

БЛАГОРОДНЫЕ И РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В.В. Шкиль, А.И. Гусев

ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенисейское

3-7 октября 2005 года в Иркутске под эгидой Сибирского отделения Российской академии наук, Российского фонда фундаментальных исследований, ЗАО «Сибирской геологической компании» в Институте геохимии им. А.П. Виноградова состоялась научная конференция «Благородные и редкие металлы Сибири и Дальнего Востока: рудообразующие системы месторождений комплексных и нетрадиционных типов руд». На пленарном заседании и 3 секциях было рассмотрено 219 устных сообщений и стендовых докладов, тезисы которых изданы в 2 томах. География участников охватывает широкий круг специалистов научно-исследовательских институтов, ВУЗов Сибири, Дальнего Востока, Москвы, Санкт-Петербурга, Казахстана, Узбекистана, Урала, а также производственных организаций Сибири и Дальнего Востока.

Уже в приветственном слове академик Ф.А. Летников расставил акценты, задал тон, определил приоритеты конференции и актуальные проблемы, требующие разрешения, и сообщил, что расширение спектра инструментальных методов изучения состава руд месторождений благородных и редких металлов привело к смене парадигмы, лежавшей многие годы в основе теории рудообразования. Бытовавшее многие годы мнение о чётком разделении благороднометалльных и редкометалльных рудообразующих систем сменилось представлениями о полигенности, а следовательно, и многообразии путей возникновения и консервации рудогенных флюидных систем литосферы. Итогом такого подхода явилось чёткое разбиение уже известных и вновь выявленных месторождений благородных и редких металлов на 3 группы:

1. Классические типовые месторождения, на основе которых и были созданы бытовавшие многие годы металлогенические классификации.

2. Комплексные, уже известные месторождения, в которых, благодаря более точным методам исследования (ICP-mass, микрозонд и др.), в рудах и даже в составе рудных минералов были установлены на микро- и наноуровнях минералы и самородные элементы, несвойственные данной группе месторождений. Например, золото и платиноиды в вольфрамовых и молибденовых грейзеновых месторождениях (Калгуты и другие).

3. Принципиально новые типы концентрирования обширной группы рудных элементов в составе высокоуглеродистых метасоматитов, где самородные формы углерода представлены тонкодисперсным алмазом, графитом, антраксолитом, керитом, рентгеноаморфным углеродом и битумоидами. Рудные минералы в составе этих руд характеризуются размерностью в десятки, реже сотни микрон и образуют тесные сростания друг с другом, подчёркивая метастабильный характер их выделения из флюидов. Судя по приуроченности высокоуглеродистых метасоматитов к зонам глубинных разломов и значительной протяжённости тел, сложенных такими метасоматитами, недифференцированности рудных скоплений, когда в их составе совместно присутствуют в высоких концентрациях, с одной стороны, Li, Nb, TR, Sr, Ba, а с другой - Au, Pt, Pd, Ag и типичные мантийные элементы Ni, Co, Cr, V. Это даёт основание для выводов об изначально суперглубинных восстановленных флюидных системах, по всей вероятности, отделяющихся от жидкого ядра Земли.

На секции «Геология, условия образования и проблемы поисков месторождений благородных и редких металлов» заслушано большое количество сообщений, из числа которых следует остановиться на нескольких, затрагивающих проблемы золотоносности и редкометалльного оруденения Республики Алтай и соседних регионов.

В сообщении Г.Н. Шарова, А.И. Черных (Запсибгеолсъемка, Новокузнецк) «Модель формирования месторождений близких к типу Карлин в краевых частях крупных межгорных впадин» проведено сопоставление месторождения Карлин с прогнозируемыми объектами из зоны сочленения структур Кузнецкой котловины и её горного окружения. Модель носит прогнозный характер и построена в табличной форме. Прогнозируемый объект абстрактный (нет названия ни одного проявления).

В сообщении А.Н. Мещнера, В.Л. Некипелого, С.А. Кузнецова (Запсибгеолсъемка, Новокузнецк) «Состояние и стратегия развития геологоразведочных работ на золото в западной части Алтае-Саянской складчатой области» делается ставка на классическую стадийность геологоразведочных работ, а также выполнение геолого-экономической оценки на выделяемых прогнозных объектах – от мелкомасштабных прогнозно-минерагенических до поисковых и разведочных работ. Определены приоритеты: 1- создание на основе современных прогнозно-минерагенических и геоинформационных технологий прогнозно-минерагенической карты на золото как основы для прогнозной оценки ресурсного потенциала территории и планирования геологоразведочных работ; 2- локализация перспективных площадей и выработка рекомендаций для постановки прогнозно-поисковых работ; 3- локализация и апробация прогнозных ресурсов золота. Одной из главных задач является оценка территории на нетрадиционные формационные типы золоторудных объектов.

В докладе А.А. Поцелуева (Томский политехнический университет, Томск) «Генетическая и поисковая информативность геохимического спектра геологических образований» обоснована важность изучения всего геохимического спектра рудных тел и получение информации о большом числе химических элементов (до 70). Геохимический спектр геологических образований рекомендуется определять путём нормирования химических элементов относительно хондрита или кларка. Показано, что в рудоносных геологических образованиях разных масштабных уровней возрастает неоднородность распределения ценных компонентов и попутных элементов. Такие исследования проведены в связи с прогнозированием и поисками месторождений редких, радиоактивных и благородных металлов. Приведен граф ассоциаций геологических образований Калгутинского месторождения по результатам корреляции геохимических спектров. При этом наиболее высокие уровни связи для Калгут определены для рудных жил и околожилных грейзенов (0,9), калгутитов и Мо- штока (0,92).

На секции «Минералогия (наноминералогия), геохимия комплексных и нетрадиционных месторождений и флюидный режим процессов их формирования» озвучено несколько сообщений по рудным объектам Республики Алтай.

В сообщении А.А. Поцелуева (Томский политехнический университет, Томск) «Минералогия и геохимия комплексных грейзеновых месторождений Алтая (новые данные)» приведены новые данные, подтверждающие комплексность руд Калгутинского месторождения. В составе руд последнего отмечены высокие содержания золота (до 0,5 г/т), серебра (до 40 г/т), платины (до 3,5 г/т), палладия (до 0,7 г/т), осмия (до 0,09г/т), родия (до 0,19 г/т). Помимо рудных тел, высокие содержания благородных металлов отмечаются в околожилных грейзенах, альбитизированных гранит-порфирах и изменённых дайках калгутитов. Содержания золота в рудных минералах составляют (мг/т): вольфрамите – 25, молибдените – 12-13, халькопирите -15, пирите -15-54, кварце жилы №87 – 18, околожилных грейзенов – 18, Мо-штока- 15, альбитизированных гранит-порфиров – 27, гранитов -2,5. Наиболее высокие содержания золота зафиксированы в графите – до 100 г/т., что обусловлено микровключениями. Размер их может составлять 4-6 нм. Все данные подчёркивают связь золотой минерализации с формированием сульфосольно-сульфидно-кварцевого оруденения. Золото обнаружено в двух самостоятельных формах выделения: самородное мелкое низкой пробы (300-150‰, основные примеси медь и серебро), самородное тонкое высокой пробы (964-845‰, основные примеси серебро, медь, ртуть, теллур). Серебро накапливается, главным образом, в сульфидах и сульфосолях, где его концентрации достигают $n \cdot 10\%$. Максимальные содержания Ag отмечаются в павоните -7,3%, купробисмутине -1,2%, гаддите – 0,14%. Высокое содержание серебра характерно для зёрен графита (до 0,14%). Из других рудных минералов высокие содержания Ag отмечаются в молибдените (до 260г/т), халькопирите (до 200г/т), пирите (до 27г/т). Значительные содержания платиноидов выявлены в пирите (сумма ЭПГ=760мг/т), вольфрамите (369 мг/т) и молибдените (82мг/т). Максимальные содержания платины отмечаются в пирите (670 мг/т) и вольфрамите (313 мг/т). Высокие содержания палладия на уровне $n \cdot 10$ мг/т характерны для всех трёх минералов. Предполагается наличие микровключений собственных минералов Pt и Pd. Повышенные содержания благородных металлов отмечаются в различных концентратах, получаемых при обогащении руд. Золото в основном накапливается в сульфидных отходах (5,0 г/т), образующихся при получении вольфрамитового концентрата. Серебро также, в основном, остаётся в сульфидных отходах. Вместе с тем, в концентратах вольфрамита и молибденита его содержания достаточно высокие (67070 г/т). Содержания Pt менее дифференцированы, но более высокие содержания отмечаются в вольфрамитовом концентрате (530 мг/т). Высокие содержания палладия отмечаются также в вольфрамитовом концентрате (50 мг/т), но в большей степени он накапливается в сульфидном концентрате (103 мг/т) совместно с золотом и серебром. Весьма интересным является присутствие в рудах месторождения графита. Зёрна графита (<0,5 мм) встречаются в сростках с кварцем и сульфидами. В самих зёрнах отмечаются включения и микропрожилки халькопирита, пирита, висмутита, Ви-теннантита. Все полученные данные позволяют утверждать, что графит входит в состав поздних минеральных ассоциаций, формирующихся в сульфосольно-сульфидно-кварцевую стадию $\delta^{13}C$ изменяется в узком диапазоне -26,3±0,4‰ до -26,6±0,3‰. Такие изотопные соотношения характерны для восстановленных форм углерода. Совокупность установленных фактов указывают на глубинный мантийно-плюмовый характер флюидно-магматической системы Калгутинского месторождения.

В сообщении А.И. Гусева, А.И. Чернышова, Р.О. Гринёва «Благороднометалльная минерализация в офиолитах Горного Алтая» рассмотрены содержания благородных металлов, меди, никеля, хрома в рудах Кыркылинского, Каянчинского, Узун-Оюкского, Сеглебирского и Серпентинитового участков. Более высокие содержания благородных металлов отмечаются в хромитовых проявлениях, чем в существенно никелевых. Повсеместно отмечается преобладание группы осмия, иридия, рутения над платиной, родием, палладием. Никелевые проявления (Сеглебирское, Серпентинитовое) характеризуются относительно более высокими концентрациями платины. Специализация хромититов офиолитовых комплексов Горного Алтая имеет явно «тугоплавкий» состав ассоциации (Os, Ir, Ru) ЭПГ. Наиболее высокие концентрации ЭПГ зафиксированы в хромитовых проявлениях, образующих полиформные залежи в составе Кыркылинского и Узун-Оюкского массивов, приуроченных к офиолитовым пластинам, сложенным преимущественно ультрабазитами и расслоенными участками базитов с линзами ультрабазитов. Эта же закономерность относится к золоту и серебру. Примечателен факт повышенных концентраций золота и серебра в тех участках рудных тел хромититов, где появляются в значительных количествах сульфиды меди, никеля, кобальта и аномальные концентрации мышьяка. В этих проявлениях концентрации осмия, иридия, золота и серебра превышают граммы на тонну. Микронзондовым анализом выявлены минералы группы изоферроплатины

(участок Кыркылинский), а во всех остальных участках минеральные формы представлены иридосминами и рутениридосминами. Комплексные данные позволяют говорить о том, что становление руд с наиболее высокими концентрациями золота, никеля, обогащение ЭПГ происходило при участии высоковосстановленных трансмагматических флюидов из более глубокой абиссали мантии, преобразующих альпинотипные гипербазиты в серпентиниты и несущих, помимо калия, натрия, кремнекислоты, также и металлы: платиноиды, никель.

В сообщении Д.И. Бабкина, А.А. Поцелуева (Томский политехнический университет, Томск) «Флюидный режим формирования благородно-редкометалльной минерализации (Калгутинское грейзеновое месторождение)» проанализированы газопо-жидкие включения в кварцах рудоносных образований с определением H_2O , CO_2 , CO , H_2 , N_2 , а также предельных (CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , C_5H_{12} , C_6H_{14}) и непредельных углеводородов (C_2H_2 , C_2H_4). Наблюдается закономерное уменьшение общей концентрации флюида в кварце всех рудоносных образований с глубиной и изменение его состава. С глубиной возрастает углекислотность и восстановленность флюида и снижается коэффициент водородной специализации. Все результаты изучения газопо-жидких включений кварца месторождения указывают на изменение параметров гидротермальной системы, и что процесс рудообразования происходил в условиях окисления восстановленного флюида.

В докладе В.В. Шкиля, А.И. Гусева «Флюидный режим комплексного золото-медно-скарнового оруденения с платиноидами Горного Алтая и Кузнецкого Алатау» освещены особенности флюидного режима комплексных месторождений золота, меди, серебра, висмута, платиноидов Ульменского, Майского, Фёдоровского, Синюхинского, Чойского, формировавшихся в разные этапы развития региона от среднего кембрия до мезозоя. Общей чертой изученных объектов является резкое снижение солёности растворов и температур от раннего скарнового этапа к гидротермальному. В указанном направлении отмечается изменение соотношений изотопов серы сульфидов и доли различных летучих компонентов в растворах. Указана характерная особенность становления магнезиальных скарнов Ульменского месторождения, в рудах которого формировалось сопутствующее оруденение бора. Во флюидах этой латитовой системы отмечается унаследованность борной специализации от магматического этапа к скарновому и наложенному продуктивному гидротермальному. Рассмотрены особенности изменения кислотности-щёлочности среды минералообразования на разных этапах и стадиях прерудного и рудного процессов.

Ряд сообщений касались регионов, соседствующих с Республикой Алтай.

В докладе М.С. Житного, В.А. Акимцева, А.С. Васькова (Институт геологии СО РАН, Новосибирск) «Морфология и состав золота Юзикского месторождения (Кузнецкий Алатау)» приведены новые данные по объекту, относящемуся к тонкодисперсному золотому оруденению в карбонатных породах типа Карлин. Золото Юзикского месторождения очень тонкое: 85% золота попадает в класс менее 0,1 мм. Макроскопически в руде оно не видно. В гипергенном процессе золото может укрупняться, однако, доля такого золота не велика. Характерными элементами – примесями, образующими с золотом ограниченные твёрдые растворы и определяющими состав самородного золота, являются Ag, Hg, Cu, Pd и, возможно, Pt, Cd, Sb. На золоторудных месторождениях Кузнецкого Алатау из числа указанных элементов-примесей устанавливаются Ag, Hg, Cu, в редких случаях фиксируются Pd, Pt. В результате проведенных исследований удалось выявить 3 генерации самородного золота, отличающиеся пробностью, содержанием ртути и зональностью. Золото первой генерации образовалось в гидротермально-метасоматическую рудную стадию. Оно встречается в составе прожилков и линзовидных обособлений кварц-карбонат-сульфидного состава. Для него характерно постоянное присутствие ртути, содержание которой в центральной части золотинок колеблется от 0,16 до 1,19 мас. % и в среднем по 8 золотинок из двух выборок составляет 0,58 мас. %. Пробность золота варьирует от 847 до 880‰ при среднем значении - 860‰. На двух золотинок этой генерации были обнаружены «наросты» низкопробного (660-679‰) высокортутистого (24,88-20,79 мас. % Hg) золота. Для второй генерации золота, встречающейся в прожилках шестоватого кварца гидротермальной рудной стадии, характерно полное отсутствие ртути, пониженная пробность (790, среднее по 6 золотинок) и довольно широкий разброс пробности от 762‰ до 836‰. В одной золотинок была выявлена зональность, выражающаяся в снижении пробности на 14% по направлению от центра к краю. Третья генерация - гипергенное золото. Это золото отлагалось в «сухих» микротрещинках, развивающихся буквально во всех породах с повышенными концентрациями золота. Отличительной особенностью гипергенного золота является его однородный состав (полное отсутствие зональности) и высокая пробность - 964‰ (среднее по центральной части 41 золотинок). Ртуть в достоверных количествах (>0,11 мас. % - предел чувствительности микрозондового анализа) отмечается лишь в 8 золотинок, где среднее содержание его составляет 0,15 мас. % при разбросе от 0,11 до 0,22 мас. %. Рассмотренные характеристики золота Юзикского месторождения: (размер, морфология и состав) имеют сходство с его особенностями на месторождениях карлинского типа, что подтверждает предположение о принадлежности этого месторождения к данному перспективному типу золотого оруденения.

В докладе Б.Б. Дамдинова, А.Г. Миронова, Б.Б. Гунтыпова (Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ) «Минеральный состав руд золото-порфириковых проявлений Восточного Саяна» озвучена интересная информация о нескольких проявлениях и месторождениях золото-теллуридной минерализации на р. Тиссе, Таинском и Коневинском месторождениях. Охарактеризованные объекты имеют близкие геолого-минералогические особенности. Они приурочены к малым интрузиям диорит-плагиогранитного состава. Гранитоиды имеют порфириковую структуру и отнесены к островодужному типу. На месторождениях характерно присутствие как кварцево-жильного, так и прожилково-вкрапленного типов оруденения. Специфической особенностью месторождений золото-порфирикового типа является присутствие золото-теллуридной ассоциации (тетрадимит, гессит, верлит, колорадоит и другие) с молибденитом.

В докладе В.И. Лебедева (Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл) «Сульфидно-касситеритовые руды Тувы» освещено геологическое строение и вещественный состав руд Балыктыгского месторождения оловянных руд, расположенного на юго-западе Тувы. Месторождение приурочено к одноименному массиву гранитоидов, представленных лейкократовыми биотитовыми и биотит-турмалиновыми гранитами. Граниты, вмещающие зоны грейзенизации, относятся к магнетит-ильменитовой серии и отличаются повышенными содержаниями олова, в 3-4 раза превосходящими средние кларковые значения в гранитоидах. На месторождении в жилах и грейзенах выделено несколько парагенезисов: турмалин-кварц-калишпат-слюдистый, слюдисто-ортотлаз-адуляр-кварцево-сидерофиллитовый, мусковит-гематит-кварцевый, адуляр-хлоритовый. Преобладающими рудными минералами оловоносных рудных тел являются касситерит двух генераций: глобулитовый микрокасситерит и колломорфный изотропный гидрокасситерит в агрегатах-почках деревянистого олова. Из жильных нерудных минералов преобладают кварц, калишпаты, мусковит, сидерофиллит, хлорит. Сравнение Балыктыгского месторождения с промышленными месторождениями олова в гранитоидных массивах других регионов указывает на его сходство с оловоносными интрузивами Центрального и Северного Казахстана (Акчатау, Узунбулак, Бегазы, Каркаралы, Сиримбет) и Восточного Забайкалья.

Особо следует остановиться на докладе Ф.А. Летникова (Институт земной коры СО РАН, Иркутск) «Типизация глубинных флюидных рудообразующих систем», который проанализировал историю развития Земли от протопланетного облака до становления геосфер Земли и генерации флюидных рудообразующих систем. Важная роль отводится эволюции астеносферы и разделению её на несколько зон: частично истощенная, слабо истощенная и неистощенная. Нарастание мощности литосферы создаёт условия для проникновения последующих более молодых разломов на глубинные уровни астеносферы и выносу по ним в земную кору флюидов с последующими широкими проявлениями метасоматоза, формирования очагов плавления и автономных рудоносных систем. Особое место в иерархии флюидных рудообразующих систем занимают сверхглубинные флюидные системы, отделяющиеся от жидкого ядра Земли. Предполагается, что с возникновением плюмов связаны высокоуглеродистые изначально восстановленные флюидные системы, с которыми связаны месторождения тонкодисперсных алмазов, золота, платины и элементов платиновой группы. Отличительной чертой таких высокоуглеродистых систем является их низкая дифференцированность по элементному составу. Установлено, что в их составе переносились и отлагались элементы, которые мы обычно относим к различным генетическим группам: Au, Pt, Pd, Tr, Nb, U, Mo, Li, As, Sb. В ходе взаимодействия восстановленных С-флюидных систем с горными породами, которые по объёму на 70-80% состоят из кислорода, происходит окисление С до CO_2 , что приводит к смене «сухих» высокоуглеродистых систем карбонатообразующими системами, которые унаследуют геохимическую специфику своих предшественников, что особенно отчётливо наблюдается в зонах глубинных разломов. На базе таких флюидных систем и формируются комплексные нетрадиционные месторождения благородных и редких металлов, в то время как наиболее контрастные и полно специализированные рудоносные системы связаны с магматическими очагами вполне конкретных петротипов: габбро-диоритовые – Au, Ag, Cu, Sb, As, Bi; ультракислые граниты - Ta, Nb, W, Be, Mo, Bi, Sn. Но повсеместные попытки привязать конкретное рудное месторождение к определённому магматическому комплексу иногда лишены всякого геохимического смысла, ибо специфические рудообразующие системы, на базе которых сформировались конкретные месторождения, обычно связаны с более глубинными флюидными системами, которые к магматическим очагам не имеют никакого отношения.

А.Ф. Коробейниковым (Томский политехнический университет, Томск) в сообщении «Мантийные и коровые золотогенерирующие системы» изложены факты и признаки участия в рудогенезе как внутрикорового, так глубинного вещества. Им выделены 10 групп золотых и комплексных месторождений золота, платиновых и редких металлов: I- золотые, золото-платиновые, золото-кварц-сульфидные в скарнах, листовниках, черносланцевых толщах орогенно-рифтогенных структур фанерозоя; II- золото-кварц-шеелитовые, золото-вольфрам-касситеритовые в скарнах, листовниках; III- золото-медно-порфиоровые; IV- золото-редкометалльные (Bi, Te, Se, Mo, W, Sn, Be, Ta, Nb, Pd) в альбититах-калишпатитах, грейзенах; V- золото-платиноидно-редкометалльные в карбонатитах; VI- золото-платиноидно-висмутовые в сульфидизированных уртитах, нефелиновых сиенитах; VII- золото-медно-платиноидные в медистых песчаниках, сланцах рифтогенных структур; VIII- золото-платиноидно-уран-ванадиевые в углеродистых формациях протерозоя; IX- золото-серебро-висмутовые в колчеданных рудах фанерозоя; X- золото-платиноидно-кобальт-никелевые в железно-марганцевых и сульфидных скоплениях мирового океана. Размещение рудных полей и месторождений в орогенно-рифтогенных блоках земной коры контролировалось разломами, зонами трещиноватости, дробления, милонитизации и метасоматоза пород на участках проявления интрузий, даек долерит-диабазового, диорит-лампрофирового, гранит-сиенит-порфиорового, габбро-плагиогранитного рядов. Магматические процессы сопровождалась метасоматозом с образованием крупных магмо-рудно-метасоматических колонн протяжённостью по вертикали в 3-10 км. Длительно существовавшие глубинные термофлюидопотоки обеспечивали перераспределение, обмен и вынос компонентов боковых пород по пути продвижения флюидов. Формирование месторождений происходило в особых структурах синхронного рудообразования с метасоматозом при распаде глубинных флюидных систем вследствие смешения глубинных флюидов с трещинными водами верхних частей земной коры. Далее обсуждались проблемы золота в продуктах глубинного и корового магматизма и метасоматизма. Приведены модели глубинных и коровых золотогенерирующих систем.

Р.И. Конеевым с соавторами (Национальный университет Узбекистана, Ташкент) в докладе «Наноминералогия золоторудных месторождений Узбекистана: типизация, поиски и оценка» освещены новые принципы и подходы к

типизации золоторудных объектов Узбекистана. Использование методологии и методики наноминералогии позволяет получать качественно новую информацию о вещественном составе золоторудных месторождений, в которых основной промышленный компонент - золото - и его соединения находятся, главным образом, в нано – и микроминеральной формах. На всех золоторудных месторождениях Узбекистана проявлен единый ряд геохимических парагенезисов (формаций) - /Au-W/ Au-As/Au-Te/Au-Ag/Au-Sb/Au-Hg/, характерный для многих регионов мира и являющийся закономерным. Он проявлен тем полнее, чем крупнее и менее эродировано месторождение (рудное поле). В то же время, промышленный ресурс отдельных месторождений определяют 1-3 парагенезиса. Например, Мурунтау -/ Au-W/Au-As/Au-Te/, Чармитан- /Au-As/Au-Te/Au-Sb/, Кочбулак- /Au-Te/Au-As/, Кызылалмасай -/ Au-Ag/Au-As/Au-Te/. Основные рудослагающие минералы на месторождениях Узбекистана обычно повторяются – кварц, карбонаты, пирит, арсенопирит, халькопирит, блеклые руды, галенит, сфалерит. Объекты отчетливо различаются по микроминеральному составу. Именно микроминеральный состав отражает геохимический парагенезис в соответствии с парагенетическим правилом Гесса-Ферсмана. В заключении делается вывод о том, что не будет большим преувеличением, если наноминералогия назвать минералогией 21 века, представляющей принципиально новые возможности, особенно при изучении месторождений, промышленные концентрации полезных компонентов в которых составляют 0,000n-0,00n% (Au, Pt, Pd, Re, Se, Te и другие элементы).

В докладе Л.Г. Марченко (Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, Казахстан) «Наноминералогия благородных металлов: проблемы образования и обогащения тонкодисперсных руд» обсуждены особые кластеры-кватероны и фуллероны, являющиеся основными строительными единицами кристаллов. В последнее время в земных условиях обнаружены фуллероны, часто сосуществующие с шунгитом. Шунгиты глобулярного строения встречаются на золоторудных месторождениях-гигантах – Бакырчикском, Мурунтау, Сухом Логу, Карлине. Глобули шунгита – сферолиты размерами 100-200 микрон, редко 400 микрон - стягиваются в сетки, ориентированные по кругу, или образуют цепочки, слойки. Самородное золото встречается в виде микросферул в шунгите и металлоорганике. Возможное существование фуллеронов и метафуллеронов в эндогенных процессах может определяться взрывными событиями. Это касается, в первую очередь, событий, сопровождающихся образованием кимберлитовых флюидизатов и трубок мантийного происхождения, с которыми связаны месторождения алмазов и редких элементов. Такие взрывные события определяют образование углеродистых флюидизатов в зонах глубинных разломов. Развитые в этих зонах комплексные месторождения имеют ряд отличительных черт: частая совместная концентрация золота и платиноидов, восстановленный тип метасоматоза и длительная полихронная система формирования.

В сообщении А.Я. Пшеничкина, А.Ф. Коробейникова, Н.А. Колпаковой, Л.Г. Гольц «О нахождении рения в рудах золоторудных месторождений черносланцевых толщ» приведены данные по концентрациям рения (от 24 до 610 мг/т) в рудах и околорудных метасоматитах в месторождениях Боко-Васильевском, Акжал, Баладжал, Джумба, Бакырчик, Октябрьское, Миялы, Нежданинское, Олимпиадинское, Сухой Лог, Майское, Дуэт, Вертинское. Форма нахождения рения в рудах пока не установлена. Высказано предположение о возможном наличии металлоорганических соединений рения в углеродистых сланцах.

На секции «Современные методы изучения и переработки руд и концентратов благородных и редких металлов: технология, аналитика, информатика» рассмотрены актуальные проблемы в области разработки современных технологий переработки руд и концентратов, аналитических методов исследования пород и руд, новых информационных систем при обработке геологической и геохимической информации.

В сообщении Д.А. Додина (ВНИИОкеанология, Санкт-Петербург), Л.К. Говорова, Л.Н. Коваленко (ГМК «Норильский никель»), В.М. Изойтко (АОЗТ «Механообр-Инжиниринг», Санкт-Петербург) «Новые технологии переработки руд благородных (и редких) металлов Сибири и Дальнего Востока» приведена минералогическая классификация комплексных и нетрадиционных типов руд месторождений платиноидных (и сопутствующих редких) металлов: 1- сульфидный платино-палладиевый и палладиево-платиновый (МПП) (три подтипа: медно-никелевый, золото-медно-молибденовый осмиево-платиносодержащий и медно-свинцово-цинковый золото-платиносодержащий); 2- малосульфидный платино-палладиевый и палладиево-платиновый; 3- хромитовый осмиево-иридиево-платиновый; 4- ванадиево-тианомангнетитовый (золото)-платино-палладиевый; 5 – комплексные платиносодержащие углеродистый, нефелиновый, апатит-магнетитовый и гематит-магнетитовый. *(На территории Республики Алтай большинство указанных типов имеется, но изученность их на платиноиды крайне низкая).*

В сообщении А.В. Белого (Институт биофизики СО РАН, Красноярск), А.Н. Телеутова (Красноярский государственный университет, Красноярск) «Электрохимическое выращивание высоких концентраций тионовых бактерий для биопереработки руд и концентратов благородных и цветных металлов» для увеличения действующей концентрации бактерий в качестве анода предложен стеклографит. При использовании стеклографитового электрода получена максимальная концентрация биомассы (14,4 г/л). Увеличение действующих концентраций железозакисляющих бактерий позволяет значительно ускорить окисление сульфидных руд и концентратов. При кучном и подземном выщелачивании в электрохимическом культиваторе повышается концентрация бактерий в десятки и сотни раз.

В докладе Г.С. Крыловой (ЦНИГРИ, Москва) «Магнито-импульсная технология – новая технология извлечения золота из руд и концентратов» обосновано использование магнитно-импульсной обработки (МИО) руд и концентратов. Технология характеризуется малой энергоёмкостью. Приведено несколько примеров успешного использования технологии. Из руд текущей добычи месторождения Многовершинного извлечение золота

увеличивается в среднем с 91,5 до 93,5 % (на 2 %), из сульфидных концентратов Нежданинского – с 79 до 88% (на 9%). Использование МИО перед цианированием позволяет повысить эффективность воздействия за счёт ослабления межкристаллических связей в минеральных комплексах. Возникают микротрещинки, облегчающие проникновение цианида к тонко вкрапленному золоту, заключённому в сульфидах, кварце и других минералах. За счёт вскрытия этих упорных форм золота и его растворения повышается общее извлечение металла из выщелачиваемого сырья.
