

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКЦЕССОРНОГО ЦИРКОНА В ГРАНИТАХ КАМЕНСКОГО МАССИВА

(северо-западная часть Рудного Алтая)

Т. И. ПОЛУЭКТОВА

(Представлена профессором А. М. Кузьминым)

Изучением акцессорных минералов в последние годы занимается все большее число исследователей. Повышенный интерес к этим минералам объясняется большими возможностями использовать их для решения различных геологических задач [1, 2, 3, 4, 5]. Во многих работах из всех минералов наибольшее внимание уделяется акцессорному циркону, который пытаются использовать главным образом для целей корреляции гранитных пород, различных по возрасту и условиям образования. В качестве корреляционных признаков при расчленении гранитоидов используют морфологию кристаллов циркона, физические свойства его, главным образом цвет, а также содержание в нем элементов-примесей.

В предлагаемой работе приводятся результаты изучения закономерностей распределения акцессорного циркона в гранитном массиве в горизонтальном направлении от контакта с вмещающими породами к центру тела, а также в жильных его дериватах. При этом наиболее детальный анализ дается характеру изменений удлинения кристаллов как различных морфологических типов, так и бесцветных и окрашенных кристаллов одного и того же типа.

Каме́ский гранитоидный массив расположен в северо-западной части Иртышской зоны смятия среди зеленокаменных сланцев среднего девона и занимает площадь около 200 кв. км. Абсолютный возраст гранитов, по данным определения Ф. С. Закировой, 230—250 млн. лет. В строении массива принимают участие породы пяти интрузивных фаз (в порядке становления): крупно- и среднезернистые порфиридные биотитовые граниты; средне- и мелкозернистые двуслюдяные граниты; аплитовидные граниты; аплиты; пегматиты.

Граниты первой фазы пользуются наибольшим распространением и составляют 75—80% площади интрузивного тела. Среди них можно

выделить породы центральной части массива и эндоконтактовой, различающиеся по степени зернистости: в центре тела крупнозернистые, в краевой зоне — средне- и мелкозернистые. Минералогический состав их довольно однообразный: микроклин, плагиоклаз, кварц, биотит, акцессорные (циркон, апатит, монацит, ксенотим, гранат, сфен, ильменит, магнетит, турмалин, рутил, ортит, пирит), вторичные (хлорит, эпидот, цоизит). Количественные соотношения минералов в гранитах непостоянны и часто колеблются в широких пределах. Количество плагиоклаза в центральной части интрузива варьирует от 16,6 до 54%, составляя в среднем 23,5%; в гранитах эндоконтакта содержание этого минерала колеблется от 10,5 до 35% (среднее 20,8%). Выделено две генерации плагиоклаза. Плагиоклаз I, зонарный, более ранний, образует в породе порфиновые выделения в виде таблитчатых зерен с неровными извилистыми очертаниями. Состав зон меняется от № 27 — в центре кристалла до № 18 — во внешней зоне. Плагиоклаз II присутствует в основной массе породы в виде призматических зонарных зерен. Состав внутренней зоны отвечает № 25—18, внешний № 13—8. Микроклин численно преобладает над плагиоклазом. Содержание его изменяется от 16,5 до 65% (среднее 38%). В породе он образует сравнительно крупные порфиробласты, а также в виде неправильных зерен входит в состав основной массы. По оптическим свойствам микроклин неоднородный. Углы погасания в сечении (001) колеблются от 0° до 15—17°, угол оптических осей $2V = (-)78-84^\circ$. Содержание кварца в гранитах изменяется от 50 до 85%, в среднем составляя в центральной зоне интрузива 30,5%, в эндоконтактовой—36,5%. В породе он образует отдельные зерна или сростания нескольких зерен, встречается также в виде пойкилитовых образований в порфириновых выделениях плагиоклаза, микроклина. Оптические свойства обычные. Биотит по времени образования является самым поздним, распределяется в породе крайне неравномерно, количество его находится в пределах 0,2—15,2%. Представлен ксеноморфными зернами с неровными «рваными» краями. Зерна образуют кучные скопления или распределяются цепочковидно, «рассекая» все породообразующие минералы. Плеохроизм резкий: по *Ng*—темнокрасный, темнобурый до черного, по *Np*—светло-розовый. Показатель преломления довольно постоянен и равен $1,670-1,673 \pm 0,01$; общая железистость 72—74%. Акцессорные минералы находятся в виде включений в биотите или заполняют межзерновые пространства в непосредственной близости от него. Циркон, кроме того, в виде включений иногда встречается в плагиоклазе I.

Интрузивные образования последующих фаз залегают в массиве в форме жильных тел мощностью от 10 см до 1,5—3 м. Минералогический состав их аналогичен биотитовым гранитам I фазы. Количественные соотношения минералов в породах довольно постоянны. По оптическим свойствам породообразующие минералы близки к таковым из гранитов I фазы. Содержание биотита в породах более поздних фаз резко уменьшается, и в аплитах оно составляет 0,2—0,1%. Набор акцессорных минералов тот же, что и в гранитах I фазы, но количество их значительно меньше. Среди акцессорных минералов во всех породах массива циркон является одним из постоянных и наиболее обильных минералов.

С целью изучения особенностей распределения акцессорных минералов, в частности циркона, из пород каждой интрузивной фазы отбирались пробы весом 2,5 кг. Отбор проб биотитовых крупнозернистых гранитов, характеризующихся однообразием, проводился по горизонтальным профилям через 1 км, среднезернистых гранитов из эндоконтактовой зоны — через 100 м.

В породах массива циркон распределяется крайне неравномерно.

В биотитовых гранитах центральной части массива содержание его колеблется от 13,5 до 89,4 г/т. Статистический анализ распространенности циркона показал, что наиболее часто встречаются пробы с содержанием его в интервале 73,5—164,5 г/т (табл. 1, рис. 1). Среднее арифметическое содержание циркона в гранитах центральной части массива — 340 г/т. Коэффициент вариации—19,5%. В краевой фации интрузива количество циркона уменьшается и составляет в среднем 167,5 г/т. Коэффициент вариации 14,4%.

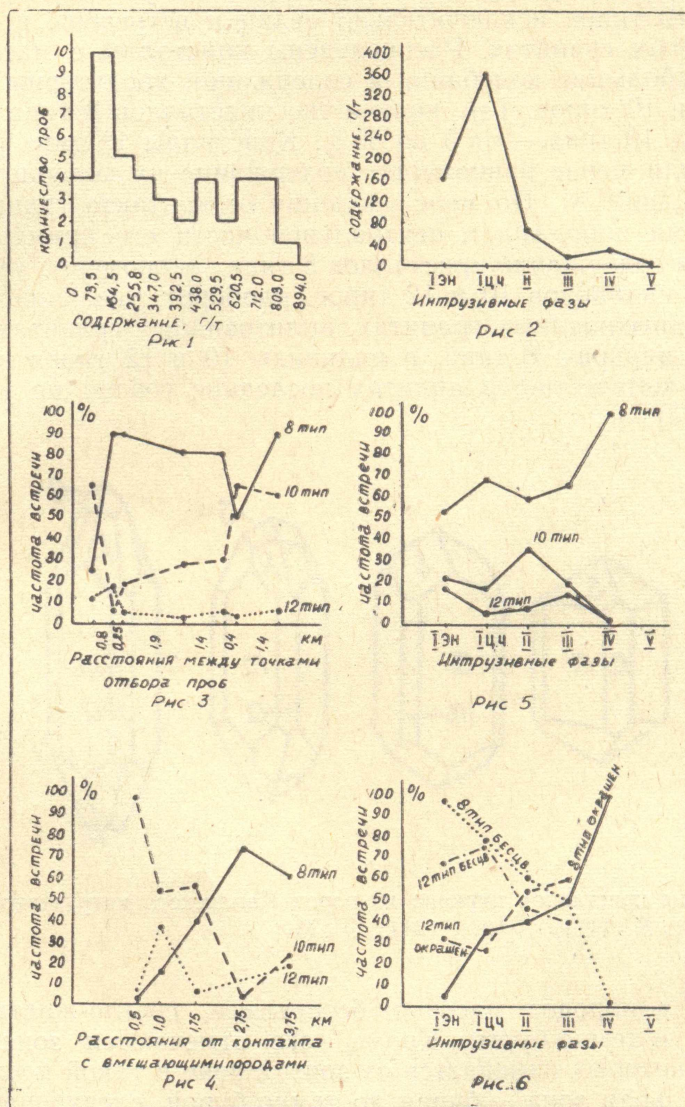


Таблица 1. Вариационные диаграммы содержания циркона и распределения типов кристаллов его в породах Каменского массива. Рис. 1—2. Вариационные диаграммы содержания циркона в биотитовых гранитах первой фазы (рис. 1) и в породах различных интрузивных фаз (рис. 2). Рис. 3—5. Вариационные диаграммы распределения типов кристаллов циркона в биотитовых гранитах центральной части массива (рис. 3), в биотитовых гранитах в направлении от контакта с вмещающими породами к центру тела (рис. 4), в породах различных интрузивных фаз. (рис. 5) Рис. 6. Вариационная диаграмма распределения бесцветных и окрашенных кристаллов циркона в породах массива

В породах поздних дифференциатов среднее значение циркона последовательно уменьшается. Так, в среднезернистых двуслюдяных гранитах оно составляет 58,4 г/т, в аплитовидных гранитах, аплитах и пегматитах соответственно 14,5, 15,9, 3,8 г/т (табл. 1, рис. 2).

Циркон в породах массива представлен кристаллами шести морфологических типов: 8, 9, 10, 12, 15, 19* (рис. 1). Кроме названных типов присутствуют кристаллы с более сложным развитием простых форм, а также переходные разновидности от одного типа к другому. Иногда отмечаются округлые формы зерен циркона, образовавшиеся в результате процесса растворения постмагматическими растворами [1]. Индивиды 9, 15, 19 типов исключительно редки и встречены в биотитовых крупнозернистых гранитах. Распределены кристаллы в массиве неравномерно. Наибольшие колебания в содержании характерны для многогранников 8 и 10 типов. Так, количество кристаллов 8 типа изменяется от 25 до 90%, 10 типа — от 5 до 65%. Кристаллы 12 типа распределяются более или менее равномерно: содержание их колеблется от 6 до 12% (табл. 1, рис. 3). По мере удаления от контакта гранитного тела с вмещающими породами к центральной части его примерно на расстоянии 500 м содержание кристаллов 8 типа закономерно уменьшается, а количество индивидов 10 и 12 типов, наоборот, увеличивается (табл. 1, рис. 4). В двуслюдяных гранитах, аплитовидных гранитах и аплитах преобладают цирконы 8 типа, а индивиды 10 и 12 типов находятся в подчиненном количестве; в аплитах последние совсем не установлены (табл. 1, рис. 5).

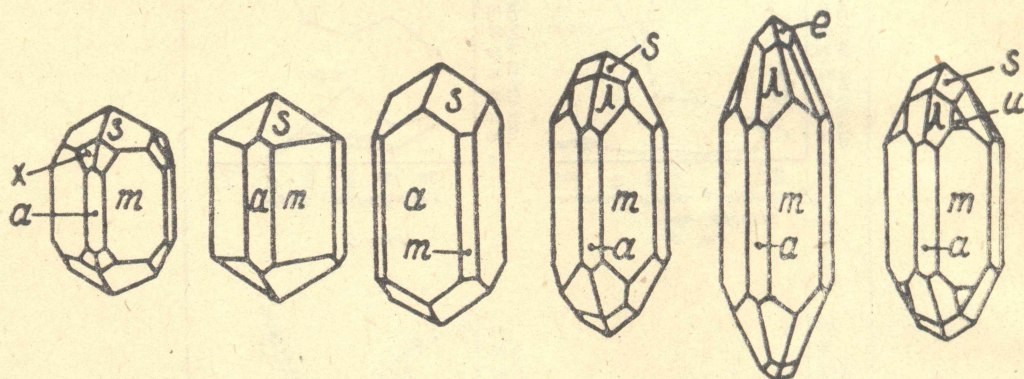


Рис. 1. Типы кристаллов циркона из пород Каменского интрузивного массива.
 a {100}, m {110}, S {111}, e {101}, {311}, u {331}

Цирконы в породах массива бесцветные, светло-желтые, светло-бурые, бурые и темно-бурые. Кроме того, отмечаются зональные кристаллы, цвет которых изменяется от зоны к зоне в такой последовательности: центральная зона — бурая до темно-бурой, следующая — светло-желтая, внешняя зона — бесцветная. Такая смена окраски зон указывает на более позднюю кристаллизацию бесцветных цирконов. Распространенность цирконов различной окраски по массиву неодинаковая.

Среди кристаллов 8 типа преобладают бесцветные. Содержание их в биотитовых гранитах достигает 65%, к периферии массива количество их возрастает до 95%. В породах поздних дифференциатов бесцветные цирконы этого типа встречаются реже, число окрашенных, на-

* В литературе пока нет единой сводки по кристалломорфологическим типам циркона, поэтому каждый исследователь создает «свои» типы кристаллов. На наш взгляд, за основу типизации кристаллов циркона следует принять морфологические ряды В. А. Ермолаева [2]).

оборот, увеличивается. Аналогичная закономерность изменения окраски циркона в направлении от пород ранних фаз к поздним выявлена и для кристаллов 12 типа (табл. 1, рис. 6). Многогранники 10 типа в основном бурые и темно-бурые. Бесцветные разности зафиксированы в единичных пробах из аплитовидных гранитов.

Морфология бесцветных и окрашенных кристаллов каждого из выделенных типов как в породах одного и того же петрографического состава, так и различного, характеризуется своими особенностями. Для более наглядного выявления этих особенностей автором был применен статистический анализ величины удлинения кристаллов. Результаты статистической обработки приведены в виде диаграмм (табл. 2, рис. 1—8). Как видно из диаграмм, удлинение бесцветных и окрашенных кристаллов различно. Так, коэффициент l^* бесцветных кристаллов 8 типа в гранитах центральной части интрузива колеблется от 1,2 до 8,2. Чаще встречаются кристаллы с удлинением в интервале от 2,6 до 2,9.

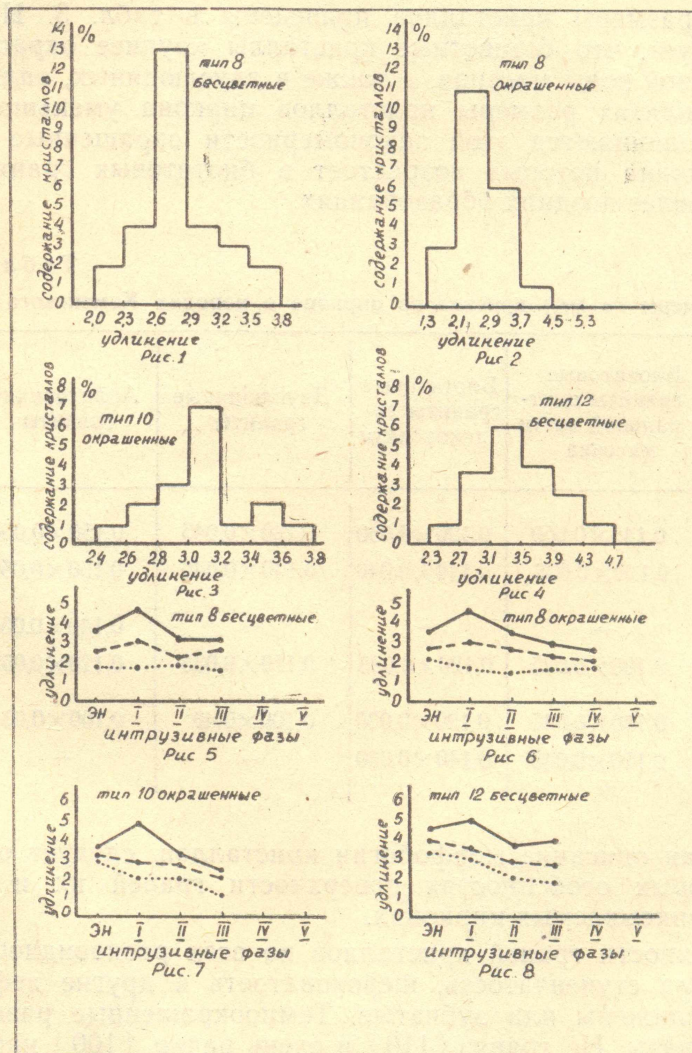


Таблица 2. Вариационные диаграммы величин удлинения кристаллов циркона в породах Каменского массива.

* Во избежание частых повторений величина удлинения кристаллов в тексте называется коэффициентом l ($l = \frac{\text{длина}}{\text{ширина}}$).

(табл. 2, рис. 1) (среднее 2,7). Коэффициент l окрашенных индивидов этого же типа изменяется от 1,7 до 8,6. Наиболее распространены кристаллы с удлинением от 2,1 до 2,9 (табл. 2, рис. 2); среднее значение — 3,0. В гранитах эндоконтактной зоны отношение длины кристалла к ширине колеблется в сравнительно узких пределах. Например, удлинение бесцветных кристаллов 8 типа в этих породах изменяется от 1,6 до 3,7, при среднем значении — 2,5. Коэффициент l окрашенных цирконов колеблется в пределах 1,6—4,2 (среднее — 2,8). Подобная закономерность изменения величины удлинения выявлена также и для кристаллов 10 и 12 типов. Вариация удлинения этих кристаллов в биотитовых гранитах изображена на диаграммах (табл. 2, рис. 3, 4).

При переходе от пород ранних фаз к породам поздних удлинение бесцветных и окрашенных кристаллов рассмотренных типов закономерно уменьшается. Причем наиболее резкие уменьшения коэффициента характерны для максимального его значения. Средние и минимальные величины испытывают незначительные колебания (табл. 2, рис. 5, 6, 7, 8).

Средние размеры кристаллов приведены в табл. 3. Из анализа таблицы следует, что бесцветные кристаллы крупнее окрашенных. В гранитах краевой зоны массива, а также в двуслюдяных, аплитовидных гранитах и аплитах размеры кристаллов циркона уменьшаются. Несколько не подчиняются этой закономерности окрашенные индивиды 10 типа, величина которых возрастает в биотитовых гранитах эндоконтакта и в более поздних образованиях.

Таблица 3
Средние размеры (в мм) кристаллов циркона в породах Каменского массива

Типы кристаллов		Биотитовые граниты центральной части массива	Биотитовые граниты эндоконтакта	Двуслюдяные граниты	Аплитовидные граниты	Аплиты
8	бесцвет.	0,145×0,050	0,120×0,050	0,120×0,045	0,150×0,050	0,160× ×0,070
	окрашен.	0,120×0,035	0,110×0,040	0,140×0,040	0,150×0,050	
10	бесцвет.	—	—	—	0,140×0,035	0,120×0,052
	окрашен.	0,100×0,025	0,120×0,035	0,110×0,035	0,120×0,052	
12	бесцвет.	0,130×0,035	0,120×0,030	0,100×0,40	0,100×0,035	—
	окрашен.	0,150×0,040	0,140×0,030	—	—	

Заканчивая описание морфологии кристаллов, следует остановиться на некоторых особенностях поверхности граней их и характере включений в описываемых цирконах.

На поверхности граней кристаллов во всех разновидностях пород ясно различима ступенчатость, шероховатость и другие дефекты граней. Ребра сглажены или зубчатые. Темноокрашенные разности циркона трещиноваты. На гранях {110} и очень редко {100} наблюдаются наросты биотита, в виде мелкой сыпи — ильменита, магнетита. Характерно, что наросты наблюдаются главным образом на бурых и темнобурых индивидах. Подобное явление было отмечено А. П. Берзиной и В. И. Сотниковым (1963). Ими отмечается широкое распространение цирконов с наростами и их приуроченность к гранитам, претерпевшим метасоматическое изменение в виде калишпатизации и грейзенизации.

В отличие от окрашенных бесцветные кристаллы имеют ровные, прямолинейные ребра, грани гладкие, блестящие. Нередко бесцветные индивиды наблюдаются в параллельных сростаниях и прорастаниях с окрашенными. Характерно, что подобные сростания и прорастания типичны для цирконов из биотитовых гранитов; в породах поздних дифференциатов они не встречены.

Включения в цирконе редки. В бесцветных кристаллах иногда наблюдаются пузырьки газа, газово-жидкие включения, а также мелкие кристаллики светлоокрашенного циркона, чешуйки биотита, пластинки ильменита. Пузырьки газа приурочены, как правило, к центральной части кристалла, а в зональных индивидах — к границам отдельных зон. Наряду с отмеченными включениями в бесцветных кристаллах часто встречаются включения трубчатой формы с четкими, прямолинейными границами. Обычно они ориентированы под некоторым углом к направлению оси симметрии четвертого порядка. Природа подобных трубчатых образований пока остается неясной. Можно лишь заметить, что чаще они встречаются в цирконах из аплитовидных гранитов и аплитов.

Таким образом, в результате изучения акцессорного циркона в Каменском гранитоидном массиве представляется возможным сделать следующие общие выводы.

1. Циркон в гранитах распределяется крайне неравномерно. Наибольшие колебания в содержании этого минерала характерны для биотитовых крупнозернистых гранитов. В породах эндоконтактной зоны массива количество циркона варьирует в более узких пределах, и содержание его ниже, чем в гранитах центральной полосы. В породах более поздних образований двуслюдяных гранитов аплитовидных гранитов, аплитов и пегматитов количество циркона закономерно снижается.

2. Кристаллы циркона по особенностям комбинации простых форм относятся к 8, 9, 10, 12, 15, 19 типам. Распределены в породах массива названные типы неравномерно. Резкие колебания в содержании характерны для 8 и 10 типов, количество цирконов 12 типа изменяется в незначительных пределах.

3. В характере распространения в породах массива каждого из морфологических типов выявлена определенная закономерность. Так, цирконы 8 типа преобладают в биотитовых гранитах эндоконтакта и в породах поздних образований; 10 и 12 типы чаще встречаются в биотитовых гранитах центральной зоны интрузива. В аплитах последние кристаллы не установлены.

4. В гранитах массива цирконы бесцветные, светло-желтые, светло-бурые, бурые и темно-бурые. Окраска кристаллов одного и того же типа в породах массива неодинаковая. В биотитовых гранитах цирконы 8 и 12 типов преимущественно бесцветные или светло-желтые. В породах последующих дифференциатов они приобретают бурую и темно-бурую окраску. Индивиды 10 типа во всех породах массива бурые и темно-бурые.

5. Наличие зональных кристаллов с темноокрашенной внутренней зоной и бесцветной внешней свидетельствуют о более позднем выделении бесцветных индивидов. Учитывая распространенность бесцветных и окрашенных кристаллов различных типов, можно предположить, что в биотитовых гранитах первыми кристаллизовались бурые и темно-бурые цирконы 10 типа, затем выделялись кристаллы 12 типа и последними — бесцветные цирконы 8 типа.

6. Физико-химические условия кристаллизации бесцветных и окрашенных цирконов одного и того же типа различны, на что указывают различные величины их удлинения. Особенно резко отличаются условия

кристаллизации в биотитовых гранитах центральной и эндоконтактовой зон и в двуслюдяных гранитах. В аплитовидных гранитах и аплитах физико-химические условия кристаллизации близки, так как отклонения удлинения цирконов в этих породах незначительное.

7. Абсолютные размеры бесцветных цирконов больше, чем окрашенных. Средние размеры кристаллов уменьшаются в гранитах краевой зоны массива и в породах поздних образований. Уменьшение размеров циркона вполне согласуется с общим уменьшением зернистости этих пород. Несколько не подчиняются этой закономерности окрашенные цирконы 10 типа, размеры которых, наоборот, возрастают в биотитовых гранитах эндоконтактовой части интрузива и в породах поздних дифференциатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов А. И., Ермолаев В. А. Распределение и типоморфия кристаллов акцессорного циркона в породах Элекмонарского гранитоидного интрузивного массива (Горный Алтай). Сб. «Материалы по минералогии, петрограф. и полезным ископ. Зап. Сибири и Красноярского края», вып. 2, 1964.
2. Ермолаев В. А. Особенности типоминералогии и типоморфии акцессорного циркона в разновозрастных магматических комплексах Восточного Забайкалья. Сб. «Материалы по геологии и полезн. иск. Зап. Сибири», Изд-во Томского университета, 1961.
3. Ляхович В. В. Акцессорные минералы как индикаторы геологических процессов. Сб. «Новые методы в минералогии и петрографии и результаты их применения». Госгеолтехиздат, 1963.
4. Львов Б. К. Петрология, минералогия и геохимия Кочкарского района (Ю. Урал). Изд. ЛГУ, 1965.
5. Сморгчов И. Е. Значение акцессорных минералов в изучении изверженных пород. М., 1958.