях. При определенных условиях (истощение запасов природных месторождений, совершенствование технологии переработки вторичных

ресурсов и т. д.) заскладированные отходы переработки могут являться потенциально новыми источниками минерального сырья – техногенными месторождениями [1].

Данные месторождения представлены рудоносными отвалами коренных месторождений (забалансовых руд), хвостохранилищами (шламоохранилищами) при ГОКах и ЗИФах, шлакоотвалами при металлургических предприятиях, гале-эфельными отвалами и хвостами обогащения природных россыпей, золоотвалами при угольных ТЭЦ.

На сегодняшний день Государственным балансом запасов твердых полезных ископаемых учитываются запасы полезных ископаемых 115 месторождений техногенного происхождения, при этом основное их количество сосредоточено в Дальневосточном, Северо-Западном, Сибирском и Уральском федеральных округах.

В настоящее время разрабатывается 63 техногенных месторождения, подготавливается к освоению 8 месторождений, разведывается – 11, не переданы в освоение – 33 месторождения. Разработку техногенных месторождений осуществляют 37 недропользователей. В техногенных месторождениях государственным балансом учитываются запасы более 20 видов полезных ископаемых, среди которых можно выделить такие наиболее важные, как: железные руды, медь, вольфрам, олово, золото, платиноиды [2].

Одним из основных преимуществ техногенных месторождений по сравнению с естественными (природными) месторождениями является то, что материал таковых месторождений в значительной степени подготовлен к вовлечению в обогатительный процесс. Кроме того, техногенные месторождения расположены на промышленных участках горно-обогатительного производства с развитой инфраструктурой, размещены на поверхности в четко выраженных границах.

При этом многие техногенные месторождения имеют достаточно сложное строение, характеризуются отсутствием четко выраженных закономерностей в распределении полезных компонентов по простиранию и в разрезе. Иными причинами, влекущими за собой технические и технологические сложности при последующей разработке техногенных месторождений, являются:

- снижение срока сохранности технологических и промышленных свойств при совместном складировании нескольких типов пород (полезных компонентов) в один отвал,
- выветривание покрывающего слоя и пород в отвале при длительном хранении,
- деформации массива техногенных месторождений (оползни, обрушения, прорывы),
- наличие инородных предметов (различных металлических и бетонных конструкций, трубопроводов, деревьев, кустарников и пр.) в массиве техногенных месторождений, связанное со складированием

отходов переработки на неподготовленную для этого земную поверхность.

Таким образом, конечной целью при формировании техногенных месторождений, облегчающей вовлечение их в разработку, а также способствующей решению вопросов экономического и экологического характера, является создание техногенных месторождений с заданными параметрами: количества и качества сырья, формы тела и условий залегания и других параметров [3].

Литература

1. Ялтанец И. М., Пастихин Д. В., Гошин Е. Г. /Особенности разработки хвостохранилищ в условиях Крайнего Севера / Гидротехническое строительство. 2017. № 10. С 15-18.

2. Аксенов С. А. /Проблемы ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде с позиций экологической безопасности / Рациональное освоение недр. 2017. № 2. С 44-49.

3. Пивняк Г. Г., Гуменик И. Л., Дребенштедт К., Панасенко А. И. /Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений / Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины, Национальный горный университет, Технический университет «Фрайбергская горная академия». Днепропетровск: НГУ, 2011. 566 с.

ВЫБОР МЕТОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ КАОЛИНОВОГО СЫРЬЯ УРАЛО-МУГОДЖАРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

***Г.С. Гришаев, Е.С. Броницкая, М.А. Фокин, М.В. Кыджды,
Н.А. Сычева, Ф.Н. Ермаков, В.А. Рассулов***

ФГБУ «ВИМС», Москва

При добыче первичного каолина в России малая доля сырья (менее 30%) подвергается обогащению, а подавляющая часть товарной продукции (более 70%) имеет невысокое качество и предназначается для производства низкокачественных огнеупоров. Это обстоятельство существенно снижает области применения выпускаемых сортов и марок товарной продукции для различных отраслей промышленности, в связи с чем внедрение новых методов глубокой степени обогащения каолина поможет улучшить качество выпускаемой продукции, а также повысить уровень рентабельности производства и конечную цену продукции.

В РФ к наиболее качественным природным разновидностям относится сырье первичных каолинов Урало-Мугоджарской каолиноносной провинции, которая является одной из крупнейших в России как по запасам и ресурсам сырья, так и по количеству разведанных и эксплуатируемых месторождений (Свердловская, Челябинская и Оренбургская области). Разработка эффективных методов обогащения природных разновидностей каолинов Урало-Мугоджарской провинции позволит производить на основе отечественного

сырья дефицитные марки каолина, которые на сегодняшний день в основной своей массе импортируются из Украины и стран ЕС.

Каолин в природе встречается в виде полиминеральной смеси, состоящей из каолинита, кварца, полевых шпатов, слюды, железо- и титаносодержащих соединений, причем размер частиц кварца, полевого шпата и слюды в 10-100 раз превышает размер частиц каолинита. На разнице в размерах частиц и, следовательно, массы частиц основан гравитационный способ обогащения каолинового сырья, который осуществляется как мокрым, так и сухим способами.

Технологические исследования проводились на трех пробах (№ 1, 2, 3) природных разновидностей рядовых каолинитов, состоящих из глинистой основной массы и обломочного материала. Руда пробы №1 представляет собой породу переходную между глиной и песком и содержит около 50% обломочного материала. В рудах проб №2 и №3 преобладает глинистая масса, содержание обломочного материала составляет около 25%.

Главными рудообразующими компонентами проб являются кремнезем (66,62%, 65,15%, 64,98%) и глинозем (20,14%, 23,98%, 23,90%).

Изучение минерального состава показало, что пробы состоят из одних и тех же минералов, но с различным соотношением. Основными минералами являются каолинит, содержание которого по пробам составляет: 45%, 74%, 73% и кварц – 40%, 24%, 23% соответственно.

Лимитируемыми примесями являются железо и титан. Руда пробы №1 характеризуется относительно высоким содержанием $Fe_2O_{3\text{общ}}$ – 2,52%, содержание TiO_2 составляет 0,44%. В руде проб №2 и №3 количество $Fe_2O_{3\text{общ}}$ составляет 0,81% и 0,73%, TiO_2 – 0,65% и 0,66%. Минеральной фазой железа являются гидроксиды железа, часть железа входит в биотит, хлорит и вермикулит. Минеральной фазой титана является рутил. При этом что часть титана и железа изоморфно входят в структуру каолинита.

Особенностью вещественного состава изучаемого каолинового сырья является избирательное распределение каолина по классам крупности – максимальная концентрация в мелких и тонких фракциях крупностью менее 0,09 мм, выход которых составляет ~55%. Фракции крупностью более 0,09 мм (песчаная часть) можно оценить, как кварц-полевошпатовый материал.

Благодаря этой особенности основным универсальным методом обогащения каолинового сырья является дезинтеграция и последовательная классификация с выделением обогащенных фракций (рис. 1).

По данным рентгенографического анализа, содержание каолина в сливе гидроциклона по пробам 1, 2 и 3 повысилось до 74%, 90% и 85%. Важнейшей характеристикой каолиновых продуктов является показатель белизны W_{iso} , значение которого определяют по коэффициенту спектра отражения на длине волны равной 457 нм и желтизны – на длине волны 612 нм.

Показатель белизны (W_{iso}) слива перечистных гидроциклонов по пробам №1, №2 и №3 составил 48,44; 59,54 и 59,38, что не отвечает требованиям промышленности.



Рис. 1. Технологическая схема мокрого обогащения

Для придания обогащенному каолину новых улучшенных потребительских свойств при мокром обогащении используют в основном два метода: высокоградиентную электромагнитную сепарацию и химическое отбеливание под воздействием восстановительной кислой среды.

Экспериментальные исследования по электромагнитной сепарации приведены на высокоградиентном сепараторе ЭКЛ-2 при напряженности магнитного поля 1,2 Тл.

Однако полученные результаты сепарации свидетельствуют, что значительно повысить качество каолиновых продуктов из-за изоморфных вхождений части вредных примесей (Fe_2O_3 и TiO_2) в структуру каолина не удалось. Содержание Fe_2O_3 в немагнитных фракциях проб 1, 2 и 3 составляет 1,88%; 0,80% и 0,74%.

Анализ белизны немагнитных фракций, рассеянных по классам крупности (табл. 2), показал, что с уменьшением крупности показатель белизны увеличивается и достигает максимальных значений в классах крупности менее 10 мкм. Наибольшее значение белизны отмечено в пробе 3 ($W_{\text{iso}}=70$) и в пробе 2 ($W_{\text{iso}}=64$).

Анализ результатов полиградиентной сепарации показал, что состав немагнитных фракций проб 2 и 3 по количеству вредных примесей удовлетворяет требованиям некоторых отраслевых стандартов и техническим условиям (ГОСТ 12500-77; 19608; 21288-75), однако для производства бумаги и картона (как для покрытия, так и наполнения) не пригодны.

Дальнейшее повышение качества данных продуктов возможно за счет применения химического отбеливания, однако это требует дополнительных расходов, что экономически оправдано лишь для получения продуктов, имеющих повышенный спрос несмотря на

ОТНОСИТЕЛЬНО ВЫСОКУЮ СТОИМОСТЬ.

Таблица 2

Результаты анализа белизны немагнитных фракций
проб 1, 2 и 3 по классам крупности

Класс крупности, мм	Проба 1			Проба 2			Проба 3		
	Выход, %	R (457 нм)	R (612 нм)	Выход, %	R (457 нм)	R (612 нм)	Выход, %	R (457 нм)	R (612 нм)
-0,09+0,063	10,8	40,55	63,15	11,5	52,95	73,32	6,77	55,48	74,84
-0,063+0,045	14,27	44,85	69,30	9,91	57,61	78,49	13,18	60,76	80,71
0,045+0,02	16,01	46,47	72,53	12,89	57,82	77,95	11,45	63,23	81,60
0,02+0,01	15,19	50,43	77,12	19,30	63,47	82,85	20,0	66,35	83,57
0,01+0,005	11,04	53,95	81,98	10,31	64,31	82,23	10,41	71,33	88,06
0,005+0	32,69	54,67	83,52	36,09	64,64	82,24	38,19	70,30	85,51
Итого:	100,00			100,00			100,00		

Литература

1. Технологическая оценка минерального сырья. Нерудное сырье //Справочник – М.: Недра, 1995 с. 264-271.
2. Горбачев Б.Ф., Чуприна Н.С. Минеральное сырье. Каолин //Справочник – М.: ЗАО «Геоинформмарк». 1998 с. 39.
3. Типовые программы и методика лабораторных испытаний нерудных полезных ископаемых при производстве геологоразведочных работ //Свердловск: Центр. Лабор. Уральского ПГО, 1988 с. 105-115

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТИПИЗАЦИИ ЗОЛОТОНОСНЫХ РУД НА РАННИХ СТАДИЯХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

В.Е. Гузев, А.П. Бороздин

ООО «ЛИМС», Санкт-Петербург

На ранних стадиях геологоразведочных работ одним из важнейших факторов прогнозирования способа обогащения является определение вещественного состава золотоносных руд. Вопрос выявления зависимости технологических свойств руды от вещественного состава привлекает к себе внимание исследователей с давних пор [2]. Ранее были установлены закономерности технологической типизации золотоносных руд для отдельных типов месторождений, однако обобщающих работ по данной теме не было.

Цель работы – выявление критериев технологической типизации золотоносных руд для разработки метода прогноза технологических свойств руд месторождений золота на ранних стадиях геологоразведочных работ.

Для выполнения поставленной цели были обобщены данные по 7

раннее изученным месторождениям (Албазино, Елочка, Капан, Невенрекан, Нежданское, Тамуньер, Пещерный), на которых было отобрано 19 технологических проб. На изучаемых месторождениях проведены химические, петрографические, минералогические и электронно-микроскопические исследования технологических проб, а также технологические (гравитационные, флотационные и гидрометаллургические) опыты, с целью определения оптимальных схем обогащения. В дальнейшем для разработки метода прогнозирования способа обогащения золотоносных руд на ранних стадиях геологоразведочных работ было решено выделить важнейшие критерии (гранулометрия, формы нахождения золота, степень окисленности руды), влияющие на способ обогащения [1, 2].

Выполненный автором сравнительный анализ различных типов руд позволил обосновать общие закономерности и выявить зависимости их технологических свойств от вещественного состава.

Для проверки полученных результатов, было изучено месторождение Сикакангас (Sikakangas), расположенное в западной части Финляндии [3]. Исследование включало в себя интерпретацию химических анализов, петрографическое описание шлифов, минераграфические и электронно-микроскопические исследования аншлифов.

На основании сопоставления результатов анализов и ранее разработанных на других месторождениях критериев был сделан прогноз по оптимальному способу обогащения руд месторождения Сикакангас, который в дальнейшем подтвердился технологическими опытами.

Разработанная в исследовании схема технологической типизации золотоносных руд на ранних стадиях геологоразведочных работ оказалось релевантной для ее дальнейшего применения в прогнозировании способа обогащения золоторудных месторождений.

Литература

1. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник для вузов: В 2 т. М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. Т.1. Обогащительные процессы. 417 стр.
2. Изоитко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. СПб: Наука, 1997, 582 с.
3. Isomaa, J., Koistinen, E. & Kärkkäinen, N. 2010. Geological Survey of Finland, Report M19/2222/2010/55.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ УРАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ТЮКАНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

У.С. Ефремова, Л.Б. Макарьев

ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург

Тюканский урановорудный узел расположен в западной части Тонодского поднятия Северного Забайкалья. Тонодское поднятие образовано слабометаморфизованными раннекарельскими отложениями и позднекарельскими гранитоидами, прорванными дайками габбродолеритов и перекрытыми рифейским чехлом с выраженным в его основании предрифейским структурно-стратиграфическим несогласием. Раннекарельские отложения расчленяются на песчаниковую албазинскую и вышезалегающую углеродисто-песчано-сланцевую михайловскую свиты. Основную площадь Тонодского поднятия занимают массивы порфиroidных рапакивиподобных и лейкократовых гранитов чуйско-нечерского комплекса, наиболее крупным и представительным из которых является Кевактинский массив [2].

Тюканский рудный узел включает Тюканское месторождение и рудопроявления урана (Натали, Западное, Восточное), открытые в юго-западной части Кевактинского гранитоидного массива при поисково-оценочных работах Иркутского и Сосновского ПГО под руководством А.Ю. Шманкевича (1984 г.) и А.М. Ковешникова (1989 г.). Проведенные в 2018 году ревизионные работы, включающие изучение сохранившихся канав и кернa скважин, были сосредоточены в пределах Тюканского месторождения и рудопроявления Натали.

Рудопроявление Натали представляет собой крупный ксенолит углеродистых и слюдистых сланцев михайловской свиты в гранитах Кевактинского массива. Ксенолит хорошо обнажен на поверхности, а его нижняя часть вскрывается в каре. Оруденение локализовано в сланцах и проявлено только на глубине. В средней части кара (примерно в 100 м от поверхности) появляются единичные кварц-настурановые прожилки, а в основании кара (на глубине 240-250 м) выявлены 2 рудных тела, представляющие собой участки сгущения кварц-настурановых прожилков, а также вкрапленности и почковидных выделений (до 1x2 см) настурана. Мощность рудных прожилков обычно от нескольких миллиметров до 1-5 см. Первое рудное тело (4,5x8 м) частично вскрыто расчисткой и до конца не прослежено по простиранию. Размеры второго тела около 10x30 м. Содержание урана в этих рудных телах достигает 1,8-3,5%, а в отдельных жилах с массивным настураном – 17% и более (n x 10%). Околожильные изменения выражены в развитии кварца, хлорита и сульфидов.

Для геохронологического изучения уранового оруденения Тюканского рудного узла в качестве объекта исследований было выбрано рудопроявление Натали с наиболее богатыми в регионе урановыми рудами жильного типа, отличающимися от руд Тюканского

месторождения хорошей сохранностью. Для определения абсолютного U-Pb возраста из кварц-настуранового прожилка мощностью около 2 см и содержанием урана до 70,4% была отобрана проба № 102. Датирование проводилось методом ID-TIMS по настурану в Центре изотопных исследований ФГБУ «ВСЕГЕИ».

Результаты U-Pb изотопного датирования настурана (уранинита) аппроксимируются дискордией (СКВО=0.02) с верхним пересечением с конкордией, определяющим достоверный возраст кристаллизации первичного диоксида урана в 1234 ± 12 млн лет. Нижнее пересечение соответствует времени проявления однократного интенсивного наложенного процесса, приведшего к существенной перекристаллизации, вероятно, первичного уранинита с образованием настурана – 359 ± 3 млн лет.

Таким образом, ураноносные жилы рудопроявления Натали имеют возраст 1234 ± 12 млн лет, соответствующий началу среднерифейского времени и близкий границе нижнего-среднего рифея. Эта возрастная граница в пределах анализируемой территории и в краевых поднятиях Северного Забайкалья фиксируется региональным развитием даек габбродолеритов (медвежевский комплекс и его аналоги).

Другим важным моментом является установленная на рудопроявлении Натали интенсивная перекристаллизация первичного диоксида урана (уранинита) с образованием вторичного настурана в позднем палеозое (девоне) 359 ± 3 млн лет тому назад. Это событие, а именно активная регенерация первичного оруденения, отмечается практически на всех урановых месторождениях Северного Забайкалья [1,2] и во времени связывается с главной эпохой гранитообразования в палеозойском Анагаро-Витимском ареал-плутоне.

В настоящей работе впервые получены результаты U-Pb датирования уранового оруденения Туюканского рудного узла методом ID-TIMS по настурану, которые позволяют наиболее достоверно судить о временном интервале формирования урановой минерализации.

Литература

1. Голубев В.Н., Макарьев Л.Б., Былинская Л.В. Отложение и ремобилизация урана в Северо-Байкальском регионе, по данным анализа U-Pb систем урановых руд // Геология рудных месторождений. 2008. Том 50. № 6. С. 548-557.
2. Макарьев Л.Б., Миронов Ю.Б. Особенности металлогении и перспективы промышленной ураноносности Чуйско-Тонодской минерагенической зоны Северного Забайкалья (по материалам ГК-1000/3 и ГДП-200/2) // Региональная геология и металлогения. 2014. № 57. С. 87-94.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЭТАПАХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Н.В. Жунёв, М.В. Березнев, В.А. Рассулов, Н.В. Леденева

ФГБУ «ВИМС», Москва

Последние годы при проведении поисков и разведки на различных типах месторождений ТПИ широко применяются спектральные методы исследований. Наиболее актуальным является использование метода гиперспектральной ИК–спектроскопии, показавшего высокую степень надежности в исследовании и картировании вмещающих пород и околорудных гидротермально-метасоматических изменений, сопровождающих оруденение.

Одна из таких методик основана на диагностике минерализации с использованием портативного спектрометра TerraSpec 4 Hi-Res (ASD Inc. Panalytical/NIR Center, США). Прибор измеряет спектр диффузного отражения в видимой и коротковолновой ИК области спектра (VIS+SWIR), от 350 до 2500 нм. В этом диапазоне определённые молекулярные соединения в минералах поглощают энергию электромагнитных волн, соответственно резко понижая отражательную способность с образованием в области спектра отрицательных пиков, отвечающих данным длинам волн. В коротковолновой ИК области линии поглощения образуются в результате присутствия воды, гидроксильных связей, карбонатов, сульфатов и гидроксидов железа. Данные параметры TerraSpec позволяют определять состав и степень распространённости метасоматических (глинисто-сланцевых) изменений с определением отдельных минералов.

Результаты применения метода ИК-спектроскопии (с использованием прибора TerraSpec) показали высокую сходимость с результатами рентгенофазового анализа (с использованием рентгеновского дифрактометра X'Pert/PROMPD) при определении глинисто-сланцевой минерализации на урановом месторождении Столбовое. Оруденение локализовано в породах, подверженных эпигенетическим изменениям, в которых слюдисто-глинистая минерализация играет ведущую роль в составе ураноносных метасоматитов. Исследования методом ИК-спектроскопии проводились без предварительного отбора материала непосредственно в образцах керна, в том числе тех, из которых были отобраны пробы для рентгенофазового анализа. В процессе исследований выявлена приуроченность оксидноуранового и коффинитового оруденения к участкам глинисто-сланцевых изменений различных типов: серицитовому с Mg-Fe-хлоритом и парагонитовому с Mg-хлоритом соответственно [1].

Методика гиперспектральной ИК-спектроскопии с использованием прибора TerraSpec несколько лет активно применяется и на некоторых золоторудных объектах Чукотки, в том числе на месторождениях Купольского рудного узла. В пределах месторождения Купол жильные, прожилково-жильные гидротермальные и метасоматические образования приурочены к единой зоне субмеридионального простирания протяженностью более 4500 м, при горизонтальной мощности от первых метров до 120 м. Гидротермально-метасоматическими изменениями затронуты практически все породы в пределах рудного узла, за исключением базальтов. Измерение спектров поглощения прибором TerraSpec проводились с шагом в один метр в керне скважин колонкового бурения. В результате цифровой обработки и визуализации данных выявлена достаточно четкая приуроченность наиболее богатых участков рудных тел к границе распространения изменений типа хлорит-иллит – иллит-сметтит. На основе анализов глинистой составляющей в породах и рудах месторождений Купольского рудного узла, можно утверждать, что зоны метасоматических изменений установленного состава в данном районе могут являться маркерами для нахождения богатых участков рудных тел.

Применение методики не ограничивается исследованиями керна скважин. Приборы TerraSpec так же активно применяются на этапах геохимической съемки, при которой измерение спектров отражения в пробах вторичного ореола рассеяния и штучных пробах осуществляется после предварительной просушки проб. Дальнейшая цифровая обработка полученных измерений позволяет соотносить данные с геологическими, геохимическими и геофизическими картами и выявлять перспективные рудные площади.

Данный метод ИК-спектроскопии позволяет оперативно диагностировать и картировать околорудные гидротермально-метасоматические изменения при проведении геологоразведочных работ и устанавливать возможные границы для нахождения высокопродуктивных рудных залежей.

Литература

1. Рассулов В.А. Оперативная диагностика глинисто-гидрослюдистой минерализации на основе спектрометрии в диапазоне UV-VIS-NIR/ Леденева Н.В., Иоспа А.В.// Разведка и охрана недр. №10. 2018. С. 69-72.

СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

М.В. Зенченко

ФГБУ «ВИМС», Москва

Исследование посвящено оценке эффективности использования сырьевой базы железных руд и обеспеченности железорудным сырьем объектов разного уровня: горно-обогатительных комбинатов (ГОКов), металлургических заводов (МЗ) и субъектов РФ. Фактографическую основу работы составили протоколы ГКЗ и ЦКР по железорудным месторождениям, данные ГБЗ и открытые источники информации.

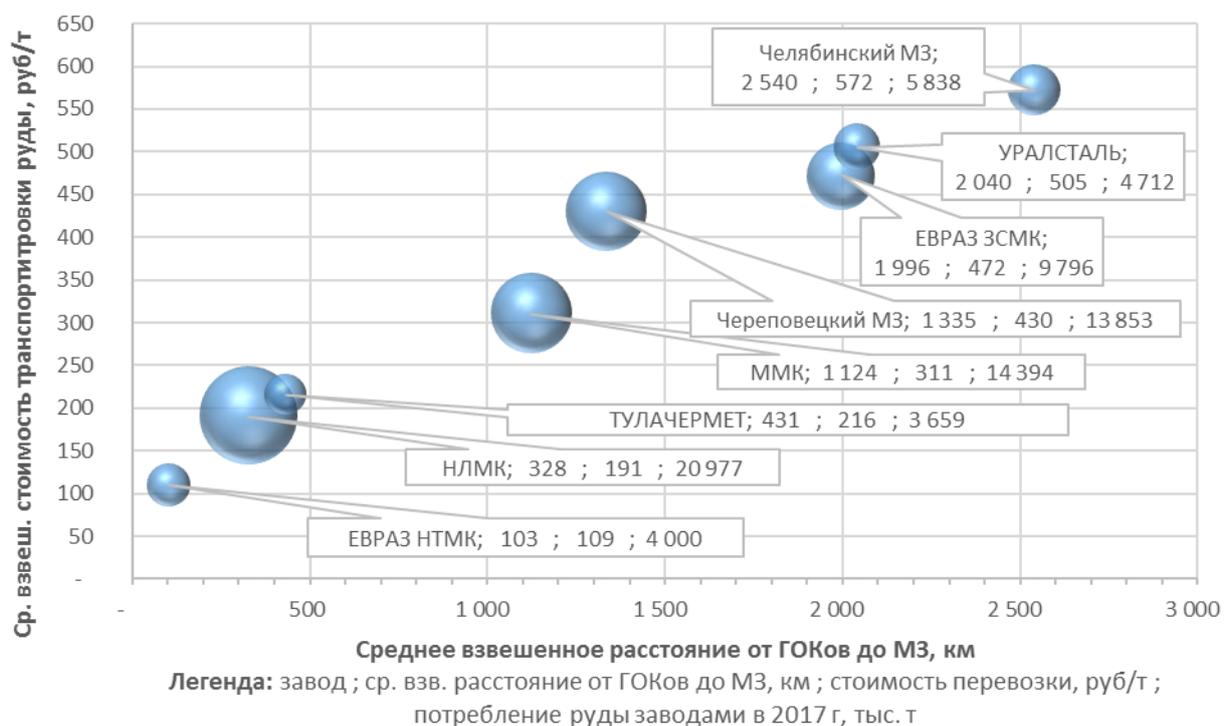
В ходе работы выполнено сравнение темпов исчерпания запасов ГОКов и запасов субъектов федерации, в том числе с применением формулы Тейлора к совокупности эксплуатационных запасов рудников в каждом субъекте. К проблемным регионам отнесены Республика Карелия, Иркутская и Кемеровская области, в которых установлены высокие темпы исчерпания рудной базы ГОКов и одновременно умеренные темпы исчерпания запасной базы этих субъектов. Такие несоответствия могут являться аргументацией при обосновании постановки работ по приращению рудной базы горнодобывающих предприятий.

Проведенный анализ перемещения товарных железных руд между ГОКами и МЗ выявил, что пути перемещения характеризуются не только дальностью, но и перекрестностью. Дальность поставок варьирует от 100 до 4700 км. Самым оптимальным транспортным плечом обладает НТМК – 103 км, а среднее взвешенное плечо Челябинского МЗ равно 2540 км. Таким образом, на доставку тонны товарной руды НТМК тратит 109 руб./т, а ЧМЗ – 505 руб./т (рис. 1). В условиях современного рынка, на котором поставщики и потребители одновременно могут являться и конкурентами, и аффилированными структурами, данное взаимодействие логично, однако с точки зрения государственного планирования его можно расценивать как нерациональное.

Изучение взаимосвязей ГОКов и металлургических заводов страны позволяет вывести минерально-сырьевые, логистические и сбытовые показатели их конкурентоспособности и общей эффективности, что дает возможность в ближайшей перспективе перейти к анализу минерально-сырьевого комплекса сталелитейной промышленности в целом.

Наиболее правильным направлением стратегического планирования представляется движение от металлургических заводов (потребителей) к минерально-сырьевой базе (поставщику) поскольку реальным фактором вовлечения месторождения в промышленное освоение является востребованность его руд существующими горнодобывающими предприятиями.

Сравнение транспортных плеч МЗ и стоимость перевозки товарной руды



В эпоху советской индустриализации данная дискуссия шла в рамках планового развития промышленности целой страны и целенаправленного выделения государственных средств. В новой России эти вопросы решались конкурирующими компаниями в рамках их интересов и возможностей и носили как созидательный и так разрушительный характер. В условиях обострения глобальной конкурентной борьбы современная Россия ищет новые механизмы консолидации всех внутренних сил и по всей видимости они будут комбинированными с перевесом в пользу регулятора – государства.

Одним из примеров такого комбинированного подхода может служить проект строительства в Якутии металлургического завода с мощностью 5-10 млн т по выплавке стали, работающего на сырье ещё неосвоенных месторождений: Горкитское, Тарыннахское, Ималыкское, при условии создания государством гарантированного и отсроченного внутреннего спроса на выпускаемую металлургическую продукцию (рельсы, легированные трубы, машино- и судостроение и пр.), т. е. с учетом времени, необходимого на запуск предприятия – 5-10 лет, а также при введении защитных мер от конкуренции со стороны Китая и при соблюдении интересов и загруженности уже работающих отечественных металлургических предприятий.

Автор надеется, что представленные методические разработки могут быть использованы для принятия сбалансированных решений по определению взаимовыгодных границ интересов между государством и частными компаниями в рамках единой системы ценностей и общности интересов.

ТРЕБОВАНИЯ ЦКР-ТПИ РОСНЕДР К ОФОРМЛЕНИЮ ПРОЕКТОВ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.Г. Ивахненко

ФГБУ «ВИМС», Москва

Введение. Центральная комиссия по разработке месторождений твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию (далее ЦКР-ТПИ Роснедр) выполняет функцию по рассмотрению и согласованию проектной документации на опытно-промышленную разработку месторождений (далее ОПР) твердых полезных ископаемых в части проверки обоснованности технических и технологических решений, принятых в проектной документации, на соответствие требованиям по рациональному и комплексному использованию и охране недр, а также выполнения требований законодательства Российской Федерации о недрах.

ЦКР-ТПИ Роснедр выполняет указанную функцию в рамках исполнения постановления Правительства РФ от 03.03.2010 № 118, приказов Минприроды России от 13.05.2010 № 154 и от 25.06.2010 № 218, а также приказа о создании Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию и комиссий его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых, утвержденного приказом Роснедр от 04.06.2010 № 569.

Практическая часть. Проекты ОПР классифицируются на первичные (должны выполняться на стадии временных кондиций по уточнению основных показателей разработки – по рекомендации ГКЗ (ТКЗ)) и вторичные (проводятся на действующих предприятиях, на участках выделенных под поставленные задачи ОПР, не пересекаясь с границами основного технического проекта разработки).

Основанием для проведения ОПР является: выполнение условий пользования недрами, указанные в лицензионном соглашении (например «в срок до 01.01.2013 г. провести опытно-промышленные работы»); выполнение рекомендаций, отраженных в протоколах (экспертных заключениях) ГКЗ (ТКЗ) Роснедр (например «выполнить опытную отработку блока в количестве 170 тыс. т руды»); применение новых и усовершенствования существующих систем и технологий разработки месторождений (например «безлюдная технология, технология выбуривания глубоких пластов с использованием КГРП, и.т.д.»).

Проекты ОПР подготавливаются в форме бумажного и электронного документов, текстовая и графическая информация в которых должна быть идентичной и достаточной для анализа проектных решений без личного участия лиц, осуществлявших их подготовку. Объёмы и детальность проработки отдельных разделов определяются разработчиками проектов в зависимости от сложности программы ОПР, состояния инфраструктуры и вида полезного ископаемого.

При разработке проектов ОПР необходимо также учитывать п.95. Правил охраны недр (ПБ 07-601-03) от 06.06.2003 № 71: «Проведение опытно-промышленных работ (опытно-промышленной эксплуатации) осуществляется на типичных для данного месторождения участках. Участки месторождений, содержащие богатые руды или другие полезные ископаемые с качеством их запасов выше среднего по месторождению, для указанных работ не выделяются. Проведение работ не должно приводить к потерям, снижению качества или осложнению отработки остающихся запасов полезных ископаемых».

Разработка проектов ОПР обусловлена необходимостью: отбора технологической пробы, уточнение морфологии, условий залегания, сплошности рудных тел по простиранию и падению; определения устойчивости вмещающих пород, уточнения величины разубоживания и потерь, выбора наиболее подходящих систем разработки; уточнения режима обогащения; изучения возможности и экономической эффективности предобогащения; производство концентратов, в количестве обоснованном (необходимом) для исследований по извлечению полезных ископаемых, как основных, так и попутных компонентов; применение новых технологий ведения горных работ.

Кроме того в пояснительной записке проектной документации в разделе 1.3. «Основные положения (технические и экономические решения) проекта» необходимо отражать программу ОПР которая включает в себя следующее: 1. Основание для ОПР. Условия ОПР. 2. Сущность проблемы. Цель ОПР. 3. Задачи ОПР. 4. Программа ОПР. 5. Объем ОПР. 6. Проектные решения для выполнения программы ОПР. 7. Материально-технические, финансовые и трудовые ресурсы для ОПР. 8. Мероприятия по технической и экологической безопасности. Пожарная безопасность. 9. Ожидаемые результаты ОПР. 10. Ожидаемая эффективность и область применения результатов ОПР. 11. Требования к отчету о проведении ОПР.

Практика рассмотрения и согласования проектов ОПР показывает что срок реализации опытных работ не превышает 3 года. Кроме того если месторождение располагается в суровых климатических условиях, труднодоступном местоположении, требуется проведение сезонных работ, подготовительных выработок, возможно увеличение срока согласования до 5 лет.

В докладе представлены требования к проектным документам на ОПР по замечаниям выявленным в ходе рассмотрения данного вида проектных документов поступающих на согласование в ЦКР-ТПИ Роснедр. При подготовке проектной документации на ОПР необходимо учитывать следующее: не допущение отклонений от условий пользования недрами указанных в лицензии (сроки проведения работ); на графических материалах должны быть обозначения границ лицензии(ий) как на планах так и на разрезах; календарный план проведения ОПР (подготовительных, добычных а также ввода выемочных единиц в отработку) работ должен быть с привязкой к конкретным годам; расчеты потерь и разубоживания при добыче

полезного ископаемого должны быть рассчитаны в соответствии с отраслевыми инструкциями для рассматриваемого вида сырья, по выемочным единицам и по полезным компонентам; в проектной документации должна быть представлена генеральная схема (стратегия) отработки всех запасов месторождения; проектная документация должна содержать обоснованный срок проведения ОПР.

Подведение итогов. Основное отличие проектов опытно-промышленных работ от технических проектов разработки заключается в неопределенности результатов проверяемых технических и технологических решений, что должно быть отражено через программу проведения исследований, включающую: обоснование необходимости подготовки проекта с точки зрения недропользователя; цель опытно-промышленных работ; определение задач, требующих решения для достижения цели ОПР; обоснование объема и сроков выполнения работ по каждой задаче для получения статистически достоверных результатов; выбор критериев оценки результатов ОПР, в том числе с точки зрения экономической оценки; сметно-финансовую документацию, в том числе оценку издержек производства и ожидаемого эффекта от реализации результатов опытно-промышленных работ.

В пояснительную записку проекта ОПР рекомендуется включать разделы, содержащие исходную информацию, технические и технологические решения в объеме, необходимом и достаточном для выполнения программы исследований (структура и оформление проекта в соответствии с требованиями к техническому проекту разработки утвержденных приказом Минприроды России от 25.06.2010 № 218).

Подготовка проектной документации на ОПР должна осуществляться в соответствии с нормативно-правовыми актами законодательства РФ.

Вывод. Таким образом, перечень рекомендаций позволит улучшить качество проектов опытно-промышленной разработки месторождений и ускорит процесс их рассмотрения в ЦКР-ТПИ Роснедр.

Литература

1. Закон РФ «О недрах» от 12.02.1992 № 2395-1.
2. Положение о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами [Постановление Правительства РФ от 03.03.2010 №118];
3. Об утверждении требований к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых, ликвидацию и консервацию горных выработок и первичную переработку минерального сырья [Приказ Минприроды РФ от 25.06.2010 № 218];
4. Об утверждении критериев отнесения вопросов согласования проектной документации к компетенции комиссии, создаваемой Федеральным агентством по недропользованию, и к компетенции комиссии, создаваемых его территориальными органами [Приказ Минприроды РФ от 13.05.2010 № 154];
5. Правила охраны недр [Постановление Госгортехнадзора от 06.06.2003 № 71].

6. Правила утверждения нормативов потерь полезных ископаемых при добыче, технологически связанных с принятой схемой и технологией разработки месторождения [Постановление Правительства от 29.12.2001 №921].

7. Об утверждении Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом [Постановление Госгортехнадзора РФ от 09.09.2002 № 57].

8. О создании Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию и комиссий его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых [Приказ Роснедр от 04.06.2010 №569].

ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ГЛУБОКОЙ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТОВ (КГРП) ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ОСВОЕНИЯ

А.С. Казаков

ФГБУ «ВИМС», Москва

Согласно закону РФ «О недрах» одним из основных требований по рациональному использованию и охране недр является обеспечение наиболее полного извлечения из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов.

В то же время, на многих каменноугольных месторождениях значительное количество запасов остаётся за техническими границами разрезов и в целиках различного назначения, отработка которых традиционными способами добычи (открытым или подземным) экономически нецелесообразна или технически невозможна. И как показывает практика, такие запасы выпадают из промышленного освоения и безвозвратно остаются в недрах.

Такие запасы, возможно отработать с применением технологии выбуривания пластов с применением комплексов глубокой разработки пластов (КГРП) [1]. Данная технология, по сути, является разновидностью подземной камерно-столбовой системы разработки с той лишь особенностью, что отработка запасов пластов осуществляется с поверхности – из выработанного пространства разреза, в котором располагается комплекс основного и вспомогательного оборудования, весь обслуживающий персонал, а непосредственно под землёй находится только рабочий орган комплекса и транспортно-толкающий став.

Отработка запасов КГРП осуществляется камерами шириной до 3,6 м и высотой от 1,1 м до 3,2 м на глубину до 305 м.

Внедрение данной технологии возможно на различных этапах освоения месторождений тпи, как на завершающем, так и в начале освоения [2]. На завершающем этапе внедрение данной технологии позволяет отработать максимальное количество запасов полезных ископаемых и повысить конечное значение коэффициента извлечения

запасов из недр, восполняя объёмы добычи с учётом затухания горных работ и снижения добычи основным способом (открытым или подземным).



Рис. 1. Общий вид комплекса КГРП

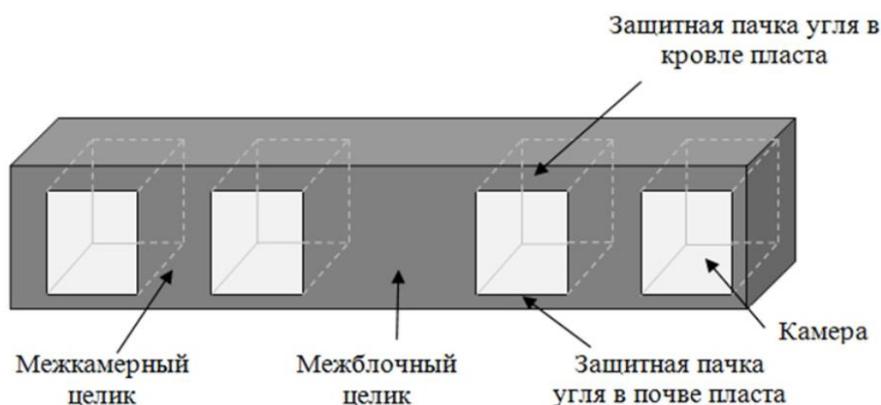


Рис. 2. Схема отработки пласта камерами

На первоначальном этапе выделение участка для отработки КГРП (при наличии горнотехнической возможности и целесообразности), позволяет получать определённые объёмы добычи полезного ископаемого, а, следовательно, и поступление денежных средств в период горно-подготовительных работ по основному способу добычи. Что может играть существенное значение при освоении небольших месторождений и ограниченных инвестиционных возможностях.

Литература

1. Смирнов С. А., Печенегов О. Ю., Казаков А. С. Результаты опытно-промышленных работ по доработке запасов каменноугольных месторождений за техническими границами разрезов комплексами глубокой разработки пластов. Рациональное освоение недр. 2015. № 4. С. 58-62.
2. Казаков А. С. Особенности применения комплексов глубокой разработки пластов (КГРП) в сложных горно-геологических условиях. ГИАБ. 2018 № 8.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЭРУПТИВНОЙ КАРБОНАТНОЙ БРЕКЧИИ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ «ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ»

Т.С. Капарушкина

СПГУ, Санкт-Петербург

Кимберлитовая трубка «Интернациональная» приурочена к западному флангу Мирнинского кимберлитового поля Мало-Ботуобинского алмазонасного района Якутии. Трубка прорывает терригенно-карбонатные и сульфатно-карбонатные породы нижнего, среднего, верхнего кембрия и нижнего ордовика.

Эруптивная карбонатная брекчия (рис. 1) вскрыта в 2013 г в виде небольшого тела сложной морфологии на южном контакте кимберлитовой трубки с галогенно-карбонатными вмещающими породами. Тело брекчии выклинивается на глубине горизонта с абс. отметкой -900м. Текстура породы брекчеевая.

Вмещающая толща на участке кимберлитовой трубки с карбонатной брекчией – **Толбачанская свита** ($E_1 tb$), абсолютные отметки -605- -958 м. Толща представлена переслаиванием солей, доломитов, глинистых и битуминозных доломитов, известковистых доломитов, ангидритов, мергелей. Подстилающая Толбачанскую толщу **Эльганская свита** ($E_1 el$) сложена бежевыми доломитовыми известняками с прослоями доломитов [1].

Для изучения отобраны образцы на глубине 1220 м (абс.отметка -820 м) в подземной горной выработке рудника «Интернациональный». Наиболее детально изучен образец №9 (рис. 2), из которого изготовлены 10 шлифов, привязка к образцу показана на рис.2. Шлифы изучены с помощью оптического поляризационного микроскопа LEICA DM750P.



Рис. 1. Карбонатная брекчия в горной выработке рудника «Интернациональный» (абс.отм. – 820 м) на контакте кимберлитов с вмещающими карбонатными породами

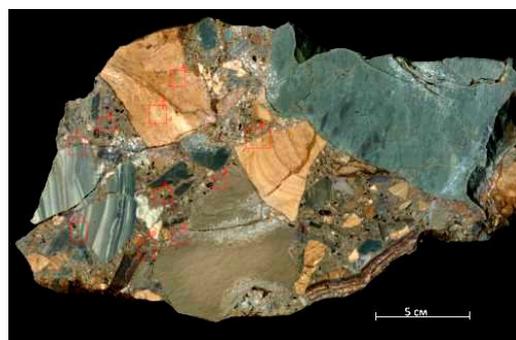


Рис. 2. Образец №9. Карбонатная брекчия 1-10 – выбор места вырезки образца для шлифа

Трещины и полости карбонатной брекчии залечены солями (галит, сильвинит), гипсом, баритом, кальцитом, ангидритом, обнаружены единичные кристаллы флюорита, а также развита пиритизация.

Карбонатная брекчия содержит около 80% карбонатных обломков угловатой или полуокатанной формы. Кроме темноцветных карбонатных разностей Толбачанской свиты ($E_1 tb$) в брекчии присутствуют бежевые известняковые ксенолиты из нижележащей Эльгянской свиты ($E_1 el$). Размер обломков от сотых долей мм до десятков см. Ксенолиты сложены мелкозернистыми (размер зерен 0,015-0,06 мм), тонкокозернистыми (размер зерен 0,005-0,015 мм), пелитоморфными (размер зерен $<0,001$ мм) карбонатными разностями, некоторые из которых включают глинистые образования. При помощи оптических свойств определены доломит, доломитовый известняк. На контактах карбонатных обломков широко распространено развитие тремолита.

Лишь местами сохранился первичный кимберлитовый материал, который представляет собой серпентинит-карбонатную массу, реликты минералов кимберлитовой массы (рудные, гранат (пироп), рутил, флогопит, титанит, алмаз), а также около 10% псевдоморфоз серпентинита, тремолита по серпентиниту, талька и карбонатизации по оливинам, пироксенам, а также в основной массе обнаружены обломки кварца, сферолитовые выделения халцедона.

Масса, состоящая из мелких обломков ксенолитов и обломков первичного кимберлитового материала, а также перетертый осадочный материал и соли являются цементом брекчии.

Так как участки карбонатной брекчии содержат сразу несколько разновидностей ксенолитов вмещающих пород из разных пластов без сортировки, то можно сделать вывод о том, что при образовании данной полимиктовой брекчии осуществлялся механизм перемещения материала из нижележащих толщ с помощью активного воздействия и проникновения во вмещающие толщи флюидного потока, который в случае с быстрым падением давления/температуры может обладать взрывной энергией.

Литература

1. Гиниятулин И.М., Блажкун Д.В., Ивашина Е.И., Коробков Г.В. Материалы к легенде Ботубинской серии листов геологических карт масштаба 1:50000 / Министерство геологии РСФСР, Мирный, 1989-70с.

УГЛЕНОСНОСТЬ ЗАПАДНОГО ТАЙМЫРА

Е.И. Ковалева, П.А. Григорченко

ФГБУ «ВИМС, Москва

В настоящее время ФГБУ ВИМС проводит работы по переоценке прогнозных ресурсов углей и угольных графитов Таймырского бассейна. Актуальность работы обусловлена расположением его в Арктической зоне, стратегия развития которой утверждена президентом РФ в 2013 году. Цель работы: обновление информации о ресурсном потенциале бассейна в соответствии с современными технологическими и экономическими требованиями и разработка рекомендаций для дальнейшего его освоения.

Таймырский угольный бассейн – один из крупнейших в Российской Федерации – расположен в Таймырском (Долгано-Ненецком) районе Красноярского края и занимает значительную (более 80 тыс. км²) часть полуострова Таймыр. Он естественным образом разделяется на западную и восточную части Тарейским поднятием. Большую роль в геологическом строении играют магматические образования. Преобладают породы трапповой формации, представленные силлами, реже дайками. Угленосную формацию образуют верхняя часть ефремовской, убойнинская, крестьянская и овражнинская свиты пермского возраста. Угли представлены марками от газовых до антрацитов, а также метаантрацитами, с которыми тесно связаны угольные графиты [1].

Предметом рассмотрения является западная часть бассейна, представляющая собой сложно построенный синклинорий. Здесь сосредоточено около 80% прогнозных ресурсов рассматриваемого сырья. В соответствии с методическими рекомендациями ВНИГРИуголь [2] тектонической зональностью территории выделены угленосные районы (далее УР). Зональность определяется крупными разрывными структурами субширотного и северо-западного простирания, главнейшими из которых являются Пясино-Фаддеевский надвиг (ПФН), Убойнинская зона сквозных разломов (УЗ) и Усть-Пясинский разлом (УПР).

Лемберово-Убойнинский УР расположен на северо-западе. Он ограничен с юга ПФН, с востока УЗ, с севера распространением пермских отложений и с запада побережьем Енисейского залива. Отличительной особенностью района является отсутствие постугольных отложений пермотриаса. Угленосные свиты здесь представлены ефремовской и убойнинской. Район характеризуется преимущественным развитием антрацитов. В незначительном количестве присутствуют тощие угли, а также метаантрациты и угольные графиты.

Крестьянско-Слободской УР Расположен на юго-западе. Он ограничен с востока УЗ, с севера ПФН, с запада Енисейским заливом. Потенциально это наиболее угленосный район. Основная угленосность сосредоточена в убойнинской свите. Угли представлены антрацитами и тощими.

Пясинский УР Расположен в центре рассматриваемой территории (донная часть синклинория). Он ограничен с востока УПР, с севера ПФН и с запада УЗ. Здесь наблюдается преобладание отложений пермотриаса над угленосными свитами и на большей части площади глубина залегания их кровли превышает 600 м. Основная угленосность сосредоточена в овражинской свите. Марки углей от жирных до антрацитов.

Сырадасайский УР расположен на юге и приурочен к одноимённой горст-антиклинали, являющейся конседиментационным поднятием. Мощность угленосных отложений здесь уменьшается относительно расположенного к северу прогиба. Встречаются все свиты. Угли представлены марками, пригодными для коксования.

Тарейский УР расположен на юго-востоке и приурочен к Дюрасиминской синклинали. Он ограничен с запада УПР. На востоке района находится Тарейское прогнозируемое месторождение, где известны четырнадцать пластов угля мощностью до 8,0 м, по марочному составу угли относятся к коксующимся.

Моку-Сэрэгэнский район расположен на северо-востоке. Здесь наиболее интенсивно проявлен послыйный трапповый магматизм. Это выражается в наличии большого количества проявлений метаантрацитов и угольных графитов, наиболее крупным из которых, является Сэрэгэнское прогнозируемое месторождение.

Несмотря на широкое развитие магматических образований, их влияние на метаморфизм углей носит преимущественно локальный характер и существенно не искажает регионально-метаморфическую зональность, характерную для угольных бассейнов паралического типа. К настоящему времени в бассейне выявлены ряд месторождений: Слободское (80 млн.т), Крестьянское (2 млн.т), Сырадасайское (130 млн.т), Малолемберовское (2 млн.т) и Нижнелемберовское (13 млн.т). Наиболее перспективно с точки зрения промышленного освоения Сырадасайское месторождение, а с точки зрения геологического изучения – Слободское.

Литература

1. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. ТОМ IV оценка прогнозных ресурсов твердых горючих полезных ископаемых. ВНИГРИуголь, М.: 1986.

2. Угольная база России. Том IV. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири. (Тунгусский и Таймырский бассейны, месторождения Забайкалья). М.: «Геоинформцентр», 2001.

КОМПЛЕКСНАЯ РУДОНОСНОСТЬ ЛОМАМСКОГО ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РУДНОГО РАЙОНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГДП-200 (АЛДАНСКИЙ ЩИТ)

*Д.С. Козлов, Д.С. Артемьев, А.В. Молчанов, Д.С. Ашихмин,
А.В. Терехов, К.Е. Васюкевич, Е.И. Хорохорина*

ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург

Ломамский потенциальный рудный район выделен по ареалам распространения многочисленных проявлений золото-серебряной, свинцово-цинковой и молибденовой минерализации, площадям развития мезозойских магматитов и генетически связанных с ними гидротермально-метасоматических новообразований (гумбеитов, березитов, аргиллизитов) в пределах Тимптоно-Учурского блока Алдано-Станового щита. В его геологическом строении принимают участие разнообразные по составу метаморфические образования архейского возраста, на которых с резким структурно-стратиграфическим несогласием залегают кембрийские карбонатные породы, перекрытые, в свою очередь, юрскими терригенными отложениями. Магматические образования представлены архейскими гранитами, дайками долеритов раннепротерозойского возраста, мезозойскими дайками и пластовыми интрузиями, преимущественно щелочного и субщелочного состава, и интрузивными массивами сиенит-гранитного и гранодиоритового состава порфиroidного облика – Чайдах, Сеймджак и Голец Билибина.

В ходе работ по составлению ГК-1000/3 для Ломамского района были подсчитаны прогнозные ресурсы рудного золота категории P_3 – 189 т. При проведении ГДП-200/2 листов О-52-XXVI, XXVII, выполняемых коллективом авторов отдела металлогении и геологии месторождений полезных ископаемых ФГБУ «ВСЕГЕИ» в районе были выделены *Ардайский и Бурпалинский* потенциальные золоторудные узлы (ПРУ), а также *Эхюндинская* потенциальная золоторудная зона (прогнозные ресурсы коренного золота категории P_3 составили 124, 121 и 175 т соответственно) с прогнозируемым оруденением «лебединского» типа; *Билибинский, Чайдахский и Сеймджакский* потенциальные золоторудные узлы (прогнозные ресурсы – 210, 75 и 105 т золота соответственно), с прогнозируемым оруденением «морозкинского» типа.

Наиболее перспективными на обнаружение коренных месторождений золота с точки зрения авторов являются интрузивный массив Голец Билибина (Билибинский ПРУ) и голец Гигантеус (Ардайский ПРУ), находящийся на СЗ экзоконтакте упомянутого массива.

На гольце Гигантеус, в доломитах нижнего горизонта тумулдурской свиты в канавах выявлены рудные зоны, приуроченные как к крутопадающим, так и к субгоризонтальным разрывным нарушениям СВ простирания, мощностью от 0,5 до 1,0 м. В зонах развиты метасоматиты кварц-карбонатного (анкеритового) состава с вкрапленностью пирита,

пирротина, сфалерита, галенита и других сульфидов. Иногда пирит образует сростки кубических кристаллов до 5 см. Также встречаются обохренные сухаревидные породы, окремнённые пиритизированные, выщелоченные, пористые доломиты и лимонит-гематитовые руды массивной и натечной текстуры. В борздовых и штуфных пробах метасоматитов и руд содержания Au варьируют от 0,1 до 65,5 г/т, Ag от 1,0 до 200 г/т (ПА, ICP-MS). Отмечаются аномально высокие содержания Zn от 0,2 до 0,3 %, Pb от 0,1 до 0,3 %, Cu до 0,1 %, Mo до 0,002 %.

На среднем мысу гольца Гигантеус авторами двумя канавами вскрыто рудное тело мощностью 0,5 – 1 м и протяженностью 55 м с содержанием золота до 38 г/т. Предварительно оценены авторские прогнозные ресурсы категории P_2 – 275,6 кг золота.

В центральной части интрузивного массива Голец Билибина известны зоны комплексной вольфрам-золото-серебряной минерализации, которые подтвердились в результате полевых работ 2018 г. Оруденение локализуется в жилах сульфидно-кварцевого, сульфидно-флюорит-кварцевого состава, в аргиллизированных зонах дробления и контролируется системами трещин СЗ простирания. Мощности оруденелых пород варьируют от первых см до 1 м и прослежены по простиранию на сотни метров. Содержание Au в штуфных и борздовых пробах достигает 100 г/т, W более 1%, Ag до 2000 г/т, Cu до 1%, Mo, Bi, Pb до 0,8 %. Для одного из проявлений посчитаны прогнозные запасы [В.Г. Амарский, 1974 ф]: W – 2940 т, Mo – 2520 т, Ag – 925 т, Bi – 450 т.

По мнению авторов, высокими перспективами на выявление оруденения «морозкинского» типа является Сеймджакский массив диоритов и сиенитов. В ходе проведения ГДП-200/2 в диоритах обнаружен пункт золоторудной минерализации с содержанием золота 9 г/т. Ранее здесь была закартирована [И.Т. Сидоров, 1976 ф] серия кварц-сульфидных жил и прожилков. Сульфидная минерализация характеризуется рассеянным, гнездовым и прожилковым распределением; преобладает пирит, реже встречаются галенит, халькопирит, сфалерит, молибденит. Кварц-сульфидные жилы содержат Au до 32,4 г/т, Ag до 50 г/т, W 0,05%, Mo 0,5%, Bi 1%, Pb 1%, Zn 0,03%, Cu 0,3%, As 0,03%, Be 0,003%.

На основе выполненных работ по ГДП-200/2 листов О-52-XXVI, XXVII, авторами выделено 11 площадей ранга рудное поле, перспективных на выявление объектов молибден-золото-порфировой формации («морозкинский тип») и золоторудной малосульфидной («лебединский тип»). В пределах этих площадей рекомендуется проведение поисковых работ.

ФАЗОВАЯ И СТРУКТУРНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ТИТАНОМАГНЕТИТА, ПРОЯВЛЯЮЩАЯСЯ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗО-ТИТАНОВЫХ РУД МЕДВЕДЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

М.С. Колкова¹, А.А. Киселев²

1 – ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Магнитогорск,

2 – ФГБУ «ВИМС», Москва

Железо-титановые руды магматогенного происхождения являются одним из перспективных источников сырья для черной металлургии. В настоящее время ведется переработка руд только с низким содержанием титана. Получение кондиционных продуктов в результате обогащения высокотитанистых руд на современном этапе развития технологий обогащения затруднительно. Одним из перспективных направлений в переработке высокотитанистых руд является термическая обработка титаномагнетитового концентрата. Учитывая опыт современных ученых по гомогенизации титаномагнетита при различных температурных режимах [1], был проведен эксперимент по нагреванию при 1100°C на воздухе (в течение 72 часов) вкрапленной титаномагнетитовой руды Медведовского месторождения для выявления ее фазовой и структурной неоднородностей, позволяющих прогнозировать возможность ее переработки пирометаллургическими методами.

Вкрапленная титаномагнетитовая руда представляет собой среднезернистое меланократовое амфиболизированное и соскюритизированное габбро. Текстура руды – вкрапленная, участками наблюдается пятнистое сложение. Структура – сидеронитовая, коррозионная, распад твердых растворов.

Минеральный состав изучаемых вкрапленных руд представлен, в основном, вторичными минералами – амфиболом, хлоритом, эпидотом, кварцем, гематитом. Среди первичных присутствуют плагиоклаз, ильменит, магнетит и пирит. Главные рудные минералы – магнетит и ильменит, встречаются, большей частью, в виде минеральных агрегатов – титаномагнетита, являющегося продуктом распада твердого раствора. Титаномагнетит подвержен преобразованиям, что обуславливает его гетерогенность, как в структурном, так и в фазовом отношениях (рисунок 1), осложненную процессами мартитизации магнетита.

Исследования показали, что первичные структуры распада твердых растворов характеризуются наличием двух систем (рис. 1а). Продукты распада первой системы в виде тонких пластин ильменита, иногда прерывистого характера, расположены параллельно (111) магнетита, вторая система представлена каплевидными образованиями ильменита параллельно (100). Размер выделений ильменита различный, от микроскопических до 2 мкм.

В результате собирательной перекристаллизации ильменита в минеральных агрегатах титаномагнетита происходит нарушение первичных структур, сопровождающееся очищением магнетита от примесных элементов с образованием более крупных выделений ильменита в виде пластин или ксеноморфных выделений (рис. 1б).

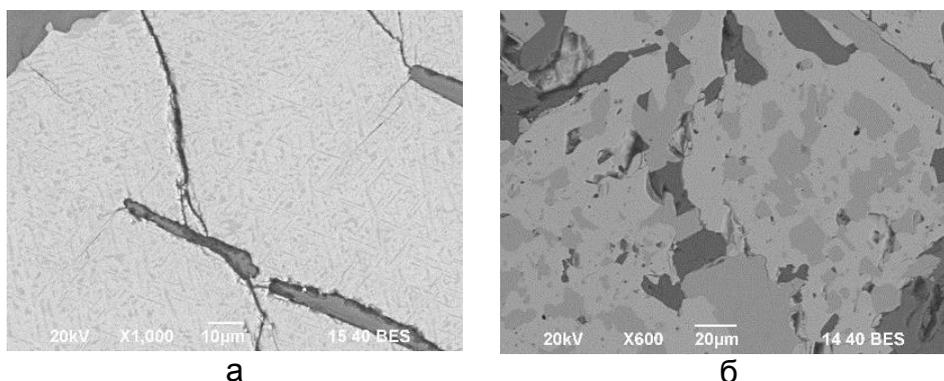


Рис. 1. Эволюция продуктов распада твердого раствора «магнетит-ильменит». Обратнo-рассеянные электроны

Нагрев образца вкрапленной титаномагнетитовой руды (рис. 2а), по данным минералого-аналитических методов исследования (оптической микроскопии, рентгенографического анализа и рентгеноспектрального микроанализа), привел к окислению и перераспределению вещества между отдельными минеральными фазами титаномагнетита с образованием более устойчивых соединений: псевдобрукита и «гематитовой» фазы, содержащей ильменитовый минал.

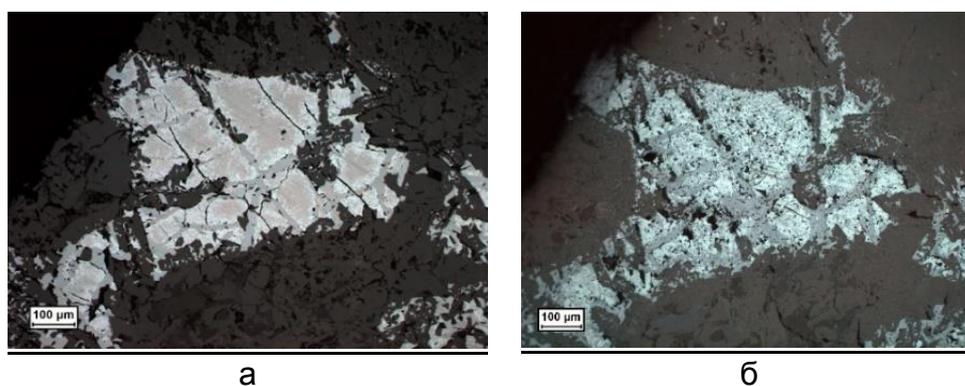


Рис. 2. Вкрапленник титаномагнетитового агрегата до (а) и после (б) эксперимента. Отраженный свет, николи параллельны

Мартитизированный магнетит окислился до «гематитовой» фазы с микроростками псевдобрукита, что привело к образованию гетерогенного минерального агрегата. Ильменит, как самостоятельная фаза, исчез с выделением твердого раствора рутила и псевдобрукита. Количество вновь образованных титансодержащих минералов увеличилось по сравнению с первоначальным содержанием ильменита.

Таким образом, перераспределение вещества в титаномагнетите при нагреве способствует укрупнению титансодержащих минералов, что может положительно повлиять на процессы их переработки.

Литература

1. А.Н. Цветков, В.С. Мясников, Н.И. Щепочкина, Н.А. Матвеева. О природе пластинчатых образований в титаномагнетите. Известия академии наук СССР. Наука, №2. 1965. С.16-32.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ КАРТ ИЗУЧЕННОСТИ И ОСВОЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ТОКИНСКОГО УГЛЕНОСНОГО РАЙОНА ЮЖНО-ЯКУТСКОГО БАССЕЙНА

Н.Н. Кондратова

АО «ВНИГРИуголь», Ростов-на-Дону

Для определения направлений воспроизводства угольной сырьевой базы и перспектив ее освоения в современных экономических условиях АО «ВНИГРИуголь» проводятся работы по оценке состояния ресурсного потенциала Токинского района Южно-Якутского бассейна с разработкой рекомендаций по рациональному использованию недр.

На основании анализа геологических материалов качества углей на угольных объектах Токинского района (месторождениях, участках и прогнозных площадях), по которым проведены геологоразведочные работы разных стадий геологического изучения недр, подготовлен пакет схематических карт: зольности, показателя отражения витринита, выхода летучих веществ и др. масштаба 1:200 000 по угольным пластам, перспективным для отработки открытым способом.

Для открытой отработки пригодны угольные пласты беркакитской (Б₂, Б₃, Б₅, Б₉) и кабактинской (К₁₃, К₂₇, К₂₈, К₃₁, К₃₂) свит, имеющие распространение на территории Приграничной, Ундытканской и южной части Алгоминской и Когуряхской площадей, а также пласты Юго-Восточного участка Эльгинского месторождения ундытканской (У₄, У₅) и нерюнгринской (Н₁₄, Н₁₅, Н₁₆) свит. В южном направлении на территории Эльгинского месторождения эти пласты залегают на глубоких горизонтах и скважинами не подсечены. В южной части Алгоминской и Когуряхской площадей работы по определению показателей качества углей, указанных выше пластов будут завершены в 2019 г. при получении результатов поисковых работ.

Построение ГИС-проекта основывалось на собранной и проанализированной информации, представленной двумя блоками: фактографическим и картографическим. Сбор данных включал в себя большой объем работы по сканированию графических и текстовых

материалов, переводу текстовых материалов в электронный вид, геопривязке растровых копий графических приложений для определения местоположения объектов исследований и дальнейшей их векторизации. Все объекты хранятся в базе геоинформационных данных и представлены в виде shape-файлов с информационным описанием в атрибутивных таблицах.

На основе всей имеющейся информации была создана картографическая модель, наиболее полно характеризующая угольные объекты Токинского угленосного района. Эта модель реализована в среде ArcGis 9.3.

На схематических картах отражены следующие показатели качества углей: зольность сухого топлива (A^d , %), выход летучих веществ (V^{daf} , %), массовая доля общей серы (S_t^d , %), массовая доля фосфора (P^d , %), толщина пластического слоя (y , мм), показатель отражения витринита (R_0).

Выполнена интерполяция значений каждого показателя по 14 угольным пластам, в том числе 9 пластов на Ундытканской и Приграничной площадях и 5 угольных пластов на Юго-Восточном участке Эльгинского месторождения. В связи с тем, что Северо-Западный участок Эльгинского месторождения находится в распределенном фонде недр, схематические карты показателей качества углей пластов участка не строились, но эти показатели по скважинам вблизи границы между участками учитывались при подготовке карт по Юго-Восточному участку.

Схематические карты показателей качества углей включены в состав ГИС-проекта цифровой уточненной схематической геологической карты Токинского угленосного района Южно-Якутского бассейна.

Хранение данных в формате шейп-файлов позволяет свободно совершать с ними различные операции: копировать, совмещать, разделять по усмотрению, использовать заключенную в нем информацию об объекте на любом административном уровне или передавать эту информацию в виде автономного ГИС-проекта. Это ускоряет оперативное получение информации для определения перспектив развития сырьевой базы в регионе и ее промышленного освоения в современных экономических условиях.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ И ГЛУБИННО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КОМПЛЕКСНОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ ТОНОДСКОГО ПОДНЯТИЯ (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

П.С. Кузьменко, Н.А. Гребенкин, Н.Я. Бабкин, А.И. Корявко

ФГБУ «ВИМС», Москва

В геологическом строении Тонодского поднятия, и рассматриваемой территории, выделяется два структурных этажа: раннепротерозойские породы фундамента и ранне-среднерифейские отложения чехла. Структурно-тектонический план территории формируют диагональные и продольные субширотные системы разрывных нарушений, осложненные покрово-надвиговыми дислокациями. Фундамент сложен позднекарельскими геохимически специализированными на уран разгнейсованными биотит-амфиболовыми и пегматоидными гранитами Кевактинского и Амандракского массивов, прорывающими раннепротерозойскую толщу метапесчаников и сланцев албазинской и михайловской свит, в том числе углеродистых.

Осадочный чехол объединяет ниже-среднерифейские отложения, представленные кварцевыми песчаниками, гравелитами, конгломератами, кварцитами и глинистыми сланцами, которые прорываются телами основных пород. Урановая минерализация и сопутствующие ей березит-аргиллизитовые метасоматиты установлены в раннепротерозойских гранит-метаморфических породах фундамента в участках насыщения гранитов ксенолитами графитистых метасоматитов в зонах повышенной трещиноватости, тяготея к обрамлению гранитных купольных структур.

Наряду с урановыми объектами известны многочисленные проявления золота и золоторудное месторождение Чертово Корыто, а также проявления и месторождения олова и железа. Золоторудная минерализация локализуется в метасоматитах пропицит-березитовой ассоциации нижнепротерозойской черносланцевой толщи михайловской свиты. Объекты приурочены к обрамлению купольных структур и контролируются субмеридиональными глубинными разломами.

На основании историко-геологического анализа и определения абсолютного возраста оксидов урана [1,2] выделены этапы рудообразования, отвечающие интервалам времени 1800-1720, 1050-950, 950-740, 680-580, 460-440 Ма.

Как и урановое, золотое оруденение месторождения Чертово Корыто, по имеющимся изотопным датировкам (1800, 1050, 720, 500 Ма) представляется полихронным. Первый (ранний) рудоподготовительный этап, очевидно связан с накоплением золота в черносланцевых толщах и проявлением процессов гранитизации с формированием специализированных на уран гранитоидов. С последующими рифейскими рудообразующими этапами связываются вспышки базальтоидного рифтогенного магматизма. Последний (палеозойский) заключительный

этап фиксируется региональным метаморфизмом в связи с масштабным гранитоидным магматизмом в Бодайбинском регионе. В Амандракском золото-урановом рудном узле, месторождение золота Чертово Корято расположено непосредственно над выступом плотных пород грибовидной формы на глубине 18 километров, в северо-западном обрамлении гранитоидного купола, приуроченного к субмеридиональной тектонической зоне, а рудопроявления урана локализуются в гранитизированных черносланцевых толщах по ЮВ обрамлению купольной структуры.

По изотопному составу серы в сульфидах на золоторудном месторождении Чертово Корято установлено ее мантийное происхождение [3]. Генезис месторождения Чертово Корято можно рассматривать в связи с функционированием мантийно-коревой флюидно-магматической системы на позднем базальтоидном этапе становления диорит-долеритового флюидно-магматического комплекса [4]. Возможна связь Кевактинского золоторудного узла с глубинным плотностным поднятием, и связь его с основным магматизмом, как следствие тектоно-магматической активизации и эпох рудообразования. Позиция месторождения Чертово Корято под пурпольским структурно-стратиграфическим несогласием, а рудопроявлений урана Волко-Умакит, Удачный – под несогласием верхне-медвежьей подсвиты в обрамлениях единой Амандракской купольной структуры позволяет предполагать наличие в фундаменте вертикальной (а возможно и горизонтальной) геохимической зональности, со сменой по восстанию золоторудной минерализации на низкотемпературную урановорудную.

Таким образом, в пределах восточной части Тонодского поднятия выделяется Южно-Амандракский потенциальный урановорудный узел, а в его пределах локализованы участки для проведения поисковых работ.

Литература

1. Киселев В.А., Горбунов Ю.А. и др. Отчет по поисковым работам на уран и золото, проведенным Амандракской партией в бассейне рек Тоноды и Кевакты за 1989-1991гг. Прибайкальская ГГФЭ ПГО Иркутскгеология «Госкомгеологии РСФСР». 1989-1991г. - РГФ № 459399.

2. Ковешников А.М., Подшивалов А.Н., Пимнев Ю.К., и др. Перспективное районирование на уран территории Тонодского поднятия с выбором площадей и объектов под детальные поисковые и оценочные работы на основе структурно-геологических, редиогеохимических, минералого-петрографических исследований, дешифрирования космо и аэрофотоматериаллов и ревизии известных проявлений урана с составлением схемы перспективного районирования м-ба 1:200 000 на площади 7,5 тыс кв. км. По геологическому заданию 5-1 за 1985-1989гг. Иркутск 1989г. - РГФ № 7060.

3. Вагина Е.А. Изотопный состав углерода и кислорода в рудах золотого месторождения Чёртово Корято (Патомское нагорье). Вестник Томского ГУ, №360, июль 2012.

4. Вагина Е.А. Минеральные комплексы руд и генезис золоторудного месторождения Чёртово Корято. Геология и полезные ископаемые. Томский ПУ, 2012.

ЗОЛОТО-УРАНОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ УГУЙСКОЙ И ОЛДОНГСИНСКОЙ СТРУКТУР ЧАРО-ОЛЕКМИНСКОГО БЛОКА АЛДАНСКОГО ЩИТА

***К.А. Кукушкин, А.В. Терехов, А.В. Молчанов,
О.Л. Соловьев, Е.И. Хорохорина***

ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург

Угуйская и Олдонгсинская грабен-синклинали характеризуются продолжительной историей изучения. Результатом проведения многочисленных исследований (Седенко С.В., Сясько А.А., Реутов Л.М., Миронюк Е.П., Молчанов А.В. и др.) стало выявление золоторудных месторождений Таборное, Гросс, руч. Тёмный на юге Угуйской структуры с суммарными запасами (C_1+C_2) 200 т. и многочисленных пунктов минерализации и рудопроявлений золота в пределах Олдонгсинской.

На современном этапе исследований Угуйская и Олдонгсинская грабен-синклинали изучались силами отдела металлогении и геологии месторождений полезных ископаемых ФГБУ «ВСЕГЕИ» в рамках ГДП-200 листа О-51-ХІХ (2015-2019 гг.). Решение к постановке данной площади было обусловлено результатами проведенных ранее работ по составлению комплекта геологических карт масштаба 1:1 000 000 листа О-51/3 (Алдан).

В ходе геологического доизучения площади листа О-51-ХІХ были уточнены: геологическое строение Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей, объемы слагающих их стратиграфических подразделений; проведено определение степени проявленности наложенных гидротермально-метасоматических процессов и положения рудной минерализации в вещественных составляющих этих структур.

Терригенно-осадочные отложения, слагающие грабен-синклинали относятся к верхам разреза Удоканского рифтогенного прогиба. Нарращивание разреза идет от Олдонгсинской структуры к Угуйской. В их геологическом строении принимают участие толщи терригенных пород, залегающие с резким угловым несогласием на породах архейского возраста, представленных гранито-гнейсами. Нижнепротерозойские терригенные, терригенно-карбонатные и черносланцевые толщи чародоканской, намсалинской и ханинской свит (соответственно), в свою очередь, перекрыты со стратиграфическим несогласием терригенными отложениями верхнепротерозойской кебектинской свиты. Магматические образования, проявленные в пределах грабен-синклиналей, представлены архейскими плагиогранитами и гранитами древнеалданского и чародоканского комплексов, массивами раннепротерозойских диоритов-габбродиоритов куранахского комплекса, дайками рифейских долеритов сиваглинского комплекса, силлами и дайками мезозойских сиенитов, сиенит-порфиоров лебединского комплекса.

В ходе полевых работ были выявлены зоны гидротермально-метасоматических образований в областях смятия и брекчирования пород

кебектинской и ханинской свит. Изучение прозрачно-полированных шлифов позволило выделить 4 типа метасоматитов – кварц-альбит-микроклиновые метасоматиты, пропилиты, березиты и гумбеиты. По результатам лабораторно-аналитических исследований были установлены повышенные концентрации U, Th, REE в кварц-альбит-микроклиновых метасоматитах, Cu – в пропилитах, Au и U в березитах и гумбеитах. Наибольший интерес с прогнозной точки зрения представляют последние два типа гидротремально-метасоматических новообразований, поскольку именно с ними генетически связано формирование оруденения месторождений Таборное, Гросс и руч. Тёмный.

Результаты, полученные по итогу проведенных работ в рамках геологического доизучения площади листа О-51-ХІХ, позволили авторам разработать геолого-генетическую модель формирования оруденения в пределах Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей, предполагающую «двухэтажность» оруденения по аналогии с Центрально-Алданским золото-урановорудным районом. Данная характеристика оруденения подкрепляется особенностями геологического строения грабен-синклиналей; спецификой проявленных гидротермально-метасоматических процессов и их зональностью. Нижним этажом по мнению авторов является Олдонгсинская структура, верхним – Угуйская.

На основе полученных данных авторами была выделена Кондинская потенциальная золоторудная зона с прогнозными ресурсами Au по категории P₃ 100 т. Данный металлогенический таксон охватывает юго-восточный фланг Угуйской структуры, совпадая с одноименной зоной разломов, в пределах которой локализованы месторождения Таборное, Гросс, руч. Тёмный. На его площади возможно выявление аналогичных перечисленным объектов. Кроме того, перспективной является Токкинская ураноносная зона, выделенная в результате тематических работ, проведенных ФГБУ «ВСЕГЕИ» в 1990-ых годах, и совпадающая с западным флангом Угуйской структуры.

Учитывая особенности геологического строения Олдонгсинской грабен-синклинали, проявленность процессов гумбеитизации и березитизации, данную структуру авторы также считают перспективной на выявление золотого оруденения.

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-б 1:1 000 000 (третье поколение). Лист О-51. Алдан: Объяснительная записка / А.В. Молчанов, А.В. Терехов и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015.
2. Реутов Л.М. Геологическая карта СССР. Объяснительная записка Серия Бодайбинская, лист О-51-ХІХ, масштаб 1:200 000 // М.: 1977.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ КАРЕЛИИ

И.О. Лебедев

ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург

Территория исследования размещается в пределах Койкарско-Корбозерской зеленокаменной структуры, являющейся фрагментом архейского Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса в области его сопряжения с наложенным Онежским эпикратонным прогибом. Золотоносность территории определяется приуроченностью к крупной региональной структуре субмеридиональной Гирвасской системы разломов, которая контролирует коматиит-базальтовый и андезит-дацит-риолитовый вулканизм и кислые интрузивные комплексы. Благоприятными рудовмещающими структурами являются крутопадающие субмеридиональные зоны сдвигов в узлах пересечений с разломами северо-восточного простирания.

На начальной стадии работ были разработаны геолого-поисковые модели прогнозируемых типов месторождений. В качестве «внешних» эталонов приняты месторождения золота зеленокаменного пояса Хатту-Иломанси в Финляндии, в качестве «внутреннего» – золоторудные объекты Эльмусского узла.

По ландшафтным особенностям площадь неблагоприятна для проведения работ традиционными поисковыми методами, так как открытые и фрагментарно открытые районы, которым отвечают остаточные (механические) геохимические ореолы и потоки рассеяния рудных элементов, занимают лишь 30% площади. Поисковая эффективность в закрытых районах может быть повышена, как свидетельствует отечественный и зарубежный опыт, только путем комплексного характера исследования с применением новых технологических приемов – глубинных геохимических поисков по вторичным ореолам с опробованием нижних горизонтов рыхлого покрова (тиллевая съемка).

В ходе выполнения работ на площади 50 км² проведено тиллевое геохимическое опробование по сети 250×250 м и последующие лабораторно-аналитические работы. Лабораторные исследования выполнены прецизионными методами (ICP MS, AAA), что позволило на уровне низких содержаний элементов выделить аномалии слабой интенсивности Au, Ag, Sb и Bi. Комплексные геолого-геохимические исследования привели к выделению двух наиболее перспективных участков, в пределах которых проведены детальные геохимические поиски по сети 200×50 м. На выделенных перспективных участках проведено заверочное бурение (глубина 150-200м). По результатам работ выделены и оконтурены потенциально рудоносные зоны, установлены их параметры, внутреннее строение, уточнены условия

локализации прогнозируемого оруденения. Локализован перспективный объект с прогнозными ресурсами золота по категории P_2 в размере 5,8 т золота и получены следующие выводы:

- Золоторудная минерализация пространственно связана с зонами березитизации. Геохимическими индикаторами золоторудной минерализации в первичных ореолах являются Ag, As, Bi, Pb, Zn.

- Рудоносные зоны во вторичных ореолах рассеяния выделяются областью аномальных значений Au, Ag, As, Bi, Pb, Zn. Наиболее интенсивные и контрастные геохимические аномалии трассируют осевую линию и связаны с конкретными проявлениями рудоносных березитовых метасоматитов. С учетом коэффициентов металлоидности и зональности определен верхнерудный срез рудных тел.

ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЭЛЬКОНСКОГО ГОРСТА (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ)

В.И. Леонтьев, Я.Ю. Бушуев, А.Г. Дытченко

СПГУ, Санкт-Петербург

Золоторудные зоны Джекондинская, Бирская-I принадлежат к западной части Эльконского горста и отличаются от остальных, преимущественно урановорудных, зон узла благороднометальным характером оруденения. Рудопроявления расположены вблизи зоны сочленения Эльконского горста с Верхне-Якокутским прогибом и локализованы в породах нижнего структурного этажа – древнего кристаллического фундамента. Метаморфические образования фундамента представлены кристаллическими сланцами и гнейсами фёдоровской свиты (PR_1). Магматический комплекс протерозоя представлен преимущественно щелочными аляскитовыми гранитами. Мезозойские интрузивные образования в пределах проявлений представлены редкими дорудными дайками минетт, небольшой, до одного метра, мощности и с крутыми углами падения.

Характерной особенностью геологического строения участка является широкое развитие дизъюнктивной тектоники мезозойского возраста, которое привело к формированию крутопадающих тектонических зон. Поверхности сместителей ориентируется субсогласно локальным зонам протерозойских кварц-полевошпатовых метасоматитов, маркирующих в данном районе древние протерозойские разломы глубинного заложения. Это указывает на формирование данных структур в результате мезозойской реактивации протерозойских нарушений. Рудные тела представляют собой линейные крутопадающие минерализованные зоны дробления, развивающиеся в большинстве случаев по зонам кварц-полевошпатовых метасоматитов и редко

выходящих за их пределы в метаморфические породы кристаллического фундамента. Рудные тела кулисообразно сменяют друг друга по простиранию. Их характерной особенностью является наличие многочисленных оперяющих структур, многие из которых являются рудоносными, но не протяжёнными.

Вещественный состав и текстурно-структурные особенности руд описываемых зон схожи для описываемых проявлений. Руды представлены буровато-серыми метасоматитами прожилковой, прожилково-сетчатой, брекчиевой, брекчиево- друзовой и колломорфной текстуры. Основная масса метасоматитов состоит из новообразованного адуляра и редких реликтов исходных пород; прожилки и цемент брекчий представлены кварцем, иногда халцедоном. Буроватый оттенок рудам придаёт «ожелезнение», которое наложено на обломки брекчий. Для адуляра характерна мелкая (до 5-10 мкм) вкрапленность пирита, галенита, антимонита, бурнонита, буланжерита, киновари, касситерита, рутила. Меньшим распространением пользуются аргентит, электрум, золото. Аргентит образует включения до 10 мкм, золото и менее распространённый электрум имеют субмикронные размеры, с максимальным отмеченным, для золота, значением в 5 мкм. Золото высокопробное, проба изменяется от 892 до 975 ‰ (средняя 942 ‰, n – 15). Вкрапленность рудной, в том числе благороднометальной, минерализации распределена в адуляре равномерно. В кварце прожилков и брекчий отмечаются только ксеноморфные мелкие (до 20 мкм) выделения монацита.

Для рудоносных гидротермалитов и исходных пород рассчитывались средние геометрические содержания, и оценивался коэффициент концентрации (КК) элементов в гидротермально-метасоматических рудных образованиях, относительно эдукта. По коэффициенту концентрации выделяются следующие геохимические группы: КК=100-130 – As; КК=50-100 – Au, Sb, Nb, U; КК=10-50 – Ag, V, Te, Th, W, Ti, Tl; КК=5-10 – Cd, Cu, Zn; КК=2-5 – Co, Sn; КК=1-2 – Se, Li, Ni, Pb, Re, Be, Bi, In, Mo. Золото имеет положительную корреляцию с содержанием таких элементов, как Sb, As, Ag, Te, Nb и тяжёлыми РЗЭ (при явном отсутствии зависимости с лёгкими РЗЭ). Линейной зависимости Au с Th и U не наблюдается.

Охарактеризованные рудные зоны имеют ряд общих признаков с проявлениями золото-урановой минерализации Эльконского горста. Основной из них – приуроченность к омоложенному разлому протерозойского заложения, трассируемому высокотемпературными протерозойскими кварц-полевошпатовыми метасоматитами. Однако, пирит-карбонат-калишпатовых метасоматитов, с которыми в рудном узле ассоциирует урановое оруденение, в изученных объектах нами не установлено. Выявленная в результате исследований золото-аргентит-сульфосольная рудная ассоциация, а так же брекчиевые и колломорфные текстуры руд позволяют сделать вывод о эпитермальном характере оруденения. Геохимический профиль руд, характеризующийся обогащением такими элементами как As, Au, Sb, Nb, U, Ag, V, Te, Th, W, Ti, Tl весьма характерен для эпитермальных

месторождений, тесно связанных с магматизмом повышенной щелочности. Подобная рудная минерализация, по нашему мнению, близка золотоносной послебраннеритовой рудной ассоциации зоны Фёдоровская. Она не связана парагенетически с урановыми рудами и, как демонстрируют охарактеризованные выше проявления, может формировать собственные золоторудные объекты.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ЛИЗАРДИТА В СЕРПЕНТИНИТЕ

Е.С. Логинов

ЮФУ, Ростов-на-Дону

Изучение минерального состава серпентинитов имеет важное значение для решения широкого спектра задач – от реконструкции геодинамических режимов до оценки минерагенических перспектив ультрабазитовых массивов. При этом ввиду сходства кристаллической структуры минералов группы серпентина их идентификация в составе породы является непростой задачей. Эффективным методом представляется использование синхронного термического анализа [1] в сочетании с другими методами [2, 4].

В работе представлены результаты исследования минерального состава серпентинитов из Даховского кристаллического поднятия Большого Кавказа, выполненные с применением комплекса методов: термического анализа (прибор STA 449 Jupiter; шаг 10°C /мин., аргоновая атмосфера), газовой масс-спектрометрии (прибор QMS 403C Aeolos), электронно-зондовых исследований (микроскоп Tescan VEGA II LMU с системой INCA ENERGY 450/XT, рентгенофазового анализа (дифрактометр «ДРОН-7»). В структуре поднятия серпентиниты присутствуют в виде протрузий, приуроченных к крупному разлому. Структурно-текстурные особенности серпентинитов образованы сочетанием катакластической и сложной петельчатой структуры. Породы обычно состоят из ориентированных параллельно контактам протрузий пластинчатых или угловатых обломков серпентинита, связанных агрегатом серпентина, часто содержащим пылеватую примесь магнетита, характеризуются петельчатой структурой с размером петель ~0,1 мм. Наряду с несколькими генерациями серпентина присутствуют (вне зон экзоконтактовой переработки) хлорит, флогопит, актинолит, хромшпинелиды в виде агрегатов хромита с прожилками магнетита и вторичного магнетита, акцессорные ксенотим, апатит, циркон, пирит, сульфиды никеля.

Термический анализ показал эндотермические эффекты двустадийной дегидратации 620-640°C и ~760°C (отраженные также в динамике выделения воды) и экзоэффет ~821-822°C, связанный с

образованием энстатита [1, 4]. По результатам опубликованных работ термические эффекты для разных серпентинитов варьируют в довольно широких диапазонах [1-2, 4] Характер термических эффектов в целом характерен для лизардитов [1].

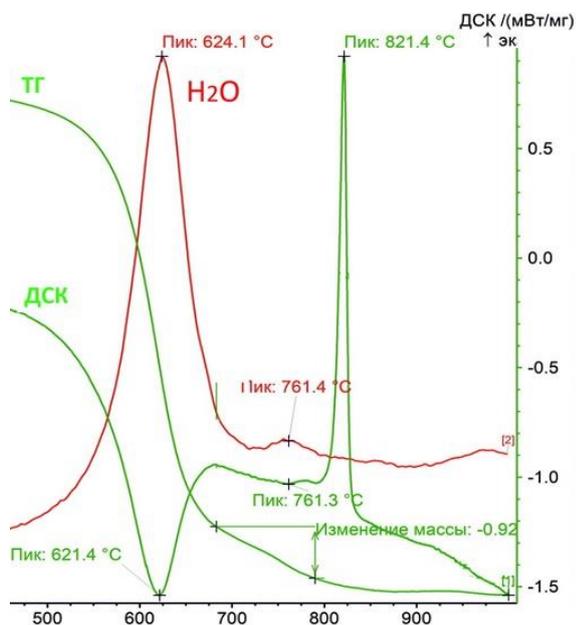


Рис. 1. Результаты СТА серпентинита

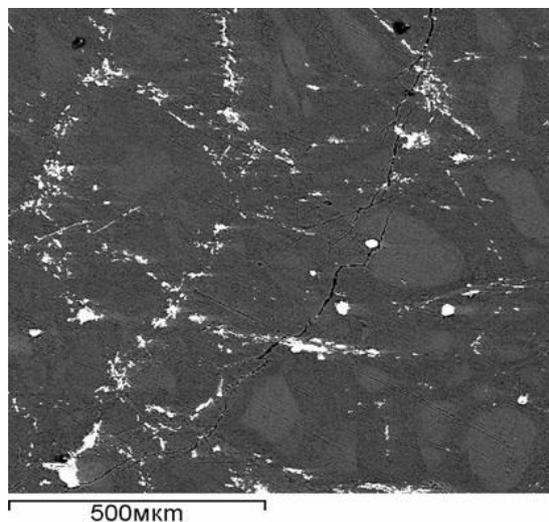


Рис. 2. Выделение вторичного магнетита в лизардите

По данным рентгенофазового анализа проявляются рефлексы антигорита и лизардита, но второй уверенно не определяется в силу с близости диагностических рефлексов. Известна различная устойчивость серпентинитов к действию кислоты, поэтому для идентификации минералов группы серпентина был применен метод травления 1%, 4%, 10% концентрацией соляной кислотой [3]. После травления изучаемых образцов интенсивность эффекта отражения (001) лизардита снизилась примерно на 15%, что подтверждает его присутствие.

Таким образом, термический анализ показывает эффективность применения СТА для идентификации лизардитов. Судя по ассоциации с пылевидным вторичным магнетитом, в изученных образцах представлен β -лизардит, что дает основание в качестве его диагностических эффектов рассматривать дегидратацию 620-640°C, при этом смещения термических эффектов в серпентинитах, видимо, связано с соотношением октаэдрических (бруситовых) и тетраэдрических слоёв [4].

Литература

1. Mária Földvári. Handbook of thermogravimetric system of minerals and its use in geological practice. Budapest. 2011. 180 p.
2. Варлаков А.С. Серпентиниты ультраосновных пород Урала. // Российская академия наук Уральское отделение. Уральский минералогический сборник. 1999. №9. С. 78-101.
3. Хворов П. В., Белогуб Е. В. К вопросу диагностики минералов группы серпентина // Минералы: строение, свойства, методы исследования Изд-во: Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого. 2010. С. 353-354.

4. Zulumyan N., Isahakyan A., Beglaryan H., Melikyan S. A study of thermal decomposition of antigorite from dunite and lizardite from peridotite // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2018. Volume 131 (2). P. 1201-1211.

5. Логинов Е.С. Изучение серпентинов методами синхронного термического анализа // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента. Материалы 27-й научной конференции Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2018. С. 112-115.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ

В.Е. Макаров, А.И. Самоенко, Д.С. Козловский

ФГБУ «ВИМС», Москва

Сегодня вопрос актуальности обработки огромных массивов данных из различных источников в сфере недропользования не вызывает сомнения.

Важнейшей из решаемых задач является комплексный мониторинг состояния минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых (распределение прогнозных ресурсов и запасов по федеральным округам и субъектам РФ, по степени освоения, по геолого-промышленным типам); качественные и количественные параметры отдельных месторождений; динамику изменения запасов, прогнозных ресурсов; состояние и динамику лицензирования участков недр; целевые и фактические показатели проектов ГРП; финансирование ГРП за счет всех источников; целевые и фактические показатели проектов разработки; объемы, направления и динамика поставок сырья и товарной продукции (внутренний рынок/экспорт/импорт); внутренние объемы и направления перевозок сырья железнодорожным транспортом.

Безусловно, здесь требуется правильный подход для качественной и оперативной обработки информации и предоставления понятных отчетов при помощи специальных визуально-аналитических инструментов (Power BI, Tableau, Visiology и др.).

Интерактивная система анализа позволяет связывать между собой данные из различных источников, статистически их обрабатывать, применяя инструменты для анализа и прогнозирования, визуализировать полученные результаты. Ключевым моментом в обработке данных является возможность интерактивной работы со всеми визуальными элементами на созданной пользователем странице отчета – с графиками, таблицами, картами и др. Выбирая отдельно взятое месторождение на карте получаем полные сведения о состоянии запасов на нем, добыче и т.д. Динамические графики, таблицы, карты на страницах отчета позволяют, выбрав какой-либо отдельный элемент, получить конкретные сведения в соответствии с именно этим заданным параметром.

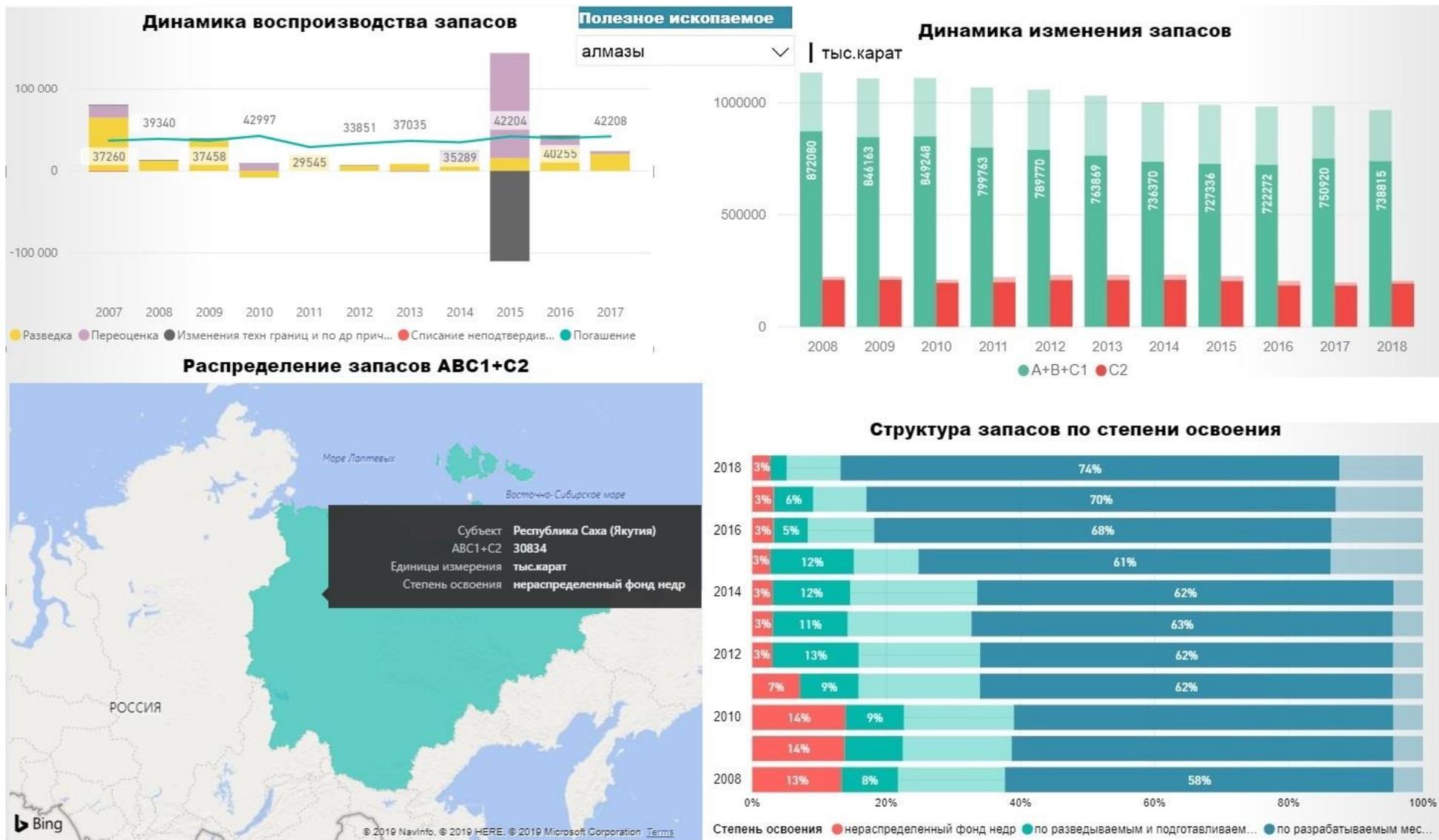


Рис. 1. Состояние минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых (на примере алмазов Республики Саха (Якутия))

В результате появляется возможность создания комплексных визуализированных отчетов для формирования цельной картины и принятия необходимых решений. Так, например, мы видим, что перед алмазодобывающей отраслью встают две важные проблемы – исчерпание запасов эксплуатируемых месторождений и незначительное количество объектов нераспределенного фонда недр. В связи с этим необходимо проведение мероприятий, направленных на воспроизводство минерально-сырьевой базы алмазов.

ОСОБЕННОСТИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА РЕКИ КЕНГКЕМЕ (ВОСТОК СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ)

Е.О. Мартенс¹, В.И. Леонтьев^{1,2}, А.В. Терехов²

*1 – СПГУ», Санкт-Петербург,
2 – ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург*

Исследуемая территория р. Кенгкеме, представляющая собой левый приток р. Лены, в геологическом плане является восточной частью Сибирской платформы, закрытой мощным осадочным чехлом. На территории этого региона отсутствуют продукты среднего и кислого магматизма, которые являются основными источниками золотоносных месторождений, как, например, в Южной и Восточной Якутии.

Данная территория в геологическом плане перекрыта мощным осадочным чехлом. Широко представлены породы верхнего плиоцена и нижнего отдела четвертичной системы, верхнего отдела олигоцена, перекрывающие отложения нижнего мела, сложенные супесями, песками, редко галечниками. Юрские отложения верхней части среднего и верхнего отдела залегают под меловыми отложениями. Данные породы обнажены у р. Лены представляют собой пески, песчаники, алевролиты и перекрывают триасовые песчаники, алевролиты, аргиллиты, гравелиты среднего и верхнего отдела, вскрытые данными глубинного разведочного бурения. Далее по разрезу следуют нерасчленённые кембрийские отложения, которые залегают под триасовыми породами со стратиграфическим несогласием, представленные известняками, доломитами, мергелями и сланцами, перекрывающие известняками, доломитами, конгломератами и песчаниками венда юдомской серии. Архейские образования, являются подстилающими, они относятся к кристаллическому фундаменту платформы, представлены породами регионально метаморфизованными в гранулитовой, амфиболитовой и зеленокаменной фации, эти породы слагают Якутске поднятие.

Как предполагают многие авторы, источником россыпного золота в современном аллювии рек региона являются промежуточные

коллекторы юрского возраста. В качестве коренных источников для золота предполагаются золото-серебряная, золото-редко-метальная и золото-сульфидно-кварцевые формации, приуроченные к регенерированным в мезозойский этап рифтовым зонам, например к Якутскому разлому и к Кемпедяйской дислокации [1].

Данная работа выполнена в рамках курсового проектирования на основе материала, собранного в ходе полевых исследований сотрудниками Алданской партии ВСЕГЕИ в рамках геологоразведочных работ по составлению государственной геологической карты м-ба 1:1 000 000.

Было исследовано 5 проб из среднего течения реки Кенгкеме. Фракционирование шлихов осуществлялось по стандартной методике – магнитная и электромагнитная сепарация, разделение тяжелыми жидкостями и ситование. Из тяжелой немагнитной фракции размером - 0,16 мм, выделялась монофракция золота. Описание золота осуществлялось по методике А.Г. Баранникова [3].

Всего из 5 проб было выделено 170 золотин. Золото представлено преимущественно мелкими, хорошо окатанными пластинчатыми зернами чешуйчатой, тороидальной, шаровидной, уплощенной и изометричной рудной формы, поперечные размеры которых составляют менее 0,16 мм. Преобладают пластинчатые чешуйки с ребристой и гладкой поверхностью, с загнутыми краями.

Такая морфология по мнению З.С. Никифоровой говорит о длительной миграции, что привело к обширным ореолам рассеивания. Это свидетельствует о первичных источниках золота древнего возраста. В результате длительного (более 500 млн. лет) формирования осадочного чехла востока Сибирской платформы коренные руды были захоронены достаточно глубоко [1].

Образование тороидальных и шаровидных форм частиц золота россыпей Западной Якутии Э.Д. Избековым объясняется возвратно-поступательным движением волн в волноприбойных береговых условиях рек. В.Е. Филипповым была выдвинута и экспериментально доказана гипотеза образования подобных форм золотин при эоловом переносе. Суть этой гипотезы состоит в том, что лежащая на поверхности песка чешуйка золота подвергается бесперебойной бомбардировке песчинками, перемещаемых ветрами, то есть – боковой микро ковке. На начальной стадии расковки образуются монетовидные чешуйки с тонким валиком по периферии, а затем появляются зерна с тороидальными бубликоподобными краями. Заканчивается этот процесс закатыванием тороидальных форм в пустотелые шарики с плоской поперечной перегородкой, которая является реликтом первичной чешуйчатой формы [2].

Литература

1. З.С. Никифорова, Б.Б. Герасимов, Е. Г. Глушкова, А. Г. Каженкина «Золотоносность востока Сибирской платформы: россыпи – коренные источники» // Геология рудных месторождений, 2013, том 55, № 4, с. 305-319.

2. А.В. Округин «Топоминералогическая характеристика потенциально рудоносных объектов Якутского погребённого поднятия (восточная часть Сибирской платформы)», 2010.

3. А.Г.Баранников «Методические указания к специальному курсу «Прогнозирование, поиски и разведка месторождений благородных металлов и алмазов» / Уральская госуд. горно-геол. академия. Екатеринбург: 1994.

РАЗРАБОТКА НОВОЙ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ^{232}U В ВОЗДУШНЫХ СРЕДАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЯТЦ

О.Б. Назарова, Д.М. Машнин, Д.А. Яхнева, Л.И. Мануилова

ФГБУ «ВИМС», Москва

Активное внедрение в технологию производства тепловыделяющих элементов регенерированного ядерного топлива, которое содержит, помимо прочих, примеси изотопа урана ^{232}U , существенно осложняет радиационную обстановку в производственных помещениях из-за накопления продуктов его распада, излучающих жесткие гамма-кванты [1]. Это обстоятельство потребовало обеспечить контроль за содержанием ^{232}U в аэрозолях воздуха рабочей зоны предприятий ядерного теплового цикла (ЯТЦ).

Большинство методик измерения содержания ^{232}U ориентированы на анализ урановых материалов (топлива и различных соединений урана). Основным используемым методом на сегодняшний день является альфа-спектрометрия. Известные альфа-спектрометрические методы определения ^{232}U работают в комплексе с масс-спектрометрией, с помощью которой определяют необходимые для расчета точные концентрации других изотопов урана [1-4]. К недостаткам существующих методик можно отнести достаточно сложные процедуры пробоподготовки, использование дорогих смол, длительное измерение счетных образцов, довольно высокий минимальный предел определения ^{232}U .

Анализ опубликованных материалов выявил отсутствие методик для контроля объемной активности ^{232}U в воздухе. Нами разработана и опробована на реальных образцах новая радиохимическая методика с альфа-спектрометрическим измерением ^{232}U в аэрозольных фильтрах рабочей зоны предприятий ЯТЦ.

Схема анализа включает предварительную оценку активности ^{238}U инструментально на гамма-спектрометре или с упрощенной пробоподготовкой на альфа-спектрометре после переведения пробы в раствор. В соответствии с полученными данными отбирают две аликвоты пробы, в одну из которых вносят раствор изотопного трассера ^{232}U , после чего проводят радиохимическое выделение урана и приготовление двух счетных образцов. Было опробовано несколько вариантов выделения урана и выбран наиболее простой способ. Изотопы урана после концентрирования на гидроксидном коллекторе освобождаются от

мешающих альфа-излучателей, микро- и макрокомпонентов переосаждением гидроксидов в карбонатной среде благодаря свойству урана образовывать прочный растворимый карбонатный комплекс. В процессе разработки методики были определены: способ озоления с одновременным переводением пробы в раствор, отделение мешающих альфа-излучателей и получение чистой урановой фракции, алгоритм расчета изотопов урана по двум спектрам. Измерения счетных образцов выполняли на альфа-спектрометрическом комплексе Octete Plus («Ortec», США) с программным обеспечением «Alpha Vision». Нижний предел определения ^{232}U составляет 2×10^{-2} Бк/образец.

В таблице приведены результаты анализа 4-х аэрозольных фильтров, экспонированных в течение нескольких месяцев в рабочей зоне предприятия ЯТЦ (всего проанализировано более 50 фильтров). Одновременно в одной из аликвот раствора фильтра определялись активности изотопов $^{238,239+240}\text{Pu}$ и ^{228}Th .

Преимуществами разработанной методики являются: простота аналитической части, доступность реактивов и аппаратуры, отсутствие необходимости использовать масс-спектрометр и оптимальное время измерения (7-8 часов), достаточное для получения результатов, отвечающим требованиям нормативных документов радиационного контроля воздушной среды. Кроме того, методика позволяет по отработанной схеме проводить анализ на содержание ^{232}U не только аэрозольных фильтров, но и урановых материалов.

На основе выполненных исследований разработана, аттестована и внесена в ФИФ Росстандарта новая методика радиационного контроля: «Методика (метод) измерений объемной активности альфа-излучающих радионуклидов ^{232}U , ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U , ^{228}Th , ^{230}Th , ^{232}Th , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am в пробах воздуха, отобранных с помощью аэрозольных фильтров, альфа-спектрометрическим методом с радиохимической подготовкой».

Результаты радионуклидного анализа аэрозольных фильтров

№ п/п	Номер пробы	Измеренные значения активности, Бк/фильтр ($\pm\Delta$, абсолютная погрешность, $P=0,95$)						
		^{238}U	$^{235,236}\text{U}$	^{234}U	^{232}U	^{228}Th	$^{239+240}\text{Pu}$	^{238}Pu
1	1п	0,44 \pm 0,05	0,12 \pm 0,02	1,31 \pm 0,11	$\leq 0,02$	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$
2	2п	7,1 \pm 0,7	4,0 \pm 0,4	64,5 \pm 5,0	0,23 \pm 0,08	0,06 \pm 0,01	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$
3	3п	3,8 \pm 0,4	3,7 \pm 0,4	33,1 \pm 3,2	0,18 \pm 0,05	0,05 \pm 0,01	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$
4	4п	15,0 \pm 1,5	19,2 \pm 1,8	130 \pm 11	1,03 \pm 0,24	0,43 \pm 0,04	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$

Литература

1. А.В. Степанов, А.А. Липовский, Л. Д. Преображенская и др. Определение содержания ^{232}U и ^{236}Pu в уране отработавшего топлива реактора ВВЭР. Химия урана, из-во «Наука», Москва, 1981, 457-463.
2. R.E. Martinelli, T.F. Hamilton, T.A. Brown, A.A. Marchetti, R.W. Williams, S.J. Tumey. Isolation and Purification of Uranium Isotopes for Measurement by Mass-Spectrometry (^{233}U , ^{234}U , ^{235}U , ^{236}U , ^{238}U) and Alpha-Spectrometry (^{232}U). https://marshallislands.llnl.gov/pdf/Martinelli_UCRL-TR_232228.pdf.

3. M. E. Coleman, E. M. Bond, W. A. Moody, L. Tandon, The analysis of uranium-232: comparison of radiochemical techniques and an improved method by alpha spectrometry, J Radioanal Nucl Chem (2013) 296:483–487, 1007/s10967-012-2072-8.

Залецкий В. Э., Сапрыгин А. В., Овчинников В. Ю. Альфа-спектрометрический способ определения массовой доли ^{232}U в уране (варианты) (RU 2301991). <http://www.findpatent.ru/patent/230/2301991.html>.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИКЛАДНОЙ МИНЕРАЛОГИИ ПРИ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКЕ РЕДКОМЕТАЛЛЬНО-УРАНОВЫХ РУД

М.А. Некрасова

ФГБУ «ВИМС», Москва

Для отечественной промышленности редкометалльно-урановые руды представляют практический интерес, так как рассматриваются в качестве важного стратегического сырья. Преимущественно, речь идет о комплексных урановых рудах, в которых присутствуют редкие металлы. Одним из источников таких руд являются экзогенные инфильтрационные месторождения. В Российской Федерации около трети урана извлекается из бедных руд месторождений «песчаникового» типа (экзогенных инфильтрационных). Минералого-технологические исследования показывают, что руды таких месторождений являются высокоперспективным рентабельным сырьем при использовании метода подземного выщелачивания.

Комплексные редкометалльно-урановые руды, как правило, характеризуются сложным минеральным составом и строением, что обусловлено их генезисом. Минералогические особенности руд всегда определяют специфику их добычи и переработки. Поэтому желательно иметь максимально полную и достоверную информацию о сырьевом объекте.

Для получения объективной информации о вещественном составе редкометалльно-урановых руд, как показывает опыт их минералогического изучения, необходимо применение комплекса методов минералогического анализа. Комплекс методов включает в себя как традиционные оптические, так и прецизионные методы. При этом методы оптической микроскопии позволяют получить общие представления о руде, ее текстурно-структурных особенностях, минеральных ассоциациях, характере взаимоотношений минералов, их размерах и формах выделения. Глубокое изучение рудных минералов возможно с помощью методов микрорентгеноспектрального анализа (МРСА) и электронной микроскопии, позволяющих определить с большей степенью достоверности минеральный состав, локализацию оруденения, выявить неоднородности строения рудных минералов, наблюдать распределение элементов-примесей в матрице минерала, форму их нахождения (механические включения, изоморфная примесь),

а также получить представления об объемном характере выделений, проследить эволюцию кристаллографических изменений кристаллов в сростаниях и предвидеть поведение рудных минералов в процессе рудоподготовки и последующего обогащения.

В качестве примера одного из перспективных отечественных объектов гидрогенных редкометалльно-урановых руд рассмотрим месторождение Добровольное (Курганская область). Руды приурочены к зоне древнего грунтово-пластового окисления в верховьях палеодолины. Урановое и ренийевое оруденение локализованы в сероцветных породах вблизи границы зоны древнего окисления. Руды представлены рыхлыми, слаболитифицированными глинисто-терригенными отложениями, богаты органическим веществом и дисульфидами железа. Согласно литературным данным, главными рудными минералами месторождения являются: настуран, коффинит и черни, которые представлены несколькими разновидностями и характеризуются различными формами выделения. Среди сопутствующих минералов выделяют: пирит, марказит, сфалерит, иордизит, халькопирит, реже арсенопирит, минералы селена и рения. В рудах также присутствует комплекс элементов-примесей, таких как: скандий, иттрий, рений, селен, молибден, свинец, медь, цинк, ванадий. Однако содержания данных элементов невысокие.

Таким образом, сегодня крайне актуальны глубокие исследования редкометалльно-урановых руд месторождений «песчаникового» типа. Согласно существующей информации, можно сделать вывод о необходимости комплексного подхода к изучению особенностей состава, строения и свойств редкометалльно-урановых руд. Кроме того, полученные на данном этапе работы данные, позволяют прогнозировать высокую эффективность использования наиболее рентабельного способа добычи – подземного выщелачивания.

ОКОЛУРУДНЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВОЙ МОДЕЛИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРЕДЕЛАХ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА

Л.О. Несмеянов, А.Н. Минин

ФГБУ «ВИМС», Москва

Изучение гидротермально-метасоматических образований при минералого-петрографических исследованиях имеет важное значение при выявлении потенциально рудных объектов, так как позволяет выделить и оконтурить зоны измененных пород, являющихся наиболее благоприятными для локализации золотого оруденения.

В ходе минералого-петрографических исследований установлены

следующие эпигенетические минералы: кварц, калишпат, серицит, анкерит, кальцит, доломит, гидрослюды (гидромусковит, гидросерицит), актинолит, тремолит, турмалин, апатит, хлорит (клинохлор-пеннин), эпидот, цоизит, флогопит, пирит, халькопирит, титанит, рутил. Новообразованные минералы находятся в различных сочетаниях друг с другом и образуют устойчивые ассоциации.

Наиболее ранней является ассоциация **фельдшпатолитов** – гидротермально-метасоматических образований кварц-калишпатового состава, отмечающихся в гранитоидах и кристаллосланцах фундамента. Они формируют линзовидные, жильные и шшироподобные тела мощностью до 0,5 м, от крупно- до гигантозернистой гранобластовой структуры, массивной текстуры, с вариациями цвета минеральных агрегатов от светло-серого до розовато-серого. По времени образования фельдшпатолиты относятся к позднему архею – раннему протерозою.

Образование гидротермально-метасоматических пород магнезиальной **скарновой** ассоциации по времени сопряжено с внедрением мезозойских интрузивных тел. Они проявлены преимущественно в породах усть-юдомской свиты, представленной доломитами, доломитовыми известняками с прослоями песчаников, гравелитов и конгломератов. Полнопроявленная метасоматическая зональность скарнов фиксируется редко. Скважинами вскрыты лишь отдельные фрагменты, относящиеся к зонам диопсидовых, флогопит-диопсидовых скарнов, околоскарновых форстеритовых кальцифиров, кальцитовых и доломитовых мраморов. Структуры пород гранобластовые, гломеробластовые и лепидогранобластовые.

Следующими по времени образования следуют метасоматиты **пропилитовой** ассоциации, которые развиты во всех типах пород, распространенных в пределах Лебединского рудно-россыпного узла. Они представляют собой эпидот-хлорит-актинолит-пирит-кварц-кальцитовые новообразования, формирующие жильные и прожилково-вкрапленные выделения Пропилитизированные породы характеризуются зеленовато-серой и голубовато-серой окраской, обусловленной входящими в их состав цветными минералами (эпидотом, хлоритом, актинолитом), гранобластовой, фиброгранобластовой структурой, и преимущественно микропрожилковой текстурой. Проведенные исследования позволили установить в них следующую последовательность минералообразования: хлорит+эпидот+актинолит → (альбит)+кальцит → эпидот+кварц+пирит. Интенсивность пропилитизации проявлена в породах неравномерно, варьируя от <20 % до 30-40%, и часто «затушевана» более поздними гидротермально-метасоматическими новообразованиями березитовой ассоциации.

Метасоматиты **березитовой** ассоциации представлены кварц-пирит-анкерит (доломит)-мусковит-серицитовыми новообразованиями, с которыми связан основной объем рудной прожилково-вкрапленной минерализации. Березиты отмечаются в двух вещественно-структурных комплексах: в нижнеархейском-раннепротерозойском кристаллическом

фундаменте и в мезозойских субщелочных интрузивных образованиях, где слагают прожилково-вкрапленные, прожилковые и штокверкообразные тела мощностью до 4,0 м, часто сопряженные с эндо- и экзоконтактами интрузивных тел, зонами рассланцевания и трещиноватости. Характерной особенностью является пространственное наложение минералов березитовой ассоциации на все ранее образованные метасоматиты (скарны, пропилиты, фельдшпатолиты). Березитизированные породы имеют желтовато-серую или коричневатую-серую окраску, во всех случаях более светлую, чем исходный протолит (зоны «осветления» пород), обусловленную входящими в их состав карбонатами (анкерит, доломит), серицитом и гидромусковитом. Структура метасоматитов лепидогранобласовая, гранолепидобласовая. Текстура микропрожилковая, микролинзовидно-прожилковая, пятнистая.

Интенсивность березитизации в исследованных породах варьирует от <20% до 100%. Последовательность минералообразования в березитах может быть представлена в следующем виде: хлорит+карбонат → серицит+ кварц → серицит+ кварц+пирит.

Проведенные исследования позволяют говорить о широком распространении и длительности процесса гидротермально-метасоматических изменений. Метасоматические ассоциации часто несут черты пространственного сопряжения друг с другом, с наложением более поздних агрегатов на более ранние. Развитие ореолов интенсивно метасоматически-измененных пород подчеркивает «сквозные» линейные тектонические зоны, неоднократно подновлявшиеся в процессе мезозойской тектоно-магматической активизации, что делает их наиболее благоприятными для локализации золотого оруденения.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СОДЕРЖАНИЯ Co и Ni В МИНЕРАЛАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЕРНОГОРСКОЕ, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПАМИР

А.К. Литвиненко, Ш.А. Одинаев

МГРИ-РГГРУ, Москва

Месторождение ювелирного скаполита Черногорское является единственным промышленным объектом на территории бывшего СССР. Оно расположено в восточной части тектонической зоны Центрального Памира. Месторождение локализовано в сарыджилгинской свите, на юго-западном фланге Шатпутского тектонического блока. Важное значение в её составе и всей серии играют магматические породы трёх интрузивных комплексов. Двух докембрийских: кукуртский (лерцолиты, пироксениты, калиевые габброиды, нефелиновые сиениты) и

зорбурулюкский (гнейсограниты). Третий палеогеновый – шатпутский (граниты и пегматиты). В формировании месторождения определяющая роль принадлежит магматическим породам кукуртского комплекса (рис.).

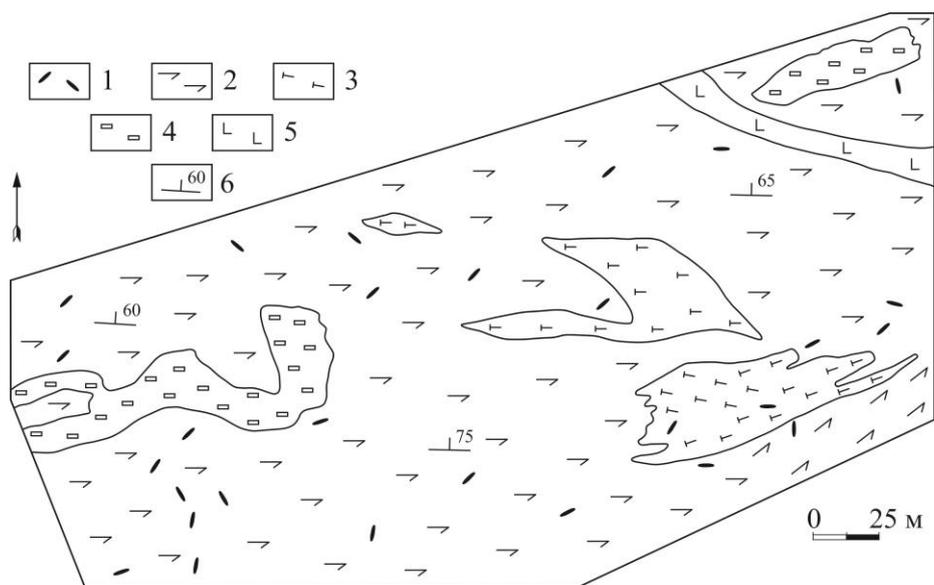


Рис. Геологический план месторождения Черногорское составлен с использованием данных экспедиции «Памирварцсамоцветы».

1 – линзы с ювелирным скаполитом; 2 – амфиболиты; 3 – альбититы; 4 – альбититы обогащённые тёмноцветными минералами; 5 – гарцбургиты; 6 – элементы залегания

Нами были проанализированы породообразующие минералы на приборе «Сатеса» SX 100, аналитик Н.Н. Кононкова, ГЕОХИ РАН. В 80% анализов были установлены высокие содержания Co и Ni (табл.). Содержание этих элементов на рассматриваемом объекте сопоставимы с существующими кондициями [3]. Высокие содержания Co и Ni во всех минералах позволяет рассматривать всю толщу горных пород месторождения Черногорское как рудопроявление. Его площадь составляет около 54000 м². Мы объективно можем подвесить к поверхности 100 метров глубины, получив 5400000 м³ объёма потенциально рудоносной массы. Среднее значение плотности рассматриваемых пород – 3.16 т/м³. Умножая данную величину на объём рудоносной породы, получим около 17064 тысяч тонн рудоносной массы. Среднее содержание металлов составляет: Co 0.04% – 4 кг/т (кондиционное), а Ni 0.07 % – 7 кг/т (некондиционное, но как добавочный компонент, представлен к рассмотрению). Умножая средние содержания металлов на объём рудной массы, получим прогнозные ресурсы по категории P₁: кобальта – 68256 и никеля – 119448 тонн. Учитывая, что породы месторождения протягиваются на запад на 0,2, а на восток – на 1 км, потенциал этих металлов можно увеличить в четыре раза, т.е. ресурсы составят: Co – 273 тысячи, Ni – 478 тысяч тонн.

Химический состав минералов

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Cl	F	CoO	NiO
Апатит	0,3	-	-	0,02	-	53,34	0,14	0,02	0,12	39,76	1,03	5,0	0,01-0,07	0,01-0,09
Биотит	37	2,66	15,2	17,7	16,22	0,25	0,12	8,18	0,06	0,14	0,32	0,2	0,02-0,07	0,02-0,16
Гематит	-	0,01	0,01	60,5	0,01	-	0,03	-	0,02	0,26	0,02	0,1	0,08-0,09	0,06-0,08
Ильменит	0,1	39,99	0,09	54,9	0,35	0,01	0,01	0,02	-	0,25	0,01	-	0,01-0,13	0,01-0,14
Кальцит	-	0,01	0,02	0,7	1,24	55,44	0,04	-	-	0,06	0,01	-	0,01-0,06	0,01-0,07
Калишпат	58	-	20,9	0,1	-	0,04	2,08	10,93	0,04	0,17	-	-	0,01-0,05	0,01-0,03
Магнетит	0,1	0,17	0,14	77,7	0,1	0,04	0,02	0,01	-	0,23	-	0,3	0,04-0,17	0,03-0,89
Оливин	39	0,06	0,23	19,5	40,28	0,14	0,04	-	0,07	0,35	0,01	-	0,03-0,1	0,16-0,31
Пентландит	0,2	-	0,01	35,4	0,15	0,02	-	0,01	0,06	0,28	0,01	0,1	1,38-2,24	41,5-46,7
Плагиоклаз	65	-	22,5	0,1	0,01	2,91	10,27	0,09	0,02	0,37	0,02	0,2	0,01-0,07	0,01-0,06
Пиротин	3,7	0,05	0,05	65,1	0,36	0,47	0,04	-	0,02	0,39	-	0,2	0,09-1,30	0,02-0,81
Пироксен	54	0,02	1,63	11,2	27,55	0,83	0,03	0,01	0,02	0,28	0,01	-	0,03-0,08	0,01-0,12
Роговая обманка	41	1,33	11,3	18,0	10,11	11,4	2,27	1,13	0,04	0,4	0,51	-	0,01-0,12	0,01-0,18
Скаполит	54	0,03	25,3	0,1	0,03	9,14	9,1	0,43	0,04	0,16	2,1	-	0,01-0,05	0,01-0,06
Титанит	29	35,63	1,1	1,2	0,02	28,12	-	0,02	-	0,26	-	0,2	0,02-0,1	0,05-0,08
Содалит	37	-	33,6	0,2	-	0,09	26,46	0,04	0,03	0,14	6,52	0,1	0,02-0,07	0,05-0,06
Флогопит	39	1,19	17,1	6,2	22,8	0,06	1,89	6,74	0,02	0,35	0,2	0,4	0,03-0,11	0,02-0,25

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПИРОХЛОР-МОНАЦИТ-ГЁТИТОВЫХ РУД ЧУКТУКОНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.А. Пермякова

РТУ МИРЭА, Москва

Развитие редкометалльной отрасли горнодобывающей промышленности является для России одной из важнейших статей программы импортозамещения. Отечественная минерально-сырьевая база редких металлов в основном представлена комплексными рудами сложного полиминерального состава. Повышение эффективности их комплексной переработки за счёт повышения технологических показателей, расширения ассортимента и повышения качества продукции является стратегически важной задачей.

Перспективным источником получения редких металлов (Nb, редкие земли) могут являться пирохлор-монацит-гётитовые руды Чуктуконского месторождения, расположенного в Богучанском районе Красноярского края.

Оруденение связано с латеритными корами выветривания карбонатитов. Главными породообразующими минералами месторождения являются оксиды и гидроксиды железа (гётит, гематит) и марганца (пиролюзит, псиломелан). Минералы редкоземельных металлов (РЗМ) представлены флоренситом и монацитом. Ниобиевую минерализацию несут минералы группы пирохлора, представленные стронциевой, бариевой и цериевой разновидностями. Железистые минералы по содержанию значительно преобладают над пирохлором и монацитом. Руды месторождения – труднообогатимые. Применение механических методов обогащения руды (гравитация, флотация) не дало удовлетворительных результатов. Для комплексной переработки пирохлор-монацит-гётитовых руд Чуктуконского месторождения рекомендован гидрометаллургический передел.

Объектом исследования являлась представительная проба руды состава, %: Al_2O_3 – 3,7; SiO_2 – 4,5; P_2O_5 – 5,8; CaO – 4,2; TiO_2 – 0,8; MnO – 11; Fe_2O_3 – 52; ZnO – 0,6; SrO – 0,5; Y_2O_3 – 0,15; Nb_2O_5 – 0,7; $\Sigma\text{PЗМ}$ – 4,4, для вскрытия которой была применена автоклавная азотнокислотная технология, позволяющая селективно перевести РЗМ, Mn и Sc в азотнокислый раствор для дальнейшего экстракционного передела и получения индивидуальных РЗМ, а в кеке от выщелачивания сконцентрировать Nb, Fe и P. Проведение процесса в гидротермальных условиях с последовательным повышением температуры от 140-160 °С до 200-230 °С позволяет отделить фосфор от РЗМ. В этих условиях сложные сростания фосфатов РЗМ с железистыми минералами разрушаются, фосфатные минералы разлагаются, и РЗМ переходят в раствор. Выделяющаяся фосфорная кислота взаимодействует с оксидами железа

(III) с образованием нерастворимых соединений, что подтверждается минеральным составом кека от азотнокислотного выщелачивания. В руде присутствует значительное количество марганца, имеет смысл рассматривать возможность его извлечения в азотнокислый раствор. Для перевода марганца в кислоторастворимую форму в выщелачивающий раствор добавляли 5%-ный пероксид водорода.

При проведении вскрытия руды Чуктуконского месторождения автоклавным выщелачиванием скандий извлекается в азотнокислый раствор на 50%, его выделяют нейтрализацией азотнокислого раствора гашеной известью. Полученный черновой скандиевый концентрат имеет следующий состав, % (сух.): Sc_2O_3 – 0,11%; Al_2O_3 – 2%; P_2O_5 – 6,8%; Fe_2O_3 – 65,8%; Th – 0,092%; проч. – 0,88%.

Для переработки кека от азотнокислотного выщелачивания был опробован традиционный способ спекания с NaOH [1] с последующим водным и кислотным выщелачиванием. Проведенные исследования показали, что данная технология позволяет селективно отделить практически весь ниобий от Fe, Mn, P и других элементов, однако является многостадийной, энергозатратной и требует использования больших объемов вскрывающего реагента. Для возможности применения фтористоводородных сред для извлечения Nb из кека и оценки его поведения в кислых средах были проведены исследования жидкостной экстракции Nb фтористоводородной кислотой с установлением времени контакта фаз, концентраций серной кислоты в молярных соотношениях с HF, влияния кремния на извлечения ниобия ТБФ из сред $\text{HF} + \text{H}_2\text{SO}_4$.

Следует отметить, что помимо сложного характера руд Чуктуконского месторождения, характерной их чертой является радиоактивность, обусловленная наличием соединений урана, тория и продуктов их распада. Содержание радиоактивных металлов в руде составляет 0.1–0.2% по оксиду тория и около 0.01% по оксиду урана. При автоклавном азотнокислотном выщелачивании в оптимальных условиях радиоактивные примеси полностью концентрируются в азотнокислом растворе и впоследствии могут быть удалены гидролизом или экстракцией по стандартным технологиям.

Реализация технологии комплексной переработки Чуктуконского месторождения потенциально позволит России модернизировать редкометалльную промышленность и занять ведущее место в мировом рынке редких металлов при высокой эффективности производства.

Литература

1. Маслов А.А., Оствальд Р.В., Шагалов В.В., Маслова Е.С., Горенюк Ю.С. Химическая технология ниобия и тантала: учебное пособие. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. 97 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ РУДНЫХ ТЕЛ В ПРЕДЕЛАХ НИЖНЕ-ЯКОКИТСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)

А.К. Попов, М.А. Желобанов

СПГУ, Санкт-Петербург

Рассматриваемые месторождения и рудопроявления Нижне-Якокитского рудного поля (Надежда, Хвойное, Смежное, Трассовое, Табардыр, Верхнее, Склон, Кедерги) по своей геолого-структурной позиции относятся к куранахскому типу и локализируются в карстовых полостях неогенового возраста, развитых по доломитам унгелинской свиты нижнего кембрия и вытянутых в северо-западном направлении ($320-340^\circ$). Развитые на площади рудного поля карбонатные породы прорваны дайками минетт нижнекуранахского комплекса и сиенит-порфиоров колтыконского комплекса раннемелового возраста. Дайки являются важным элементом структуры рудного поля. Они выполняют трещины в пределах зон тектонических нарушений, контролирующих рудные залежи. Данная система тектонических нарушений принадлежит к зоне Эмельджанского регионального разлома, контролирующего размещение всех месторождений и рудопроявлений Нижне-Якокитского рудного поля [1].

Известно, что карстовые полости повторяют по простиранию зоны разломов (340°). На карте м-ба 1:50 000 видно, что на месторождениях Хвойное, Верхнее, а также на рудопроявлениях Табардыр и Енньё, системы внедрившихся даек имеют азимут простирания от 5 до 10° .

По данным разведочного бурения на месторождениях Хвойное и Верхнее были выявлены повышенные концентрации золота во вмещающих доломитах ниже уровня золотоносных карстовых полостей. Данная золотоносность пространственно и парагенетически связана с субщелочными дайками, по контактам которых происходило внедрение гидротермальных растворов. На основе анализа результатов опробования разведочных скважин была околтурена зона распространения оруденения в доломитах ниже уровня карстовых полостей, размер которой варьирует в диапазоне от 20 до 250 м. Содержание золота в данных зонах изменяется от 0.25 до 4 г/т.

Выявление золотого оруденения, в доломитах ниже уровня карстовых полостей, ассоциированного с дайками, позволяет прогнозировать новые рудопроявления не связанные с карстовыми полостями. Их расположение будет определяться пространственной приуроченностью к дайкам субщелочных пород с простиранием $5-10^\circ$, на участках между полосами линейно-вытянутых карстовых зон простирающихся под 340° .

Литература

1. Леонтьев В.И. Крутопадающие минерализованные зоны как возможные рудоподводящие структуры золоторудного месторождения «Надежда» (Центральный Алдан), Вестник ИргТУ, №2, 2015.

ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЙ ЭРУПТИВНЫЙ ЦЕНТР (СЕВЕРНАЯ ПЕЧЕНГА)

Е.А. Приступов, С.В. Межеловская

МГРИ-РГГРУ, Москва

Изучение раннепротерозойских комплексов, вмещающих эруптивные образования, является приоритетным направлением с точки зрения прогноза и оценки перспективности рудоносности территории, так как с раннепротерозойскими формациями связаны крупные месторождения Cu-Ni руд с платинометалльной минерализацией. В работах [1] и др. неоднократно упоминаются вулканические центры, представленные трубками взрыва, развитыми в раннепротерозойских образованиях.

Авторами, в ходе проведения полевых работ в Печенгском районе в 2018 г., на окраине города Заполярный были закартированы и опробованы эруптивные брекчии с многочисленными ксенолитами кислых пород. Брекчии слагают относительно изометричное тело 350 на 400 м, имеющее предположительно резкие секущие контакты с вмещающими трахибазальтами второй вулканогенной толщи (оршоайвинская и пирттиярвинская свиты). На юге брекчии имеют тектонический контакт по крутопадающему разлому сбросового типа СВ простирания (аз. пад. $78 < 86$). Сместитель представляет собой с одной стороны субвертикальную плоскость отрыва, а с другой зону шириной 2-3 метра, сложенную сильно рассланцованными трахибазальтами с многочисленными кварцевыми гальками. В центральной части наблюдается контакт с небольшим телом перидотитового состава возможно представляющее протрузию, на контакте с которой наблюдаются сильно катаклазированные метабазальты. Также в стенке отрыва наблюдаются деформированные кварцевые жилы, местами растащенные вплоть до образования структуры будинаж. В юго-западной части по границе разлома наблюдаются приразломные складки, а вмещающие породы рассланцованы до листоватого размера.

В северной части эруптивного центра наблюдается округлое тело габброидов размером примерно 150 на 120 м. В двух обнажениях был обнаружен крутой секущий контакт с вмещающими брекчиями под 60° . При петрографическом изучении установлено, что основным минералом является роговая обманка, в интерстициях развиты таблички измененного плагиоклаза по составу отвечающему андезин-олигоклазу. Вторично развиты мелкие зерна кварца, и мелкий рассеянный агрегат биотита. Западная часть тела выражена геоморфологически в виде крутых ориентированных бараньих лбов протяженностью 50-70 м; представлена метабазальтами с обилием кварцевых обломков. Установлена отчетливая ориентировка обломков в одном направлении. При петрографическом изучении цементирующая масса представлена измененным метабазальтом, в основной массе развит тонкоигольчатый

агрегат низкотемпературных амфиболов и мелкие таблички измененного плагиоклаза, встречаются оплавленные обломки кварцевых зерен размером от 1 до 3 мм.

В центральной и восточной частях тела закартированы изометричные выходы брекчий, в обломочной составляющей которых преобладают гранитоиды. Размер обломков колеблется от первых сантиметров до 40 см, морфологически встречаются остроугольные разновидности, но чаще края оплавлены, иногда наблюдаются плохо проявленные зоны закалки. Состав цементирующей массы представлен метабазальтом, основные минералы – низкотемпературные амфиболы и измеренные полевые шпаты.

Ранее в работах [1] отмечалось, что данный эруптивный центр существенно отличается от многочисленных образований ареального базальтового вулканизма Печенгской структуры. А возраст базальта вулканцентра равен 1918 ± 3 млн. лет (U-Pb метод по циркону) и сопоставим с установленным ранее возрастом вулканитов IV вулканогенной свиты (1990 ± 40 млн. лет, Sm-Nd метод) [1].

Таким образом эруптивный центр на окраине г. Заполярные имеет неоднородное геологическое строение, выделяются участки с различным составом обломков от мономинеральных кварцевых овальной и угловатой формы до гранитоидных, большого размера. Брекчии с обломками гранитоидного состава формировались оторвано по времени от первых, так как они имеют четкие секущие границы с жерловыми образованиями и отделены от них миндалекаменными метабазальтами без обломочной составляющей. Также отличительной чертой является наличие оплавленных гранитных обломков с проявленной зоной закалки. На эруптивный характер процесса также указывают эвтектические структуры и волнистое угасание кварца в гранитных обломках.

Существует множество докембрийских формаций, где вмещающей руды структурой является сложная зона брекчий, например, медно-золото-урановое месторождение Олимпик-Дэм в Южной Австралии. Помимо сходства структурных особенностей, были обнаружены зерна рудных минералов в нескольких шлифах, что может указывать на перспективность изучения эруптивного центра, в частности оценки его рудоносности. Работы по изучению будут продолжены в предстоящем полевом сезоне.

Литература

1. Скуфьин П.К., Баянова Т.Б. Раннепротерозойский вулкан центрального типа в Печенгской структуре и его связь с рудоносным габбро-верлитовым комплексом (Кольский полуостров). Петрология, т. 14, № 6, 2006. с.649-669.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ, ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ И БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НА ГИДРОГЕННОЕ УРАНОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ВИТИМСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ

*Д.А. Прохоров¹, А.В. Стародубов¹, Т.М. Овсянникова¹,
Н.А. Гребенкин¹, С.А. Дзядок², П.Л. Среденко²*

1 – ФГБУ «ВИМС», Москва,

2 – АО «Урангео», Иркутск

Основные перспективы выявления урановорудных объектов гидрогенного типа на территории РФ связываются с регионами Сибири и Дальнего Востока. Здесь, в Республике Бурятия, осваивается промышленно сложившийся Витимский урановорудный район, а на территории Дальневосточного округа размещены малоизученные потенциально рудоносные депрессионные структуры с проявленным комплексом ведущих факторов экзогенно-эпигенетического рудообразования.

Месторождения песчаникового типа в палеодолинах являются скрытыми объектами, что осложняет их поиски. Совершенствование методик поисков – одна из актуальных задач современной урановой геологоразведки. Целью проведенных исследований является внедрение и применение в ГРП новых методов и методик на выявление месторождений урана палеодолинного типа с использованием в качестве эталона хорошо изученных месторождений Витимского урановорудного района.

В качестве эталонного объекта было выбрано Тетрахское месторождение урана. На территории объекта сложилась благоприятная ландшафтная обстановка для реализации изотопно-геохимических и биогеохимических методов, повсеместно развиты почвы и растительность. Значительный промежуток времени (более 25 лет) с момента проведения последних ГРП минимизировал антропогенное воздействие на объект.

Месторождение Тетрахское расположено на южном склоне Байсыханского хребта, в 10 км к западу от отрабатываемого Хиагдинского месторождения. Оруденение локализовано под плато базальтов в проницаемых обводненных вулканогенно-осадочных отложениях джилдининской свиты неогена в палеодолине северного простирания, врезанной в кристаллический фундамент. Палеодолина имеет северо-западный приток, а в верховьях разделяется на два истока. Длина палеодолины 10 км при ширине от 0,4 до 2 км. Урановое оруденение образует линейно-ориентированную залежь: линзовидную субгоризонтальную в разрезе, лентообразную в плане, размещенную в средней и верхней части палеодолины и в ее правом притоке. Длина рудной залежи в основной палеодолине 4 км, в палеопритоке — 2,5 км;

ширина от первых сотен метров до 0,8–1,2 км; мощность изменяется от десятков сантиметров до 20 и более метров. Содержание урана колеблется от 0,016% до 0,252%. Максимальная концентрация урана сосредоточена в срединной (центральной) части рудной залежи и постепенно уменьшается к верховьям и низовью палеодолины. Оруденение локализуется в пролювиально-делювиальных сероцветных отложениях на границе с их зоной обеления и непосредственно в обеленных породах.

На объекте были отобраны почвенные, атмо- и биогеохимические пробы, а также поставлен комплекс геофизических исследований. Опробование проведено над Тетрахской палеодолиной на профиле 42 длиной 2 км в средней части палеодолины, где выявлено промышленное урановое оруденение, и на профиле 70 длиной 1,5 км в верховьях палеодолины, где оруденение отсутствует.

По результатам опытно-методических работ, выполненных комплексом геофизических, изотопно-геохимических, биогеохимических и атмогеохимических методов в пределах эталонного объекта (Тетрахское месторождение урана Витимского урановорудного района) и оценке их эффективности можно сделать следующие выводы.

Результаты электропрофилирования показали, что метод ПЭЭП позволяет выделить оси палеодолин на фоне фундамента под покровом базальтов, в то время как метод ДЭП ВП не дает соответствующей картины вследствие недостаточной глубинности применяемой установки.

Магниторазведка позволяет помимо границ распространения базальтов выделять оси палеодолин, выражающиеся в понижении фона индукции магнитного поля.

Метод электротомографии позволяет выделять рудные палеодолины, что выражается пространственным совмещением минимума по сопротивлению и максимуму по поляризуемости.

Изотопно-геохимические исследования показали, что аномальные значения МП ($^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$) формируются над тектонизированными бортами рудной долины; значения изотопного соотношения легкоподвижных форм урана $\gamma = ^{234}\text{U}_{\text{вщ}} / ^{238}\text{U}_{\text{вщ}}$ показывают повышенные над фоном значения непосредственно над урановорудным телом.

Радиометрические методы не позволяют обнаружить урановорудные тела под мощным покровом базальтов, несмотря на это полученные данные представляют большую ценность, так как позволяют отбраковать ложные аномалии по изотопно-геохимическим методам: поверхностные породные аномалии и аномалии, связанные с тектоническими нарушениями.

Биогеохимические методы показали, что наиболее эффективным индикатором оруденения можно считать кору лиственницы, для которой зафиксированы аномалии общей альфа-активности непосредственно над рудной палеодолиной.

Атмогеохимические методы показали множественные аномалии в содержаниях металлов (В, Li, Zr, Hf, Dy, Mo, Ni, Rb, Mn и др.) над рудным телом, не наблюдаемые над безрудной частью палеодолины.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ ТАШИРСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

А.А. Рассолов

ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург

Таширский рудный узел находится на территории Республики Бурятия, в юго-западной части Селенгинского потенциально урановорудного района. Эндогенное оруденение Таширского узла представлено бериллием, ураном и флюоритом, месторождения и многочисленные рудопроявления которых известны в его пределах.

Территория рудного узла имеет двухъярусное строение. Нижний структурный этаж сложен сланцами темникской свиты раннекембрийского(?) возраста. Породы метаморфизованы в условиях зеленосланцевой фации и превращены в кварц-полевошпат-биотитовые сланцы. Протолитом сланцев являлись преимущественно тонкообломочные осадочные образования с прослоями кремнистых и карбонатных пород. В составе верхнего структурного этажа принимают участие осадочно-вулканогенные образования ниже-среднеюрского возраста ичетуйской свиты, разрез которой начинается базальными конгломератами, перекрытыми пачкой туфопесчаников, содержащих в своем составе углефицированные растительные остатки. Выше залегают покровы и туфы базальтов и трахибазальтов.

Метаосадки темникской свиты прорваны интрузиями соготинского комплекса, в составе которых основным распространением пользуются лейкократовые граниты, граносиениты и сиениты. Возраст гранитоидов установлен U-Pb SIMS SHIMP методом по циркону [1] как нижнепермский (277 ± 2 – 286 ± 2 млн. лет).

Эндогенное оруденение Таширского узла формировалось в связи с магматическими и тектоно-термальными процессами. Бериллиевое оруденение Урминского месторождения относится к формации бериллиеносных полевошпатовых метасоматитов и парагенетически связано с формированием лейкократовых гранитов Наранского массива. Рудная минерализация образовалась в результате гидротермальной деятельности на заключительном этапе становления массива и представлена бертрандитом и гельвином.

Урановое оруденение имеет полихронный характер. В породах нижнего структурного этажа оно контролируется ареалами догранитных альбитовых метасоматитов. Урановорудные зоны размещаются в альбитизированных сланцах, насыщенных твердыми битумами (керитами), на которые наложены хлоритовые, карбонат-хлоритовые и гидрослюдисто-хлоритовые ассоциации. Абсолютный возраст настурана ранней урановорудной стадии на Гребневом проявлении, определенный уран-свинцовым методом, составляет около 260 млн. лет. Подобные

метасоматические изменения в породах ичетуйской свиты не наблюдаются, что подтверждает доюрский возраст первых урановорудных концентраций.

Урановорудные залежи в отложениях ичетуйской свиты приурочены к базальным туфопесчаникам с углифицированными растительными остатками. Рудовмещающие породы интенсивно карбонатизированы и гидрослюдизированы. Особенностью этого оруденения является его положение в тектонически ослабленных зонах над рудными телами нижнего структурного этажа. Такое пространственное совмещение может быть объяснено частичной ремобилизацией урана из ранних залежей при поствулканической гидротермально-метасоматической деятельности в мезозойское время. Этот факт подтверждается абсолютным возрастом богатых прожилковых и брекчиевых руд основной урановорудной стадии Гребневого проявления [2], укладываемым в промежуток 132-138 млн лет по настурану и 111-123 млн лет по коффиниту (ФГБУ «ВИМС», Рb-Rb термоизохронный метод, аналитик Л.В. Сумин). Аналогичные возрастные интервалы получены в ЦИИ ФГБУ «ВСЕГЕИ»: 138 млн лет и 112-120 млн лет (U-Rb, TIMS, аналитик Р.Ш. Крымский).

Эпитермальное флюоритовое оруденение локализуется преимущественно в эндоконтактной части Наранского массива и контролируется зонами интенсивных субширотных и субмеридианальных разломов. В ходе проделанной работы установлен возраст основного этапа формирования Наранского месторождения флюорита [3], равный 138 ± 11 млн лет (Sm-Nd изохронный метод, ЦИИ ФГБУ «ВСЕГЕИ», аналитик Е.С. Богомолов).

Ранее известные и впервые установленные временные интервалы формирования эндогенного оруденения в комплексе с уточненными закономерностями размещения положены в основу пространственно-временной модели эндогенного оруденения Таширского рудного узла. На ее основе с применением современных аэрогеофизических и литогеохимических данных на смежных территориях выделены перспективные участки для проведения поисковых работ.

Литература

1. Макарьев Л.Б., Рассолов А.А., и др. Новые данные о возрасте и составе боргойского комплекса и алентуй-соготинской вулcano-плутонической ассоциации Западно-Забайкальского пояса (Таширская площадь, Республика Бурятия). ВСЕГЕИ, Региональная геология и металлогения, № 73, СПб.: 2018, С.50-59.

2. Василишина В.В., Чесноков Л.В., Трофимов Н.С. Ассоциации урановых минералов и формы выделения на рудопроявлении Гребневое в Таширском урановорудном районе (Республика Бурятия). ВИМС, Разведка и охрана недр, № 6, М.: 2016, С.7-11.

3. Рассолов А.А., Богомолов Е.С. Новые данные о возрасте формирования Наранского месторождения флюорита (Западное Забайкалье). Спутник+, Естественные и технические науки, № 12(126), М.: 2018, С.128-132.

ПОДГОТОВКА И ОБРАБОТКА МАССИВОВ ДАННЫХ ДЛЯ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А.И. Самоенко, Д.С. Козловский, А.А. Фатеева, В.Е. Макаров

ФГБУ «ВИМС», Москва

Power BI – это инструмент Microsoft для бизнес-аналитики и визуализации данных, позволяющий быстро разрабатывать интерактивные информационные панели, которые помогут наглядно и всесторонне проанализировать данные. Сервис создан для совместной работы с базами данных и представления понятных отчетов в графической форме. С помощью программы можно управлять запросами данных из книг Excel. Все данные, которые мы берем из внешних источников превращаются из сухих цифр отчетов в «живые» графики и диаграммы. На выходе получаем симпатичные интерактивные отчеты.

Основные цели подготовки массивов информации:

- Сокращение времени подготовки информации для оперативных запросов.
- Использование в современных инструментах и программах анализа данных.
- Обеспечение целостности и полноты информации.
- Исключение многократного дублирования исходных источников данных.

В ходе выполнения проекта по созданию сводной базы «Впервые поставленных на государственный баланс месторождений» на основе Государственного баланса запасов ТПИ был создан массив данных в Microsoft Excel (рис. 1).

Федеральный округ	Субъект	Месторождение	Номер лицензии	Год поставки на баланс	Тип руды	Генетический тип	Полезное ископаемое	Единицы измерения	ABC ₁	C2	Забалансовые АВ	Забалансовые С	Год и N протокола	ГКЗ/КЗ	ФБ/НП	Широта	Долгота
Сибирский	Иркутская область	Красное	ИРКО2343ТР	2010	Марганцевые	Коренные	Марганцевые руды	тыс.т		892,00			2010г. №880	ТКЗ	НП	54.700556	98.766667
Уральский	Свердловская область	Лесное	СВЕ01423ТР	2010	Хромовые руды	Коренные	Хромовые руды	тыс.т	55,00	21,00			2010г. №171-2	ТКЗ	НП	57.1438	61.1014
Уральский	Свердловская область	Месторождение №219	СВЕ01472ТР	2010	Хромовые руды	Коренные	Хромовые руды	тыс.т	211,00	56,00		2,40	2010г. №150	ТКЗ	НП	57.126389	59.958333
Дальневосточный	Амурская область	Большой Сэйим	БЛГ13384ТЭ	2011	Титаномагнетитовые	Коренные	Железные руды	тыс.т	*****	*****		*****	2011г. №2505	ГКЗ	НП	56.683889	120.967500
Дальневосточный	Амурская область	Большой Сэйим	БЛГ13384ТЭ	2011	Титаномагнетитовые	Коренные	Железные руды	тыс.т	*****	*****		*****	2011г. №2505	ГКЗ	НП	56.683889	120.967500
Дальневосточный	Амурская область	Большой Сэйим	БЛГ13384ТЭ	2011	Титаномагнетитовые	Коренные	Титан	тыс.т	*****	1678,00		361,94	2011г. №2505	ГКЗ	НП	56.683889	120.967500
Дальневосточный	Амурская область	Большой Сэйим	БЛГ13384ТЭ	2011	Титаномагнетитовые	Коренные	Титан	тыс.т	*****	1678,00		361,94	2011г. №2505	ГКЗ	НП	56.683889	120.967500

Рис. 1. Массив данных в Microsoft Excel

- Период с 2010 по 2017 гг.
- Запасы, номер протокола, год, лицензия.

- 30 видов ТПИ.
- Координаты месторождений.

Разумеется, чтобы получить массив данных, предварительно было необходимо провести очистку исходной информации, т.е. повысить качество данных выявив неточности, неполноту, а также минимизировать дублирование данных. В этап обработки данных входило упорядочение и объединение информации в единую сводную таблицу.

Все полученные данные были проверены при помощи встроенных функций сводных таблиц Microsoft Excel, но, по мере того, как объем исходных данных начинает увеличиваться, появляется и проблема превращения этих данных в правильно сформированную, действенную информацию (не говоря уже о возникшей идее отобразить месторождения на карте). Также стоит отметить, что, несмотря на то, что Microsoft Excel традиционно был инструментом для создания отчетов, он не всегда может справляться с огромным количеством информации.

В результате было принято наиболее правильное решение – импортировать данные в Power BI.

Благодаря более гибким вариантам экспериментирования визуализациями, статистическими функциями и вычислениями в широких наборах данных, а также возможностью оперативного получения ответов посредством быстрой рекомбинации полей становится ясно, что Power BI обеспечивает гораздо более глубокое понимание всего комплекта данных, чем Excel (рис. 2).



Рис. 2. Проект в Power BI

Наличие подготовленных и структурированных массивов данных позволяет использовать их в современных программах анализа и визуализации данных для решения поставленных задач.

Литература

1. Блог о применении Power BI в России [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://powerbirussia.ru/2016/04/08/powerbi_intro/
2. Power BI [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://powerbi.microsoft.com/ru-ru/what-is-power-bi/>

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА В ПОЧВЕННО-ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВИТИМО-КАРЕНГСКОГО РАЙОНА

А.В. Сащенко, В.М. Тюленева, А.В. Стародубов, А.А. Киселев

ФГБУ «ВИМС», Москва

В целях повышения эффективности прогноза и поисков разработана историко-геологическая модель формирования уранового оруденения в современных почвенно-торфяных отложениях, проведены минералогические исследования относительно богатых руд месторождения Сиротинка и Орогочи в Витимо-Каренгском районе (север Забайкальского края). Детальные минералого-геохимические исследования с применением прецизионных методов осуществлялись в лабораториях ФГБУ «ВИМС».

Месторождения приповерхностного типа Витимо-Каренгского потенциально урановорудного района расположены в пределах геохимически специализированных на уран гранитных массивов Орекетканского и Амананского комплексов мезозойского возраста, которые внедряются в архей-протерозойские кристаллические сланцы. Гранитоиды дренируются поверхностными водотоками третьего-четвертого порядков. В полях АГСМ съемки гранитные массивы выделяются ореолами повышенных концентраций U. По данным наземного опробования в пробах донных отложений содержание урана варьирует от 2×10^{-3} до 5×10^{-5} %.

Минеральный состав почвенных образований наследует особенности материнских гранитоидов, что отражается увеличением концентраций U, Mo, Cu, Pb, Th и TR в составе почвенно-торфяного слоя. Почвообразующие минералы представлены в основном кварцем и полевыми шпатами, составляющими ~50% от суммы минеральных фаз. Содержание КПШ не превышают 12-14%, это обусловлено более интенсивным их разрушением в процессах корообразования по гранитам, подстилающим рудные горизонты. Глинистая составляющая представлена главным образом монтмориллонитом (>30%). В рудах, наряду с локально проявленной сульфидной минерализацией, присутствует гетит, что характеризует неравновесную окислительно-восстановительную обстановку, которая могла способствовать миграции U^{+6} . Акцессорные минералы представлены сфеном, цирконом, монацитом, рутилом, анатазом, фторапатитом, ильменитом и др., которые характеризуются повышенными содержаниями урана и тория. Количество растительного органического вещества в почвенном слое достигает ~14 %. Основные накопления урана в ураноносных почвах связаны с растительной органикой. На отдельных микро-участках фиксируются области с относительно высоким содержанием $U > 1\%$. Здесь помимо органических веществ уран концентрируется в специфических шаровидных

образованиях – почвенных конкрециях размером 200-500 микрон, в тонких агрегатах слоистых алюмосиликатов с пленками углеродистого вещества и дисперсными сульфидами, в скорлуповидных обособлениях, сложенных углеродистым веществом и слоистыми алюмосиликатами. В этих образованиях локализуются аморфные каплевидные гелеподобные, хорошо растворимые в воде обособления, содержащие до 10% U. По данным проведенного исследования отмечается, что несмотря на высокие концентрации U, собственных минеральных форм урана не выявлено. Представляется, что в ураноносной почве концентрации U, главным образом, обусловлены подвижными, легкорастворимыми его накоплениями в виде ионно-сорбционной пропитки глинистых и органических образований.

По результатам радионуклидного анализа урановых концентраций выявлены существенные смещения радиоизотопных соотношений в радиоактивном ряду ^{238}U от равновесных значений. Установлено, что изотопный возраст оруденения 5-7 тыс. лет. Такие параметры характерны для процессов современного привноса урана (с преобладанием более подвижного изотопа U^{234}) грунтовыми водами и осаждения его на геохимическом барьере.

С учетом геологической истории развития региона, а также установленных минералого-геохимических особенностей ураноносных почвенно-торфяных отложений, разработана историко-геологическая модель рудообразования в Витимо-Каренгском районе, включающая 4 этапа. Этап 1. Формирование в эпоху мезозойской тектоно-магматической активизации специализированных на уран гранитоидов ($\text{T}_3\text{-J}_1$) и их дальнейшая эрозия. Этап 2. В эпоху пенеппенизации (К-Р) формирование коры выветривания гумидного типа с остаточным обогащением пород инертными компонентами: Th, TR и др., переводом некоторой части U, Mo, Pb, Cu и ряда других элементов в подвижные формы с образованием ранних погребенных рудных концентраций. Этап 3. Развитие многолетней мерзлоты с сезонным оттаиванием, что способствует дезинтегрированности пород и миграции урана. Этап 4. Формирование современного почвенно-торфяного слоя с высоким содержанием органического вещества и со «шлиховым» обогащением осадков Th и TR, входивших в состав акцессорных минералов гранитов. Формирование грунтовыми водами в периоды сезонного оттаивания приповерхностных экзодиагенетических концентраций U и сопутствующих элементов (Mo, Pb, Cu и др.) в почвенно-торфяном слое с концентрированием их на сорбционно-восстановительном геохимическом барьере.

Несмотря на то, что не ясна промышленная значимость месторождений урана в почвенно-торфяных отложениях, полученные результаты следует учитывать на стадии прогнозирования и поисков таких объектов.

Авторы выражает благодарность ведущему научному сотруднику Ружицкому В.В. за проведение детальных электронномикроскопических исследований.

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РУДНОГО УЗЛА КАРЫМШИНСКИЙ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА)

Ю.Л. Светлова¹, Е.И. Лобзин², А.В. Лоншаков²

1 – ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург,

2 – АО «Северо-Восточное ПГО», Петропавловск-Камчатский

Первые геологоразведочные работы на Карымшинской площади (Карымшинский и Геофизический участки) проводились в 1960 году Плотниковской партией, в результате которых было выявлено перспективное рудопроявление, а геологоразведочными работами 70-80 гг. установлено его сходство с успешно обрабатываемыми золото-серебряными месторождениями (Асачинское, Родниковское, Агинское, Озерновское), где на поверхность выходит верхний уровень эпитермальной системы, который на более нижних гипсометрических уровнях переходит в зоны стволовых адуляр-кварц-карбонатных жил с продуктивным оруденением и содержаниями золота до 39 г/т [1,2]. В это же время Карымшинский рудный узел был выделен как главная металлогеническая структура площади. Проведенные в пределах узла исследования золото-серебряной минерализации не отличались достаточной детальностью [3].

Основой для постановки работ на площади послужили благоприятное геолого-структурное положение площади, стратиграфический контроль оруденения, широкое развитие на площади зон гидротермально измененных пород, установленные по результатам геохимических работ для ряда рудопроявлений площади – средне-верхнерудный, верхнерудный эрозионные срезьы, а также наличие механических ореолов рассеяния золота в аллювии и мелких водотоках и делювиальных отложениях. Изучение золото-серебряной минерализации, установление формы нахождения благородных металлов и выявление условий формирования оруденения необходимы для оценки перспективности рудопроявлений Карымшинского рудного узла и повышения эффективности поисково-разведочных работ в вышеуказанном и сопредельных районах. Кроме того, стоит принимать во внимание и то, что оруденение на Камчатке молодое, процессы рудообразования и гипергенеза идут до сих пор, поэтому полученные предшественниками результаты исследований в пределах Карымшинского рудного узла могли измениться.

По морфологическим особенностям, условиям залегания, строению рудных зон и характеру распределения металла в них, прогнозируются два геолого-промышленных типа золото-серебряного оруденения: золото-серебряный адуляр-кварцевый жильный и жильно-прожилковый (участок Карымшинский и северо-западная зона участка Северный) и золото-серебряный крупнообъемный прожилково-вкрапленный (центральная часть участка Северный) [3]. В пределах

Карымшинской площади возможно выявление новых гидротермальных золото-серебряных жильных зон и жил, а также площадных зон гидротермально измененных пород, приуроченных к субвулканическим интрузиям миоценового комплекса.

В ходе проведенных полевых работ 2018г. силами АО «Северо-Восточное ПГО» были пройдены 94 пог.км поисковых маршрутов, проведены литохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния 24,1 пог.км, пройдено 12850 м³ канав, опробовано 495 пог.км борозд и выполнен комплекс геофизических исследований (СГ-ВП 7,12км² и ВЭЗ-ВП 109 ф.т.).

На данный момент в лабораториях АО «Северо-Восточное ПГО», ИГГД РАН и ФГБУ «ВСЕГЕИ» выполняется пробирный, полуколичественный спектральный, спектрозолотометрический и микрозондовый анализы пород и руд, а также ведется петрографическое исследование пород, которое позволит выявить метасоматическую зональность прогнозируемого оруденения. Планируется проведение термаборагеохимического исследования газовой-жидких включений, атомно-абсорбционный анализ на Au, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой на 26 элементов и изотопные исследования U-Pb методом и изотопный состав S.

Наибольшие содержания золота по результатам спектрозолотометрического анализа были обнаружены в керновых пробах участка Северный и составили 43,12 г/т золота и 110,0 г/т серебра на метровый интервал (Скв. 190302). Что касается максимальных содержаний золота в образцах коренных выходов, то они варьируют от 3,68 до 5,56 г/т, серебро же в большей части проб не было выявлено, в единичных отмечаются содержания 20,7 и 52,2 г/т.

Выполненные и планируемые лабораторные исследования в совокупности с результатами геологоразведочных работ позволят не только установить последовательность рудообразования и выявить минералого-геохимических особенности золото-серебряного оруденения, но и уточнить формационную принадлежность рудопроявлений.

Литература

1. Краткая объяснительная записка. Каталог месторождений, проявлений, пунктов минерализаций и ореолов рассеяния полезных ископаемых. Карта полезных ископаемых Камчатской области масштаба 1: 500 000//Главные редакторы: Литвинов А.Ф., Патока М.Г. (Камчатгеолком), Марковский Б.А. (ВСЕГЕИ). Петропавловск-Камчатский: СП КФ ВСЕГЕИ, 1999. 520 с.

2. Округин В.М., Ким А.У., Москалёва С.В., Округина А.М., Чубаров В.М., Агаськин Д.Ф. О рудах Асачинского золото-серебряного месторождения (Южная Камчатка)//Материалы ежегодной конференции, посвящённой Дню вулканолога «Вулканизм и связанные с ним процессы». Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2014. С. 330-334.

Фондовая

3. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на Карымшинском участке, проведенных в 1976-79 гг. (в трёх томах). Том первый. Петропавловск-Камчатский, 1983. 158 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ Au-Mo-V РУДНОЙ ФОРМАЦИИ В УГЛЕРОДИСТЫХ СЛАНЦАХ В ВОСТОЧНЫХ САЯНАХ

А.В. Сучков, Д.Е. Выдрич

ФГБУ «ВИМС», Москва

Сейбинский рудный узел входит в состав Сисимского рудно-россыпного района Сисимо-Дивногорской золото-молибден-полиметаллической минерагенической зоны Алтае-Саянской минерагенической провинции.

Узел представляет собой геологический блок в области сопряжения мощной зоны Восточно-Саянского глубинного разлома северо-западного простирания и серии оперяющих ее разломов северо-восточного направления. Площадь узла сложена карбонатно-вулканогенно-терригенные углеродсодержащими породами (лысанская и манская свиты, R3), прорванными штоками гранитоидов беллыкского (O) и дайками габброидов лысанского (R3) интрузивных комплексов. В зонах рассланцевания, милонитизации, катаклаза, участках дробления и брекчирования пород установлены проявления молибденовой минерализации.

По результатам анализа и интерпретации геохимических данных, выполненных ФГБУ «ВИМС» (1), при заверке вторичных геохимических аномалий первичными ореолами в пределах Сейбинского рудного узла для минерализованных зон с молибденом установлены рудно-формационные ряды элементов: Mo, V, Cd, Zn, Cu, Cr, W, Ni, Ag, Pb, относительно невысокие значения коэффициентов вариации, тесная корреляционно-парагенетическая связь молибдена с ванадием, никелем, хромом, цинком. В северной части Сейбинской площади для этих проявлений установлена зональность первичных ореолов с запада на восток: (Zn, Ni, Co, Ti, Sn, Be) → (W, Bi, As, Mn, Ba, Sr,) → (Mo, V, Ag, Li, Zn, Cd, Au) → (Bi, Ag, Pb, Zn, Cu, Co, Ti). Это позволило отнести выявленную минерализацию к проявлениям стратиформной молибден-ванадиевой формации с золотом [2].

В пределах Сейбинского рудного узла прогнозируется новый для Сисимского рудно-россыпного района геолого-промышленный тип молибденового оруденения — стратиформный молибденовой рудной формацией с золотом и ванадием в углеродисто-кремнистых сланцах лысанской свиты верхнего рифея.

Размещение оруденения определяется литолого-стратиграфическими, структурно-тектоническими, метасоматическими, геохимическими и минералогическими факторами, главными из которых являются:

- позиция оруденения относительно определенного стратиграфического уровня,
- литологический контроль оруденения, его формационная принадлежность и положение в разрезе,
- структурно-тектонический контроль оруденения,

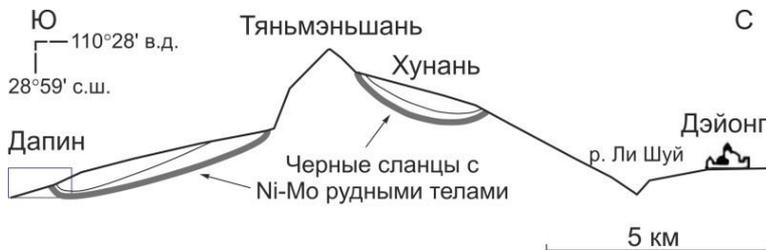


Рис. 1. Модельный разрез стратиформного месторождения Тяньмэньшань с детализацией месторождения Дайпин по [3]

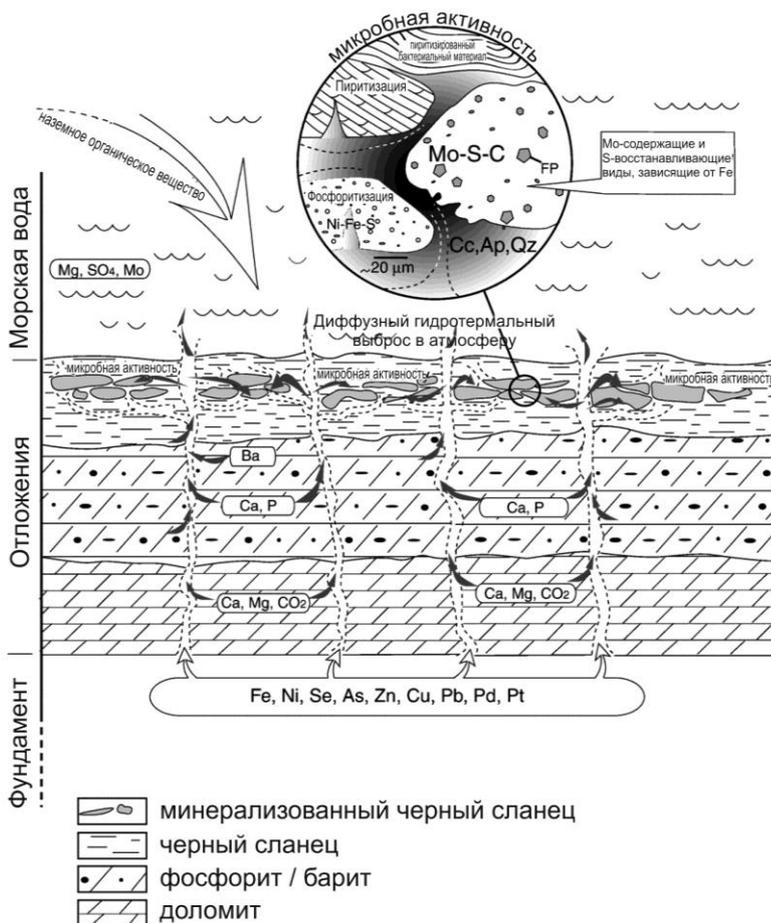


Рис. 2. Схематическая модель формационной среды и предлагаемый механизм формирования сложных комплексных фаз Мо-сульфидов и антрацитоподобного углеродистого вещества и графита по [4]

- характер метаморфизма и гидротермальных преобразований вмещающих пород,
- морфологические типы рудных тел и их размеры: стратиформные минерализованные зоны, линзы и др.,

- рудная, минеральная и геохимическая зональность; её соотношение и сопряженность с метаморфическими и метасоматическими преобразованиями вмещающих пород,
- геохимические и геофизические поля на разных уровнях эрозионного среза оруденения.

Аналогом подобного типа являются стратиформные залежи в черных сланцах месторождений Китая (Tianba) (рис. 1, 2), США (Пенсильвания) и Польши (Мышков) [2] с высокими содержаниями молибдена (до первых процентов), никеля и других элементов. В перспективе возможно выявление подобных месторождений на территории России, в частности, на территории Сейбинского рудного узла.

Литература

1. Заморский и др., 2017 г. Отчёт о результатах работ по объекту «Поисковые работы на золото-молибден-порфиновые руды на площади Джетского рудного узла в Восточном Саяне (Красноярский край)».
2. Стратиформные редкометалльные месторождения / В.К. Денисиенко, В.Л. Лобков, И.Г. Гапошин, М.Ф. Кутырева. Л.: Недра, 1986. 231 с.
3. D. A. Lott, R. M. Coveney Jr., J.B. Murowchick and R. I. Grauch Sedimentary Exhalative Nickel-Molybdenum Ores in South China // Economic Geology, 1999, vol. 94, p. 1051-1066.
4. B. Orberger, A. Vymazalova, C. Wagner, M. Fialin, J.P. Gallien, R. Wirth, J. Pasava, G. Montagnac Biogenic origin of intergrown Mo-sulphide- and carbonaceous matter in Lower Cambrian black shales (Zunyi Formation, southern China) // Chemical Geology, 2007, vol. 238, p. 213-231.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ НА ПРИМЕРЕ РУТИЛОВЫХ ЭКЛОГИТОВ

А.В. Троицкий, Д.Г. Петкевич-Сочнов, В.В. Василишина

ФГБУ «ВИМС», Москва

Объектами исследований являлась руда, отобранная на Шубинском рудопроявлении и представленная измененными рутилоносными эклогитами. Породообразующие компоненты SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , MnO слагают силикатную часть породы, основными минеральными формами являются гранаты, пироксен, амфиболы и другие силикаты.

К полезным (промышленным) минералам эклогитов с позиции их извлечения относятся рутил и гранат. Их минералого-технологическая характеристика позволяет предсказать поведение граната и рутила в процессах рудоподготовки и обогащения.

Химический и минеральный составы измененных рутилоносных эклогитов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Химический и минеральный составы рутилоносных эклогитов, %

Компонент	Содерж.	Компонент	Содерж.	Компонент	Содерж.	Компонент	Содерж.
Na ₂ O	2,21	SiO ₂	54,02	TiO ₂	3,25	P ₂ O ₅	0,55
Al ₂ O ₃	9,01	CaO	6,57	MgO	7,22	Fe ₂ O ₃	16,24
Минералы				Содержание, масс. %			
Нерудные				Гранат		20	
				Амфибол		48	
				Пироксен		6	
				Кварц		19	
				Хлорит, альбит, эпидот, мусковит		4	
Рудные				Рутил		3	
				Ильменит		сл.	

Минералогическое изучение характера раскрытия промышленных (рутила и граната) показало, что раскрытие рутила происходит только в классе крупности $-0,1+0,045$ мм.

На основании предварительного изучения возможности применимости гравитационного и магнитного обогащения, были проведены исследования по обогащению по комбинированной схеме, приведенной на рис. 1.

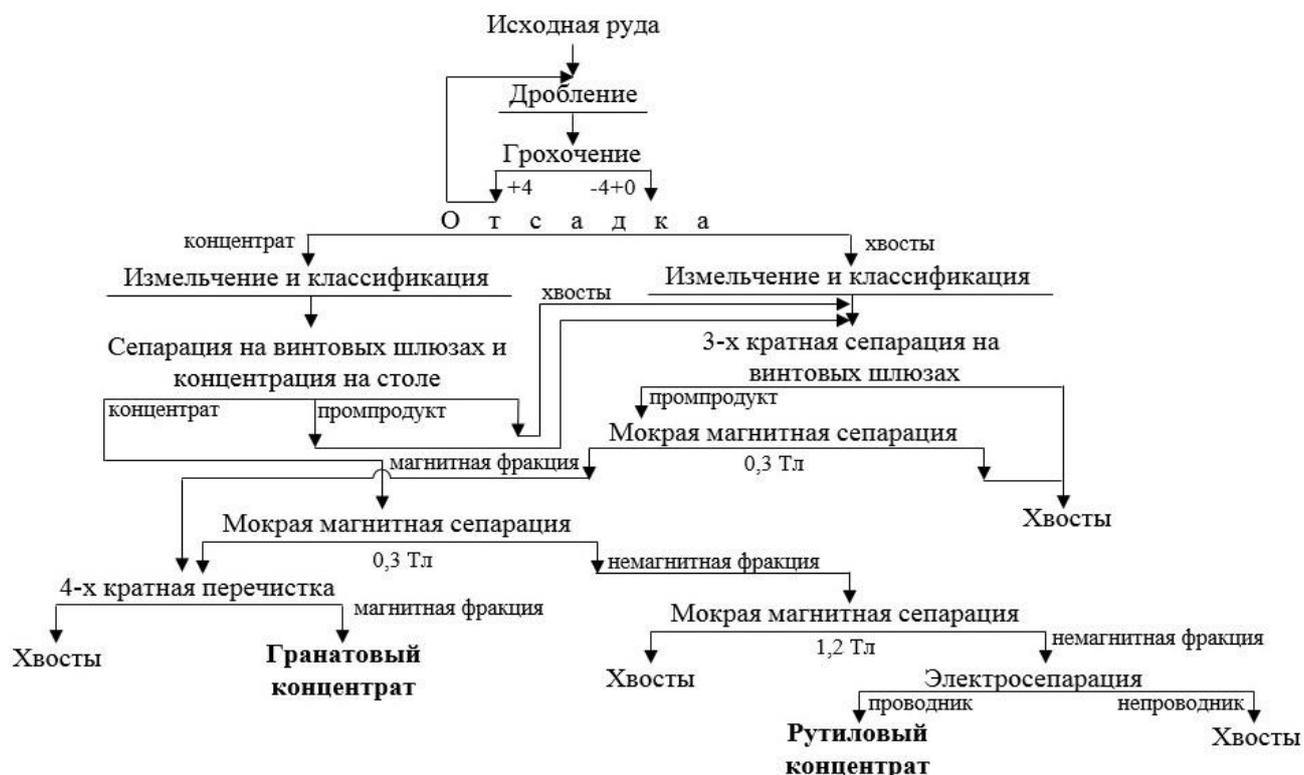


Рис. 1. Комбинированная схема проведения исследований по возможности обогащения исходной руды рутиловых эклогитов

Схема обогащения включает в себя: рудоподготовку исходной руды, отсадку дробленого материала, раздельное измельчение и доводку на концентрационных столах концентрата и хвостов отсадки;

цикл магнитного обогащения концентратов и хвостов концентрационных столов с получением гранатового концентрата; цикл получения рутилового концентрата — магнитная и электрическая сепарации.

Сводные показатели обогащения при проведении лабораторных исследований приведены в табл. 2. Минеральный состав полученных концентратов представлен в табл. 3.

Проведенные технологические исследования установили возможность получения двух концентратов — рутилового и гранатового. Полученный рутиловый концентрат содержит 95,79% TiO_2 (95,5% рутила) при извлечении TiO_2 72,25% от исходной руды. Гранатовый концентрат на 94% состоит из минералов группы граната.

Таблица 2

Сводные показатели обогащения при проведении лабораторных исследований по обогащению исходной руды рутиловых эклогитов

Продукт	Выход, %	Содержание, %						
		MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
Гранатовый концентрат	26,87	4,17	16,32	37,32	0,11	7,73	0,16	32,70
Рутиловый концентрат	2,45	0,21	0,28	1,44	0,03	0,25	95,79	1,08
Суммарные хвосты обогащения	70,68	8,62	6,53	62,19	0,74	6,35	1,21	10,51
Исходная руда	100,0	7,22	9,01	54,02	0,55	6,57	3,25	16,24
Продукт	Выход, %	Извлечение, %						
		MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
Гранатовый концентрат	26,87	15,53	48,67	18,56	5,23	31,62	1,33	54,10
Рутиловый концентрат	2,45	0,07	0,08	0,07	0,14	0,09	72,25	0,16
Суммарные хвосты обогащения	70,68	84,40	51,25	81,37	94,64	68,29	26,41	45,73
Исходная руда	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 3

Минеральный состав концентратов обогащения

Концентрат	Минерал	Содержание, %
Гранатовый концентрат	Минералы группы граната	94
	Кварц, хлорит, амфибол, апатит	6
Рутиловый концентрат	Рутил	95,5
	Кварц, плагиоклаз, гранат	4,5

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ВСКРЫТИЯ ОКИСЛЕННЫХ НИКЕЛЕВЫХ РУД

А.С. Фатов

ФГБУ «ВИМС», Москва

В настоящее время в мире и в России наблюдается устойчивый интерес к проблеме получения соединений скандия, никеля и кобальта из различных видов минерального и техногенного сырья, который связан с перспективами применения этих соединений в производстве новых материалов с высокими эксплуатационными характеристиками (топливных элементов, люминофоров, лазеров, и др.) [1].

Потенциальным источником получения никеля, кобальта могут являться латеритные никель-кобальтовые руды. Латеритные никелевые руды, в которых сосредоточено около 70% мировых запасов никеля, отличаются значительным содержанием скандия.

Содержания основных ценных металлов в латеритных никелевых рудах составляют (% масс.): Ni 1-2, Co 0,05-0,10, Fe 15-50, Al 2-5, Sc 50-60 г/т.

В мировой практике переработки латеритных руд наиболее распространены пирометаллургические способы, имеющие конечной целью получение ферросплавов никеля и кобальта. Реже применяют плавку на штейн с последующим выделением никеля в металлическую фазу. Пирометаллургические способы не предусматривают выделение кобальта и скандия в отдельные продукты. Ввиду применения сложных конструкций оборудования и высоких энергозатрат, пирометаллургические способы становятся менее привлекательными по сравнению с гидрометаллургическими способами.

За рубежом для переработки латеритных руд для извлечения скандия, кобальта и никеля используется технология прямого (без предварительного обжига) сернокислотного выщелачивания под давлением (HPAL): руда подвергается автоклавному сернокислотному выщелачиванию при температуре 255°C и расходах кислоты 300-400 кг/т. Технология разработанная компанией SGS Lakefield Research Limited, реализуется в проектах Nyngan и SCONI, и обеспечивает возможность извлечения в товарную продукцию до 90% и более скандия, никеля, а также кобальта [2].

Для переработки латеритных никель-кобальтовых руд за рубежом успешно используется процесс Direct Nickel (DNi) [3], заключающийся в выщелачивании измельченной до крупности <2мм руды 20-30%-ным раствором азотной кислотой при температуре 110°C и продолжительности выщелачивания 2-6 часов. Из полученного раствора, в который переходит свыше 85% никеля и кобальта, проводят осаждение смеси гидроксидов никеля и кобальта.

Источником получения кобальта, никеля и скандия в России могут являться латеритные руды Серовского и Буруктальского месторождений.

Проведены исследования по вскрытию латеритных руд Серовского месторождения, состава, %: Sc – 0,018; NiO – 0,065; Co₃O₄ – 0,005; Fe₂O₃ – 30,34; Cr₂O₃ – 0,45; SO₃ – 0,043; SiO₂ – 35,68; Al₂O₃ – 20,54, с использованием сернокислотного выщелачивания под давлением (технология HPAL) и автоклавной азотнокислотной технологии, разработанной в ВИМСе [4].

В ходе проведения экспериментальных исследований установлено, что извлечение скандия, никеля, кобальта в раствор при использовании 30%-ого раствора азотной кислоты, температуре 180°C и продолжительности выщелачивания – 1 час, составляет 98, 88 и 99%, соответственно. Извлечение хрома не превышает 22%, железо в результате термогидролиза полностью остается в кеке от вскрытия, что обеспечивает получение более чистого по железу и хрому раствора, который направляется на очистку раствором карбоната кальция от примесей с получением скандиевого осадка и раствора для выделения кобальта и никеля. При автоклавном сернокислотном выщелачивании извлечение скандия в раствор составляет 80,3% при использовании 30%-ого раствора серной кислоты, продолжительности выщелачивания – 3 часа, Т:Ж= 1:4 и температуре выщелачивания – 250°C. Однако, в раствор при этих условия вскрытия извлекается также более 64% железа, 89% хрома, 100% кобальта и никеля, что приводит к необходимости введения операции очистки растворов от примесных компонентов (Fe, Cr и др).

Таким образом, процесс автоклавного азотнокислотного выщелачивания, разработанный в ВИМСе, является более предпочтительным для вскрытия латеритных руд по сравнению с сернокислотной технологией (HPAL), так как обеспечивает уже на стадии вскрытия селекцию кобальта и никеля от примесных компонентов.

Литература

1. URL: <http://www.atominfo.ru/newsh/o0305.htm> (дата обращения: 05.02.2019).
2. URL: <https://investorintel.com/sectors/technology-metals/technology-metals-intel/scandium-international-advances-nyngan-scandium-project/> (дата обращения: 06.02.2019).
3. The Direct Nickel Process. URL: <http://blog.totalmateria.com/the-direct-nickel-process/> (дата обращения: 12.12.2018).
4. Ю.Е. Сутырин, Л.В. Зверев, А.М. Нурабаева. Азотнокислотный вариант переработки окисленного никель-кобальтового сырья / Сборник научных трудов Комплексная переработка минерального сырья пиро- и гидрометаллургическими способами. Москва, 1982. С.35.

ОБЖИГ-МАГНИТНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ХРОМИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

И.В. Чепрасов, В.Г. Безносков

ФГБУ «ВИМС», Москва

Основная часть хромоворудных объектов России относится к высокожелезистым хромовым рудам, получение высоколиквидной продукции – стандартного углеродистого феррохрома – из которых плавкой напрямую невозможно, в связи с низким соотношением $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ в рудном минерале – хромшпинелиде. Перспективной технологией переработки некондиционных хромовых руд и концентратов является метод восстановительного обжига с последующей магнитной сепарацией. В результате обжига хром и железо в рудах и концентратах восстанавливаются до металлического состояния; последующей магнитной сепарацией из обожжённого материала выделяется основная часть железа, чем повышается соотношение $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ в продукте, поступающем на плавку.

С целью разработки методических рекомендаций по обжиг-магнитной переработке концентратов были проведены исследования на пробе типового объекта хромовых руд, относящегося к хромовым рудам повышенной железистости стратиформного геолого-промышленного типа (проба БВ-2). Схема подготовки пробы БВ-2 к гравитационному обогащению включала: стадийное дробление, измельчение и классификацию руды с последующим обогащением на концентрационном столе в несколько стадий с получением концентрата, промпродукта, хвостов и шламов, промпродукт подвергался доводке на электромагнитном сепараторе. Содержание Cr_2O_3 в суммарном гравитационно-магнитном концентрате составляет 43,5% при извлечении 84,5%. Содержание FeO – 23,6%, соотношение $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}'$ – 1,43. Полученный концентрат не соответствует требованиям существующих ГОСТов для получения высокоуглеродистого феррохрома. Оценена возможность кондиционирования концентрата по соотношению $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}'$ с применением восстановительного обжига с последующей магнитной сепарацией для выплавки стандартного феррохрома. Опробована технология с предварительным восстановлением окускованного материала в отдельном агрегате с последующим разделением его с помощью магнитной сепарации на магнитную и немагнитную фракции. Проведённые эксперименты показали, что для получения материала, пригодного для выплавки углеродистого феррохрома (отношение $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO} \geq 3,0$) в соответствии с ГОСТ 4757-91, необходимо проводить высокотемпературный обжиг исходного сырья при температуре не ниже 1350°C . Проведённые опытные плавки показали, что использование металлизированного хромового материала облегчает получение углеродистого феррохрома с содержанием хрома выше 65,0%.

Извлечение хрома составило 92%, кратность шлака 1,2. Феррохром соответствует марке ФХ800. Схема переработки представлена на рис. 1.

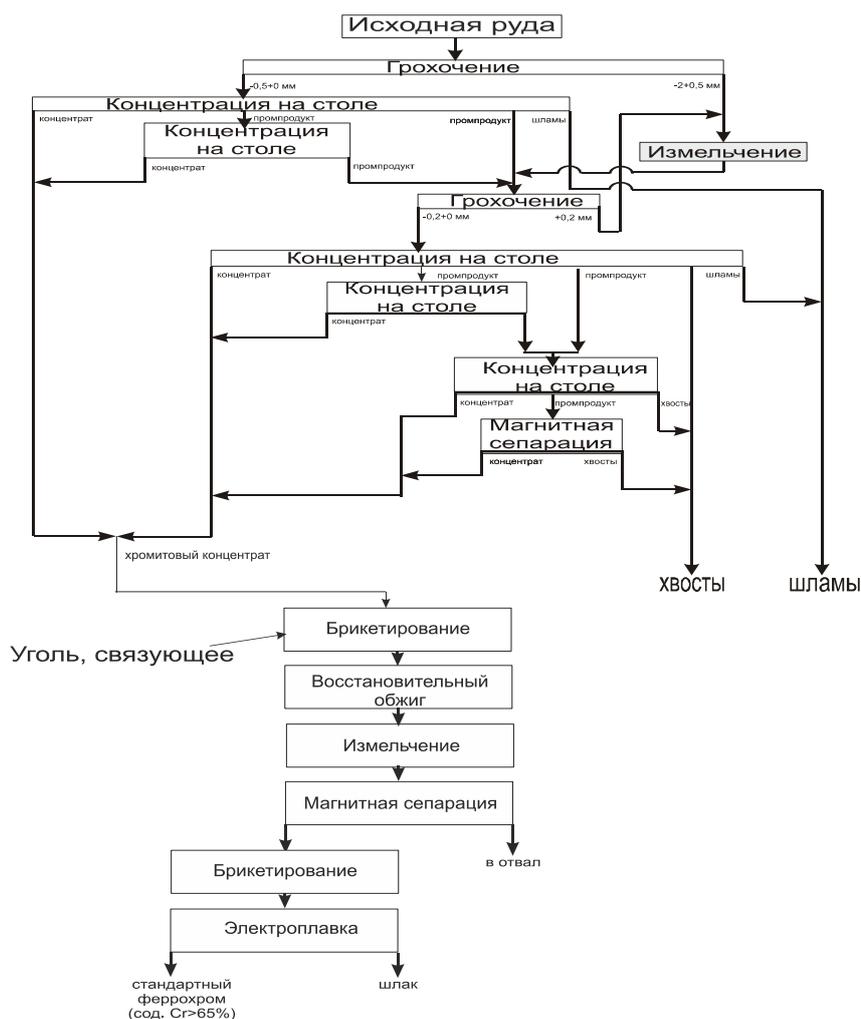


Рис. 1. Схема переработки высокожелезистых хромовых руд пробы БВ-2

Были выполнены экономические расчеты, подтвердившие перспективность применяемой технологии. При годовой производительности предприятия по руде равной 500 тыс.т. при ее переработке по предложенной технологической схеме и при выходе на полную производственную мощность предполагается получение выручки в размере 5 030,1 млн руб. от реализации 63,2 тыс. тонн/год углеродистого феррохрома марки ФХ800; 44,0 млн руб. от реализации 82,3 тыс. тонн/год шлакового щебня. Основные показатели экономической эффективности за расчетный период характеризуются положительными значениями (табл. 1)

Таблица 1

Основные показатели экономической эффективности

Ставка дисконтирования	15,0%	10,0%
Индекс доходности	1,22	1,57
Дисконтированный срок окупаемости капитальных вложений, лет	10,9	8,8
ЧДД, млн руб.	1010,4	2919,2
Недисконтированный срок окупаемости капитальных вложений, лет	6,9	
Внутренняя норма доходности	19,5%	

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ПРИСАЯНЬЯ ТИПА «НЕСОГЛАСИЯ» С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МИНЕРАЛОГО- ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТОЛБОВОЕ И РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ИЛЬМИГИНСКОЕ)

И.Е. Чистякова, Е.Н. Карманов

ФГБУ «ВИМС», Москва

Месторождение Столбовое и рудопроявление Ильмигинское расположены в Присяянском потенциально урановорудном районе (ПУРР).

В региональном геологическом плане месторождение Столбовое локализовано в пределах Бирюсинского гранито-гнейсового поднятия, которое контролируется одноименной зоной разломов северо-западного простирания. В геологическом строении рассматриваемой территории выделяется 2 структурных этажа: нижний – дорифейский, и перекрывающий его со структурно-стратиграфическим несогласием (СН) верхнерифейский, сложенный песчаники шангулежской свиты (RF₂₋₃). Урановорудные прожилковые зоны локализованы в нижнем структурном этаже, который представлен верхнекарельскими (KR₂) гранитоидами и гранито-гнейсами саянского интрузивного комплекса с ксенолитами кристаллосланцев часовенской толщи.

Рудопроявление Ильмигинское расположено в северной части Урикско-Ийского грабена, контролирующегося Ермин-Горхонской зоной разломов. В геологическом разрезе площади также как и на месторождении Столбовое выделяется дорифейский (KR₂) гранит-метаморфический фундамент, сложенный преимущественно сланцами, в т. ч. углеродсодержащими. На нем со структурно-стратиграфическим несогласием залегают отложения протоплатформенного чехла (RF₁) – раннерифейские конгломераты и песчаники ермосохинской свиты, вмещающие серию прожилковых зон с урановой минерализацией.

В пределах обоих объектов выявлены многочисленные рифейские разновозрастные дайки и силлы пород основного состава, а также широкие околорудные ореолы гидротермально-метасоматических изменений, представленных различными по составу слюдами, хлоритами и др.

В рамках настоящей работы проводилось изучение и сравнение рудно-метасоматических образований, проявленных в разнотипных геологических обстановках – в фундаменте (Столбовое) и в чехле (Ильмигинское).

Фазовая структурная диагностика тонкослюдистой минерализации из околорудного пространства проводилась методом рентгенофазового анализа (РФА) (Шувалова Ю.Н., Бондарчук И.Б). Также на обоих объектах по образцам керна осуществлялась диагностика (Рассулов В.А.) гидротермально-метасоматической минерализации с использованием

портативного спектрометра TerraSpec 4 Hi-Res (ASD Inc. Panalytical NIR Center, США). С помощью прибора было проведено измерение спектров диффузного отражения в Ultraviolet Visible-Near-Infrared (UV-Vis-NIR) (ультрафиолетвидимый свет – ближне-инфракрасная область) и определен состав глинисто-сланцевых, карбонатных фаз и хлоритов с использованием базы данных и программного обеспечения TSG Version 7 (CSIRO, Australia).

В процессе исследований было установлено, что урановое оруденение на месторождении Столбовое сопровождается гидротермально-метасоматическими изменениями типа березитов. На месторождении Столбовое отчетливо проявлена окolorудная зональность в виде иллит-сланцевых изменений в гнейсо-гранитах. Внешние зоны светлоокрашенных метасоматитов представлены мусковитом, мусковит-фенгитом, доломитом, хлоритизированным биотитом. Внутренние зоны темноокрашенных метасоматитов маломощны и представлены мусковитом, мусковит-иллитом, пиритом и арсенопиритом и Mg-Fe-хлоритом. Пржилки настурана имеют раннерифейский возраст (1,35 млрд лет – Pb-Pb; $1,31 \pm 23$ млрд лет – U-Pb).

По результатам изучения окolorудных изменений в песчаниках и конгломератах ермосохинской свиты было установлено их сходство с метасоматитами типа гидрослюдизитов. С ними, как правило пространственно и во времени ассоциируют оксиды урана, относящиеся к раннему рифею (1,35 млрд лет – Pb-Pb).

Таким образом, отличие на объектах Столбовое и Ильмигинское в формационной принадлежности обусловлено несомненно различной глубиной их образования и возможно является проявлением вертикальной температурной гидротермально-метасоматической зональности.

На основании полученных данных показана высокая степень надежной идентификации минералов слюд (мусковит, фенгит, парагонит, серицит, иллит), глиен (каолинит, монтмориллонит), карбонатов и хлоритов методом UV-Vis-NIR-спектрометрии, что позволяет оперативно в полевых условиях осуществлять картирование гидротермалитов.

На данный момент получены новые результаты измерений по 10 скважинам на трех буровых профилях месторождения Столбовое. В дальнейшем планируется визуализировать эти данные в виде объемной модели, что позволит получить целостную пространственную картину распределения рудно-метасоматических зон.

ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУКАРИ В ВОСТОЧНОЙ ПУСТЫНЕ ЕГИПТА

Х.Э. Шарафелдин

МГРИ-РГГРУ, Москва

Пространственное положение месторождения Сукари в одноимённом гранитном массиве определяется тектоническими факторами контроля золотого оруденения. Гранит внедрился в пластичные метаморфизованные вулканогенные породы, углеродистые сланцы и серпентиниты по региональной зоне разломов и надвигов северо-восточного простирания, соответствующего ориентации неопротерозойских рифтогенных структур. Хрупкое тело гранитов в пластичных зеленосланцевых породах подвержено проявлению в нём как пологих контракционных трещин, так и разноориентированных систем тектонических трещин, выполненных крупными золото кварцевыми жилами с участками их брекчирования.

Рудная минерализация месторождения Сукари контролируется сопряженными зонами правосторонних и левосторонних сдвигов по системе субширотных разломов, диагонально ориентированных относительно ЮЮЗ-ССВ простирания зоны коллизии. Этот вывод сделан на основе анализа структурных данных об элементах залегания сдвиговых смещений, установленных в породах и рудах месторождения. Именно, исходя из этого вывода о несомненной генетической связи оруденения с тектоническими деформациями, нами проведен тектонофизический анализ, результатом которого могло бы стать детальное описание условий развития деформаций *взбросового* типа, как сейчас представляется, имевших фундаментальное значение для формирования геолого-структурных обстановок эндогенного рудообразования. Наличие фактических данных об ориентировке сдвиговой трещиноватости горных пород определило возможность проведения описания развития условий деформации месторождения в процессе формирования его структуры на основе реконструкции параметров дорудных и синрудных (внутрирудных) тектонических напряжений. Исходным материалом явились опубликованные данные об ориентировке 228 сдвиговых трещин на месторождении [2]. Установленная ранее генетическая связь процессов эндогенного рудообразования с взбросовыми механизмами деформации земной коры, определяет синрудные условия её объемного разуплотнения. На это был направлен поиск подобных тектонофизических механизмов развития структуры месторождения Сукари.

Исследования выполнены в соответствии с методикой тектонофизического анализа П.Н. Николаева, 1992 [1]. Эта методика определяет последовательность работы с данными о статистических максимумах, сопряженных систем тектонических трещин для нахождения

точек выхода осей главных нормальных ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) и максимальных касательных ($\tau_m^{\text{лев}}, \tau_m^{\text{прав}}$) напряжений на верхней полусфере равноугольной стереографической сетки Г. Вульфа. Индексами осей ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) в отечественной тектонофизике принято обозначать, соответственно, (σ_1) «растягивающие» напряжения (синий цвет плоскости действия), (σ_2) «промежуточные» напряжения (серый цвет плоскости действия) и (σ_3) «сжимающие» напряжения (красный цвет плоскости действия). Знак сдвиговой компоненты в индексах максимальных касательных напряжений (τ_m) обозначается сокращениями «лев.» (зеленый цвет плоскости действия) и «прав.» (фиолетовый или розовый цвет плоскости действия).

На них синим цветом показана ориентировка плоскостей действия «растягивающих» напряжений (σ_1), серым цветом – «промежуточных» напряжений (σ_2) и красным цветом – «сжимающих» напряжений (σ_3). Зелёным цветом показаны плоскости действия максимальных касательных напряжений с левосдвиговой (левосторонней) компонентой тектонических движений ($\tau_m^{\text{лев}}$), а розовым цветом, – с правосдвиговой (правосторонней) компонентой тектонических движений ($\tau_m^{\text{прав}}$).

Сравнительный анализ параметров поля тектонических напряжений позволяет сделать выводы, существенно дополняющие, результаты морфоструктурного анализа. Для большей информативности анализа ниже дан рисунок, на котором удобно сопоставить простирания рудоносных жил параметрами напряжений (рис. 1).

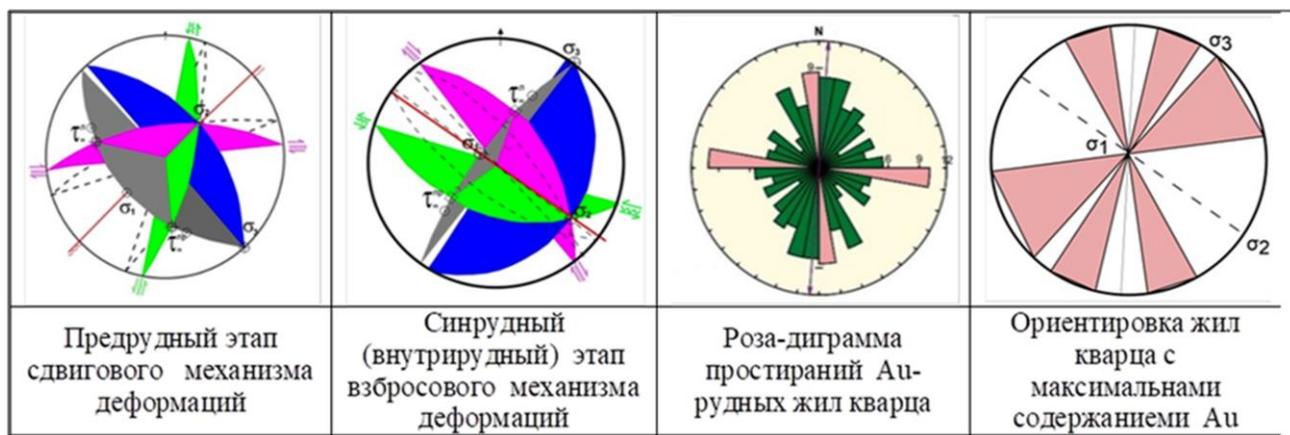


Рис. 1. Сопоставление простирания золоторудных жил кварца (правая диаграмма, розовым цветом показаны статистические максимумы жил) с ориентацией плоскостей действия главных напряжений на предрудном и синрудном этапах развития месторождения Сукари

По данным о трещиноватости горных пород проведена реконструкция тектонических полей напряжений и определена ориентация главных нормальных ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) и максимальных касательных ($\tau_m^{\text{лев}}, \tau_m^{\text{прав}}$) напряжений, контролировавших развитие тектонических деформаций на предрудном и синрудном (внутрирудном) этапах формирования месторождения. По соотношению ориентации главных нормальных ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) напряжений установлено, что развитие предрудного этапа контролировалось действием сдвигового механизма, а синрудного, –

действием взбросового механизма деформационных процессов. Действие взбросового механизма происходило при субвертикальной ориентации «растягивающих» (σ_1) напряжений. Активизация этих напряжений в ходе тектогенеза определила ведущую роль вертикальной компоненты деформации в объёмном разуплотнении горных пород (преодолении их гравитационного сжатия).

Литература

1. Николаев П.Н. Методика тектодинамического анализа. М.: Недра, 1992. 295 с.
2. Mohamed A. Abd El-Wahed , H. Harraz, M. H. El-Beairy, Transpressional imbricate thrust zones controlling gold mineralization in the Central Eastern Desert of Egypt., Ore Geology Reviews 2016 V.78 pp. 424-446.