

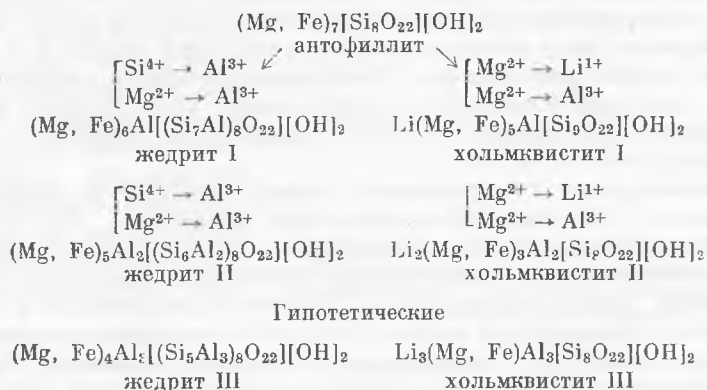
И. В. ГИНЗБУРГ

О СОСТАВЕ РОМБИЧЕСКИХ АМФИБОЛОВ И ИЗОМОРФНЫХ ЗАМЕЩЕНИЯХ В НИХ

В составе ромбических амфиболов различаются: антофиллит, жедрит и хольмквистит¹. Из них аптофиллит, имеющий наиболее простой состав, является исходным, а жедрит и хольмквистит — его кристаллохимическими производными, образованными вследствие проявления различного

Таблица 1

Схема изоморфного замещения антофиллита с образованием жедрита и хольмквистита



не возможен, так как Al в тетраэдрах может замещать не больше двух ионов Si теоретически его нахождение возможно

по типу гетеровалентного изоморфизма между катионами (табл. 1). Учитывая вхождение в элементарную ячейку минералов четырех «молекул», можно представить более многоступенчатый процесс изоморфного замещения, как показано на двух примерах (табл. 2). Сопоставления теоретических формул минералов достаточно для выделения в составе ромбических амфиболов трех подвидов, из которых хольмквистит и жедрит не связаны переходами.

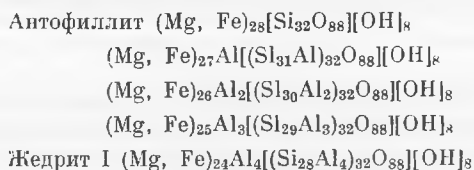
В литературе имеются данные о гетеровалентных замещениях, определяющих жедрит (Соболев, 1949; Бетехтин, 1950; Tröger, 1952; Смольянинов, 1955; Stgrunz, 1957) и хольмквистит (Гинзбург, Рогачев, Бондарева,

¹ Беденит (Ефремов, 1937) исключается, так как нет рентгеновских данных, подтверждающих принадлежность его к ромбической сингонии. Бидалотит (Шубникова, 1940; Habbitt, 1948) обнаруживает сходство с хольмквиститом, и в случае определения в нем лития будет синонимом хольмквистита.

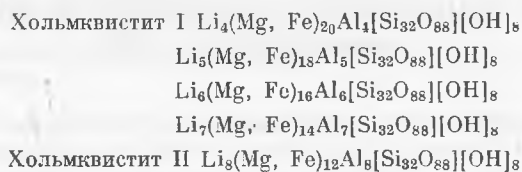
Т а б л и ц а 2

Схема изомерфного замещения в ромбических амфиболах с учетом $Z=4$

Автофиллит — жедрит I



Хольмквистит I — хольмквистит II



1958; Vogt, Bastianes, Skancke, 1958) как самостоятельные подвиды ромбических амфиболов. В этой связи неправильно считать жедрит алюминевой разновидностью автофиллита, подобно магнизиальной и железистой его разновидностям (Rabbitt, 1948; Seitaari, 1956; Seki, 1957, и др.). Название алюмоавтофиллит, затушевывающее различия между автофиллитом и жедритом, надо считать синонимом названия жедрит и в дальнейшем его не следует употреблять. Ранее применявшийся синоним хольмквистита — литиевый глаукофан потерял смысл хотя Сундиус (Sundius, 1959) относит хольмквистит и другие ромбические амфиболы к серии глаукофана.

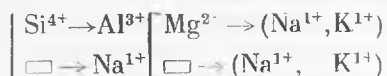
При рассмотрении теоретических формул становится ясной четкая обособленность трех подвидов ромбических амфиболов. Эта обособленность несколько стирается, но сохраняется в формулах естественных минералов, вычисленных по результатам химических анализов (с применением приема, предложенного И. Д. Борнеман-Старынкевич в 1960 г.). Все сказанное в предыдущей статье автора¹ об изоморфных замещениях в моноклинных амфиболах касается и ромбических амфиболов. Так, гетеровалентные замещения между анонимами сопровождаются здесь такими же замещениями среди катионов; изовалентные замещения катионов и анионов те же самые. Типы гетеровалентных замещений между катионами те же, но из них преобладают два (табл. 1). Определяющие минеральный подвид гетеровалентные замещения одни и те же у жедрита и у роговых обманок, а также у хольмквистита и щелочных амфиболов. В этом смысле имеется аналогия между жедритом и роговыми обманками, между хольмквиститом и щелочными амфиболами. Исходя из проявлений изоморфных замещений, можно предположить, что Mg шестерной координации замещается Al в жедрите и в хольмквистите, а Li хольмквистита занимает место Mg в восьмерной координации, подобно Na щелочных моноклинных амфиболов². Присутствие катионов, дополнительных до 16, в ром-

¹ См. статью «Гастингейт зоны щелочно-гранитного метасоматоза» и табл. в ней в настоящем сборнике.

² В моноклинных амфиболах, содержащих литий: эккерманите Sundius (1947), дашкесаните (Крутов, 1936), паргасите (Hallimond, 1947), рибеките (Бондарева, Рогачев, Сахаров, 1959) и в искусственных рихтерите и эккерманите (Eitel, 1953) позиция лития та же.

бических амфиболах (так же, как и в моноклинных) связано частично с повышением валентности анионов и частично с заменой Si на Al. Прямой зависимости между суммой катионов и количеством гидроксила нет (см. рисунок). Значительная часть ромбических амфиболов (бедных и богатых гидроксилом) обнаруживает недостаток катионов, получающийся при расчете на 24 аниона или на катионы, который нельзя объяснить неточностью вычислений. Причина недостатка катионов неясна. Не может ли он быть восполнен до 15 за счет оксония H_3O^{1+} ? Вычисления, произведенные И. Д. Борнеман - Старынкевич, а также автором, допускают это.

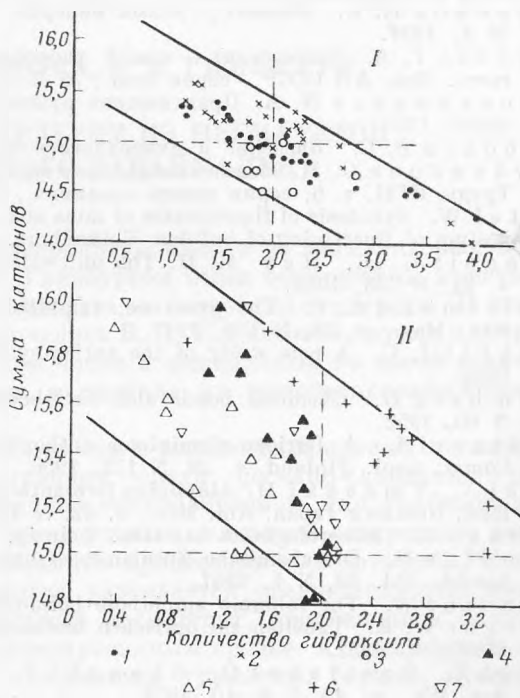
На примере расчета формул реальных ромбических амфиболов отчетливо вскрывается решающая роль преобладающего гетеровалентного замещения между катионами при отнесении того или иного из них к определенному подвиду. Разновидности выделяются по преобладанию Mg или Fe. Далее в каждом из подвидов ромбических амфиболов наблюдается одно или несколько второстепенных по значению гетеровалентных замещений между катионами, не говоря уже о сопряженных гетеровалентных замещениях анионов и катионов и об изовалентных замещениях среди тех и других. Гетеровалентные замещения:



и изовалентные: $Mg \rightarrow Ca$, $Fe \rightarrow Cr$, $OH \rightarrow (F, Cl)$ у ромбических амфиболов выражены слабо, но у них отчетливо проявлена прямая зависимость между степенью замещения Si на Al и Mg на Fe^{2+} (Ramberg, 1952).

Типовую формулу ромбических амфиболов, в согласии с изложенным и прежними данными (Francis, Heu, 1956), правильнее было бы изображать подобно формуле моноклинных амфиболов: $X_{2-3}Y_5[(Z_8O_{22})][OH]_2$

По особенностям минеральных парагенезисов ромбических амфиболов до некоторой степени представляется возможным судить о больших температурных интервалах, а, следовательно, и о больших пределах потенциалов H и O при их образовании, что отчасти сказывается на сумме катионов.



Соотношение между суммой катионов и количеством гидроксила у ромбических (I) и у моноклинных (II) амфиболов (использованы расчеты разных авторов на 24-кратное количество кислорода)

- 1 — антофиллиты, 2 — жедриты, 3 — хольмивинститы.
4 — роговые обманки, 5 — тремолит-актинолиты, 6 — гастингситы, 7 — арфведсониты

ЛИТЕРАТУРА

- Бетехтин А. Г. Минералогия. Госгеолтехиздат. М., 1950.
- Гинабург И. В., Рогачев Д. Л., Бондарева А. М. Новые данные о голмквистите. Докл. АН СССР, т. 119, № 5, 1958.
- Бондарева А. М., Рогачев Д. Л., Сахаров А. С. Литийсодержащий щелочный амфибол из контактной зоны Ловозерского массива. Зап. Всес. Минер. об-ва, ч. 88, вып. 6, 1959.
- Гинабург И. В. Гастингсит зоны щелчпогранитного метасоматоза и изоморфизма в моноклинных амфиболах. Статья в настоящем сборнике.
- Ефремов Н. Е. Беденит — новый минерал. Зап. Всерос. Минер. об-ва, т. 66, № 3, 1937.
- Крутов Г. А. Дашкесанит — новый хлорсодержащий амфибол группы гастингсита. Изв. АН СССР, серия геол., № 2—3, 1936.
- Смольянинов Н. А. Практическое руководство по минералогии. Госгеолтехиздат, 1955.
- Соболев В. С. Введение в минералогию силикатов. Изд. Львов ун-та, 1949.
- Шубникова О. М. Новые минеральные виды и разновидности, открытые в 1938 г. Труды ИГН, т. 6, серия минер.-геохимич., № 6, 1940.
- Eitel W. Synthesis of fluosilicates of mica and amphibole group. Proc. Intern. Symposium of Reactivating of Solidus, Gothenburg, 1952. Publ. 1953.
- Francis G. H., Hey M. H. The unit-cell contents of antophyllite. Min. Mag., v. 31, N 233, 1956.
- Hallimond A. F. The pyroxene, amphibole and mica from the Tiree marble. Min. Mag., v. 28, N 119, 1947.
- Rabbit J. C. A new study of the anthophyllite series. Am. Min., v. 33, N 5—6, 1948.
- Ramberg H. Chemical bonds and distribution of cations in silicates. J. Geol., N 60, 1952.
- Seitaari I. A ferroan-aluminian anthophyllite from Kemiö, Finland. Bull. Comm. Geol. Finland, v. 29, N 172, 1956.
- Seki Y., Ymasaki M. Aluminian ferroanthophyllite from the Kitakami Mountainland, Northern Japan. Am. Min., v. 42, N 7—8, 1957.
- Strunz H. Mineralogische tabellen. Leipzig, 1957.
- Sundius N. Die chemische Zusammensetzung des Holquistits. Geol. Fören. Förhandl. Bd. 69, N 1, 1947.
- Sundius N. The rhombic amphibole holmquistite. Am. Min., 44, N 5—6, 1959.
- Tröger W. E. Tabellen zur optischen bestimmung der Gesteinsbildenden Minerale. Stuttgart, 1952.
- Vogt T., Bastianes O., Skancke P. Holmquistite as rhombic amphibole. Am. Min., v. 43, N 9—10, 1958.