

Б. М. МЕЛИКСЕТЯН

## О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОЦЕССА ТУРМАЛИНИЗАЦИИ

Описываемый pluton характеризуется исключительно сложным строением, редким переплетением процессов дифференциации, ассимиляции и гибридизма и широким проявлением разнообразных постмагматических процессов.

Формирование плутона происходило в пределах третичного тектоно-магматического цикла тремя главными фазами внедрения магмы: 1-ая фаза—монцонитовая интрузия, 2-ая фаза—граносиенитовая интрузия, 3-я фаза—гранитная интрузия.

Процессы турмалинизации или так называемого „борного метасоматоза“ особенно характерны и генетически связаны с первой интрузивной (монцонитовой) фазой. В эту фазу образовался сложный комплекс пород: габбро, габбро-диориты, кварцевые, бескварцевые и нефелиновые монцониты, щелочные пегматондные сиениты, сиениты и т. д. Все эти породы находятся в тесных петрогенетических взаимоотношениях, что обуславливает постепенные переходы одних пород в другие. Наряду с этим, широким развитием пользуется сложный комплекс жильных пород и мелкие штоки более поздних образований (фаза „малых“ интрузий), представленные разнообразными порфирами, амплитовидными и мелкозернистыми гранитами, микромонцонитами и др.

Постмагматические процессы с привносом бора обусловили появление в пределах монцонитовой интрузии таких образований как турмалинизированные метасоматические породы, турмалиново-кварцевые и турмалиновые жилы и прожилки. Турмалин встречается также в различных по составу пегматитах и аплитах, генетически связанных с формированием монцонитовой интрузии. Кроме того, турмалин как позднемагматический акцессорный минерал встречается в искусственных шлихах монцонитов, сиенито-диоритов, сиенитов, гранитоидов и т. д., в ассоциации с ортитом, сфеном, апатитом, цирконом, монацитом.

В настоящей заметке вкратце рассматриваются основные формы проявления турмалина в различных породах, дается детальная химико-минералогическая характеристика турмалинов и приводятся некоторые соображения относительно генезиса турмалинсодержащих пород.

*1. Турмалиновые аплиты.* Турмалинсодержащие аплиты пользуются небольшим распространением. Редкие жилы их встречены в периферических частях монцонитовой интрузии. Аплитовые жилы с поздней турмалиновой минерализацией образуют крутопадающие тела, мощностью 0,5—1 метр, нередко достигая 2 м.

Турмалин в аплитах наблюдается в виде изометричных „турмалиновых солнц“, реже сплошных тонкошестоватых агрегатов, в ассоциации с кварцем, олигоклазом, калиевым полевым шпатом, альбитом и с редкими кристалликами апатита, циркона. В шлифах выделения турмалина имеют неправильные очертания, метасоматически замещают калиевый полевой шпат, обволакивая идиоморфные кристаллики новообразованного альбита, нередко тесно срастаясь с кварцем. Иногда наблюдаются тонкоиглочатые агрегаты турмалина в кварце.

Следует отметить, что в аплитовых жилах „турмалиновые солнца“ образуют пространственно обособленные скопления, приуроченные к метасоматическим пегматитовым участкам.

*2. Турмалиновые пегматиты.* Турмалин в пегматитах, генетически связанных с монцонитовой интрузией, встречается довольно часто. Среди пегматитов выделяются два генетических типа: 1) пегматиты, связанные с фацией монцонитов и сиенито-диоритов—это обычно кварц-полевошпатовые и полевошпатовые пегматиты; 2) пегматиты, связанные с фацией щелочных пегматоидных сиенитов, представленных полевошпат-мусковит-корундовыми и фельдшпатоидными пегматитами.

Пегматитовые тела образуют жилы мощностью 0,1—2 м; реже линзообразные и гнездообразные выделения. Строение пегматитов обычно зональное. Турмалин, как правило, образует крупнокристаллические скопления в участках пегматоидной структуры, иногда концентрируется по периферии пегматитовых жил, нередко проникая в экзоконтакты. В одном случае, в нефелин-сиенитовом пегматите, залегающем среди метаморфической толщи, скопления турмалина были приурочены к ксенолитам сланцев, причем турмалинизированы были и сами ксенолиты.

Турмалин в пегматитах образует черные со стекляннм блеском призматические кристаллы, достигающие 5—6 см в длину, реже, как и в аплитах, „турмалиновые солнца“ и „пятна“. Кристаллы срастаются друг с другом, причем иногда в такой степени, что образуют беспорядочно сросшуюся массу. Габитус кристаллов столбчатый с хорошо развитыми призматическими гранями (1120) и (1010) и гранями ромбоэдра (1121) и (1212), находящимися лишь на одном конце кристалла. Иногда кристаллы деформированы, трещиноваты или превращены в черный грубый порошок.

Турмалин в полевошпатовых и кварц-полевошпатовых пегматитах ассоциирует с микроклин-пертитом, альбитом, цирконом и др., а в

щелочных пегматитах — с микроклин-пертитом, альбитом, олигоклазом, корундом, серым нефелином, гранатом, содалитом, монацитом, зеленым апатитом, флюоритом и др.

В шлифах турмалин обнаруживает неравномерную пятнистую окраску в бурых и синих тонах. Плеохроирует от светло-коричневого по *Np*, до густого зелено-бурого цветов по *Ng*.

Оптические константы зонального турмалина приведены в табл. 1.

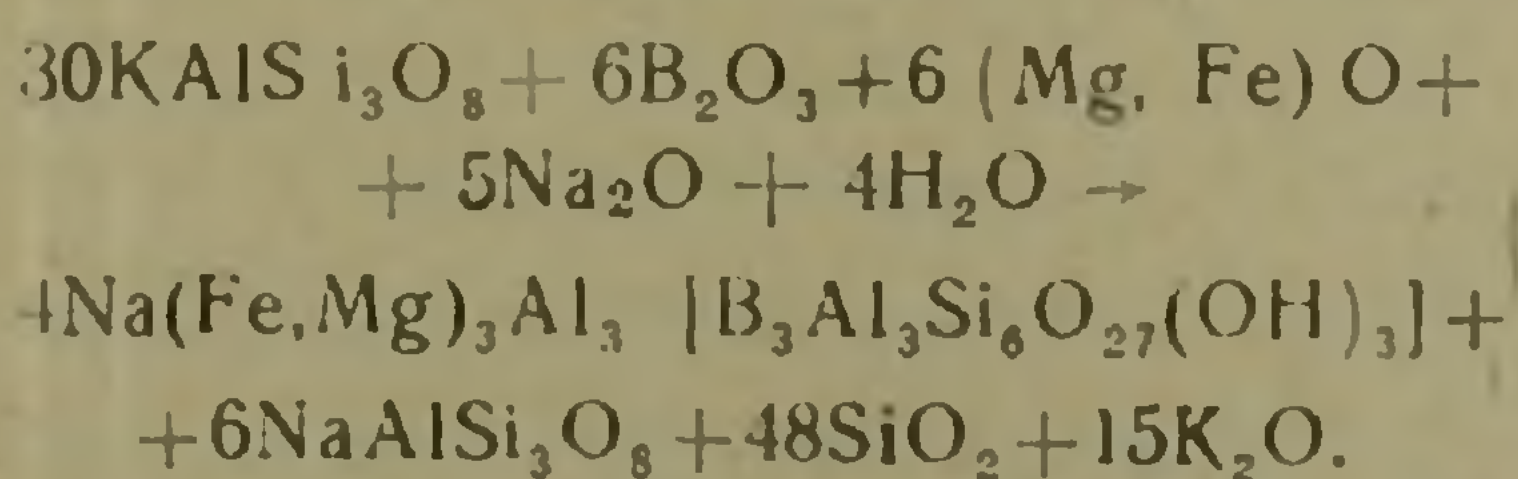
Таблица 1

| № шлифа | Окраска в шлифе   | <i>Ng</i>         | <i>Np</i>         | <i>Ng</i> — <i>Np</i> |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| 790     | Коричневая . . .  | $1,678 \pm 0,003$ | $1,650 \pm 0,003$ | 0,027                 |
| 791     | Зеленая . . . . . | $1,670 \pm 0,003$ | $1,642 \pm 0,003$ | 0,028                 |

Главная масса турмалина как в кварц-полевошпатовых, полевошпатовых, так и в щелочных фельдшпатоидных пегматитах, образуется замещением калиевого полевого шпата, часто сопровождаемым альбитизацией.

Местами сдвойникованные идиоморфные кристаллики альбита обволакиваются, как бы „цементируются“, шерлом. Реже отмечаются случаи замещения мусковита турмалином и псевдоморфозы по биотиту.

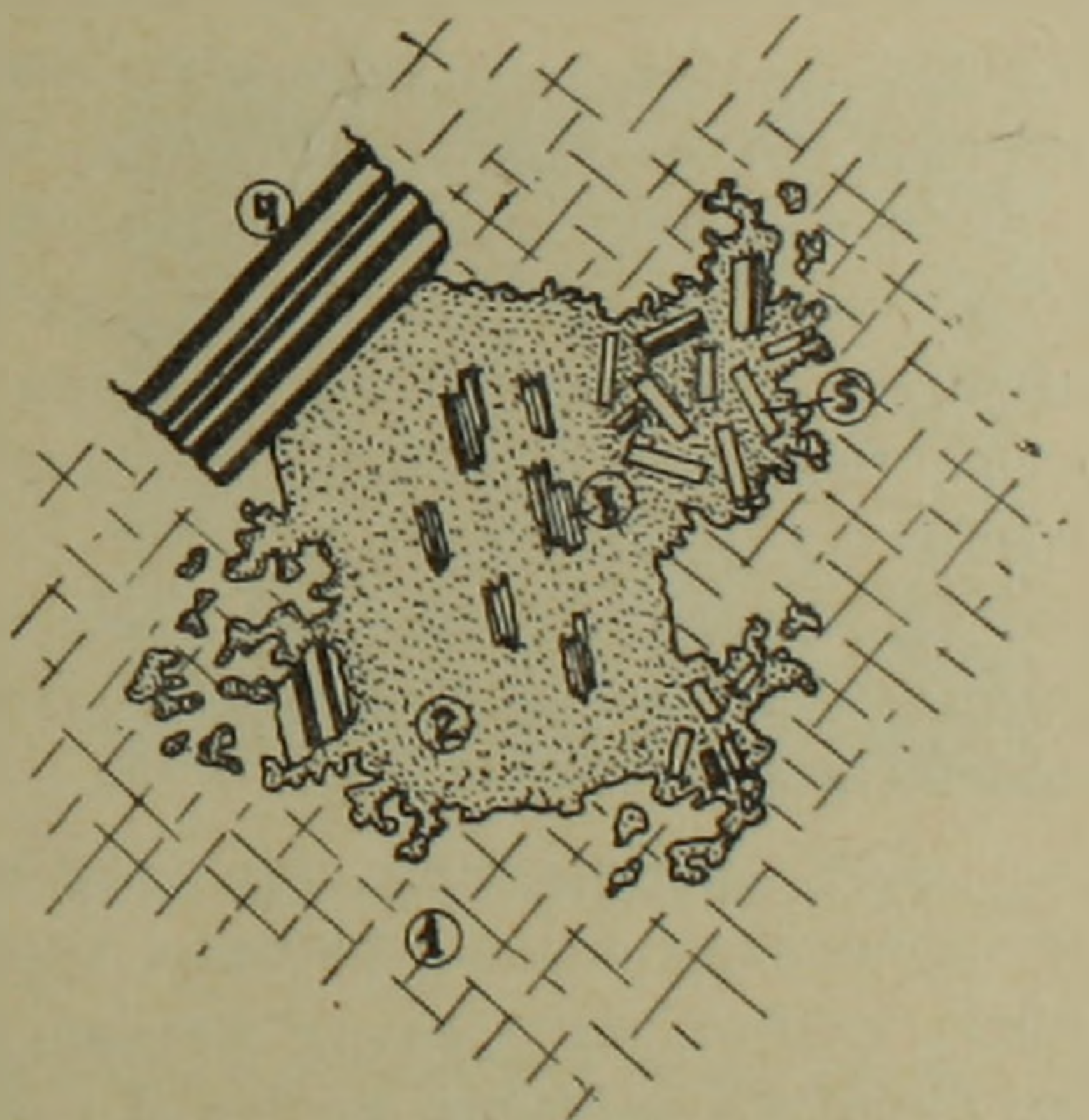
Образование турмалина (шерла) в кварц-полевошпатовых, полевошпатовых и аплитовых жилах можно представить следующей схемой:



Образование шерла по калишпату сопровождается выделением альбита и кварца; процесс протекает при значительной подвижности FeO.

Образование же турмалина в щелочных пегматитах идет в условиях избытка глинозема при высокой концентрации в растворе  $\text{Na}_2\text{O}$  и значительной подвижности железа. Здесь в ассоциации с турмалином присутствует альбит; кварц, как правило, отсутствует.

Любопытно, что в большинстве случаев шерл ассоциирует с серым микроклином и серым нефелином, что объясняется деферризирую-



Фиг. 1. Замещение турмалином (2) биотита (3) и калиевого полевого шпата (1) с выделением кристалликов альбита (5). 4-плагиоклаз.

щей ролью шерла, связывающего все количество железа в пегматите.

3. *Турмалиново-кварцевые и турмалиновые жилы.* В северном эндоконтакте интрузии монцонитов с порфиритами наблюдается зона турмалинизации, приуроченная к системе трещин близмеридионального направления. Турмалинизированная зона представлена метасоматическими маломощными жилами (от 1—2 см до 10 см). Одна из жил северо-западного простирания имеет мощность около одного метра. В турмалиново-кварцевых и турмалиновых жилах встречаются редкие зерна халькопирита и молибденита.

Вдоль зальбандов этих жил в монцонитах наблюдается отчетливая зональность околотрещинного метасоматоза. Зона интенсивной хлоритизации и эпидотизации постепенно сменяется светлой альбитизированной и серицитизированной зоной с редкими зернами турмалина. Мощность измененной зоны небольшая — от 2—5 до 20—30 см.

Турмалин в жилах имеет вид сплошных радиально-лучистых тонкошестоватых агрегатов, отходящих от зальбандов.

В центральных частях таких жил иногда наблюдается выделение крупных „щёток“ турмалина в молочно-белом кварце.

В ассоциации с турмалином, помимо большого количества магнетита, встречаются редкие зерна сфена, апатита, реликты роговой обманки, альбита, сильно пертитизированного калишпата, а также розетковидные выделения хлорита, эпидота, гематита, малахита.

Несомненно, что часть кварца и турмалина в этих жилах образовалась метасоматически за счет алюмосиликатов вмещающей породы, однако в главной массе кварц и турмалин, отложились в пустотах из растворов, как избыточные минералы при „метасоматической контракции“.

Аналогичные, но более мелкие зоны с турмалиновыми и кварц-турмалиновыми жилами отмечаются и в других участках монцонитовой интрузии.

Под микроскопом турмалин наблюдается в виде сплошных масс и удлинённых призматических зерен с неровными краями. Зональность слабая, плеохроизм резкий, цвет от светло-коричневого по  $N_r$ , до буровато-зеленого по  $N_g$ . Показатели преломления, измеренные в иммерсии, следующие:  $N_g = 1,677 \pm 0,003$ ,  $N_r = 1,648 \pm 0,003$ .

4. *Турмалинизированные породы.* Эти своеобразные породы образуют удлинённую (до 1 км) в северо-западном направлении зону при средней ширине 250 м. Указанные породы под названием „турмалиновые ортоклазсодержащие кварцевые диориты“, впервые были описаны В. Г. Грушевым.

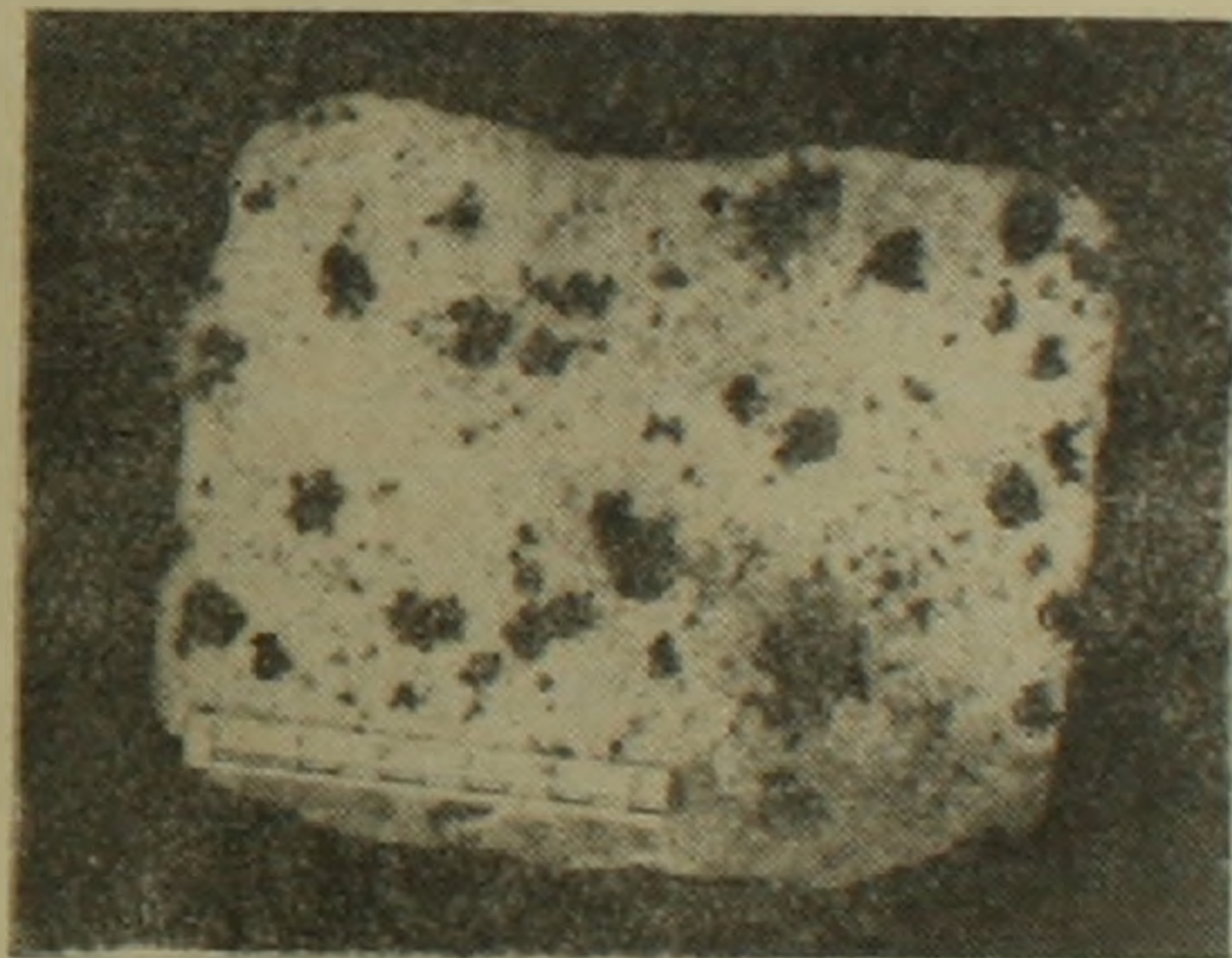
Проведенные нами летом 1957 г. наблюдения показали, что здесь мы имеем широкое проявление процесса турмалинизации на довольно большой площади, приуроченного к апикальной части более поздних дифференциатов монцонитовой интрузии — гранитоидов

(субфаза или дополнительная интрузия монцонитовой интрузии по В. С. Коптеву-Дворникову).

Характерной особенностью этой интрузии, представленной гранитами, гранодиоритами, граносиенитами и кварцевыми диоритами, с постепенными взаимопереходами друг в друга являются интенсивное проявление аутометаморфических процессов (альбитизации полевых шпатов, хлоритизации и эпидотизации роговой обманки, биотита и плагиоклаза, и возможно ранней турмалинизации), а также часто наблюдаемые микропегматитовые срастания кварца и пелитизированного калишпата. Это розовато-серые среднезернистые породы, с часто наблюдаемой гранофировой структурой, состоящие из микроклина [ $-2V = 68^\circ - 80^\circ$ ,  $\perp (001) : Nm = 6 - 11^\circ$ ] обычно пертитизированного, плагиоклаза  $N = 26 - 35$ , иногда зонального ( $N = 26 - 54$ ), кварца, биотита, роговой обманки [ $c : Ng = 17^\circ$ ,  $-2V = 78^\circ$ ]; из вторичных присутствуют эпидот, хлорит. Акцессорные минералы представлены магнетитом, апатитом, сфеном, цирконом, ортитом и др.

Количественно-минералогический состав и химический анализ приведены в таблицах 3 и 4.

Турмалинизация проявляется в северном эндоконтакте интрузии, вне видимой связи с тектоническими нарушениями. Процессом турмалинизации затронут также островок порфириров кровли, где встречаются довольно крупные шаровидные выделения турмалина, и породы экзоконтакта, представленные монцонитами, габбро-диоритами и др., в которых турмалин проявляется в виде редкой вкрапленности и более поздних турмалиново-кварцевых прожилков.



Фиг. 2. Турмалинизированная порода.

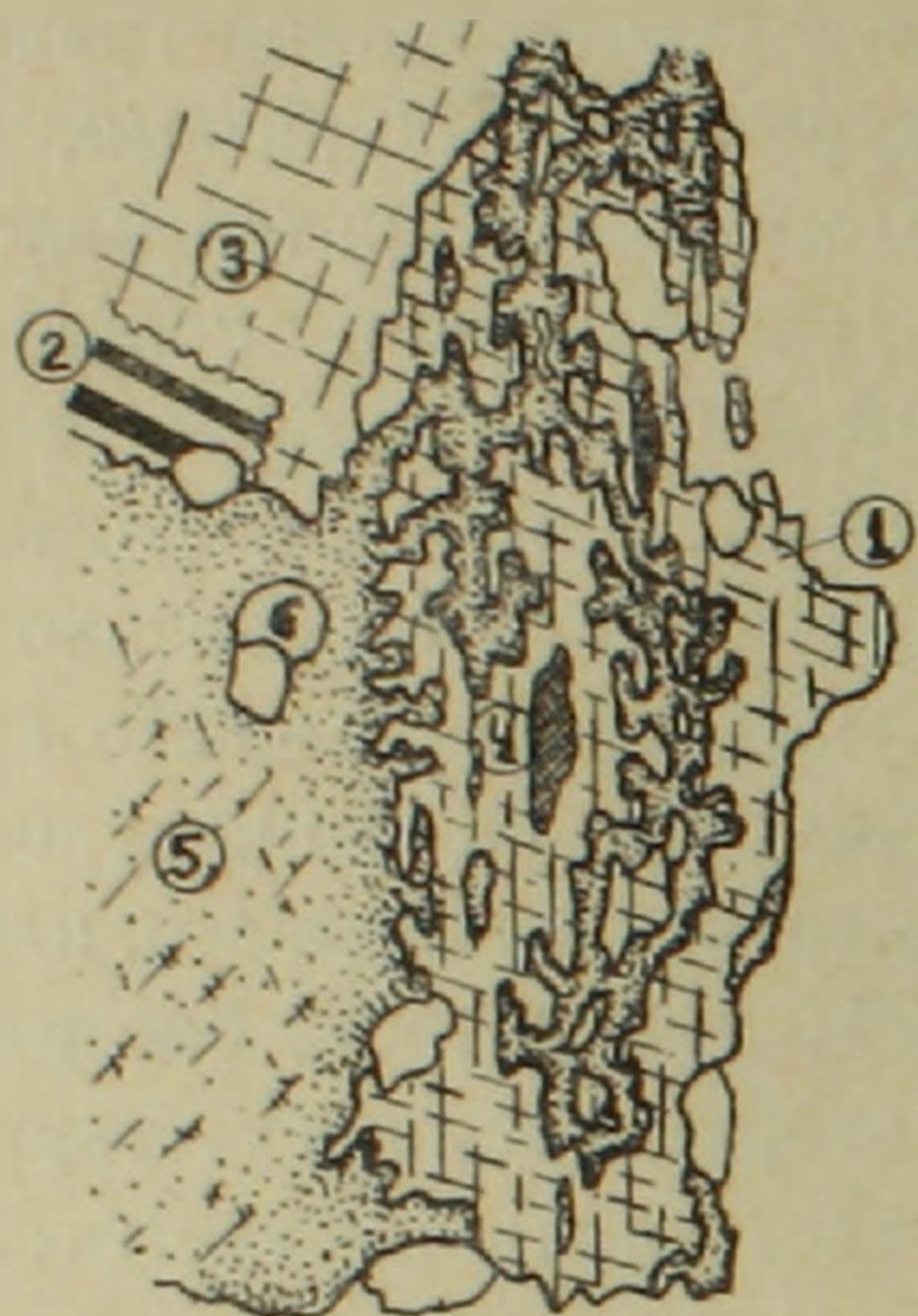
В строении участка турмалинизированных пород намечается

нечеткая метасоматическая зональность, состоящая, в основном, из трех зон:

1. Краевая зона — неизменный гранодиорит, состоящий из калишпата, олигоклаз-андезина, биотита, роговой обманки и кварца. Редко встречается хлорит, эпидот и турмалин.

2. Промежуточная зона — хлоритизированная и эпидотизированная порода розовато-серого цвета. Серицитизация плагиоклаза слабая. Турмалин, замещает роговую обманку и биотит или калишпат вблизи феррических минералов. Содержание кварца по сравнению с неизменным гранодиоритом возрастает. Встречается также апатит, сфен, ортит, циркон, кальцит.

3. Центральная зона—представлена серой и почти белой, метасоматически измененной плотной породой кварц-серицитового состава. Турмалин развивается по полевым шпатам и главным образом по калиевому полевому шпату. Чешуйки серицита, нередко достигающие 1—2 мм, замещают плагиоклаз, скопляясь в стыках зерен кварца, нередко обволакивая агрегаты турмалина. Мощность зоны—30—50 м.



Фиг. 3. Замещение турмалином (5) роговой обманки (1). 2—плагиоклаз, 3—микроклин, 4—кальцит, 6—кварц.

В виде включений в турмалинах встречаются альбит и реликты альбитизированного полевого шпата.

Количественно - минералогические составы приведенных зон даны в табл. 3.

В шлифах турмалин встречается в виде скелетных агрегатов в тесном срастании с ксеноморфным кварцем. Зональность выражена различной окраской: центр желто-коричневый, края синие различной интенсивности, иногда даже бесцветные. Плеохроирует от более темножелтого или синего по Ng, до светло-синего по Np.

Показатели преломления, замеренные Э. Г. Хуршудян, приведены в табл. 2.

Таблица 2

| № шлифа | Окраска турмалина в шлифах | Ng                | Np                | Ng — Np |
|---------|----------------------------|-------------------|-------------------|---------|
| 811     | Коричневый . . . . .       | $1,682 \pm 0,003$ | $1,654 \pm 0,003$ | 0,028   |
| 811a    | Синий . . . . .            | $1,673 \pm 0,003$ | $1,646 \pm 0,003$ | 0,027   |
| 811a    | Бесцветный . . . . .       | $1,664 \pm 0,003$ | $1,638 \pm 0,002$ | 0,026   |

Содержание турмалина в турмалинизированных породах варьирует в значительных пределах. Максимальные концентрации турмалина приурочены к участкам наиболее интенсивно измененным.

В турмалинизированных породах наблюдается повышенное содержание сульфидов: пирита, халькопирита, молибденита. Спектральным анализом устанавливаются сотые доли процента Cu, Pb, Sn, Bi, Mo, As, а также лития.

Четко устанавливаются две стадии процесса турмалинизации. Ранняя турмалинизация представлена „турмалиновыми солнцами“ и „пятнами“ размером 1—6 см (в среднем 1—2 см) в поперечнике, более поздняя турмалинизация проявлена секущими тонкими (1—2 см) турмалиновыми прожилками и радиально-лучистыми агрегатами по пло-

скостям отдельности этих пород. Поздняя турмалинизация развита также в породах экзоконтакта интрузии и в тектонических зонах дробления СЗ простирания, в виде маломощных кварц-турмалиновых жил.

Турмалин в ранние стадии процесса метасоматически замещает биотит и роговую обманку, что связано с низкой подвижностью FeO. В дальнейшем по мере движения фронта замещения в результате диффузионного метасоматоза, происходит повышение подвижности FeO при высокой активности в растворе Na<sub>2</sub>O и идет интенсивное замещение полевых шпатов турмалином. Следует отметить, что значительного привноса SiO<sub>2</sub> при этом не происходит; здесь имеет место образование кварца за счет кремнезема, освобожденного из полевых шпатов.

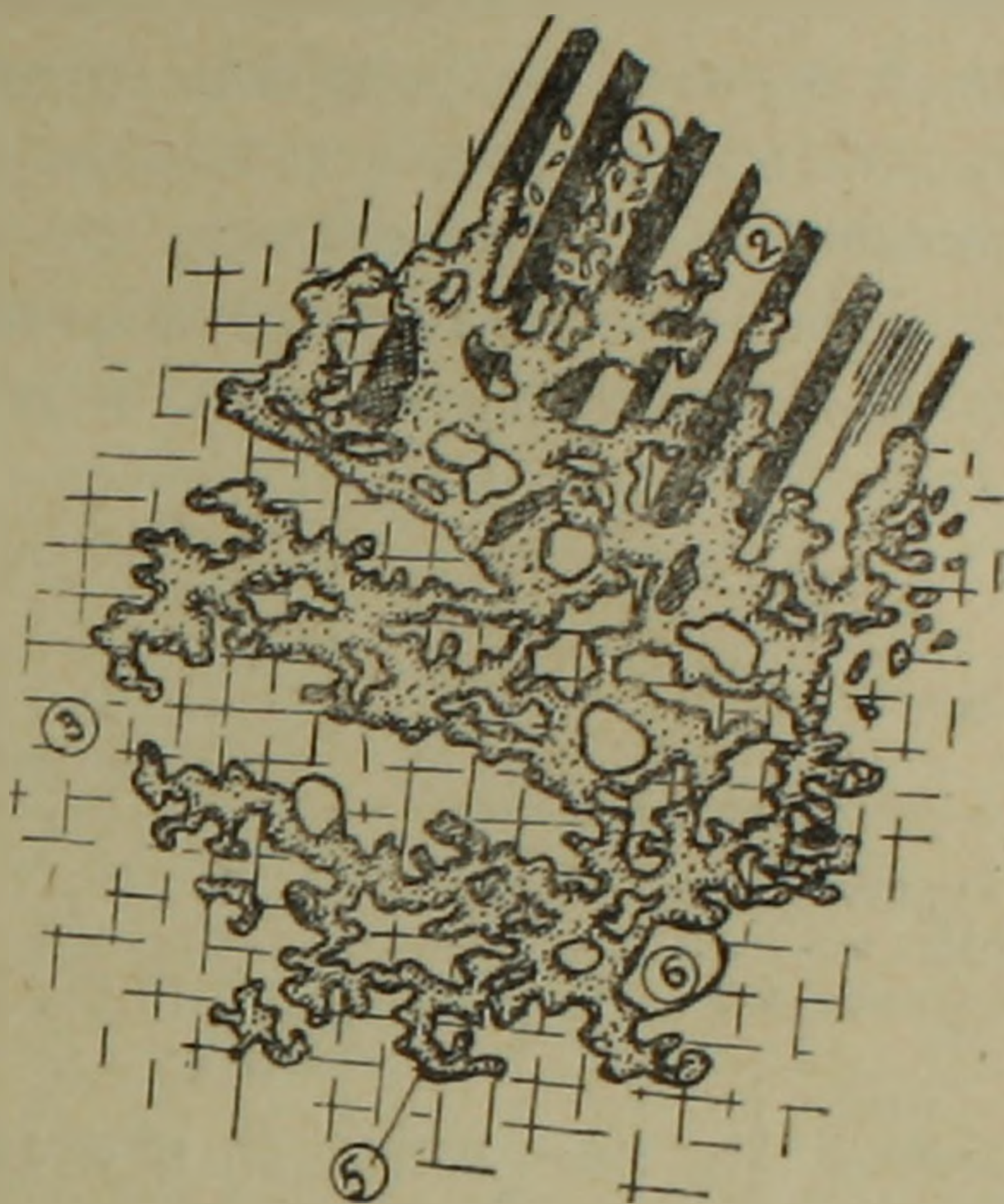
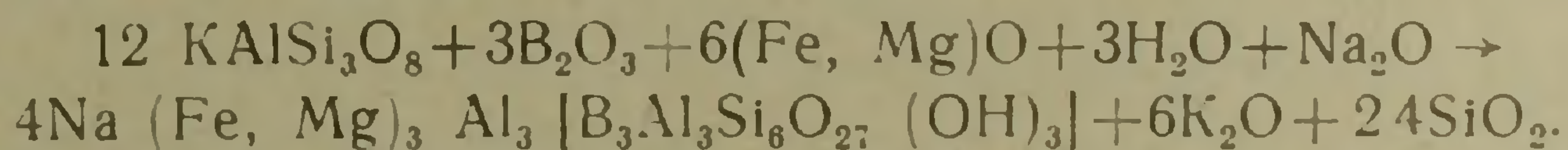


Рис. 4. Замещение турмалином (5) калиевого полевого шпата (3) и плагиоклаза (2). 1—серицит, 4—кальцит, 6—кварц.

Процесс серицитизации несколько отстает от процесса турмалинизации, как в пространстве, так и, видимо, во времени.

Схематически образование турмалина можно представить так:



При замещении плагиоклаза и роговой обманки турмалином иногда выделяется также кальцит.

Как отмечает Д. С. Коржинский при турмалинизации из породы выносятся щелочные металлы и кальций (процесс выщелачивания), а глинозем разлагаемых полевых шпатов улавливает Fe, Mg и B из раствора.

Таблица 3

|                      | Содержание в породе, объемн. % |          |            |                 |        |                |          |         |            |
|----------------------|--------------------------------|----------|------------|-----------------|--------|----------------|----------|---------|------------|
|                      | кварц                          | калишпат | плагиоклаз | роговая обманка | биотит | эпидот, хлорит | турмалин | серицит | акцессории |
| I-я зона . . . . .   | 18,5                           | 21,8     | 44,5       | 9,1             | 4,1    | 0,3            | 0,5      | —       | 1,2        |
| II-я зона . . . . .  | 20,8                           | 17,3     | 30,3       | 3,2             | 2,0    | 18,6           | 3,7      | 2,6     | 1,3        |
| III-я зона . . . . . | 58,0                           | —        | 14,1       | —               | —      | 1,2            | 8,8      | 16,4    | 1,6        |

Следует отметить, что в третьей зоне количественные соотношения минералов не постоянны. Конечным результатом при турмалиниза-

ции являются наблюдаемые локальные участки светло-серой породы с гранобластовой структурой, состоящие из кварца, серицита, турмалина и в незначительном количестве—альбита. В этой зоне преобладают турмалинизированные породы, состоящие из кварца, чешуек серицита, турмалина, а также сильно серицитизированного и альбитизированного плагиоклаза.

Химические анализы неизмененного гранодиорита и турмалинизированных пород приведены в табл. 4.

Таблица 4

|                            |          | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | CaO  | K <sub>2</sub> O | —Na <sub>2</sub> O | —H <sub>2</sub> O | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Сумма  |
|----------------------------|----------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------------------|--------|
| Гранодиорит неизмененный   | I зона   | 68,10            | 0,46             | 19,94                          | 2,66                           | 2,90 | 0,13 | 1,90 | 2,19 | 2,90             | 3,26               | 0,20              | сл.                           | 99,56  |
| Турмалинизированная порода | II зона  | 69,0             | 0,57             | 13,90                          | 4,59                           | 1,32 | 0,07 | 2,89 | 2,49 | 2,30             | 3,18               | —                 | 0,40                          | 100,71 |
|                            | III зона | 71,60            | 0,15             | 15,04                          | 2,87                           | 1,64 | 0,06 | 1,96 | 1,48 | 1,34             | 3,43               | 0,20              | 0,90                          | 99,97  |

Как видно из химизма процесса образования турмалинизированных пород, характеризующихся преобладанием кремнезема и глинозема, эти породы в некоторой степени приближаются к ранним турмалиновым грейzenам. Отмечается также вынос CaO и MgO, отчасти Na<sub>2</sub>O и железа.

И. Х. Хамрабаев выделяет турмалинизацию гранитоидов автометаморфической стадии и постмагматическую турмалинизацию двух стадий (ранней и поздней). Процесс автометаморфической турмалинизации гранитоидов, по мнению указанного автора, протекает в участках концентраций (конденсаций) газовой борсодержащих эманаций в апикальных частях интрузива.

Наши данные, в основном, согласуются с данными указанного автора. Несомненно, что часть турмалина в турмалинизированных породах образовалась в автометаморфическую стадию, однако главная масса турмалина в этих породах образовалась несколько позже в результате диффузии борсодержащих растворов в уже затвердевшие части интрузива. Поступление („отжимание“) борсодержащих эманаций из более глубоких частей интрузива происходило в довольно продолжительном промежутке времени, во время которого проявлялись слабые тектонические деформации, что привело к образованию кварц-турмалиновых и турмалиновых прожилков, а также к проявлению турмалинизации по плоскостям отдельности. Следовательно,

\* Все приводимые химические анализы произведены в химической лаборатории ИГН АГН АССР аналитиком Г. М. Джрбашян. Определение B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> произведено А. К. Иваняном.

резкой границы между турмалинизацией автометаморфической стадии и ранней постмагматической нет.

Что же касается отмеченной выше турмалинизированной зоны в северной части монцонитовой интрузии, то она образовалась при более поздних постмагматических процессах турмалинизации.

Можно сделать вывод, что процесс турмалинизации протекает в довольно широком температурном интервале: от высокотемпературных пневматолитовых до среднетемпературных гидротермальных.

Ниже приводятся результаты химического анализа турмалинов из различных пород.

Химический состав турмалинов

Таблица 5

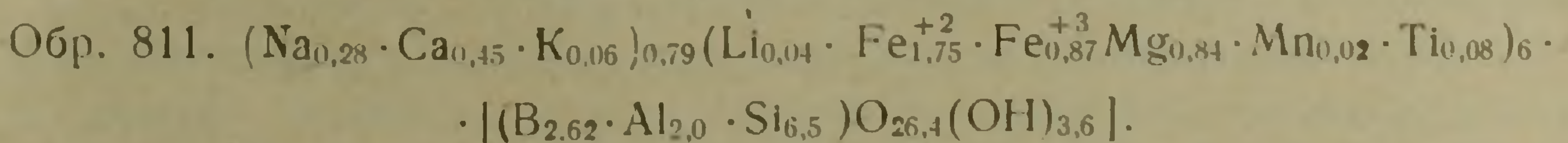
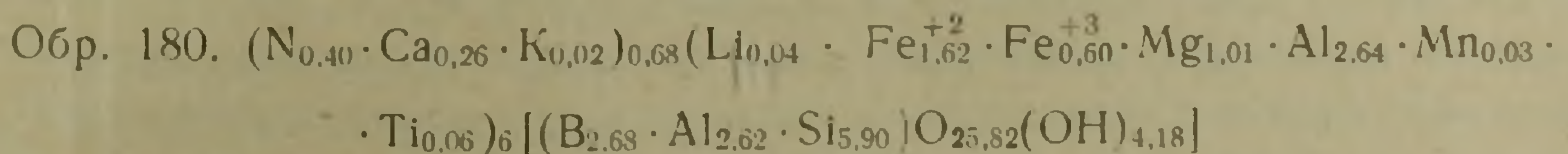
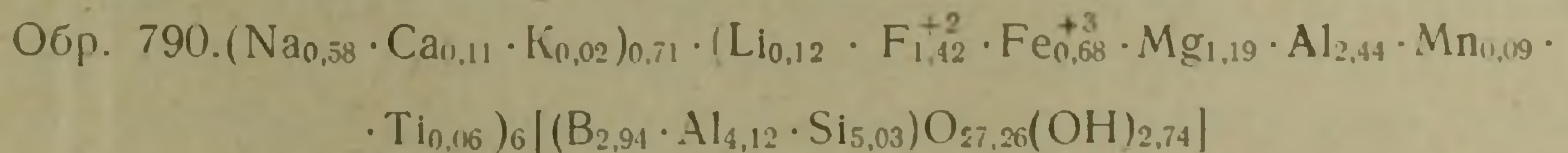
| №  | Весовые %        |                  |                                |                                |                               |       |      |      |      |                  |                   |                   |                   | сумма  |
|----|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------|------|------|------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|
|    | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | MnO  | CaO  | MgO  | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | Li <sub>2</sub> O | +H <sub>2</sub> O |        |
| 1. | 30,20            | 3,31             | 33,54                          | 5,55                           | 10,20                         | 11,21 | 0,65 | 0,58 | 4,79 | 0,12             | 1,80              | 0,15              | 2,44              | 100,54 |
| 2. | 35,70            | 0,46             | 26,99                          | 4,88                           | 9,40                          | 11,77 | 0,20 | 1,48 | 4,10 | 0,13             | 1,26              | 0,06              | 3,80              | 100,63 |
| 3. | 38,70            | 0,59             | 22,07                          | 6,93                           | 9,10                          | 12,41 | 0,13 | 2,44 | 3,34 | 0,32             | 0,84              | 0,05              | 3,17              | 100,09 |

1. Турмалин из полевошпат-корундового пегматита—обр. 790.

2. Турмалин из турмалиново-кварцевых жил—обр. 180.

3. Турмалин из кварц-серицит—турмалиновых пород—обр. 811.

В результате пересчетов химических анализов турмалина по методу В. С. Соболева и принимая за основу кристаллохимическую формулу турмалина по Е. Н. Беловой, получаем следующие кристаллохимические формулы:



Как видно из приведенных химических анализов и показателей преломления, черные турмалины описываемого плутона отвечают шерлам с высоким содержанием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и значительной примесью дравиного компонента.

Сравнивая между собой анализируемые турмалины мы видим, что турмалин из щелочных пегматитов отличается от двух других типов турмалина меньшим количеством кремнезема и соответственно большим количеством глинозема, а также повышенным содержанием

магния, натрия, марганца, лития и бора, и пониженным содержанием окиси кальция и воды.

Турмалин из кварц-серицитовых пород и турмалиново-кварцевых жил характеризуется сравнительно высоким содержанием кремнезема, окиси и закиси железа, кальция и несколько пониженным содержанием лития, магния, глинозема, марганца и натрия.

Содержание закисного железа резко преобладает над окисным ( $\text{Fe}^{+2}:\text{Fe}^{+3} \approx 2$ ) во всех анализированных турмалинах.

Повышенные значения показателей преломления турмалинов связаны с высоким содержанием в них  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$ .

Все указанные данные показывают, что изменение состава и соответственно оптических свойств зависит от особенностей состава среды, где происходит турмалинообразование.

Результаты спектральных анализов различных типов турмалина, произведенных в спектральной лаборатории ИГН АН АрмССР Г. М. Мкртчяном и М. Я. Мартиросяном, приведены в табл. 6.

Таблица 6

| Название породы, содержащей турмалин | Содержание в ‰ |                           |                        |               |
|--------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------------|---------------|
|                                      | 0,1—0,5        | 0,01—0,05                 | 0,001—0,005            | 0,0001—0,0005 |
| 1. Полевошпатовый пегматит.          | Li, Ga, Ti, Zn | Sr, V, Pb                 | Be, La, Ni, Co, Cu, Sn | Mo            |
| 2. Турмалиново-кварцевая жила        | Ti, Zn         | Li, Sr, Ga, V, Cu, Pb     | Ba, Zr, Ni, Co, Sn     | Be            |
| 3. Турмалинизированная порода        | Ti             | Li, Sr, Ga, V, Co, Zn, Cu | Pb, Zr, Ni, As, Sn, Mo | Be            |

Рассматривая поведение микроэлементов в турмалинах можно отметить, что: 1) во всех турмалинах присутствуют слабые линии Be, Zr, Sn 2) отмечаются повышенные содержания Ti, Ni, Co, V, 3) довольно часто отмечаются средние и слабые линии Zn, Cu, Pb, Mo, As, 4) постоянно присутствуют Ga и Sr, барий встречается лишь в турмалинах из кварц-турмалиновых жил, 5) во всех турмалинах обнаруживаются слабые линии лития, в турмалинах же из пегматитов—средние линии, 6) лантан отмечается в турмалинах из пегматитов.

Заслуживает внимания тот факт, что процессы турмалинизации в многофазных интрузивных комплексах других регионов связаны с более поздними фазами [7]. Это обусловлено геохимической природой бора и его тенденцией концентрироваться в остаточных расплавах и поздних дериватах магмы.

В описываемом плутоне более поздние гранитоидные фазы практически лишены сколько-нибудь значительных скоплений турмалина. Даже в пегматитах, связанных с указанными фазами интрузии, турмалин встречается крайне редко. В то же время в пределах ранней монзонитовой интрузии в генетической связи с более поздними дифференциатами отмечаются самые разнообразные проявления борно-ще-

лочного метасоматоза. Турмалин как акцессорный минерал устанавливается в шлихах из пород только монцонитовой интрузии. Этот факт, а также наличие турмалина в других вышеописанных породах, свидетельствует об обогащенности магмы первой фазы интрузии бором.

Высокое содержание бора в породах ранней монцонитовой интрузии, вероятно, обусловлено ассимиляционной обогащенностью за счет осадочных и вулканогенно-осадочных пород, где как известно кларк бора в десятки и сотни раз выше, чем в интрузивных породах. Следует также отметить, что процессы ассимиляции и гибридизма наиболее полно и интенсивно проявлены в первой интрузивной фазе.

Из всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Процессы турмалинизации (борно-щелочного метасоматоза) широко проявлены в пределах ранней монцонитовой интрузии.

2. Повышенное содержание бора в магме первой фазы, обусловлено имевшими здесь место интенсивными процессами ассимиляции вмещающих пород.

3. Изменение состава турмалина обусловлено особенностями химического состава среды, где происходит турмалинообразование.

Институт геологических наук  
АН АрмССР

Поступила 3 II 1959

Բ. Մ. ՄԵԼԻՔՍԵՅԱՆ

## ՏՈՒՐՄԱԼԻՆԱՑՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Տուրմալինացման պրոցեսները հատկապես բնորոշ են պլուտոնի առաջին ինտրուզիվ ֆազայի համար: Հետմագմատիկ պրոցեսները բորի ներքերման հետ միաժամանակ, պալմանափորել են ալնպիսի առաջացումների ի հալտ գալը, ինչպիսիք են՝ տուրմալինացման մետասոմատիկ ապարները, կվարց-տուրմալինալին, տուրմալինալին հրալները, տուրմալինալին պեզմատիտները և ապլիտները:

Բացի այդ, տուրմալինը, որպես ակցեսոր միներալ, հանդիպում է մոնցոնիտալին շարքի համարյա բոլոր ապարներում:

Հոգվածում տրվում են տուրմալինի օպտիկական և քիմիական հատկանիշները:

Համաձայն ստացված տվյալների նկարագրված տուրմալինը համապատասխանում է  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ի մեծ պարունակություին ունեցող շերտին:

Տուրմալինի կազմի և հետևաբար օպտիկական հատկանիշների փոփոխությունները պալմանափորված են ներփակող ապարների առանձնահատկությունների, որոնցում առաջացել է տուրմալինը:

Տուրմալինացման պրոցեսը, բոլոր ներքերման առկայությունը ընթանում է լուծույթներում  $\text{FeO}$ -ի բարձր կոնցենտրացիայի կամ շարժունակության,  $\text{Na}_2\text{O}$ -ի բարձր ակտիվության և սիկալային մետաղների ու  $\text{CaO}$ -ի անընդհատ արտամղման պայմաններում:

Տուրմալինի առկայությունը և տուրմալինացման լայն տարածումը մոնցոնիտային ինտրուզիայի ապարներում, խոսում է բոլոր բարձր պարունակության մասին մագմայի ներդրման առաջին ֆազայում: