

УДК 549.07:549.643.2

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Э. Н. КОРЫТКОВА, Т. А. МАКАРОВА

# О КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВОЛОКНИСТОГО МАГНЕЗИОРИХТЕРИТА ИЗ ЭНСТАТИТА В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 27 VIII 1973)

Для выяснения физико-химических условий и механизма образования амфиболовых асбестов несомненный интерес представляют экспериментальные исследования по моделированию процессов амфиболообразования. Особого внимания в связи с этим заслуживают работы по воспроизведению процесса образования амфиболовых асбестов из различных природных силикатов. Эти исследования имеют и практическое значение в свете решения проблемы получения искусственных асбестов, так как замена химических реактивов природным сырьем весьма целесообразна экономически. Путем гидротермальной обработки серпентинов, оливинов, пироксенов и некоторых горных пород при повышенных температурах и давлениях нами получены различные по составу и свойствам волокнистые амфиболы типа асбестов (1).

В настоящем сообщении содержатся результаты экспериментальных работ по получению волокнистого Na—Mg-амфибола — магнезиорихтерита. Исходным материалом для синтеза взят природный энстатит. Отобранный для работы образец энстатита был представлен серовато-белыми агрегатами, имеющими удлинённый облик. По химическому составу минерал является типичным энстатитом и содержит 5% FeO.

Очищенные от примесей образцы энстатита измельчались до величины зерна ~40 м и подвергались автоклавной обработке щелочными растворами разной концентрации (0,2—3% NaOH) при температурах от 100 до 500° С и давлениях до 1000 атм. Экспозиция обработки составляла от 12 до 72 час. Количество SiO<sub>2</sub>, необходимое для создания в исходных смесях стехиометрии амфибола, вводилось метасиликатом натрия. Исходные смеси представляли собой суспензии с соотношением твердого к жидкому 1:20—1:70.

В результате гидротермальной обработки энстатита щелочными растворами при температурах 300—500° и давлениях не менее 300 атм. кристаллизуется волокнистый продукт, диагностика которого позволяет отнести его к группе амфиболов\*.

Химический состав синтетического магнезиорихтерита (вес. %):

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Σ
56,76	0,28	5,25	0,16	22,19	10,11	2,26	2,22	99,23

Кристаллохимическая формула, рассчитанная по результатам анализа, Na<sub>2,76</sub>Ca<sub>0,02</sub>Mg<sub>4,68</sub>Fe<sub>0,55</sub><sup>3+</sup>[Si<sub>7,98</sub>Al<sub>0,04</sub>O<sub>22</sub>](OH)<sub>2,12</sub> свидетельствует о принадлежности полученного амфибола к ряду рихтерита. Синтезированный амфибол по существу не содержит кальция, в силу чего может быть назван магнезиорихтеритом. Результаты рентгенографического исследования (табл. 1) подтверждают правильность диагностики полученного минерала. Оптические константы синтезированного амфибола следующие: N<sub>g</sub>=1,620; N<sub>p</sub>=1,612; N<sub>g</sub>-N<sub>p</sub>=0,008.

\* 500°, возможно, не являются верхним пределом образования рихтерита, но это наивысшая температура, при которой мы могли проводить опыты на имеющийся в нашем распоряжении аппаратуре.

Таблица 1

## Результаты рентгенографического исследования рихтеритов \*

Рихтерит из энстатита		Природный рихтерит (XRDC, 1958)		Рихтерит из энстатита		Природный рихтерит (XRDC, 1958)	
I	d/n, Å	I	d/n, Å	I	d/n, Å	I	d/n, Å
8	4,54	40	4,52	4	2,52	60	2,53
7	3,42	70	3,38	5	2,34	50	2,34
5	3,30	60	3,27	7	2,18	60	2,17
5	3,17	70	3,15	5	1,915	20	1,914
5	2,99	60	2,94	3	1,660	50	1,656
4	2,84	40	2,82	4	1,577	40	1,571
10	2,71	80	2,71	6	1,509	60	1,507

\* Приведены только наиболее интенсивные линии.

Воздействие щелочных растворов (с концентрацией 1,5—2% NaOH) на энстатит приводит к кристаллизации магнезиорихтерита уже при температуре 300° ( $P=300$  атм.) и выдержке не менее 12 час. Это нижний предел температурной области образования амфибола. При этих условиях количество его в продукте обработки невелико и составляет ~10%. Подъем температуры до 350° значительно интенсифицирует процесс амфиболизации пироксена. Повышение давления до 1000 атм. способствует лучшей кристаллизации волокнистого амфибола, но не оказывает репаяющего влияния на его количественный выход. Полное преобразование энстатита в рихтерит происходит при 480—500° ( $P=700$  атм.) за 48 час.

На процесс образования волокнистого амфибола из энстатита большое влияние оказывает и концентрация щелочи в исходной смеси. При низких температурах для кристаллизации рихтерита необходима более щелочная среда (концентрация NaOH 1,5—2%), при температурах 450—500° достаточна концентрация NaOH 0,5—0,8%.

Намного эффективнее образование амфибола происходит из более тонкодисперсных образцов энстатита, так как тонкое измельчение благоприятствует более равномерному распределению частиц твердого в суспензии и повышает их реакционную способность.

Полученный в оптимальных условиях продукт обработки энстатита представляет собой спутанно-волокнистую массу (рис. 1) белого цвета с несколько сероватым оттенком. Длина волокон в верхней части продукта до 4 мм, в остальной массе 0,2—0,5 мм, толщина волокон ~0,01—0,1 м (рис. 1 см. вклейку к стр. 624).

Таким образом, гидротермальная обработка энстатита при повышенных температурах и давлениях приводит к его преобразованию в амфибол. При этом характерно, что воздействие щелочных растворов значительно снижает температуру амфиболизации энстатита и сокращает длительность его обработки. Так, из смеси синтетических энстатита и кварца в присутствии воды получен Mg-амфибол — антофиллит лишь при температуре 755° ( $P=20\,000$  бар) и выдержке 3 месяца (2). Под действием кремнеземсодержащих щелочных растворов энстатит начинает преобразовываться в амфибол уже при температуре 300°, полная же амфиболизация его осуществляется при 480° ( $P=700$  атм.) за 48 час. В этих условиях кристаллизуется Na—Mg-амфибол волокнистого облика.

Институт химии силикатов  
им. И. В. Гребенщикова  
Академии наук СССР  
Ленинград

Поступило  
27 VIII 1973

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. Д. Федосеев, Э. Н. Корыткова, Т. А. Макарова, Способ получения волокнистых силикатов типа асбестов, Авт. свид. № 277748, кл. 12i, 33/20, 1967. <sup>2</sup> W. S. Fyfe, Am. J. Sci., v. 260, 6, 460 (1962).  
654