

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РУДОНОСНОСТЬ МАЙСКОГО РУДНОГО УЗЛА

Артемьев Д.С.

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ФГУП «ВСЕГЕИ»), Санкт-Петербург, Россия, e-mail: *dima_art@inbox.ru*

Майский рудный узел расположен в Центрально-Чукотской металлогенической области. В геологическом строении узла принимают участие в основном терригенно-осадочные отложения триасового возраста. На этапе мезозойской тектоно-магматической активизации в пределах узла широко проявлены процессы кислого и субщелочного магматизма, а так же связанные с ними гидротермально-метасоматические новообразования. В центре внимания находится крупнообъемное золотосульфидное Майское месторождение, характерной чертой которого является золото, связанное в сульфидах. Оруденение приурочено к субмеридианальным крутопадающим разрывным нарушениям, преимущественно восточного падения, рудные тела находятся в лежащих боках мощных тел гранит-порфиров и фельзит-порфиров.

GEOLOGY AND ORE-BEARING ORE CLUSTER MAYSKOE

Artemyev D.S.

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (FSUE «VSEGEI»), Saint Petersburg, Russia, e-mail: *dima_art@inbox.ru*

May ore cluster is located in the Central Chukotka metallogenic area. The geological structure of the node are involved mainly terrigenous sediments of Triassic age. At the stage of the Mesozoic tectonic-magmatic activity within the node widely manifested processes and sour subalkalic magmatism, as well as the associated hydrothermal-metasomatic neoplasms. The focus is on large-volume Maiskoe gold-mine, which is characterized by gold associated sulfides. Mineralization is confined to submeridian steeply dipping faults, mainly eastern fall, ore bodies are lying sides of powerful bodies granite porphyry and felsite porphyry.

Майский рудный узел расположен в Центрально-Чукотской металлогенической области. В геологическом строении участвуют терригенные отложения триасового возраста, объединенные в две формации: аспидную и флишоидную (Сидоров А.А., 1966). Отложения аспидной формации представлены толщей сланцев и филлитов, а так же пачками кварц-плагиоклазовых и туфогенных песчаников, смятых в складки. Мощность вещественного состава формации варьирует от 1000 до 1500 метров. Эта формация слагает крупные и мелкие антиклинальные поднятия. В данном случае она обнажается на поверхности в горстах Ичувеевского поднятия. Осадочные отложения повсеместно прорывают силлы, дайки и штоки диабазов и габбро-диабазов; они указывают на активность магматических процессов в нижнем – среднем триасе.

Следующая, флишоидная формация сформировалась в верхнем триасе. Ее отложения в пределах синклиналильных прогибов (Паляваамский) представлены пачками чередующих-

ся песчаников, алевролитов, глинистых сланцев при резком преобладании тонкозернистых разностей пород. На крыльях антиклинальных поднятий (Куульское, Ичувеемское, Эльвенеиское) в значительной степени развиты кварцевые, полевошпатово-кварцевые и граувакковые песчаники. Возраст отложений подтвержден морской фауной. Общая их мощность не превышает 3000 м.

На границе палеозойского и мезозойского этажей Чукотского геоблока (в первой половине раннего мела) в связи с поздне- и постаккреционными процессами сформировались глубинные магмоподводящие северо-западные и поперечные северо-восточные разломы шовного типа, вертикального и пологого залегания. По этим разломам произошло внедрение Кукенейского гранитоидного массива, занимающего центральное положение в Майском рудном узле. По данным И.А. Загрузиной, изотопный возраст массива составляет 120–100 млн лет. По результатам исследования образцов гранитоидов Кукенейского массива, собранных автором, полученным в ЦИИ ФГУП «ВСЕГЕИ» на приборе SHRIMP II возраст магматической кристаллизации пород является нижнемеловым – 108,5 млн лет.

В пределах Майского рудного узла распространены месторождения разных рудных формаций: касситерит-сульфидные (Кевеемское, Кукенейское), золото-серебрянные (Промежуточное, Сильное) и золотосульфидное месторождение вкрапленных руд – Майское. В обобщенном виде структура месторождения, занимающего площадь около 6 км², представляется в виде дислоцированной брахиантиклинали, осложненной майским горстовым выступом. Осадочные породы осложнены мелкой складчатостью разных порядков, наиболее интенсивной в центральной и северо-восточной частях. Разрывная тектоника проявлена многочисленными трещинами северо-восточного, северо-западного, субширотного и субмеридионального направлений.

Вмещающими породами месторождения являются терригенно-осадочные отложения кевеемской свиты, смятые в складки различного порядка, а так же субвулканические крутопадающие дайки кислого состава, имеющие субширотное простирание, представленные гранит-, фельзит-порфирами и лампрофирами.

Все рудные тела месторождения приурочены к субмеридиональным, крутым северо-восточным разрывным структурам субсогласным с генеральным направлением складчатости, имеющим восточное падение. По условиям залегания выделяются крутопадающие рудные тела с падением 65–85° несогласные с залеганием субвулканических даек, и пологие (45–60°), согласные залеганию дайкового комплекса.

Рудообразование связано с гидротермально-метасоматической проработкой осадочных и жильных пород на первой стадии кислыми растворами, при температуре в 250–300° и высоком давлении. В результате образовались полости выщелачивания с перекристаллизацией среднезернистого кварца в гранулированный и произошло заполнение высокобарическим диккитом полостей и трещин. Затем последовало понижение давления и температуры растворов до 250–150° (в среднем 210°) при смене кислых условий на щелочные, о чем свидетельствуют высокие содержания оксидов натрия и калия в продуктивных зонах. Каждая последующая стадия образования метасоматитов и оруденения происходила на меньшей глубине от земной поверхности. В результате указанных метасоматических процессов были образованы породы, по химическому и петрографическому составу сходные с березитами, а так же основная часть тонкодисперсного золота.

В ходе работы установлена прямая корреляция золота с молибденом, мышьяком, таллием и иногда с сурьмой. Тонкодисперсное золотое оруденение образует парагенезис с сульфидами железа и мышьяка. По данным А.М. Гаврилова и А.П. Плешакова содержание золота в мышьяковистом пирите в среднем составляет 60 г/т, а в арсенопирите – 660 г/т. Так же им удалось выявить отдельные кучные скопления округлых включений

самородного золота размером от 0,3 до 0,03 мкм. Важно отметить, что для вкрапленной минерализации рассматриваемого месторождения не характерны изменения состава и структурно-морфологических особенностей по простиранию и с глубиной.

Самородное золото сформировалось на заключительном этапе рудообразования и контролируется кварц-антимонитовыми жилами с брекчиями осадочных пород. Участки с видимым золотом приурочены к рудным столбам, где его содержания достигают сотен грамм на тонну. Самородное золото в этой ассоциации крупное, размеры выделений достигают 1–2 мм, имеет комковатую, каплевидную форму, образует спорадические скопления и гнезда в центральных частях и зальбандах кварц-антимонитовых жил. Сидоров А.А. в своей работе отмечает высокую пробность видимого золота – 920–950.

Схема эволюции рудного процесса Майского месторождения заключается в следующем:

Активизация глубинных региональных разломов и заложение новых разноориентированных разрывных нарушений, региональный метаморфизм терригенно-осадочных толщ с образованием кварц-пиритовой ассоциации.

1. Внедрение вдоль ослабленных зон даек лампрофиров, гранит-порфиров и фельзит-порфиров с образованием редкометальной минерализации.

2. Метасоматическая проработка вмещающих пород и формирование промышленной пирит-арсенопиритовой минерализации с тонкодисперсным золотом.

3. Образование секущих кварц-антимонитовых жил с самородным золотом и мышьяком.

Литература

1. Волков А.В., Гончаров В.И., Сидоров А.А. Месторождения золота и серебра Чукотки / М., ИГЕМ РАН; Магадан, МВКНИИ ДВО РАН, 2006.
2. Гаврилов А.М., Плешаков А.П. и др. Субмикроскопическое золото в сульфидах некоторых месторождений вкрапленных руд // Сов. Геология. 1982. № 8.
3. Городинский М.Е. Геологический очерк центральных районов Чукотки // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Вып. 16. Магадан. 1963.
4. Загрузина И.А. Геохронология мезозойских гранитоидов Северо-Востока СССР / М., Наука. 1977.
5. Константинов М.М. Золоторудные провинции мира / М., Научный мир. 2006.
6. Лугов С.Ф. Основные черты геологического строения и металлоносности Чукотки / М., Госгеолтехиздат. 1962.
7. Новожилов Ю.И., Гаврилов А.М. Золото-сульфидные месторождения в углеродистотерригенных толщах / М., ЦНИГРИ. 1999.
8. Сидоров А.А. Золото-серебряное оруденение Центральной Чукотки / М., Наука. 1966.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАПАСОВ РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ПЕРИФЕРИИ УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СЕВЕРНЫЙ И ЮЖНЫЙ КАРАМУРУН» (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

Байназаров Б.Р.¹ Третьяков С. Ю.²

¹Томский политехнический университет (ТПУ), г. Томск, Россия, e-mail: *baqlan@inbox.ru*

²АО НАК «Казатомпром» ТОО «РУ-6», п. Шиели, Республика Казахстан,
e-mail: *Tretyakov_SY@rub.grk.kz*

Освоение периферийных частей месторождения Северный Карамурун затруднено сложным геологическим строением рудных тел. При их отработке следует ожидать не подтверждения запасов на стадии вскрышных работ, а так же отклонения выходных эксплуатационных параметров технологических блоков.

MAIN PROBLEMS DEVELOPED RESERVES LOCATED ON THE PERIPHERY OF URANIUM DEPOSITS «NORTH AND SOUTH KARAMURUN» (REPUBLIC OF KAZAKHSTAN)

Bainazarov B.R.¹ Tretyakov S.Y.²

¹Tomsk polytechnic university (TPU), Tomsk, Russia, e-mail: *baqlan@inbox.ru*

²JSC "Kazatomprom" LLP "RU-6", Shieli, Kazakhstan, e-mail: *Tretyakov_SY@rub.grk.kz*

The development of the peripheral parts of the deposit North Karamurun difficult complex geology of the ore bodies. When they are working out should be expected to confirm the reserves at the stage of stripping operations, as well as the deviation of output performance parameters of technological blocks.

10 лет назад в системе АО НАК «Казатомпром» действовало всего лишь три добычных предприятия:

- Степное Рудоуправление
- Центральное Рудоуправление
- Шестое Рудоуправление

В тот период времени «Шестое Рудоуправление», в отличие от смежных предприятий, добывало металл с глубин 500–700 метров, при статическом уровне подземных вод на уровне 10–15 метров. Повсеместное присутствие в рудном горизонте значительного количества мелкозернистого песка переходящего в пылеватую форму, наличие промежуточных рваных водоупоров, блоков с содержанием карбонатов в рудовмещающих породах до 1,8% (при среднем содержании карбонатов по месторождению 0,5%) и не выдержанность (струйность и линзовидность) самих рудных тел, создавало и создает огромные проблемы при ведении процесса добычи металла способом подземного скважинного выщелачивания [1].

За 30 летний срок эксплуатации месторождения Северный Карамурун, блока с наименьшей расчётной себестоимостью были отработаны, не освоенными остаются блока с расчётной себестоимостью 40–48 \$ и выше за 1 фунт урана, которые расположены на периферии и сложны в отработке. Продуктивность вскрываемых блоков снизилась за время эксплуатации с 8 кг/м² до 1,8...3,2 кг/м², что приводит к снижению содержания урана в ПР и при неизменной добыче 1000 тонн в год идет рост парка эксплуатируемых скважин. Все вышеперечисленные факторы приводят к увеличению себестоимости добычи металла.

Невысокое содержание урана в растворах с технологических блоков имеющих низкие продуктивности в пределах $1,8...3,6 \text{ кг/м}^2$, ввод в эксплуатацию блоков с высоким содержанием карбонатов в рудовмещающих породах, вскрываемые в последние периоды, приводят к снижению содержания урана в ПР в целом по цеху Карамурун. Так в 2013 году, средняя продуктивность вскрываемых и вовлекаемых в добычу блоков лежит в пределах $3,4 \text{ кг/м}^2$, со среднегодовым плановым содержанием урана в ПР $40,9 \text{ мг/л}$, что соответствует среднегодовому содержанию урана в ПР действующего полигона $40,3 \text{ мг/л}$. В итоге в целом по цеху Карамурун среднегодовое плановое содержание урана в ПР 2013 года составило $40,4 \text{ мг/л}$. Все это приведет и приводит к увеличению затрат на текущую эксплуатацию.

В период 2000–2002 года изучались преимущество и недостатки гексагональной и рядной схем вскрытия. Пришли к выводу, что рядная схема вскрытия более приемлемая для эффективной отработки блоков в условиях месторождения Северный и Южный Карамурун. При гексагональной схеме вскрытия вывод из эксплуатации одной внутриблочной закачной скважины, приводит к выпадению из проработки $16,6\%$ объема ГРМ по ячейке, а с учетом работы данной закачной скважины на 3 откачные скважины, суммарный эффект образованной «мертвой» зоны составит $49,8\%$ объема ячейки. В рядной же системе вскрытия, вывод из эксплуатации закачной скважины лишь ослабит фронтальное направление закачных растворов, без образования «мертвой» зоны, за счет работоспособности смежных скважин в ряду. Так же рядная схема позволяет вскрывать запасы большим количеством технологических скважин с сокращением периода эксплуатации площади и соответствующим сокращением затрат текущего периода (зарплаты, отчисления и т.д.).

В 2002–2004 годах определялся оптимальный режим закисления. Какой из методов закисления, классический активный (сам-на-себя) или опережающий пассивный, более приемлем в условиях месторождений Северный и Южный Карамурун. Наиболее приемлемым был определен опережающий режим закисления. Данный режим позволяет использовать растворы дорабатываемых полей без прокачки непродуктивных растворов подготавливаемых площадей. Запуск погружных насосных агрегатов выполняется в рабочих средах с промышленными концентрациями урана в растворах. Из работы погружных насосов исключается период подготовки прифильтровых зон и пласта, характеризующийся протеканием значительных физических и химических кольматационных процессов. Кроме этого, проведение опережающего режима закисления позволяет снизить кольматационные процессы пласта и прифильтровых зон откачных скважин и соответственно проводится меньшее количество РВР.

Проведение химической обработки скважин растворами серной кислоты на блоках с высоким содержанием карбонатов в рудовмещающих породах, со временем становится менее эффективной. С целью повышения эффективности химической обработки откачных скважин применяли соляную кислоту. На первых порах соляную кислоту заливали в устье скважины, однако объем подачи соляной кислоты на одну скважину составлял от 200 литров и более, что очень дорого обходится. Перешли к подаче соляной кислоты, с помощью установки 1БА-15В, непосредственно в фильтровую зону через буровые снаряды, что позволило сократить расход соляной кислоты до $50\text{--}70$ литров, но вероятность выхода из строя скважины и буровых снарядов были и остаются велики.

В период 2009–2010 года совместно с ТОО «ИВТ» разработали и внедрили в производство передвижную модульную установку очистки скважин (ПМУОС). Достоинством данной установки является мобильность и безопасность проведения РВР на технологических скважинах. Однако наработанный опыт эксплуатации выявил необходимость прове-

дения ряда усовершенствований данной установки. Установка разрабатывалась как возможная альтернатива установкам 1БА-15В и УРБ.

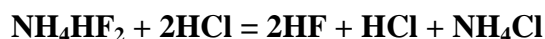
В 2011–2012 годах совместно с ТОО «ИВТ» провели опытно-промышленные работы по эффективному освоению запасов геологических блоков расположенных на периферии рудоносной зоны месторождения Северный Карамурун. В результате данных работ, была доказана сложность отработки этих запасов. Работы не определили эффективных методов отработки краевых частей геологических блоков и требуется продолжения этих работ.

В 2012 году внедрили в производство узел химической обработки скважин в системе ТУППРа. Использование узла химической обработки скважин в системе ТУППР позволило без дополнительных затрат на автотехнику и человеческие ресурсы увеличить количество хим. обработок, существенно увеличить объем подаваемых декольматирующих растворов в скважины и улучшить состояние ОТ и ТБ.

В 2013 году провели эксперименты по применению бифторид фторид аммония (БФА), для химической обработки откачных скважин. Эффективность применения БФА для восстановления дебитов откачных скважин достаточно высокая. Применение БФА особенно удобно в плане безопасности, т.к. сыпучий продукт упакован в мешки и может храниться и транспортироваться обычным способом. Данную работу необходимо продолжить в плане поиска и отработки наиболее оптимальных режимов химической обработки данным методом, а так же разработки и внедрения в производство мобильной передвижной установки для проведения химической обработки технологических скважин.

В условиях ТОО «РУ-6» проводятся работы по испытанию и внедрению в производство перспективных направлений улучшения качества химических обработок скважин. Одним из таких направлений является использование бифторид-фторид аммония (БФА) (NH_4HF_2) для получения растворов плавиковой кислоты (HF) и использования ее в качестве декольмантанта.

Применение БФА для получения плавиковой кислоты возможно за счет следующей химической реакции:



Для приготовления растворов HF необходима техническая соляная кислота, что существенно увеличивает опасность проводимых работ и стоимость проведения РВР. Специалистами ТОО «РУ-6» было предложено заменить соляную кислоту, серной так как минеральная кислота в данном случае необходима только для обеспечения кислотности растворов. После замены минеральной кислоты реакция приобретает вид:



Проблема поисков эффективных физических и химических методов проведения ремонтно-восстановительных работ (РВР) в скважинах, с целью увеличения дебита и межремонтного цикла, была и остается в ТОО «РУ-6» весьма актуальной, и значимость эффективного решения этих проблем ежегодно возрастает. В связи с тем, что продуктивность вскрываемых блоков снизилась за время эксплуатации с 8 кг/м^2 до $1,8\text{--}3,6 \text{ кг/м}^2$, растет парк эксплуатируемых скважин. В последние пять лет были вскрыты и введены в эксплуатацию блока со средним содержанием карбонатов в руде $1,1\text{--}1,8\%$, центральные части месторождения отработаны, в эксплуатацию начали вовлекаться периферийные части месторождения, где, как правило, руды рваные, тяжело вскрываемые, зачастую с не подтверждающимися балансовыми запасами и выходными параметрами в разы ниже ожидаемых проектно-расчетных значений. На сегодня мы эксплуатируем своё месторож-

дение уже более 30 лет. Возможно, что предприятия, введенные в эксплуатацию 7–10 лет назад, столкнутся с такими же проблемами через 5–10 лет, многие столкнулись с ними уже сегодня, часть предприятий имеют такие проблемы практически с момента ввода в эксплуатацию, что частично и объясняет отклонение от консолидированного плана развития НАК «Казатомпром». Если мы сегодня не начнем активно решать существующие проблемы, то через 5–10 лет следует ожидать значительного роста себестоимости добычи и переработки металла.

Литература

1. Аубакиров Х.Б, Берикболов Б.Р, Вершков А.Ф, Язиков В.Г. Урановые месторождения Казахстана / Алматы: Білім, 2008. – 318 с.
2. Отчеты геологоразведочных работ и детальной разведки месторождений «Северный и Южный» // Карамурун в период 1970–90 гг.

**ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА
РОССЫПНОГО ЗОЛОТА РОССЫПЕЙ р. ЛОГИНОВА И р. КОВАЛЕВА
(о. БОЛЬШЕВИК, арх. СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ)**

Белоконов Г.В.

Сибирский Федеральный Университет (СФУ), г. Красноярск, Россия, e-mail: *gbelokonov@gmail.com*

Это первое исследование на данной территории за последние 25 лет. На основе комплексного изучения самородного золота россыпей р. Логинова и р. Ковалева реконструирована природа коренного источника, питающего россыпи. Установлены особенности морфологии и вещественного состава золота, характерные для данных россыпей. Выявлено влияние кварцевых жил, черных сланцев и промежуточных коллекторов – Юрских конгломератов.

**SPECIAL ASPECTS OF MORPHOLOGY AND COMPOSITION
OF ALLUVIAL GOLD IN PLACERS OF LOGINOV AND KOVALEV STREAMS'
(BOLSHEVIK ISLAND, THE NORTH LAND ARCHIPELAGO)**

Belokonov G.V.

Siberian Federal University (SFU), Krasnoyarsk, Russia, e-mail: *gbelokonov@gmail.com*

This survey is the first for the past 25 years. Based on complex study of alluvial gold the nature of ore body was reconstructed. Special aspects of morphology and composition of gold were determined for this placers. It was found out that quartz veins, black shales and intermediate headers – Jurassic conglomerates had influenced on placers.

Остров Большевик располагается в зоне арктической пустыни, характеризующейся развитием сплошной многолетней мерзлоты и современного оледенения покровного типа. Климат района типично арктический – с низкой среднегодовой температурой (-14–18°C) и сравнительно небольшим количеством (150–200 мм) осадков. При продолжительности полярного дня 140 суток сезон с положительной среднесуточной температурой воздуха не превышает 2,5 месяцев.

Разведанные россыпи золота входят в бассейн реки Гольшева, который находится в юго-восточной части острова Большевик, второго по величине и самого южного в архипелаге Северная Земля. В Бассейн входят россыпи р. Гольшева, р. Ковалева и р. Логинова.

Россыпные проявления золота отмечаются в основном только на юге острова, где связаны, в первую очередь, с аллювиальными комплексами наиболее крупных рек, в древних долинах которых продуктивность локализуется на отрезках, развитых в пределах возвышенной денудационной равнины.

Самородное золото является доминирующим ценным компонентом золотосодержащих песков. Основные технологические свойства песков определяются, в первую очередь, их вещественным составом и мёрзлым состоянием. В тяжелом шлихе преобладающее значение имеет пирит, как в виде свежих кристаллов и обломков, так и в окисленной форме. Кроме него так же могут встречаться магнетит, хромит, рутил, гранат [2].

Самородное золото в россыпях наследует состав питающих её рудных источников. Для россыпного золота данных россыпей характерно большее влияние механических процессов выветривания, преобладающих над химическими.

Качество полезного компонента во всех россыпях бассейна достаточно однородно и его типоморфные характеристики весьма близки между собой.

Золото изучаемых россыпей представлено преимущественно мелкими и средними зёрнами пластинчатой формы.

Для данных россыпей характерно преобладание фракции менее 2,5 мм и сравнительно низкое присутствие мелких золотинок (-0,25мм). Средняя величина рядовых зёрен составляет 1,66 мм при среднем весе около 3,7 мг. Гранулометрический состав золота может отклоняться от указанных величин в пределах россыпей, но не значительно.

На морфологические особенности данных россыпей золота наибольшее влияние оказали механические процессы выветривания, преобладающие над химическими. Металл в изученных россыпях достаточно однороден и его типоморфные характеристики весьма близки между собой.

Золото встречается преимущественно в виде пластинок (50–95%) и табличек и чешуек (до 15%), меньше развиты трещинные (интерстиционные) образования (5–15%), ещё меньше – комковидные и цементационные (5–10%). Ряд золотинок имеет проволковидную форму выделения.

Окатанность большей части металла слабая, на поверхности зерен наблюдается шероховатость и борозды. Среди элементов рельефа наиболее заметны отпечатки кристаллов и зерен других минералов.

Часть золотинок сохраняют реликты форм, присущих для коренных месторождений: закругленные, но выступающие ответвления, либо четкие торцевые поверхности и четкие гексагональные очертания. Кроме того, встречаются золотины, практически не претерпевшие деформаций, имеющие четкую дендритовидную форму. По морфологии преобладают золотины неправильного типа, изометричные и разветвленные разновидности находятся в подчиненном значении. Деформации золотинок выражаются в загибах краёв, смятии мелких выступов, перегибах мелких чешуек пополам. Кроме того, на поверхности некоторых зёрен отмечается различная штриховка, шагреневая поверхность и характерные зеркала скольжения. Повсеместно в золоте встречаются кристаллы кварца и примазки вмещающих пород, значительно реже попадаются вроски сульфидов и других минералов. Так же, на различных участках россыпей на золотинок наблюдаются плёнки гидроокислов, которые обычно развиты в углублениях, иногда встречаются в виде рубашки. Наличие подобных пленок гидроокислов железа говорит о попадании золота в зону окисления в процессе транспортировки в россыпи. Подобные условия могут быть созданы в корках выветривания, как площадных, так и линейных, которые повсеместно развиты в пределах изучаемых месторождений. Каких-либо пространственных закономерностей в изменчивости характеристик золота однозначно не устанавливается, за исключением естественного уменьшения крупности зёрен сверху вниз по течению водотоков [1].

Для ряда отобранных золотинок были сделаны микронзондовые анализы для определения пробыности Au и установления количественных соотношений между золотом и элементами-примесями. Среди элементов-примесей определялись медь, серебро и ртуть. Измерения производились в центральной и краевой частях каждой из золотинок. Всего анализу было подвергнуто 92 золотины из шлиховых проб и коренных кварцевых жил.

В результате проведенных анализов были получены следующие данные. Содержание золота в золотинок колеблется от 79,3 до 99,9 мас. %. Содержания серебра изменяются в пределах 0,01 до 20 мас. %, ртути – от 0 до 2,17 мас. %, меди – от 0 до 0,21 мас. %.

Сравнение показателей золота, полученного из коренных кварцевых жил с россыпным позволяет утверждать, что размыв кварцевых жил внес лишь небольшую лепту в формирование россыпей. Вероятно, что достаточно большая часть материала была переотложена

из более древних продуктивных образований. Об этом свидетельствует то, что содержания золота и элементов-примесей в части золотин россыпей значительно отличаются от жильно-кварцевых. Коренной материал характеризуется более низким содержанием ртути и серебра и более высоким содержанием золота.

Средняя пробность золота – 930‰ с небольшими отклонениями для светло-желтых, красноватых и зеленоватых разновидностей. Стоит отметить, что на части исследуемых золотин наблюдается высокопробная оторочка, содержание золота в которой достигает 97,5–99,5%. В целом, разность содержаний золота ΔAu между центральной и краевой частями золотин варьируется от 0–20 до 60–80‰, достигая в отдельных золотилах 100–120‰. Подобная разность достигается за счет уменьшения содержания серебра и ртути при повышении содержания золота.

Данный показатель указывает на то, что золото месторождений имеет склонность к облагораживанию при длительном нахождении в россыпи. Но, учитывая, что эта закономерность свойственна далеко не всем золотилам (одновременно могут находиться золотины с облагороженной каймой, без неё, либо вообще с обратной картиной – наличием низкопробной оторочки), можно судить о нескольких источниках питания россыпи, как по отдаленности, так и по генезису. В некоторых случаях золото находится в россыпи достаточно долго, чтобы образовалась высокопробная оторочка, а иногда оно попало в россыпь относительно недавно.

Полученные данные о вещественном составе и особенностях морфологии самородного золота позволяют судить о происхождении материала, питающего россыпь. По типоморфным особенностям золота исследуемых россыпей можно предполагать, что формирование россыпей происходило преимущественно за счёт переотложения материала более древних образований, с привнесением свежеразрушенных коренных источников. Для данных россыпей характерно доминирующее влияние механических факторов разрушения над химическими, а наличие на части золотин пленок гидроокислов железа свидетельствует о пребывании золота в зоне окисления уже после разрушения коренного источника. Не исключается возможность участия юрских конгломератов в качестве промежуточных коллекторов. Однако, часть золотин не имеет пленок гидроокислов вовсе и обладает отличным химическим составом – повышенным содержанием золота и пониженным содержанием ртути. Микронзондовым анализом установлено, что состав этих золотин идентичен составу золота в коренных кварцевых жилах [4].

Для ряда золотин характерно наличие высокопробной каймы, которая достигается за счёт вымывания серебра и ртути, что свидетельствует о достаточно длительном их пребывании в россыпи. Часть золотин этой каймы не имеют, а некоторые и вовсе имеют обратную зависимость: в краевой части по сравнению с центральной наблюдается пониженное содержание золота и более высокое содержание серебра и ртути. Данная модель распределения содержаний золота и элементов-примесей характерна для коренных кварцевожильных образований [3]. Наличие в россыпи подобных золотин указывает на то, что на не большом отдалении происходит привнос свежего материала.

Слабая окатанность, наличие штриховок, зеркал скольжения, характер очертаний золотин и отпечатков на них, указывает на то, что источников было несколько, как по отдаленности, так и по условиям формирования: от глубинных до близповерхностных. Наличие сростков самородного золота с минералами, такими как магнетит, пирит и хлорит, так же указывает на слабую степень переработки материала в аллювии и небольшую дальность сноса. Исследования на электронном микроскопе позволили однозначно установить природу сростков золота с другими минералами и исключить механизм захвата минералов в процессе их вымывания.

Литература

1. Билибин Ю.А. Основы геологии россыпей / М., изд. АН СССР, 1955, 472 с.
2. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 200 000 / Под ред. Марковский В.А. Серия Североземельская. ЦАГРЭ, Норильск, 1988.
3. Проскурнин В.Ф. Минерагенический анализ Таймыро-Североземельского региона и оценка его золотоносного потенциала / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Санкт-Петербург, 2013 г.
4. Сердюк С.С. и др. Модели месторождений золота Енисейской Сибири / Красноярск, 2010 г.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗОЛОТОНОСНОСТИ НОРСКОЙ ПЛОЩАДИ (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Бушувев Я.Ю.

Национальный минерально-сырьевой университет (Горный университет), г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: *ofiolit718@gmail.com*

Норская площадь – объект перспективный на обнаружение коренного месторождения золота. Проведено сравнение с объектом аналогом (месторождение Маломыр), рассмотрены вопросы сложности и длительности оруденения, предложены изменения в методику поисковых работ.

NORA AREA GOLD MINERALIZATION RESOURCE PROMISE ESTIMATE

Bushuev Y.Y.

National Mineral Resources University (University of Mines), Saint Petersburg, Russia,
e-mail: *ofiolit718@gmail.com*

Nora area is a promising primary gold object. It was compared to the similar object (Malomyr deposit). Mineralization complexity and persistence are covered. Exploration methods adjustment is proposed.

Амурская область в последнее время занимает ведущие позиции в России по добыче золота за счет вовлечения в разработку коренных месторождений. Так как практически все известные месторождения уже введены в эксплуатацию, стоит вопрос о расширении минерально-сырьевой базы коренной золотоносности, вести поиски рекомендуется в районах с небогатыми россыпями [5].

Одно из крупнейших месторождений золота в Амурской области – Маломыр. Оно находится в пределах Монголо-Охотской геосинклинальной области, в границе Джагды-Селемджинской металлогенической зоны. На западном замыкании данной зоны расположена Норская площадь. Анализ геологических структур, геохимической ассоциации руд подтверждает представление [8] о её схожести с Маломырским рудным узлом.

На её территории с XIX века известны небольшие россыпи золота; в прошлом веке было выявлено несколько коренных проявлений золота. Они локализуются в зонах дробления, субпараллельных основным субширотным структурам рудного поля (простирающие сланцеватости пород, осей складок, главных разрывных нарушений). На выявление рудных тел в подобных структурах и были направлены современные геологоразведочные работы. Их результатом, вследствие отсутствия достаточно разработанной поисковой модели, стало выявление лишь разобщенных рудных пересечений.

Анализ геологического строения района свидетельствует о том, что кроме субширотных зон в строении рудного поля принимают участие резко секущие, практически нормальные к основным направлениям, структуры. Они неявные, скрытые, и, так как они практически параллельны разведочным сечениям, выявить их можно лишь случайно. На наличие скрытых структур меридионального простираения в Монголо-Охотском поясе указывается во многих статьях и монографиях [2, 4, 6, 7], в основном связывая их с влиянием тихоокеанских структур.

Проведенные исследования показывают, что рудопроявления Норской площади различны по характеру оруденения, типоморфным особенностям самородного золота, его

минеральным и геохимическим ассоциациям. На различия в россыпной золотоносности Норской площади указывалось ранее [1]. Это многообразие указывает на возможную длительность, полистадийность формирования данных объектов, что трактуется как благоприятный фактор для формирования месторождений золота [3].

Среди рудопроявлений можно выделить попадающие в описанные выше поперечные структуры (№ 1, 2, 3, 8, 9, рисунок), они выделяются в первую очередь по повышенным содержаниям золота и свинца (таблица).

Используя данные опробования вторичных ореолов рассеяния подобные структуры можно локализовать на площади. Требуется обратить внимание на точки с максимальными содержаниями свинца и золота (рисунок).

Таким образом, проведённые исследования дают право говорить о перспективности Норской площади на обнаружение коренной золотоносности и предложить новые методические решения для поиска рудных тел. Работы стоит сконцентрировать в местах наложения структур и, дополнительно, требуются разведочные профили широтной ориентировки.

Т а б л и ц а

Степень концентрирования* элементов в рудопроявлениях Норской площади**

№***	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Au	200	47	16	25	42	148	47	19	62
Sn	1,4	2,0	0,8	0,6	0,9	1,3	0,6	0,8	0,8
W	2,3	1,2	1,5	2,9	4,1	1,5	3,5	2,9	3,9
Mo	1,1	0,6	1,2	1,2	1,1	1,4	1,3	1,2	0,8
Cu	0,8	0,8	0,8	0,6	1,3	1,0	1,0	0,5	1,2
Pb	4,5	1,3	1,4	0,7	0,9	2,8	0,8	0,9	3,0
Zn	1,4	1,0	0,8	0,6	0,7	1,9	1,4	0,8	1,7
Ag	6,4	4,7	0,5	1,0	1,8	3,0	2,0	3,0	2,4
As	0,7	1,3	1,8	0,3	3,8	2,2	10,5	2,7	14,8
Sb	0,5	0,4	0,8	0,8	2,0	0,8	1,4	0,8	4,8
Bi	4,2	6,7	1,2	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6
Co	0,6	1,3	0,4	0,6	1,2	0,9	0,5	0,7	0,7

* содержания нормированы на средние значения для всей выборки (8881 бороздовая проба).

** приведены рудопроявления со следующими средними параметрами: содержание Au > 1 г/т, мощность рудного пересечения > 1 метра.

*** номера рудопроявлений соответствуют № на рис. 2.

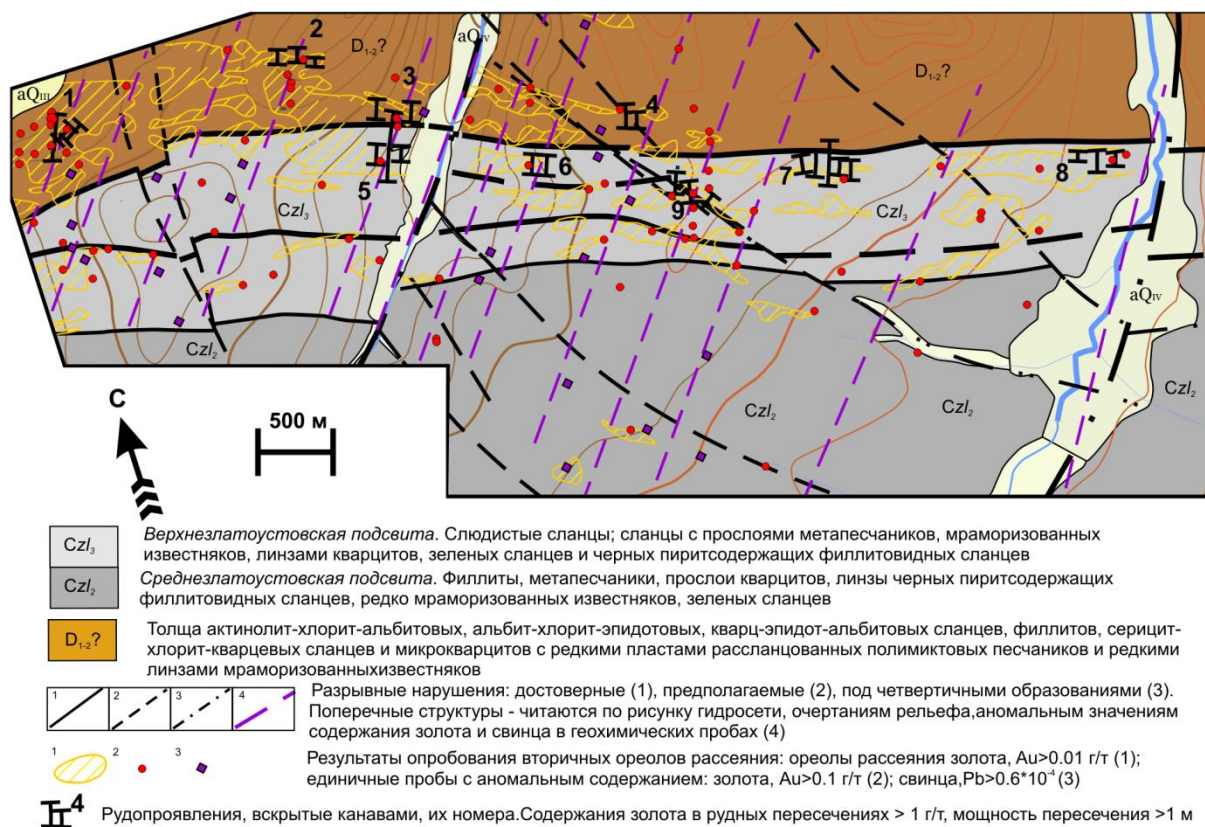


Рисунок. Схема расположения скрытых поперечных структур на Норской площади (с использованием [1], материалов производственных отчетов).

Литература

1. Бушуев Я.Ю. Выявление коренных источников золота россыпью бассейна реки Норы Селемджинского района Амурской области // Записки горного института. – 2012. – № 195. – с. 9–14.
2. Власов Н.Г., Курник Л.П. Роль субмеридиональных геологических структур в формировании рудных узлов Приамурья // Разведка и охрана недр. – 2013. – № 11. – с. 7–11.
3. Золоторудные гиганты России и мира / М.М. Константинов, Е.М. Некрасов, А.А. Сидоров и др. – М.: Научный мир, 2000. 272 с.
4. Радкевич Е.А. Металлогенические провинции Тихоокеанского рудного пояса / М.: Наука, 1977. 157 с.
5. Степанов В.А. Перспективы золотоносности Приамурской провинции // Руды и металлы. – 2013. № 1. – с. 25–32.
6. Томсон И.Н., Кочнева Н.Т., Кравцов В.С. и др. Металлогения скрытых линеаментов и концентрических структур / М.: Недра, 1984. 272 с.
7. Хомич В.Г., Фатъянов И.И., Борискина Н.Г. Металлогения золота в трудах Е.А. Радкевич и проблема образования обособленных и совмещенных концентраций Au и Sn // Тихоокеанский рудный пояс: материалы новых исследований. Владивосток: Дальнаука, 2008. – с. 228–245.
8. Эйриш Л.В. Металлогения золота Приамурья. (Амурская область, Россия) / Владивосток: Дальнаука, 2002. 193 с.

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ШТОКВЕРКОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МОЛИБДЕНОВОЙ ФОРМАЦИИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ЯКУТИИ (НА ПРИМЕРЕ ЖИРЕКЕНСКОГО И БУГДАЙНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДНОГО ПОЛЯ БАДИС)

Выдрич Д.Е.

Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского (ФГУП «ВИМС»), г. Москва, Россия, e-mail: *devrich@mail.ru*

Выделены основные геолого-структурные особенности сходства и различия рудного поля Бадис от Жирекенского и Бугдаинского месторождений. Для Бугдаинского и Жирекенского месторождений указаны характерные черты сходства в геолого-структурном положении и геологическом строении. Для исследуемых объектов проанализированы розы-диаграммы направленности магнитного поля, замеры трещиноватости и тектонические структуры месторождений. По результатам комплексных геолого-структурных исследований с учетом аналоговых объектов уточнена первоначальная модель рудного поля Бадис.

GEOLOGICAL AND STRUCTURAL FEATURES STOCKWORK DEPOSITS MOLYBDENUM FORMATION IN EAST SIBERIA AND YAKUTIA (FOR EXAMPLE ZHIREKEN AND BUGDAINSKOYE DEPOSITS AND ORE FIELD BADIS)

Vydrich D.E.

All-Russian scientific-research institute of mineral resources named after N.M. Fedorovsky (FSUE «VIMS»), Moscow, Russia, e-mail: *devrich@mail.ru*

The basic geological and structural features of the similarities and differences of ore field Badis from Zhireken and Bugdainskoye deposits is allocated. For Bugdainsky and Zhireken deposits specified characteristic similarities in geological and structural position and geological structure is listed. For the investigated objects analyzed rose-pattern of the magnetic field measurements and tectonic structure of deposits. According to the results of complex geological and structural studies with the analog objects refined the initial model of the ore field Badis.

К основным штокверковым месторождениям молибденовой формации в Восточной Сибири относятся Жирекенское и Бугдаинское, расположенные в краевых частях Главного Монголо-Охотского разлома. В Якутии примером штокверкового молибденового оруденения является рудное поле Бадис, которое расположено на сочленении южной окраины Алданского щита со Становой складчатой областью, в зоне Станового глубинного разлома.

Бугдаинское и Жирекенское месторождения в геолого-структурном положении и в геологическом строении имеют много общего, что заключается:

- 1) в положении рудных районов относительно тектонических структур древнего плана: рудные районы находятся в узлах их пересечения;
- 2) в наличии вертикальных тектонических движений в зонах мезозойской тектономагматической активизации на фоне общего сводового поднятия, что приводило не только к омоложению и образованию разломов северо-восточного простирания, но и к подновлению древних разломов широтного, меридионального и северо-западного простираний;

3) в высоком уровне контроля промышленного оруденения разломами меридионального и широтного простираний;

4) в наличие раскисления ядерных частей плутонов биотит-амфиболитового состава;

5) в пространственной связи кольцевых структур с участками проявления глубинного раскисления плутонов;

б) в широком развитии кольцевых структур, связанных с тектоническими движениями в бортах приразломных впадин.

Рудное поле Бадис, относится по Покалову В.Т. [2, 3] к молибденовой формации, как и Жирекенское и Бугдаинское месторождения, которые хотя и не являются полными аналогами, но имеют общие черты геологического строения, это:

– связь месторождений с молодыми многофазными интрузиями умеренно-кислого состава;

– внедрение молодых интрузий по ослабленным зонам в блоки более древних гранитоидов;

– в плане изометричная форма проявлений рудно-магматических комплексов;

– наличие брекчиевых трубок и кварцевых ядер конусовидной формы.

Геолого-структурные особенности, отличающие объект Бадис от штокверковых месторождений молибденовой формации, заключаются в следующем:

– на площади объекта Бадис слабо проявлена многофазность магматического очага. Это касается как непосредственно интрузивного массива, так и дайкового комплекса;

– несмотря на изометричность аномалий физических полей (что связано с подходом к интерполяционным схемам обработки) структурный план рудного поля довольно однообразен – преобладание тектонических структур северо-восточного простирания – согласно со Становой шовной зоной;

– на объекте Бадис оруденение располагается в основном вне контуров отрицательной магнитной аномалии – в краевой части гранодиорит-порфиров. Это указывает на существенно более низкую интенсивность гидротермальной и метасоматической проработки в рудной зоне;

– вероятно наиболее интенсивные гидротермальные изменения приурочены к центральной части рудного поля.

Тектонические структуры месторождений и степень их проявленности в магнитном поле. Наибольшее количество максимумов направленности магнитного поля выделяется на розе-диаграмме Жирекенского месторождения, на которой наиболее отчетливо выражены тектонические нарушения северо-западного и субширотного направлений. Учитывая физические свойства пород месторождения можно сделать вывод, что широтные и северо-западные разломы, являющиеся наиболее контрастными к вмещающей среде, контролируют дайки основного состава и линейные зоны интенсивной гидротермальной проработки на флангах рудного штокверка (юго-восточный фланг месторождения). С системой субмеридиональных разломов на месторождении связаны дайки гранит-порфиров, характеризующиеся малоконтрастными физическими полями по отношению к измененным породам рудного штокверка.

Бугдаинское месторождение характеризуется более изометричной розой-диаграммой направленности магнитного поля, что связано с разнонаправленностью тектонических нарушений (зон трещиноватости).

Роза-диаграмма направленности магнитного поля и трещиноватости рудного поля Бадис в отличие от Жирекенского и Бугдаинского месторождений, имеет два максимума, которые обусловлены тектоническими нарушениями северо-восточного и северо-северо-западного направлений. С системой северо-восточных разломов на рудном поле связаны

бластомилониты Становой шовной зоны, дайки гранит-порфиров и линейные зоны штокверкового окварцевания. К системе северо-северо-западного направления приурочены дайки диорит-порфиров.

Выводы. Анализ геолого-структурных особенностей Жирекенского и Бугдаинского месторождений с учетом интерпретации геофизических и геохимических данных был положен в основу первоначальных модельных построений рудного поля Бадис. Первоначальная модель рудного поля Бадис обладала следующими основными элементами: при формировании рудных штокверков ведущую роль играют разнонаправленные тектонические нарушения; рудный штокверк на рудном поле Бадис имеет изометричное подковообразное очертание в плане и находится в экзоконтакте штока гранодиорит-порфиров, как и на Бугдаинском месторождении; физические поля, как и среда изотропны в силу наличия разнонаправленных структурных элементов и объемной проработки циклами гидротермальных и метасоматических процессов.

Анализируя полученные в ходе поисковых работ данные по объекту Бадис было установлено:

- в пределах рудного поля преобладают тектонические нарушениями северо-восточного и северо-северо-западного направления;
- физическое поле имеет анизотропное строение, что входит в противоречия с моделями среды месторождений Бугдаинское и Жирекенское;
- штокверковое окварцевание с рудной минерализацией образует линейные штокверки северо-восточного простирания.

Поэтому возникла необходимость уточнить модель рудного поля Бадис и ориентировку разведочных линий, что было бы вполне оправдано при ограниченном количестве априорной геологической информации. К тому же наблюдалось весьма высокое сходство морфологических и аномальных особенностей физических полей и геохимических данных.

Литература

1. Кастрыкин Ю.П., Белобородов М.А., Денисов С.В. Опыт прогнозной оценки молибденового оруденения в восточной части Станового хребта // Геология и геофизика, 1976, № 10.
2. Покалов В.Т. Рудно-магматические системы гидротермальных месторождений / М.: Недра, 1992. – 288 с.
3. Поиски, разведка и оценка месторождений молибдена / М-во геологии СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т минер. сырья. Под ред. В.Т. Покалова. М., Недра, 1984, 199 с.,
4. Структуры рудных полей и месторождений вольфрама, молибдена и олова / Б.В. Макеев, А.Б. Павловский, В.Т. Покалов и др. – М.: Недра, 1983. – 234 с.

ПРИНЦИПЫ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПО УСЛОВИЯМ ВЕДЕНИЯ ШЛИХО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ПОИСКОВ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРА ОЛЕНЕКСКОГО ПОДНЯТИЯ

Голубев С.Ю.

Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ФГУП «ЦНИГРИ»), г. Москва, Россия, e-mail: *serg-golubev@yandex.ru*.

Изложены принципы районирования территории по условиям ведения поисков, позволяющие интерпретировать результаты шлихо-минералогических исследований с учетом особенностей седиментации при формировании осадочных толщ.

THE BASE OF THE DIVISION OF AREAS FOR MINERALOGICAL PROSPECTING IN NORTH OF OLENEK UPLAND

Golubev S.Yu.

Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals (FSUE TsNIGRI), Moscow, Russia, email: *serg-golubev@yandex.ru*.

It is presented of the division of areas, for the interpretation of the best results of mineralogical prospecting.

Под районированием территории по условиям ведения поисков понимается выделение районов с различными типами взаимоотношений между прогнозируемыми кимберлитовыми телами и вмещающими и перекрывающими породами, что в конечном итоге определяет эффективность тех или иных поисковых методов и рациональные схемы комплексов (прогнозно-поисковые комплексы).

Основными факторами, контролирующими районирование, являются:

1. Особенности прогнозируемых коренных источников, их петрогенетические типы, содержания и соотношения минералов-индикаторов кимберлитов (МИК);
2. Ожидаемый возраст коренных источников алмазов.
3. Характер перекрывающих отложений. В самом общем виде можно выделить следующие типы перекрытия:

– открытые территории, где кимберлитовмещающие породы перекрыты лишь четвертичными континентальными осадками;

– перекрытые терригенными дочетвертичными породами и четвертичными отложениями. Эффективность поисковых методов зависит от мощностей терригенных толщ, их фациальной принадлежности и седиментологических особенностей формирования.

В пределах севера Оленекского поднятия ранее были выделены два основных типа поисковых обстановок: Хорбусуонский и Северо-Келимярский. Выделение данных типов было основано только на анализе развития разновозрастных осадочных толщ, при этом не учитывались особенности формирования осадочных толщ перекрывающих среза кимберлитовмещающих пород.

В рамках Государственного контракта по объекту: «Поисковые работы на выявление нетрадиционных для России месторождений алмазов триасового возраста на севере Оленекского поднятия (Республика Саха (Якутия))» проводится составление карты районирования по условиям ведения поисков. Основное внимание при этом уделяется анализу осо-

бенностей формирования осадков, перекрывающих ожидаемый срез кимберлитовмещающих пород. Карта составляется на основе легенды в которую кроме учета особенностей перекрытия среза кимберлитовмещающих пород, заложено выделение динамических типов осадков, т.к. динамический тип определяет формирование россыпей алмазов и ореолов МИК различной дальности транспортировки.

Легенда карты включает следующие блоки:

I-ый блок – лито-стратиграфический. Данный блок легенды отражает распределение по площади работ комплексов осадочных пород прорываемых кимберлитами ожидаемого возраста и соответственно являющимися перекрывающими срез кимберлитовмещающих пород ожидаемого возраста. В основу составления данного блока положена геологическая карта района работ (по материалам аэрофотогеологической съемки масштаба 1 : 50 000 1984-1992 гг). Показаны участки распространения кембрийских пород; пермских пород; нижнетриасовых и юрских отложений.

II-ой блок – минералогический. В соответствии с данным блоком легенды на карте показаны: находки алмазов в аллювии, триасовых отложениях, содержания алмазов в погребенных россыпях, аллювиальные россыпи по данным опробования 2014 года, положение участков возможной мобилизации алмазов и минералов-индикаторов кимберлитов.

III-ий блок – геофизический. В соответствии с данным блоком на карту районирования вынесены перспективные геофизические аномалии, прогнозируемые по геофизическим данным алмазоносные кимберлитовые поля, предварительно намеченные участки, перспективные для локализации кустов кимберлитовых тел.

Ранее была установлена алмазоносность базальных конгломератов булунканской свиты верхнего триаса рэтского яруса [1]. Булунканская свита рассматривается как основной индикатор наличия в пределах севера Оленекского поднятия коренных месторождений и является единственным известным коллектором алмазов и минералов-индикаторов кимберлитов. По данным предшественников, свита представлена толщиной с крайне невыдержанным фаціальным составом и значительными колебаниями мощности до 2,6 м. Отложения свиты представлены конгломератами, гравелитами, разнотриасовыми песчаниками, алевритами, глинами. Наиболее выдержаны в составе свиты лишь базальные слои, представленные двумя продуктивными пластами: базальным конгломератом (0,1–0,5 м) и слоем гравелитов (0,05–0,25 м), отделенный от первого прослоем узловатых алевритовых песчаников, либо песчаных алевритов. Нередко этот прослой срезается слоем гравелитов, и они совместно с конгломератом образуют единый базальный горизонт мощностью до 0,7 м. Предшественниками отложения булунканской свиты трактуются как пляжевые осадки неритовой зоны. Фаціальная трактовка булунканской свиты как пляжевых отложений находится в противоречии с составом галечного материала осадков свиты. Отмечено, что галька более чем на 50% является экзотической. В тоже время в период формирования осадков свиты размыву могли подвергаться исключительно породы перми и нижнего триаса, в составе которых подобный материал отсутствует. По всей видимости, необходима иная трактовка фаціальной принадлежности осадков булунканской свиты.

Среди алмазов рэтской россыпи установлены индивиды I, II, IV, V, VII разновидностей. Среди алмазов в современной аллювии, выявлены алмазы I, V и VII разновидности. Данные разновидности алмазов (V, VII) «эбеляхский тип» не характерны для среднепалеозойских источников. Следует отметить, что состав алмазов четвертичных россыпей данного района идентичен алмазам из триасовых отложений, что предполагает единый источник их поступления. Появление алмазов V и VII разновидностей только в верхнетриасовых отложениях позволяет предполагать, что коренные источники этих алмазов имеют возраст нижний триас или постпермский. Подтверждением этому служит также

определение абсолютного возраста кимберлитовых цирконов из состава россыпей севера Якутии, которые по данным С.А. Граханова, С.А. Сергеева и К.Н. Егорова показали среднетриасовый возраст [2].

В формировании минеральной ассоциации современного аллювия, по данным предшественников, практически не участвуют осадки булунканской свиты. Находки алмазов и МИК в аллювии связаны с их разносом в четвертичное время. Поэтому крайне важным является выяснение генезиса четвертичных отложений.

На территории повсеместно распространены отложения, отнесенные предшественниками к неоген-четвертичным. По комплексу признаков, на основании с одной стороны анализа материалов, изложенных в отчетах предшественников, с другой стороны материалов специализированных геолого-геоморфологических маршрутов, выполненных в ходе работ по действующему проекту, была проведена переинтерпретация генетической принадлежности данных образований. Анализ особенностей распределения четвертичных россыпей показал, что, как правило, они приурочены к долинам ящикообразной формы, днище которых выполнено несортированным валунно-галечным материалом, в составе валунов зачастую присутствуют дальноприносные разности. В пределах плоского днища долины прослеживается незначительный водоток, имеют место озеровидные расширения. Подобные современные водотоки не могли формировать россыпи. Строение долин, а также гранулометрический состав материала, содержащего россыпные концентрации алмазов, позволяет предполагать, что данные осадки могли быть сформированы временными потоками катастрофического типа, которые формируются при спуске временных ледниковых озер.

Одной из задач районирования является типизация речных долин, в которых формирование, заполняющего их материала происходило из потоков различного типа. В долинах ящикообразной формы осадки откладывались из водно-гравитационных потоков, для которых характерен перенос минералов тяжелой фракции (в т.ч. алмазов) на несколько десятков км. В долинах V-образной формы осадки отлагались по обычной аллювиальной схеме, для которой характерно формирование ореолов ближнего сноса.

Таким образом, создание карты районирования территории по условиям ведения поисков позволит: 1) определить дальность и направление перемещения алмазоносного материала от потенциальных источников; 2) определить положение этих источников.

Литература

1. Граханов С.А., Маланин Ю.А., Павлов В.И. и др. Рэтские россыпи алмазов Сибири // Геология и геофизика, 2010. Т. 51. № 1. С. 160–170.
2. Граханов С.А., Смелов А.П. Возраст прогнозируемых коренных источников алмазов на севере Якутии // Отечественная геология, 2011. № 5. С. 56–64.

ПЛАТИНОМЕТАЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ПРЕДЕЛАХ ТОЛЩИ НИКЕЛЬ-МАГНЕЗИАЛЬНЫХ СЕРПЕНТИНИТОВ АГАНОЗЕРСКОГО МАССИВА (КАРЕЛИЯ)

Гусев А.В.

Национальный минерально-сырьевой университет (Горный университет), г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: *artemvgusev@gmail.com*

Приведены данные по комплексному изучению платиноносности никель-магнезиальных серпентинитов Аганозерского массива. Описаны особенности минералогии и геохимии минералов элементов платиновой группы. Посредством анализа геологических и структурных особенностей массива, сделаны выводы о рудоконтролирующих факторах платиноносности.

THE ORES OF THE PLATINA WITHING THE LIMITS OF SERIES OF NICKEL – MAGNESIAN SERPENTINES OF AGANOZERSKY MASSIF (KARELLIA)

Gusev A.V.

National Mineral Resources University (University of Mines), Saint Petersburg, Russia,
e-mail: *artemvgusev@gmail.com*

According to all information about of the complete study of nickel-magnesian serpentinites of Aganozersk massif. Described the special aspects mineralogy and geochemical minerals of the platina elements. By means of geological and chemical aspects of massif. On this basis, it was concluded the facts about controls of platina ore.

На данный момент в стране наметился определенный комплекс проблем, связанных с нарастающим дефицитом высококачественных руд никеля, в связи с тяжелыми условиями добычи руд в Норильском горнопромышленном районе и истощением запасов Уральской гипергенной провинции. Также отмечается определенный дефицит магния и стратегически важных для развития промышленности металлов элементов платиновой группы (ЭПГ). Сложившаяся ситуация формирует острую необходимость изучения новых источников никеля, магния и ЭПГ на территории Российской Федерации.

В середине 1990-х гг. на территории Карелии была выделена перспективная на никель и магнезию Аганозерская площадь, структурно приуроченная к Аганозерскому блоку крупного расслоенного Бураковско-Аганозерского массива. Аганозерская площадь, была выделена по положению наиболее перспективной зоны толщи никель-магнезиальных серпентинитов массива. По внешнему виду данные руды мало отличаются от вмещающих серпентинитов, но имеют некоторые отличия в вещественном составе и обладают набором необычных свойств. Важнейшим из них является способность пород интенсивно разлагаться в растворах минеральных кислот [1].

Проявления минералов ЭПГ в пределах Бураковско-Аганозерского массива связаны с тремя рудными формациями: хромитовой, сульфидной и собственно платинометальной. Необходимо отметить, что большинство проявлений и пунктов платинометальной минерализации в пределах блока приурочены к тектонически и гидротермально измененным породам в зонах разрывных нарушений субмеридиональной и северо-восточной разломных систем. Данные разломные системы характеризуются большой густотой трещин, ча-

сто трещины группируются в системы с субпараллельным распространением. Такие зоны отмечались на Аганозерском блоке в скважине С-192, где в полосе мощностью 50 м, керн разбит на диски толщиной 1–2 см. с углом трещиноватости 60–70°. Аналогичные зоны трещиноватости отмечаются в целом ряде других скважин, которые расположены в непосредственной близости от разломов данных ориентировок. В зонах разломов широко развиты процессы брекчирования, катаклаза, милонитизации с последующим наложением на эти переработанные участки сульфидной минерализации. Такая тектоническая позиция, является главным фактором размещения эпигенетического платинометального оруденения. По мнению авторов характер положительных аномалий ЭПГ в зонах активной тектонической переработки, должен сохраняться и в толщах подверженных серпентинизации. Данный вывод сделан на основе изучения внутриблокового строения и истории развития разрывных систем в пределах Аганозерского блока. Хотя массив и претерпевал несколько периодов возобновляющейся тектонической деятельности, связанных с развитием разломов различных ориентировок, но именно разломы северо-восточного простирания (являющиеся главными в контроле положения платинометального оруденения в массиве) являются одними из наиболее древних и вероятно связанных с процессами заложения положения излива магмы, остывания магматического очага и возможно частичной реоморфизации данных систем в пост-калевий-вепсийский период, связанный с развитием региональных систем северо-восточного простирания (Клименецкий, Повенецкий, Центральный и др.) отходящих от крупной Гирвасской шовной зоны [4].

В пределах площади, повышенные содержания платиноидов были отмечены в пределах северо-восточной и субмеридиональной зон разломов секущие западную часть площади развития толщи серпентинитов, где выявлены рудопроявления и пункты платинометальной минерализации с содержанием суммы платиноидов до 5,2 и более г/т. К настоящему времени здесь в пределах опосредованных горизонтов обнаружены многочисленные и разнообразные ассоциации платиновых металлов: туламинит, куперит, сперрилит, меренскит. Среди минералов платиновых металлов отчетливо преобладают минералы палладия и среди них группа висмутотеллуридов $[(Pt,Pd)_3(Bi,Te)_2]$.

Помимо этого, необходимо отметить примыкание с западной и южной стороны к залежи серпентинитов сбоку и сверху северо-восточной части крупного хромитового горизонта (Главного хромитового горизонта, далее ГХГ) массива. Итак, следующий тип контроля платинометального оруденения в пределах Аганозерской площади связан со структурной приуроченностью минералов ЭПГ к ГХГ. Породы и руды ГХГ содержат достаточно высокие концентрации элементов платиновой группы (0,344 до 0,800 г/т), в среднем 0,619 г/т. Геохимическая специализация хромитов ГХГ является рутениево-палладиево-осмиевой ($Ru > Pd > Os > Pt > Ir > Rh$) и характеризуется относительно высоким содержанием Ru, и низким – Ir, Os, Rh. В пределах площади представлена лишь северо-восточная часть ГХГ, активно подверженная воздействию разломов северо-восточной, субмеридиональной и северо-западной ориентировок.

Если совокупно сравнить содержания ЭПГ в серпентинитах Аганозерского блока с известными средними содержаниями платиноидов в дунитах и серпентинизированных дунитах классических расслоенных массивов мира (таблица), становится ясно, что эти породы характеризуются резко пониженными значениями содержаний платиновых металлов. Содержания платины в серпентинитах колеблются от 0,001 до 0,018 г/т, в среднем составляя 0,01 г/т, палладия от 0,002 до 0,005 г/т при довольно равномерном его распределении и отчетливым преобладанием платины над палладием при отношении $Pt/Pd = 7$ [2]. Содержание палладия в серпентинитах в 3 раза ниже его среднего содержания в массиве, тогда как содержание платины аналогично ее содержанию в массиве (в среднем 0,01), а распре-

деление неравномерно. По сравнению с вмещающими породами серпентиниты также обеднены платиноидами. Этот факт позволяет предположить, что процесс серпентинизации приводил в серпентинитах к выносу ЭПГ. Платина присутствует в них в виде собственных минералов, что подтверждается обнаружением в серпентинитах интерметаллидов Pt и Fe, Cu, Ni серии изоферроплатина-аваруит.

Изучаемые серпентиниты, могут оказаться обогащенными тяжелыми платиноидами – осмием, иридием, рутением, которые законсервированы в хромшпинелидах, слабо подверженных процессам серпентинизации [3]. Однако, вопрос о содержаниях и распределении тяжелых платиноидов в данных породах подробно не изучался.

Т а б л и ц а

Среднее содержание ЭПГ в гарцбургитах, дунитах, хромититах расслоенных массивов мира, мг/т

Горные породы	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt	Сумма ЭПГ
Гарцбургит	8.6	4.0	10.0	–	3.3	48.1	74.0
Дунит	7.0	2.9	–	–	0.7	30.4	41.0
Хромитит	602	369	904	–	174	1475	3524

Резюмируя все вышесказанное можно сделать несколько выводов:

1. Металлы ЭПГ в пределах толщи никель-магнезиальных серпентинитов Аганозерского массива характеризуются не высокими содержаниями, однако могут быть потенциально перспективными как второстепенное сырье при отработке толщи серпентинитов на никель, магнезию и хром в западной части площади благодаря развитию на данном фланге северо-восточной части ГХГ массива.

2. Ведущими факторами контроля развития платинометального оруденения является: тектонический (приуроченность оруденения к разломным система северо-восточного и субширотного простирания) и структурного (приуроченность к положению ГХГ массива).

Литература

1. Горошко А.В., Ганин В.П. Отчет о результатах поисковых и поисково-оценочных работ на Аганозерском месторождении никеленосных серпентинитов в Пудожском районе Карелии, проведенных в 1990–1995 гг. Петрозаводск: Карельская геологическая экспедиция, 1995.
2. Лавров М.М., Голубев А.И., Трофимов Н.Н. Геохимия и рудоносность Бураковского расслоенного интрузива // Геология и полезные ископаемые Карелии. 2004. № 7. С. 75–91.
3. Лазаренков В.Г., Балмасов Е.А., Глазов А.И., Онищина Н.М. Распределение элементов платиновой группы в хромититах Бураковско-Аганозерского расслоенного массива (Прионежье) // Изв. АН СССР, сер. геол. 1991. № 9. С. 57–65.
4. Савицкий А.В., Лапшин А.Г., Афанасьева Е.Н. и др. Отчет по геологическому заданию 737: «Оценка Онежского рудного района на выявление крупных месторождений комплексных руд на основе прогнозно-металлогенических исследований и составления комплекта прогнозных карт масштаба 1 : 200 000 на площадь 20 000 км². НПО. 1999. Фонды ВСЕГЕИ.

УРАНОНОСНОСТЬ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Даниленко В.В., Москалев О.М.

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины (ГГУ им. Ф. Скорины), г. Гомель, Республика Беларусь, e-mail: danilenko_vitaliy@bk.ru

В статье рассмотрены геолого-структурные особенности и ураноносность Октябрьско-Малиновского рудного поля в пределах северо-западной части Припятского прогиба. Представлены данные о вещественном составе руд.

URANIUM-BEARING OF SEDIMENTARY ROCKS OF THE NORTH-WESTERN PART OF THE PRIPYAT DEFLECTION

Danilenko V.V., Moskalev O.M.

Francisk Skorina Gomel State University (GSU), Gomel, Republic of Belarus, e-mail: danilenko_vitaliy@bk.ru

The article describes the geological and structural features and uranium-bearing of October-Malinowski ore field within the north-western part of the Pripjat Deflection. There is also information about governmental composition of the ores in this project.

В настоящее время вопрос об обеспечении ураном белорусской АЭС остается наиболее актуальным. Уже работает 448 атомных реактора в 28 странах мира, годовое потребление урана которых составляет 70 тыс. т, а мировой уровень производства – 38–40 тыс. т. Разница компенсируется за счет ранее накопленных складских запасов и оружейного урана.

Основными производителями урана в мире являются Казахстан (с 1990 г. – 16 тыс. т/год, и первое место в мире), Канада и Австралия (вместе добывающие 26 тыс. т/год), Россия (3,3 тыс. т/год). Стоимость 1 кг необогащенного урана на мировых рынках с 1990 по 2011 г. возросла с 45 до 150\$.

Особое внимание сейчас уделяется поиску гидрогенных (инфильтрационных) месторождений «песчаникового» типа, разработка которых ведется наиболее прогрессивным и сравнительно дешевым способом подземного скважинного выщелачивания на месте их залегания в недрах. Месторождения этого типа известны во многих континентальных прогибах, а также в районах межгорных впадин. Контролируются они палеодолинами речных и озерно-болотных систем, выполненных различными литолого-фациальными комплексами осадочных пород, в составе которых преобладают пески, песчано-глинистые отложения и глины с примесью битумной и углефицированной органики. Формирование их обусловлено зонами пластового и палеогрунтового окисления.

На территории Беларуси в сходных условиях в пределах Припятского прогиба обнаружено 9 рудопроявлений и многочисленные аномалии урана.

Государственной программой геологоразведочных работ на 2011–2015 гг. предусмотрены тематические исследования и ревизионные оценочные работы по поиску урана на территории Беларуси. Актуальность таких работ диктуется необходимостью уменьшения энергетической зависимости от стран-поставщиков энергетических ресурсов.

Основное содержание. В пределах северо-западной части Припятского прогиба в прибортовой части Шатилковской депрессии выявлены 4 сближенных в пространстве ру-

допроявления, характеризующихся сходной геологической позицией: Октябрьское, Малиновское, Заречное и Журавлиное. В совокупности они образуют Октябрьско-Малиновское рудное поле площадью более 350 км², вытянутое в широтном направлении на 70 км, при ширине от 250 м до 2 км (рисунок).

Урановое оруденение здесь тяготеет к контакту глинисто-карбонатных пород верхнего девона и пермо-триасовых отложений, захватывая при этом нижнюю кромку верхнепермских конгломератов, гравелитов и песчаников, оруденение в которых наиболее богатое (от 0,1 до 1,0%), а мощность его не превышает 5–10 см.

Оруденение глинисто-карбонатных отложений девона – бедное (от 0,001 до 0,01, редко достигая 0,1%). Мощность – первые десятки сантиметров, иногда до 1,5 м.

Руды представляют собой обогащенные ураном карбонатные глины, мергели, известняки, а также известняковые и доломитовые песчаники, гравелиты и конгломераты, содержащие твердый битум и сульфиды.

В гравелитах, песчаниках и конгломератах оруденение носит прожилковый, микроскопически-пятнистый или равномерно рассеянный характер.

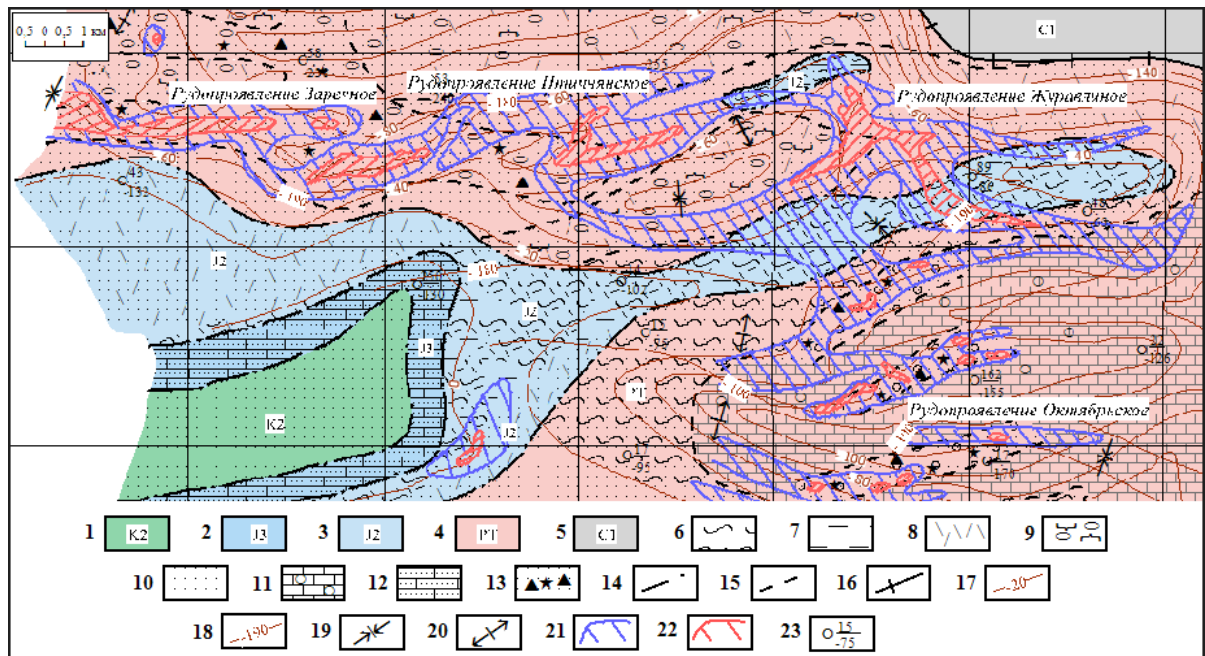


Рисунок. Геолого-структурная схема Октябрьско-Малиновского рудного поля. Примечание: геологическое строение дано обращенным относительно поверхности размыта отложений D₃–C₁. Условные обозначения к рис. 1: 1 – отложения верхнего мела; 2 – отложения верхней юры; 3 – отложения средней юры; 4 – отложения пермо-триаса; 5 – отложения нижнего карбона; 6 – глины; 7 – алевролиты; 8 – гравелиты; 9 – конгломераты; 10 – пески; 11 – известковистые песчаники – известняки песчанистые, оолитовые; 12 – песчаники; 13 – брекчия, состоящая из угловатых обломков верхнедевонских пород (доломиты, известняки, глины) на песчано-карбонатном цементе с включениями битумов; 14 – граница отложений стратиграфических подразделений; 15 – граница распространения литолого-фациальных комплексов осадочных пород; 16 – предполагаемые разрывные тектонические нарушения; 17 – стратоизогипсы кровли надсолевых отложений; 18 – стратоизогипсы кровли первого маркирующего горизонта; 19 – отрицательные структуры с абсолютными отметками кровли маркирующего горизонта, более 180 м; 20 – положительные структуры с абсолютными отметками кровли маркирующего горизонта, менее 100 м; 21, 22 – рудные зоны (21 – гамма-поля от 100–300 мкр/ч; 22 – гамма-поля более 300 мкр/ч); 23 – скважины (в числителе – номер, в знаменателе – абсолютные отметки кровли маркирующего горизонта).

Прожилки весьма тонки (доли миллиметра, изредка первые миллиметры), часто ориентированы вдоль контакта девонских отложений с пермскими. Сложены они черным сажистым веществом, состоящим из марказит-мельниковита или пирит-мельниковита с примесью тонких битумов и тонкораспыленных окислов урана (черней).

Другой разновидностью являются прожилки, сложенные твердыми битумами с пиритом и марказитом в зальбандах. Пятнистые участки руд характеризуются скоплением сульфидов с битумами и иногда с заметными (до первых миллиметров) выделениями настурана.

Сульфидная минерализация на рудопроявлении достаточно разнообразна. Наиболее широко развиты сульфиды железа: пирит и марказит, реже отмечаются халькопирит, сфалерит, гидротроилит, иордизит. По данным спектральных анализов в рудах в количествах до 0,1% присутствуют As и Pb.

Таким образом, эпигенетическая минерализация представлена битумами, пиритом, марказитом, гидротроилитом, халькопиритом, сфалеритом, иордизитом, окислами урана (черни и настуран). Битум этих зон весьма тесно ассоциирует с сульфидами, и содержит уран.

Выводы. Анализируя геолого-структурную позицию допермской поверхности несогласия, которой контролируется рудное поле, можно сделать вывод о том, что положение урановорудных зон не зависит ни от литологического состава рудовмещающих пород, ни от их возраста. Можно лишь отметить, что большая часть рудных зон находится внутри контура распространения пермо-триасовых отложений в целом и, что во всех случаях выше глинистых пород надсолевой толщи в пределах рудных зон залегают относительно грубые терригенные породы: гравелиты, конгломераты, пески и песчаники.

Следует подчеркнуть тот факт, что у геологов не сложилось единого мнения о том, что является определяющим в положении рудных зон – гипсометрия поверхности размыва или другие факторы, например, тектонические нарушения, контролирующие поверхности размыва. При решении этого вопроса следует принять во внимание то, что подавляющее большинство рудных пересечений приурочено к тем участкам склонов допермского рельефа, где проявлены также те или иные структуры в надсолевых отложениях. Обычно это линейные структуры, зоны предполагаемых разрывных нарушений (зоны дробления) или места сочленения относительно крутых крыльев с пологими сводами крупных поднятий «сундучной» формы, т.е. во всех случаях наиболее нарушенные зоны в надсолевых отложениях. Обычно с такими зонами связаны относительно резкие изменения в положении поверхности размыва и пермо-триасовых слоев.

Имеющийся материал дает основание утверждать, что определяющую роль в положении рудных залежей Октябрьско-Малиновского рудного поля играют как структуры древнего заложения в породах фундамента Припятского прогиба, так и более поздние структуры соляных куполов, даже в тех случаях, когда они резко не проявлены в более молодых отложениях.

Ураноносные рудные зоны характеризуются большой протяженностью до 3 км в контурах гамма-поля с радиоактивностью более 100 мкр/час и значительной шириной – до 2 км (рисунок). Предполагается, что рудные зоны локализованы вблизи подводящих трещин с битумной органикой или другими углеводородами.

Рудные залежи по форме представляют собой ленто- и линзообразные тела, наклоненные параллельно поверхности размыва и ориентированы соответственно простиранию рудной зоны.

Таким образом, по мнению одних геологов, основным рудоконтролирующим фактором здесь являются тектонические структуры древнего заложения в надсолевых отложе-

ниях, обновлявшиеся в начале мезозойской складчатости. По мнению других, основным рудоконтролем являются базальные литолого-фациальные комплексы терригенных осадков, выполняющих палеодолины и палеозаливы речных и озерно-болотных систем, а также коры выветривания, связанные с тектоническими линейными трещинными зонами.

Литература

1. Москалев О.М., Карташ Н.К. К вопросу экономической целесообразности возобновления поисков радиоактивного сырья на территории Беларуси // БелНИГРИ, «Природные ресурсы», № 1, 2012, с. 121–126.

ЭПИМАГМАТОГЕННЫЕ РУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ ПЛАТИНОНОСНОСТИ (ЗАПАДНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

Игамбердиев Э.Э.

Государственный комитет Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам
(Госкомгеологии РУз), Ташкент, Республика Узбекистан, e-mail: *erkin.67@inbox.ru*

Магматогенные месторождения платиноидов Срединного и Южного Тянь-Шаня практически отсутствуют или крайне ограничены, тяготея к плутонам стадий пароксизма палеозойской магматической (базит-гранитоидным магматизмом с калиевым щелочным уклоном) активности в связи с плюмовыми процессами. Платиноносность Ag- и Au месторождений Au-As, Au-Te, Au-Ag, Ag-Pb, Zn и Ag-As и других формаций проявилась в форме повышенной палладиеносности ($Pd \geq Pt \geq Rh \geq \dots$). Ag- и Au месторождения Алмалык-Ангренского района содержат от менее 1 до 2,5-3 г/т (суммарно) и более (в среднем 1,10 г/т) платиноидов. Попутные «тяжелые» (Os, Ir) платиноиды отсутствуют в практически значимых количествах. Для территории (от Северного в сторону Срединного и далее Южного Тянь-Шаня) установлена категория металлогенической зональности с постепенной сменой наборов «тяжелой» платины на преимущественно элементы «легкой» платины и последовательным падением значимости их собственных форм фиксации при нарастании практически значимых (изоморфно связанных) содержаний «легких» платиноидов.

EPIMAGMATOGENE METALLIFEROUS DEPOSITS, PROBLEMS OF PLATINUM MINERALISATION (WESTERN TIEN SHAN)

Igamberdiev E.E.

The State Committee of Uzbekistan on Geology and Mineral Resources (Goscomgeology), Tashkent,
Republic of Uzbekistan, e-mail: *erkin.67@inbox.ru*

Magmatogene deposits of platinoids of Median and Southern Tian-Shan are practically much to seek or are extremely limited, gravitating to plutons of paroxysm stages of Paleozoic magmatic (basic-granitoid magmatism with potassic alkaline bias) activity in connection with plum processes. Platinum mineralisation of Ag – and Au deposits, Au-As, Au – Te, Au-Ag, Ag-Pb, Zn and Ag-As and other formations was displayed in the form of raised palladium content ($Pd \geq Pt \geq Rh \geq \dots$). Ag – and Au deposits of Angren-Almalyk area contain – from less 1 to 2,5-3 g/t (totally) and more (on the average 1,10 g/t) platinoids. Passing "heavy" (Os, Ir) platinoids are absent in almost significant quantities. For the territory (from Northern towards Median and further Southern Tian-Shan) the category of metallogenic zonality with gradual change of sets of "heavy" platinum to mainly elements of "light" platinum and consecutive falling of the importance of their own forms of fixing at increase of almost significant (isomorphically connected) maintenances of "light" platinoids is established.

Срединный и Южный Тянь-Шань с «Притяньшаньской полосой» (Центральные Кызылкумы) [1, 4, 6, 7, 11–15] получили известность как практически значимые территории на нетрадиционную платиноносность в составах руд в связи с развитием магматических (познемагматических), контактово-пневматолитовых (скарновых), гидротермальных (интрателлурических, вулcano- и плутоногенных), телетермальных и других типов месторождений.

Находка в русловых отложениях бас.р. Чаткал самородной платины [2] и заявка [2,3] на платиноносность территории Срединного Тянь-Шаня, регионально- геологические (1939–1946 гг.) исследования, обнаружение ряда проявлений платиноидов в собственно минеральных формах (осмистый иридий, самородная платина и др.) (А.И. Менжилкиев, А.М. Шиллер, С.Г. Шульц, Г.Ю. Алферов и др.) явились основанием организации и проведения поисково-оценочных работ на платиноносность. А.С. Уклонский, З.М. Протождяконова, Т.С. Тимофеева, М.М. Мусаева, Р.Г. Юсупова и др. (1950–2000 гг.) на золото-платино-меднорудных и контактово-пневматолитовых (скарновых) месторождениях (Гавасай, Бозымчак, Курутегерек, Сулутегерек, Гавасай и др.) явились авторами открытия ряда платинометалльных проявлений и минералов (порпечит, поликсен, потарит, куперит и др.). И.Х. Хамрабаев и др. [12] обосновали и изучили на платиноносность мафит- ультрамафитов Тамдынской группы (Центральные Кызылкумы), а также на территории ЮВ Ферганы и на отдельных телах Атбаши- Джангджирской группы (Южный Тянь-Шань). В результате породы мафит-ультрамафитов средних и больших глубин, характеризующиеся восстановительными условиями формирования на основе водорода может быть, и углерода (или углеводородов) выделились как потенциально рудоносные на металлы платиновых группы (Pt, Os, Ir и Ru). В магматитах малых и субвулканических глубин формирования не проявилась практически значимая акцессорная платиноносность. Поэтому пикритовые порфириды на платиноносность пока не рассматриваются как перспективные.

В рудах месторождений Au-Te (Кочбулак) и Au-Ag (Акбулак, Чадакское рудное поле) первые находки порпечита [10] и самородной платины [8] позволили будировать проблемы их нетрадиционной платиноносности. В Ag – и Au, а также Cu-Au-Mo месторождения Алмалык-Ангренского и Чадакского горнорудных районов [4, 8, 10, 15] находки платинометалльных минералов (самородные палладий, родий, меренскит и др.) явились показателями их практически значимой нетрадиционной платиноносности. Работы [4, 15] по оценке и прогнозу медно- порфиридных и серебро- и золоторудных месторождений, с охватом большинства месторождений Срединного Тянь-Шаня на нетрадиционную платиноносность повышают возможности производить попутное извлечение из промышленно обрабатываемых объектов металлов платиновой группы в комплексе с Au, Ag, Cu, Mo и др.

Магматические (позднемагматические), контактово-пневматолитовые (скарновые), гидротермальные и другие типы месторождений Срединного и Южного Тянь-Шаня будучи носителями металлов платиновой группы в собственно минеральной и тонкопримесной формах являются показателями на собственно платинометалльные проявления и сопутствующую практически значимую нетрадиционную платиноносность эндогенных рудных месторождений.

В рудах собственно платинометалльных, а также платиносодержащих месторождений и рудопроявлений рассматриваются на основе учета содержаний металлов платиновой группы условия извлекаемой ценности полезного компонента (металлы платиновой группы) и проводится систематика месторождений по промышленно- генетическим типам и подтипам. Золото- серебро- платинометалльность месторождений Au-Te, Au-Ag и Au-As формаций и их минералого-геохимические особенности полнее раскрывают практические связи Au, Ag, Pb, Cu, U и др с металлами платиновой группы.

В результате для рудных месторождений Срединного и Южного Тянь-Шаня с их «Притяньшаньской» полосой (Центральные Кызылкумы) на основе исследований минеральных форм металлов платиновой группы (**металлы, сплавы и интерметаллиды, сульфиды и арсениды, оксиды и теллуриды**) разрабатываются и рассматриваются новые подходы оценки физико-химических условий эволюции рудно-магматических систем, выявляются черты сходства каждого отдельного месторождения с его аналогами (Садбери,

Канада; Норильск и Мончегорск, Россия; Буазер, Марокко; Большое Медвежье озеро, Канада и др.).

В магматических (познемагматических) месторождениях (Атбаши, Турдык и др., Тебинбулак, Тескудук-Ченгельды и др.) установлено постоянное присутствие рутения в примесной и собственно акцессорно-минеральной формах нахождения. В составе рутения [7] характерен «поликомпонентность» (Ru Pt, Pd и др.) участия металлов платиновой группы.

В контактово-пневматолитовых (скарновых), гидротермальных (интрателлурических, плутоно- и вулканогенных) месторождениях количественная значимость платиноидов «тяжелого» ряда (Ru, Os, Ir) сменяется на компоненты «легких» платиноидов.

В наборах платиноидов «легкого» ряда родий приобретает типоморфную значимость в минеральной форме (самородный Rh, Актепа). В рудах Ag- и Au месторождений единичные знаки порпечита (Кочбулак, Актурпак, Актепа), а также палладия (Актурпак) и платины (Пирмираб, Чадак) служат показателями формационной особенности их на нетрадиционную платиноносность. Платиноносность Ag- и Au месторождений, как правило, проявляется в тонкопримесной форме. В рудах металлы платиновой группы содержатся до 2,5–3 г/т (в среднем 1,10 г/т). Для состава рудного вещества практически не характерны значимые содержания платиноидов «тяжелого» (Os, Ir, Ru) ряда, в понимании В.И. Вернадского. Группировка рудных месторождений по их платиноносности:

А. Магматогенные (познемагматогенные). Промышленно-генетические типы – платинометалльные:

1) Мафит-ультрамафиты с хромит-магнетит-акцессорной платинометалльной нагрузкой (месторождения: Атбаши, Турдук и др.);

2) Мафит-ультрамафиты с железо-титаномагнетитовой акцессорной золото-платинометалльной (Тебинбулак) минерализацией.

3) Монцодиориты с акцессорно-рудной (познемагматической) платиноносностью. (Кызылташсай на Ангренском плато).

Б. Контактново-пневматолитовые (скарновые). Промышленно-генетические типы – платиносодержащие (Курутегерек, Бозымчак и др.).

В. Гидротермальные (платиносодержащие):

1) Медно-порфировые (Кальмакырский и Суюксуиский типы): Кальмакыр, Дальнее, Сарычеку, Суюксу на Ангренском плато;

2) Серебро- и золоторудные: Au-Te (Кочбулак, Самарчук, Актурпак и др.), Au-Ag (Кызылалмасай, Реваште, Чадак и др.), Ag-As (Актепа), Ag-Pb, Zn (Лашкерек) месторождения.

Г. Экзогенные (платиносодержащие): благороднометалльные (Au, Pd, U):

1) Верхнеэоцен-нижеолигоценные, прибрежно-морские (пляжевые);

2) Шлихи, делювий (северные склоны Чаткальского хр., русловые отложения р.р. Пскема, Чаткала и др.);

3) Шлихи, делювий (южные склоны Чаткальского хр., русловые отложения р. Кассансай).

Д. Техногенные. Платиносодержащие:

1) Отвалы месторождения Мурунтау;

2) Отвалы месторождения Кальмакыр.

В заключение отметим:

1. На территории Срединного и Южного Тянь-Шаня с охватом «Притяньшаньской» полосы (Центральные Кызылкумы) минералого-геологические особенности Ag- и Au, Cu-

Au-Mo и других месторождений служат показателями их нетрадиционной платиноносности.

2. В мафит-ультрамафитах металлы платиновой группы образуют акцессорную вкрапленность, шпировые обособления и сегрегации. Минеральные формы нахождения платиноидов: самородные металлы (осмий, иридий, рутений, платина, палладий, родий), интерметаллические соединения (осмирид, рутеносмин, иридосмин, ферроплатина, палладистая платина и др.), минеральные соединения с Te (мейченерит, нигглиит, сопчеит и др.) и с серой (куперит, сульфид родия и др.). Полезные компоненты: платиноиды, сопутствующие им Au, Ni, Co, Cu и др.

3. Платиноносность контактово- пневматолитовых (скарновых) и гидротермальных проявлений и месторождений преимущественно комплексная. Промышленным компонентам руд сопутствуют металлы платиновой группы. В месторождениях Au – (платина) –Cu, Cu-Au-Mo, Au-Te, Au-Ag, Au-As, Ag-Pb,Zn и Ag-As формаций по минералогеохимическим особенностям устанавливается более широкое, нежели предполагалось ранее, развитие нетрадиционной (тонкопримесной) платиноносности и отличается относительно незначительное нахождение их в собственно минеральных формах.

4. В породах мафит-ультрамафитов платиноносность проявилась, главным образом, в рассеянном акцессорно-минеральном состоянии. Некоторые особенности отличий:

- в мафит-ультрамафитах восточной части Южного Тянь-Шаня характерны в повышенных количествах минеральные фазы Ru;

- ультрамафиты Западной части Южного Тянь-Шаня (Тамды, Тебинбулак и др.) содержат в акцессорно-минеральной форме «легкие» платиноиды (палладистая платина, спериллит и др.);

- Срединнотяньшаньские Ag- и Au месторождения принадлежат к нетрадиционным; металлы платиновой группы образуют примеси в количествах, в среднем, 1,10 г/т. [4] при отсутствии попутных «тяжелых» (Ru, Os, Ir) платиноидов. В минералах позднего парагенезиса преобладают платина, палладий и родий.

В процессах поведения металлов платиновой группы проявились характерные минералогеохимические особенности, позволяющие подметить некоторые закономерности металлогенического порядка, когда по мере перехода от Северного (I) в сторону Срединного (II) и далее Южного Тянь-Шаня (III) компоненты «тяжелой», по номенклатуре В.И. Вернадского, платины последовательно сменяются на наборы «смешанного» («тяжело-легкие») типа и далее на «легкие». Для каждой отдельной структурно-формационной зоны Тянь-Шаня устанавливаются свои признаки отличий зональности – первого (I), второго (II) и третьего (III) порядков, которые показательны на распространение проявлений магматических и позднемагматических типов руд, включая контактово- пневматолитовые, гидротермальные и другие, с последовательным падением в них значимости собственных минеральных форм фиксации и некоторым нарастанием практически значимых изоморфно-связанных форм «легкоплатиноидных» компонентов.

Литература

1. Абдурахманов Г.А., Юсупов Р.Г., Саидганиев Р.Х. «Самородные минералообразование в магматических породах Срединного Тянь-Шаня»//Зап.Узб.отд.ВМО, Ташкент: «Фан», 1986, № 39. С. 3–5.
2. Андреев А. Каталог полезных ископаемых Русского Туркестана / М.: Литография В.И. Илвина, 1912, 188 с.
3. Вернадский В.И. Избранные сочинения / М.: Изд-во АН СССР, 1955, Т. II, 615 с.
4. Игамбердиев Э.Э. Платиноносность серебро- и золоторудных месторождений Алмалык-Ангренского рудного района // Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Ташкент: ИГиГ им. Х.М. Абдуллаева, 2010, 23 С.

5. Кребс Г. Основы кристаллохимии неорганических соединений // М.: «Мир», 1971, 304 С.
6. Кромская К.М., Баранов В.В. «Акцессорная рудная минерализация Тебинбулакского перидотит-пироксенит-габбрового массива»// Зап. Узб. отд. ВМО. Ташкент: Фан, вып. 28, 1975, С. 164–168.
7. Мусаева М.М. Геохимия и формы нахождения элементов платиновой группы в ультрамафитах Средней Азии // Автореф. дисс. канд. г.м. наук. Ташкент: ИГиГ АН РУз, 1998, 21 С.
8. Смирнова С.К., Козлов В.В., Мансуров М.М. и др. «Платиноносность месторождений благородных металлов Узбекистана»// Горный вестник Узб-на, 2005, № 3, С. 13–26.
9. Смирнова С.К., Козлов В.В. Платиноиды в рудах и минералах золоторудных месторождений Узбекистана // В сб. «Современные аналитические методы и приборы в геологии и охране окружающей среды». Ташкент: ИГиГ АН РУз, 1998, с. 91–92.
10. Тимофеева Т.С., Мансуров М.М., Голощук П.М. О палладистой золоте Кочбулака // Узб. геол. ж., 1978, № 5, С. 40–42.
11. Тимофеева Т.С. Минералы платины и палладия в рудах золото-колчеданного месторождения // Зап. ВМО, 1968, ч. 97, вып. 4. С. 461–469.
12. Хамрабаев И.Х., Абубекиров И.К., Тимофеева Т.С., Мусаева М.М. Акцессорные платиноиды и самородные металлы в ультрамафитах Средней Азии // В сб.: «Самородные металлы в изверженных породах». Тезисы докл. Всесоюзн. Конф. «Самородное элементообразование в эндогенных процессах». Якутск: Якутский НЦ СО АН СССР, 1985, ч. I, С. 97–99.
13. Юсупов Р.Г., Тимофеева Т.С., Мусаева М.М. Платиноносность Тянь-Шаня // Геологическое изучение и использование недр. Информационный сборник. АОЗТ «Геоинформмарк»: М.: 1995, Вып. 5, С. 3–18.
14. Юсупов Р.Г., Тимофеева Т.С., Мусаева М.М. Геохимические особенности платиноидов орогенных областей и их акцессорно-минеральные парагенезиса (Срединный и Южный Тянь-шань) // Геохимия, 1997, № 1, С. 37–45.
15. Pasava I., Vymazalova A., Kossler I., Koneev R.I., Jukov A.V., Khalmatov R.A. Platinum – group elements in ores from the Kalmakyr porphyry Cu-Au-Mo deposit, Uzbekistan: bulk geochemical and laser ablation ICP – MS data // Mineral Deposita (2010) 45: 411–418.

УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ПАРАГЕНЕЗИСЫ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТА ТАЛПУС (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАРЕЛИЯ)

Коваль А. В., Полеховский Ю. С.

Санкт-Петербургский Государственный Университет (СПбГУ), г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: *koval-geo@yandex.ru*

Эльмусская площадь – одна из перспективных в Республике Карелия в отношении поисков, оценки и возможной промышленной добычи золота. На ее территории выявлены месторождение Педролампи и ряд рудопроявлений: Эльмус, Орехозеро и Талпус. Несколько лет на Талпусе ООО «Индустрией» проводились буровые работы, итогом которых стали полученные данные о повышенных содержаниях золота, но условия его локализации так и не были до конца выяснены. Нашей целью было выявление условий локализации и состава минеральных золоторудных парагенезисов на участке Талпус.

LOCALIZATION CONDITIONS AND MINERAL PARAGENESIS OF TALPUS GOLD OCCURRENCE (CENTRAL KARELIA)

Koval A. V., Polekhovsky Y. S.

Saint Petersburg State University (SPbU), Saint Petersburg, Russia, e-mail: *koval-geo@yandex.ru*

Elmus area is one of the perspective areas in the Republic of Karelia in terms of searching, evaluation and possible industrial mining of gold. Pedrolampi deposit and several ore occurrences – Elmus, Orehozero and Talpus – were discovered there. For several years «Industria» Ltd. held some drilling operations at Talpus. As a result, an increased content of gold has been revealed, yet the localization conditions remained unidentified. Our goal was to identify the location and condition of the mineral paragenesis of gold at the site Talpus.

Рудопроявление Талпус расположено в Ведлозерско-Сегозерском зеленокаменном поясе в пределах межблоковой Хаутоваарско-Койкарской зоны разломов разделяющей между собой Центрально-Карельский и Онежский геоблоки [4]. Фактическим материалом были образцы керна скважин С-302 и С-303, глубиной 151 м и 220.6 м соответственно, наиболее полно вскрывающие рудное тело на этом участке.

По данным [3] стратифицированные геологические образования на участке Талпус относятся к нижней – семчереченской и залегающей выше – бергаульской свитам лопийского комплекса верхнего архея. Первая из них сложена метадиабазами и сланцами с колчеданными горизонтами [2], рудные пересечения которых и являлись объектом наших исследований.

В ходе изучения рудной минерализации было установлено, что среди образцов представлены массивные – сульфидиты, а также прожилково-вкрапленные и вкрапленные руды в кристаллических сланцах.

Массивные руды (рис. 1, рис. 2) характеризуются преобладанием сульфидной минерализации (главным образом ранним и в меньшем количестве поздним пиритом). Поздняя генерация пирита от ранней отличается наличием идиоморфных кристаллов (Рис. 2 В).

Прожилково-вкрапленные и вкрапленные руды (рис. 3) развиваются по кристаллическим кварц-серицитовым, кварц-карбонат-хлоритовым сланцам и представлены мало-мощными (до 1 см) прожилками сульфидных минералов (главным образом позднего пи-

рита и пирротина). Зона их развития приурочена к телам сплошных руд и составляет около 10 метров вверх и вниз по разрезу от их контактов.

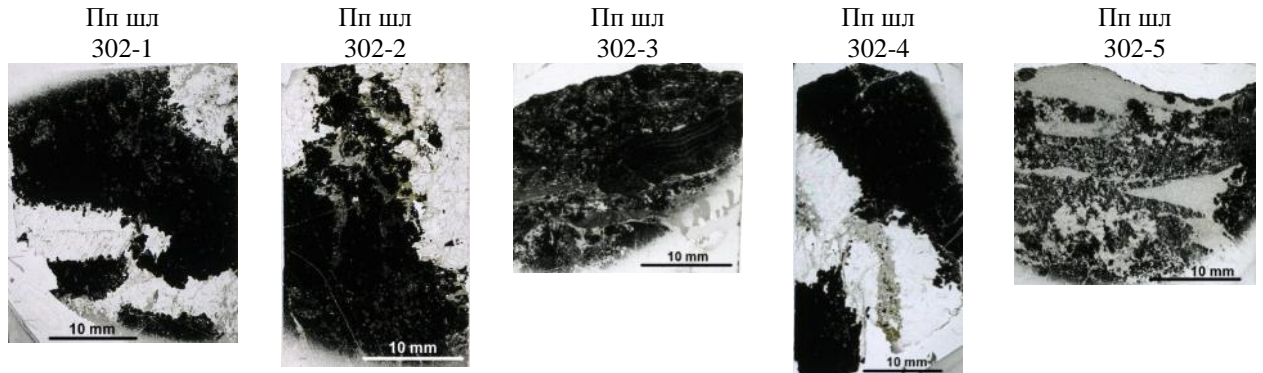


Рис. 1. Препараты массивных руд скважины № 302 (проходящий свет).

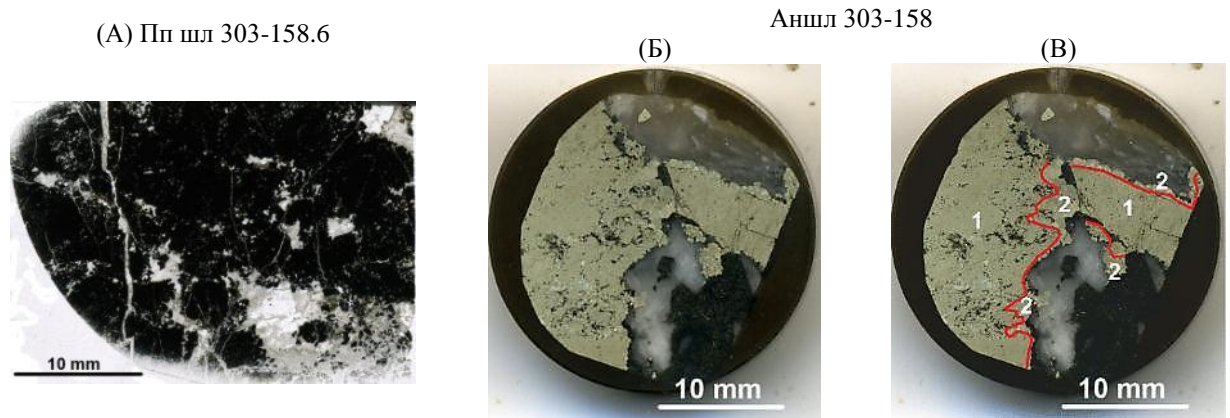


Рис. 2. Препараты массивных руд скважины № 303. А (проходящий свет), Б, В (отраженный свет) – препараты, содержащие две генерации пирита; на В линией разделен ранний (1) и поздний (2) пириты.

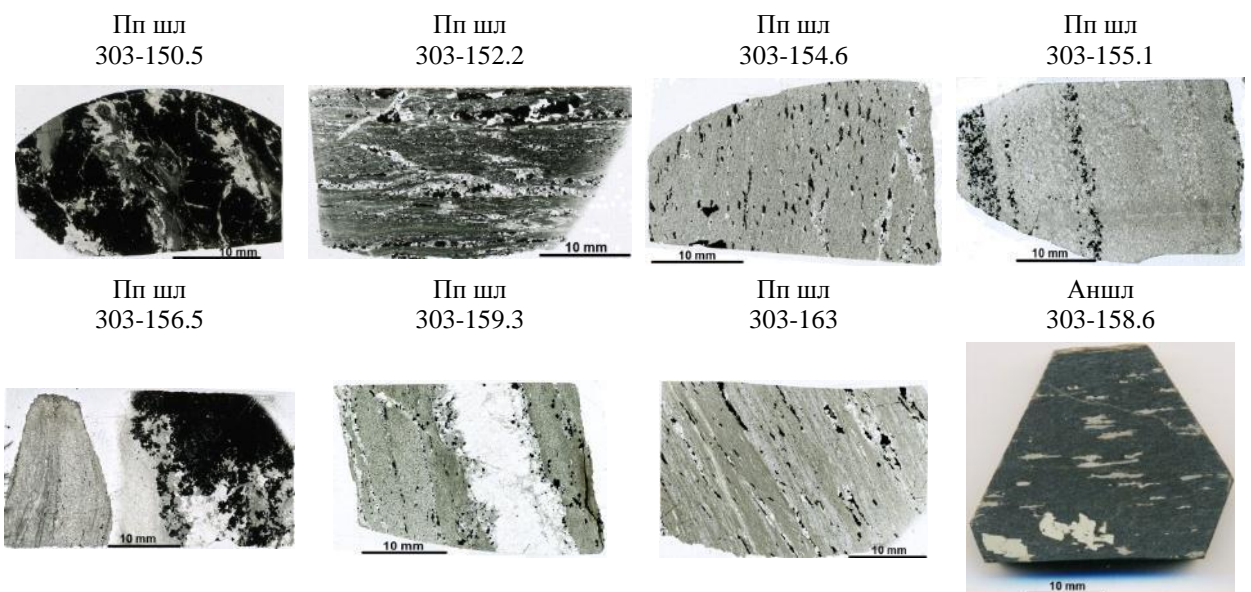


Рис. 3. Препараты прожилково-вкрапленных и вкрапленных руд скважины №303 (проходящий свет; аншл 303-158.6 – отраженный свет).

В ходе изучения рудной минерализации участка Талпус выявлены следующие минералы: две генерации пирита и рутила, пирротин, пентландит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, золото, гидрогематит и лейкоксен. В общей последовательности образования этих минералов выделяется четыре парагенезиса: раннепиритовый (пирит-1+рутил-1), позднепиритовый (пирит-2+рутил-2+арсенопирит), полисульфидно-золоторудный (пирротин±пентландит+халькопирит +сфалерит±золото) и гипергенный (лейкоксен+ гидрогематит).

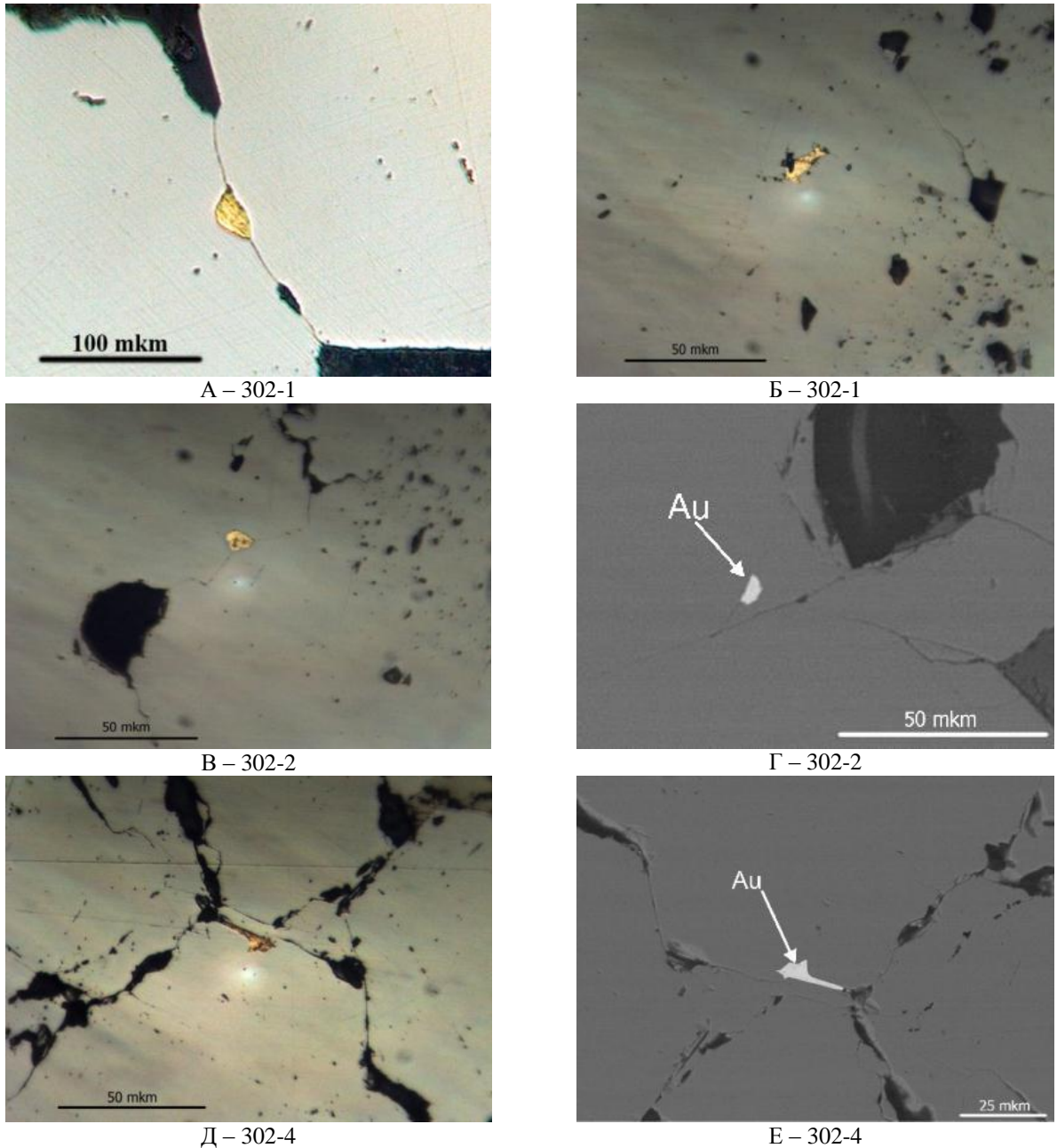


Рис. 4. Различная форма зерен золота в трещинах в пирите-2. А, Б, В, Д – отраженный свет, без анализатора. Г, Е – РЭМ-фото. Пп шл скважины 302.

Самородное золото – изучено в четырех прозрачно-полированных шлифах скважины 302. Представлено оно аллотриоморно-зернистыми изотропными агрегатами [1] ярко-желтого цвета с высоким коэффициентом отражения ($R = 79\%$). Размер золотинок от 20 до

40 микрон. Золото приурочено к ослабленным зонкам в пирите-2 (рис. 4), то есть оно сформировалось позднее пирита-2, и, более того, после стадии тектонизации минералов, входящих во второй парагенезис. Таким образом, золото относится к третьему парагенезису вместе с пирротинитом, пентландитом, халькопиритом и сфалеритом, которые также отмечаются в ослабленных зонках и прожилках минералов второго парагенезиса.

В изученных скважинах характер проявления гидротермально-метасоматических процессов с минералами третьего парагенезиса одинаков, но золото наблюдалось только в скв. 302. Золото, по нашему мнению, в виде изоморфной примеси входило в состав пирита-1. Затем в ходе динамометаморфических и метасоматических процессов, приводивших к рекристаллизации пирита-1 и кристаллизации пирита-2 золото высвободилось в его ослабленных зонах. Отсутствие видимого золота в скважине 303 объясняется меньшей мощностью колчеданного горизонта (7 метров), тогда как в 302 скважине 13.5 метров. То есть количество золота пропорционально объему колчеданных руд, подвергшихся эндогенному воздействию.

По химическому составу золото высокопробное, среднее содержание серебра достигает 9,6 масс. %. Химические составы самородного золота приведены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав золота (масс. %)

№ препарата	Ag	Au	Сумма
302-4	10.44	89.56	100
302-4	9.40	90.60	100
302-1	7.02	92.98	100
302-2	8.31	91.69	100
302-2	12.66	87.34	100
Среднее	9.57	90.43	100

Литература

1. Исаенко М.П., Боришанская С.С., Афанасьева Е.Л. Определитель главных минералов руд в отраженном свете / Изд-во Недра, 1986. – 382 с.
2. Коваль А.В., Полеховский Ю.С. // Сборник трудов XXIV молодежной научной конференции, посвященной памяти чл.-корр. АН СССР К.О. Кратца. Апатиты, 2013. – 53–55 с.
3. Новиков Ю.Н. Отчет о результатах поисковых и поисково-оценочных работ на золото в Центральной Карелии на Эльмусской площади в 1992–1994 годах. Фонды ТФГИ. Инв. № 448. 1997.
4. Светов С.А. Магматические системы зоны перехода океан-континент в архее восточной части Фенноскандинавского щита / Петрозаводск, 2005. – 229 с.

ЛОМАМСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН: ГЕОЛОГИЯ, РУДОНОСНОСТЬ, МЕТАСОМАТИТЫ

Козлов Д.С.

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ФГУП «ВСЕГЕИ»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: *digeochem@gmail.com*

Ломамский рудный район находится в пределах Тимптоно-Учурского блока Аладно-Станового щита, и характеризуется интенсивным проявлением процессов щелочного и субщелочного магматизма на этапе мезозойской тектономагматической активизации, и связанных с ним гидротермально-метасоматических процессов, различной формационной принадлежности. Установлено, что оруденение локализуется в различных литолого-структурных обстановках – субгоризонтальные зоны повышенной проницаемости в терригенно-карбонатных толщах платформенного чехла и терригенных отложениях юрского возраста, в экзоконтактовых зонах интрузий мезозойского возраста; в крутопадающих разрывных нарушениях, картируемых в глубоко метаморфизованных породах архейского возраста, а также в мезозойских интрузиях.

LOMAMSKY ORE DISTRICT: GEOLOGY, ORE, ALTERATION

Kozlov D.S.

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (FSUE «VSEGEI»), Saint Petersburg, Russia, e-mail: *digeochem@gmail.com*

Lomamsky ore district is located within Timpton-Uchur block of Aladno-Stanovoy shield and characterized by intense manifestation in step Mesozoic tectonic-magmatic activation of alkaline and subalkaline magmatism and related alteration processes of different formation type. Mineralization is localized in different lithologic and structural environments, such as subhorizontal zone of increased permeability in clastic-carbonate strata in the platform cover and Jurassic clastic strata, on exocontact of intrusions of Mesozoic age; in steeply dipping faults, mapped to deeply metamorphosed rocks of Achean age, as well as in large Mesozoic intrusions.

Ломамский золоторудный район в структурном отношении располагается в пределах юго-восточной окраины Чаро-Алданской глыбы на сочленении ее с Южно-Алданской системой угленосных впадин.

В геологическом строении Ломамского рудного района принимают участие метаморфические образования архейского возраста нельгюйской и сеймской свит, на которых с резким структурно-стратиграфическим несогласием залегают кембрийские карбонатные породы, перекрытые, в свою очередь, юрскими терригенными отложениями.

Нельгюйская свита сложена мелко-среднезернистыми амфибол-пироксеновыми, гранат-биотитовыми гнейсами преимущественно серого цвета. Сеймская свита предстала серовато-белыми мелко-среднезернистыми биотитовыми плагиогнейсами и лейкократовыми силлиманит- (кордиерит-) содержащими средне-крупнозернистыми гнейсами. На пенепленизированной размытой поверхности сложно дислоцированных архейских образований с резким угловым несогласием залегает толща морских карбонатных осадков венда-нижнего кембрия, представленных доломитами. На венд-нижнекембрийских доломитах со стратиграфическим несогласием залегает толща юрских песчаников юхтинской свиты, в которых встречаются прослои и линзы алевролитов и гравелитов.

Многочисленные магматические образования представлены дайками долеритов, предположительно раннепротерозойского возраста, мезозойскими дайками и пластовыми интрузиями, преимущественно щелочного и субщелочного состава, и двумя многофазными интрузивными массивами – гольцом Билибина и гольцом Чайдах.

Все породы Ломамского рудного района претерпели различные гитротермально-метасоматические изменения. Так, архейские гнейсы повсеместно окварцованы и гематитизированы; в доломитах венд-нижнекембрийского возраста отмечены скарнирование и окварцевание; юрские аркозовые песчаники с новообразованиями адуляра. В мезозойских интрузивных породах проявлены процессы гематитизации и сульфидизации.

Перспективы района

В пределах исследуемой площади известны проявления золота, меди, никеля, серебра, лития, свинца, молибдена, графита и редкоземельных элементов.

Из выявленных в районе рудных полезных ископаемых наиболее ценным является рудное золото. Ареалы проявления золоторудной минерализации пространственно связаны с узлами магмопроявлений. При этом четко прослеживается аналогия между геологическими структурами Центрально-Алданского золоторудного района и Ломамского потенциального золото-рудного района, что может выступать как один из прогнозных критериев обнаружения здесь «лебединского», «курунахского» и «рябинового» типов золоторуднения, а также объектов сопоставимых по промышленной значимости с недавно открытым месторождением типа горы Рудной.

По аналогии с «курунахским» геолого-промышленным типом оруденения, на территории Ломамского рудного района могут быть обнаружены рудные тела на стратиграфическом и литологическом контакте алюмосиликатных алевро-песчаных пород нижней юры и карбонатных пород верхней части нижнекембрийской толщи. Рудные тела этого типа характеризуются крупными запасами руды в десятки – первые сотни млн тонн руды и соответствующими запасами золота. Формирование золоторуднения этого типа связывается с пирит-карбонат-калишпатовыми метасоматитами (гумбеитами) в карбонатных силикатсодержащих породах нижнего кембрия и песчаниках юры.

По данным Лагздиной Г.Ю., в пределах интрузивного массива «голец Билибина», ранее выявлены золоторудные проявления, схожие по своим характеристикам с рассеянным прожилково-вкрапленным оруденением «рябинового» типа, отличительной чертой которого является пространственная приуроченность к многофазным массивам центрального типа. Оруденение этого типа локализуется в гумбеитах кварц-адуляр-микроклин-серицитового состава, развивающихся по фельдшпатоидным сиенитам лейцитит-щелочносиенитовой формации.

В результате полевых работ, проведенных в 2014 году, а также по данным Лагздиной Г.Ю., на территории Ломамского района обнаружены признаки оруденения «лебединского» типа в скарнированных венд-нижнекембрийских доломитах, в экзоконтактах щелочных интрузий мезозойского возраста. Оруденение этого типа локализуется в породах докембрийского фундамента, штоках, силлах, дайках сиенитов, в карбонатной толще венда-нижнего кембрия и теригенной толще нижней юры. Наиболее продуктивной рудовмещающий горизонт картируется нижняя часть юдомской свиты, где сосредоточены основные промышленно-значимые рудные объекты. Гидротермальные окolorудные изменения, связанные с формированием золото-сульфидных руд «лебединского» типа, локализуемых в карбонатной толще, проявлены карбонатизацией (анкеритизация, кальцитизация), перекристаллизацией кремней, оталькованием, серпентинизацией, тремолитизацией, в меньшей мере, пиритизацией.

Литература

1. Амарский В.Г., Амарская А.М., Петрова И.А., Черников В.И., Чукурна В.Д. Отчёт о результатах работ на золото в центральной части Ломамского района, проведённых золоторудной партией ЮЯКЭ в 1973–1975 гг. // ЯАССР, пос. Чульман, 1975.
2. Лагздина Г.Ю. Геологическая карта СССР. Объяснительная записка. Серия Алданская, лист О-52-XXVI, масштаб 1 : 200 000 // М., «Недра», 1965.
3. Лагздина Г.Ю.. Геологическая карта СССР. Объяснительная записка. Серия Алданская, лист О-52-XXVII, масштаб 1 : 200 000// М., «Недра», 1979.
4. Мокроусов В.А., Леонова Т.Р., Брейдо А.Е., Ильин В.А., Князев О.Т., Кичаев А.М. Геологическое строение северной части листа О-52-XXVI/ Отчёт по геолого-съёмочным работам Верхне-Гыннимской партии, проведённых летом 1959 г. // пос. Чульман, 1960.

ГЛАВНЫЕ ТИПЫ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДОПРОЯВЛЕНИЙ ЗАЙСАНСКОЙ СУТУРНОЙ ЗОНЫ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

Кузьмина О.Н., Ойцева Т.А.

Восточно-Казахстанский Государственный Технический университет им. Д. Серикбаева
(ВКГТУ им. Д. Серикбаева), г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, e-mail: *tatiana.oitseva@gmail.com*

В пределах Зайсанской сутурной зоны Восточного Казахстана рассмотрены главные типы золоторудных месторождений и рудопроявлений, сгруппированных по возрасту рудовмещающих осадочно-вулканогенных стратифицированных и магматических комплексов, с приведением эталоннотипных объектов.

MAIN TYPE OF GOLD DEPOSIT AND ORE OCCURRENCES OF ZAYSAN SUTURE ZONE (EAST KAZAKHSTAN)

O.N. Kuzmina, T.A. Oitseva

D. Serikbaev East-Kazakhstan State Technical University (D. Serikbaev EKSTU), Ust-Kamenogorsk,
The Republic of Kazakhstan, e-mail: *tatiana.oitseva@gmail.com*

The main types of gold deposits and occurrences within Zaisan suture zone of East Kazakhstan were considered. They were grouped by age of ore-bearing sedimentary-volcanogenic stratified and igneous complexes according to etalon type.

Зайсанская сутурная зона сформировалась в Центральной части Большого Алтая в процессе коллизионного сдвижения и состыковки Казахстанского микроконтинента и Горноалтайской окраины Сибирского субконтинента (C_1-C_3) [1, 3]. По металлогеническому районированию Зайсанская сутурная зона объединяет геологические структуры Чарской зоны и Западной Калбы [3, 4]. В данной работе рассматриваются ведущие типы золоторудных месторождений Зайсанской сутурной зоны, которые сгруппированы в таблице 1 по возрасту рудовмещающих осадочно-вулканогенных стратифицированных комплексов, при этом двойной индекс отражает возраст рудогенерирующего субстрата и возраст оруденения (по геологическим данным).

Золото-ртутный (чарский) тип месторождений. Этот тип представлен мелкими месторождениями и рудопроявлениями золото-киноварной минерализации, развитыми преимущественно в Чарской зоне. На ряде объектов золото-ртутное оруденение проявлено в метасоматически измененных известняках аркалыкской свиты и кварц-карбонатных жилах. По формационной принадлежности известные объекты (Кызыл-Чар, Веро-Чар и др.) относятся к золото-ртутной кварц-карбонатной формации. Рудообразующей представляется гипербазитовая формация (O_{2-3} ?), подверженная метаморфогенно-гидротермальным преобразованиям в аккреционно-островодужную стадию с наложением оруденения на листвениты, бирбириты, кварциты и порфириты ($C_{1V_{2-3}}$).

Золотосульфидный джаспероидный (байбуринский) тип. Это новый для региона нетрадиционный тип золотого оруденения в изменённых карбонатно-терригенных породах (аркалыкская свита, $C_{1V_{2-3}}$). Золотоносные джаспероиды локализованы в сланцево-карбонатных толщах островодужного типа (C_1), испытавших метасоматическое изменение в надинтрузивных зонах плагиогранитов кунушского комплекса (C_3). Минерализованные зоны сформировались в тектонических зонах расланцевания по карбонатно-терригенным

породам в результате процессов кремнисто-железистого и кремнисто-марганцевого метасоматоза. К этому типу относятся месторождение Мираж, рудопроявление Байбура, Бригадное, Свистун и другие объекты. Представляет промышленное значение.

Золото-сульфидный прожилково-вкрапленный (суздальский) тип. В Зайсанской сутурной зоне примером этого типа является промышленное Суздальское месторождение, представленное первичными золото-сульфидными прожилково-вкрапленными рудами и развитыми по ним золотоносными корами выветривания мезо-кайнозойского возраста, а также ряд более мелких объектов (Жайма 2, Игл, Мираж и др.). Рудовмещающими являются вулкано-карбонатно-терригенные отложения (аркалыкская свита, C_{1V2-3}). Интрузивные породы представлены дайками и малыми телами диоритов и гранит-порфиров (кунушский комплекс, C_3), контролируемые разрывными нарушениями.

Золото-кварцевый (кулуджунский) тип. К собственно кулуджунскому типу относятся жильные золото-кварцевые месторождения, типичные для Западно-Калбинской зоны (Кулуджун, Сенташ, Джумба, Лайлы и др.). Пространственно они размещаются преимущественно в малоуглеродистых граувакковых отложениях междуговых прогибов (аганактинская свита, C_1), генетически связаны с малыми интрузиями гранитоидов и дайками кунушского комплекса C_3 . Кварцево-жильные месторождения по масштабам оруденения мелкие, многие из них разрабатывались. Они также явились коренным источником россыпей золота.

Золото-кварц-березитовый (баладжальский) тип. Этот тип оруденения развит в мелких массивах габбро-диоритов, гранитоидов и дайках плагиогранит-порфиров C_3 и связан с их автоберезитизацией. Наиболее значительным объектом является месторождение Баладжал с бедными (до 5 г/т) рудами и общими золоторесурсами около 29 т. Менее значительными являются массив гранитоидов Куперлинский, дайки плагиогранит-порфиров Желтуген, Буксир, массив Бижан и Костобинский шток. С ними часто связаны мелкие россыпи золота, но первичное оруденение, из-за низких содержаний металла обычно не промышленное.

Золото-мышьяково-углеродистый (бакырчикский) тип. Рудовмещающими являются молассовые лимнические отложения буконьской свиты (C_{2-3}). Ведущим промышленным типом являются золото-мышьяково-углеродистые минерализованные зоны и зоны прожилкового окварцевания. Наиболее крупные месторождения контролируются системой Кызыловского глубинного разлома широтного простирания (Бакырчик, Большевик, Глубокий Лог, Промежуточное и др.). Имеет важное промышленное значение.

Золотоносные коры выветривания. Остаточные элювиальные золотоносные коры Семипалатинского Прииртышья образовались по первичным рудоносным зонам и по форме относятся к трещинно-линейному типу. Использование малозатратных технологий переработки сырья золотоносных объектов кор выветривания методом кучного выщелачивания (месторождение Жанан, Суздальское, Жайма, Жерек, Мукур и др.) делает их эксплуатацию экономически выгодной. По запасам они являются крупными и средними золоторудными объектами.

Таким образом, ведущими факторами, ответственными за формирование золоторудных месторождений являются: 1) состав рудовмещающих толщ (субстрат), с которым повсеместно устанавливается тонкое рассеянное эпигенетическое золото, преимущественно сконцентрированное в пирите; 2) магматизм, обеспечивающий начальный прогрев и флюиды, необходимые для переотложения и концентрирования золота в рудомагматических системах; 3) сдвиговые (транспрессионные) деформации в земной коре (структурный контроль), связанные со спецификой Зайсанской сутурной зоны, как субокеанического террейна-реликта Чарского океанического бассейна, сохранившегося в ходе коллизии Казах-

станского и Сибирского палеоконтинентов. [1, 2, 3]. Представленные краткие материалы по типовым золоторудным месторождениям Зайсанской сутурной зоны свидетельствуют об их многообразии, разновозрастности и полигенности.

Таблица 1

Главные типы золоторудных месторождений и рудопроявлений Зайсанской сутурной зоны

Тип золоторудных месторождений	Возрастной индекс*	Эталонные объекты	Рудовмещающая стратифицированная толща, обстановки	Магматические комплексы, обстановки	Тип минерализации, стадии рудообразования	Примечание
Золото-ртутный (чарский) тип	$\left(\frac{C_1 v_{2-3}}{O_{2-3}} \right)$	месторождение Веро-Чар		гипербазитовая формация (O ₂₋₃ ?) / вулканиты аркалыкского комплекса (C ₁)	золото-кварцевый	содержание 2-3,8 г/т, в настоящее время не разрабатывается
Золотосульфидный джаспероидный (байбурынский) тип	$\left(\frac{C_2}{C_1 v_{2-3}} \right)$	рудопроявление Байбура	вулканогенная карбонатно-терригенная формация (аркалыкская свита, C ₁ v ₂₋₃)	плагиигранит-гранодиоритовые формации (кунучский комплекс, C ₂)	золотосульфидный джаспероидный (310-300 млн. лет)	содержание 0,1-33,5 г/т
Золото-сульфидный прожилково-вкрапленный (суздальский) тип	$\left(\frac{C_2 - T_1}{C_1 v_{2-3}} \right)$	рудопроявление Жайма 2 $\left(\frac{C_2 - P_1}{C_1 v_{2-3}} \right)$	вулканогенная карбонатно-терригенная формация (аркалыкская свита, C ₁ v ₂₋₃)	дайкиовый субвулканический комплекс; раннепермский комплекс, входящий в состав тастауской вулканоплутонической серии (P ₁)	золотосульфидный вкрапленно-прожилковый (310-300 млн. лет)	содержание 0,1-24 г/т, в настоящее время не разрабатывается
		месторождение Суздальское $\left(\frac{C_2 - T_1}{C_1 v_{2-3}} \right)$	вулканогенная карбонатно-терригенная формация (аркалыкская свита, C ₁ v ₂₋₃)	плагиигранит-гранодиориты (кунучский комплекс, C ₂) тастауская (P ₁) и семейтауская (P ₂) субшелочные вулканоплутонические серии	I – сингенетичная золотосодержащая сульфидная (345-325 млн. лет); II – тонковкрапленная золоторудная минерализация (310-300 млн. лет); III – золото-полисульфидная штокерковая (281,3 ± 3,3 млн. лет); IV – жильная кварц-антимонитовая (248,3 ± 3,4 млн. лет); V – жильная кварц-антимонитовая (241,9 ± 2,7 млн. лет)	в настоящее время разрабатывается
Золото-кварцевый (кулуджунский) тип	$\left(\frac{C_2}{C_1 s} \right)$	месторождение Кулуджун	морские малоуглеродистые грауваксовые (молассоидными) отложения аганактинской свиты (C ₁ s)	малые митрузии и дайки гранодиорит-плагиигранитовой формации (кулуджунский комплекс, C ₁)	золото-кварцевые жилы	в настоящее время не разрабатывается
Золото-кварц-березитовый (баладжальский) тип	$\left(\frac{C_1 - P_1}{C_1 v_{2-3} - C_1 s} \right)$	месторождение Баладжал	контакт отложений карбонатно-терригенной формации (аркалыкская свита, C ₁ v ₂₋₃) и грауваксовой молассоидной (аганактинская свита, C ₁ s)	гипабиссальная габбро-диоритовая интрузия (бизьянский комплекс, C ₁ -P ₁)	золотосульфидно-кварцевый тип в листоватых и березитах, золото-кварцевые жилы	среднее содержание 3,2 г/т, имеет промышленное значение и в настоящее время разрабатывается
Золото-мышьяково-углеродистый (базырчикский) тип	$\left(\frac{P_1 - T_1 ?}{C_1 s - C_{1-2}} \right)$	месторождение Базырчик	молассовые лимнические углеродистые (черносланцевые) толщи таубинской (C ₂) и буюкской (C ₂₋₃) свит	гипабиссальная плагиигранит-гранодиоритовая формация (кунучский комплекс, C ₂)	прожилково-вкрапленный золото-сульфидный тип	содержание 8-10 г/т, разрабатывается
Золотоносные коры выветривания	$\left(\frac{Mz_2 - Kz}{Pz_{2-3}} \right)$	месторождения Жанан, Суздальское	вулканогенно-осадочные углеродистые толщи C ₁ , C ₂		золотосульфидный тип с золотоносной корой выветривания	разрабатываются методом кучного выпалчивания

Примечание: * в числителе – возраст оруденения, в знаменателе – возраст рудовмещающей толщи (по геологическим данным). Составлено Кузьминой О.Н.

Литература

1. Большой Алтай: (геология и металлогения). Кн. 2. Металлогения / Щерба Г.Н., Беспав Х.А., Дьячков Б.А. и др. – Алматы: РИО ВАК РК, 2002. – 400 с.
2. Владимиров А.Г., Крук Н.Н., Руднев С.Н, Хромых С.В. Геодинамика и гранитоидный магматизм коллизионных орогенов // Геология и геофизика, 2003, т. 44, № 12, С. 1321–1338.
3. Дьячков Б.А., Черненко З.И., Кузьмина О.Н., Майорова Н.П. Геология и металлогения сутурных зон Большого Алтая и оценка их перспектив // Большой Алтай – уникальная редкометалло-золото-полиметаллическая провинция Центральной Азии: Материалы межд. конф. – Усть-Каменогорск: ВКГУ, 2010. С. 30–31.
4. Кузьмина О.Н., Дьячков Б.А., Рафаилович М.С., Мизерная М.А., Ойцева Т.А. Рудоносные уровни Западной Калбы // Корреляция алтаид и уралид: магматизм, метаморфизм, стратиграфия, геохронология, геодинамика и металлогеническое прогнозирование (Материалы Второго Российско-Казахстанского международного научного совещания). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 99–100.

СТРУКТУРНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ УЧАСТКА МУНДАРГА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

Кукушкин К.А.

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского
(ФГУП «ВСЕГЕИ»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: *k.kukuschkin@gmail.com*

В результате поисковых работ, проведенных в 2012 году силами ЗАО КЦ «РосГеофизике», включающих геохимические поиски по потокам и вторичным ореолам рассеяния по специальной методике масштаба 1 : 50 000 и рекогносцировочные маршруты с отбором каменного материала, на участке р. Мундарга были выделены 3 типа золоторудной минерализации. В ходе работ полевого сезона 2013 года был выделен новый тип оруденения.

Целью данной работы являлось дать геологическую характеристику участку Мундарга и предполагаемым в его пределах типам коренного золотого оруденения для оценки перспективности их освоения. Задача решалась на основе изучения каменного материала, отобранного в ходе полевых работ 2012–2013 гг.

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL FEATURES OF LOCALIZATION OF GOLD SHOWINGS MUNDARGA AREA (EAST SAYAN)

Kukushkin K.A.

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (FSUE «VSEGEI»), Saint Petersburg, Russia,
e-mail: *k.kukuschkin@gmail.com*

As a result of search operations, carried out in 2012 by the JSC CC "RosGeofizika" including geochemical prospecting for leakage flux and secondary dispersion halos by special methodic the scale of 1 : 50,000 and reconnaissance field works with the selection of rock samples, in the area p. Mundarga were allocated several types of gold ore mineralization. In the course of the field season of 2013 has been allocated a new type of mineralization.

The aim of this work was to give the geological characteristics of the Mundarga area and expected in its limits types of gold ore mineralization for assessing the prospects of development. Task t has been completed on the basis of rock material taken during fieldwork 2012–2013.

В связи с исчерпанием запасов Коневинского месторождения (Хужирское рудное поле) крайне актуальной задачей является поиск новых перспективных площадей. С 2012 года силами ЗАО КЦ «РосГеофизика» велись поисковые работы на золото в Окинском районе республики Бурятия на флангах Хужирского рудного поля (Восточный Саян, республика Бурятия). В результате работ масштаба 1 : 50 000, проведенных в 2012 году, включающих геохимические поиски по потокам и вторичным ореолам рассеяния методом «отбортовки» и рекогносцировочные маршруты с отбором каменного материала, на участке р. Мундарга были выявлены несколько типов золоторудной минерализации в пределах урикского гранитоидного комплекса, главными из которых являлись кварцевожильный и полиметаллический.

Целью работы было изучение геологического строения участка Мундарга и оценка перспективности выявленных в его пределах типов золотого оруденения.

В геологическом строении исследуемого района принимают участие вулканогенные и метаморфические комплексы, прорванные разновозрастными гранитоидными интрузиями.

В изучаемом районе стратифицированные отложения представлены карбонатными породами мангошинской свиты (R-V mg); кислыми эффузивами хамсаринской толщи (D?hm). В качестве интрузивных образований – урикский комплекс (γ - $\gamma\delta_{1-2}$ V-PZ_{1u}) диоритового состава и огнитский гранитоидный комплекс (γ δ Do). Коневинское месторождение пространственно приурочено к гранитам палеозойского таннуольского комплекса (γ 2€2t).

В процессе работы изучены особенности геологического строения рассматриваемой площади, в результате чего скорректированы границы комплексов, а также уточнен состав слагающих их магматических пород.

Проведено изучение химического состава и геохимических особенностей пород, позволившее выделить области аномалий элементов-спутников золотого оруденения- Cu, As, Zn, а также выявить их приуроченность к зонам разрывных нарушений, картируемых в полях развития первой фазы урикского комплекса.

В ходе изучения рудной минерализации установлены минеральные ассоциации, сопровождающие оруденение, выявлен основной золотосодержащий минерал- кюстелит.

На основе данных, полученных в процессе написания работы, выполнена оценка перспективности площади и даны рекомендации для проведения дальнейших работ. Наиболее перспективным типом для дальнейшего исследования является кварцево-жильный тип по аналогии с эталонным Коневинским месторождением.

ПРОСТРАНСТВЕННО ВРЕМЕННЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕТАСОМАТИТОВ И ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА САМОЛАЗОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)

Леонтьев В.И.

Национальный минерально-сырьевой университет (Горный университет), г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: *leontyev@spmi.ru*

На основе комплексного минералого-петрографического изучения руд и метасоматитов Самолазовского золоторудного месторождения выделено 4 гидротермально-метасоматических парагенезиса: рудовмещающие скарновый, гумбеитовый, фельдшпатолитовый и рудоносный флюорит-хлорит-карбонат-кварцевый. По текстурно-структурным особенностям и условиям залегания выделено три типа оруденения: 1) прожилково-вкрапленный линейный тип, представленный интенсивно окисленными и дезинтегрированными скарнами, их гумбеитизированными разновидностями с наложенными прожилково-вкрапленными рудоносными флюорит-хлорит-карбонат-кварцевыми метасоматитами; 2) прожилково-вкрапленный штокверковый тип, представленный в различной степени гумбеитизированными сиенитами с наложенными прожилково-вкрапленными рудоносными флюорит-хлорит-карбонат-кварцевыми метасоматитами; 3) брекчиевый тип, представляющий собой тектонические брекчии с обломками скарнов, фельдшпатолитов, сиенитов и гумбеитов и рудным цементом представленным минералами флюорит-хлорит-карбонат-кварцевой ассоциации и связанными с ней сульфидами.

SPATIOTEMPORAL CORRELATION BETWEEN METASOMATIC ROCKS AND GOLD MINERALIZATION OF SAMOLAZOVSKOYE DEPOSIT (CENTRAL ALDAN ORE DISTRICT)

Leontev V.I.

National Mineral Resources University (University of Mines), Saint Petersburg, Russia, e-mail: *leontyev@spmi.ru*

Four types of hydrothermal-metasomatic paragenesis: ore-hosting skarn, gumbaite, quartz-feldspar metasomatite and ore-bearing fluorite-chlorite-carbonate-quartz were found based on a comprehensive mineralogical and petrographic study of ore and metasomatic rocks of Samolazovskoye gold deposit. According to textural and structural features and mode of occurrence three types of mineralization were separated: 1) vein-disseminated linear type represented by highly oxidized and disintegrated skarns, their gumbaite varieties superimposed with vein-disseminated ore-bearing fluorite-chlorite-carbonate-quartz metasomatic rocks; 2) vein-disseminated stockwork type represented by in varying degree gumbaite syenites superimposed with vein-disseminated ore-bearing fluorite-chlorite-carbonate-quartz metasomatic rocks; 3) brecciated type represented by tectonic breccia with fragments of skarn, quartz-feldspar metasomatite, syenite and gumbaite and ore cement consists of fluorite-chlorite-carbonate-quartz mineral association and sulfides related to it.

Месторождение Самолазовское расположено в южной части Центрально-Алданского рудного района в 55 км от г. Алдан. Месторождение находится в пределах Юхтинского многофазного интрузивного массива (J₃-K₁), который расположен на пересечении северо-западной Юхтино-Пуриканской зоны разломов и субмеридионального Якокутского разлома. По своей структуре массив представляет собой лополит, локализованный между ар-

хейским кристаллическим фундаментом гранитогнейсового состава и толщей венд-нижнекембрийских карбонатных пород осадочного чехла, представленных преимущественно доломитами. В строении массива участвуют породы трёх фаз Лебединского интрузивного комплекса представленные сиенитами и граносиенитами. На площади месторождения развит широкий комплекс контактово-метаморфических и гидротермально-метасоматических, в том числе рудных, образований, связанных со становлением Юхтинского массива.

На начальных этапах освоения месторождения считалось, что основной объём золотого оруденения локализуется в метасоматитах, наложенных на скарны в зоне полого-наклонного контакта массива субщелочных эгирин-авгитовых сиенитов с мраморизованными карбонатными породами [3]. В связи с их интенсивным гипергенным преобразованием господствовало мнение о концентрировании золота в процессе формирования коры выветривания по слабозолотоносным скарнам и наложенным на них метасоматитам [1]. Однако, в более поздних работах [5], основанных на данных эксплоразведки, подчёркивается, что первичными рудами являются гидротермально-метасоматические образования, развитые в основном по скарнам, менее по сиенитам, а гипергенные процессы не привели к массовому переотложению и концентрированию рудного вещества.

В процессе эксплуатации месторождения рудные тела, локализованные в скарнах и скарнированных породах, были полностью отработаны. В настоящее время в карьере вскрыты рудоносные метасоматиты по субщелочным кварцевым сиенитам, которые разведочными скважинами прослежены до контакта с породами кристаллического фундамента. По результатам документации керн скважин выделено несколько типов метасоматитов, развивающихся по сиенитам и кристаллическим породам фундамента. Метасоматиты в различной степени золотоносны, а максимальные содержания золота, достигающие первых сотен грамм на тонну, связаны с зонами развития тектонических брекчий. По морфологическим особенностям, условиям залегания и внутреннему строению рудные тела в сиенитах и архейских метаморфических породах могут рассматриваться в качестве штокверкоподобных минерализованных зон. Границы рудных тел устанавливаются только по данным опробования. Главной целью данного исследования являлось выяснение пространственно-временных взаимоотношений метасоматитов и золотого оруденения на Самолазовском месторождении.

Исследования проводились на основе комплексного минералого-петрографического изучения гидротермально-метасоматических образований. В основу работы лёг тщательный микроскопический анализ прозрачных шлифов. Уточнение диагностики минералов и особенностей их вещественного состава проводилось с помощью рамановской спектроскопии и микрозондового анализа. Формационная принадлежность метасоматитов определялась на основе известных классификаций [2, 6, 7].

По структурно-вещественным характеристикам, составу исходного субстрата и условиям формирования выделено несколько гидротермально-метасоматических ассоциаций минералов. Наиболее ранними из них являются фельдшпатолитовые и скарновые ассоциации. **Фельдшпатолиты** представляют собой кварц-калишпатовые массивные крупнозернистые породы, развитые в гранитогнейсах кристаллического фундамента на их контакте с породами Юхтинского интрузивного массива. По данным бурения их мощность не превышает 8–12 метров. **Скарны**, развитые на контакте сиенитов и пород карбонатного чехла, представляют собой массивные или полосчатые породы с вкрапленностью, пятнами, линзочками магнетита, гематита, пирита, халькопирита. Мощность скарновых оторочек изменяется от первых метров до первых сотен метров, обычно 10–20 м. От сиенитов к карбонатным породам выделяются следующие зоны: 1) тремолитовая (тремолит, волла-

стонит), 2) диопсидовая (диопсид, магнетит), 3) флогопитовая (флогопит, пирит), 4) волластонит-кварцевая, 5) карбонатная [3]. Эндоскарны, развитые по сиенитам на их контакте с породами кристаллического фундамента, представлены полосчатыми флогопит-карбонатными образованиями с флюоритом и пиритом. Мощность их варьирует от 3 до 10 метров. Вслед за фельдшпатолитами и скарнами формировались *гумбеиты*. Процесс гумбеитизации в пределах месторождения захватил весь объём пород щелочного интрузивного комплекса, и частично затронул скарны. Гумбеиты представлены прожилковыми, пятнистыми и массивными метасоматическими породами, сложенными в основном кварцем, флюоритом, серицитом, карбонатом, калишпатом и пиритом. Обобщённая метасоматическая колонка гумбеитов, развитых по кварцевым сиенитам, имеет вид: кварцевый сиенит (амфибол, олигоклаз, калишпат-1, кварц) → биотит, хлорит, олигоклаз, калишпат-1, кварц → серицит, калишпат-1, кварц → кварц, калишпат-2, карбонат → калишпат-2, карбонат ± флюорит. Заключительный этап формирования гумбеитов проявился в образовании кварцевых и кварц-карбонатных прожилков. Наиболее поздние эпигенитические образования представлены *флюорит-хлорит-карбонат-кварцевой* минеральной ассоциацией. Она имеет прожилково-вкрапленный характер и наложена на сиениты, гумбеиты, фельдшпатолиты и скарны. Данная минеральная ассоциация слагает и цемент тектонических брекчий, в обломках которых присутствуют изменённые и неизменённые сиениты и породы кристаллического фундамента. Таким образом, на месторождении можно выделить 4 гидротермально-метасоматических парагенезиса: рудовмещающие скарновый, гумбеитовый, фельдшпатолитовый и рудоносный флюорит-хлорит-карбонат-кварцевый.

По текстурно-структурным особенностям и условиям залегания выделено три типа оруденения: 1) **прожилково-вкрапленный линейный тип**, локализованный в виде субгоризонтальных залежей на контакте мезозойского интрузива и венд-нижнекембрийских доломитов, и представленный интенсивно окисленными и дезинтегрированными скарнами, их гумбеитизированными разностями с наложенными прожилково-вкрапленными рудоносными флюорит-хлорит-карбонат-кварцевыми метасоматитами; 2) **прожилково-вкрапленный штокверковый тип**, локализованный в виде объёмных минерализованных зон внутри мезозойских интрузий, представленный в различной степени гумбеитизированными сиенитами с наложенными прожилково-вкрапленными рудоносными флюорит-хлорит-карбонат-кварцевыми метасоматитами; 3) **брекчиевый тип**, локализованный в крутопадающих минерализованных зонах дробления внутри тел мезозойских интрузий и метасоматических тел (фельдшпатолитов) развитых по породам кристаллического фундамента, и представляющий собой тектонические брекчии с обломками скарнов, фельдшпатолитов, сиенитов и гумбеитов и рудным цементом представленным минералами флюорит-хлорит-карбонат-кварцевой ассоциации и связанными с ней сульфидами.

Установлено [1], что в рудах первого типа, золото находится в тонкордисперсной (0,01–0,001 мм) и ультратонкодисперсной (0,001–0,0001 мм) или коллоидно-дисперсной форме и представлено включениями в гидроокислах железа и, реже, в кварце. В изученных нами рудах второго и третьего типов пробирным анализом установлены промышленные содержания золота, однако даже при детальном электронно-микроскопическом исследовании не удалось выявить свободных частиц металла, даже при его ураганных содержаниях. Встречены лишь следы золота в пирите, ассоциированном с флюорит-хлорит-карбонат-кварцевым парагенезисом, что, по нашему мнению указывает на то, что основная часть металла находится в связанном состоянии в тонкодисперсной форме в сульфидах.

Можно сделать вывод, что по интенсивности проявления рудной минерализации наиболее благоприятным субстратом для рудоотложения являлись скарны, затем в различной степени изменённые сиениты и наименее благоприятны фельдшпатолиты. Рудоносная метасоматическая формация по времени формирования оторвана от гумбеитов, развитых по сиенитам и скарнам, однако унаследованный характер пространственного распределения метасоматитов разных формаций позволяет условно принимать более широко проявленные гумбеиты как внешнюю зону рудно-метасоматической колонны, что имеет важное поисковое значение.

Литература

1. Ветлужских В.Г., Казанский В.И., Кочетков А.Я., Яновский В.М. Золоторудные месторождения Центрального Алдана // Геология рудных месторождений. 2002. Том 44. № 6. С. 467–499.
2. Грязнов О.Н., Чесноков В.И. Основы рудоносного метасоматизма: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд. УГИ, 1993. 128 с.
3. Гусев В.Н., Эльев В.К., Боярко Г.Ю. Самолазовское золотоскарновое месторождение // Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых Сибири. Томск, ТПУ, 2000. С. 108–117.
4. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых. Том 2: стратегические виды рудного сырья // Москва. ИГЕМ РАН. 2006. 672 с.
5. Максимов Е.П., Уютов В.И., Никитин В.М. Центрально-Алданская золото-урановорудная магматогенная система (Алдано-Становой щит, Россия) // Тихоокеанская геология. 2010, том 29, № 2. С. 3–26.
6. Омеляненко Б.И. Околорудные гидротермальные изменения пород. М.: Недра, 1978. 215 с.
7. Плющев Е.В., Шатов В.В., Кашин С.В. Металлогения гидротермально-метасоматических образований. Спб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. 560 с.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ ЛИТИЕНОСНЫХ РАССОЛОВ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Мухеева Е. Д.

Институт Минералогии, Геохимии и Кристаллохимии Редких Элементов (ФГУП «ИМГРЭ»), г. Москва, Россия, e-mail: *Galsuta@rambler.ru*

История изучения рассолоносности глубоких горизонтов Сибирской платформы разнообразна и обширна. Многие исследователи внесли свой вклад в развитие этого направления науки. Глубокозалегающие литиеносные рассолы – новый промышленный тип сырья для восполнения минерально-сырьевой базы лития России.

THE HISTORY OF A STUDYING OF DEEP-LAYING LITHIUM-BEARING BRINES OF SIBERIAN PLATFORM

Mikheeva E.

Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare (FGUP «IMGRE»), Moscow, Russia, e-mail: *Galsuta@rambler.ru*

The history of a studying of deep-laying lithium-bearing brines of Siberian platform is extensive and various. Many researchers made the contribution to development of this direction of science. At the present time, it is possible to confidently assert, that deep-laying lithium-bearing brines – new industrial type of raw materials for completion of mineral resources of lithium of Russia.

"Могущество России будет прирастать Сибирью..."
Михаил Ломоносов

История изучения соленых и рассольных вод Ангаро-Ленского артезианского бассейна, расположенного на юге Сибирской платформы, исчисляется несколькими веками. Наиболее ценные сведения по этому вопросу можно найти в многотомном труде В.А. Обручева (1931–1949 гг.) «История геологического исследования Сибири», в монографиях «Минеральные воды южной части Восточной Сибири» (1961 г., под ред. В.Г. Ткачук и Н.И. Толстихина) и «Рассолы Ангаро-Ленского артезианского бассейна» (1966 г., Е.В. Пиннекер). Изучение соленых и рассольных вод Восточной Сибири, условно можно разделить на четыре периода:

- первый период с XVII века до 1917 г., когда накапливался фактический материал по отдельным солепроявлениям;
- второй период с 1918 по 1953 г., когда начались региональные исследования соленых источников и были вскрыты глубинные рассолы единичными скважинами;
- третий период с 1954 г. по 1990 г. наиболее насыщенный многоплановыми работами по изучению рассолов: их химического состава, ресурсов, условий распространения и закономерностей формирования;
- четвертый период со времени перестройки СССР по настоящее время, когда в большей степени отрабатывалась технология добычи лития и полезных компонентов из рассолов.



Евгений Викторович Пиннекер

В первый и послереволюционный период единичными исследователями были найдены проявления соляных источников и малочисленных солеварен. Первое упоминание о таких источниках Ангаро-Ленского артезианского бассейна было приведено в дневнике русского посланника Н.М. Спафария в 1675 году.

В 1770–90-х гг. И. Гмелин и П. Паллас внесли новые сведения о рассольных водах Сибири.

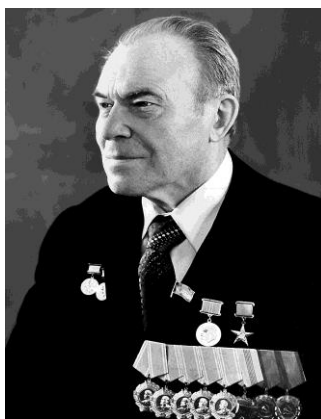
В XIX веке соляные источники упоминаются в нескольких работах авторов – Озерецкого (1815 г.), Сушкова (1812 г.), Э. Гофман (1844 г.), Львова (1862 г.), В.А. Обручева (1890 г.) и др.

Сразу после Октябрьской революции начинается планомерное освоение минеральных и рассольных вод Восточной Сибири. Бурение глубоких единичных скважин дает начало развитию целенаправленных работ по изучению редких щелочных элементов в различных геологических образованиях и рассолов.

Закономерностями распространения, составом, ресурсами и возможностями использования рассольных вод Ангаро-Ленского артезианского бассейна занимались многие производственные и научные организации: Иркутское геологическое управление, ВостсибНИИГИМС, Институт земной коры и Институт геохимии СО АН СССР, МГУ им. М.В. Ломоносова, МГРИ им. С. Орджоникидзе, ВСЕГЕИ, ВНИГРИ, ИМГРЭ и другие.

В 1955 г. данные по химическому составу глубинных рассолов были систематизированы геологом треста «Востсибнефтегеология» А.Н. Зотовым. В этом же году группой работников института «ВСЕГЕИ» под руководством И.К. Зайцева составляется схема гидрогеологического районирования Иркутского амфитеатра.

Период конца пятидесятых – начала шестидесятых годов, когда развернулись работы коллективов, руководимых Е.В. Пиннекером, А.А. Трофимуком, М.Г. Валяшко, П.И. Анциферовым, В.Г. Ткачук, Э.И. Чечелем и другими исследователями – был самым прорывным. В это время пробурено большое количество глубоких скважин на нефть, газ и рассолы, проведены региональные работы, уточнено геологическое строение, отобраны пробы, проведены опытно-эксплуатационные откачки из единичных скважин.



Андрей Алексеевич Трофимук



Валентина Георгиевна Ткачук

Пальма первенства в исследовании редких щелочных элементов на площади Иркутского амфитеатра принадлежит группе сотрудников кафедры геохимии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством и при участии профессора М.Г. Валяшко (1965). Этой группой были выявлены содержания лития от десятков до сотен мг/кг в рассолах Балыхтинской, Тыретской, Атовской и Тулунской площадей; наибольшие содержания лития приурочены к высококонцентрированным рассолам усольской свиты нижнекембрийского времени; содержания лития возрастает с увеличением концентраций кальция, брома, общей минерализации. 1968–1973 гг.: выполнена работа по оценке прогнозных ресурсов подземных промышленных вод Иркутской области; были составлены гидрохимические карты подземных вод галогенно-карбонатной и терригенной формации нижнего кембрия, где показаны площади (Тыретская, Тулунская, Балыхтинская) с повышенным содержанием редких щелочных элементов в рассолах. 1973–1974 гг.: проведены работы по изучению закономерностей распространения и возможности промышленного использования редких элементов в подземных водах Сибири (ЦГЭ ИМГРЭ в составе Л.Н. Алексинской и М.Н. Савельева).

1975–1985 гг.: разрабатывались прогнозно-поисковые критерии на редкометалльные воды в различных геологических условиях – платформенных впадин, прогибов, горноскладчатых областей и составлены карты распределения редких щелочных элементов в подземных водах СССР в масштабе 1 : 7 500 000 («ИМГРЭ», Голева Г.А. и Солодов Н.А., Торикова М.В., Алексинская Л.Н.).

Региональные целенаправленные исследования рассолов в качестве ценного гидроминерального сырья (ГСМ) с количественной оценкой их ресурсов по кат. P_2 - P_1 , начаты только в 1992 г. в рамках Межведомственной региональной научной программы «Поиск». Работы выполнялись под научным руководством чл.корр. Е.В. Пиннекера и проф. С.Л. Шварцева четырьмя институтами: от СО РАН – ИЗК и ОИГГиМ, от МПР РФ – СНИИГГиМС и ВостСибНИИГГиМС (основные исполнители: А.С. Анциферов, М.Б. Букаты, В.И. Вожов, А.А. Дзюба).

В 1960–1980-х в Институте ВСЕГИНГЕО доктор геолого-минералогических наук, профессор Бондаренко С.С. становится основателем нового направления, связанного с изучением и оценкой месторождений гидроминерального сырья.

В начале 90-х годов А.Г. Вахромеевым и группой соратников было открыто Знаменское месторождение промышленных вод, на котором была отработана технология добычи брома и лития из глубокозалегающих рассолов. Эта технология, усовершенствуется в настоящее время коллективом ОАО "Экостар-Наутех" из Новосибирска – Рябцевым А.Д., Коцупало Н.П., Кураковым А.А. и применяется на предприятии «Lan Ke Lithium» в КНР (пр. Цинхай) по производству карбоната лития из рапы соляного озера.



Сергей Сергеевич Бондаренко

Применительно к рассолам Иркутской области (Знаменское месторождение) в настоящее время в рамках государственного контракта № 13411.0924800.05.018 ОАО «Росэлектроника», ЗАО «Экостар-Наутех», ООО «Брайнсиб» проводятся работы по адаптации технологии предусматривающей получение из рассола $LiCl$, Li_2CO_3 , $LiOH \cdot H_2O$, $LiBr$. Окончательной целью данной работы является ввод в действие производства металлического лития батарейного качества с производством ликвидных товарных продуктов из попутных компонентов рассола. Разработанная технология комплексной переработки рассолов применима ко всем типам хлоридных рассолов Сибирской платформы.

В 2014 г. ФГУП "ИМГРЭ" окончил работы по оценке прогнозных ресурсов лития категории P_1 и P_2 в глубокозалегающих литиеносных рассолах перспективных площадей Ангаро-Ленского артезианского бассейна.

В 2009–2014 гг. ЗАО "ИЭРП" отработана методика электроразведочных работ в Восточной Сибири, позволяющая ограничить площадь распространения литиеносных рассолов и определить мощность рассолонасыщенных коллекторов.

Результаты анализа геолого-структурных, гидродинамических, гидрогеохимических, геофизических условий залегания рассолов легли в основу прогнозно-поисковых критери-

ев промышленной значимости рассолов на литий и сопутствующие компоненты. В свою очередь разработанные прогнозно-поисковые критерии для рудных полей стали методической основой для подсчета прогнозных ресурсов. Интерпретация данных геолого-геофизических работ и предложенные методики подсчета прогнозных ресурсов позволили оценить ресурсы лития и основного сопутствующего компонента – брома по категориям P_2 и P_1 . Приведена оценка по категории P_1 попутных пластовых вод с эксплуатационных месторождений, поступающих на установку подготовки нефти (УПН), расположенную на Ярактинском месторождении, и подтоварных вод, выходящих с УПН.

Это несомненно прорыв за последние два 10-летия. Апробация ресурсов проходит на государственном уровне и предполагает дальнейшие исследования в этом направлении. Столь интересный и перспективный вид сырья необходимо планомерно изучать для развития науки и промышленности.

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ЗОЛОТЕ ИЗ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗА СВИНЦОВЫЕ ТУНДРЫ

Прийменко В. В.^{1,2}, Петров С. В.¹, Бороздин А. П.^{1,2}, Антонов А. А.¹

¹ Санкт-Петербургский Государственный Университет (СПбГУ), г. Санкт-Петербург, Россия

² ООО «Лаборатория изучения минерального сырья», г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: priymenko@lims-lab.com

В данной публикации освещена принципиальная возможность извлечения золота из руд месторождения Свинцовые Тундры. Определена форма нахождения золота – самородная, а также же его пробность. Приведены данные по технологической минералогии и показана возможность подключения гравитационной схемы извлечения к действующей схеме обогащения. Это показывает, что золото может быть извлечено как попутный продукт обогащения руд месторождения железа.

THE FIRST DATA ABOUT NATIVE GOLD FROM IRON ORE SVINTSOVYE TUNDRY DEPOSIT

Priymenko V.V.^{1,2}, Petrov S.V.¹, Borozdin A.P.^{1,2}, Antonov A.A.¹

¹ Saint-Petersburg State University (SPbU), Saint Petersburg, Russia

² RMRL Ltd, Saint Petersburg, Russia, e-mail: priymenko@lims-lab.com

This publication covers the fundamental possibility of gold extracting from Svintsovy Tundry ores deposit. The form of gold – native – and fineness were defined. The data of technological mineralogy shows the possibility of combining gravity concentration flow sheet with the flow sheet of mining and beneficiation plant. It shows that gold can be extracted as a by-product from ore beneficiation in this iron deposit.

Попутное извлечение полезных компонентов из руд месторождений и комплексное изучение руд является необходимой задачей и принимает все большее значение. За последние два десятилетия потребление человечества полезных компонентов из недр Земли превысило суммарное потребление за всю предыдущую часть его истории. Интенсификация и увеличение темпов потребления обуславливает необходимость исследований комплексности извлечения сырья, что требуется на всех стадиях геологического изучения.

Неуклонно растет добыча благородных металлов. Попутное извлечение благородных металлов, как и любых полезных компонентов, невозможно без правильного выбора технологии извлечения. Эргономичность зависит от многих критериев. Важными критериями является форма нахождения попутного компонента и возможность подключения технологического процесса его извлечения к цепи производства на фабрике по переработке руд основного компонента [4, 5]. Критерии рассмотрены на примере железных руд рудопроявления Свинцовые Тундры. Изучение золотоносности этого рудопроявления является целесообразным на среднесрочную перспективу, так как оно в ближайшие годы может быть подключено к минерально-сырьевой базе Оленегорского горно-обогатительного комбината [2].

Краткий геологический очерк. Рудопроявление железа Свинцовые Тундры расположено в пределах Оленегорского железорудного района. Площадь Северо-Восточной рудной зоны составляет 8 км² и прослеживается по геофизическим данным в северо-западном направлении. Железистые кварциты слагают рудопроявление и составляют

часть саамско-раннелопийских метаморфических образований. В пределах рудной зоны кварциты делятся на: магнетитовые, амфибол-магнетитовые и безрудные амфиболовые. Кварциты согласны с вмещающими их гнейсами, которые также входят в состав кольского метаморфического комплекса. В структурном плане эти породы слагают изоклинальную антиклиналь с падением в юго-западном направлении. Интрузивные образования раннего лопия и раннего карелия представлены жильными телами кислого состава и дайками – основного. [3].

Докембрийские образования железорудной формации (banded iron formation) и железистые кварциты как её часть, обладают повышенной золотоносностью [9, 10, 11]. В России золото из железистых кварцитов в промышленных целях не извлекается, но исследования подобной возможности проводилось на объектах КМА [6, 7, 8] и на месторождениях Балтийского щита [1].

Вещественный состав железистых кварцитов. Для исследования вещественного состава и обогатимости железных руд Свинцовых Тундр ОАО «Центрально-Кольская экспедиция» предоставило 10 минералого-технологических проб (МТП). Исходя из полученных данных о вещественном составе и обогатимости руд, сделан вывод о том, что руды Свинцовых Тундр соответствуют рудам месторождений 15-летия Октября и им. профессора Баумана [3]. Самородное золото обнаружено только в концентрате немагнитной фракции пробы МТП-9, как и ряд других редких минералов. Содержания золота в остальных девяти МТП ниже предела чувствительности пробирного атомно-абсорбционного анализа. Только в пробе МТП-9 наблюдается небольшая концентрация металла в пробе – золото 0,15 г/т, содержание серебра не превысило 0,2 г/т по результатам данным ICP-MS. Полуколичественный состав кварцитов получен рентгенфлюоресцентным анализом (табл. №1).

Исходя из данных петрографического исследования штучных образцов МТП-9 порода отвечает амфибол-магнетитовому неравномерно-полосчатому, тонко- мелкозернистому кварциту. Наблюдается чередование в разной степени обогащенных и обедненных магнетитом полос и линз. Силикаты представлены железистыми амфиболами, преимущественно грюнеритом, пироксеном диопсидом, гранатом альмандином. Гидротермально-метасоматические образования в образцах представлены согласными с полосчатой текстурой прожилками и приконтактовыми метасоматитами с вмещающими железистыми кварцитами, мощность которых варьирует от 1 до 5 см. Минералогический состав этих образований представлен крупнокристаллическим и перекристаллизованным кварцем до 95%, грюнеритом до 2–10%, магнетитом 5–15%, диопсидом не более 2%, и редким апатитом. К этим прожилкам также приурочена бедная сульфидная минерализация представленная пиритом, пирротинном и халькопиритом. Предполагается, что золото связано с гидротермально-метасоматическими образованиями.

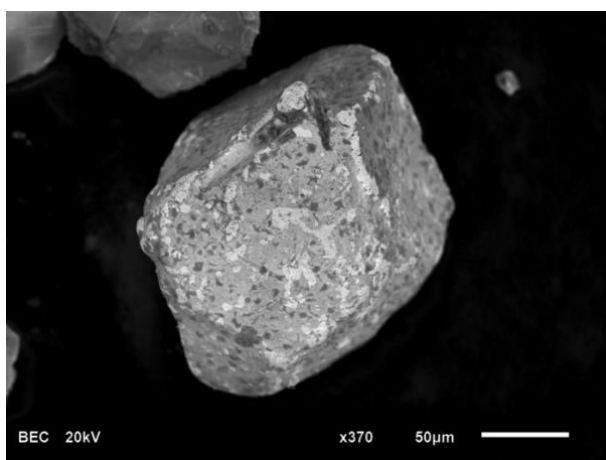
Для уточнения минералогического состава был проведен анализ искусственных препаратов, изготовленных из дробленой руды класса – 1 + 0 мм. Подобный подход оказался более продуктивным в качестве обнаружения минеральных индивидов. Состав МТП-9 отвечает магнетитовому железистому кварциту. Содержание кварца до 44%, магнетита – 29%, гематита – 1,4%, пирротина – 0,13%, пирита – 0,08%, халькопирита – 0,017%, ильменита – 0,13%, тремолит-актинолита – 3,4%, грюнерит-куммингтонита – 7,5%, клиноэнстатит-ферросилита – 3,0%, диопсид-геденбергита – 0,1%, биотита – 3,6%, мусковита – 0,2%, плагиоклаза – 3,3%, микроклина – 1,9%, эпидота – 0,2%, альмандина – 1,8%, кальцита – 0,1%, апатита – 0,31%, циркона – 0,01%.

Гравитационное обогащение немагнитной фракции сухой сепарации. Для гравитационного обогащения были приготовлены навески немагнитной фракции сухой магнит-

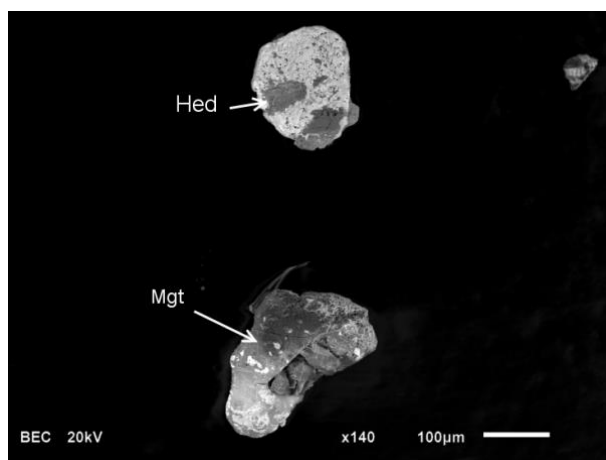
ной сепарации (класс -1+0 мм, масса навесок около 500–600 г). Опыты по обогащению проводились на концентрационном столе СКЛ-2 с одной контрольной операцией и одной перечисткой концентрата.

Исследование вещественного состава гравитационных концентратов под бинокулярной лупой позволило определить соотношение основных минералов (табл. 2). По содержанию рудных минералов (магнетита и гематита) концентраты соответствуют исходной руде. Кроме самородного золота (5 золотин), в тяжелой фракции зафиксированы редкие минералы: монацит-Се, шеелит, алтаит, уранинит.

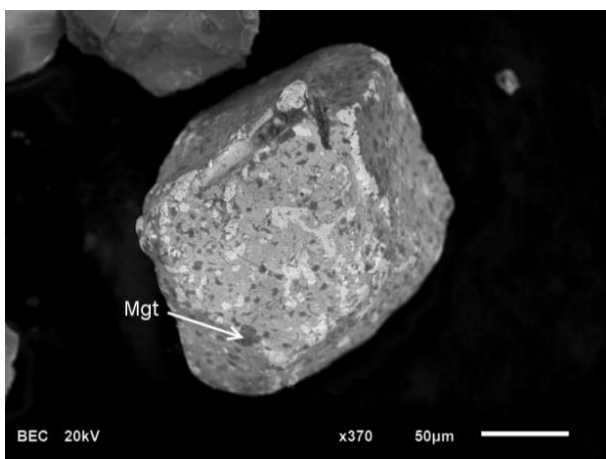
В пробе МТП-9 в концентрате немагнитной фракции содержание золота по данным пробирного атомно-адсорбционного метода 8,95 г/т. В тяжелой фракции зафиксировано пять золотин изометрической формы, со средним составом (по 5 анализам): $Au_{0.82}Ag_{0.14}Cu_{0.04}$ (рисунок.).



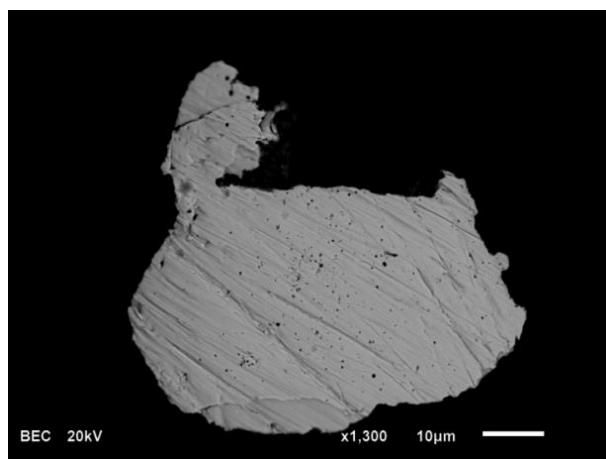
Частица самородного золота изометрической формы 150–180 мкм. Изображение BSE.



Частицы самородного золота в сростаниях с геденбергитом и магнетитом. Изображение BSE.



Кубовидный кристалл самородного золота с включением магнетита (120–150 мкм). Изображение BSE.



Мелкая частица самородного золота 50–80 мкм, полированный препарат. Изображение BSE.

Рисунок. Частицы самородного золота из тяжелой фракции хвостов сухой магнитной сепарации пробы МТП-9.

Результаты полуколичественного химического анализа МТП, масс, %

Проба	МТП-9	Средний состав по МТП пробам*	Проба	МТП-9	Средний состав по МТП пробам
SiO ₂	59.91	57.36	SO ₃	0.21	0.34
Fe ₂ O ₃	26.48	28.91	TiO ₂	0.09	0.06
MgO	4.06	6.67	CeO ₂	-	0.01
Al ₂ O ₃	4.35	2.64	Cr ₂ O ₃	0.01	0.02
CaO	3.18	3.14	BaO	0.03	0.03
K ₂ O	0.99	0.52	SrO	0.01	0.01
P ₂ O ₅	0.11	0.16	V ₂ O ₅	-	сл.
MnO	0.10	0.09	ZrO ₂	сл.	сл.
Na ₂ O	0.77	0.51	Сумма	100.00	99.99

*МТП9 в расчет не бралась.

Таблица 2

Вещественный состав гравитационных концентратов немагнитной фракции МТП-9

Магнетит	Гематит	Пирит	Гранат	Амфибол	Пироксен	Кварц и пр.	Сумма
3	23.1	6.1	16.7	30	8	13	99.9

По нашему мнению, заслуживает внимания тема, касающаяся проявлений золота среди месторождений и рудопроявлений железистых кварцитов. Эта тема может быть поставлена отдельным разделом при проведении геологоразведочных работ на месторождении Свинцовых Тундр. Самородная форма золота позволяет сделать возможным применение гравитационных методов для обогащения хвостов руды железа, что может быть использовано на горно-обогатительном комбинате для получения концентрата с попутным золотом и перечистки хвостов с дополнительным извлечением железа.

Выражаем благодарность специалистам ЗАО «Механобр Инжиниринг Аналит» и сотрудникам и преподавателям кафедры геологии месторождений полезных ископаемых СПбГУ и отдельно Тарасовой Ирине Петровне, Корнееву Сергею Ивановичу и Бедеровой Леле Львовне. Работа выполнена при поддержке НИР СПбГУ шифр №3.0.113.2010.

Литература

1. Головина Т.А. Благородные металлы в породах Костомукшского железорудного месторождения / Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. к.-г.м.н. – 2007. – с.18.
2. Петров С.В., Сентемова В.А. Благородные металлы в железистых кварцитах и возможность их извлечения // Обогащение руд. – 1998. – № 6. – с. 36–40.
3. Петров С.В., Казанов О.В., Антонов А.А., Бороздин А.П. Вещественный состав и обогащаемость железных руд месторождения Свинцовые Тундры // Обогащение руд. – 2014. – № 1.
4. Петров С.В., Прийменко В.В. Золотоносность железистых кварцитов Михайловского месторождения Курской магнитной аномалии и оценка возможности извлечения золота из хвостов обогащения // Материалы XI конференции СНО геологического факультета СПбГУ, 2011 – с. 63 – 65.
5. Петров С.В., Прийменко В.В. Новые данные по золотоносности железистых кварцитов и Михайловского месторождения Курской магнитной аномалии // Материалы XII конференции СНО геологического факультета СПбГУ 2013 – с. 83–84.

6. Прийменко В.В., Петров С.В. Золотоносность и технологическая минералогия Au Веретенской залежи железных руд Михайловского месторождения Курской магнитной аномалии // Обогащение руд, 2014, с. 200–205.
7. Прийменко В.В., Петров С.В. Золотоносность веретенинской залежи Михайловского месторождения курской магнитной аномалии // Материалы XXV молодежной конференции, посвященной памяти члена-корреспондента АН СССР Кауко Оттовича Кратца. 2014 – с. 194–200.
8. Чернышов Н.М., Петров С.В., Молотков С.П. Особенности распределения и формы нахождения благородных металлов в железистых кварцитах Михайловского месторождения КМА и их техногенных продуктах (Центральная Россия) // Вест. Воронежского государственного ун-та, серия геология. – № 1. – 2003 – с. 93–104.
9. Luiz Cláudio Ribeiro-Rodrigues, Claudinei Gouveia de Oliveira, Gunther Friedrich. The Archean BIF-hosted Cuiabá Gold deposit, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil // Ore Geology Reviews 32, – 2007 – pp. 543 – 570.
10. Sérgio Luiz Martins Pereira, Lydia Maria Lobato, Juliano Efigênio Ferreira, Eduardo César Jardim. Nature and origin of the BIF-hosted São Bento gold deposit, Quadrilátero Ferrífero, Brazil, with special emphasis on structural controls // Ore Geology Reviews, Volume 32, Issues 3–4, November 2007 – pp. 571–595.
11. P.A. Junqueira, L.M. Lobato, E.A. Ladeira and etc. Structural control and hydrothermal alteration at the BIF-hosted Raposos lode-gold deposit, Quadrilátero Ferrífero, Brazil // Ore Geology Reviews 32, – 2007 – pp. 629–650.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХРОМОВОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В АЛЬПИНОТИПНЫХ МАССИВАХ ОФИОЛИТОВОЙ СЕРИИ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННЫХ КРИТЕРИЕВ

Руднев А.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского
(ФГУП «ВИМС»), г. Москва, Россия

В ходе работы, среди ультрабазитов офиолитовой ассоциации Урала, выделены структурно-вещественные комплексы, уточнены их характеристики и параметры рудоносности. Продуктивные структурно-вещественные комплексы (СВК) характеризуются различным типом хромового оруденения, что обуславливается физико-химическими условиями их формирования. Гарцбургитовый СВК вмещает пласто- и линзообразные рудные тела магнезиального глиноземистого состава, слагающие мелкие и средние месторождения; дунит-гарцбургитовый – рудные тела и залежи магнезиального высокохромистого состава, со сложной морфологией, образующие разномасштабные (от мелких до уникальных) хромоворудные месторождения; дунит-верлит-клинопироксенитовый – линзовидные рудные тела с рудами повышенной железистости, образующие мелкие и средние месторождения с шпирово-полосчатыми рудами. Определенная закономерность является надежным прогнозным критерием.

PREDICTION OF CHROMITE ORE OBJECTS IN ARRAYS OPHIOLITE SERIES BASED ON THE STRUCTURE-FORMATION CRITERIA

Rudnev A.V.

All-Russian scientific-research institute of mineral resources named after N.M. Fedorovsky (FSUE «VIMS»),
Moscow, Russia

During this research ultrabasites of ophiolite association of the Urals divided into structural-material complexes, and characteristics and parameters of their ore-bearing was specified. Productive structural-material complexes characterized by various types of chromium ore because of different physic-chemical conditions of their formation. Harzburgite complex contains layers and lenses ore bodies of magnesia Al-rich chromium ore, associate into small and middle deposits. Dunite-harzburgite complex contains complex morphology ore bodies of magnesia Cr-rich chromium ore, associate into non-uniformly scaled deposits: from small to unique. Dunite-wherlite-clinopyroxenite complex contains lens ore bodies of Fe-rich chromium ore, associate into small and middle deposits with schliere-striate ores. This regularity is reliable prospective criterion.

Большинство ультрабазитовых массивов офиолитовой серии Урала являются хроми-тоносными. Все ультрабазиты массивов в зависимости от их структурного положения, петрографического состава и типохимии акцессорного и рудного хромшпинелиды можно подразделить на структурно-вещественные комплексы (СВК). Каждый из СВК определяет тип ожидаемого оруденения, как по химическому составу, так и по параметрам и морфологии рудных тел и залежей.

В соответствии с изложенными представлениями составлена систематика Уральских ультраосновных офиолитов, отражающая степень дифференцированности пород мантйных ультрабазитов с выделением определенных СВК. Ультрабазитовые массивы и их блоки различаются между собой не только по своей величине и условиям залегания, но и

внутренним строением, структурно-текстурными особенностями, петроструктурным (петрохимическим) составом, рудообнасыщенностью, характером и характеристиками хромитоносности. Различные по масштабам проявления хромовых руд отмечаются или ожидаются почти во всех этих образованиях. Теоретически все они являются потенциально рудоносными объектами. Практическое же значение имеют рудоносные площади двух – трех десятков ультраосновных массивов. Такое многообразие объектов при выборе площадей, перспективных для поискового изучения требует проведения тщательного анализа с целью систематизации хромитоносных массивов офиолитовой формации с использованием критериев прогнозной оценки их хромитоносности. В конечном счете параметры рудоносности – степень рудообнасыщенности, способность к концентрации рудного материала в пределах определенных геолого-структурных зон (степень рудоконцентрации), масштабы проявленности оруденения, геолого-промышленный тип хромового оруденения, химический состав руд и рудных минералов, а также морфология и параметры рудоносных зон и рудных тел – определяются приуроченностью этого оруденения к тем или иным крупным петроструктурным элементам, отражающим физико-химические условия образования и определяющим специфику внутреннего строения и вещественного состава ультраосновных массивов.

На основе детального петрографического изучения пород показана неоднородность и закономерное чередование петрографических ассоциаций. На основе чего обозначены следующие структурно-петрографические ассоциации пород (структурно-вещественные комплексы – СВК): гарцбургитовый (лерцолит-гарцбургитовый) непродуктивный СВК, гарцбургитовый продуктивный СВК, дунит-гарцбургитовый СВК, дунитовый СВК, комплекс краевых дунитов (верлит-дунитовый СВК), дунит-верлит-клинопироксенитовый комплекс (рисунок).

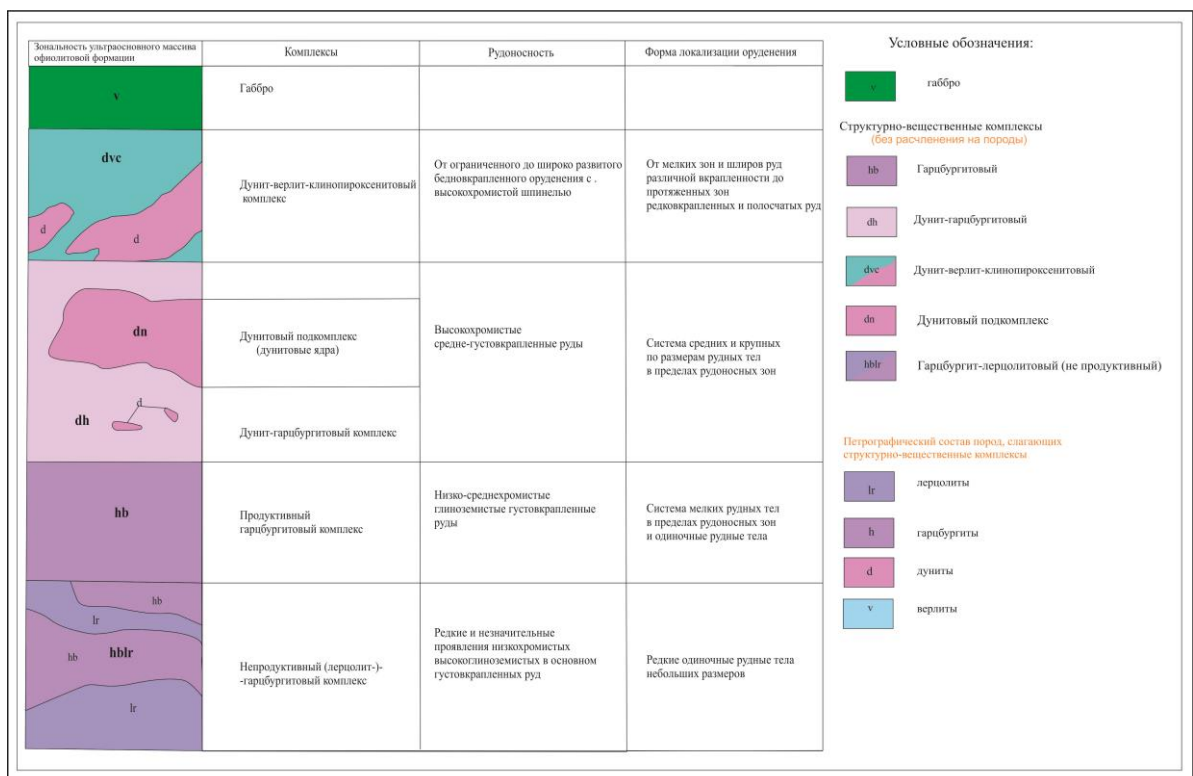


Рисунок. Связь параметров хромитоносности с элементами строения ультраосновного массива офиолитовой формации.

Обобщенный разрез полнозонального ультраосновного массива офиолитовой формации может быть представлен таким образом. Нижние и центральные зоны этих блоков-протрузий мантийных ультрабазитов слагаются практически монотонными гарцбургитами (иногда с реликтами лерцолитов) с наиболее высокими в разрезе массива содержаниями пироксенов, достигающими 30–35% от суммы минералов в породе и обогащенными литофильными элементами. Эти перидотиты называют неистощенными, слабодиплетированными. Мы станем называть их непродуктивными, имея виду крайне низкую их рудоносность, а соответствующий структурно-вещественный комплекс – гарцбургитовым непродуктивным СВК. Такие зоны отличает слабая насыщенность гарцбургитов обособлениями дунитов. Практически полностью отсутствуют не только крупные, но и средних размеров дунитовые тела, не встречаются шпирово-пятнистые и полосчатые дунит-гарцбургитовые текстуры, крайне редки мелкие тела дунитов. При этом говорят о низкой доле дунитовой составляющей изучаемой площади (части разреза).

При переходе к вышележащим частям разреза количество оливина в породах последовательно нарастает. Снижается количество пироксена в гарцбургите (происходит постепенное диплетирование, истощение перидотитов), все чаще проявляются разномасштабные обособления дунитов, появляются шпирово-пятнистые и полосчатые структуры дунит-гарцбургитовых ассоциаций. Говорят о возрастании доли дунитовой составляющей разреза (площадей). Непродуктивный гарцбургитовый комплекс сменяется гарцбургитовым продуктивным СВК, а затем и дунит-гарцбургитовым СВК.

Дунитовый структурно-вещественный комплекс (СВК) локализован чаще всего в верхних частях дунит-гарцбургитового комплекса. Вероятно, это центр (очаг) дунитообразования массива. Он представляет собой либо крупных размеров дунитовые ядра (дунитовые ядра массива Рай-Из имеют размеры 2*3,5 км и 1,5*4 км, Хойлинского участка Войкаро-Сынъинского массива – 3*4 км), либо обширные площади, занятые чередующимися дунитами и гарцбургитами с высокой долей дунитовой составляющей, по сути его правильнее было бы называть гарцбургит-дунитовым комплексом. Обширные поля таких образований занимают значительные площади в южной части Кемпирсайского и центральной части Аккаргинского массивов, схожие полосчатые структуры отмечаются и в пределах центральной части Халиловского массива.

Завершается строение реститовой мантийной пластины офиолитов формированием обширных полей краевых дунитов – крупных протяженных линейно вытянутых дунитовых тел, согласных с общими структурами ультрабазитовых блоков, на контакте и в приконтактной зоне дунит-гарцбургитового комплекса с вышележащими габброидами коровых зон офиолитовой формации. Соотносясь с представлениями о генетической природе краевых дунитов логично было бы отнести их к дунит-гарцбургитовому (или дунитовому) СВК, крайними членами которого они и являются, однако череда весьма значимых отличий не только в морфологии, структурном положении, соотношениях с соседними членами разреза офиолитов, но и принципиальные различия в характеристиках рудоносности, предопределяют обособление зон развития этих образований в отдельный структурно-вещественный комплекс – СВК краевых дунитов.

Залегающий выше верлит-дунит-клинопироксенитовый комплекс считается реакционной контактовой зоной между мантийными ультрабазитами и габброидами океанической коры. Отчетливо прослеживается связь характеристик оруденения с элементами (зонами) строения массива. Предлагаемая схема соответствия параметров руд, рудных тел и рудоносных зон строению ультрабазитов может быть излишне генерализована, огрублена, пожалуй, даже гиперболирована, зато сразу помогает понять и проследить главные зако-

номерности распределения хромовых руд в разрезе и на площадях массивов, обусловленные общими законами формирования офиолитового массива.

Так по заявляемой нами схеме продуктивность нижнего (лерцолит-) гарцбургитового структурно-вещественного комплекса крайне низкая. Оруденение представлено редкими и незначительными проявлениями низкохромистых высокоглиноземистых руд, чаще густовкрапленных, локализованных в форме редких одиночных рудных тел небольших размеров.

Для продуктивного гарцбургитового комплекса наиболее характерны густовкрапленные низко- среднехромистые руды, залегающие в виде системы мелких рудных тел в пределах рудоносных зон, а также в виде одиночных тел – мелких или средних по размерам.

Высокопродуктивный дунит-гарцбургитовый комплекс часто содержит хромистые средне-густовкрапленные руды в виде систем средних и крупных по размерам рудных тел в пределах рудоносных зон.

Краевым дунитам (верлит-дунитовому комплексу) свойственна самая высокая в разрезе офиолитов рудонасыщенность, представленная в виде обширных и протяженных зон повышенной вкрапленности хромшпинелидов в дунитах с полосовидными, (иногда протяженными) и шлировыми обособлениями (сгущениями) до бедно-, средне- и густовкрапленных руд. В итоге в отличие от рудных тел с густо- и средневкрапленными хромитами гарцбургитовых и дунит-гарцбургитового комплексов в краевых дунитах в пределах рудных зон залегают бедновкрапленные и убоговкрапленные руды.

В целом в офиолитах достаточно определенно выполняется следующая формула : от нижних и центральных зон ультрабазитовой пластины к краевым зонам (от гарцбургитовых зон к дунит-гарцбургитовым и, особенно, к верлит-дунитовым) наряду с увеличением дунитовой составляющей возрастает рудонасыщенность, однако снижается рудоконцентрация. В этом же направлении происходит повышение хромистости шпинелей и руд, так, что наиболее высокохромистыми будут (неизмененные, не метаморфизованные) руды и шпинели ассоциации краевых дунитов.

Среди образований дунит-верлит-клинопироксенитового комплекса также известны проявления руд, приуроченных к мелким дунитовым телам, серьезно не рассматриваемые ввиду низких количественных и качественных характеристик оруденения.

Таким образом, предложена схема разбраковки всех офиолитовых ультрабазитов в массивах Урала на СВК, с целью прогнозирования параметров ожидаемого оруденения.

Литература

1. Макеев А.Б. Минералогия альпинотипных гипербазитов Полярного Урала / Санкт-Петербург, Наука 1992. 197 стр.
2. Павлов Н.В., Кравченко Г.Г., Чупрынина И.И. Хромиты Кемпирсайского Плутона / Наука, 1968. 178 стр.
3. Реестр хромитопоявлений в альпинотипных ультрабазитах Урала / Под ред. Перевозчикова Б.В. Пермь, 2000. 473 стр.
4. Рудник Г.Б. Петрогенезис ультраосновных пород Нуралинского массива на Южном Урале. Соотношение магматизма и метаморфизма в генезисе ультрабазитов / Наука, 1965. с. 68–100.
5. Савельева Г.Н., Савельев А.А. Войкаро-Сыньинский массив // Петрология и метаморфизм древних офиолитов. Наука. Сиб.отд. АН СССР . Новосибирск, 1977.

МИНЕРАГЕНИЯ ГЛИН УДМУРТИИ

Сергеев А.В.

Удмуртский государственный университет (УдГУ), г. Ижевск, Россия, e-mail: *cylph@rambler.ru*

Для территории Удмуртии впервые проведено минерагеническое районирование глинистого сырья. Выделено два геолого-промышленных типа месторождений: остаточный и осадочный. Среди них выделено несколько подтипов: элювиально-делювиальный; склоновая группа – делювиальный, делювиально-солифлюкционный, лессовидных суглинков; аллювиальный; озерный и прибрежно-морской.

MINERAGENY CLAYS UDMURTIA

Sergeyev A.V.

Udmurt State University (UdSU), Izhevsk, Russia, e-mail: *cylph@rambler.ru*

For the first time held in Udmurtia mineragenous zoning raw clay. Distinguish two types of geological and industrial fields: residual and sedimentary. Among them are allocated several subtypes: eluvial- deluvial; Group of slopes – deluvial, diluvial-solifluction, loess loam; alluvial; lake and coastal-marine.

На территории Удмуртской Республики на 01.01.2013 г. известно 135 промышленных залежей (119 разведанных месторождений и 16 проявлений) глинистого сырья, в т.ч. 21 – на керамзит, 113 – кирпично-черепичного сырья и 1 – для добавки к силикатной массе. Суммарные балансовые запасы по категориям $A+B+C_1+C_2$ насчитывают 225 261 тыс. м³, забалансовые запасы категорий C_1+C_2 – 5737 тыс. м³, прогнозные ресурсы – 62 411 тыс. м³. На многих месторождениях их мощность намного превышает глубину разработки. Ежегодная добыча глины в Удмуртии составляет 400–500 тыс. м³. Таким образом, для сравнительно небольшой площади (42 тыс. км²) республика обладает значительными объемами глинистого сырья. Даже при отсутствии геолого-поисковых работ и сохранении настоящего уровня добычи Удмуртия обеспечена разведанными запасами на сотни лет. Несмотря на относительно хорошую изученность данного сырья в республике, аналитические работы, в частности – минерагеническое районирование, не проводились.

Традиционно геологоразведочные работы на глины концентрировались вблизи потребителя – городов, что, разумеется, искажает реальную картину распространения промышленных залежей. Кроме того, учитывая увеличение площади городов, застройку разведанных месторождений, выработку старых карьеров, активное расширение коттеджных поселков и развитие строительства в районах республики, появляется необходимость в поисках новых месторождений, причем в непосредственной близости от потребителя и (или) от автодорог общего пользования. Решению задачи прогнозирования промышленных залежей и воспроизводства сырьевой базы может помочь минерагеническое районирование глинистых пород.

Наиболее широко в республике распространены пластичные легкоплавкие суглинки четвертичного возраста. Коренные глинистые образования представлены аргиллитоподобными глинами пермской системы (местное название «изоглины», «из» на удмуртском – камень). Настоящие аргиллиты в Удмуртии встречаются только на глубине более 1 км. Следовательно, можно выделить 2 геолого-промышленных типа месторождений

(распространенная группа месторождений, имеющих похожие форму рудных тел, минеральный состав и закономерности локализации залежей) глинистого сырья Удмуртии: остаточный и осадочный [2]. Среди них можно выделить несколько подтипов: элювиально-делювиальный; склоновая группа – делювиальный, делювиально-солифлюкционный, лессовидных суглинков; аллювиальный; озерный и прибрежно-морской.

Остаточный тип месторождений.

Элювиально-делювиальные залежи суглинков располагаются на водоразделах. Они составляют лишь 7,5% известных месторождений. Полезная толща имеет форму линзообразной залежи мощностью до 6 м. Она никогда не бывает обводнена. Содержание вредных крупнозернистых включений ниже среднего, их количество увеличивается с глубиной. Мощность их может достигать 7 м. Однако с глубиной заметно возрастает неоднородность суглинков в виде включений гальки уральских пород и минералов, щебня местных пород, линз и прослоев песка (например, Пудемское месторождение).

Львиная доля промышленных залежей глин и суглинков приурочена к склонам (86,8%).

Осадочный тип месторождений.

Делювиальные суглинки и глины наиболее чистые и однородные по качеству. Большинство разрабатываемых месторождений глин и суглинков имеют именно делювиальное происхождение (например, месторождение Шудья). Часто сырье представлено жирной высокопластичной глиной. При грамотном выборе технологии тяжелые суглинки и жирные глины могут использоваться для производства любого вида глиняной продукции. Однако благодаря высокой капиллярной пористости жирные глины способны поднимать грунтовую воду до 3 м, поэтому месторождения в нижней части склона имеют неблагоприятные гидрогеологические условия, т.е. обводнены.

Делювиально-солифлюкционные залежи находятся на пологих склонах, обычно восточной экспозиции в виде пластообразных залежей (например, Люкская группа месторождений). Они отличаются повышенной неоднородностью качества, большим содержанием крупнообломочного материала, повышенной пластичностью, увеличением мощности вниз по склону. В том же направлении возрастает вероятность обводненности залежи, что усложняет разработку таких месторождений. Мощность суглинков выдержана, зависит от формы подстилающего рельефа, однако имеет общую тенденцию к увеличению в сторону речных долин, достигая 10 м.

Среди морфологических типов склонов наибольшим числом месторождений отличаются прямые склоны – 47,8%. Среди данных склонов наиболее продуктивными совершенно логично являются северо-восточные склоны (30,3%). На вогнутых склонах отмечено 29,7%, на выпуклых – 22,5% месторождений. Меньшая (в 2 раза) продуктивность вогнутых и выпуклых склонов по сравнению с прямыми связана с менее благоприятными для возникновения промышленных залежей условиями их формирования.

Вогнутые склоны сформировались под влиянием солифлюкционных процессов. По этой причине выполняющие шлейфы глинистые отложения характеризуются крайней неоднородностью – избытком крупнозернистых линз и прослоев, щебнистыми включениями, т.е. в большинстве случаев неудовлетворительным качеством. Среди известных месторождений глин, расположенных на вогнутых склонах, преобладают участки северных румбов (36,59%).

В формировании выпуклых склонов основную роль играли делювиальные процессы. Такие склоны отличаются незначительной мощностью толщи. Причем близость коренных пород обуславливает обогащение нижней части глинистых осадков щебнистым материа-

лом. Самыми продуктивными среди выпуклых склонов оказались восточные и юго-восточные склоны (по 25,8%) [1].

Залежи *лессовидных* суглинков расположены в верхних частях склонов и характеризуются весьма благоприятными горнотехническими условиями (например, Сосновское месторождение). Их поверхность имеет слабый уклон, глубокое залегание грунтовых вод. Благодаря высокой пористости и трещиноватости пород легко разрабатывается. Повышенное содержание пылеватых частиц в суглинках и удовлетворительная формовочная способность позволяют использовать их для производства керамзита в естественном виде. Изготовление кирпича из такого сырья не рекомендуется из-за высокой карбонатности.

В целом месторождения глин и суглинков рассмотренных склоновых подтипов характеризуются преимущественно низким качеством сырья вследствие плохой сортировки, хотя нередко обладают относительно большими запасами.

Аллювиальные глины пригодны для приготовления глинистого раствора, применяемого при бурении скважин. Однако, несмотря на востребованность буровых растворов в республике, в этих целях они не разрабатываются. Залегают на террасах и представлены черными глинами и суглинками, илистыми, часто ожелезненными. Древнеаллювиальные суглинки выдержаны на больших площадях. По сравнению с современными аллювиальными глинами содержат больше линз песка (например, Глазовское месторождение). Горнотехнические условия благоприятны, т.к. суглинки залегают непосредственно под почвенным слоем, имеют достаточную мощность (5 м) и обводнены обычно лишь в нижней части. Особенно широко аллювиальные глины представлены на надпойменных террасах р. Чепцы. Однако в целом к террасам приурочено лишь 5,7% месторождений.

Коренные глины образуют *озерный* подтип месторождений, который возникает при отложении на дне пресноводных озер глинистых минералов. В центральных частях залежей глины тонкодисперсные, однородные по зерновому составу, содержат небольшое количество песчаных частиц. К периферии размеры частиц возрастают и глины сменяются алевролитами и песками. Залежи имеют линзовидную форму, значительную площадь, мощность их колеблется от долей до нескольких десятков метров.

Более распространены в коренных глинах *прибрежно-морские* залежи, образующиеся за счет отложения глинистого вещества на глубинах до 50 м в бухтах, заливах, подводных частях дельт, между прибрежными островами. Глины залегают в виде линзовидных пластов мощностью от долей до нескольких метров. Площади их измеряются квадратными километрами. Глины плохо сортированы и неоднородны по минеральному и зерновому составу, преимущественно тугоплавкие. Такое сырье может использоваться для производства грубой керамики (кислотоупорные изделия, канализационные и дренажные трубы, плитки для полов, клинкерный кирпич – низко спекающийся огнеупорный).

Общим недостатком коренных глин является их аргиллитоподобное состояние, высокая степень внутреннего уплотнения, трещиноватость, гидрослюдистый минеральный состав. Эти особенности обуславливают крайне низкую разбухаемость и пластичность.

Представленные выше литолого-фациальные и горнотехнические особенности залежей глинистых пород положены в основу выделения на территории Удмуртии минерагенических районов и полей (рисунок). Районам соответствуют геолого-промышленные подтипы залежей, а полям – группы месторождений; вероятным районам и полям – прогнозные залежи. Однако, учитывая достаточно расчлененный для равнины рельеф (амплитуда 280 м) и, следовательно, высокую мозаичность делювиальных разностей, представляется целесообразным объединить элювиально-делювиальные, делювиальные и делювиально-солифлюкционные в один район – делювиальный. Ввиду слабой изученности пространственного распространения и технологических свойств лессовидных суглинков,

озерных и прибрежно-морских коренных глин выделение их в самостоятельные районы на данном этапе исследований преждевременно.

Таким образом, на территории Удмуртии относительно достоверно можно выделить лишь делювиальный и аллювиальный рудные (минерагенические) районы. Поскольку подавляющую часть территории занимают элювиально-делювиальные поверхности, делювиальные и особенно делювиально-солифлюкционные склоны дать конкретную привязку району не представляется возможным. Напротив, аллювиальные районы, ввиду четкой приуроченности к конкретным речным долинам, легко поддаются географической привязке. Это Чепецкий район и вероятные районы – Сивинский, Кильмезский, Ижский, Позимский, Валинский. Рудные поля обособляются лишь в Чепецкой районе – Лозинское и Балезинское.

Рудные поля делювиального района распространены почти повсеместно. Вблизи каждого райцентра имеются разведанные месторождения глин, вблизи городов, как правило, несколько месторождений. Особенно обширное поле сформировалось в формирующейся Ижевско-Воткинской агломерации. Всего на территории республики предварительно выделено 15 рудных полей, а также около 10 – вероятных полей глинистого сырья делювиального генезиса.

Литература

1. Геоморфологические критерии поисков глинистого сырья // Вестник Удмуртского университета, Сер. Биология. Науки о Земле. 2010. № 3. С. 77–78.
2. Инструкция по применению Классификации запасов к месторождениям глинистых пород / М., 1983. 44 с.

К ВОПРОСУ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ АМУРСКОГО СТРАТИФОРМНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Сначёв М.В.

ООО "Газпромнефть НТЦ", г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: *Snachev@yandex.ru*

В работе кратко рассмотрено геологическое строение Амурского стратиформного цинкового месторождения. На основе данных поискового и оценочного бурения, проведенного в последние годы, было установлено, что рудовмещающая флишоидная толща постепенно переходит в вышележащую вулканогенную, а тела габброидов несомненно присутствуют в обеих из них, что в свою очередь указывает на отсутствие в пределах месторождения крупного надвига, по которому вулканогенная толща могла бы быть надвинута на флишоидную.

TO A QUESTION ABOUT THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE AMUR STRATIFORM DEPOSIT (SOUTH URALS)

Snachev M.V.

ООО "Gazprom Neft STC", Saint-Petersburg, Russia, e-mail: *Snachev@yandex.ru*

Abstract. The paper briefly reviewed the geological structure of the Amur stratiform zinc deposit. Based on data exploration and appraisal drilling conducted in recent years, it has been found that the ore-bearing flysch strata gradually passes into the overlying volcanogenic and body gabbroid undoubtedly present in both of them, which in turn points to the absence within the field of large overthrust by volcanic sequences which could be pulled over flysch.

Амурское стратиформное цинковое месторождение расположено в области сочленения Магнитогорской и Восточно-Уральской мегазон Южного Урала на широте центральной части западного контакта Суундукского гранитного массива. В структурном отношении рассматриваемая территория приурочена к западному крылу меридиональной брахиантеклинальной складки, полого погружающейся к северу. В геологическом разрезе месторождения выделяются три толщи (снизу вверх): молассоидная (D_1 – D_2), рудовмещающая терригенно-осадочная (флишоидная) (D_{2-3}) и вулканогенная (D_3 – C_1).

Молассоидная толща сложена переслаивающимися кварцитами и кварц-полевошпатовыми породами, образованными по аркозовым песчаникам и катаклазирванным гранитам, внедрившимся в виде инъекций по слоистости пород.

Отложения **терригенно-осадочной (флишоидной) толщи** развиты в центральной части участка, где прослежены в виде меридионально вытянутой полосы, расширяющейся в южном направлении. Они представлены ритмично переслаивающимися алевролитами, глинистыми, углисто-глинистыми, кремнисто-глинистыми, известково-глинистыми, биотитовыми и кварц-полевошпат-биотитовыми сланцами и известняками. Общая мощность вскрытых отложений около 850 м. По находкам амфибор она датируется не моложе позднефранского подъяруса [7]. Находки криноидей в рудовмещающей (флишоидной) толще, сделанные О.В. Артюшковой и др. [2], позволили отнести её к силуру-среднему девону. По аналогии с более северными районами возраст толщи принимается средневерхнедевонским (?).

Образования **вулканогенной толщи** развиты в западной части площади месторождения, где они представлены в основании разреза мелкообломочными туфами и туффитами основного состава. Выше по разрезу размер обломочного материала увеличивается и в верхней части толщи преобладают грубообломочные ксенотуфы с мелкообломочным цементом, содержащим обломки кислых эффузивов, известняка, кремнистых и глинистых сланцев.

Прорывающие терригенную и вулканогенную толщи дайки высокотитанистых габбро и габбро-диабазов ориентированы преимущественно в меридиональном и северо-восточном направлении и часто дислоцированы позднейшими тектоническими движениями. В работах различных исследователей, в зависимости от представлений о тектоническом строении района, существуют и различные взгляды о сохранности подводящих каналов дайкового комплекса. Так по мнению Т.В. Смирнова, А.Д. Штейнберга, считающих, что контакт между терригенной и вулканогенной толщами нормальный геологический, подводящие каналы даек габбро не нарушены. По другим данным [1], охарактеризованные выше толщи представляют собой тектонические пластины и разрывное нарушение на границе флишоидной и вулканогенной толщ является крупноамплитудным надвигом, что автоматически подразумевает отсутствие габброидов во флишоидной толще. Наиболее экзотический вариант строения месторождения предложил Б.А. Пужаков (ОАО «Челябинскгеосъемка»), который считает, что: 1) рудовмещающая терригенно – осадочная толща имеет нижнекаменноугольный возраст, а перекрывающая вулканогенная – средне – верхнедевонский; 2) габброиды по времени оторваны от базальтов и туфов и являются нижнекаменноугольными; 3) подводящие каналы габброидных тел в нижележащей толще отсутствуют. Буровые и геофизические исследования кроме секущих фиксируют также дайковые тела габброидов, согласно залегающие во вмещающих толщах.

В 2007–2008 гг. на Амурском месторождении ОАО «Челябинский цинковый завод» проводило поисковые и оценочные работы, которые позволили кроме подсчета запасов цинка провести изучение рудовмещающих углеродистых отложений на благородные и редкие металлы, а также восстановить палеогеографические условия их накопления [3, 5]. В пределах геологического отвода размером 6,5 × 4 км было пробурено 50 поисковых (№ 1–50) и около 100 оценочных скважин. Просмотр и описание поисковых скважин, расположенных на 9 широтных профилях с шагом 300–600 м, дали возможность уточнить геологическое строение месторождения и высказать свое мнение по поводу структурных его особенностей, истории формирования.

Преыдушие исследователи, не имея достаточного количества фактического материала в силу небольшого количества глубоких буровых скважин, не смогли детально рассчитать вулканогенную и флишоидную толщи. В пределах первой из них (нерасчлененные туфы и туффиты) выделялись только габброиды, а во второй – две разновидности пород – сланцы в целом и известняки. Сейчас такая возможность появилась. Кроме перечисленных пород в качестве маркирующих горизонтов нами были приняты: базальты, углеродисто – кремнистые и углеродисто – карбонатные сланцы, карбонатно – углеродистые породы.

Построенные разрезы по профилям I–IX показали: а) несостоятельность предположения о крупном надвиге вулканогенной толщи на флишоидную; б) наличие согласных и секущих тел габброидов как в вулканогенной, так и в терригенно – осадочной толщах; в) довольно постепенный переход между флишоидной и вулканогенной толщами. Все это хорошо доказывается следующими многочисленными фактами:

1. Скважины № 2 (инт. 225–302, 322–331, 370–393, 426–433, 456–514 м), № 3 (инт. 215–289, 313–428 м), № 4 (инт. 107–298 м), № 6 (инт. 394–413 м), № 14 (инт. 354–405 м),

№ 19 (инт. 7–27 м) и № 27-а (инт. 45–141 м) подсекли тела габброидов видимой мощностью от 10 до 200 м заведомо среди терригенных и карбонатных пород флишоидных толщ.

2. В нижней половине вулканогенной толщи отмечены хотя и маломощные, но многочисленные прослои **углеродистых сланцев** (скв. 14 – инт. 133–137, 283–288 м; скв. 26 – инт. 31–71, 82–93 м; скв. 34 – инт. 42–48 м; скв. 48 – инт. 55–62 м; скв. 136 – инт. 24–26, 30–32, 55–57 м), **карбонатных пород** (скв. 2 – инт. 108–124, 130–135 м; скв. 14 – инт. 274–277 м; скв. 55 – инт. 417–419 м; скв. 69 – инт. 292–307 м; скв. 78 – инт. 162 – 166 м; скв. 112 – инт. 59 – 61 м; скв. 130 – инт. 253–257 м; скв. 133 – инт. 345–351 м).

3. С другой стороны, в средней и верхней части флишоидной толщи установлены лавовые потоки базальтов: скв. 26 – инт. 130–141, скв. 41 – инт. 118–130; скв. 129 – инт. 567–573, по своему химическому составу, набору редкоземельных и малых элементов ничем не отличающиеся от основных эффузивов вышележащей вулканогенной толщи.

Более того, ранее [4, 6] нами на большом фактическом материале было показано, что:

1. Породы эффузивной, дайковой (базальты, диабазы) и интрузивной (габбро-диабазы, габброиды и диориты) фаций являются комагматичными и относятся к единой вулканоплутонической ассоциации. Первые представляют собой недифференцированную выплавку, а вторые – производными того же расплава, образовавшимися в ходе кристаллизационной дифференциации в промежуточном очаге.

2. Базальты вулканогенной толщи по большинству петрохимических характеристик повторяют вулканиты березовской свиты (развита западнее рассматриваемой территории), образование которой связывается с «пассивным» рифтогенезом на активной континентальной окраине в раннем карбоне.

3. Габбро, габбро – диабазы и диориты Амурского месторождения по петрогеохимическим параметрам хорошо сопоставимы с представителями нижнекаменноугольной габбро – гранитной формации Магнитогорской мегазоны.

Итак, приведенный в данной работе фактический материал по Амурскому стратиформному месторождению, позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Флишоидная толща постепенно переходит в вышележащую вулканогенную. В верхней части первой из них присутствуют тела базальтов, а в нижней части второй – прослои известняков, углеродистых сланцев и переходных разновидностей пород между ними.

2. Согласные и текущие тела габброидов несомненно присутствуют во флишоидной толще.

3. На участке месторождения нет крупного надвига, по которому вулканогенная толща могла бы быть надвинута на флишоидную.

Литература

1. Зайков В.В. Амурское цинково – колчеданное месторождение (Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов – 2007. Т. 1. Миасс: ИМин Уро РАН, 2007. С. 184–191.
2. Новые данные о возрасте Амурского пирит-сфалеритового медноколчеданного месторождения (Ю. Урал) / Артюшкова О.В., Куриленко А.В., Якупов Р.Р., Маслов В.А., Зианбердин Р.И. Геологический сборник, №6, Уфа, ООО «ДизайнПолиграфСервис». 2007. С. 38–39.
3. . Сначёв А.В., Сначёв В.И., Рыкус М.В. Перспективы рудоносности углеродистых отложений западного обремления Суундукского гранитного массива. // Нефтегазовое дело. 2010, Т. 8, № 2, С. 11–20.
4. Сначёв А.В., Сначёв В.И., Рыкус М.В., Савельев Д.Е., Бажин Е.А., Ардисламов Ф.Р. Геология, петрогеохимия и рудоносность углеродистых отложений Южного Урала. / Уфа; Дизайн Пресс. 2012. 208 с.
5. Сначёв А.В., Сначёв М.В. Рудная минерализация углеродистых отложений Амурского стра-

тиформного цинкового месторождения (Южный Урал). // Доклады академии наук. 2012, Т. 444, № 6, С. 640–643.

6. Сначёв М.В., Савельев Д.Е., Сначёв В.И., Рыкус М.В. Петрогеохимические особенности и геодинамические условия формирования магматических пород Амурского стратиформного месторождения (Южный Урал). // Нефтегазовое дело, 2012, № 2, С. 290–304.
7. Широбокова Т.И., Штейнберг А.Д. Амурский рудный район // Медноколчеданные месторождения Урала: Геологические условия размещения / Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. С. 194–195.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПЛАТИНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В УЛЬТРАОСНОВНЫХ ИНТРУЗИВАХ УРАЛО-АЛЯСКИНСКОГО ТИПА (НА ПРИМЕРЕ МАССИВОВ ПЛАТИНОНОСНОГО ПОЯСА УРАЛА)

Степанов С.Ю.

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского
(ФГУП «ВСЕГЕИ»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: *Stepanov-1@yandex.ru*

В статье отражены основные особенности и характеристика хромит-платинового и дунитового типов оруденения в клинопироксенит-дунитовых интрузивных массивах Урала. Наибольший интерес в промышленно-экономическом отношении в настоящее время представляет собой хромит-платиновый тип оруденения в интрузивах, с проявлением грубозернистых дунитов и дунит-пегматитов. На основе проведённых петрографических и минералого-геохимических исследований выявлены геологические условия, благоприятные для формирования рудных тел, и рассмотрены процессы, приводящие к образованию хромит-платиновых рудных зон с аномально высокими концентрациями платины.

LOCALIZATION OF PLATINUM MINERALIZATION IN THE ULTRAMAFIC INTRUSIVES OF URAL-ALASKAN TYPE (EVIDENCE FROM MASSIF OF THE URALS PLATINUM BELT)

Stepanov S.Yu.

A.P. Karpinsky Russian geological research institute (FSUE «VSEGEI»), Saint Petersburg, Russia,
e-mail: *Stepanov-1@yandex.ru*

This article provides an overview of the main features and characteristics for chromium-platinum and dunite type mineralization in clinopyroxene-dunite intrusive massifs of the Urals . The greatest interest in industry and economy is represented by chromite -platinum type mineralization in intrusives with the development of coarse-grained dunite and dunite-pegmatites . On the basis of petrographyc, mineralogical, and geochemical studies we knew geological conditions, which are favorable for the formation of ore bodies. Also the processes, leading to the formation of platinum-chromite ore zones with abnormally high concentrations of platinum, were analyzed.

С 1824 года Урал становится одним важнейших регионов мировой добычи платины. Наиболее богатые россыпи были связаны с клинопироксенит-дунитовыми массивами Урало-Аляскинского типа. Из россыпей Исовского района с 1824 по 2000 год было добыто 233 613 кг платины [2]. По официальным данным с 1825 по 1972 год Нижнетагильские россыпи дали 147 510 кг [2]. Необходимо отметить, что к настоящему времени большинство платиновых россыпей на Урале почти полностью отработаны и внимание производства обращено к интрузивам дунит-клинопироксенитовой формации как к объектам, перспективным на коренное платиновое оруденение. До недавнего времени наиболее изученным в отношении выявления зон с платиновым оруденением был Нижнетагильский массив. Однако к 2010 году в ходе работ ЗАО «Урал-МПГ» были получены новые сведения о геологическом строении и положении минерализованных платиновых зон в пределах Светлоборского и Вересовоборского интрузивов [3]. При продолжении разведочных работ в 2013–2014 гг. объём геологических данных значительно увеличился, и анализ этих данных представляет значительный интерес как в научном плане, так и в практическом.

В породах дунит-клинопироксенитовых концентрически-зональных интрузивов выявлено три типа оруденения: дунитовый и хромит-платиновый – наиболее перспективные в промышленном отношении, а также пироксенитовый. Вследствие крайне слабой изученности и малой промышленной значимости пироксенитовый тип далее не рассматривается. Оруденение дунитового типа характеризуется нахождением минералов платины (как аксессуариев) непосредственно в дунитах. В породах Светлоборского массива платиновое оруденение дунитового типа встречается в юго-западной краевой части дунитового ядра (рудопоявление им. Н.К. Высоцкого и др.). Хромит-платиновое оруденение – наиболее изученный тип. Для него характерны высокие концентрации платиновых минералов в хромитовых обособлениях различной формы. Рудные зоны с этим типом оруденения выявлены на Нижнетагильском (зона им. Ю.А. Волченко, месторождение Крутой лог 4-00, Господская шахта и др), Светлоборском (рудопоявление Вершинное), Вересовоборском, Каменушенском (Хромитовый увал) массивах.

Платиновое оруденение дунитового типа на рудопоявлении им. Н.К. Высоцкого контролируется контактом мелко-среднезернистых дунитов с порфиroidной или гипидиоморфнозернистой первично-магматической структурой с тонкозернистыми дунитами с полиэдрически-зернистой перекристаллизационной структурой.

Для дунитового типа характерно относительно равномерное, хотя и весьма невысокое содержание платины. Это обусловлено, по-видимому, высокой степенью метаморфических преобразований пород краевой части дунитового ядра массива с широким развитием процессов перекристаллизации.

Зоны с платиновой минерализацией хромит-платинового типа оруденения расположены на участках контактов дунитов, различных по своим текстурно-структурным особенностям (преимущественно по зернистости). Наиболее мощные и богатые хромит-платиновые рудные зоны Нижнетагильского и Вересовоборского интрузивов расположены на контакте крупно-гигантозернистых дунитов с мелко- среднезернистыми разновидностями. Положение зоны с хромит-платиновым оруденением в пределах рудопоявления Вершинное (Светлоборский массив) обусловлено сменой среднезернистых дунитов тонко-мелкозернистыми.

В отличие от дунитового типа хромит-платиновый тип оруденения характеризуется весьма неравномерным распределением платины с формированием богатых и очень богатых хромитовых тел. Особо крупные выделения платины (рис. 1 а) в хромитовых обособлениях зафиксированы в массивах с грубозернистыми дунитами и дунит-пегматитами (Нижнетагильский и Вересовоборский интрузивы).

Онтогенетические особенности индивидов минералов платины разных типов оруденения указывают на совместное формирование платинового оруденения с процессами кристаллизации дунитов и хромититов. На первой стадии кристаллизуются минералы тугоплавких платиноидов. Их идиоморфные включения обнаруживаются как в хромшпинелидах, так и непосредственно в минералах платины (рис. 1 б). Затем происходит близодновременная кристаллизация минералов платины с хромшпинелидами с формированием поверхностей совместного роста (рис. 1 в). Необходимо заметить, что минералы платины, формирующие дунитовый тип оруденения, обладают довольно значительным развитием идиоморфного огранения, хотя на последних стадиях роста наблюдается их совместный рост с минералами дунитов (рис. 1 г).

Одним из главных процессов, оказывающих влияние на развитие хромит-платинового оруденения в ультраосновных интрузивах Урало-Аляскинского типа, является пегматитообразование. В ходе процессов формирования грубозернистых дунитов и дунит-пегматитов происходит их обеднение элементами платиновой группы с концентрацией

этих элементов в минеральной форме на контакте с мелко-среднезернистыми дунитами. При этом формируются наиболее крупные промышленно важные скопления платины в виде крупных зёрен и их сростаний в хромитовых обособлениях.

Связь процессов пегматитообразования с процессами развития хромит-платинового оруденения требует особого внимания. Дунитовые пегматиты и грубозернистые дуниты обнаружены среди пород двух интрузивных комплексов: Нижнетагильского и Вересоборского. Они слагают тела сложной формы и довольно значительного размера (в пределах южной части Вересоборского интрузива вытянутое в меридиональном направлении тело размером 500×150 м, в Нижнетагильском интрузиве несколько субизометричных тел размером до 0,8 км), пространственно тяготеющие к центральным частям интрузивов. Структуры грубозернистых дунитов в большинстве случаев порфирировидные.

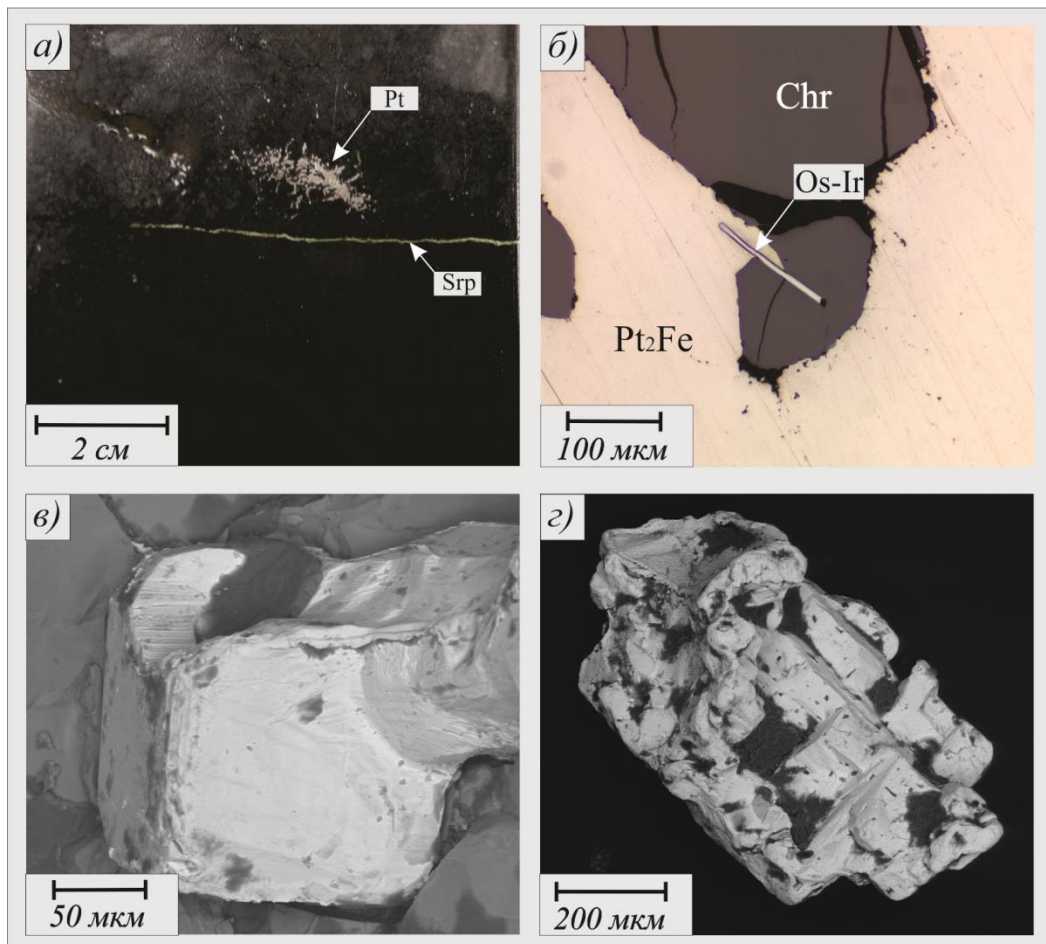


Рис. 1. Минералы металлов платиновой группы: а) – крупный зернистый агрегат платины в массивном хромитите (Вересововорский массив); б) – идиоморфный кристалл осмистого иридия пинакоидального габитуса, захваченный зернами хромшпинелида и платины (Вересовоборский массив); в) – кубический кристалл платины с частичным развитием поверхностей совместного роста с хромитом (Нижнетагильский массив); г) – сросток идиоморфных кубических кристаллов платины (Светлоборский массив). Условные обозначения: Srp – серпентинит, Chr – хромшпинелид.

Гигантозернистым дунитам, формирующим отдельные с постепенными переходами к грубозернистым дунитам, присущи равномернозернистые структуры. Редкая разновидность – миаролитовые дуниты с нарастанием на стенках полостей идиоморфных индивидов оливина и заполнением центральной части миаролы гранатом или криптокристалли-

ческим офитом. Ключевой особенностью химизма оливинов, слагающего грубозернистые дуниты и дунит пегматиты, является повышенная магнезиальность, по сравнению с оливином из вмещающих средне- мелкозернистых дунитов.

На спектрах распределения редкоземельных элементов (рис. 2) грубозернистые дуниты характеризуются наименьшими содержаниями. Постепенное накопление редкоземельных элементов происходит в среднезернистых дунитах, и наибольшие содержания отмечаются для мелко- тонкозернистых дунитов краевой части. В свою очередь в хромититах различных морфологических типов отмечается повышенное содержание РЗЭ по отношению к дунитам.

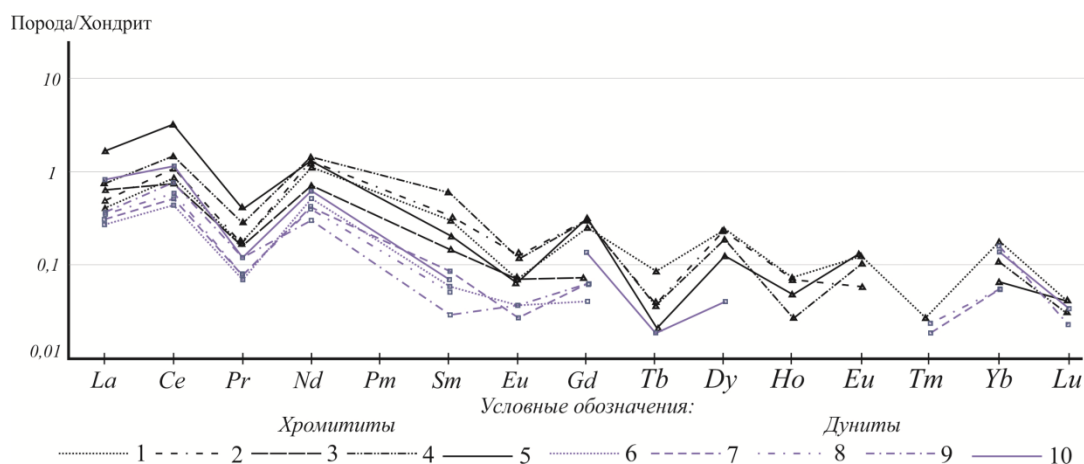


Рис. 2. Спектры распределения РЗЭ в дунитах, хромититах и породах, слагающих дайки, клинопироксенит-дунитовых массивов: 1 – прожилково-вкрапленный хромитит (КС), 2 – массивный хромитит (КС), 3, 4 – массивный хромитит (ВБ), 5 – массивный хромитит (СВБ) 6 – грубозернистый дунит (ВБ), 7 – дунит-пегматит (ВБ), 8 – миаролитовый дунит (НТ), 9 – среднезернистый дунит (СВБ), 10 – мелкозернистый дунит (СВБ). СВБ – Светлоборский интрузив, ВБ – Вересоборский интрузив, НТ – Нижнетагильский интрузив, КС – Косьвинский камень, Кытлымский комплекс.

Распределение элементов платиновой группы в дунитах и хромититах аналогично распределению редкоземельных элементов. Наименее обогащены платиной грубозернистые дуниты и особенно дунитовые пегматиты (содержание Pt не превышает 20 мг/т). Среднезернистые и мелкозернистые дуниты обладают повышенным содержанием платины (от 35 мг/т в дунитах Светлоборского массива до 78 мг/т в дунитах Косьвинского камня). Хромититы, вне зависимости от морфологического типа, по сравнению с дунитами, резко обогащены платиной и другими ЭПГ. Содержание Pt варьируется от 0,93 г/т в массивных хромититах Светлоборского массива до 12 г/т в прожилково-вкрапленных хромититах Нижнетагильского массива.

Экспериментальными данными [1] установлено, что более высокомагнезиальные и маложелезистые расплавы характеризуются повышенным содержанием платины. Следовательно, маложелезистые дунитовые пегматиты и грубозернистые дуниты должны обладать наиболее высокими содержаниями платины. Однако в интрузивах клинопироксенит-дунитовой формации Платиноносного пояса Урала для дунит-пегматитов и грубозернистых дунитов отмечаются наименьшие содержания платины, которая в виде Fe-Pt минералов совместно с хромшпинелидами концентрируется в зонах контактов этих пород с вмещающими мелко-среднезернистыми дунитами. По-видимому, процесс пегматитообразо-

вания, протекающий при активном участии флюидной фазы, обеспечивающей медленную кристаллизацию и глубокую дифференциацию вещества, приводит к отделению из первичного расплава элементов, несовместных по отношению к оливину, таких как хром, ЭПГ и редкоземельные элементы. Концентрация этих элементов в минеральном виде происходит в зоне контакта грубозернистых дунитов и дунит пегматитов с вмещающими средне-мелкозернистыми дунитами, консолидация которых произошла ранее. При этом распределение хромит-платиновых тел во многом обусловлено первичной трещиноватостью в промежуточных разновидностях дунитов, расположенных на контакте грубозернистых и средне- мелкозернистых дунитов. Прожилково-вкрапленные хромитовые тела, нередко обогащённые платиной и не имеющие чётких границ с вмещающими дунитами, формируются вокруг слабо раскрытых трещин с метасоматическим ростом хромшпинелидов и платины. Жильные тела массивного хромитита выполняют раскрытые трещины.

В заключение представляется возможным сделать вывод, что наиболее перспективными комплексами из числа дунит-клинопироксенитовых интрузивов Платиноносного пояса Урала на выявление крупных месторождений с хромит-платиновым оруденением являются интрузивы с развитием грубозернистых дунитов. Положение рудных тел в таких интрузивах контролируется границами тел разнозернистых дунитов. На основе многочисленных онтогенических наблюдений над индивидами минералов, петрографических исследований пород и анализа данных, геохимического опробования вмещающих пород и руд можно сделать вывод, что формирование промышленно-значимых рудных хромит-платиновых тел связано с непосредственным образованием дунитов и последующей их эволюцией в ходе магматического и раннего постмагматического процессов при активном участии флюидной фазы, обеспечивающей долговременное развитие рудообразующей системы с глубокой эволюцией вещества.

Литература

1. Борисов А.А. Кристаллизация и стабильность сплавов благородных металлов в магматическом процессе // Геология рудных месторождений, 2005, том 47, № 6, с. 516–513.
2. Мосин К.С. История добычи платины на Урале / Нижняя Тура: Нижнетуринская типография, 2002. – 245 с.
3. Телегин Ю.М. Телегина Т.В. Толстых Н.Д. Геологические особенности рудопроявлений платины Светлоборского и Каменушенского массивов Платиноносного пояса Урала // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения. Материалы третьей международной конференции. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2009, Т. 2. С. 212–215.