Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

УДК 553.4 (553.6)

№ гос. рег.

АААА-А21-121011390003-9

Инв. №1

УТВЕРЖДЕНО

РЕШЕНИЕМ УЧЕНОГО СОВЕТА

Протокол № 14 от «23» декабря 2021 г.

Председатель Ученого совета,

директор института, д.г.-м.н.

_____ А.А. Цыганков

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

За 2021 г.

Проект: Рудообразующие системы разновозрастных складчатых поясов южного обрамления Сибирского кратона: геолого-генетические модели месторождений благородных, редких и цветных металлов

(промежуточный)

Номер проекта в ИС управления НИР

FWSG-2021-0004 (рег.№ 1021062110740-1-1.5.6.)

Направление фундаментальных и поисковых исследований 1.5.5. Геология твердых полезных ископаемых

Раздел фундаментальных и поисковых исследований 1.5.5.2. Металлогенические провинции, эпохи и рудные месторождения: от генетических моделей к прогнозу минеральных ресурсов

Научный руководитель

д. г.-м. н _____ Б. Б. Дамдинов

Улан-Удэ, 2021

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР, зам. директора
по научной работе, зав. лабораторией,
д-р геол.-мин. наук _____ Б. Б. Дамдинов

Отв. исполнитель, вед. науч. сотр.,
канд. геол.-мин. наук _____ Е. В. Кислов

Отв. исполнитель, вед. науч. сотр.,
канд. геол.-мин. наук _____ Л. Б. Дамдинова

Исполнители:

Зав. лаб., канд. геол.-мин. наук _____ С. В. Канакин

Вед. науч. сотр., канд. техн. наук _____ Б. Ж. Жалсараев

Ст. науч. сотр., канд. геол.-мин. наук _____ В. И. Васильев

Мл. науч. сотр., канд. геол.-мин. наук _____ И. Г. Татьков

Мл. науч. сотр. _____ Е. А. Хромова

Мл. науч. сотр. _____ А. Д. Извекова

Инженер 1 кат., канд. геол.-мин. наук _____ Н. Г. Бугаева

Инженер 2 кат. _____ А. В. Малышев

Инженер _____ П. Г. Татьков

Инженер _____ М. Л. Москвитина

Инженер _____ Е. В. Ходырева

Инженер _____ Т. И. Сажина

Инженер _____ В. В. Вантеев

Инженер-лаб. _____ М. А. Ранжурова

Переводчик _____ В. Ю. Барышникова

Лаборант _____ А. В. Трофимов

РЕФЕРАТ

Объем отчета 18 стр., 7 рис., 1 прил.

РУДООБРАЗУЮЩИЕ СИСТЕМЫ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСОВ ЮЖНОГО ОБРАМЛЕНИЯ СИБИРСКОГО КРАТОНА: ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЛАГОРОДНЫХ, РЕДКИХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Ключевые слова: редкие металлы, месторождения золота, нефрит, сапфир, условия формирования.

Цель проекта – разработка концептуальных геолого-генетических моделей крупных рудных узлов и провинций, содержащих разнотипное оруденение на примере разновозрастных месторождений благородных, редких и цветных металлов в складчатых поясах.

В течение первого этапа были проведены исследования геохимии бериллия и условия формирования вольфрамовых месторождений Западного Забайкалья. Изучены металлогенические и структурно-вещественные особенности месторождений золота, ассоциированных с гранитоидами в Восточном Саяне, обобщены данные по всем типам таких месторождений в рассматриваемом регионе. Изучение базит-ультрабазитов было направлено на исследование состава и происхождения неметаллических полезных ископаемых – нефрита, сапфиров, а также на разработку новых материалов для строительства на основе ультраосновных пород. Разработана методика создания прикладного программного обеспечения, используемого для моделирования геологических процессов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..5

Основная часть отчета……6

Заключение……15

Приложение 1……16

ВВЕДЕНИЕ

Цель проекта – разработка концептуальных геолого-генетических моделей крупных рудных узлов и провинций, содержащих разнотипное оруденение на примере разновозрастных месторождений благородных, редких и цветных металлов в складчатых поясах.

В течение первого этапа (2021 г.) проектом предусматривались минералого-геохимические и физико-химические исследования рудообразующих систем золоторудных и платинометально-медно-никелевых месторождений Восточного Саяна и Северного Прибайкалья. Указанные регионы характеризуются наличием крупных рудных узлов, содержащих месторождения благородных и цветных металлов, а также неметаллических полезных ископаемых. Для разработки генетических моделей происхождения крупных скоплений полезных ископаемых проектом предусматривается проведение исследований геологического положения, вещественного состава и физико-химических условий формирования руд исследуемых объектов, входящих в состав крупных рудных узлов и провинций. Изучение природных объектов планируется сопровождать экспериментальным и компьютерным моделированием процессов рудообразования. Проведенные исследования первого этапа выполнения проекта соответствуют перечисленным направлениям исследований.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ОТЧЕТА

I. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Впервые для юго-восточной части Восточного Саяна обобщены результаты исследований золоторудных месторождений, пространственно ассоциированных с гранитоидами. Эти месторождения и рудопроявления представляют собой золото-кварцевые и золото-сульфидно-кварцевые жильные и прожилково-вкрапленные зоны не выходящие за пределы вмещающих гранитоидов. Изученные объекты отличаются от типичных орогенных золоторудных месторождений по ряду признаков и характеризуются развитием Sb-, Bi-, Te-содержащих золотоносных ассоциаций (Рисунок 1), что позволило выделить четыре типа минерализации: 1) золото-теллуридный; 2) золото-тетрадимитовый; 3) золото-антимонитовый; 4) золото-висмут-сульфосольный. Исследования изотопного состава серы и кислорода, особенности геологическое положения и состав руд изученных месторождений, а также геохимия вмещающих гранитоидов, свидетельствуют о магматогенном происхождении рудообразующих флюидов. также согласуются с магматогенном происхождении рудообразующих флюидов. Формирование золотого оруденения происходило в ходе двух орогенных этапов геодинамической эволюции Восточного Саяна. Так, в неопротерозое (850-860 млн лет) формировалась золото-теллуридная минерализация в связи с гранитоидами позднего этапа развития островной дуги. Последующая раннепалеозойская золоторудная минерализация (458–439 млн лет) ассоциировала с гранитоидами поздней стадии орогенеза, отражающей заключительную фазу эволюции (закрытие) Палеоазиатского океана. Появление различных золотоносных минеральных ассоциаций обусловлено различным составом и тектоническими условиями формирования вмещающих гранитоидов.

Рисунок 1 – Схематическая металлогеническая карта юго-восточной части Восточного Саяна (составлена по материалам Окинской экспедиции) и фото главных золотопродуктивных минеральных ассоциаций изученных месторождений.

2. Все известные месторождения бериллия генетически связаны с гранитоидным магматизмом, в частности с разностями литий-фтористых гранитов, щелочных гранитов и пегматитов. Однако сведения о содержаниях бериллия в исходных гранитоидных расплавах практически отсутствуют. **Для оценки уровней концентрации бериллия в гранитоидных расплавах и зависимости растворимости бериллия от щелочности экспериментально исследована растворимость фенакита (Be_2SiO_4) в алюмосиликатных расплавах различной щелочности.** Эксперименты проводились на установке высокого газового давления, при T = 1000°C и P = 1 кбар в сухих условиях и в

присутствии 10 мас. % H_2O. Продолжительность экспериментов составила 5 дней. Исходным материалом служило наплавленное стекло гранитного состава разной агпаитности (1–1.5), а также природный фенакит (Рисунок 2). Состав образцов после экспериментов определялся методом электронно-зондового рентгеноспектрального анализа, содержание бериллия – методом лазерной абляции. Было обнаружено, что концентрации бериллия в гранитоидном расплаве возрастают с ростом щелочности, увеличиваясь с увеличением агпаитности ((Na + K)/Al). Содержания BeO в силикатном стекле в интервале значений коэффициента агпаитности 1.01–1.52, в сухих условиях повышаются от 0.67 до 1.3 мас. %. В присутствии водного флюида, в интервале агпаитности 0.98–1.36, содержания BeO варьируют в пределах 1.58–2.28 мас. %. Таким образом бериллий характеризуется высокой растворимостью в гранитных расплавах, где содержания BeO могут превышать 2 мас. %, что соответствует его концентрациям в богатых месторождениях. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют в пользу концентрирования бериллия в остаточных щелочных водосодержащих расплавах. При этом содержания бериллия в этих остаточных расплавах могут быть достаточно высокими, позволяющими сформировать крупные месторождения бериллия за счет его экстракции флюидами из сравнительно небольших по объему магматических тел.

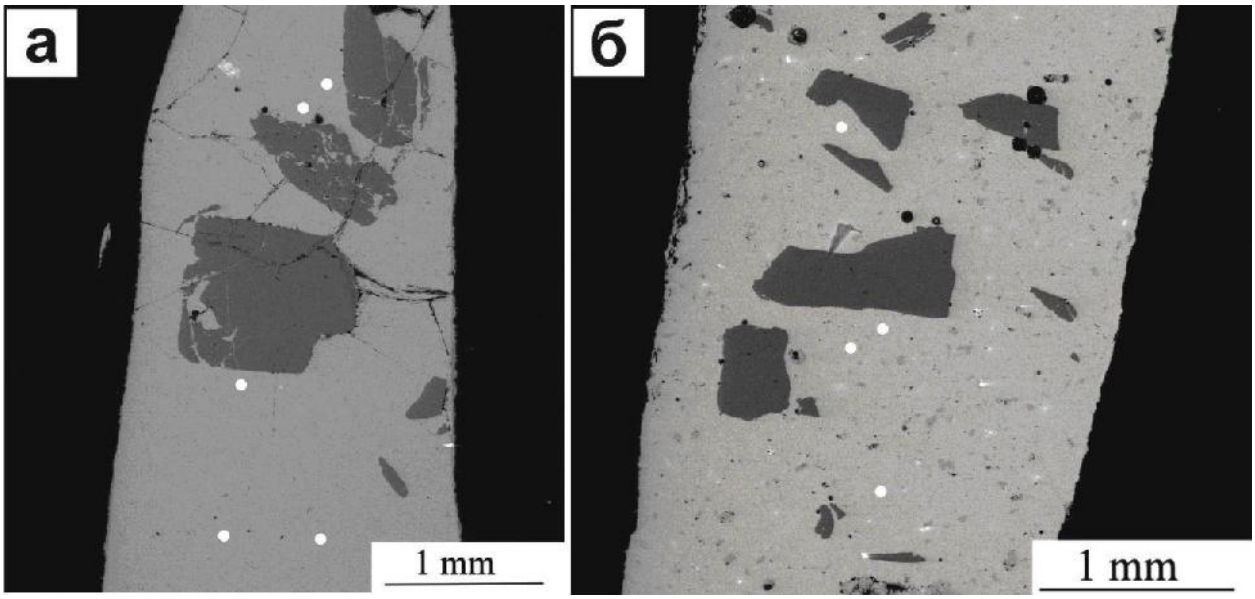

Рисунок 2 – Кристаллы фенакита (темно-серые) в алюмосиликатном стекле: а – эксперимент в присутствии воды (обр. 7286); б – эксперимент в безводных условиях (обр. 7289). Белые точки показывают места анализов стекла методом LA-ICP-MS.

3. На основе минералогических и термобарогеохимических исследований выявлены физико-химические условий формирования вольфрамовых месторождений Джидинского рудного поля. Инкурское штокверковое месторождение обрамляет с запада рудогенерирующий Первомайский гранитный массив, далее на запад штокверк сменяется жильными телами Холтосонского месторождения (Рисунок 3a, b, d). Минеральные ассоциации обоих месторождений близки, главным рудным минералом является гюбнерит. Главный жильный минерал представлен кварцем. В качестве второстепенных и редких рудных минералов присутствует более 20 минеральных видов, включающих сульфиды (пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, борнит, молибденит, ковеллин), сульфосоли (айкинит, тетраэдрит, станнин и др.), теллуриды (гессит и др.), оксиды (шеелит, касситерит) (Рисунок 3c, e, f). Впервые в рудах Инкурского месторождения обнаружен редкий минерал класса галогенидов, по составу близкий розенбергиту ($AlF[F_{0.5}(H_2O)_{0.5}]_4H_2O$). В рудах Холтосонского месторождения диагностированы неизвестные фазы - Cu_2PbS_3 и $Cu_3Pb_3S_5$, а также редкие сульфосоли матильдита ($AgBiS_2$) и шапбахита ($Ag_{0.4}Pb_{0.2}Bi_{0.4}S$). Установленная последовательность отложения рудных минералов в обоих месторождениях одинакова. Минералогические исследования позволили качественно оценить химический состав рудообразующих растворов, в составе которых присутствовали: Si, K, Al, F, Ca, W, Mn, S, Fe, Cu, Pb, Zn, Bi, Be, Sn, Ag, Te, Mo и др. Термобарогеохимические исследования показали, что рудоотложение на обоих месторождениях происходило из растворов сходного солевого состава, в близких физико-химических условиях. Температуры гомогенизации флюидных включений варьировали в диапазоне ~195–344 °C, отражая минимальные температуры минералообразования. Наличие сингенетичных включений в кварце руд Холтосонского месторождения позволило оценить истинный температурный диапазон минералообразования в 413–350 °C. Отличия наблюдаются в давлениях минералообразования, полученное значение давления на Инкурском месторождении составило более 785 бар, на месторождении Холтосон давление 300 бар. Падение давления при формировании Холтосонских жил, вероятно, было вызвано появлением крупных трещин. Следовательно, два месторождения – Инкурское штокверковое и Холтосонское жильное, представляют собой продукты единой рудообразующей системы, различающиеся лишь по структурным условиям рудоотложения.

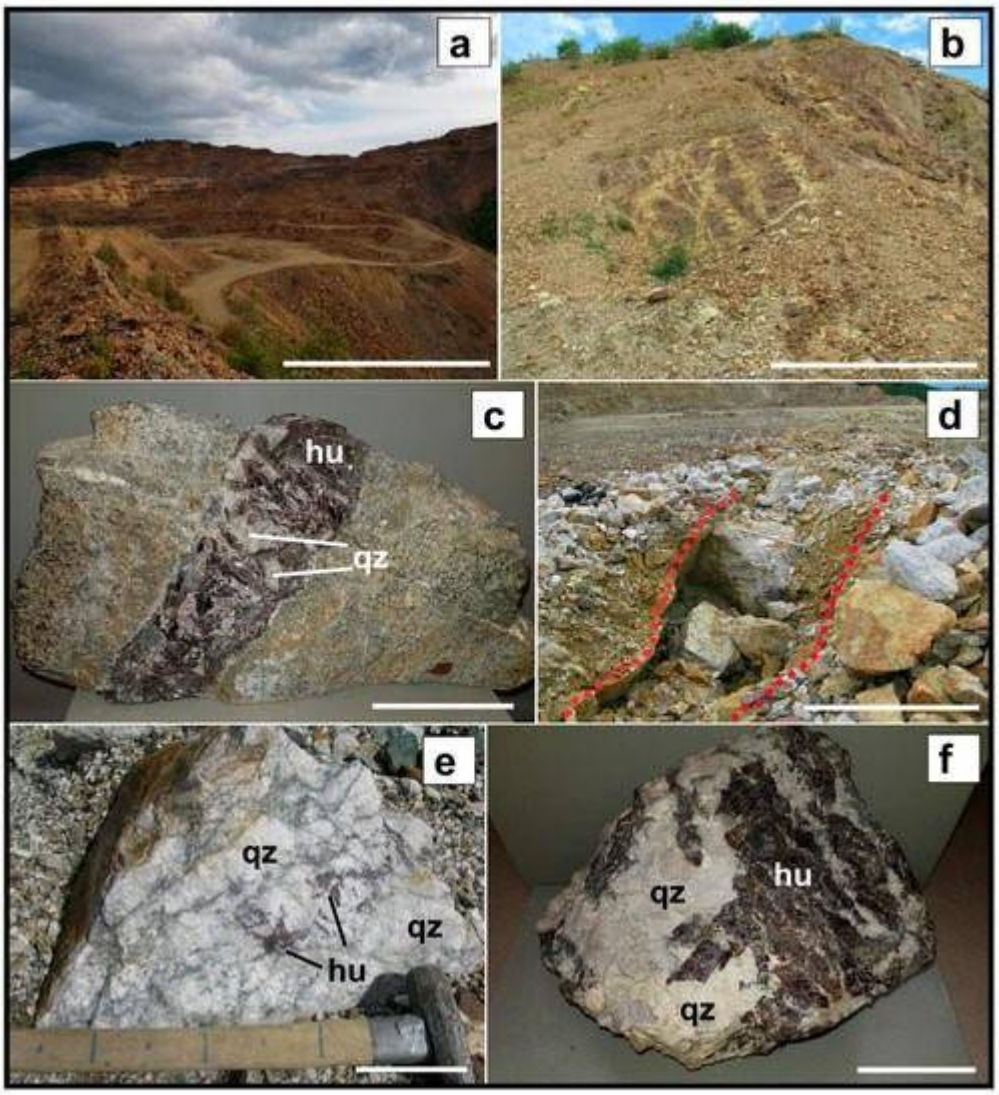

Рисунок 3 – a) общий вид карьера Инкурского W месторождения; b) Инкурский штокверк; c) прожилок кварца, богатый гюбнеритом; d) кварц-гюбнеритовая жила Холтосонского месторождения (выделена красным пунктиром); e) образец кварц-сульфидной жилы с гюбнеритом (Холтосонское месторождение); f) богатая кварц-гюбнеритовая жила Холтосонского месторождения. Сокращения минералов: hu - гюбнерит, qz - кварц. Длина масштабной линейки: a, b - 5 м; c, d – 5 см; e, f – 10 см.

4. Разработана методика проектирования и создания специального прикладного программного обеспечения для моделирования геологических объектов. Представлено понятие мантийного плюма как системы рудоносных и/или нерудоносных мантийно-коровых мигрантов, последовательно поднимающихся от ядра до хрупкой земной коры через твёрдую пластичную мантийную среду посредством магмо- и/или флюидоразрыва. Предложено средство компьютерного моделирования первичного теплового возмущения при образовании эпитермальной рудообразующей системы над мантийным плюмом в процессе его вертикального развития с возможностью сохранения, обработки и интерпретации полученной числовой и графической информации. Получены зависимости между глубинами вертикального распространения плюма, геометрическими и

температурными интервалами релаксации теплового возмущения во вмещающей среде и геодинамическими параметрами. Предложен способ оценки теплового расширения среды на основе значений внутренних итерационных переменных в процессе исполнения программы. Для анализа сейсмических индикаторов прорывов мантийно-коровых мигрантов сквозь прочностные геохимические барьеры разработано программное обеспечение – программа Vladi EQ для построения пространственно-временной схемы землетрясений в указанном регионе за указанный период времени (Рисунок 4).

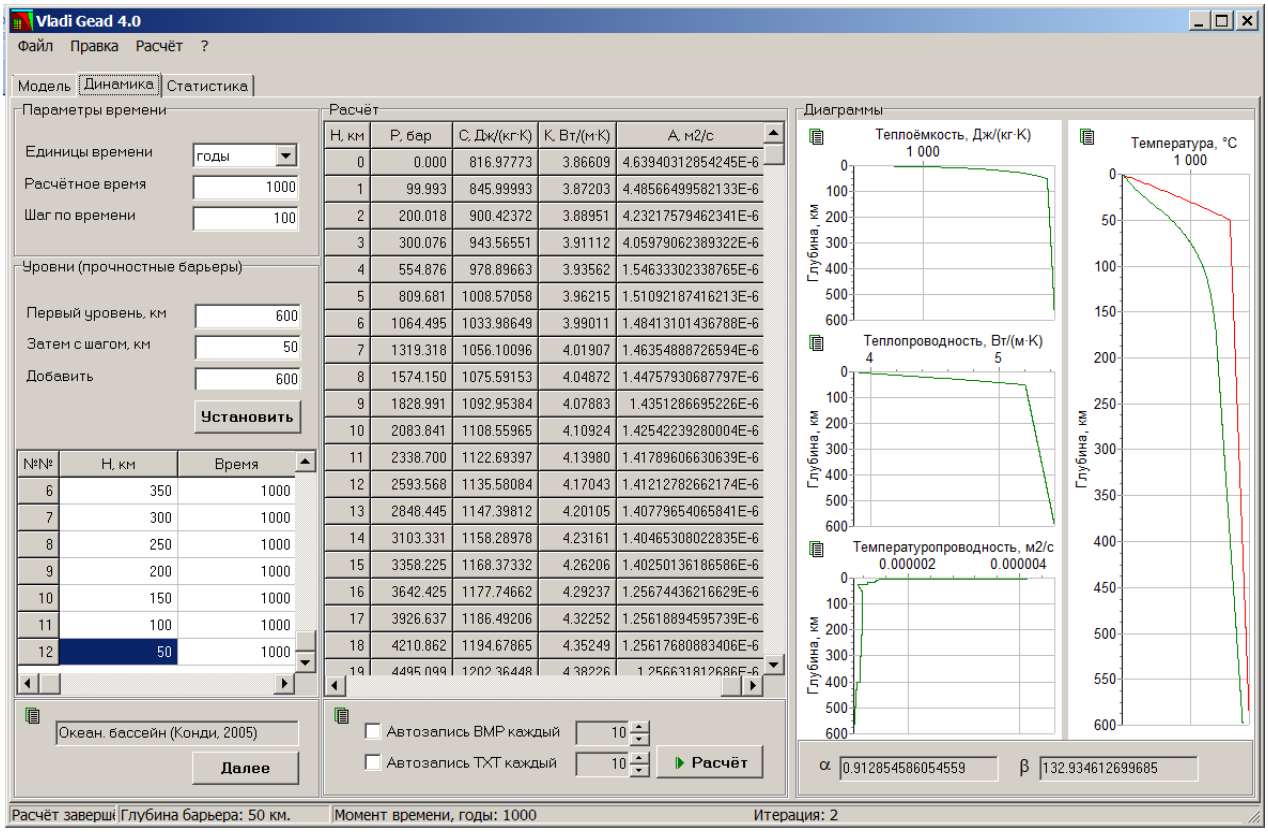

Рисунок 4 – Окно программы Vladi Gead 4.0 в процессе расчёта температурных профилей над мантийным плюмом в геодинамической обстановке верхней мантии под океанической плитой, геотерма по (Конди, 2005).

5. В пределах Баженовского месторождения хризотил-асбеста (Средний Урал) выявлены проявления апосерпентинитового нефрита. Жилы нефрита обнаружены на контакте апогаббровых родингитов и серпентинитов. В ряде случаев между родингитами и нефритами отмечается промежуточная тремолитовая порода (Рисунок 5). Цвет нефрита от однородного до неоднородного, от зеленого до светло-зеленого, голубовато-зеленого, серовато-зеленого и беловатого. Иногда отмечаются пятна, прожилки, линзы яркого голубовато-зеленого или, наоборот, светло-зеленого цвета. Нефрит в основном состоит из тремолита. Хромит снижает качество поделочного камня, но

его замещает хромовый гроссуляр, который участками придает нефриту более яркий голубовато-зеленый цвет. Раздробленные зерна хромита содержат повышенные концентрации Zn и Mn. Качество нефрита уменьшается из-за примеси серпентина и талька, а также трещин в результате буровзрывных работ. Специфика нефрита Баженовского месторождения - наличие никелина, маухерита и уваровита. Зеленый цвет связан с ионами Fe^{2+}. Нефрит Баженовского месторождения соответствует требованиям, предъявляемым к поделочному камню. Формирование нефрита включало сочетание метасоматических и метаморфических процессов.

Рисунок 5 – Обнажение жилы нефрита. Слева – промежуточная тремолитовая порода.

6. Установлено, что магнезиально-силикатные породы Йоко-Довыренского базит-ультрабазитового расслоенного массива (Северное Прибайкалье), могут быть использованы в качестве наполнителя для тяжелых бетонов. В настоящее время наблюдается дефицит качественных сырьевых материалов для производства широко распространенных строительных материалов – бетонов. Истощение запасов природных ресурсов, а также растущие ограничения на их добычу, в связи с защитой окружающей природной среды, обуславливают поиск эквивалентной замены

традиционному сырью. Проведены исследования по использованию магнийсиликатных пород, являющихся отходами горнодобывающей промышленности, в качестве крупного и мелкого заполнителя при получении тяжелых бетонов. В соответствии с требованиями национальных стандартов определены физико-механические показатели полученных материалов. Установлено, что прочность бетонов на крупном заполнителе из магнийсиликатных пород в возрасте 28 суток твердения находится в пределах 28 МПа по сравнению с 27.3 МПа для контрольного образца. Замена кварцевого песка на дунитовый также приводит к повышению прочности бетона (~4%). Полная замена заполнителей способствует увеличению прочности на 15-20% по сравнению с контрольным образцом. При этом, наблюдается увеличение плотности полученных материалов. Бетоны обладают плотной структурой, оказывающей влияние на их качество (Рисунок 6). Водопоглощение бетонов находится в пределах 6%, коэффициент размягчения составляет 0.85 – 0.87. Вовлечение магнийсиликатных пород в производство бетонов позволяет полностью заменить традиционные заполнители на отходы горной промышленности, не снижая качества получаемых материалов. Также решаются вопросы охраны окружающей среды при разработке месторождений полезных ископаемых.

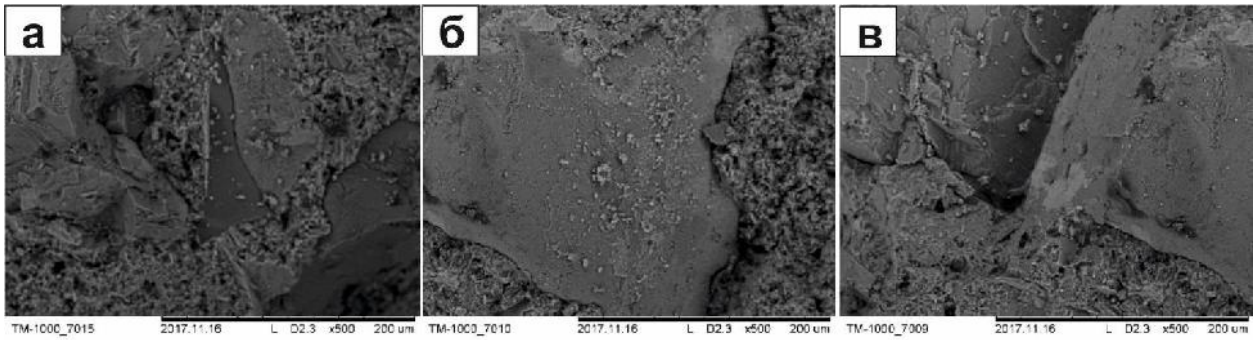

Рисунок 6 – Микроструктура бетонов на основе: а) дунита, б) верлита, в) троктолита

7. На основе изучения включений в сапфирах из россыпи Нарын-Гол (приток р. Дархинтуй бассейна р. Джида) и взаимоотношений мегакристов с вмещающими базальтами, установлена значительная роль летучих соединений в процессе образования корунда и неравновесность кристаллов сапфира с базальтами. Количество и размер включений в сапфирах варьирует очень сильно. В некоторых зернах включения видны невооруженным глазом. Большинство исследованных зерен содержит однофазные (Рисунок А1) и многофазные (Рисунок А1) включения. Среди этих включений обнаружены минеральные, флюидные и расплавные. Минеральные включения представлены в основном фтор-апатитом (Рисунок А1, В1), иногда цирконом (Рисунок В4),

реже полевым шпатом (санидин) и Fe-шпинелью (плеонастом). Первичные расплавные включения редки, тогда как вторичные, напротив, многочисленны и состоят в настоящее время в основном из оксидов и гидроксидов железа (Рисунок B2, 3). Флюидные включения представлены как отдельными вакуолями, так и плюмами включений. В их составе обычно преобладает жидкий или газообразный диоксид углерода. Довольно часто встречаются включения, напоминающие отпечатки пальцев (Рисунок A3), вызванные заживлением трещин. Иногда отмечаютя многофазные включения. На рисунке A2 показано такое включение, где на одной стороне кристалла апатита имеется жидкое включение с газовой полостью внутри (CO_2). Обилие флюидных включений и высокое содержание летучих компонентов в некоторых минеральных фазах отражает значительную роль летучих и, в частности, CO_2 в процессе образования корунда. Закалочные каймы, протравленные и корродированные поверхности, ксеноморфный габитус кристаллов показывают, что мегакристы сапфира находятся в неравновесном состоянии с вмещающими базальтами, они некогенетичны. Таким образом, взаимосвязь щелочных базальтов и мегакристов сапфира очевидна, но в то же время сапфир и другие мегакристы неравновесны с вмещающими их щелочными базальтами.

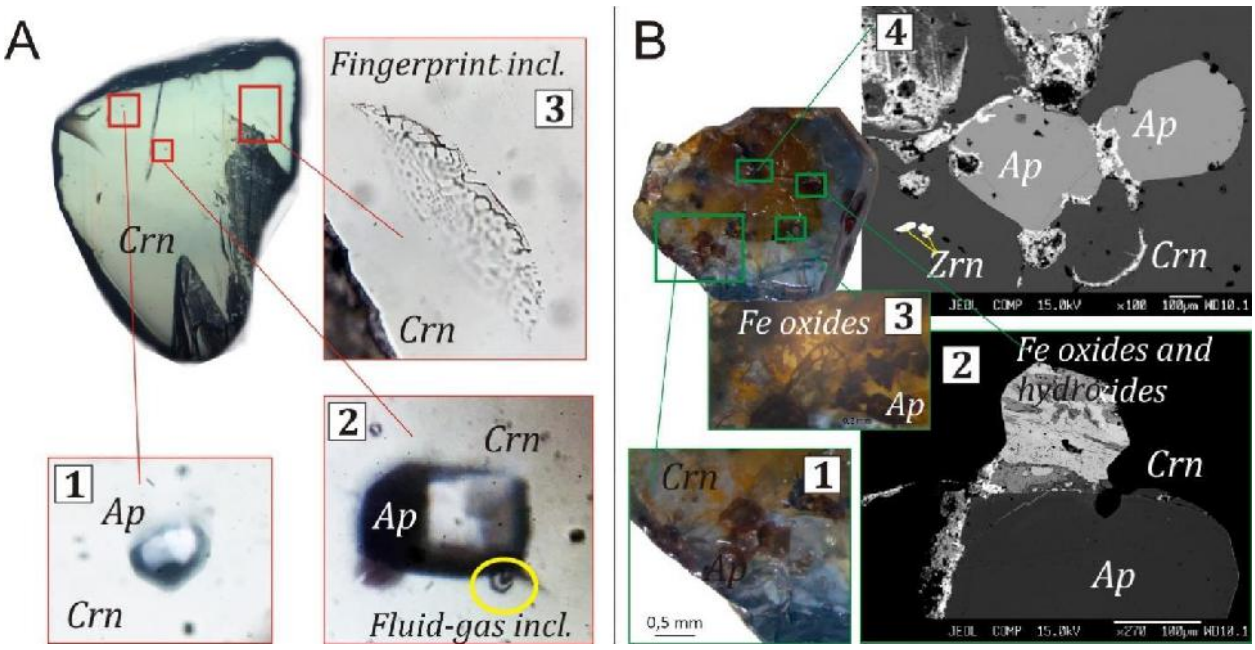

Рисунок 7 – Минеральные, расплавные и флюидные включения в сапфире россыпи Нарын-Гол.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения первого этапа проекта проведены исследования физико-химических условия формирования месторождений редких металлов, подтвержденные экспериментальными данными. Также приведены результаты изучения золоторудных месторождений, ассоциированных с гранитами (тип intrusion-hosted), где обобщены все имеющиеся данные по месторождениям и рудопроявлениям этого типа в юго-восточной части Восточного Саяна (Окинском рудном районе). Вторая часть отчета посвящена изучению полезных ископаемых, ассоциированных с породами базит-ультрабазитового состава. Изучены проявления и месторождения камнесамоцветного сырья, генетически связанные с породами базитового (сапфиры) и ультрабазитового (нефриты) состава. Для моделирования геологических процессов предложены новые программные решения, позволяющие создавать компьютерные модели рудообразующих систем. В целом, несмотря на некоторые изменения, результаты, полученные в ходе первого этапа выполнения проекта, соответствуют главной цели проекта – разработке геолого-генетических моделей разнотипных рудообразующих систем. В течение первого года опубликовано 11 статей в рецензируемых журналах, в том числе входящих в первый и второй квартили БД Web of Science.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Количество научных публикаций в журналах, индексируемых в российских и международных информационно-аналитических системах научного цитирования (Web of Science, Scopus, MathSciNet, Российский индекс научного цитирования, Google Scholar, European Reference Index for the Humanities и др.) по проекту за 2021 год:

1. Aseeva A.V., **Kislov E.V.** Sapphire of the Naryn-Gol Creek Placer Deposit (Buryatia, Russia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 720, 012011. P. 1 – 7. DOI: 10.1088/1755-1315/720/1/012011.
2. **Damdinov B. B.,** Huang X.-W., Goryachev N. A., Zhmodik S. M., **Mironov A. G., Damdinova L. B., Khubanov V. B.,** Reutsky V. N., Yudin D. S., Travin A. V., **Posokhov V. F.** Intrusion-hosted gold deposits of the southeastern East Sayan (northern Central Asian Orogenic Belt, Russia) // Ore Geology Reviews - 2021. - Vol. 139, 104541. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2021.104541.
3. **Damdinova, L.B., Damdinov, B.B.** Tungsten Ores of the Dzhida W-Mo Ore Field (Southwestern Transbaikalia, Russia): Mineral Composition and Physical-Chemical Conditions of Formation // Minerals. - 2021. - Vol. 11, 725. P. 1 – 27. DOI: 10.3390/min11070725.
4. Khudyakova L.I., **Kislov E.V.**, Kotova I.Y., Paleev P.L. Concretes Made of Magnesium–Silicate Rocks // Minerals – 2021. - Vol. 11, 441. P. 1 - 16. DOI: 10.3390/min11050441.
5. **Kislov E.V.**, Erokhin Y.V., Popov M.P., Nikolayev A.G. Nephrite of Bazhenovskoye Chrysotile–Asbestos Deposit, Middle Urals: Localization, Mineral Composition, and Color // Minerals – 2021. - Vol. 11, 1227. P. 1 - 13. DOI: 10.3390/min11111227.
6. **Zhalsaraev B.Zh.** The influence of polarization and filtration of beams on the ED spectrometers sensitivity // X-Ray Spectrometry - 2021. - Vol. 50, No. 1. P. 28 - 36. DOI: 10.1002/xrs.3187.
7. **Васильев В.И.,** Васильева Е.В., Жатнуев Н.С. Опыт создания прикладного программного обеспечения для моделирования глубинных тепловых процессов (на примере моделирования нестационарной теплопроводности над мантийным плюмом в модуле Vladi Gead 4.0). Часть 1 // Геоинформатика. - 2021. - №1. - С. 51–73. DOI: 10.47148/1609-364X-2021-1-51-73.
8. **Васильев В.И.,** Васильева Е.В., Жатнуев Н.С. Опыт создания прикладного программного обеспечения для моделирования глубинных тепловых процессов (на

примере моделирования нестационарной теплопроводности над мантийным плюмом в модуле Vladi Gead 4.0). Часть 2 // Геоинформатика. - 2021. - №2. - С. 33–46. DOI: 10.47148/1609-364X-2021-2-33-46.

9. **Дамдинов Б. Б.,** Сук Н. И., Котельников А. Р., **Дамдинова Л.Б., Хубанов В. Б.** Экспериментальные исследования растворимости фенакита в щелочно-гранитоидных расплавах // Доклады РАН. Науки о Земле. - 2021. - Т. 498, №2. - С. 146 – 151. DOI: 10.1134/S1028334X21060064.
10. **Извекова А. Д., Дамдинов Б. Б., Дамдинова Л. Б., Москвитина М. Л.** Золото-теллуридная минерализация в рудах Пионерского золото-кварцевого месторождения (Восточный Саян, Россия) // Геология рудных месторождений. - 2021. - Т. 63, №6. - С. 498 – 519. DOI: 10.1134/S1075701521060027.
11. Школьник С.И., Резницкий Л.З., Летникова Е.Ф., **Хубанов В.Б.** Генетический тип и возраст железо-марганцевых отложений Талойского месторождения, Забайкалье // Геохимия. 2021. Т. 66, №3. - С. 216 – 230. DOI: 10.1134/S0016702921030083

Результаты интеллектуальной деятельности

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021660639. Российская федерация. Vladi EQ – программа для построения пространственно-временной схемы землетрясений в указанном регионе за указанный период времени / Васильев В.И.; Правообладатель ФГБУН ГИН СО РАН (RU). – №2021619824; заявл. 21.06.2021; зарегистр. 29.06.2021; опубл. 29.06.2021. – Официальный бюллетень «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем», №7.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021681913. Российская федерация. Vladi HTS – программа для расчёта двумерной фильтрации флюида в трещиновато-пористой среде в зависимости от физических свойств флюида и среды / Васильев В.И.; правообладатель ФГБУН ГИН СО РАН (RU). – №2021681353; заявл. 16.12.2021; зарегистр. 27.12.2021; опубл. 27.12.2021. – Официальный бюллетень «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем», №1.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021681787. Российская федерация. Vladi SelInt – программа для интерпретации текстовых файлов-результатов некоторых видов расчёта программного комплекса "Селектор"

версии 2002 года / Васильев В.И.; правообладатель ФГБУН ГИН СО РАН (RU). – №2021681351; заявл. 16.12.2021; зарегистр. 27.12.2021; опубл. 27.12.2021. – Официальный бюллетень «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем», №1