

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова
Сибирское отделение РАН
Академия наук Республики Саха (Якутия)
Министерство промышленности и геологии РС (Я)



**ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ
СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

**Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной
65-летию Института геологии алмаза и благородных металлов
Сибирского отделения РАН**

23 – 25 марта 2022 г.

Якутск
2022

УДК 55(063) (571.56)
ББК 26.3Я43 (2 Рос. Яку)

Ответственный редактор

В.Ю. Фридовский

Редакционная коллегия:

Л.И. Полуфунтикова, А.В. Прокопьев, О.Б. Олейников, Л.Л. Федорова, В.Ф. Попов

На обложке: Золото-кварцевые жилы, месторождение Хотунское, Аллах-Юньский металлогенический пояс.

Фото М. Кудрина, 2022 г.

Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России [Электронный ресурс] : материалы XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 65-летию Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН, 23-25 марта 2022 г. / [Отв. ред. В.Ю. Фридовский]. – Якутск : Издательский дом СВФУ, 2022. – 1 электрон. опт. диск.

ISBN 978-5-7513-3284-6

В сборнике представлены труды XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной геологии и минерально-сырьевым ресурсам Северо-Востока России, прошедшей в очно-заочной форме. Изложены результаты изучения тектоники, геодинамики, эволюции литосферы и магматизма, геологии, минералогии и рудообразующих систем месторождений полезных ископаемых СВ Азии. Приведены новые сведения по гидрогеологии, геоэкологии, мерзлотоведению, а также технике и технологии разведки и добычи полезных ископаемых.

Материалы сборника предназначены для научных работников и специалистов, а также студентов, обучающихся по геологическим специальностям.

УДК 55(063) (571.56)
ББК 26.3Я43 (2 Рос. Яку)

ISBN 978-5-7513-3284-6

© ИГАБМ СО РАН, 2022
© Северо-Восточный
федеральный университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕКТОНИКА, ГЕОДИНАМИКА И ЭВОЛЮЦИЯ ЛИТОСФЕРЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ

Алексеев В.И.	
Известково-магнезиальный тренд эволюции гранитоидных комплексов Яно-Колымской провинции как индикатор их рудоносности	11
Александров А.Р.	
Изучение пространственного распространения различных типов сырья на месторождении Хонгуруу	14
Бурмакина Г.Н., Цыганков А.А., Хубанов В.Б.	
Особенности смешения магм в гранитоидах разных геодинамических обстановок	19
Васильев Д.А., Прокопьев А.В.	
Тектонические деформации центральной части Кулар-Нерского террейна	23
Васильева А.Е., Гоголева С.С.	
Взаимоотношение базитов Сектеляхского объекта с кимберлитовмещающими образованиями Куойкского кимберлитового поля	28
Верниковская А.Е., Верниковский В.А., Матушкин Н.Ю., Кадильников П.И., Романова И.В.	
Возраст и природа гранитов А-типа Стрелковского массива (Енисейский кряж, западное обрамление Сибирского кратона)	32
Гриненко В.С., Баранов В.В.	
Тумул-Келимярская – новокиммерийская эпохи эволюции Восточно-Сибирского бореального осадочного бассейна	37
Гриненко В.С., Баранов В.В.	
Герцинская – древнекиммерийская эпохи эволюции Восточно-Сибирского бореального осадочного бассейна	42
Гусев Н.И., Сергеева Л.Ю., Скублов С.Г.	
Эоархейский детритовый циркон в гранулитах Анабарского щита	46
Иванов А.И., Иванов М.С., Лоскутов Е.Е., Журавлев А.И.	
Петрографический и петрохимический составы силла сиенитов в районе месторождения Таежное (Южная Якутия, Алданский щит)	52
Калинин А.И., Сивцев А.И.	
Пермские отложения на северном склоне Якутского поднятия	57
Килясов А.Н., Кутыгин Р.В.	
О литологическом и биостратиграфическом делении отоцерасовых слоев в правобережье р. Сеторым, Южное Верхоянье	61
Колосов П.Н., Охлопкова И.Ф.	
Некоторые дрожжи бюксской свиты венда Якутии	67
Копылова А.Г., Гоголева С.С.	
Базиты Тюнго-Мунского междуречья	72
Королева О.В., Копылова А.Г., Томшин М.Д., Округин А.В.	
Вклад профессора Б.В. Олейникова в изучение магматизма Сибирской платформы	77
Макошин В.И.	
О новом виде брахиопод рода <i>Waagenoconcha</i> из нижнепермских отложений низовья р. Лены	80
Милаушкин М.В.	
Минералого-геохимическая характеристика щелочных пород участка Калюмный Сыннырского массива	84

Моисеев А.В., Соколов С.Д., Палечек Т.Н., Гущина М.Ю.	
Аккреционная призма Охотско-Чукотского вулканического пояса в структуре Алганского террейна (Корякская складчатая система)	90
Николаев А.И., Баранов В.В.	
Раннедевонские спирифериды Северо-Востока России и их стратиграфическое значение	96
Новиков В.С., Савельев А.Д.	
Геодинамические обстановки формирования верхнепротерозойских магматических комплексов Юго-Восточной части Анабарского щита	100
Округин А.В.	
Хромит-ульвошпинелевая серия минералов и окситермобарометрия щелочных пикрит-базитовых пород севера Сибирской платформы	105
Остапенко Д.В.	
Литолого-фациальная характеристика отложений верхнего палеозоя в пределах восточного борта Тунгусской синеклизы (Сюльдюкарское кимберлитовое поле) (Якутия)	111
Павлова К.А., Калинин А.И.	
Палеогеография верхнего докембрия Колымского массива	116
Полуфунтикова Л.И., Фридовский В.Ю.	
Литохимия, условия осадконакопления и металлоносность верхнетриасовых отложений Центральной части Кулар-Нерского террейна (СВ Азии)	119
Прокопьев А.В., Стокли Д., Васильев Д.А.	
Высокоамплитудные надвиговые перемещения в Южно-Верхоянском орогенном поясе (СВ Азии)	124
Сычев С.Н., Лебедева О.Ю., Рогов А.В.	
Позднеордовикский вулканизм Рассохинского террейна (Восточная Якутия)	127
Третьякова О.Г., Третьяков М.Ф., Третьяков Ф.Ф., Охлопкова И.Ф.	
Сравнение методов построения геологических каркасных моделей, применяемых в горно-геологических информационных системах, на примере Томпонского полигона СВФУ	130
Трунилина В.А.	
Субвулканы юго-востока Уяндино-Ясачненской вулканической дуги	134
Цыганков А.А., Бурмакина Г.Н., Хубанов В.Б.	
Источники магм гранитоидов южной части главного батолитового пояса (Северо-Восток Азии): новые геохимические и Sm-Nd изотопные данные	140
Шкодзинский В.С.	
Происхождение траппов по данным о горячей гетерогенной аккреции Земли	146
Шкодзинский В.С.	
Природа самородного железа в траппах	152

ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Анисимова Г.С.	
Роль В.А. Амузинского в изучении золоторудных месторождений Якутии: к 80-летию со дня рождения	156
Анисимова Г.С., Кондратьева Л.А., Кардашевская В.Н.	
Минеральные типы золотого оруденения Спокойнинского рудного узла Тыркандинского района	161
Баранов Л.Н., Толстов А.В.	
Типоморфизм апатита фоскоритов массива Томтор как отражение их генезиса	166

Герасимов Б.Б., Желонкин Р.Ю., Земнухов А.Л.	
Минеральный состав золотосодержащих гидротермально-метасоматических образований Анабарского района	171
Глухов А.Н., Бириков А.А., Акинин В.В., Ползуненков Г.О., Травин А.В.	
Первые Ag-Ag данные о возрасте золотых руд Приколымского террейна (Северо-Восток Азии)	176
Журавлев А.И., Округин А.В., Иванов М.С., Иванов Е.Е., Кравченко А.А.	
Дисперсная золоторудная минерализация в породах Медведевского массива и возможность формирования с ними россыпеобразующего золота (Алданский щит)	178
Кондратьева Л.А., Анисимова Г.С.	
Минералы ртути, таллия и мышьяка Хохойского месторождения, Алданский щит	184
Костин А.В.	
IOCG минерализация в Кильдямском вулканическом комплексе, Центральная Якутия, Россия	189
Кравченко А.А., Лоскутов Е.Е., Тимофеев В.Ф., Прокопьев И.Р., Кириллин Е.И., Рожин С.С.	
Структурный контроль мантийного магматизма и рудных месторождений в Центральной части Алдано-Станового щита	195
Кравченко А.А., Березкин В.И., Журавлев А.И., Попов Н.В., Лоскутов Е.Е.	
Рудоносные магматические комплексы раннего докембрия Алданской гранулитогнейсовой области: вещественный состав и условия формирования	200
Кудрин М.В., Колова Е.Е., Фридовский В.Ю.	
Изотопия благородных газов ($^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$, $^3\text{He}/^4\text{He}$, ^{20}Ne) во флюидных включениях кварца и РТХ-параметры рудообразования мезотермального орогенного месторождения золота Хангалас (Восточная Якутия)	206
Макшаков А.С., Кравцова Р.Г.	
Способ опробования аллювия крупных речных долин при поисках золота и серебра (Северо-Восток России)	210
Молчанов В.П., Андросов Д.В., Юдаков А.А., Иванников С.И.	
Разнотипная золотая минерализация ультрабазитов Сихотэ-Алиня (Приморье)	216
Никифорова З.С.	
Масштабы проявления гидротермально-метасоматических золотоносных образований (восток Сибирской платформы)	219
Округин А.В., Герасимов Б.Б.	
Магматогенный парагенезис платины и палладистого золота в россыпях р. Анабар на Сибирской платформе	224
Приimenко В.В., Глухов А.Н., Фомина М.И., Акинин В.В., Михалицына Т.И., Соцкая О.Т.	
Возраст, геология и вещественный состав золото-редкометалльного месторождения Перекатное	230
Протопопов Р.И.	
Золото-кварцевая формация поднадвиговых зон Верхне-Индибирского золотоносного района	233
Сажина Т.И., Дамдинова Л.Б.	
Минеральный состав и условия формирования вольфрамовых руд Джидинского рудного поля (Юго-Западное Забайкалье)	239
Серкебаева Е.С.	
Особенности химического состава блеклых руд месторождения Бадран	245
Тарасов Я.А., Фридовский В.Ю., Полуфунтикова Л.И., Кудрин М.В.	
Минералого-химическая характеристика жильной минерализации Маринского золоторудного месторождения (Аллах-Юньская металлогеническая зона, Восточная Якутия)	250

Фридовский В.Ю., Яковлева К.Ю., Верниковская А.Е. Готерив-аптское (132-123 млн лет) тектонотермальные событие в развитии оруденения западной части Яно-Колымского золотоносного пояса: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ геохронология даек и метасоматитов	256
Фридовский В.Ю., Полуфунтикова Л.И., Кудрин М.В., Гамянин Г.Н. Нелинейная вертикальная изотопная зональность и химический состав вкрапленных сульфидов золоторудного месторождения Бадран, СВ России	259

ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗА

Афанасьев В.П., Похиленко Н.П., Барабаш Е.О., Самданов Д.А. Структура алмазоносности Северо-Востока Сибирской платформы	264
Афанасьев В.П., Угапьева С.С., Логвинова А.М., Федорова Е.Н. Изменение формы включений минералов в алмазе - результат диффузионных процессов	268
Барабаш Е.О., Афанасьев В.П., Похиленко Н.П., Иванов П.О. Оценка перспектив коренной алмазоносности бассейна Кыра-Разбойник (приток р. Оленек)	274
Бардухинов Л.Д., Седых Е.М. Критерии алмазоносности коренных месторождений Якутии по данным комплексного изучения алмазов	280
Бескрованов В.В. О возможном механизме образования алмаза-матрешки	283
Гибшер А.А., Мальковец В.Г., Яковлев И.В., Милаушкин М.В. Минералогия и геохимия гранатов из некоторых трубок центральной части Алакит-Мархинского поля (Сибирский кратон)	287
Забелин А.В., Тарских О.В., Гибшер А.А., Мальковец В.Г. Применение адаптированного алгоритма «случайный лес» к массивам результатов химического анализа индикаторных минералов кимберлитов для алмазопроисловых работ на примере участка Сохсолох-Верховье, Алакит-Мархинское кимберлитовое поле (Западная Якутия)	292
Зинчук Н.Н., Зинчук М.Н. О концентрации и значении глинистых минералов в древних алмазоносных толщах	298
Зинчук Н.Н., Бардухинов Л.Д. Особенности изучения ксенолитов глубинных пород в кимберлитовых трубках	304
Иванов М.А., Федотова М.А., Леонтьев С.П., Протопопов Ф.Ф., Алексеев А.А. Распределение примесей в алмазах ювелирного качества из трех различных месторождений Якутской алмазоносной провинции	311
Иванова О.А., Похиленко Н.П., Афанасьев В.П., Зедгенизов Д.А. Особенности дефектно-примесного состава алмазов разного габитуса из месторождения Снэп Лейк (кратон Слейв, Канада)	314
Ильина О.В., Агашев А.М. Содержание и распределение ЭПГ в породах литосферной мантии: данные по ксенолитам из трубки Удачная (Якутия)	317
Костровицкий С.И. Дискуссионные вопросы происхождения кимберлитов	321
Липашова А.Н., Антонова Т.А. Алмазы из реки Большая Куонамка	324
Липашова А.Н., Антонова Т.А., Помазанский Б.С. Автолитовая кимберлитовая брекчия трубки Зарница	327

Опарин Н.А., Олейников О.Б., Бекренев К.А., Андреев А.П. Геологическое строение и вещественный состав кимберлитовых трубок Центральной Якутии	333
Ощепкова М.Г., Олейников О.Б. Ильмениты из ксенолитов мантийных метасоматизированных пород трубки Обнаженная	339
Ратьков С.С., Сулонов Ю.В., Забелин А.В. Использование базы данных первичной геологической информации для автоматизированного формирования проектных разрезов скважин	344
Специус З.В., Иванов А.С. Новый тип диаграмм для сравнения гранатов мантийных ксенолитов из трубок Комсомольская и Юбилейная, Якутия	348
Старкова Т.С., Муллаярова Л.С., Овчинников И.М., Остапенко Д.В., Толстов А.В. Новые кимберлиты Сюльдюкарского поля (Ыгыаттинский алмазоносный район, Якутия)	353
Тарских О.В., Забелин А.В., Гибшер А.А., Мальковец В.Г. Идентификация коренного источника ореолов рассеяния индикаторных минералов кимберлитов участка «озеро Мутное» при помощи алгоритма «случайный лес», Алакит-Мархинское кимберлитовое поле (Западная Якутия)	358
Яковлев И.В., Мальковец В.Г., Гибшер А.А., Краснянский А.А., Милаушкин М.В. Особенности состава литосферной мантии под верхнемунским кимберлитовым полем по данным изучения минералов спутников алмаза	361

ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ И МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ

Баишев Н.Е. Расчет объема природно-техногенной наледи на федеральной автодороге А-360 «Лена» по данным космических снимков sentinel-1 и sentinel-2	368
Васильев М.С. Характеристики тропосферы в Центральной Якутии по данным аэрологической станции Якутск в 24-м цикле солнечной активности	373
Васильева Т.И., Легостаева Я.Б. Минералогический состав аллювиальных почв Центрально-Якутской равнины	377
Гагарин Л.А. Особенности распространения наледей гор Куньлунь	382
Глязнецова Ю.С., Лифшиц С.Х., Зуева И.Н., Чалая О.Н. Оценка современного углеводородного состояния мерзлотных почв Якутии	388
Гололобова А.Г. Накопление и пространственное распределение элементов в мерзлотных почвах Арктики	393
Ефимов С.Е., Александров А.Р., Ерофеевская Л.А. Изучение сорбента на основе вспученного вермикулита для ликвидации разливов нефти на воде	398
Климова И.В., Макаров В.Н., Торговкин Н.В. Минералогический состав взвешенных веществ городской приземной атмосферы	403
Кузьмин Д.С. Многолетняя изменчивость родникового стока межмерзлотных подземных вод в долинах рек Сюльдюкар и Вилюй	407
Лифшиц С.Х., Глязнецова Ю.С., Чалая О.Н., Зуева И.Н. Особенности трансформации нефтезагрязнения на территориях техногенных объектов Арктической зоны РС(Я)	412
Легостаева Я.Б., Шадринова О.В., Журавлев А.И., Попов В.Ф., Ноев Д.С. Геоэкологические аспекты геологоразведочных работ в Западной Якутии	417

Лунецкайте В.В., Чжан Т.Р.	
Инженерно-геологические и инженерно-геокриологические условия территории в районе аэропорта г. Якутск	420
Лыткин В.М., Шапошников Г.И., Васильева А.Н., Галанин А.А., Павлова М.Р.	
Морфология и возраст современных донных образований Центральной Якутии	422
Лыткин В.М.	
Температурный режим многолетнемерзлых пород на участках проявления термокарстовых процессов	424
Мустафин С.К., Бадретдинов Р.Ф.	
Инженерно-геологические исследования для строительства подземного речного перехода нефтепровода методом горизонтально-направленного бурения	428
Мустафин С.К., Анисимова Г.С., Трифонов А.Н., Стручков К.К.	
Геолого-экологические риски ртутной безопасности современной системы горного инжиниринга недропользования	434
Павлова Н.А., Лебедева Л.С., Байшев Н.Е., Кузьмин Д.С., Данзанова М.В.	
Геохимия поверхностных и подземных вод тукулана Махатта (Центральная Якутия)	440
Павлова Н.А., Гагарин Л.А., Шепелев В.В., Николаев П.А., Кузьмин Д.С., Данзанова М.В.	
Гидрохимическая характеристика родников в районе с. Сюльдюкар Мирнинского района РС(Я)	446
Поморцев О.А., Ловелиус Н.В., Кашкаров Е.П., Кузьмин Д.С.	
Современное потепление и теория ритмов Е.В. Максимова	452
Попов В.И.	
Модельные представления для расчета основной гидрофизической характеристики поровой влаги	457
Попов С.В., Лебедева Л.С., Ефремов В.С.	
Опыт применения математического моделирования для оценки теплофизических свойств грунта в Центральной Якутии	462
Руфова А.А.	
Анализ и динамика трансформации гидрохимического состава озер г. Якутска	468
Седельникова А.Л., Макаров В.Н.	
Стронций в воде городских озер	474
Сивцев М.А., Жирков А.Ф.	
Численное моделирование возможности восстановления нарушенных территорий с сильнольдистыми отложениями в Центральной Якутии	479
Сивцева Н.Е.	
Изучение свойств субстрата отвалов прииска Маят	485
Торговкин Н.В., Тумской В.Е., Романис Т.В.	
Изотопный состав и гидрохимия подземных льдов Юго-Востока хребта Черского	490
Тумской В.Е., Торговкин Н.В., Романис Т.В.	
Термоцирк на морене в долине р. Сунтар	494
Черепанова А.М., Шепелев А.Г.	
Содержание углерода в верхней части деятельного слоя голоценовых отложений (на примере Бестяхской и Тюнгилюнской террас, Центральная Якутия)	499
Шадринова О.В.	
Антропогенно-измененные почвы Западной Якутии	503
Юй Мяо, Павлова Н.А.	
Моделирование урвненного режима межмерзлотных вод в криолитозоне (на примере района источника Ерюю, Центральная Якутия)	507
Янников А.М.	
Особенности формирования дезинтегрированных толщ в открытых горных выработках в зонах многолетнемерзлых пород месторождения трубки «Айхал»	513

Янников А.М., Янникова С.А. Анализ площадного изменения газообильности Толбачанской свиты в околотрубном пространстве месторождения трубки "Интернациональная"	516
--	-----

ГЕОЛОГИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЙ

Дохунаев П.Н., Сивцев А.И., Карпова М.И. Природа дефицита пластового давления в Непско-Ботуобинской антеклизе	521
Егорова Т.Р., Сивцев А.И., Карпова М.И. Перспективы наращивания сырьевой базы УВ в зоне влияния газопровода «Сила Сибири»	525
Зуб О.Н. Локальный прогноз нефтегазоносности субаквальных площадей и побережья Черного моря по результатам геохимических исследований донных отложений	529
Зуева И.Н., Чалая О.Н., Каширцев В.А., Лифшиц С.Х., Глянцева Ю.С. Геохимические предпосылки нефтеносности Виллойской синеклизы	533
Погодаев А.В., Матвеев А.И. Перспективы нефтегазоносности северо-западного склона Алданской антеклизы, в свете новых данных поискового бурения	538
Погодаев А.В., Севостьянова Р.Ф. Гидродинамические условия месторождений подсолевой гидрогеологической формации Непско-Ботуобинской антеклизы (на примере Верхневиллючанского месторождения)	544
Сивцев А.И., Петров Д.М., Александров А.Р. Причины низкой эффективности геологразведочных работ в Индигино-Зырянском прогибе	549
Сивцев А.И., Рудых И.В. Выступы фундамента как поисковый критерий углеводородного насыщения	552
Сивцев А.И., Рудых И.В., Климов Е.Н. Нефтепроявления в Виллойской синеклизе	556

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Адибекян М.В. Анализ наблюдений геомагнитных и электромагнитных временных рядов для обнаружения предвестников землетрясений	560
Ефремов В.Н. Оценка изменения льдистости грунтов по эффективному сопротивлению на радиочастотах	563
Ефремов В.Н. Выделение таликов в мерзлых грунтах по электромагнитному сопротивлению	567
Куляндина А.С., Козьмин Б.М., Шibaев С.В. Особенности проявления Артыкского (Оймяконского) землетрясения 1971 г. в геофизических полях	571
Макаров А.А., Козьмин Б.М. Развитие сейсмических процессов в транзитной зоне: байкальский рифт – становая складчатая система	576
Марсанова М.Р., Титов Е.А. Возможности геофизических методов для установления новых черт глубинного строения Непско-Пеледуйского свода и сопряженного с ним Предпатомского прогиба	580

Оболкин А.П.	
Проявление Байкальской складчатости в основании Томпонской впадины восточной окраины Сибирской платформы по данным сейсморазведки	584
Соловьев Е.Э., Колесов Р.Е.	
Геофизические критерии золотого оруденения юга Алдано-Станового щита	590
Суворов В.Д., Мельник Е.А., Павлов Е.В.	
Структура земной коры Алдано-Станового щита по данным МПВ и ГСЗ (южная часть профиля 3-ДВ)	594

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Батугина Н.С., Хоютанов Е.А.	
Оценка основных факторов, влияющих на эффективность отработки россыпных месторождений золота в условиях Крайнего Севера	601
Бураков А.М.	
Использование водно-тепловой мелиорации для подготовки к выемке многолетнемёрзлых пород россыпных месторождений	607
Гаврилов В.Л., Немова Н.А.	
Об экологических рисках освоения угольных месторождений Южной Якутии	613
Григорьев Б.В., Скрябин Р.М.	
Буровая коронка универсальная для колонкового бурения с продувкой сжатым воздухом оснащенная вставками АТП	618
Каймонов М.В.	
Разработка рекомендаций по обеспечению оптимального режима процессов тепломассообмена при круглогодичном кучном выщелачивании золота в условиях криолитозоны	621
Саввинова Д.А., Бубнова А.Р., Иванов В.К., Калачева Л.П., Иванова И.К., Портнягин А.С.	
Влияние окатанности зерен песков на гидратообразование природного газа в пористых средах	626
Соловьев Д.Е.	
Прогноз температурного режима строящейся глубокой россыпной шахты	632
Тимофеев Н.Г., Скрябин Р.М., Леонтьев С.Н., Сивцев А.И.	
О разработке бурового снаряда для комбинированного бурения скважин	637
Хосоев Д.В.	
Оценка горнотехнических условий эльгинского месторождения с позиции применения горных комбайнов КСМ-2000Р	641

ОСОБЕННОСТИ СМЕШЕНИЯ МАГМ В ГРАНИТОИДАХ РАЗНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК

Галина Бурмакина^{1,2}, Андрей Цыганков^{1,2}, Валентин Хубанов^{1,2}

1 ФГБУН Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН,
670047, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а

2 ФГБОУ ВО Бурятский государственный университет,
670000, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

FEATURES OF MAGMA MINGLING IN GRANITOIDS OF DIFFERENT GEODYNAMIC SETTINGS

Galina Burmakina^{1,2}, Andrey Tsygankov^{1,2}, Valentin Khubanov^{1,2}

1 Dobretsov Geological Institute SB RAS, 6a, Sakhyanova str., Ulan-Ude, Russia, 670047

2 Buryat State University, 24a, Smolin str., Ulan-Ude, Russia, 670000

Annotation. The results of the study of mingling in granitoids of different geodynamic settings are presented. Mythical microgranular inclusions (MME) are the result of mixing magmas contrasting in composition, usually basalt and salic, in which the chemical interaction between them has a limited character. By itself, the fact of the presence of MME is direct geological evidence of mantle-crustal interaction during the formation of granitoids. The difficulty lies in the fact that the product of mixing magmas, i.e. inclusions captured in a liquid or partially crystallized state are in many cases difficult to distinguish from xenoliths of igneous rocks that are not related to mantle-cow interaction and the formation of granitoids.

1. Введение

Мафические включения (MME-mafic microgranular enclavs), встречающиеся в гранитоидах разного состава, представляют собой одно из наиболее ярких свидетельств сосуществования и взаимодействия мантийных базальтовых и салических магм (независимо от происхождения последних). Принципиальное отличие MME от любых других типов меланократовых включений заключается в том, что они являются раскристаллизованными «каплями» диспергированного базальтового расплава, поступавшего в камеру кристаллизации одновременно с кислой магмой. Следовательно, мафические включения являются прямым и наиболее надежным доказательством сосуществования и взаимодействия базитовых и салических магм при формировании гранитоидных плутонов, поддерживая идею о важной роли мантийных магм, как источников дополнительного тепла, необходимого для масштабного корового плавления.

Химический состав горных пород был проанализирован в ЦКП «Геоспектр» ГИН СО РАН (Улан-Удэ) с помощью фотометрии (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5), атомной абсорбции (CaO , MgO , MnO , Fe_2O_3), титриметрии (FeO) и пламенной фотометрии (Na_2O , K_2O).

Дополнительные изотопно-геохронологические анализы были проведены с использованием масс-спектрометрии плазмы с индуктивно связанной лазерной абляцией (LA-ICPMS) на термонаучном масс-спектрометре Element XR, оснащенный исследовательским лазером новой волны UP-213 (ГИН СО РАН).

2. Основной раздел

MME наиболее характерны для гранитоидов связанных с субдукционной геодинамической обстановкой, классическим примером которых является батолит Сьерра-Невада [1], а также для гранитоидов связанных с мантийными плюмами и не характерны для обстановки континентальной коллизии, как например миоценовые лейкограниты Высоких Гималаев [2], или позднюрско-раннемеловые гранитоиды Главного Колымского батолитового пояса.

Нами с разной степенью детальности изучены мафические включения в гранитоидах Ангаро-Витимского батолита (Западные Забайкалье), Каа-Хемского (Восточная Тува), Калбинского (Восточный Казахстан), Хангайского (Монголия), формирование которых было связано с плюмовым процессом, а также получены первые данные по ММЕ Магаданского гранитоидного батолита, который формировался в обстановке активной континентальной окраины.

В целом мафические включения характерны для гранитоидов повышенной основности - кварцевых монзонитов, кварцевых сиенитов и кварцевых диоритов и не характерны для собственно гранитов и лейкогранитов.

Принято считать [1], что мафические включения представляют собой диспергированные «капли» интенсивно гибридного базальтового расплава, причем его гибридикация происходила не *in situ*, а в промежуточной камере или на пути движения транспортирующего силикатного расплава к поверхности.

Характер распределения ММЕ внутри отдельных массивов различен (Рисунок 1). В одних случаях (Бургасский, Романовский массивы, Ангаро-Витимского батолита (АВБ), Каа-Хемский массив Восточной Тувы) включения относительно равномерно распределены по всему массиву или на значительной его части, где их количество варьирует от нескольких штук до 1.5 - 2^х десятков на м². В других, ММЕ концентрируются на отдельных локальных (по сравнению со всей площадью массива) участках (первые сотни метров в поперечнике), где на фоне более или менее равномерного распределения встречаются «рои» (Рисунок 2), в которых на долю включений приходится более 50 % общего объема.

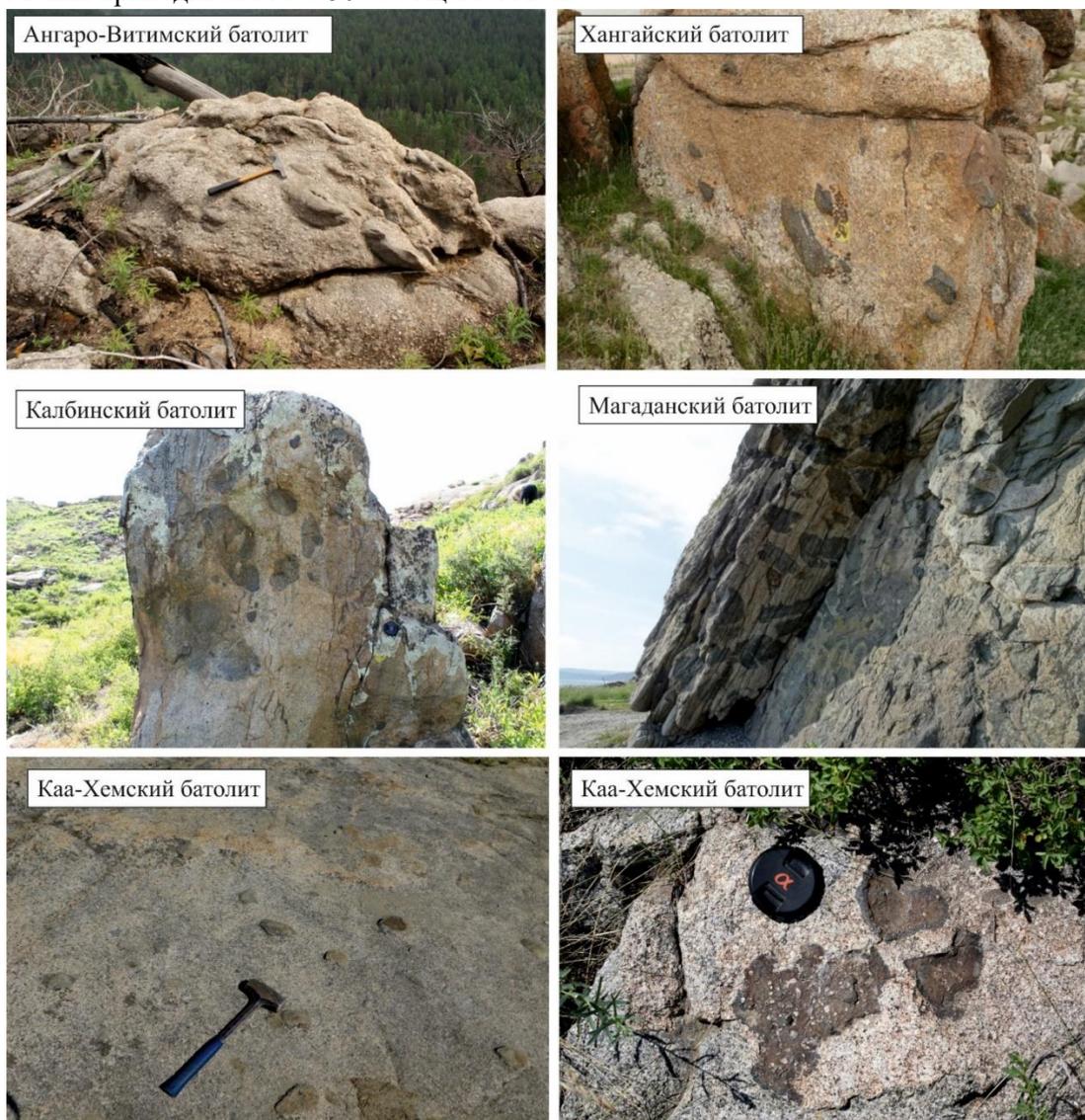


Рисунок 1. Характер распределения мафических включений.



Рисунок 2. «Рои» включений.

Морфология и размеры ММЕ не сильно различаются в разных массивах. Средний поперечных размер составляет 10-15 см, при вариациях от долей см до 0.5 м (иногда более), форма чаще всего округлая, эллиптическая, реже ближе к угловатой, но с очень плавными закругленными контурами, еще реже – неправильная «амёбообразная» (более характерна для вулканических образований). Нередко наблюдается (Романовский массив – Западное Збайкалье, Каа-Хемкий массив – Восточная Тува) закономерная субпараллельная ориентировка резко удлинённых линзовидных ММЕ, по-видимому, наследующих структуру конвективных течений в интрузивной камере, или, что менее вероятно, отражающая субсолидусные пластические деформации. Морфология и распределение ММЕ в Магаданском гранитоидном батолите резко отличается от рассматриваемых выше. Здесь мафические включения образуют гигантскую зону видимой протяженностью в несколько сотен метров с вертикальным размахом обнажений в несколько десятков метров. ММЕ в этой зоне составляют более половины от общего объема породы, их размер достигает первых метров по длинной оси. Форма, как правило, вытянутая, часто со сложными очертаниями, овальная, почти круглая.

Сильно гибридные ММЕ (кварцевые сиениты, кварцевые монцониты), которые по нашим наблюдениям встречаются чаще всего, представляют собой тонко- или мелкозернистые меланократовые амфибол-биотит-полевошпатовые породы монцодиоритового, монцонитового и кварцевомонцонитового состава, обычно содержащие вкрапленники полевых шпатов. Включения базальтового состава в гранитоидах редки, например, массив Тастау (Восточный Казахстан).

Состав ММЕ, варьирует, как отмечалось, от базальтов и монцогаббро до кварцевых монцонитов и кварцевых сиенитов. Отчетливо выделяются два крайних петрографических типа, связанные переходными разновидностями: 1) бурые тонкозернистые Pl-Amph-Bt (\pm Crx, Qtz) породы, иногда порфириовидные (Pl) с долеритоподобной микроструктурой; 2) серые мелкозернистые породы того же состава, также порфириовидные (Pl и/или Kfs), но с гипидиоморфнозернистой микроструктурой. Важно подчеркнуть две петрографические особенности ММЕ: во-первых, наличие трех генераций плагиоклаза: 1) резорбированные ядра зональных кристаллов (лабрадор-битовнит - до 75.4 % An); 2) вкрапленники с зональностью роста (ядро 48 -52 %, кайма 19 - 35 % An); 3) мелкозернистая основная масса и каймы кристаллов первых двух типов (олигоклаз - 22 -

27 % An). Во-вторых, наличие клинопироксена (салит, авгит), реликты которого встречаются внутри зерен магнезиальной роговой обманки. Калиевый полевой шпат во включениях представлен крупными порфиробластами (до 15 мм в длину) с пятнисто-пертитовой внутренней структурой и множеством включений породообразующих минералов. Плагиоклазовая фаза пертитов содержит 21 - 23 % An компонента. Эти петрографические особенности отражают последовательные стадии кристаллизации: ранняя, унаследованная от исходного, предположительно базальтового расплава; промежуточная, соответствующая стадии гибридизации; поздняя, кристаллизация из гибридного расплава.

Химический состав ММЕ, включая микроэлементный, сильно зависит от степени гибридизации, однако ряд геохимических характеристик, установленных на примере Бургасского и Улекчинского массивов АВБ сближают их с внутриплитными базальтами ОІВ типа. Для ММЕ характерна обогащенность LIL элементами относительно HFSE, при более высоких концентрациях LILE но, в отличие от ОІВ, ММЕ имеют резкий Ta-Nb минимум, характерный для всех позднепалеозойских базитов, связанных в пространстве и времени с АВБ. В тоже время, повышенные содержания Sr и Pb отражают взаимодействие с коровыми расплавами.

3. Выводы

Таким образом, представленные материалы позволяют сделать три основных вывода:

- 1) Мафические микрогранулярные включения обычно встречаются в гранитоидах повышенной основности (кварцевые сиениты) и не характерны для гранитов и лейкогранитов;
- 2) Минералого-петрографические характеристики указывают, на магматическую природу включений, представляющих собой результат смешения контрастных по составу магм (базальтовых и салических), при широких вариациях степени химического взаимодействия;
- 3) Смешение проявлено в гранитоидах разных геодинамических обстановок, но наиболее характерно для обстановок, связанных с субдукцией и мантийными плюмами.

4. Благодарности

Исследования поддержаны грантом РФФИ № (№ 20-05-00344), и выполнены в рамках государственного задания ГИН СО РАН по проекту АААА-А21-121011390002-2 “Процессы мантийного-корового взаимодействия при формировании щелочных и гранитоидных комплексов и сопутствующего оруденения восточной части Центрально-Азиатского складчатого пояса”.

5. Литература:

- [1] Barbarin B. Mafic magmatic enclaves and mafic rocks associated with some granitoids of the central Sierra Nevada batholith, California: nature, origin, and relations with the hosts // *Lithos*. 2005, 80, pp. 155– 177.
- [2] Kemp A.I.S., Hawkesworth C.J. Granitic Perspectives on the Generation and Secular Evolution of the Continental Crust. *Treatise on Geochemistry*. Amsterdam: Elsevier Ltd, 2003, vol. 3, pp. 349-410.