

АДУЛЯРЫ ГЛАФИРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Уленьская группа, Хакассия)

Е. Н. ЗЫКОВ

В статье излагаются сведения о щелочных полевых шпатах, которые по своему облику кристаллов должны быть отнесены к адулярам.

При изучении скарновых месторождений Уленьской группы летом 1947 г. был собран большой и довольно разнообразный материал, характеризующий минералогию этих месторождений. Полевые наблюдения и последующая камеральная обработка материала позволили установить присутствие ряда распространенных минералов, весьма кратко освещенных в работах предыдущих исследователей. К числу таких минералов следует отнести прежде всего адуляры, найденные на Глафиринском и Калтаровском месторождениях скарнов.

Обработка собранного по адулярам материала проводилась в направлении изучения морфологии кристаллов, а также выяснения генетических и парагенетических особенностей этого минерала.

Формы проявления минерала

Адуляры Глафиринского месторождения, имея в общем характерный для данного минерала облик кристаллов, отличаются вместе с тем некоторым разнообразием по своим морфологическим особенностям.

Одной из характерных форм проявления минерала на месторождении являются друзовидные сростки и одиночные кристаллики, сидящие на стенках пустот в гранатовых скарнах, сложенных существенно светлокоричневым аномально-зонарным гранатом. В одних случаях адуляры образуют мелкие полупрозрачные, обычно плохо образованные кристаллы, в других — белые, слегка желтоватые, розоватые или розовые, совершенно непрозрачные, отличающиеся более совершенной огранкой кристаллы. Те и другие разновидности адуляров обычно имеют вид простых, несдвоенных кристаллов. Нередко пустоты в гранатовых скарнах нацело выполняются адуляром. Постоянно присутствующие здесь вторичные карбонаты меди и гидроокислы железа покрывают тонкой корочкой стенки пустот и полости в гранатовых скарнах, а также и кристаллы адуляра, сидящие на них.

Другой формой проявления минерала являются друзовидные скопления кристаллов на стенках открытых трещин в интрузивных породах. Эти последние вдоль трещин испытывают различной интенсивности изменения, которые представлены альбитизацией плагиоклазов, развитием мусковита, кварца, рутила и апатита. В измененных участках вдоль этих трещин развиваются зерна адуляра, которые на свободной поверхности трещин образуют кристаллические корочки, друзы и отдельные кристаллы, сопровождаясь кальцитом и сульфидами. Адуляры в этом случае имеют вид несколько желтоватых полупрозрачных кристаллов, весьма охотно обра-

зующих двойники. Большая часть кристаллографически изученных адуляров относится именно к подобного рода образованиям.

Кроме только что отмеченных форм проявления адуляра, сравнительно широким распространением на месторождении пользуются зернистые скопления розового и желтоватого полевого шпата, обычно ассоциирующего с кварцем, кальцитом, эпидотом, актинолитом, хлоритом и сульфидами. Следует отметить, что среди зернистых масс этого полевого шпата были обнаружены отдельные кристаллы его, имеющие типичный адуляровый облик. Генетические взаимоотношения этих минералов будут рассмотрены несколько ниже.

Кристаллографическое изучение адуляров

На Глафиринском месторождении адуляры встречаются как в форме одиночных кристаллов, так и в виде двойников, образованных по обычным для щелочных полевых шпатов законам двойникования; поэтому естественно, при обработке материала особое внимание было уделено изучению их кристаллографических особенностей. С этой целью были произведены гониометрические измерения одиночных кристаллов и двойников адуляра.

Несмотря на значительное количество собранных на месторождении образцов с адуляром, число кристаллов, пригодных для измерения, было ограниченным, при этом наиболее благоприятными для измерения оказались именно его двойники.

Детальное изучение одиночных кристаллов данного минерала показало, что последние имеют типичный адуляровый облик, характеризующийся преобладающим развитием формы (110) в зоне [001], в силу чего кристаллы его в данной зоне имеют ромбический характер. В результате гониометрических измерений на различных кристаллах адуляра установлены следующие простые формы: (110), ($\bar{1}01$), (001), (010), (130) и ($\bar{1}11$), из которых наиболее распространенными и определяющими облик кристаллов являются (110), ($\bar{1}01$), а иногда и (001). Формы (130) и особенно ($\bar{1}11$) встречаются на кристаллах сравнительно редко.

По своему облику кристаллы адуляра Глафиринского месторождения довольно разнообразны и по этому признаку могут быть выделены следующие группы. Прежде всего следует отметить кристаллы адуляра короткопризматические по оси [001], облик которых определяется господствующим развитием формы (110) и непостоянным соотношением форм ($\bar{1}01$) и (001), которое выражается в преобладании грани ($\bar{1}01$) по сравнению с (001), в одних случаях (рис. 1), и примерно одинаковым развитием их — в других (рис. 3), с целой серией промежуточных форм (рис. 2). Грань (010) является резко подчиненной вышеотмеченным формам, а на отдельных кристаллах второй пинакloid отсутствует. Этот вид кристаллов, в своей наиболее обычной форме (рис. 2 и 3), отвечает кристаллам адуляра, выделенным Кальбом [7, 449] в тип Циллерталя, или же адуляровому призматическому вертикальному (ромбопризматическому) типу А. М. Кузьмина [3, 57].

Другую группу составляют кристаллы адуляра, характеризующиеся примерно тем же соотношением граней, что и кристаллы предыдущей группы, но отличающиеся от последних большим или меньшим сжатием по вертикальной оси, отчего подобные формы приобретают таблитчатый облик (рис. 4, 5 и 6). Наиболее обычными и распространенными из этой группы являются кристаллы, изображенные на рис. 5 и 6, облик которых определяется преобладающим развитием граней (110) и ($\bar{1}01$). Подобные кристаллы имеют форму, напоминающую тригональный ромбоэдр, несколько

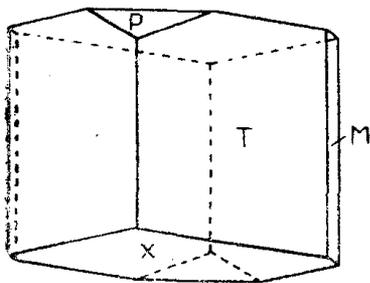
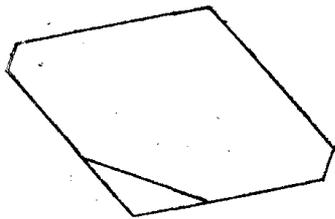


Рис. 1. Кристалл адуяра.
 $T-(110)$; $M-(010)$; $P-(001)$;
 $X-(\bar{1}01)$

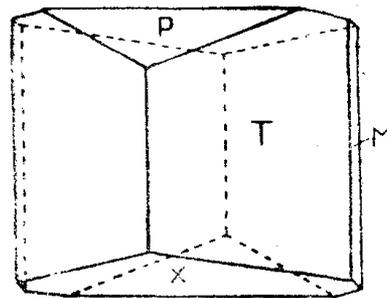
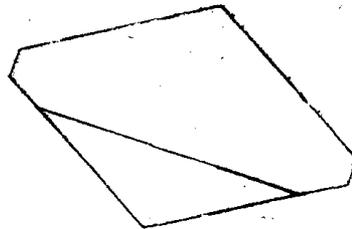


Рис. 2. Кристалл адуяра.
 $T-(110)$; $M-(010)$; $P-(001)$;
 $X-(\bar{1}01)$

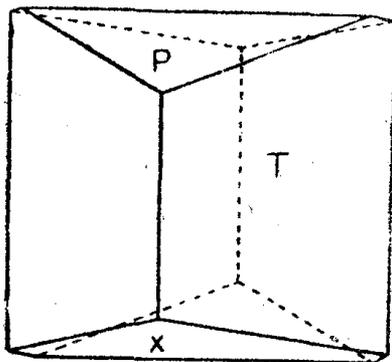
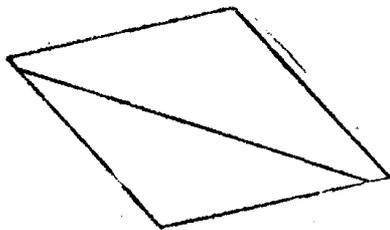


Рис. 3. Кристалл адуяра.
 $T-(110)$; $P-(001)$; $X-(\bar{1}01)$

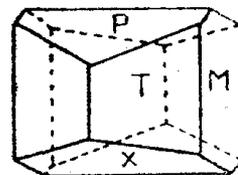
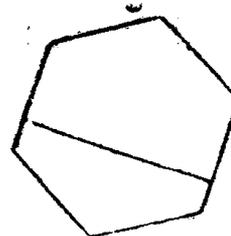


Рис. 4. Кристалл адуяра.
 $T-(110)$; $M-(010)$;
 $P-(001)$; $X-(\bar{1}01)$.

ко сжатый по первой и третьей кристаллографическим осям, что придает им сходство с кристаллами типа Фельзобания [7, 449] или с адуляровым ромбоэдрическим типом [3, 37].

Несколько отличной и своеобразной является форма кристалла, представленная на рис. 4 и наблюдавшаяся в единственном случае. Отличительной особенностью этой формы является примерно равное развитие граней (010) и (110), обуславливающее сходство ее скорее с кристаллами призматическо-гексагоналлоидного (пегматитового) типа [3, 37].

Между двумя крайними членами этих групп кристаллов (рис. 3 и рис. 6) можно наметить целый ряд переходных, связывающих их форм (рис. 2, 1 и 5).

Кристаллы, изображенные на рис. 7, 8 и 9, отличаются присутствием более редко встречающихся форм (130) и ($\bar{1}11$), которые, будучи второ-

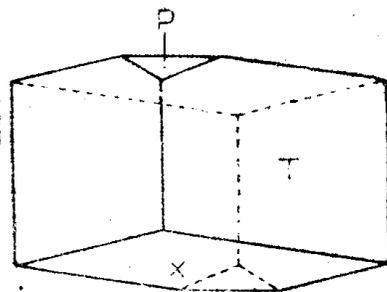
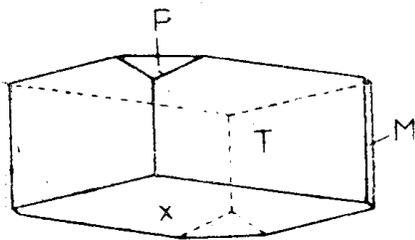
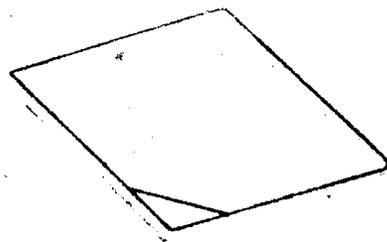
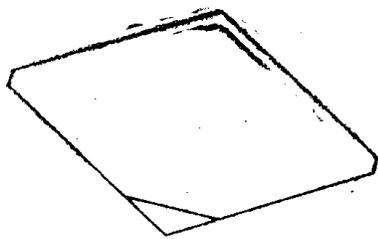


Рис. 5. Кристалл адуляра. Т—(115); М—(010); Р—(001); X—($\bar{1}01$).

Рис. 6. Кристалл адуляра Т—(110); Р—(001); X—($\bar{1}01$)

степенными, несколько не изменяют общий вид и характер кристаллов. Последние, в силу этого, могут быть отнесены к одной из вышеназванных групп.

Весьма разнообразно представлены на месторождении двойниковые образования адуляра, среди которых наблюдались и были изучены как собственно двойники, так и четверники и восьмерники. Собственно двойники адуляра, как показало их гониометрическое изучение, представляя собою закономерное срастание, отвечают двум законам двойникования полевых шпатов: бавеновскому—плоскости срастания (021) и ($0\bar{2}1$) (рис. 10) и манебахскому—по плоскости (001) (рис. 11). Манебахские двойники этого минерала, как срастание только двух индивидов по (001), исключительно редки в противоположность весьма распространенным бавеновским двойникам. Бавеновские двойники адуляра Глафиринского месторождения по своему облику заметно отличаются от таковых, приводимых некоторыми авторами для ряда месторождений [6, 316; 8, 555]. Отличительной особенностью бавеновских двойников Глафиринского месторождения является их „сердцевидная“ форма, обусловленная типичным аду-

яровым облик слагающих двойник индивидуумов, укороченных по [100]. Бавеновские двойники, приведенные, например, у Ниггли, образованы преимущественно вытянутыми по первой кристаллографической оси

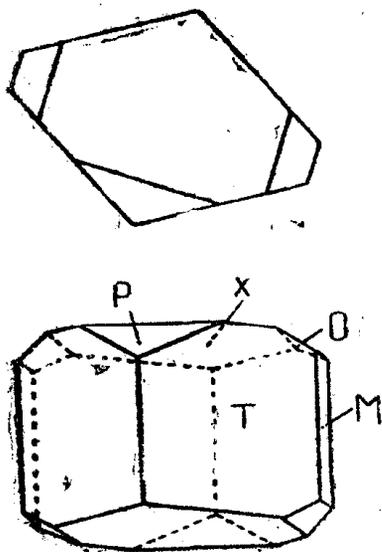


Рис. 7. Кристалл адуляра. Т—(110); М—(010); Р—(001); X—(101); О—(111).

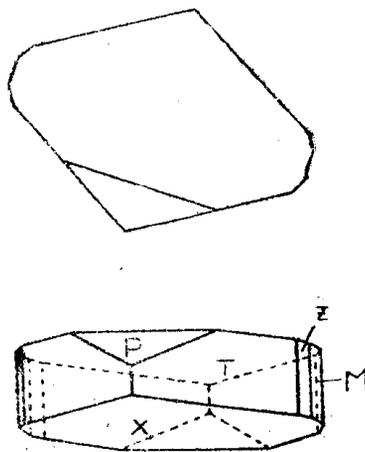


Рис. 8. Кристалл адуляра. Т—(110); М—(010); Р—(001); X—(101); Z—(130).

одинаково развитыми индивидуумами, вследствие чего двойники имеют характерное квадратное сечение (рис. 12).

Дальнейшее усложнение двойников идет в направлении образования четверников, представляющих собою пару сердцевидных бавеновских

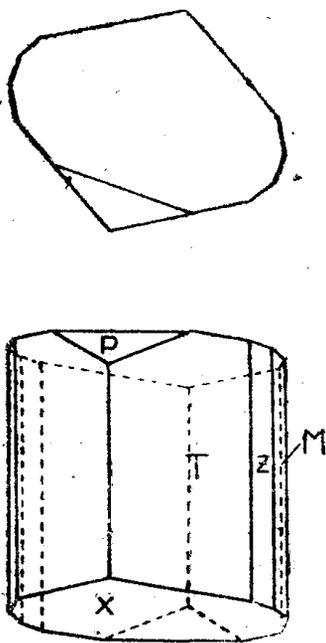


Рис. 9. Кристалл адуляра. Т—(110); М—(010); Р—(001); X—(101); Z—(130)

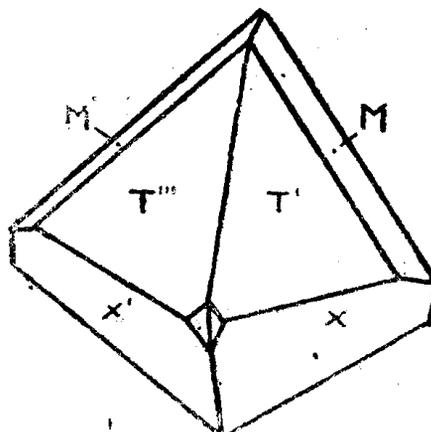


Рис. 10. Бавеновский двойник адуляра. Плоскости срастания (021); Т—(110); М—(010); X—(101).

двойников, срastaющих между собою по манебахскому закону (рис. 13).
Общий вид и характер таких четверников определяется попережнему обликом слагающих его индивидуумов. И, наконец, наиболее сложными двойниковыми образованиями являются восьмерники, образованные аналогично четверникам, то есть представляющие собою четыре бавеновских

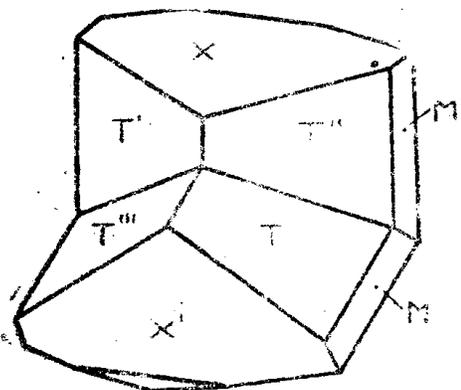


Рис. 11. Манебахский двойник адюляра. Т—(110); М—(010); X— $\bar{1}01$.

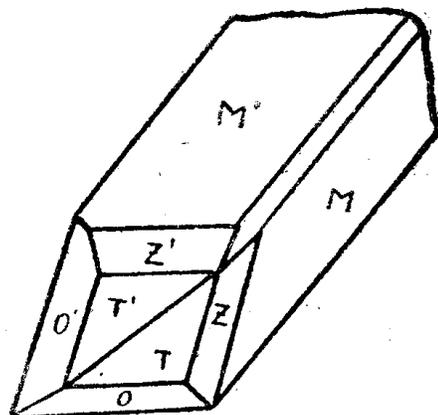


Рис. 12. Бавеновский двойник щелочного полевого шпата по Ниггли. Т—(110); М—(010); О— $\bar{1}11$; Z—(130)

двойника сердцевидной формы, срastaющие по тому же манебахскому закону (рис. 14).

Вышеуказанные двойники, четверники и восьмерники адюляров являются характерной и довольно распространенной формой проявления минерала на месторождении.

Измерение кристаллов производилось на одбокрусном отражательном гониометре. Как уже отмечалось, число измеренных кристаллов было

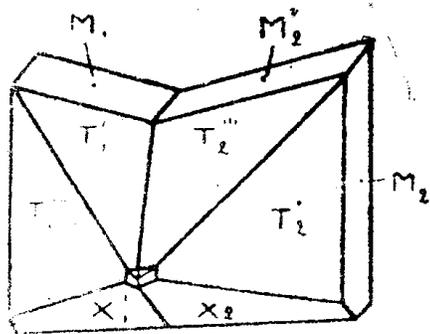


Рис. 13. Четверник адюляра. Т—(110); М—(010); X— $\bar{1}01$.

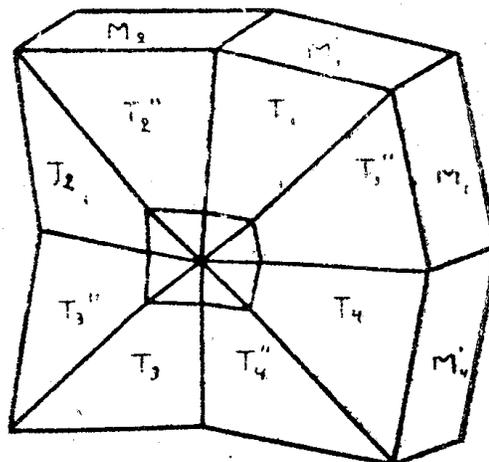


Рис. 14. Восьмерник адюляра. Т—(110); М—(010).

ограниченным, а отдельные значения, полученные в результате измерения, показывали порой значительные отклонения от данных, приводимых в соответствующих справочниках и руководствах. Это обстоятельство может быть объяснено тем, что грани кристаллов нередко изъедены, растворены, а потому шероховаты, вследствие чего и сигналы от отдельных граней были расплывчаты, часто без заметного максимума яркости. Это, несомненно, должно было отрицательно сказаться на точности взятых от-

отчетов. Результаты гониометрического измерения кристаллов адуляра сведены в нижеследующие таблицы (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Наименование граней	Колебания значений углов от—до	Среднее значение	Данные по Кокшарову	Отклонение	Количество измерений
(110) : (010)	50°58'—59°43'	59°15'	59°23'	— 8'	11
(130) : (010)	29°10'—29°26'	29°20'	29°24'	— 4'	3
(110) : (130)	29°19'—29°28'	29°22'	30°00'	— 38'	3
(110) : (101)	68°48'—68° 0'	68°49'	69°19'	— 30'	2
(001) : (101)	49°44'—51°14'	50°29'	50°15'	+ 13'	2
(110) : (110)	61°52'	61°52'	61°13'	+ 39'	1

Таблица 2

Вид двойника	Наименование граней	Колебания значений углов от—до	Среднее значение	Количество измерений
Бавеновский двойник адуляра (рис. 10).	T'' : T'	12°03'—11°58'	12°00'	2
Четверник адуляра (рис. 13)	T ₁ ' : T ₂ ''	41°01'	41°01'	2
	T ₁ '' : T ₁ '	11°30'—11°34'	11°32'	2
	T ₂ '' : M ₂	67°45'	67°45'	1
	T ₁ ' : M ₁	67°58'	67°8'	1
	M ₁ ' : M ₂	179°43'—179°45'	179°44'	2
Манебахский двойник (рис. 11).	T'' : T	44°12'	44°12'	1
	M : M'	179°48'	179°48'	1

Геометрические константы, вычисленные на основании приведенных результатов измерения, имеют следующие значения: $\beta = 116^\circ 15'$, $a : b : c = 0,6619 : 1 : 0,5593$. Геометрические константы кристаллов адуляра были вычислены по формам (110) и (101) поскольку на кристаллах, подвергавшихся гониометрическому изучению, форма (111) либо отсутствовала, либо не давала хороших отсчетов. Кокшаров [2, 129] приводит следующие значения геометрических констант для адуляров: $\beta = 116^\circ 03'$, $a : b : c = 0,6585 : 1 : 0,5554$.

Из других свойств этого минерала были изучены удельные веса. Определение удельного веса производилось с помощью пикнометра, емкостью 5 миллилитров.

Результаты определения представлены табл. 3.

Таблица 3

Разновидность щелочного полевого шпата	I определение		II определение	
	навеска в г	удельный вес	навеска в г	удельный вес
Бесцветные полупрозрачные адуляры из пустот гранатовых скаринов	0,6502	2,525	0,6859	2,578
Желтоватый непрозрачный полевой шпат из полевошпатово-кальцитового агрегата	0,9937	2,520	1,0422	2,545
Розовый непрозрачный полевой шпат из кварц-кальцит-полевошпатового агрегата	0,8311	2,522	0,7932	2,535

К вопросу о генезисе и парагенезисе адуляров

Изучение форм и характера проявления щелочного полевого шпата, встречающегося на месторождении в виде типичных адуляровых кристаллов, позволяет говорить о гидротермальном генезисе этого минерала. Выполнение адуляром друзовых пустот в гранатовых скарнах, образование кристаллических корочек и друз на стенках трещин в интрузивных породах, испытавших интенсивное изменение, обусловленное воздействием на них горячих водных растворов (альбитизация плагиоклаза, образование кварца, мусковита), и характерный при этом парагенезис адуляра с кальцитом и халькопиритом свидетельствуют о том, что образование адуляров связано с отложением вещества гидротермальными растворами, которое имело место позже основной стадии скарнирования, т. е. после отложения главной массы типичных скарновых минералов (диопсида, граната).

Приводимая А. Е. Ферсманом [5, 320] схема, иллюстрирующая изменение облика кристаллов полевых шпатов в зависимости от физико-химических условий, показывает, что полевым шпатам, облик которых определяется преобладанием форм (110) и $(\bar{1}01)$, т. е. адулярам, отвечает вероятная температура образования порядка 350—250°.

На Калтаровском месторождении, где также установлено присутствие адуляра, отложение последнего сменилось, повидимому, в более поздние фазы гидротермальной стадии минералообразования отложением апофиллита.

Касаясь вопроса о генезисе розового и желтоватого щелочного полевого шпата, проявляющегося на месторождении в виде зернистых масс, необходимо, как нам кажется, обратить внимание на следующие особенности в характере проявления этой разновидности минерала:

а) пространственная приуроченность его к тем участкам развития гранатового скарна, где исключительно широко распространены такие минералы, как кальцит, кварц, эпидот, актинолит, хлорит, сульфиды и некоторые другие, генезис которых считается гидротермальным;

б) выполнение друзовых пустот в гранатовых скарнах кальцито-полевошпатовым агрегатом;

в) находка среди зернистых скоплений полевого шпата отдельных кристаллов его, имеющих характерный адуляровый облик.

Эти только что указанные типоморфные особенности позволяют, в известной мере, связывать образование подобных полевых шпатов со временем отложения типичных продуктов термальной минерализации (кварца, актинолита, кальцита и др.). Для окончательного разрешения этого вопроса и подтверждения сделанного предположения необходим дополнительный фактический материал.

Адуляры в скарновых месторождениях Хакасии пользуются значительным распространением. Об этом свидетельствуют находки его на Глафиринском и Калтаровском месторождениях Уленьской группы, а также установление его на ряде месторождений Карышской группы¹⁾ и на месторождении Киялых-Узень. П. П. Пилипенко [4, 182] отмечает наличие адуляров на Алексеевском месторождении, где этот минерал в форме типичных адуляровых кристаллов, вместе с гранатом, эпидотом и кварцем, выделяется по трещинкам в контакте сиенита с гранатовым скарном. Х. М. Абдуллаев, изучавший скарновые месторождения Средней Азии, упоминает об ортоклазе, развивающемся в пустотах скарна [1, 208], кристаллы которого по исследованиям Р. С. Мясникова имеют огранку, свойственную адулярам.

¹⁾ Устное сообщение Г. А. Иванкина.

Выводы

1. Изучение морфологии одиночных кристаллов и двойников щелочного полевого шпата позволяет отнести их к адуляру.

2. Есть основания полагать, что адуляры являются довольно распространенными образованиями скарновых месторождений Хакассии.

3. По своему облику кристаллы адуляра Глафиринаского месторождения могут быть отнесены к ромбо-призматическому типу, а некоторые их разновидности приближаются к кристаллам ромбоэдрического типа с целой серией переходных, связывающих их форм.

4. Парагенетические особенности и характер проявления щелочных полевых шпатов на месторождении дают основание связывать образование их с гидротермальной стадией, отделенной деформационным перерывом от времени появления типичных скарновых минералов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Х. М.—Геология шеелитоносных скарнов Средней Азии, изд. Уз. ФАН, Ташкент, 1947.
2. Коксчагов Н.—Materialien zur Mineralogie, Russlands, в. V, St—Petersburg, 1866.
3. Кузьмин А. М.—Микроклин (опыт систематики щелочных полевых шпатов). Томск, 1948.
4. Филипенко П. П.—К минералогии Алексеевского рудника Минусинского уезда. Сб. в честь 25-летия научной деятельности В. И. Вернадского, 1914.
5. Ферсман А. Е.—Пегматиты, т. 1, изд. АН СССР, 1940.
6. Dana J. D.—The system of mineralogy, edition VI, 1900.
7. Kalb G.—Die Kristalltracht des Kalifeldspate. Central bl. f. Mineral., 1924.
8. Niggli P.—Lehrbuch der Mineralogie, II spez. Mineral., Berlin, 1926.