

УДК 549.642.552(571.51)

ПЕТРОГРАФИЯ

В. В. РЯБОВ

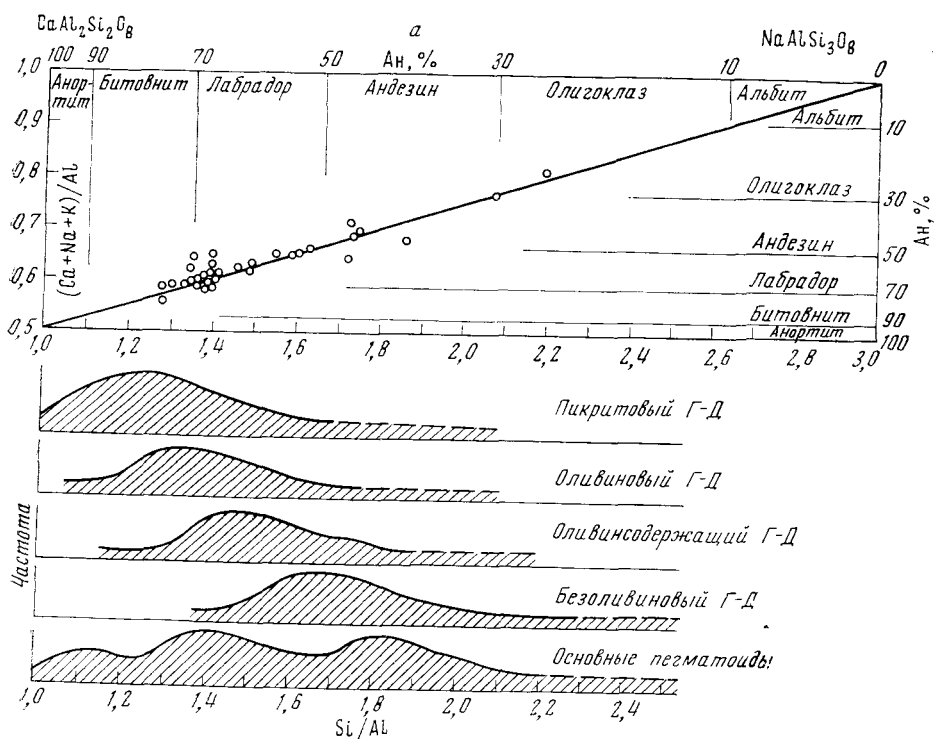
## ПЛАГИОКЛАЗЫ И КЛИНОПИРОКСЕНЫ ТРАПОВЫХ ИНТРУЗИЙ КАК ИНДИКАТОРЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ МАГМАТИЧЕСКОГО РАСПЛАВА

(Представлено академиком В. С. Соболевым 29 XI 1973)

Отличительной чертой трапových интрузий норильского типа является их псевдостратифицированное строение, обусловленное изменением содержания и состава основных породообразующих минералов в разрезе магматического тела. Основными породообразующими минералами интрузий являются оливины, клинопироксены и плагиоклазы, различные соотношения которых дают спектр пород расслоенной серии; в связи с этим снизу вверх по разрезу выделяются: пикритовые, оливиновые, оливинсодержащие и безоливиновые габбро-долериты (Г-Д). Характерные для дифференцированных интрузий норильского типа проявления основных пегматоидов (такситовые и троктолитовые Г-Д и лейкократовые и оливиновые габбро) приурочены главным образом к верхней и нижней приконтактовым частям магматических тел, но могут быть встречены в любой части разреза интрузии. В зависимости от состава вмещающих пород и особенностей формирования пегматоиды имеют переменный минеральный и химический состав. Для пород расслоенной серии устанавливается закономерное изменение петрохимических свойств в разрезе интрузии, что подавляющим большинством исследователей объясняется кристаллизационной дифференциацией магматического расплава и достаточно полно освещается в ряде работ.

Снизу вверх по разрезу интрузии происходит уменьшение содержания оливина и некоторое повышение его железистости. Количество плагиоклаза увеличивается от приподошвенных к кровельным частям интрузии, в этом же направлении происходит уменьшение в составе минерала содержания анортитового компонента, что будет показано ниже.

Значительно сложнее обстоит дело с клинопироксенами (КлП). До недавнего времени считалось, что железистость КлП дифференцированных интрузий норильского типа увеличивается снизу вверх по разрезу. Изменение состава породообразующих минералов хорошо согласовалось с представлениями о кристаллизационной дифференциации базальтового расплава. Однако данные о составе КлП базировались в подавляющем своем большинстве на оптических методах исследования, и, как стало теперь известно, замеры констант обычно давали завышение железистости минерала. В последнее время появился ряд работ, посвященных особенностям проявления и химизма КлП норильских интрузий<sup>(1-3)</sup>. В габбро-долеритах установлены два типа КлП: бурые (коричневые) и зеленые; они встречаются в одноименных породах как порознь, так и совместно. Детальные исследования показали, что диапазон колебания общей железистости КлП в интрузиях Норильск-1 и Талнах составляет около 10%, причем приближающиеся к этому значению колебания (7,1%) могут происходить даже в пределах одного дифференциата. В целом по разрезу интрузии повышение содержания железа КлП из верхних дифференциатов не устанавливается, а наибольшие отличия по общей железистости отмечаются для зеленых (16%) и коричневых (25,4%) КлП<sup>(1)</sup>.



В связи с вышеизложенным М. Н. Годлевский с соавторами <sup>(2)</sup> приходят к выводу, что при дифференциации интрузии заметной эволюции состава пироксенов (относительно содержания основных компонентов, в том числе и железистого) или не происходило вообще, или же она ограничивалась небольшой площадью. Авторы считают, что КлП имеют постоянный состав, который свидетельствует о выравнивании параметров состояния магматической системы к моменту кристаллизации пироксенов <sup>(2)</sup>.

Таким образом, создается впечатление, что в процессе кристаллизационной дифференциации количественные соотношения и химизм оливина и плагиоклаза эволюционируют, а состав КлП, находящегося в то же время в закономерных сростаниях с плагиоклазом, остается постоянным. Можно полагать, что незначительные колебания железистости КлП норильских дифференцированных интрузий говорят только о сравнительно стабильной железистости расплава в ходе кристаллизации КлП, но отнюдь не о постоянстве состава минерала и вытекающих отсюда выводах. Фактические данные свидетельствуют об изменении состава ассоциирующих с КлП минералов, поэтому если не железистость, то какой-то другой из параметров состояния системы, вероятно, должен как-то отражать изменяющиеся в ходе кристаллизационной дифференциации условия среды, которые, в свою очередь, фиксируются в составе минералов.

В качестве показателей изменения состава плагиоклазов (Пл) и КлП нами выбраны отношения  $(Ca+Na+K)/Al$  и  $Si/Al$ , которые представляют собой развернутый треугольник с вершинами  $(Ca+Na+K) - Al - Si$ . Представляет интерес сопоставление изменений состава Пл и КлП, осуществляющихся во всех дифференциатах интрузии, причем для Пл эти изменения по разрезу интрузии у исследователей не вызывают сомнения. С этой целью для Пл и КлП построены диаграммы в указанных координатах и гистограммы распределения в различных дифференциатах в зависимости от изменяющегося отношения  $Si/Al$  (рис. 1). Для построения диаграмм использовались имеющиеся у нас и в литературе <sup>(1-3)</sup> данные химических анализов минералов по интрузиям Норильск-1 и Талнах.

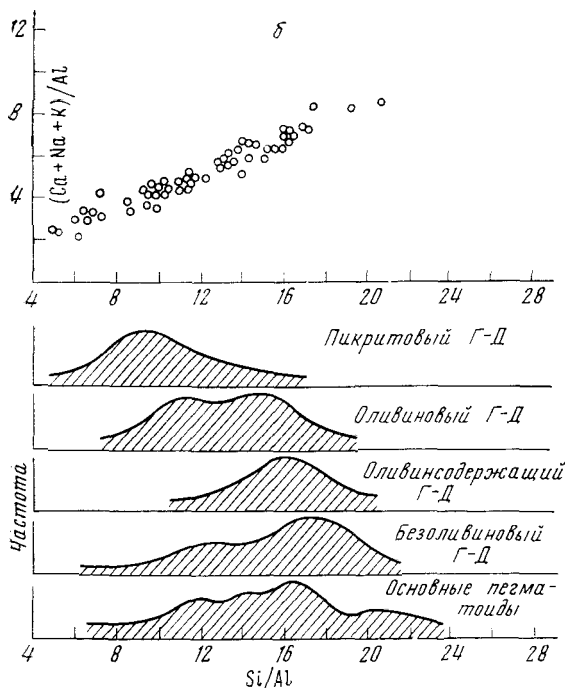


Рис. 1. Диаграммы зависимости  $(Ca + Na + K)/Al - Si/Al$  и гистограммы распределения плагиоклазов (а) и клинопироксенов (б) различного состава в габбро-долеритах дифференцированных трапловых интрузий норильского типа (объяснение в тексте)

На диаграмме изменения состава плагиоклаза в разрезе интрузии (рис. 1а) точки анализов располагаются вдоль диагональной прямой, которая построена по расчетным данным, из стехиометрических соотношений альбитового и анортитового компонентов в кристаллохимической формуле плагиоклаза. В левой части диаграммы находится рой точек Пл из пикритовых Г-Д, правее располагаются Пл из оливиновых Г-Д, далее из оливинсодержащих и безоливиновых Г-Д, причем поля точек Пл из соседних дифференциатов перекрывают друг друга. Точки анализов Пл из основных пегматитов рассеяны по всему шлейфу точек, соответствующих Пл из габбро-долеритов расслоенной серии интрузии, что объясняется различным составом пегматитов. Более наглядно изменения состава Пл в разрезе интрузии видны на гистограммах, которые построены по результатам многочисленных замеров минерала на федоровском столике. Здесь четко проявляется постепенное смещение максимума основности плагиоклаза по разрезу интрузии от пикритовых к безоливиновым Г-Д. У пегматитов отмечается широкий диапазон колебания состава плагиоклаза с двувёршинным максимумом, левая из них приближается к плагиоклазам из пикритовых Г-Д, а правая — из безоливиновых. Некоторое несоответствие результатов оптических определений и анализов Пл обусловлено тем, что в последних мы имеем валовый состав минерала из породы, а в оптических замерах определялись конкретные части кристаллов. В большинстве случаев в рудоносных интрузиях наблюдаются зональные кристаллы Пл с широкими вариациями состава (вплоть до десятков номеров) в ядерных и периферических частях. В целом изменения состава Пл по химическим анализам и оптическим замерам имеют общую тенденцию к уменьшению основности снизу вверх по разрезу интрузии, следствием которой является увеличение отношений  $(Ca + Na + K)/Al$  и  $Si/Al$ , вытекающее из самой природы минерала.

Диаграмма, построенная для КлП (рис. 1б) в тех же координатах, что и для Пл, показывает, что указанные отношения элементов не остаются постоянными для КлП из различных дифференциатов, а закономерно изменяются. Каждый из использованных в диаграмме компонентов внутри

группы КлП дает незначительные колебания абсолютных величин и является мало информативным, в то время как в виде отношений эти элементы проявляют высокую значимость. Распределение точек анализов КлП по дифференциатам в зависимости от Si/Al показано на гистограммах, где отчетливо видно, что максимум постепенно и последовательно смещается от пикритовых к базальтовым Г-Д с возрастанием величины отношения, т. е. имеет тенденцию, аналогичную установленной для Пл. Вычисленные по результатам химических анализов средние значения Si/Al для различных дифференциатов оказались следующими: для пикритовых Г-Д 9,21, базальтовых Г-Д 11,56, базальтоидных и базальтовых Г-Д 12,72.

Таким образом, можно констатировать, что отношения  $(Ca+Na+K)/Al$  и  $Si/Al$  оказываются довольно чувствительными показателями изменения физико-химических условий кристаллизации Пл и КлП. Закономерность изменения этих отношений, по-видимому, может рассматриваться как результат эволюции щелочности — кислотности магматического расплава. Влияние этого параметра состояния магматической системы на кристаллизующиеся парагенезисы минералов уже неоднократно освещалось в литературе (4). Для магматических КлП, в частности, считается, что повышенная кремнекислотность расплава приводит к повышению этого компонента в КлП и парагенезисах, содержащих данный минерал, а с уменьшением щелочности и кремнекислотности расплава происходит увеличение глинозема КлП (5). Отсюда следует, что наиболее богатые глиноземом КлП должны быть в недосыщенных кремнекислотой пикритовых габбро-долеритах, а бедные этим компонентом разновидности минерала — соответственно в верхних базальтовых Г-Д, как мы и видим на диаграмме (рис. 16).

Итак, изменения условий кристаллизации магматического расплава находят свое отражение в изменении состава породообразующих минералов и, как следствие этого, в петрохимических особенностях пород дифференцированных интрузий. Отсюда следует: 1) клинопироксены и плагиоклазы являются надежными индикаторами кристаллизационной дифференциации магматического расплава порфирных интрузий; 2) наиболее чувствительными к изменению условий кристаллизации расплава и как показатели дифференциации для алюмосиликатов являются отношения  $(Ca+Na+K)/Al$  и  $Si/Al$ .

Автор пользуется случаем, чтобы выразить свою благодарность акад. В. С. Соболеву, В. В. Золотухину и А. М. Вилескому за ценные советы в ходе написания статьи и обсуждение результатов работы.

Институт геологии и геофизики  
Сибирского отделения Академии наук СССР  
Новосибирск

Поступило  
29 XI 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. Д. Генкин, А. С. Дудыкина, Р. Л. Телешова, В кн. Минералы базитов в связи с вопросами петрогенезиса, М., 1970. <sup>2</sup> М. Н. Годлевский, А. П. Полушкина, В. К. Степанов, Зап. Всесоюз. мин. общ., 2 сер., т. 100; в. 5 (1971). <sup>3</sup> Д. А. Додин, В. А. Шапков, ДАН, т. 200, № 2 (1971). <sup>4</sup> В. С. Соболев, Петрология трапцов Сибирской платформы, 1936. <sup>5</sup> А. М. Вилеский, А. Н. Зедгенизов, ДАН, т. 186, № 2 (1969).