

Вестник
Томского государственного
университета

№ 327

Октябрь

2009

- ФИЛОЛОГИЯ
- ФИЛОСОФИЯ, СОЦИОЛОГИЯ, ПОЛИТОЛОГИЯ
- КУЛЬТУРОЛОГИЯ
- ИСТОРИЯ
- ПРАВО
- ЭКОНОМИКА
- ПСИХОЛОГИЯ И ПЕДАГОГИКА
- БИОЛОГИЯ
- НАУКИ О ЗЕМЛЕ

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Майер Г.В., д-р физ.-мат. наук, проф. (председатель); **Дунаевский Г.Е.**, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя); **Ревушкин А.С.**, д-р биол. наук, проф. (зам. председателя); **Катунин Д.А.**, канд. филол. наук, доц. (отв. секретарь); **Аванесов С.С.**, д-р филос. наук, проф.; **Берцун В.Н.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Гага В.А.**, д-р экон. наук, проф.; **Галажинский Э.В.**, д-р психол. наук, проф.; **Глазунов А.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Голиков В.И.**, канд. ист. наук, доц.; **Горцев А.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Гураль С.К.**, канд. филол. наук, проф.; **Демешкина Т.А.**, д-р филол. наук, проф.; **Демин В.В.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Ершов Ю.М.**, канд. филол. наук, доц.; **Зиновьев В.П.**, д-р ист. наук, проф.; **Канов В.И.**, д-р экон. наук, проф.; **Кривова Н.А.**, д-р биол. наук, проф.; **Кузнецов В.М.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Кулижский С.П.**, д-р биол. наук, проф.; **Парначев В.П.**, д-р геол.-минер. наук, проф.; **Петров Ю.В.**, д-р филос. наук, проф.; **Портнова Т.С.**, канд. физ.-мат. наук, доц., директор Издательства НТЛ; **Потекаев А.И.**, д-р физ.-мат. наук, проф.; **Прокументов Л.М.**, д-р юрид. наук, проф.; **Прокументова Г.Н.**, д-р пед. наук, проф.; **Савицкий В.К.**, зав. редакционно-издательским отделом ТГУ; **Сахарова З.Е.**, канд. экон. наук, доц.; **Слизов Ю.Г.**, канд. хим. наук, доц.; **Сумарокова В.С.**, директор Издательства ТГУ; **Сущенко С.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Тарасенко Ф.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Татьянин Г.М.**, канд. геол.-минер. наук, доц.; **Унгер Ф.Г.**, д-р хим. наук, проф.; **Уткин В.А.**, д-р юрид. наук, проф.; **Шилько В.Г.**, д-р пед. наук, проф.; **Шрагер Э.Р.**, д-р техн. наук, проф.

НАУЧНАЯ РЕДАКЦИЯ ВЫПУСКА

Аванесов С.С., д-р филос. наук, проф.; **Галажинский Э.В.**, д-р психол. наук, проф.; **Гураль С.К.**, канд. филол. наук, проф.; **Демешкина Т.А.**, д-р филол. наук, проф.; **Зиновьев В.П.**, д-р ист. наук, проф.; **Канов В.И.**, д-р экон. наук, проф.; **Кулижский С.П.**, д-р биол. наук, проф.; **Парначев В.П.**, д-р геол.-минер. наук, проф.; **Петров Ю.В.**, д-р филос. наук, проф.; **Прокументов Л.М.**, д-р юрид. наук, проф.; **Прокументова Г.Н.**, д-р пед. наук, проф.

Журнал «Вестник Томского государственного университета» включен в Перечень ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук:

- *по философии, социологии и культурологии;
- *по истории;
- *по праву;
- *по экономике;
- *по биологическим наукам;
- *по политологии;
- *по педагогике и психологии;
- *по филологии и искусствоведению;

на соискание ученой степени кандидата наук:

- по наукам о Земле.

(Сайт Высшей аттестационной комиссии:
http://vak.ed.gov.ru/ru/help_desk/)

ФОРМАЦИОННАЯ ТИПИЗАЦИЯ КУНГУССКОГО И КУЛИЖИНСКОГО МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ МАССИВОВ (СЗ ВОСТОЧНОГО САЯНА)

Породы Кунгусского и Кулижинского мафит-ультрамафитовых массивов представлены лерцолитами, верлитами, роговообманковыми перидотитами, вебстеритами, клинопироксенитами и разнообразными по составу габброидами. Их петрографический состав и петрохимические особенности обнаруживают значительное сходство с породами расслоенных массивов: Бурлакского (Восточный Саян) и Гальмозанского (Корякия), которые являются дифференцированными мафит-ультрамафитовыми интрузиями, в составе которых преобладающими породами являются основные ультрамафиты и габброиды при подчиненной роли ультраосновных ультрамафитов.

Ключевые слова: расслоенные интрузии; ультрамафиты; габброиды; петрография; петрохимия; формационная принадлежность.

Ультрамафиты и мафиты пользуются значительным распространением среди зеленокаменных поясов Канской глыбы (рис. 1). Они картируются в виде многочисленных массивов, чаще мелких размеров, и привлекают внимание многих исследователей в связи с их потенциальной рудоносностью. Однако их формационная принадлежность часто оказывается дискуссионной и требует дальнейшего изучения.

Целью настоящего исследования явились породы Кунгусского и Кулижинского мафит-ультрамафитовых массивов, раннепротерозойского возраста, которые расположены в юго-западной части Канской глыбы (СЗ Восточного Саяна). Предлагаемое петрографическое и петрохимическое исследование пород позволило сделать выводы о формационной типизации массивов и установить их существенное родство.

Геологическое строение

Кунгусский массив. Расположен на южном склоне хребта Идарское Белогорье в истоках ручья Демидовский (правый приток р. Тукша) и р. Кунгусс. Массив размещен в крупном узле сложного пересечения зон разломов северо-западного (близко к меридиональному), северо-восточного и широтного направлений. По этой причине массив имеет сложную конфигурацию (см. рис. 1), его площадь составляет 3,4 км². Он залегает среди толщ амфиболитов, которые обособляются среди гнейсов, а с юга прорываются гранитами Канского массива. Кунгусский массив имеет преимущественно габбровый состав, при подчиненной роли ультрамафитов, которые устанавливаются в его крайних частях. Однако устанавливаемая контрастная аэромагнитная аномалия (8,4×2,4 км) на этой площади [1], очевидно, свидетельствует о наличии линейного тела ультрамафитов, возможно, перекрытых габброидами. На площади массива установлены локальные проявления никеля и золота с содержанием этих компонентов до 0,5% и 0,4 г/т соответственно, что, возможно, свидетельствует о его потенциальной рудоносности.

Кулижинский массив. Расположен в междуречье рек Кулижа и Пезо, вблизи их устьевой части (рис. 1). Массив представлен двумя обособленными телами, площадь которых составляет соответственно 3 и 5,1 км². Интрузии залегают среди верхнеархейских амфиболито-гнейсовых пород караганской серии. Кулижинский массив имеет преимущественно габбропироксенитовый состав. Аэромагнитной аномалией, перекрывающей его полностью, подтверждается нали-

чие довольно мощной дунит-перидотитовой пластины в основании плутона [1]. Массив содержит минерализацию Ni, Cu, Co, формирующую вторичные ореолы и потоки рассеяния аналогично Кингашскому массиву, но меньшей контрастности, что, вероятно, объяснимо меньшим уровнем эрозии здешних тел, т.е. практически полной закрытостью их придонных ультрамафитовых минерализованных частей. Кроме этого, почти полное отсутствие проявления процессов магматической и метасоматической гранитизации предполагает столь же полную сохранность ожидаемого в придонных частях массивов оруденения.

Петрография

Кунгусский массив. В результате петрографического изучения было установлено, что магматические породы массива представлены ультрамафитами, габброидами и диоритами. Наибольший интерес имеют ультрамафиты и габброиды, в связи с обнаружением в них рудной минерализации. Ультрамафиты в Кунгусском массиве встречаются сравнительно редко, среди них выделяются ультраосновные и основные ультрамафиты: лерцолиты, верлиты, роговообманковые клинопироксениты и горнблендиты. Габброиды в массиве являются преобладающими породами. Среди них по минералогическому составу и структурным особенностям можно установить следующие разновидности: роговообманковые нориты, роговообманковые габбро-нориты, роговообманковые габбро, роговообманковые габбро-порфириты.

Лерцолиты пользуются крайне ограниченным распространением и отмечены в юго-восточной части Кунгусского массива. Они имеют панидиоморфную структуру, характеризующуюся наличием субизометричных зерен оливина, ортопироксена и клинопироксена. В отдельных участках отмечается пойкилитовая структура, обусловленная включением мелких зерен оливина и пироксенов в более крупных зернах пироксенов. Текстура однородная. Минералогический состав: клинопироксен ~60%, ортопироксен ~10%, оливин ~30%. Размер зерен от 0,5 до 3 мм, преимущественно 1,5–2,5 мм. Иногда встречается пятнисто окрашенная в слабые буровато-зеленоватые тона роговая обманка, вероятно, образовавшаяся по клинопироксену. Рудные минералы пользуются ограниченным распространением и образуют редкую вкрапленность и тонкие прожилки, последние, очевидно, представлены магнетитом. Отмечается довольно заметное развитие вторичных минералов: хлорита и серпентина.

Верлиты тремолитизированные были отмечены однажды в северо-западном эндоконтакте центральной части массива. Для них устанавливается мелко-среднезернистая панидиоморфная структура с наложенной нематобластовой, обусловленной появлением многочисленных зерен вторичного тремолита. Минералогический состав: оливин ~20%, клинопироксен ~20%, тремолит ~60%. Размер зерен оливина и клинопироксена составляет от 1 до 5 мм, тремолита – по длине от 0,3 до 1 мм, отмечаются крупные порфиробласты тремолита до 6 мм. Наблюдается редкая вкрапленность рудных минералов.

Роговообманковые клинопироксениты также пользуются ограниченным распространением. Структура клинопироксенитов среднезернистая (2–4 мм), гипидиоморфная, обусловленная идиоморфизмом клинопироксена по отношению к роговой обманке, в отдельных участках пойкилитовая с включениями мелких зерен клинопироксена в крупных индивидах роговой обманки. Часто отмечаются структуры замещения, связанные с замещением пироксенов вторичными амфиболами, а плагиоклаза – серицитом. Текстура однородная. Минералогический состав: клинопироксен ~60%, роговая обманка ~35, плагиоклаз ~5%. В виде примеси отмечаются мелкие ксеноморфные зерна кварца и рудных минералов. Клинопироксен имеет короткостолбчатую или гипидиоморфную форму зерен (средние размеры 2,5–3,5 мм).

Горнблендиты имеют крупнозернистую (5–10 мм), панидиоморфную, в отдельных участках гипидиоморфную структуру. Крупные зёрна роговой обманки определяют порфиroidную структуру породы. Включения в них более мелких зёрен плагиоклаза и клинопироксена (с размером зёрен обычно около 1,0 мм) создают отчётливый рисунок пойкилитовой структуры. Текстура однородная. Минералогический состав: роговая обманка ~70–85%, клинопироксен ~10–20, плагиоклаз ~5–10, кварц <1%. Иногда зерна роговой обманки подвергаются заметной актинолитизации в виде пятен вдоль краевых частей, имеющих голубовато-зеленую окраску. В ассоциации с актинолитом отмечаются мелкозернистые агрегаты хлорита и эпидота.

Роговообманковые нориты имеют мелко-среднезернистую, гипидиоморфную структуру с размерами зерен от 0,5 до 4 мм, в отдельных участках отчетливо проявляется габбро-офитовая и пойкилитовая. Более крупные зерна минералов представляют порфиroidные вкрапленники, основная масса зерен обычно менее 1 мм. Текстура однородная. Минералогический состав: роговая обманка ~35–50%, гиперстен ~5–10, плагиоклаз ~40–60%. Отмечаются редкие зерна кварца и рудных минералов. Низкотемпературные преобразования в роговообманковых норитах выражены в появлении актинолита, хлорита и эпидота, которые приурочены к краевым частям исходных зерен либо образуются вдоль ослабленных зон в виде жильных образований.

Роговообманковые габбро-нориты имеют порфиroidную структуру, основная масса гипидиоморфная. Текстура породы пятнистая. Порфиroidные вкрапленники имеют размеры от 1 до 4 мм, зерна минералов основной массы менее 1 мм. Минералогический состав: плагиоклаз ~45%, роговая обманка ~35, клинопироксен и ортопироксен ~10, кварц ~5%, рудные минералы до

5%. Зёрна роговой обманки обычно крупные (до 3–4 мм) и содержат пойкилитовые включения других минералов. По своим структурно-минералогическим особенностям роговообманковые габбро-нориты очень близки с роговообманковыми норитами. Отличаются в появлении клинопироксена, который хорошо определяется по большому углу погасания (>35°) и ярким цветам интерференции.

Роговообманковые габбро являются наиболее представительными породами в Кунгусском массиве и обычно обнаруживают порфиroidную структуру с вкрапленниками роговой обманки размером от 2 до 5–6 мм. Основная масса мелко-среднезернистая, гипидиоморфная с размерами зерен менее 2 мм. Часто встречается пойкилитовая структура. Текстура чаще однородная, отмечается неоднородная, обусловленная неравномерным распределением зёрен плагиоклаза и роговой обманки. Минералогический состав: роговая обманка ~30–90%, плагиоклаз ~10–60, клинопироксен до 5, гиперстен до 5, кварц до 10, биотит (с хлоритом) < 1, рудные минералы до 10%. Встречаются калишпат, сфен, апатит и рутил. В отдельных породах исходные минералы в значительной степени изменены вторичными процессами: плагиоклаз замещается агрегатом сосюрита, а роговая обманка – хлоритом, актинолитом и эпидотом. В качестве вторичного минерала отмечается кальцит.

Роговообманковые габбро-порфиroidиты отличаются наличием порфиroidной структуры, в них часто отмечается пойкилитовая, основная масса габбро-офитовая, габбро-долеритовая. Текстура однородная либо пятнистая, трахитоидная. Минералогический состав: роговая обманка ~25–50%, плагиоклаз ~50–70, клинопироксен до 15, гиперстен до 5, биотит до 15, кварц до 10, эпидот до 5, рудные минералы до 10%. Отмечается апатит и сфен.

Кулижский массив. Петрографическое изучение пород позволило выделить в составе массива ультрамафиты (роговообманковые перидотиты, верлиты, роговообманковые вебстериты, пироксеновые горнблендиты) и габброиды (роговообманковые габбро-нориты и роговообманковые габбро) при подчиненной роли первых.

Роговообманковые перидотиты характеризуются наличием пойкилитовой структуры и массивной текстуры. Количественно-минералогический состав породы: роговая обманка ~ 45%, оливин ~ 25, ортопироксен ~ 20, клинопироксен ~ 10%. Отмечаются биотит (хлоритизированный), серпентин, куммингтонит, тальк, тремолит и рудные минералы. Роговая обманка обычно образует крупные зерна (ойкокристаллы), их размер достигает 12 мм, которые содержат многочисленные включения оливина и пироксенов (хадакристаллы).

Верлиты имеют среднезернистую, кумулятивную структуру, отмечается венцовая, пойкилитовая и петельчатая. Текстура полосчатая, обусловленная наличием в породе многочисленных рассекающих субпараллельных трещинок, часто выполненных жилками магнетита. Количественно-минералогический состав породы: оливин ~ 45%, клинопироксен ~ 40, роговая обманка ~ 10, рудные минералы ~ 5%. Отмечаются лизардит и тремолит. Индивиды оливина и клинопироксена представлены кумулятивными зернами (хадакристаллами), а зерна роговой обманки – интеркумулусными (ойкокристаллами).

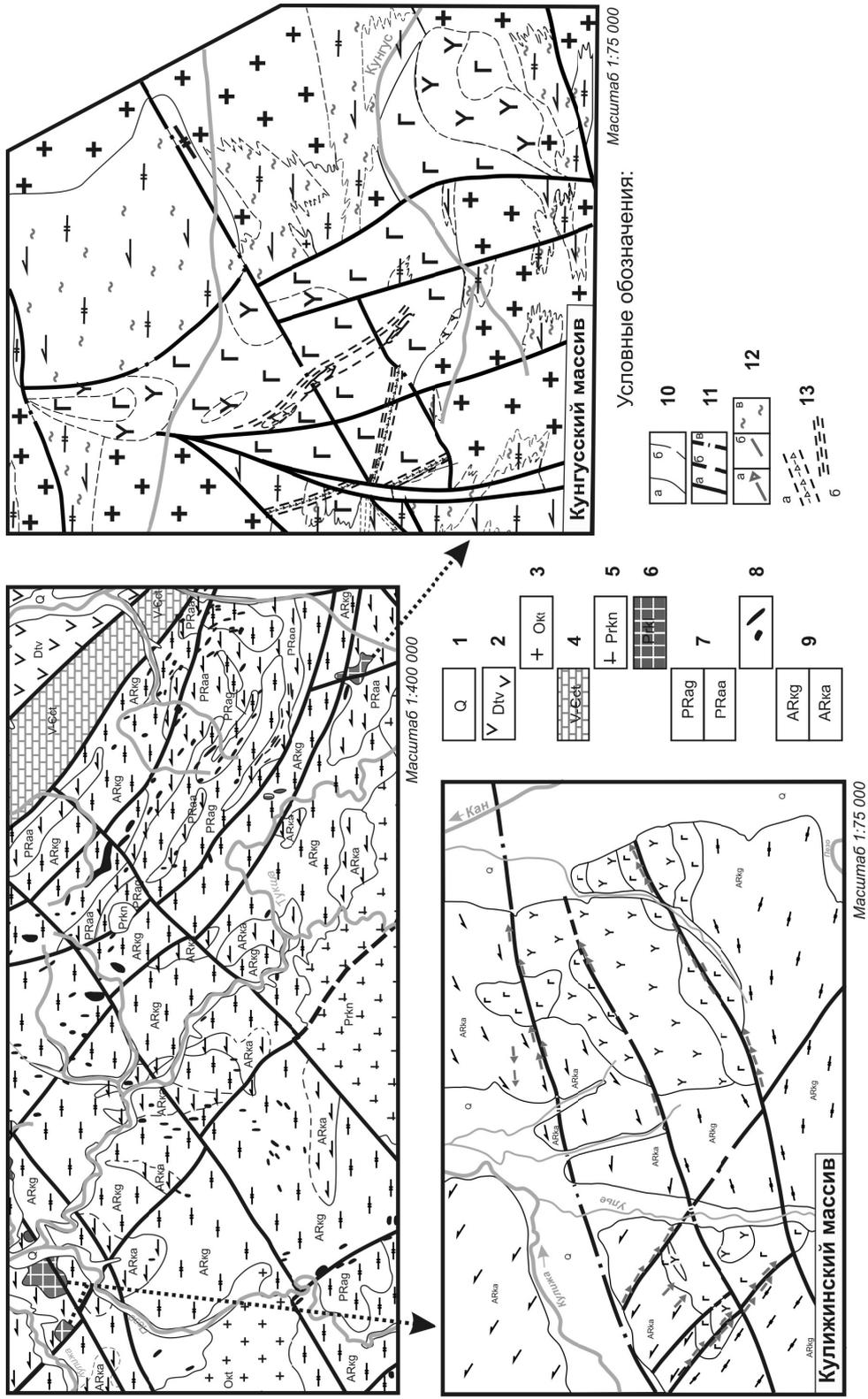


Рис. 1. Геологическое строение северо-западной части Канского зеленоканного пояса (составлена по материалам А.Н. Смагина и др., 2006): 1 – четвертичные аллювиальные отложения крупных водоотоков; 2 – нижнедевонские (ордовикские?) терригенно-вулканогенные образования; 3 – ордовикский гранитоидный кулижинский (?) перидотит-пироксенит-таборный комплекс; 4 – венд-кембрийские карбонатно-терригенные отложения; 5 – раннепротерозойский гранитоидный канский комплекс; 6 – раннепротерозойский кулибинский (?) перидотит-пироксенит-таборный комплекс; 7 – раннепротерозойский анжинский структурно-вещественный комплекс (анжинская серия) с гнейсовой (Prag) и амфиболитовой (Paa) толщами; 8 – позднеархейский идарский дунит-перидотитовый комплекс; 9 – верхнеархейский караганский структурно-вещественный комплекс (караганская серия) с гнейсовой кузынской (ARkg) и амфиболитовой кузанакской (ARka) толщами; 10 – геологические границы достоверные (a) и предполагаемые (б); 11 – разрывные нарушения: подтвержденные геологическими наблюдениями (a), интерпретируемые по результатам аэрогеофизической съемки (б); 12 – тектонические брекчи (a), расщепленные и милонитизированные породы (б); 13 – зона дробления (a) и зона милонитизации и расщепления (б)

Роговообманковые вебстериты обладают мелко-среднезернистой, кумулятивной структурой, отмечается пойкилитовая. Текстура полосчатая. Количественно-минералогический состав породы: ортопироксен ~ 20%, клинопироксен ~ 40; роговая обманка ~ 40%. Отмечаются тремолит, тальк и рудные минералы. Индивиды ортопироксена и клинопироксена представляют минералы кумулюсной фазы (хадакристаллы), а зерна роговой обманки – интеркумулюсной (ойкокристаллы).

Пироксеновые горнблендиты – средне-крупнозернистые породы, иногда порфиридные с панидиоморфной структурой, отмечается пойкилитовая, венцовая. Текстура массивная. Количественно-минералогический состав породы: роговая обманка ~ 65–90%, пироксен ~ 10–25, кварц до 10%. Отмечаются тремолит, рудные минералы и гидроокислы железа.

Роговообманковые габбро-нориты имеют сериальную структуру от тонкозернистой до крупнозернистой, обычно гипидиоморфную, отмечается венцовая и пойкилитовая. Текстура массивная. Количественно-минералогический состав породы: роговая обманка ~ 25–65%, ортопироксен ~ 10–30, клинопироксен ~ 10–30, плагиоклаз ~ 15%. Отмечаются тремолит, рудные минералы. Роговая обманка нередко образует крупные порфиридные вкрапленники, размером до 6 мм (в основной массе 1–2,5 мм).

Роговообманковые габбро по своим структурно-минералогическим особенностям подразделяются на меланократовые, лейкократовые и трахитоидные.

Роговообманковые габбро, меланократовые. Структура породы мелко-среднезернистая, порфиридная, реже афировая, основная масса гипидиоморфная, отмечается пойкилитовая. Текстура массивная. Количественно-минералогический состав породы: роговая обманка ~ 60–70%, плагиоклаз ~ 15–30, кварц ~ 5–10%. Отмечаются клинопироксен, хлорит, тремолит, эпидот, серицит, рутил, лейкоксен и рудные минералы.

Роговообманковые габбро, лейкократовые. Структура породы средне-крупнозернистая, габбровая. Текстура массивная. Количественно-минералогический состав породы: роговая обманка ~ 15%, плагиоклаз ~ 80, кварц до 5%. Отмечается биотит, серицит, эпидот, хлорит, рудные минералы.

Роговообманковые габбро, трахитоидные. Структура породы габбро-офитовая. Текстура трахитоидная. Количественно-минералогический состав породы: роговая обманка ~ 30%, плагиоклаз ~ 60, кварц до 5, рудные минералы до 5%. Отмечается сфен.

Таким образом, по внутреннему строению и особенностям петрографического состава Кунгусский и Кулижинский массивы можно отнести к перидотит-пироксенит-габбровой формации.

Петрохимия. Исследование химического состава пород Кунгусского и Кулижинского массивов проводилось с использованием результатов оригинальных силикатных анализов ультрамафитов и мафитов, полученных в процессе выполнения тематических работ. В качестве сравнительных объектов были использованы химические анализы из однотипных пород Бурлакского и Гальмознанского массивов.

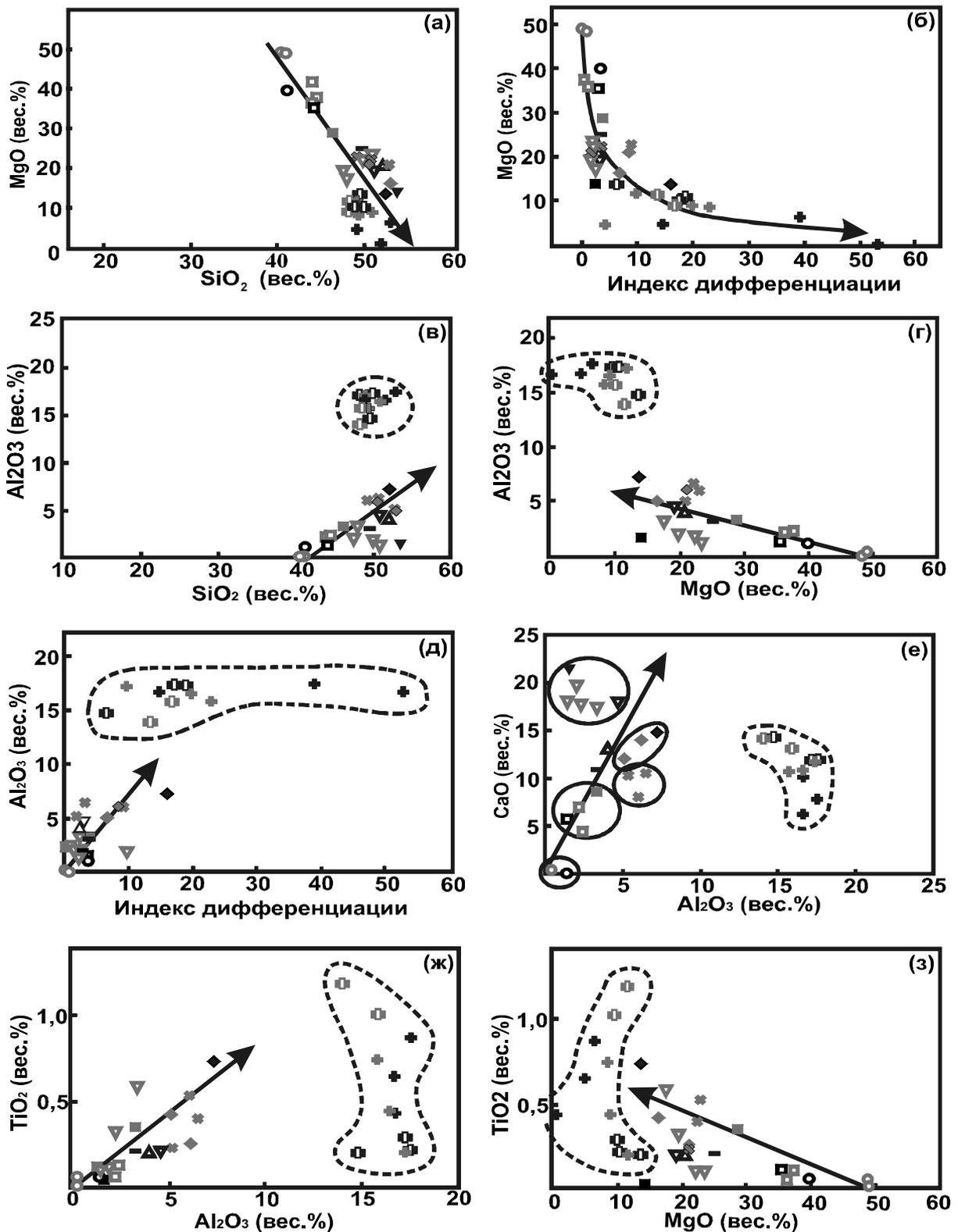
Первый из них имеет близкий раннепротерозойский возраст и относится к нижнедербинскому перидотит-пироксенит-габбровому комплексу Восточного Саяна. Второй является более молодым верхнемеловым и имеет перидотит-пироксенит-габбровый состав (Корякия). Химические анализы по сравниваемым объектам были заимствованы из опубликованных литературных источников [1–3] (см. таблицу).

Петрохимический анализ исследуемых и сравниваемых массивов проводился с использованием бинарных диаграмм (рис. 2). На диаграммах $\text{SiO}_2\text{-MgO}$ и ИД-MgO (рис. 2, а, б) фигуративные точки ультрамафитов и габброидов исследуемых массивов образуют единый хорошо выраженный общий линейный эволюционный тренд, который отражает уменьшение MgO при соответствующем увеличении содержания SiO_2 и возрастании индекса дифференциации исходного магматического расплава.

Несколько иная картина наблюдается на бинарных диаграммах $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$, $\text{ИД-Al}_2\text{O}_3$ (см. рис. 2, в, г, д), показывающая различное распределение фигуративных точек для ультрамафитов и габброидов. Фигуративные точки ультрамафитов Кунгусского и Кулижинского массивов обнаруживают линейное распределение в виде единого эволюционного тренда, при этом с увеличением Al_2O_3 возрастают содержания SiO_2 и уменьшаются – MgO . Аналогичный тренд распределения фигуративных точек обнаруживают ультрамафиты Бурлакского и Гальмознанского массивов с образованием последовательного ряда пород: дуниты → верлиты → вебстериты → клинопироксениты. Фигуративные точки составов габброидов исследуемых и сравниваемых массивов локализируются в обособленное единое поле, которое не перекрывается с ультрамафитами. Вероятно, это может быть связано с нарушением последовательной дифференциации магматических расплавов от ультраосновных к основным при формировании этих массивов.

На диаграмме $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ (рис. 2, е) фигуративные точки дунитов, верлитов, перидотитов, горнблендитов и клинопироксенитов исследуемых и эталонных массивов образуют самостоятельные дискретные поля, которые, в целом, располагаются в соответствии с обычным трендом, фиксирующим существенное увеличение содержания CaO в породе при незначительном увеличении содержания Al_2O_3 . Фигуративные точки габброидов также образуют самостоятельное дискретное поле, но несколько иной природы, не отвечающей общей эволюции ультраосновного расплава.

На бинарных диаграммах $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ и MgO-TiO_2 (см. рис. 2, ж, з) также отмечается разделение ультрамафитов и габброидов на обособленные поля. При этом габброиды на обоих диаграммах образуют линейно вытянутое поле, обусловленное несколько различной титанистостью этих пород в сравниваемых массивах. Минимальными значениями титанистости будут обладать габброиды Бурлакского массива, наивысшими – габброиды Гальмознанского массива. Содержания титана в аналогичных породах Кунгусского массива близки к умеренным, а для Кулижинского массива изменяются от низких к умеренным.



Условные обозначения:

Кунгусский массив	Кулижинский массив	Бурлацкий массив	Гальмознанский массив
■ Верлиты	■ Верлиты	○ Дуниты	○ Дуниты
□ Лерцолиты	◆ Горнблендиты	■ Верлиты	■ Верлиты
◆ Горнблендиты	◆ Перидотиты	▽ Клинопироксениты	▽ Клинопироксениты
◆ Габброиды	◆ Габброиды	▲ Вебстериты	■ Габброиды
		■ Габброиды	

Рис. 2. Бинарные диаграммы для ультрамафитов и габброидов Кунгусского, Кулижинского, Бурлацкого и Гальмознанского массивов. ИД (индекс дифференциации) = $(1/3 \text{ SiO}_2 + \text{K}_2\text{O}) - (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{FeO})$

Химический состав пород перидотит-пироксенит-габбровой серии Кунгусского, Кулижинского, Бурлакского и Гальмознанского массивов, мас. %

№	Массив	№ обр.	Порода	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1	1	Б-7/а	2	53,62	0,04	1,48	8,89	0,26	13,92	21,46	0,15	0,13
2	1	Б-43	3	49,61	0,21	3,21	10,53	0,17	25,03	10,72	0,31	0,15
3	1	Б-44	4	52,24	0,73	7,28	9,13	0,16	13,57	14,81	1,56	0,45
4	1	Б-25	8	52,89	0,87	17,51	9,27	0,14	6,30	7,77	3,68	1,33
5	1	Б-1	8	48,98	0,65	16,70	16,79	0,23	4,76	10,06	1,57	0,22
6	1	Бк3/16	8	51,57	0,43	16,69	11,78	5,30	0,16	6,23	6,66	0,92
7	2	905	2	46,27	0,35	3,27	11,95	0,15	28,81	8,68	0,34	0,12
8	2	903	4	52,85	0,42	5,03	12,01	0,29	16,40	12,08	0,63	0,23
9	2	910	7	49,21	0,53	6,05	11,97	0,19	22,89	7,94	0,85	0,28
10	2	767	4	50,46	0,25	6,09	6,83	0,15	21,02	14,13	0,88	0,17
11	2	1018/1	7	50,61	0,39	6,45	9,06	0,16	22,17	10,71	0,31	0,11
12	2	В136-31	7	52,77	0,23	5,15	9,42	0,11	21,05	11,01	0,20	0,01
13	2	435/1	8	49,17	0,74	15,79	11,98	0,24	8,55	10,62	2,57	0,18
14	2	1011	8	50,79	0,44	16,51	9,81	0,19	8,96	10,85	2,16	0,25
15	2	В136-17	8	48,89	0,20	17,21	8,98	0,15	11,57	11,81	1,11	0,04
16	3	91-30	1	41,08	0,06	1,25	17,12	0,21	39,81	0,06	0,34	0,00
17	3	и56-91	2	44,09	0,11	1,35	12,61	0,20	35,36	5,87	0,33	0,01
18	3	91-59	5	50,92	0,20	4,67	6,26	0,15	19,33	18,03	0,30	0,07
19	3	и25-91	6	52,02	0,20	3,99	9,39	0,21	20,71	13,12	0,30	0,00
20	3	и18-91	8	48,82	0,21	17,26	8,88	0,14	10,48	11,93	2,12	0,10
21	3	91-2	8	49,89	0,28	17,24	8,61	0,14	10,03	11,71	1,96	0,15
22	3	91-18	8	49,33	0,19	14,73	6,47	0,14	13,56	14,26	0,73	0,03
23	4	Г-1	1	40,77	0,06	0,17	8,74	0,16	48,66	0,25	0,02	0,03
24	4	Г-2	1	40,68	0,01	0,21	8,32	0,17	48,97	0,26	0,05	0,04
25	4	Г-3	2	44,38	0,12	2,30	10,50	0,19	37,44	4,42	0,04	0,03
26	4	Г-4	2	44,03	0,06	2,16	9,57	0,19	36,25	6,99	0,12	0,01
27	4	Г-5	5	49,85	0,11	1,91	5,21	0,13	22,34	19,65	0,28	0,08
28	4	Г-6	5	50,70	0,10	1,34	5,45	0,07	23,49	18,14	0,26	0,04
29	4	Г-7	5	47,47	0,33	2,19	11,95	0,13	19,67	17,69	0,25	0,03
30	4	Г-8	5	47,88	0,60	3,29	12,39	0,21	17,48	17,26	0,39	0,04
31	4	Г-9	8	48,18	1,20	14,07	8,47	0,21	11,43	14,13	0,90	0,98
32	4	Г-10	8	48,36	1,01	15,85	9,48	0,16	9,43	12,97	1,49	0,67

Примечание. Массивы: 1 – Кунгусский, 2 – Кулижинский, 3 – Бурлакский, 4 – Гальмознанский. Породы: 1 – дунит, 2 – верит, 3 – перцолит, 4 – горнблендит, 5 – клинопироксенит, 6 – вебстерит, 7 – перидотит, 8 – габброид. № 1–4, 7–9 – оригинальные анализы; № 5–6, 12–15 – [1]; № 16–22 – [2]; № 23–32 – [3]. FeO* = FeO + 0,9*Fe₂O₃.

Такое петрохимическое сходство составов пород Кунгусского и Кулижинского массивов с эталонными Бурлакским массивом нижнедербинского комплекса и Гальмознанским массивом позволяет их отнести к одной перидотит-пироксенит-габбровой формации.

Ультрамафиты и мафиты Кунгусского и Кулижинского массивов представлены ультраосновными и основными ультрамафитами: перидотитами, пироксенидами, горнблендитами, а также габброидами: норитами, габбро-норитами, габбро. При этом ультрамафиты и габброиды представляют собой контрастные ассоциации и не обнаруживают постепенных петрографических переходов. Однако в пределах как ультрамафитовой, так и габбровой ассоциации наблюдаются промежуточные переходные разновидности пород. Вероятно, что разделение исходного основного расплава на производные ультраосновной и основной произошло на

ранней стадии дифференциации. В дальнейшем каждый из этих расплавов претерпел собственную эволюцию в промежуточных камерах в процессе дифференциации с образованием направленной серии пород. Внедрение ультраосновного и основного расплавов, очевидно, происходило одновременно в одни и те же участки литосферы. В результате сформировались ультрамафит-мафитовые интрузии со сложным внутренним строением.

Внутреннее строение, особенности петрографического состава, петрохимическое сходство составов пород Кунгусского и Кулижинского массивов с эталонными раннепротерозойским Бурлакским массивом нижнедербинского комплекса (Восточный Саян) и верхнемеловым Гальмознанским массивом (Корякия) позволяет их отнести к одной перидотит-пироксенит-габбровой формации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смагин А.Н., Ренжин А.В. Прогнозно-поисковые работы в северо-западной части Канской металлогенической зоны; южная часть листа N-46-XII, северная часть листа N-46-XVIII – Красноярский край; листы N-47-XIII, XIV (южная часть листа) – Иркутская область. Красноярск, 2006.
2. Волохов И.В., Иванов В.М. Нижне-Дербинский габбро-пироксенит-перидотитовый интрузивный комплекс Восточного Саяна // Геология и геофизика. 1964. № 5. С. 52–67.
3. Сидоров Е.Г., Козлов А.П. и др. Петрогеохимические особенности пород Гальмознанского базит-гипербазитового массива, Корякия // Петрология и металлогения базит-гипербазитовых комплексов Камчатки: Материалы II научной сессии Камчатского отделения ВМО. М.: Научный Мир, 2001. С. 14–27.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 11 июня 2009 г.