

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКЦЕССОРНОГО ЦИРКОНА  
В ГРАНИТАХ МОХНАТУХИНСКОГО МАССИВА  
(РУДНЫЙ АЛТАЙ)**

Т. И. ПОЛУЭКТОВА

(Представлена проф. А. М. Кузьминым)

Как известно, циркон относится к наиболее распространенным акцессорным минералам интрузивных пород, например, гранитов [2, 4, 6, 7], и находит широкое применение для решения ряда специальных вопросов петрологии и геохимии [5, 8]. Результаты работ многих исследователей показывают, что морфологические, химические особенности этого минерала отражают физико-химические условия формирования горной породы [7]. В предлагаемой статье приводятся данные о характере распределения акцессорного циркона в гранитах Мохнатухинского массива. Особое внимание уделяется размеру и морфологическим особенностям кристаллов, в частности, отношению их длины к ширине.

Мохнатухинский массив расположен в северо-западной части Рудного Алтая на р. Убе, правом притоке р. Иртыша, и представляет собой асимметричный лакколит. Возраст плутона пермский. Основное поле интрузивного тела сложено крупнозернистыми порфиroidными гранитами.

Порфиroidные выделения представлены микроклином и плагиоклазом. Вкрапленники микроклина распределены в гранитах неравномерно. Количество их изменяется от 50 до 200 на  $1 \text{ м}^2$  породы, размеры варьируют в пределах  $3 \times 1,5 - 10 \times 4 \text{ см}^2$ . Крупные кристаллы микроклина в эндоконтактной полосе интрузива несут следы заметной коррозии: ребра граней зазубрены, зерна как правило, разбиты трещинками, по которым развивается биотит. Нередко встречаются индивиды, сдвойникованные по карлсбадскому закону. Порфиroidные выделения плагиоклаза встречаются в таблитчатых кристаллах размером  $2 \times 5 - 0,8 \times 2,5 \text{ см}$ . Состав его отвечает олигоклазу, андезин-олигоклазу.

Основная масса гранитов состоит из плагиоклаза, кали-натровых полевых шпатов, кварца, биотита, акцессорных и вторичных. Плагиоклаз распределен в породе неравномерно, количество его в интрузиве колеблется в пределах 4—28% (рис. 1, а), среднее содержание составляет 16%. В эндоконтактной зоне массива количество плагиоклаза увеличивается и изменяется в пределах 4—45% (рис. 1, б), среднее содержание его в гранитах эндоконтакта — 20%. Минерал проявляется в форме короткопризматических, таблитчатых индивидов размером от 2 до 5 мм. Обычны полисинтетические двойники. Состав плагиоклаза изменяется от № 18 до № 38. Калишпаты присутствуют в виде решетчатой, слабо решетчатой и нерешетчатой модификации микроклина. Количество его в массиве варьирует в пределах от 5 до 32% (рис. 1, а), в эндоконтакте — 5—38%

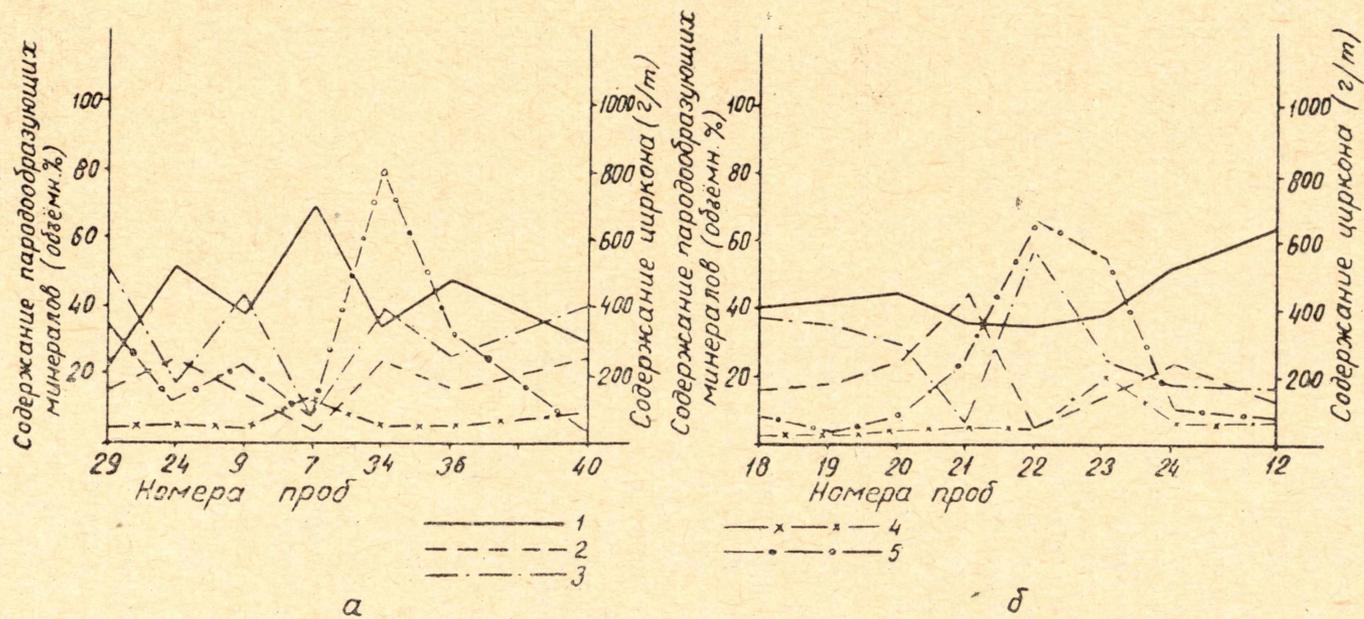


Рис. 1. Вариационная диаграмма содержания минералов в гранитах Мохнатухинского массива: а—в центральной части, б—эндоконтактной. 1—кварц, 2—плагноклаз, 3—кали—натровые полевые шпаты, 4—биотит, 5—циркон.

(рис. 1, б). Среднее содержание минерала в гранитах интрузива составляет 34%, в эндоконтакте понижается до 28%. Зерна калишпата аллотриоморфной формы, размер их 1,5—5,5 мм. Содержание кварца в породе колеблется от 20 до 70% (рис. 1, а); по периферии интрузива предел колебания количества кремнезема в граните понижается и составляет 35—60% (рис. 1, б). Присутствует кварц в округлых, ксеноморфных зернах, а также в виде идиоморфных пойкилитовых включений в микроклине и плагиоклазе. Количество биотита по всей площади интрузивного тела выдержано и составляет 5—10%, лишь в одной точке (23) достигает 20% (рис. 1, а, б). Проявляется минерал в виде пластинчатых и чешуйчатых зерен темнобурого цвета. Плеохроизм сильный от соломенно-желтых по  $N_p$  до красно-бурых тонов по  $N_g$ . Общая железистость биотита варьирует от 48 до 80%, достигая минимального значения в гранитах из контакта с вмещающими породами. Вторичные минералы представлены пилитом, серицитом, развивающимся по плагиоклазу, и мусковитом, замещающим биотит.

Материал для изучения акцессорных минералов был получен из проб весом 2,5 кг, которые отбирались по определенным геохимическим профилям с расстоянием между точками 500 м, в эндоконтактовой части интрузива — через 100 м в направлении удаления от контакта с вмещающими породами к центру интрузива. Обработка проб проводилась по общепринятой схеме.

Циркон, один из наиболее распространенных акцессорных минералов изучаемых гранитов, характеризуется весьма большой неравномерностью распределения, которая особенно четко выражена в центральной части интрузива (рис. 1, а, б). Так, разница между максимальным и минимальным количеством описываемого минерала в массиве составляет 827 г/т, в эндоконтактовой зоне — 556 г/т. Среднее арифметическое содержание циркона в центре интрузива выше, чем по периферии и составляет соответственно 311,6 г/т и 190 г/т. Коэффициент вариации, определяющий отклонение содержания минерала от среднего арифметического, в гранитах центральной зоны массива ниже, чем эндоконтактовой и равен соответственно 0,18 и 0,3%.

В гранитах установлено 15 морфологических типов кристаллов циркона, из них чаще встречаются многогранники 8-го, 9-го, 10-го, 11-го, 12-го типов\* однако преимущественным распространением пользуется 8-й кристаллографический тип (рис. 2), особенностям распределения которого и дается подробная характеристика.

Кристаллы циркона 8-го морфологического типа характеризуются хорошо развитыми гранями  $\{100\}$  и  $\{110\}$ . Грани формы  $\{311\}$  резко асимметричны, неравновелики и наблюдаются, как правило, в неполном числе. По характеру окраски выделяются бесцветные, розовые, желтые и красно-бурые цирконы.

Бесцветные индивиды распределены в массиве неравномерно, частота встречи их в пробах меняется от 42 до 78% (рис. 3, а); в эндоконтактовой зоне интрузива количество бесцветных цирконов увеличивается по мере удаления от контакта с вмещающими породами к центру тела (рис. 3, б). Поверхность граней кристаллов гладкая, блестящая, ребра прямолинейны. Отдельные индивиды переполнены включениями, среди которых опреде-

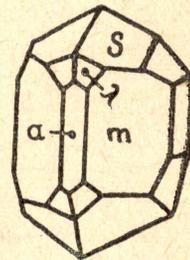


Рис. 2. Восьмой кристалломорфологический тип циркона.  $a$   $\{100\}$ ,  $m$   $\{110\}$ ,  $s$   $\{111\}$ ,  $\lambda$   $\{311\}$ .

\* Номер типа дается в соответствии с таблицей типоморфии кристаллов циркона В. А. Ермолаева [3].

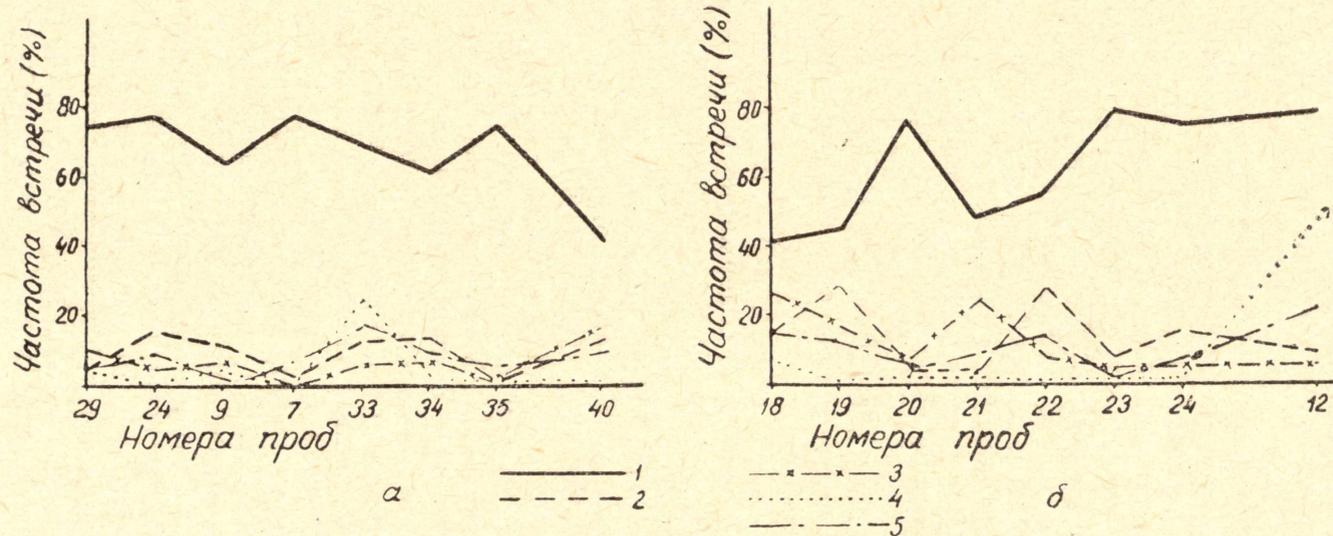


Рис. 3. Вариационная диаграмма распределения бесцветных и окрашенных кристаллов циркона 8-го морфологического типа в гранитах Мохнатухинского массива: а — в центральной части интрузива, б — эндоконтактовой. 1 — бесцветные, 2 — розовые, 3 — желтые, 4 — красно-бурые, 5 — средняя арифметическая окрашенных цирконов.

лены округлые газовые, округло-вытянутой формы газовой-жидкие, а также зерна циркона, биотита и ильменита. Большинство бесцветных кристаллов циркона зональны, и число зон иногда достигает 12. Абсолютные размеры многогранников циркона как центральной, так и эндоконтактовой части массива варьируют в пределах от  $0,09 \times 0,003$  мм до  $0,4 \times 0,1$  мм. Средние размеры — от  $0,15 \times 0,05$  мм до  $0,26 \times 0,08$  мм. Величина максимального удлинения, т. е. отношение длины кристалла к его ширине, непостоянна и изменяется от 3,2 до 5,4; в эндоконтактовой части интрузива пределы колебания увеличиваются и составляют 3,5—7. Минимальное удлинение кристаллов циркона в массиве постоянно и равно 2. Среднее отношение длины многогранника к его ширине в гранитах центральной части интрузива и по периферии изменяется от 2,5 до 3,8, причем колебания отношения обусловлены главным образом варьированием максимального удлинения (рис. 4, а, б).

Розовые кристаллы циркона встречены не во всех пробах. Вычисленная частота встречи их в интрузиве колеблется в пределах 3—17%, в эндоконтактовой части массива конечный предел частоты встречи увеличивается до 29% (рис. 3, а, б). Абсолютные размеры розовых индивидов изменяются от  $0,2 \times 0,06$  мм до  $0,4 \times 0,1$  мм, среднее — от  $0,1 \times 0,04$  до  $0,32 \times 0,10$  мм. Отношения длины кристаллов к их ширине непостоянны и изменяются в широких пределах. Так, величина наибольшего удлинения кристаллов в интрузиве варьирует от 2,5 до 8,3; наименьшего — от 1,8 до 8,3; среднего — 2,2—8,3; в краевой зоне гранитного тела максимальное удлинение колеблется от 2 до 5,4; минимальное — от 2 до 4. Величина среднего отношения длины кристалла к ширине изменяется от 2 до 4,2 (рис. 4, в, г).

Количество желтых кристаллов циркона в массиве варьирует от 5 до 16%, в эндоконтактовой зоне содержание их уменьшается от 28 до 5% с удалением от контакта к центру тела (рис. 3, а, б). Многогранники характеризуются слабо развитыми гранями {311}, ребра сглажены или слабо волнисты. На гранях {110} наблюдаются многочисленные наросты ильменита. Абсолютные размеры многогранников изменяются от  $0,162 \times 0,04$  мм до  $0,216 \times 0,05$  мм. Максимальная величина удлинения варьирует в пределах от 2,2 до 6, минимальная — от 2 до 2,5, в одной из точек гранитного плутона понижается до 1,2. Среднее удлинение колеблется от 2 до 3 (рис. 4, д), в краевой зоне интрузива отношение наибольшей длины кристалла к ширине уменьшается по мере удаления от контакта с вмещающими породами и центральной части массива от 6 до 4,2; величина наименьшего удлинения кристаллов довольно выдержана и составляет 2—2,5; лишь в одном случае она повышается до 4,2. Среднее удлинение изменяется в пределах 2—4,2 (рис. 4, е).

Красно-бурые цирконы распределены в массиве неравномерно и встречены не во всех пробах. В краевой части интрузива красно-бурые индивиды отмечены в повышенном содержании в пробе из контакта с гранитами (8%); в последующих пробах по мере удаления от края интрузива к его центру частота встречи их уменьшается, за исключением одной пробы, находящейся на значительном удалении от контакта с вмещающими породами, в которой количество этой темноокрашенной разновидности циркона резко возрастает до 50% (рис. 3, а, б). Отличительной особенностью красно-бурых кристаллов является сильная трещиноватость, ямчатость граней, зазубренность ребер. Абсолютные размеры кристаллов изменяются от  $0,80 \times 0,08$  мм до  $0,29 \times 0,07$  мм. Средняя величина многогранников колеблется от  $0,15 \times 0,06$  мм до  $0,25 \times 0,07$ . Отношение длины кристалла к ширине в интрузиве варьирует от 1,9 до 3,9, а в эндоконтактовой его части — от 2,8 до 4,3.

Для выяснения связи между частотами встречи бесцветных и окрашенных кристаллов циркона 8-го морфологического типа была вычислена средняя арифметическая частот всех окрашенных разностей (рис. 3, а, б). Как видно из графиков, частоты встречи бесцветных и окрашенных индивидов находятся в обратной зависимости, т. е. с уве-

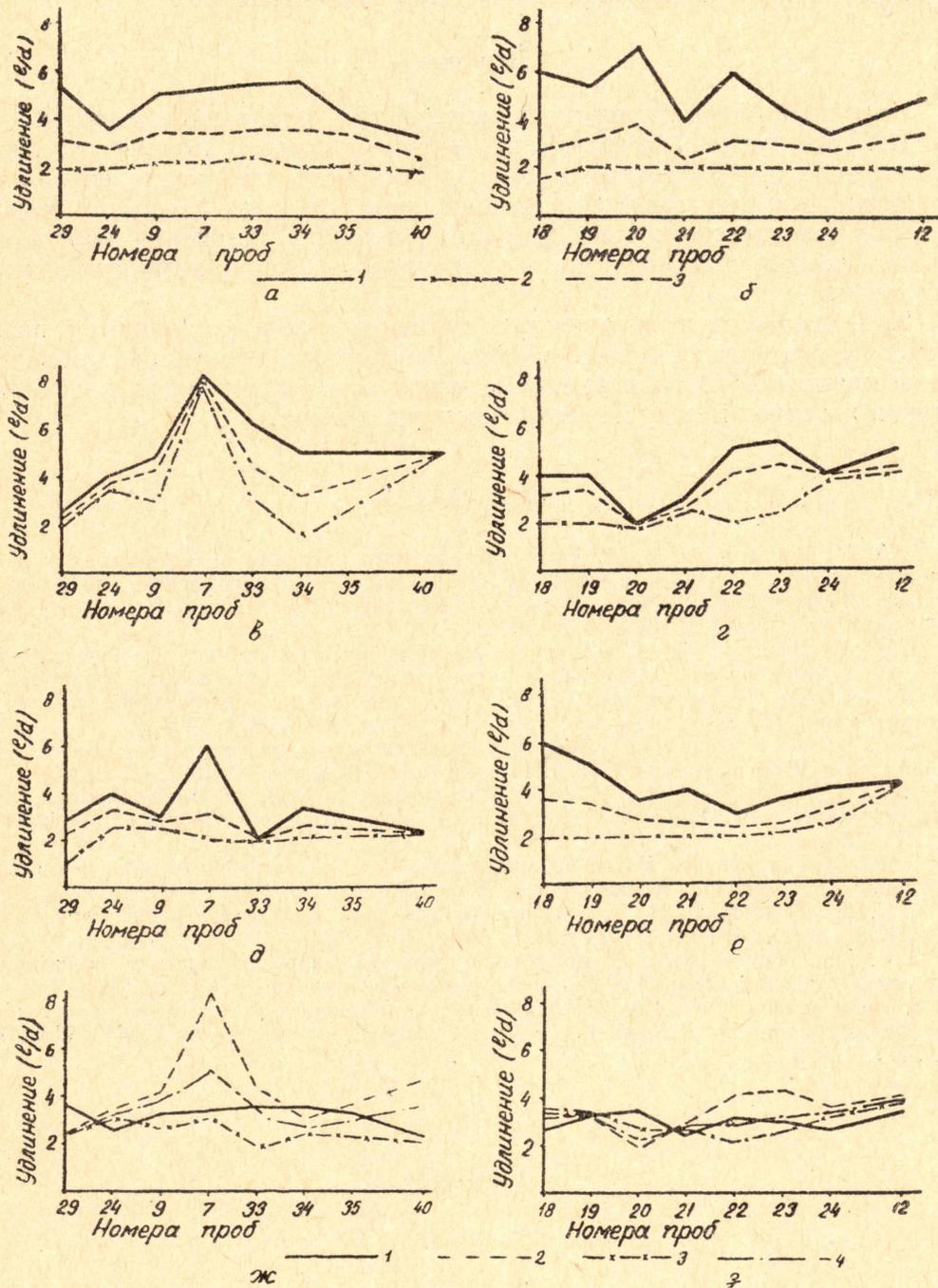


Рис 4. Вариационная диаграмма удлинения кристаллов циркона 8-го морфологического типа в гранитах Мохнатухинского массива. Левые диаграммы — для центральной части интрузива, правые — для эндоконтактовой; а, б — бесцветные; в, г — розовые; д, е — желтые цирконы. 1 — максимальное удлинение, 2 — минимальное, 3 — среднее; ж, з — средняя величина удлинения для бесцветных и окрашенных цирконов. (Для диаграмм ж — 3 условные обозначения приведены на рис. 3)

личением содержания бесцветных цирконов уменьшается количество окрашенных и наоборот.

Средняя арифметическая величина удлинения всех окрашенных разновидностей циркона и отношение длины к ширине бесцветных индивидов находятся также в обратной связи: с уменьшением удлинения бесцветных увеличивается величина окрашенных цирконов (рис. 4, ж, з).

### Выводы

Изложенный материал позволяет сделать следующие выводы.

1. Мохнатухинская гранитная интрузия имеет сложный характер становления, о чем свидетельствует неравномерность распределения как породообразующих, так и акцессорных минералов, в частности, циркона 8-го морфологического типа. Вариации величин удлинения кристаллов циркона также указывают на неустойчивость физико-химических условий среды.

2. Бесцветные и окрашенные индивиды циркона являются разновременными образованиями. О чем говорит установленная обратная связь между частотой встречи бесцветных и окрашенных кристаллов и такая же связь между их величинами удлинения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Баженов, В. А. Ермолаев. Распределение и типоморфия кристаллов акцессорного циркона в породах Элекмонарского многофазного интрузивного массива (Горный Алтай). Мат. по минер., петрограф. и пол. ископ. Зап. Сиб. и Красноярского края, вып. 2, Изд. ТГУ, 1964.
2. К. Н. Браун, Н. А. Ашихмина, Т. С. Магидович. Особенности распределения акцессорных минералов в нижнепалеозойских гранитоидах нижнего течения р. Джиды (Бурятская АССР). Сб. Акц. мин. и эл-ты как критерий комагматич. и металлогенич. специал. магматич. комплексов. Изд. АН СССР, 1965.
3. В. А. Ермолаев. Морфология кристаллов циркона из палеогеновых отложений окраин Томского вала. Зап. Всесоюзн. мин. об-ва, вып. 2, 1961.
4. В. В. Ляхович, Н. И. Нонешникова. Акцессорные минералы гранитных интрузий Западной Тувы и связанных с ними жильных пород. Тр. ИМГРЭ, вып. 7, 1961.
5. В. В. Ляхович. Изучение микроэлементов и акцессорных минералов в современной петрографии. Тр. ИМГРЭ, вып. 1, 1957.
6. Б. К. Львов, Н. И. Петрова. Акцессорный циркон из гранитоидов восточного склона Южного Урала. Сб. Мин. и геол. ЛГУ, 1964.
7. С. Д. Туровский. О морфологических особенностях циркона из изверженных пород Северной Киргизии. Тр. ин-та геол. АН Кирг. ССР, вып. 6, 1955.
8. Норре Hünter. Die Verwendbarkeit morphologischer Erscheinungen an akzessorischen Zirkonen für petrogenetische Auswertungen. Abhandl. Deutsch. Ak. Wiss. Berlin, № 1, 1963.