
ПРОЕКТЫ ПРОГРАММ ОТДЕЛЕНИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ РАН

Проект № 7-2.1 «Важнейшие характеристики, условия образования и закономерности размещения крупных сибирских месторождений алмазов традиционных и новых типов, принципы их прогнозирования в сложных геологических условиях»

Блок.

(отв. исполнитель к.г.-м.н. С.И.Костровицкий)

• Проведена минералогическая паспортизация алмазных месторождений трубок Удачная, Юбилейная, Комсомольская, Сытыканская, Зарница, Мир и Айхал по составу пикроильменита и хромшпинелидов из тяжелой фракции кимберлитов. Рассмотрены основные факторы алмазоносности кимберлитовых пород. Каждое из изученных месторождений характеризуется определенным набором, соотношением минералов-спутников и разными графиками распределения составов минералов-спутников. Наибольшее своеобразие демонстрируют графики распределения состава пикроильменитов и хромшпинелидов. Разные фазы внедрения кимберлитов, представленные разными структурно-текстурными типами пород, из трубок Юбилейная, Удачная, Айхал содержат пикроильменит и шпинелиды очень близкого состава. Сходство составов минералов указывает на единый материнский расплав, а также на то, что их кристаллизация происходила в дотрубочных условиях, до формирования структурно-текстурных типов кимберлита. Выявлен ранее неизвестный один из факторов формирования состава пикроильменита. Неоднородность состава поликристаллических зерен пикроильменита из трубки Мир свидетельствует о существовании позднего процесса перекристаллизации этого минерала-спутника, ведущего к возрастанию его магнезиальности и хромистости. Изменение состава минерала предположительно связывается с поздним гидротермально-магматическим процессом серпентинизации.

Минералогическая паспортизация месторождений подтверждает вывод Н.В. Соболева о наличии высокой корреляционной зависимости между алмазоносностью кимберлитов и содержанием граната и шпинелидов алмазной

ассоциации в тяжелой фракции. Рассмотрены вопросы корреляции параметра алмазоносности с вещественным составом кимберлита. Установлена независимость микроэлементного состава (по некогерентным элементам) кимберлитов от их алмазоносности. Наиболее высокая достоверность оценки алмазоносности принадлежит минералогическому критерию. Хотя уровень алмазоносности и связан с химическим составом кимберлитов, однако петрохимический критерий алмазоносности не может считаться достаточным. Проанализированы генетические основания формирования петрохимического и минералогического критериев алмазоносности.

Проект СО РАН № 7-2.2. «Условия образования никель-платиноносных месторождений в зеленокаменных поясах южного обрамления Сибирской платформы и оценка перспектив новой никель-платиноносной провинции».

Блок 3. Исследование Кингашского платиноидно-медно-никелевого сульфидного месторождения и других перспективных объектов

(отв. исполнитель д.г.-м.н. О.М.Глазунов)

- Для Кингашского месторождения характерны все признаки крупного и уникального месторождения: большие разведанные запасы; разнообразные типы руд, образующих «риф» и содержащих Pt, Pd до 17 г/т и Ni >1 %; факты жидкостной несмесимости расплава, насыщенного мантийными флюидами и ассимилированными рассолами (Cl, F, P, S); наличие гравитационной ступени, экстраполируемой с многокамерным подводным каналом, типичным для гигантских месторождений; изотопные метки, отражающие обогащённость мантийного источника; суперпозиция по томографическим разрезам на границе блоков земной коры с различными плотностными характеристиками. В сравнении с ним Верхне-Кингашское месторождение отличается более выраженным пироксенитовым составом с преобладанием Pt над Pd, высокой степенью метаморфизма и перераспределением рудной составляющей в пределах массива. Состав и распределение сульфидов и платиноидов в породах и рудах Кингашского и Верхне-Кингашского месторождений сходны с магматическими трендами распределения таковых Садбери, Печенги. Вместе с

тем, находится много общего в составе минеральных ассоциаций с рудами Талнаха. Главный концентрат никеля – пентландит – относится к высокотемпературной модификации и отражает собственно магматический путь генезиса руд. Ликвационный генезис богатых руд убедительно обосновывается не только присутствием хлорапатита, но также наличием расслоенных капель сульфидов и платиноидов.

К существенным достижениям проекта следует отнести выделение в придонной части Кингашского месторождения наиболее богатых горизонтов с ликвационно-гравитационным механизмом локализации сульфидов, сходным с генезисом «рифов». Новым результатом работы по проекту является также установление картины распределения ЭПГ и Ni внутри платиноидного «рифа», согласованного с петрографической полосчатостью и геохимической зональностью. Выделение сульфидных и платиноидных горизонтов – «рифов» имеет не только генетическое, но и поисковое значение. Пополнение данных по ЭПГ может коренным образом изменить в положительную сторону оценку месторождения.

Изучение минералогии и геохимии позволило обнаружить ряд не описанных ранее минералов (халькопирротин, талнахит и др.), а также нестехиометричные висмута-теллуридовые фазы, лишенные Ag, Sb.

Зарождение обогащённого Ni, Cu, ЭПГ материнского расплава для Кингашских месторождений относится ко времени 2,1-1,4 млрд лет. Накопление крупных локализаций Pd, Pt, Cu, Ni в массивах *in situ* создаётся за счёт наложения продуктов разных эндогенных стадий и формирования их в многокамерных подводных каналах при стационарном режиме, проявлении ликвации и контаминации. Становление габброидов и метаморфизм руд связаны с распадом микроконтинента Родинии на уровне 460-470 млн лет. Он же приводит к наложению на Cu-Ni-Pt зоны гранитизации и привносу Au, Ag, As. Основной путь эволюции рудного расплава на начальном этапе фракционирования протекал в режиме устойчивого накопления Ni при слабом участии Cu. Обогащению расплава рудной составляющей на глубине, возможно, способствовала контаминация материала вмещающей рамы, обогащённой S и Sr.

Важным выводом представляется типизация минералого-технологических типов руд, что может иметь прикладное значение для составления схемы их обогащения. В настоящее время Кингашское и Кунгусское рудные поля с учётом наших рекомендаций разбуриваются экспедицией «Норникель». Подтверждаются данные о высокой платиноносности Верхне-Кингашского перидотит-пироксенитового массива, по которому проводится подсчёт запасов. Для поисков месторождений кингашского типа ГК «Норникель» с учётом наших разработок выполняет проекты в Красноярском крае и Иркутской области.

Блок 3. (отв. исполнитель к.г.-м.н. А. С. Мехоношин)

- Комплексное изучение основных-ультраосновных пород южного обрамления Сибирского кратона позволило выявить обстановки формирования массивов, определить особенности процессов дифференциации и условий отделения рудного вещества, установить критерии рудоносности. Все это способствовало обнаружению нового рудопроявления сульфидных медно-никелевых руд с платиноидами в северо-западной части Алхадырского террейна.

В ультрабазитах Ийско-Кукшерской металлогенической зоны (Барбитайский рудный район) изучены минералы сульфидных руд в ряде массивов, различающихся петрографическим составом пород и степенью вторичных преобразований. Во всех массивах присутствуют вкрапленные сульфидные руды, в массивах Токты-Ой и Желос также густовкрапленные, а в последнем и сидеронитовые. Сульфиды железа представлены троилитом, гексагональным и моноклинным пирротинами, последние два почти всегда характеризуются повышенными содержаниями никеля (до 1,3 %) и в отдельных случаях меди (0,53 %). Величина коэффициента железистости пентландитов ($K_{(Ni+Co)/Fe}$) варьирует от 0,8 до 1,3. Во всех типах сульфидных руд присутствуют минералы элементов платиновой группы: сперрилит, ирарсит и платарсит, майченерит, омейит, холлингвортит, соболевскит, меренскит, мертиит и др.

Изменения химического состава руд и слагающих их сульфидов показывают,

что дифференциация происходит не только в силикатной составляющей, но и в рудной. Закономерности локализации рудных минералов в ультрабазитовых телах, минеральный и химический состав руд говорят о магматическом генезисе и ликвационном характере оруденения.

В Гутаро-Удинской металлогенической зоне проведено полевое изучение массивов ультраосновных пород: Тартайского, Мало-Шитинского, Огнитского, Медвежий Лог. Главным результатом работ явилось обнаружение промышленных концентраций никеля, меди и платиноидов в Огнитском массиве. Наибольшие содержания никеля и меди в нём достигают 11300 и 7500 г/т, соответственно. По петрохимическим особенностям породы массивов Тартайский, Огнитский и Медвежий Лог близки таковым массивов Желос и Токты-Ой. К настоящему времени в Огнитском и Тартайском массивах обнаружены: самородная медь, минералы элементов платиновой группы – сперрилит, туламит, мертиит, палладистое серебро и др.

Геохимические особенности рудоносных ультрабазитов свидетельствуют о том, что происхождение пород и руд массивов Барбитайского рудного района связано с пикритовой магмой, а не коматиитовой, как считалось ранее некоторыми исследователями. Наблюдаемое соотношение рудных компонентов вызвано процессами дифференциации сульфидной жидкости.

Проект СО РАН № 7-10.1. «Центрально-Азиатский подвижный пояс: геодинамика и этапы формирования континентальной коры».

Блок. Корреляция процессов магматизма, метаморфизма и осадконакопления в позднедокембрийских океанических бассейнах

(отв. исполнитель д.г.-м.н. Макрыгина В.А.)

- Изучена Nd-Sr систематика метатерригенных и метамагматических пород по разрезу Ольхонско-Хамардабанского (до его границы с Джидинским) и Тункинского террейнов. По геохимическим характеристикам метатерригенных пород из разрезов Хамардабанского (от Слюдянки до Южного Прихубсугуля), Тункинского и северной части Джидинского террейнов сделано заключение о единой питающей провинции, отвечающей докембрийскому гранулито-

гнейсовому комплексу. Новую информацию дали Sm-Nd-изотопные данные, полученные по 30 пробам этих разрезов. Для большинства образцов устанавливаются близкие модельные возраста $T_{Nd}(DM)$ от 1,7 до 2,1 млрд лет при величине $\epsilon_{Nd}(T)$ от -4 до -11 (рассчитывался на уровень 500 млн лет, отвечающий возрасту метаморфизма). В то же время в слюдянской серии обнаружались архейские модельные возраста 2775 и 2980 млн лет (при очень низких $\epsilon_{Nd}(T) = -25$ и -26), что свидетельствует об участии архейского кратона как источника сноса терригенного материала в северной части террейна. В Тункинском террейне, наряду с палеопротерозойскими возрастными, получено значение 1469 млн. лет. Для этой пачки сланцев характерны специфические геохимические характеристики (высокие Zr, Nb, P3Э), указывающие на редкометалльные граниты как вероятный источник материала. В Восточном и Южном Прихубсугулье получены только палеопротерозойские датировки; вероятно, большая часть развитых здесь метатерригенных пород относится к свитам Хамардабанского террейна. Зато в Зунмуринском покрове (Джидинский террейн?) обнаружались ϵ_{Nd} положительные породы с неопротерозойским модельным возрастом 992–998 млн лет, что, возможно, обусловлено значительной добавкой островодужной пироклаستيку андезитового состава. Таким образом, намечается явное различие террейнов по диапазону средних модельных возрастов областей сноса и, соответственно, по нижней временной границе накопления протолитов.

Изучена Nd-Sr систематика метамагматических пород хайдайского комплекса ангинской толщи Приольхонья и таланчанской толщи восточного берега оз. Байкал. Геохимические особенности этих пород идентичны и свидетельствуют об их исходно островодужной природе. Однако величины $\epsilon_{Nd}T$ для пород хайдайского комплекса Приольхонья имеют положительный знак, и на графике $\epsilon_{Nd}T - {}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$ точки этих пород ложатся вблизи линии мантийной последовательности, что свидетельствует о мантийном источнике магм хайдайского комплекса. В то же время $\epsilon_{Nd}T$ для пород таланчанской толщи имеют отрицательные значения, а отношения изотопов неодима и стронция этих

пород указывают на большее участие древнего корового материала при формировании расплавов ортопород восточного берега озера. Это же подтверждается значениями модельного возраста, близкого к миллиарду лет для магматитов Приольхонья и около двух миллиардов – для пород таланчанской толщи. Сравнение наших данных с результатами других исследователей по Nd-Sr изотопному составу гранулитов ольхонской серии и метавулканитов разных структурных зон Северного Прибайкалья в сумме с геохимическими особенностями пород указывает на аккрецию тектонических пластин с разной изотопной историей. В одном случае – это производные мантийного надсубдукционного клина, локализующиеся непосредственно в островной дуге (ангинские метамагматиты) или в зоне задугового спрединга (основные метамагматиты ольхонской серии); в другом – выплавки с участием корового вещества разных по возрасту источников (метаграувакк задугового бассейна в ольхонской серии и энсиалической части островной дуги в таланчанской толще).

Проект № 7-10.2. «Магматизм, метаморфизм, осадконакопление и деформации литосферы Центрально-Азиатского Подвижного Пояса как отражение эволюции коровых и мантийных процессов на стадии активного развития и закрытия палеоокеана (палеозойско-мезозойский сценарий)»

Блок. Комплексы - индикаторы геодинамических обстановок на стадии активного развития Палеоазиатского океана, эталонные объекты в структуре ЦАПП: магматические комплексы Палеоазиатского океана и его окраин: дифференцированные, бонинитовые и шошонитовые серии в островодужных системах, индикаторные комплексы (ВАВВ, АВАВВ) в задуговых бассейнах, базальты океанических плато и островов (ОРВ, ОІВ).

(отв. исполнитель д.г.-м.н. А. Я.Медведев)

- Продолжено изучение Хэнтэй-Даурской зоны рифейских, вендских и палеозойских (венд-кембрийских, ордовикских и силурийских) магматических и осадочно-метаморфических образований. В пределах Харагольской зоны палеозоид детально изучена metabазальтовая толща и ассоциирующие с ней тела метагаббро и метагаббро-долеритов низов харинской серии нижнего палеозоя, а также осадочно-метаморфические толщи (кварцит-кремнисто-

терригенная и флишоидная), оконтурены их контакты с metabазальтовой толщей, составлена геологическая карта.

Работами установлено присутствие трех типов магматических пород: покровов вулканитов, подушечных лав и габброидов. Присутствие подушечных лав и гиалокластитов указывает на то, что часть вулканитов изливалась в подводных условиях. Все породы испытали метаморфизм зеленокаменной стадии, поэтому в настоящее время они представлены зелеными сланцами и метагаббро.

Видимая мощность тел габброидов достигает 200 метров. Площадь отдельных массивов составляет 2-3 км². По своему составу габброиды относятся к слабо дифференцированным породам. Содержания главных петрогенных элементов меняются весьма незначительно. Породы относятся к низко- и умеренно-титанистым, умеренно-глиноземистым. Наибольшая изменчивость наблюдается в содержании щелочей, что объясняется их подвижностью в процессе метаморфизма. На дискриминационной диаграмме щелочность-кремнекислотность составы габброидов располагаются в основном в поле нормального петрохимического ряда, образуя достаточно компактную область. Вулканиты представлены базальтами до андезитобазальтами, образующими единую генетическую серию. По петрохимическим характеристикам среди них отмечаются как породами нормального, так и субщелочного ряда. Вулканиты комагматичны с габброидами (рис.42).

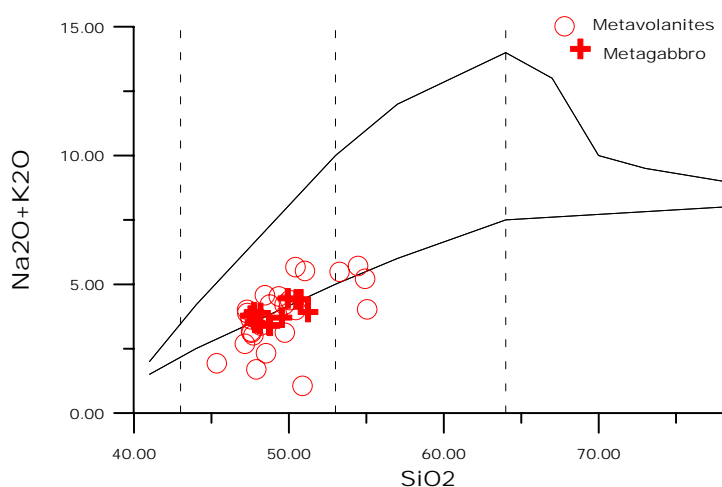


Рис.42 Положение точек составов пород на дискриминационной диаграмме щелочность-кремнекислотность.

Чтобы определить принадлежность изученных пород к геодинамической обстановке их формирования, была использована дискриминационная диаграмма

Маллена [Mullen, 1983]. На диаграмме видно (**рис.43**), что бóльшая часть составов исследованных образцов, как вулканитов, так и габброидов, располагается в поле пород срединно-океанических хребтов. Следовательно, отнесение исследованных пород к производным расплавов срединно-океанических хребтов достаточно корректно.

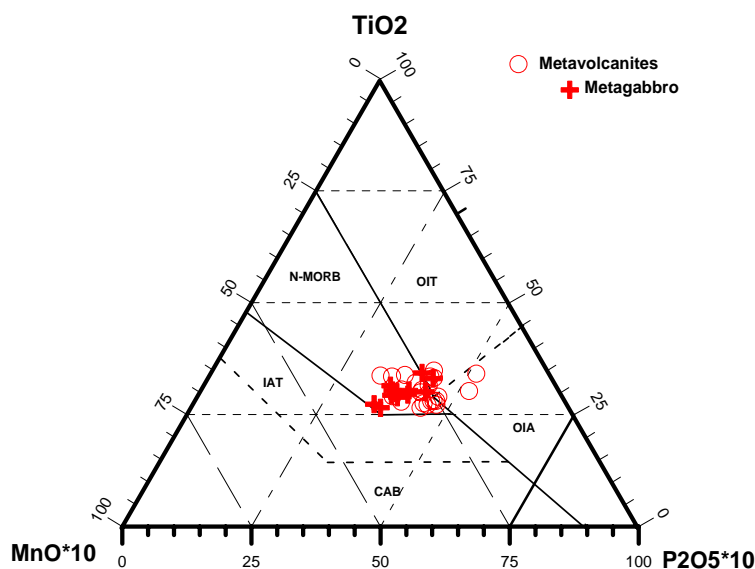


Рис. 43. Положение точек составов пород на диаграмме Маллена [Mullen, 1983].

Для выяснения более конкретной обстановки было проведено нормирование РЗЭ к примитивной мантии [Sun, McDonough, 1989]. Для метавулканитов и метагабброидов характерны подобные E-MORB спектры распределения (**рис. 44**): обогащение легкими редкими землями относительно нефракционированных средних и тяжелых, несмотря на 20-30-кратное превышение относительно примитивной мантии. Следует отметить, что содержания редких земель находятся в обратной зависимости от содержания MgO, что как раз и отражает степень дифференциации (**рис. 45**). Проведенный редкоэлементный анализ показывает, что протолитом основных пород харинской серии мог быть субстрат, формировавшийся в срединно-океаническом хребте.

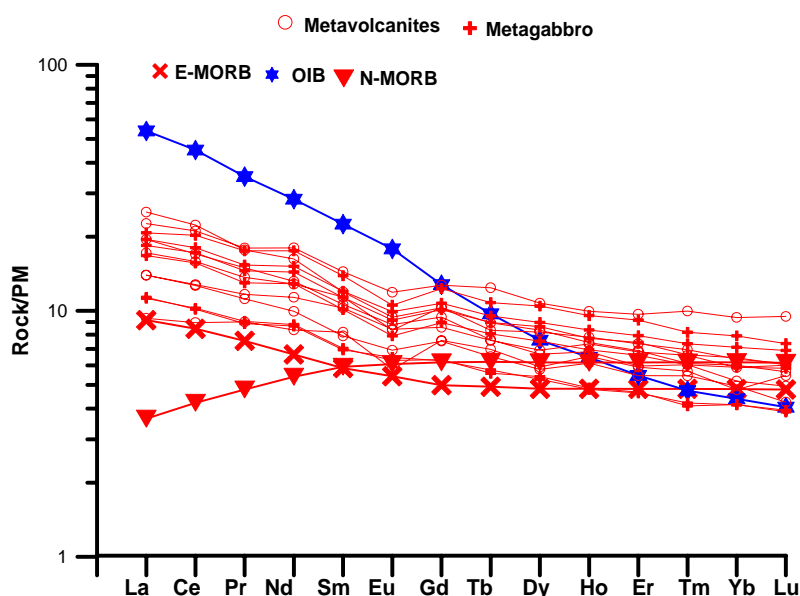


Рис. 44. Нормированное распределение РЗЭ в породах харинской серии по примитивной мантии [Sun, McDonough, 1989].

Наши исследования показали, что, как эффузивные, так и интрузивные породы харинской серии достаточно монотонны и близки между собой по химическому составу. Это может служить основанием для того, что они произошли из одного субстрата. Рассмотрение диаграмм (рис. 43, 44) показывает, что приведенные данные не противоречат образованию исследованных пород серии в условиях срединно-океанического хребта, более конкретно из обогащенного источника типа E-MORB, несмотря на превышение ряда редких элементов, в частности легких редких земель, над эталонными значениями.

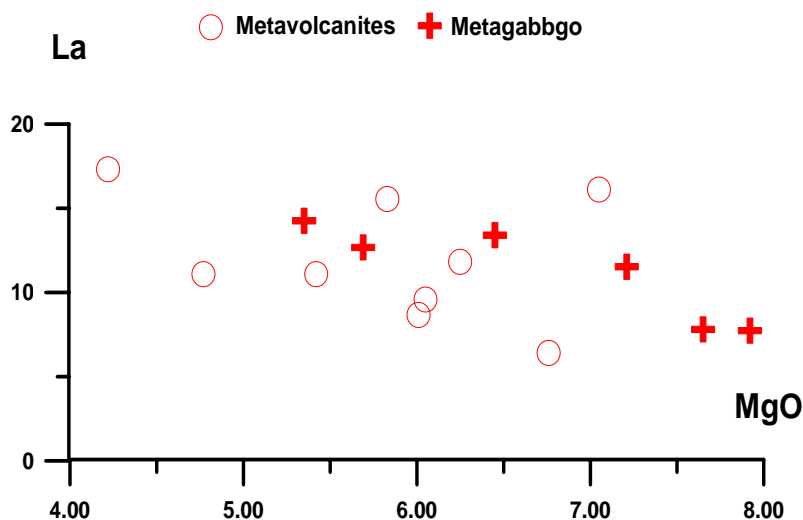


Рис. 45. График зависимости содержания La от MgO.

Присутствие среди терригенной толщи алевропелитов, алевролитов, карбонатных пород, а также силицитов подчеркивает образование толщи в

водных условиях. Накопление осадочной толщи происходило в пределах окраин консолидированных массивов или между континентальными выступами [Вознесенская, 1998], а магматизм приурочен к зонам растяжения, которыми могли быть как срединно-океанические хребты, так и структуры типа грабен-рифтов [Лихт, 1993].

Геологическое строение и геохимические особенности пород харинской серии весьма сходны с породами ононской и кулиндинской свит Кулиндинского и Кыринского блоков [Булгатов, Климук, 2002; Медведев и др., 2007], которые являются частями офиолитового пояса. Сделан вывод о том, что, по всей вероятности, магматические породы харинской серии представляют собой верхнюю часть офиолитового комплекса, включающего в себя габбро и вулканиты. Остальные фрагменты офиолитов не обнаружены.

Блок. Абар-хошутулинская интрузивно-дайковая серия Центральной Монголии: возраст, геохимические типы гранитоидов и их петрогенезис
(отв. исполнитель д.г.-м.н. В.С.Антипин)

- В раннемезозойский этап магматизма в юго-западном обрамлении крупнейшего в Центральной Азии Хэнтэй-Даурского батолита, сложенного преимущественно гранитоидами известково-щелочной серии, сформировалась поздне триасовая абдар-хошутулинская интрузивно-дайковая серия (рис.46). Она образована многофазным Хошутулинским массивом (180 км²) разнообразных по составу пород от гранитов до щелочных сиенитов и комагматичного с ними дайкового пояса общего северо-восточного простирания, на юго-западном окончании которого расположена Абдарская интрузия Li-F гранитов. Пояс субпараллельных даек сложен гранит-порфирами, фельзитами и граносиенит-порфирами. В юго-западной части пояса (район г. Цох-Ула) нами обнаружена дайка онгонитов – новое проявление этих ультраредкометалльных субвулканических пород в Монголии. Протяженность дайки около 250 м, максимальная мощность 10-12 м. Слагающие ее породы обладают всеми петрографическими особенностями типичных онгонитов, а в их основной массе встречаются флюорит и топаз.

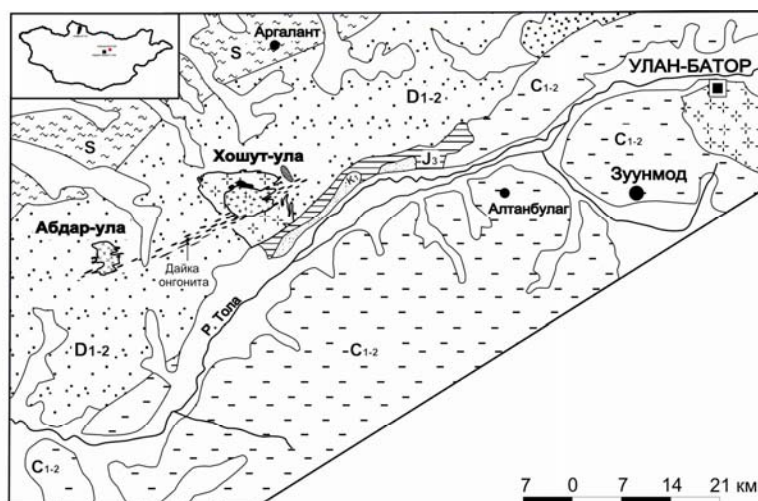


РИС. СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА АБДАР-ХОШУТУЛИНСКОЙ ИНТРУЗИВНО-ДАЙКОВОЙ СЕРИИ



Рис.46.

По гранитам разных фаз Хошутулинского массива на основе изохроны определен Rb-Sr возраст (224 млн лет), а также значение первичного отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7050). Эти изотопные параметры близки к их значениям для других эталонных массивов раннемезозойского ареала магматизма в пределах Монголии. Гранитоиды Хошутулинского плутона предшествовали формированию редкометалльных Li-F гранитов Абдарского массива, возраст которых определен ранее (209-212 млн лет).

В пределах ареала распространения пород абдар-хошутулинской интрузивно-дайковой серии установлены следующие геохимические типы гранитоидов: 1) *палингенные известково-щелочные гранитоиды* (Хошутулинский массив, дайковый пояс); 2) *гранитоиды щелочного ряда* – щелочные сиениты и кварцевые сиениты с рибекитом (северная часть Хошутулинского массива); 3)

редкометалльные литий-фтористые граниты (Абдарский массив и дайка онгонитов г. Цох-Ула).

По распределению редкоземельных элементов (РЗЭ) сближенные пространственно и по времени формирования граниты 1-й фазы Хошутулы и щелочные сиениты образуют сходные по форме и уровню содержаний РЗЭ графики. С учетом их геологических взаимоотношений в этом проявляются определенные признаки генетической близости ранних гранитов и сиенитов Хошутулинского массива. Граниты его 2-й фазы показывают снижение уровня содержаний всех РЗЭ и появление более глубокого Eu минимума, что свидетельствует о кристаллизации этих гранитов из более дифференцированного расплава. В еще большей мере эта закономерность проявлена на примере среднего распределения РЗЭ в породах дайкового пояса, для которых характерны близкие уровни нормированных содержаний легких и тяжелых лантаноидов и еще более глубокий Eu минимум. Онгониты дайки Цох-Ула в наибольшей мере обогащены тяжелыми РЗЭ, и величина Eu минимума в них близка к онгонитам дайки амазонитовой Онгон-Хайрхана Центральной Монголии. Практически такое же распределение РЗЭ свойственно и амазонит-альбитовым гранитам Абдара, что подтверждает их принадлежность к единому геохимическому типу Li-F гранитов и генетическую близость.

На спайдердиаграммах выявленные закономерности в распределении редких элементов проявляются еще более отчетливо. Граниты обеих фаз Хошутулы и щелочные сиениты показывают сближенные графики распределения редких элементов (**рис. 47А**). Однако сиениты, как породы агпаитового ряда, заметно обогащены Ba, Zr, Hf. В то же время для пород дайкового пояса, и особенно для онгонитов, характерно обогащение Rb, Cs, Nb, Ta, Y и наличие глубоких минимумов по Ba, Sr, La, Ce. Эти же геохимические особенности свойственны амазонит-альбитовым Li-F гранитам Абдарского массива (**рис. 47Б**), тогда, как ранние лейкограниты, по распределению редких элементов близки к гранитам известково-щелочного ряда Хошутулы.

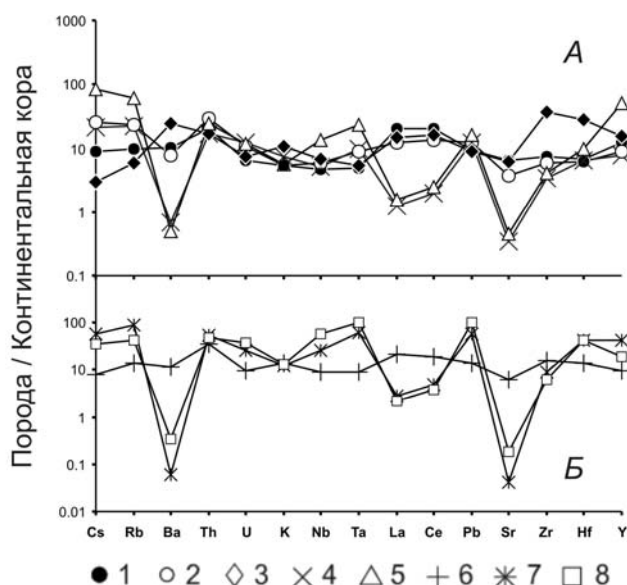


Рис. 47. Спайдердиаграмма распределения элементов в породах абдар-хошутулинской интрузивно-дайки серии (нормировано по среднему составу континентальной коры, [Тэйлор, Мак-Леннон, 1988]).
Хошутулинский массив(А): 1-порфириновые граниты 1-й фазы, 2- граниты 2-й фазы, 3-сиениты, 4-породы дайкового пояса, 5-онгониты г.Цох-ула.
Абдарский массив(Б): 6-лейкограниты, 7-амазонит-альбитовые граниты, 8-пегматоидные амазонит-альбитовые граниты.

Абдар-хошутулинская интрузивно-дайки серия, приуроченная к протяженной тектонической зоне северо-восточного простирания, является характерным примером внутриплитного раннемезозойского магматизма. В ней представлены как палингенные известково-щелочные гранитоиды, так и щелочные породы, имеющие глубинный магматический источник, а также редкометалльные Li-F граниты и их субвулканические аналоги онгониты, завершающие магматическую эволюцию всей исследуемой серии. Геохимические особенности гранитоидных пород, а также породообразующих и второстепенных минералов исследуемой серии подтверждают их принадлежность к различным геохимическим типам и закономерную эволюцию от палингенных известково-щелочных гранитоидов (Хошутулинский массив) к редкометалльным литий-фтористым гранитам (Абдарский массив), образующимся из более дифференцированных расплавов.

Проект № 7-10.3. «ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В МЕЗОЗОЕ И КАЙНОЗОЕ: ФОРМИРОВАНИЕ ГОРНЫХ СИСТЕМ, ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ И ЭВОЛЮЦИЯ КЛИМАТА»

Блок 3.

(отв. исполнитель академик РАН М.И. Кузьмин)

- В результате проведенных исследований установлены корреляционные соотношения стадий формирования Байкальской рифтовой области, вулканической активности в пределах Южно-Байкальской вулканической

области (ЮБВО), орографических движений, вариаций состава донных отложений в разрезах Байкальской впадины и возрастных рубежей отмеченных событий (рис. 48).

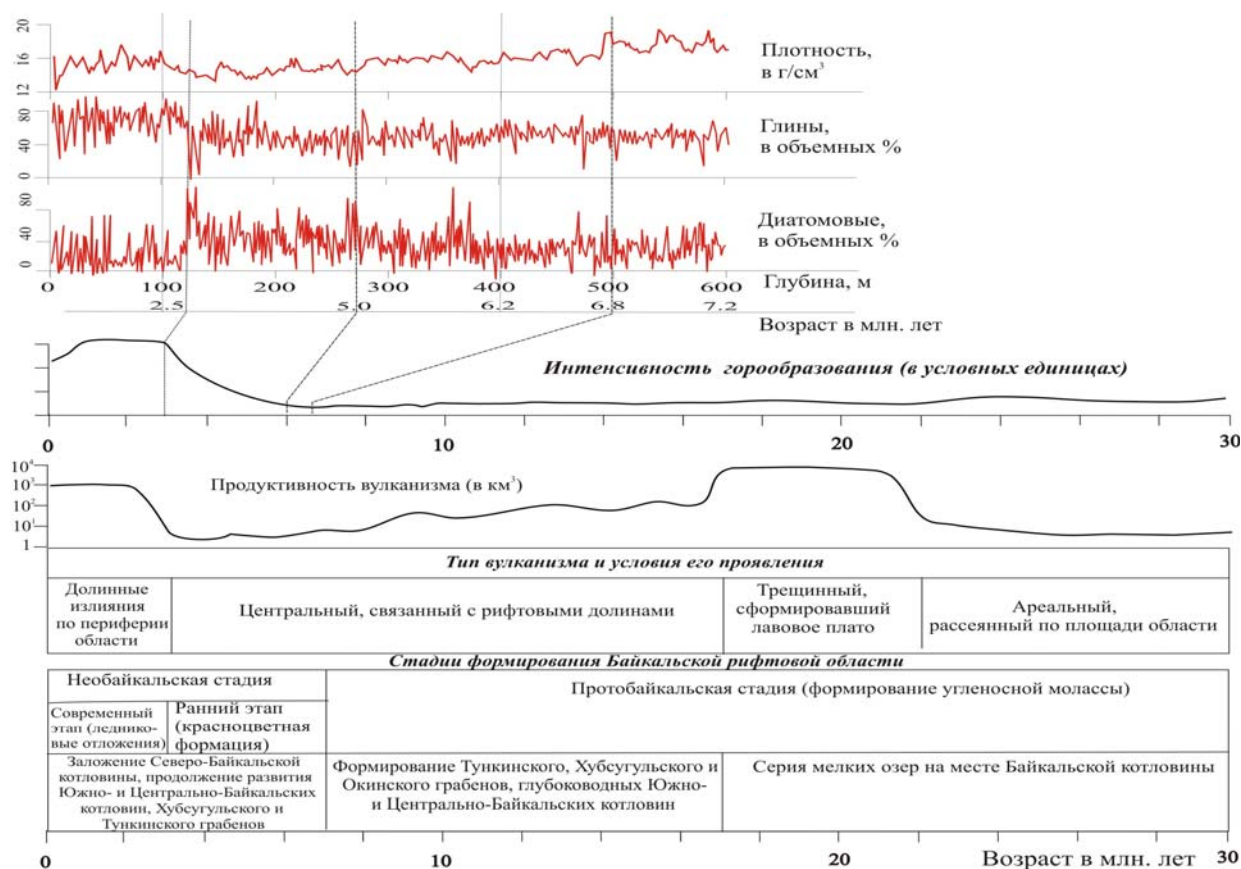


Рис. 48. Схема корреляции стадий формирования Байкальской рифтовой области, вулканической активности в пределах ЮБВО, орографических движений, вариаций состава донных отложений в разрезах Байкальской впадины, и возрастных рубежей отмеченных событий.

- Байкальская котловина развивалась и развивается длительное время, начиная практически с момента зарождения Байкальской рифтовой системы и до настоящего времени. Активизация тектонических движений проявилась в необайкальскую стадию, с начала которой Южный и Центральный Байкал уже были глубокими озерами. Во второй этап необайкальской стадии на формирование осадков Байкала большое влияние оказывал материал, поступающий при таянии горных ледников, появление которых, возможно, активизировало вулканическую деятельность в регионе. Наконец, в самые последние сотни тысяч лет, в связи с тектоническими движениями, происходили изменения направлений стока Байкала и как следствие этого явления – относительно значительные (до 120-150 м) колебания уровня Байкала.