

А. А. Золотарёв¹, В. С. Аплонов²

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛАГИОКЛАЗОВ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ТАЛНАХСКОГО РУДНОГО УЗЛА (северо-запад Сибирской платформы)

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

² ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И. С. Грамберга», Российская Федерация, 190121, Санкт-Петербург, Английский пр., 1

В данной работе обобщены результаты представительной коллекции химических анализов (56 классических и 142 микронзондовых анализа) плагиоклазов из различных горных пород в составе разных интрузий Талнахского рудного узла. Показано, что химический состав плагиоклазов охватывает весь изоморфный ряд от альбита до анортита. Более широкие вариации состава характерны для плагиоклазов из рудоносных интрузий (Верхнеталнахская и Норильск I) в отличие от безрудных (Нижнеталнахская и Нижнениорильская). Явной зависимости между основностью плагиоклазов и магниезиальностью вмещающих их горных пород не устанавливается, что во многом определяется их зональным строением и полихронностью образования, а также может быть связано с аналитическими ошибками. По нашей оценке, результаты около 10% учтенных химических анализов плагиоклазов характеризуются случайными или систематическими ошибками. Библ. 20 названий. Ил. 4.

Ключевые слова: Талнахский рудный узел, химический состав, плагиоклазы.

PECULIARITIES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF PLAGIOCLASE IN ROCKS TALNAKH ORE FIELD (NORTH-WEST OF THE SIBERIAN PLATFORM)

A. A. Zolotarev¹, V. S. Aplonov²

¹ St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

² VNIIOkeangeologia, 1, Angliyskiy pr., St. Petersburg, 190121, Russian Federation

In this paper we have summarised data from representative collection of plagioclase compositions (56 wet chemistry and 142 microprobe analyses) from various rock types of different intrusions within the Talnakh ore field. It is shown that chemical composition of plagioclase covers whole solid solution between albite and anortite. No clear relationships have been established between plagioclase composition and magnesium number of host rocks. This is related to zonal structure and polychronic formation of the studied complexes, as well as problems with analytical data. Our estimations suggest that about 10% of used plagioclase analyses are characterized by random or systematic errors. Refs 20. Figs 4.

Keywords: Talnakh ore field, chemical composition, plagioclase.

Талнахский рудный узел находится на пересечении южной центриклинали Хараелахской мульды с Норильско-Хараелахским глубинным разломом [1]. В его пределах расположены Талнахское, Норильское и другие платиноидно-медно-никелевые месторождения, генетически и пространственно связанные с интрузиями основного состава. Характерной особенностью интрузий является их дифференцированность, наличие различных по составу горизонтов, среди которых сверху вниз выделяются: габбро-диориты, лейкократовое габбро и разнообразные габбро-долериты (безоливиновые, оливинсодержащие, оливиновые, пикритовые, такситовые и контактовые) [2–4]. Особенности химического состава различных минералов, слагающих как промышленно-рудноносные, так и практически безрудные интрузии в пределах Талнахского узла, многочисленные исследователи используют для обо-

снования своих генетических представлений об образовании медно-никелевых руд. Предлагаемая авторами данной статьи интерпретация результатов изучения особенностей химического состава амфиболов, пироксенов, слюд и оливинов из различных горных пород разных интрузий была рассмотрена в ряде публикаций [5–8].

Настоящая работа посвящена изучению особенностей химического состава плагиоклаза, который, наряду с диопсидом и оливином, является главным породообразующим минералом интрузивных пород этого рудного узла. Многие геологи связывали формирование богатых сульфидных руд с обогащенными плагиоклазом породами [9–11], а проблему генезиса существенно полевошпатовых пород рассматривали как одну из важнейших в выяснении природы норильских рудоносных интрузий [12].

Большинство исследователей медно-никелевых месторождений рассматриваемого региона выделяют две генерации плагиоклаза: ранняя генерация минерала представлена более основным плагиоклазом по сравнению с поздней, другими словами, эволюция химического состава плагиоклаза заключается в уменьшении его основности [4]. В литературе [13] было также отмечено, что в отличие от плагиоклаза в составе безрудных массивов, химический состав плагиоклаза из рудоносных интрузий изменяется по разрезу более явственно. В. В. Рябов с соавторами [12] отмечают положительную корреляцию между основностью плагиоклаза и магнезиальностью вмещающих их пород, но осложненную «множеством генераций плагиоклаза и их зональностью». Этим автором [14] отношения $(Ca+Na+K)/Al - Si/Al$, нормирующие состав плагиоклазов по алюминию, считались «чуткими индикаторами кристаллизационной дифференциации» [15]. В различных породах метаморфического ореола дифференцированных интрузий (альбититы, адинолы, роговики и др.) присутствует метасоматический плагиоклаз, как правило, альбит.

Обобщение опубликованных данных о составе плагиоклазов [3, 12, 15–20] позволило нам создать представительную коллекцию классических и микрозондовых анализов, характеризующую плагиоклазы из различных интрузивных и метасоматических пород Талнахского рудного узла. В неё вошли результаты 142 микрозондовых и 56 классических силикатных химических анализов.

Общую кристаллохимическую формулу плагиоклазов можно представить в виде $M(T_4O_8)$, где позиция М заселена преимущественно Ca, Na, K и Ba, а позиция Т — Si, Al и Fe^{3+} . Результаты анализов пересчитывались в формулу на основе теоретического числа атомов кислорода ($O = 8$). Результаты пересчётов свидетельствуют о том, что состав плагиоклазов из различных горных пород и интрузий Талнахского рудного узла охватывает весь изоморфный ряд от альбита до анортита (рис. 1, 2). Сравнение данных микрозондового и классического химических анализов плагиоклазов показывает существенные различия в содержании калия.

Из результатов классического химического анализа следует (см. рис. 1), что все учтенные нами образцы (8 шт.) из Нижнеталнахской интрузии (НТИ) и три образца полевых шпатов из Верхнеталнахской интрузии (ВТИ) правильнее относить к калиево-натриевому ряду, а не к плагиоклазам. Таким образом, общая выборка классических химических анализов плагиоклазов из различных интрузий Талнахского рудного узла сокращается до 45 проб.

В ряде анализов повышенное содержание калия связано с загрязненностью проб, обусловленной вторичными изменениями плагиоклазов, на что указывают большие



Рис. 1. Химический состав плагиоклазов различных интрузий Талнахского рудного узла по результатам классического химического анализа

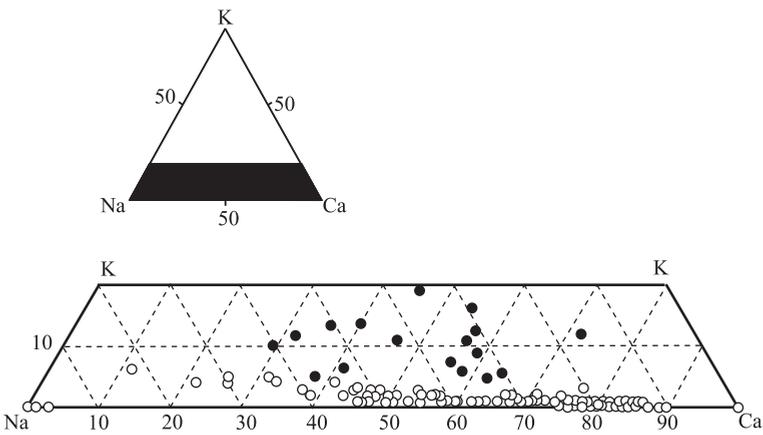


Рис. 2. Химический состав плагиоклазов по результатам микрозондового химического анализа. Залитые кружки — по данным работы М. К. Иванова с соавторами (1973)

цифры потерь при прокаливании. В используемой нами выборке классических химических анализов полевых шпатов максимальное значение потерь при прокаливании составляет 4,67 масс. % (обр. 319М-2, [15]).

По данным микрозондового анализа, максимальное содержание калия (3,2 масс. % K_2O) установлено в пробе полевого шпата № 867/773 из лейкократового габбро Верхнеталнахской интрузии [18]. Следует отметить, что на треугольной диаграмме состава (рис. 2) все точки плагиоклазов с повышенным содержанием калия (более 6,5 ат. %)

соответствуют микрозондовым анализам только из одного литературного источника [18]. Мы связываем этот факт с систематической ошибкой в результатах микрозондового анализа, хотя допускаем, что некоторая часть калия безусловно может входить в качестве изоморфной примеси в состав плагиоклаза. Если из выборки микрозондовых анализов исключить данные из этой работы [18], то окажется, что количество калия в составе плагиоклазов не превышает 6,5 ат. % и несколько возрастает по мере увеличения количества натрия в составе минерала.

На диаграмме, отражающей соотношение кальция и суммы натрия и калия в составе плагиоклазов, по данным микрозондовых анализов, небольшое количество точек (менее 10% от общего числа учтенных анализов) располагаются несколько в стороне от линии, соответствующей «плагиоклазовой схеме» изоморфного замещения: $\text{Ca}^{2+} + \text{Al}^{3+} \leftrightarrow (\text{Na} + \text{K})^{+} + \text{Si}^{4+}$ (рис. 3). Точки состава плагиоклазов, смещенные относительно линии идеального соотношения Ca^{2+} к сумме $(\text{Na} + \text{K})^{+}$ в соответствии с указанной схемой изоморфизма, отличаются низкой суммой катионов ($\text{Ca} + \text{K} + \text{Na}$) в позиции М. Это может свидетельствовать о возможности реализации иных схем изоморфного замещения в плагиоклазах с образованием вакансии в позиции М или вхождением в эту позицию алюминия, магния и железа. Оба варианта маловероятны и можно уверенно полагать, что около 10% учтенных нами микрозондовых анализов плагиоклазов характеризуются случайными или систематическими ошибками. В качестве примера приведем рассчитанную нами формулу полевого шпата для образца КЗ-1672/1910,0 из работы В. В. Рябова с соавторами [12]: $(\text{Na}_{0,74}\text{Ca}_{0,02})_{\Sigma=0,76}(\text{Al}_{1,07}\text{Si}_{3,00})_{\Sigma=4,07}\text{O}_8$. Она явно иррациональна, т. е. результаты анализа сомнительны.

Как видно из рис. 1 и 3, наибольшим разнообразием состава отличаются плагиоклазы из различных пород Верхнеталнахской интрузии, вариации их состава

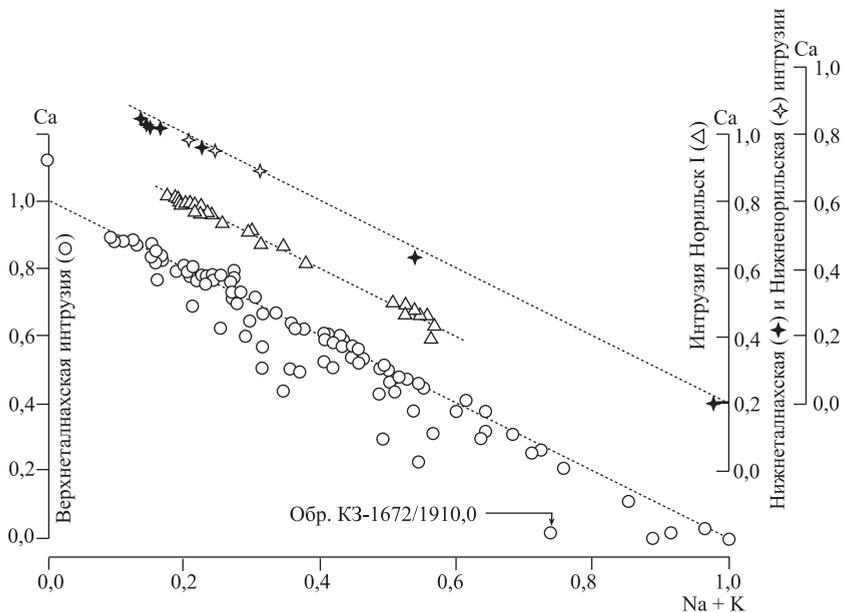


Рис. 3. Химический состав плагиоклазов различных интрузий Талнахского рудного узла (микрозондовый анализ)

охватывают весь изоморфный ряд от альбита до анортита. Плагииоклазы из рудоносной интрузии Норильск I характеризуются менее широкими вариациями состава, и все исследованные образцы укладываются в интервал между 40 и 80 номерами. Сходные составы имеют плагииоклазы из практически безрудных Нижнеталнахской (НТИ) и Нижненорильской (ННИ) интрузий (см. рис. 3), а также из интрузии г. Чёрной (рис. 1). Исходя из приведенных данных, чёткой и однозначной связи между основностью плагииоклаза и рудоносностью интрузий Талнахского рудного узла не наблюдается. Выявленные широкие вариации состава плагииоклазов из рудоносной Верхнеталнахской интрузии отражают либо значительно лучшую изученность этой интрузии и её метаморфического ореола, либо многообразие наложенных метасоматических процессов, проявленных в этой интрузии.

Анализ особенностей химического состава плагииоклазов из различных горизонтов Верхнеталнахской интрузии (ВТИ) показывает (рис. 4) наличие определенной

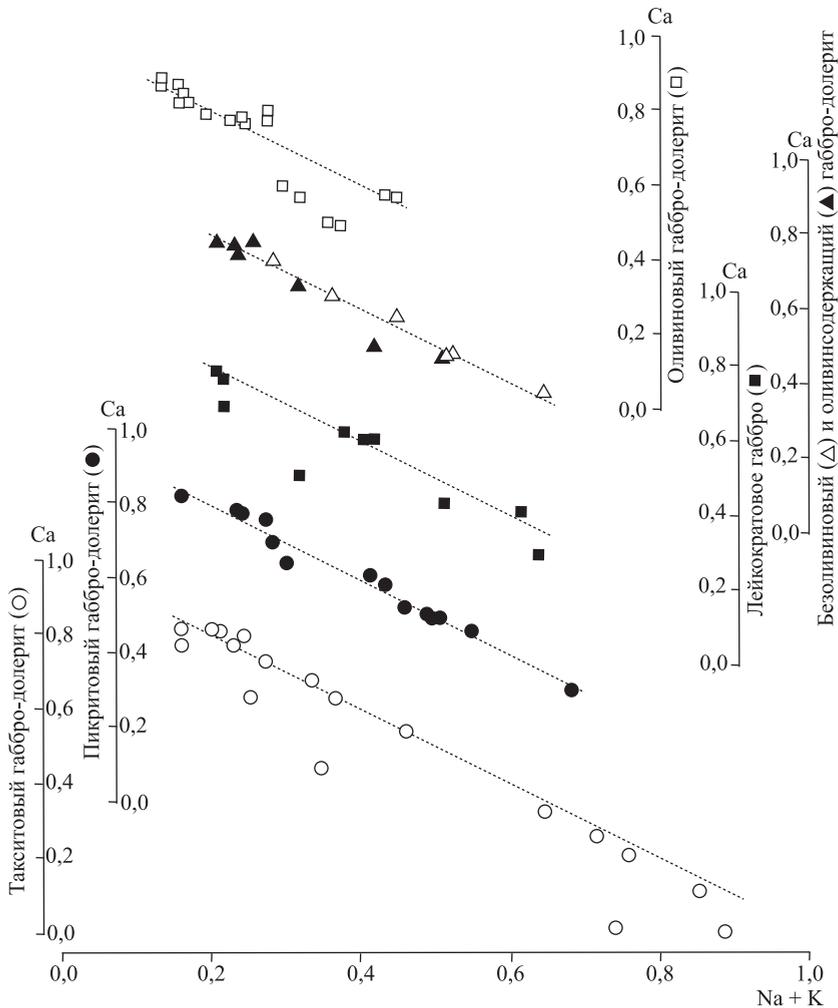


Рис. 4. Химический состав плагииоклазов из различных горных пород Верхнеталнахской интрузии (микронзондовый анализ)

зависимости основности плагиоклаза от магнезиальности вмещающих его пород. Однако, положительная корреляция между магнезиальностью горной породы и основностью присутствующего в ней плагиоклаза существенно осложняется зональностью его кристаллов и полихронностью их образования. Плагиоклазы из такситовых габбро-долеритов характеризуются наиболее широкими вариациями состава, условно их можно разделить на две серии: основные (ранние по времени образования) и кислые (поздние). Наиболее основные плагиоклазы присутствуют в оливиновых габбро-долеритах (см. рис. 4). В горных породах вверх и вниз от оливиновых габбро-долеритов по разрезу Верхнеталнахской интрузии наблюдается некоторое понижение основности плагиоклазов. Наиболее кислые плагиоклазы приурочены к горным породам верхней части разреза ВТИ. Подобное изменение основности плагиоклаза, как нам представляется, не является свидетельством «скрытой расслоенности» Верхнеталнахской интрузии, как полагают некоторые исследователи.

Изучение особенностей химического состава зональных кристаллов плагиоклаза позволяет проследить эволюцию состава минерала во времени. В использованной нами выборке было 15 зерен плагиоклазов с определением химического состава в краевой и центральной зоне кристалла. В большинстве случаев наблюдается уменьшение основности плагиоклаза от центральных к краевым частям кристаллов, хотя отмечаются случаи противоположного характера.

В результате проведённых исследований можно выделить следующие особенности химизма плагиоклазов Талнахского рудного узла.

Химический состав плагиоклазов в составе различных горных пород и интрузий Талнахского рудного узла охватывает весь изоморфный ряд от альбита до анортита. Более широкие вариации состава плагиоклазов характерны для горных пород рудоносных интрузий (ВТИ, Норильск I) в отличие от безрудных (НТИ, ННИ). Явной зависимости между основностью плагиоклазов и магнезиальностью вмещающих их горных пород не устанавливается, что во многом связано с их зональным строением и полихронностью образования. Плагиоклазы из краевых частей зерен в подавляющем большинстве случаев являются более кислыми, чем из центральных, что свидетельствует об их раскислении в процессе кристаллизации.

Несмотря на широкие вариации химического состава, плагиоклазы являются наименее интересными в отношении типохимизма минералами различных горных пород и интрузий Талнахского рудного узла. Выполненные нами по единому алгоритму пересчёты результатов представительной выборки химических анализов плагиоклазов на формулу показали их малую информативность для генетических построений и выводов.

Литература

1. Додин Д. А. Металлогения Таймыро-Норильского региона (север Центральной Сибири). СПб.: Наука, 2002. 822 с.
2. Додин Д. А., Батуев Б. Н. Геология и петрология Талнахских дифференцированных интрузий и их метаморфического ореола // Петрология и рудоносность Талнахских и Норильских дифференцированных интрузий. Л.: Недра, 1971. С. 31–100.
3. Золотухин В. В., Рябов В. В., Васильев Ю. Р., Шатков В. А. Петрология Талнахской рудоносной дифференцированной трапповой интрузии. Новосибирск: Наука, 1975. 436 с.
4. Наторхин И. А., Архипова А. И., Батуев Б. Н. Петрология Талнахских интрузий. Л.: Недра, 1977. 236 с.

5. *Аплонов В. С., Золотарёв А. А.* Особенности химического состава амфиболов Талнахского медно-никелевого месторождения (северо-запад Сибирской платформы) // Записки ВМО. 2005. № 4. С. 45–56.
6. *Аплонов В. С., Золотарёв А. А.* Особенности химического состава оливина Талнахского платиноидно-медно-никелевого месторождения (северо-запад Сибирской платформы) // Записки РМО. 2008. № 6. С. 98–110.
7. *Золотарёв А. А., Аплонов В. С.* Особенности химического состава слюд Талнахского платиноидно-медно-никелевого месторождения (северо-запад Сибирской платформы) // Записки РМО. 2006. № 4. С. 48–65.
8. *Золотарёв А. А., Аплонов В. С.* Химический состав и номенклатура пироксенов из интрузивных им метасоматических пород Норильско-Талнахского рудного узла // Записки РМО. 2010. № 5. С. 55–66.
9. *Годлевский М. Н.* Траппы и рудоносные интрузии Норильского района. М., 1959. 68 с.
10. *Золотухин В. В.* Реакционные образования в рудах Норильска и проблема вкрапленного сульфидного оруденения габбро-долеритов // Докл. АН СССР. 1964. Т. 154. Вып. 3. С. 600–603.
11. *Тарасов А. В.* О механизмах формирования Норильских интрузий и связанных с ней сульфидных тел // Замещение и вторжение при магматизме и рудообразовании (Тр. ИГГ. Вып. 180). Новосибирск, 1976. С. 123–276.
12. *Рябов В. В., Шевко А. Я., Гора М. П.* Магматические образования Норильского района, в 2 томах. Новосибирск: Нонпарель, 2000. Т. 1. 408 с.; Т. 2. 600 с.
13. *Виленский А. М.* Петрология интрузивных траппов севера Сибирской платформы. М.: Наука, 1967. 270 с.
14. *Рябов В. В.* Плагноклазы и клинопироксены расслоенных трапповых интрузий как индикаторы дифференциации магматического расплава // Докл. АН СССР. 1974. Т. 219, № 1. С. 197–200.
15. *Рябов В. В., Золотухин В. В.* Минералы дифференцированных траппов. Новосибирск: Наука, 1977. 392 с.
16. *Додин Д. А., Шатков В. А., Батуев Б. Н., Изоитко В. М.* Новые данные по минералам Талнахского рудного узла // Медно-никелевые руды Талнахского рудного узла. Л., 1972. С. 35–50.
17. *Иванов М. К., Иванова Т. К., Тарасов А. В., Шатков В. А.* Особенности петрологии и оруденения дифференцированных интрузий Норильского рудного узла (месторождения Норильск-1, Норильск-2, горы Черной) // Петрология и рудоносность Талнахских и Норильских дифференцированных интрузий. Л.: Недра, 1971. С. 197–304.
18. *Иванов М. К., Иванова Т. К., Шатков В. А.* и др. Структурно-формационные и физико-химические условия формирования месторождений Норильского плато в связи с поисками богатых руд // СПб. Фонды ВНИИОкеангеология. 1973.
19. *Додин Д. А., Додина Т. С., Садиков М. А., Иванова Т. К.* и др. Минералого-геохимические методы оценки и поисков слепых залежей богатых медно-никелевых руд в Норильском районе и сопредельных территориях // СПб. Фонды ВНИИОкеангеология. 1974.
20. *Криволицкая Н. А., Арискин А. А., Служеникин С. Ф., Туровцев Д. М.* Геохимическая термометрия пород Талнахского интрузива: оценка состава расплава и степени раскристаллизованности исходной магмы // Петрология. 2001. Т. 9, № 5. С. 451–479.

Статья поступила в редакцию 31 марта 2014 г.

Контактная информация

Золотарев Анатолий Александрович — кандидат геолого-минералогических наук, доцент;
zolotarevaa@rambler.ru

Аплонов Виталий Сергеевич — кандидат геолого-минералогических наук

Zolotarev A. A. — Candidate Geological and Mineralogical Science, Associate Professor;
zolotarevaa@rambler.ru

Aplonov V. S. — Candidate Geological and Mineralogical Science