

СКАПОЛИТЫ ИЗ ЭКЗОКОНТАКТОВЫХ ЗОН ТРАППОВЫХ ТЕЛ ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Б. В. ОЛЕЙНИКОВ

(Представлена проф. А. М. Кузьминым)

В литературе имеются указания, что скаполит в контактовых зонах трапповых тел играет незначительную роль [2, 3, 4, 7]. Детальное изучение геологических особенностей экзоконтактных зон одновременных трапповых интрузий позволило автору установить в ряде мест широкое развитие скаполита. Участки интенсивного проявления процесса скаполитизации наблюдались во многих пунктах, расположенных на территории, ограниченной на юге бассейном р. Бахты и р. Кулюмбэ на севере.

Говоря о развитии скаполита в контактовых ореолах трапповых интрузивов, необходимо подчеркнуть: процесс скаполитизации проявляется интенсивно в связи с вполне определенными одновременными трапповыми телами. Так, скаполит отмечается в экзоконтактных зонах амфиболитизированных разностей пород трапповой формации, слагающих самостоятельные тела в бассейнах нижнего течения рек Северной и Летней (притоки р. Н. Тунгуски). Наиболее мощные зоны скаполитизации наблюдались в связи с дифференцированными трапповыми интрузивами кузьмовской фазы [6]. Иногда скаполитовые породы фиксировались во внешних зонах массивов порфировых габбро-долеритов. В противоположность сказанному внедрение чрезвычайно распространенных тел пойкилолитовых долеритов тунгусско-ленской фазы, а также ряда других трапповых интрузий, выделяемых в пределах западной части Сибирской платформы [6], не сопровождалось процессом скаполитизации вмещающих пород. Это в равной степени относится также к становлению дифференцированных никеленосных трапповых интрузивов норильской фазы, в приконтактных зонах которых скаполит встречается очень редко.

Установлено наличие трех генераций скаполита. Скаполит I входит в состав пироксен-скаполитовых, скаполит-эпидот-пироксеновых, амфибол-скаполитовых и других контактово-метасоматических пород. Значительно реже встречаются породы, почти нацело сложенные скаполитом I. Мощность зон скаполитизации изменяется от первых десятков сантиметров до первых десятков метров. В последних случаях скаполитовые образования перемежаются с другими метасоматическими и метаморфизованными породами.

Значительно реже наблюдается скаполит второй генерации, который совместно с эпидотом, амфиболом, сфеном, магнетитом, кальцитом

слагает жилы, выполняющие трещины отдельности в трапповых телах и контактово-метасоматических породах. Установлено также появление скаполита совместно с более поздним анальцимом в пустотах гранатовых скарнов, где скаполит обростает ромбододекаэдрические кристаллы андрадита. Это заключительная III генерация скаполита. Отмеченные две последние генерации описываемого минерала пользуются ограниченным распространением.

Среди скаполитсодержащих пород наибольшим распространением пользуются пироксен-скаполитовые разности с колеблющимся содержанием главных породообразующих минералов. Однако, как правило, скаполит в них преобладает над пироксеном диопсидового состава. Пироксен-скаполитовые метасоматиты обладают серой, зеленовато-серой или синевато-серой окраской, полосчатой или пятнистой текстурой. При микроскопическом изучении пироксен-скаполитовых пород устанавливается, что наиболее характерными для них являются пойкилобластовая и ситовидная структуры. В виде включений в скаполите фиксируются мелкие (0,01—0,05 мм) изометричные и коротко призматические зерна диопсида и реже сфена. Упомянутые кристаллы пироксена являются несколько более ранними образованиями, чем ойкобласты скаполита. Вместе с тем нередко наблюдаются индивиды моноклинного пироксена, обладающие более крупными размерами (0,1—0,3 мм) и примерно равным идиоморфизмом с призматическими зернами скаполита. Вероятно, эти кристаллы сформировались одновременно со скаполитом в результате собирательной кристаллизации мелких призмочек пироксена. Пироксен-скаполитовые породы возникают обычно за счет алевролитов, полимиктовых песчаников и туфов основного состава.

Амфибол-скаполитовые метасоматиты развиты менее широко. Они имеют зеленовато-серую окраску и призматически зернистое сложение. Скаполит в них является доминирующим минералом. Амфибол представлен или бледно-зеленой роговой обманкой или сине-зеленой слабо щелочной разностью. Скаполит-амфиболовые разности возникают путем преобразования обломочных осадочных пород и реже туфов.

Скаполититы обладают белой или серой окраской, призматически зернистым сложением. Вытянутые призматические кристаллы скаполита, достигающие размеров до $3,0 \times 0,5$ см, ассоциируют с мелкими (0,2—0,3 мм) зернами, что приводит к возникновению призматически зернистой структуры гетеробластового типа, реже отмечается равномерно-зернистая гранобластовая структура. В ограниченном количестве в составе скаполититов установлены пироксен, сфен, апатит, кальцит, на долю которых приходится 5—15% объема породы.

Изредка скаполитизации подвергаются собственно интрузивные траппы. Так, в районе г. Типтур (правобережье р. Курейки) наблюдались скаполит-актинолит-кальцитовые породы, образующие жилы замещения вдоль трещин отдельности в теле порфиристого габбро-долерита. В среднем течении р. Дельтулы отмечались метаморфизованные породы, состоящие из пироксена — 30, скаполита — 45, мусковита — 5—7, флагопита — 10%, небольшого количества роговой обманки, сфена, кальцита и хлорита. Возникли они за счет порфиристых габбро-долеритов с унаследованием порфиристой структуры последних. Порфиристые выделения интрателлурического плагиоклаза лабрадор-битовнитового состава замещены скаполитом с образованием псевдоморфоз скаполита по полемому шпату. В свою очередь скаполит в результате более позднего метасоматоза частично замещен флагопитом и мусковитом.

Во всех перечисленных выше образованиях скаполит наблюдается в виде призматических кристаллов длиной от долей миллиметра до 15 см. Нередко призматические индивиды располагаются более или менее па-

параллельно друг другу и тем самым подчеркивают ориентировку слоистости первичной осадочной породы. Реже фиксируются радиально-лучистые и сноповидные агрегаты кристаллов скаполита. Окраска большинства скаполитов белая (бесцветная) или серая, иногда с зеленоватым или синеватым оттенком. Блеск стеклянный с перламутровым отливом на плоскостях спайности. Твердость 5,5—6,0. Спайность средняя по призме {100}.

Оптические свойства изученных скаполитов приведены в табл. 1. Сравнение полученных значений показателей преломления скаполитов (определения производились с точностью $\pm 0,001$) с данными, опубликованными в справочниках А. Н. Винчелла и Г. Винчелла [1] и В. Е. Трегера [9], показывает, что они имеют несколько пониженные значения. Объяснить это можно особенностями химического состава исследованных минералов, которые будут рассмотрены ниже. Все измеренные скаполиты одноосны и оптически отрицательны.

Таблица 1

Оптические свойства скаполитов

№ обр.	За счет каких пород или минералов образован ¹⁾	Показатели преломления		No—Ne	Содержание маршала в % ²⁾
		No	Ne		
58	Песчанистые алевролиты	1,544	1,535	0,009	72
0—1	Песчанистые алевролиты	1,542	1,533	0,009	72
98	Пойкилофитовый долерит	1,548	1,538	0,010	70
25	Основные туфы	1,547	1,538	0,009	72
110	Жилы заполнения в траппах	1,545	1,535	0,010	70
114	В пустотах гранатовых скарнов	1,550	1,536	0,014	60
11	Лабрадор-анортит в порфировых габбро-долеритах	—	—	0,015	60
156	Известняк			0,018	52

¹⁾ Все скаполиты относятся к I генерации за исключением обр. 110 — II генерация и обр. 114 — III генерация.

²⁾ Определено по диаграмме А. Н. Винчелла и Г. Винчелла [1], исходя из значения величины двупреломления.

Рентгенометрическое исследование двух скаполитов было проведено М. Ф. Соколовой методом Дебая в рентгенометрическом кабинете СНИИГГИМС'а. Полученные величины межплоскостных расстояний и интенсивности (табл. 2) показывают, что оба минерала в рентгенометрическом отношении тождественны. В обоих образцах отмечено присутствие кварца, поэтому, кроме перечисленных в таблице, наблюдались еще рефлексы 2,45 кХ, 2,29 кХ, 2,13 кХ, 1,813 кХ, 1,668 кХ, и 1,378 кХ,

Таблица 2

Результаты рентгометрического исследования скаполитов. Условия съемки; *Co* — антикатод, *Fe* — фильтр (толщиною 0,10 мм), *D* = 57, 3 мм, *d* = 0,5 мм, *V* = 45 кВ, *I* = 10 мА. Исправлено по отдельному снимку с кварцем

Обр. 0-1		Обр. 58		Обр. 0-1		Обр. 58	
<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$
2	8,2	2	8,2	9	1,905	9	1,905
3	6,3	3	6,3	3	1,741	3	1,741
2	5,96	2	5,96	5	1,697	5	1,697
4	4,25	4	4,25	2	1,613	2	1,613
8	3,79	8	3,79	2	1,602	2	1,602
10	3,46	10	3,46	1	1,582	1	1,582
10	3,05	10	3,05	4	1,555	4	1,555
6	3,02	6	3,02	5	1,506	5	1,506
1	2,93	1	2,93	7	1,457	7	1,457
3	2,83	3	2,83	7	1,418	7	1,418
5	2,71	5	2,71	2	1,396	2	1,396
7	2,68	7	2,68	8	1,357	8	1,357
1	2,61	1	2,61	4	1,341	4	1,341
3	2,35	3	2,35	3	1,327	3	1,327
2	2,18	2	2,18	4	1,312	4	1,312
2	2,05	2	2,05	6	1,282	6	1,282
4	2,01	4	2,01				

которые могли принадлежать как скаполиту, так и кварцу. Сравнение с рентгенометрическими константами маршалита и мейонита [5] позволяет допустить, что изученные минералы располагаются в скаполитовом ряду ближе к маршалиту, чем к мейониту.

Термический анализ (рис. 1) был выполнен как для мономинерального скаполита — кривая I (обр. 58), так и скаполитита — кривая II (обр. 0-1). Первый эндотермический эффект на кривой нагревания скаполита и на аналогичной термограмме скаполитита обусловлен выделением молекулярной влаги. Природа остальных эффектов без постановки дополнительных химических или рентгенометрических исследований пока неясна. В общем термограммы скаполита и скаполитита близки друг другу. Различие их заключается в присутствии на кривой нагревания

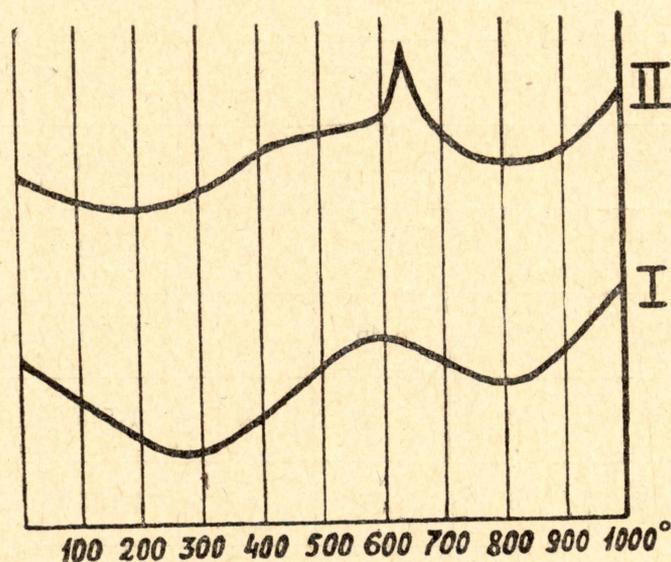


Рис. 1. Кривые нагревания скаполита (I) и скаполитита (II).

скаполитита экзотермического эффекта при $t=630^{\circ}$, который, вероятно, обусловлен присутствием посторонних минералов.

Результаты химического анализа скаполита и скаполитовой породы приведены в табл. 3. При расчете химических анализов скаполитов на общепринятые составные молекулы пришлось столкнуться с некоторыми неясностями, условными конституционными построениями и допущениями, требующими дальнейшего изучения. Так, в составе скаполита обр. 58 обнаруживается значительная нехватка кремнезема, по сравнению с его теоретическим содержанием, исчисленным по значению величины двупреломления минерала. В то же время наблюдается некоторый избыток группы R_2O_3 и натрия. Учитывая, что основная масса изученных скаполитов является высокотемпературными минералами и что кристаллическая структура каркасных силикатов обуславливает наличие в ней крупных полостей, можно для объяснения недостачи кремнезема, предположить существование гетеровалентного изоморфизма по схеме $Na^{+1} + Al^{+3} \rightarrow Si^{+4}$. Такой изоморфизм с внедрением добавочных катионов, показанный В. С. Соболевым [9] для ряда минералов, вероятно, возможен и в данном случае. Кроме того, в скаполите установлен избыток кальция. Оба иллюстрируемых анализа характеризуются отсутствием среди летучих компонентов, входящих в дополнительные молекулы, F, CO_2 и практически SO_3 . Количество хлора в них недостаточно для образования молекулы-приставки в маршалитовом компонен-

Таблица 3

Химический состав скаполитов. Аналитики А. В. Кривец и А. С. Лозовая

Компоненты	Обр. 58—скаполит		Обр. 0-1 скаполитит	
	вес. %	мол. кол.	вес. %	мол. кол.
SiO ₂	53,50	891	58,26	971
TiO ₂	нет	—	1,00	013
Al ₂ O ₃	17,24	169	19,06	186
Fe ₂ O ₃	1,96	012	0,10	001
FeO	0,27	004	0,98	013
MnO	не опр.	—	0,02	—
MgO	0,03	001	1,59	039
CaO	8,80	157	4,90	087
Na ₂ O	13,90	224	8,43	136
K ₂ O	сл.	—		
P ₂ O ₅	не опр.	—	0,25	003
SO ₃	нет	—	0,02	—
CO ₂	нет	—	нет	—
Cl	1,11	031	0,45	013
F	нет	—	нет	—
H ₂ O ⁻	1,75	132	1,50	214
П. п. п. (H ₂ O ⁺)	0,64		2,35	
—O=Cl	—0,25	—	—0,10	—
Сумма	98,95		98,81	
Уд. вес		2,49		—
Объемн. вес		—		2,46

те. Вместе с тем фиксируется присутствие большого количества воды. Это позволяет предположить наличие в составе дополнительных анионов группы OH^{-1} , т. е. изученные нами скаполиты являются до некоторой степени гидроксил-содержащими минералами, что по-видимому, и отразилось на их оптических свойствах. Не исключена возможность присутствия в исследованных скаполитах влаги цеолитового типа, о чем свидетельствует длительный характер первого эндотермического эффекта (рис. 1).

Расшифровывая результаты химического анализа скаполитита (обр. 0-1), необходимо отметить, что в состав проанализированной породы входит около 1% апатита, 3% сфена, 6% талька, 7% каолинита и примерно 80% скаполита состава $\text{Ma}_{76}\text{Me}_{24}$. Кроме того, при расчете устанавливается излишек кремнезема, обусловленный наличием реликтов кварца.

Соотношения мариалитового и мейонитового компонентов скаполитов различных генераций иллюстрируется табл. 1.

Спектральным анализом было исследовано 15 скаполитов из различных мест западной окраины Сибирской платформы. В результате установлено присутствие во всех скаполитах в виде сильных линий (1% и более) Na, Ca, Al, Si. Ряд минералов содержал около 1% K, Sr и Mg. Десятые доли процента установлены для Mg, Fe, Sr, K, Ce. В сотых долях процента присутствуют Mg, Ti, Sr, Zr, Mn, V, Ba, Y. Содержание в тысячные доли процента отмечены для Cu, Zn, Ni, Co, Ga, B, Sr, Ba, Cr, Ti, Zr, V, Mn, Y, Sc. Фиксировались следы Be, Li, Pb.

Среди вторичных минералов, возникающих при разрушении скаполита, наибольшим распространением пользуется каолинит. Развивается он в виде отдельных буроватых пятен, нередко приуроченных к трещинам спайности.

При образовании более поздних минеральных ассоциаций устанавливается замещение скаполита I гранатом, эпидотом, флогопитом, тальком, и рядом других минералов. Скаполит II замещается эпидотом, а скаполит III — анальцимом.

Из приведенного ранее краткого обзора парагенетических ассоциаций видно, что образование скаполита происходило на протяжении значительного периода контактово-метасоматического процесса. Однако своего максимума оно достигало в начальный период этого процесса и лишь часть скаполита образовалась в послескарновый этап.

Таким образом, на основании приведенного выше фактического материала можно сделать следующие основные выводы.

1. Процессы скаполитизации боковых пород сопровождают становление вполне определенных трапповых интрузий. Они весьма широко проявлены в экзоконтактовых зонах одних трапповых тел и совершенно отсутствуют в контактовом ореоле других равновозрастных интрузивов. Это, по-видимому, связано с изменением количественного и качественного содержания летучих компонентов в магме различных фаз [6].

2. Большинство изученных скаполитов имеет резко выраженный натровый состав.

3. Образование скаполита происходило на протяжении значительного температурного интервала. Более поздние генерации минерала содержат в своем составе больше мейонитового компонента, чем ранние, участвующие в сложении скаполитсодержащих метасоматитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Н. Винчелл, Г. Винчелл. Оптическая минералогия. Изд. ин. лит., 1953.
2. А. П. Лебедев. Трапповая формация центральной части Тунгусского бассейна. Тр. ИГиН АН СССР, вып. 161, 1955.

3 М. Л. Лурье, В. Л. Масайтис, Л. А. Полунина. Интрузивные траппы западной окраины Сибирской платформы. Сб. Петрография Восточной Сибири, т. 1, из-во АН СССР, 1962.

4. В. Л. Масайтис. Петрология Аламджахской трапповой интрузии. Тр. ВСЕГЕИ, т. 22, нов. сер., 1958.

5. В. И. Михеев. Рентгенометрический определитель минералов. Госгеолтехиздат, 1957.

6. Б. В. Олейников. Трапповые интрузии и вопросы метаморфизма вмещающих пород. Сб. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности северо-запада Сибирской платформы. Тр. СНИИГГИМС, вып. 28, Гостоптехиздат, 1963.

7. В. С. Соболев. Петрология траппов Сибирской платформы. Тр. Всес. Арк. ин-та. т. 43, 1936.

8. В. С. Соболев. Введение в минералогию силикатов. Изд. Львовск. Гос. унив., 1949.

9. В. Е. Трегер. Таблицы для оптического определения породообразующих минералов. Госгеолтехиздат, 1958