

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 амфибилообразования. 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 реагентов 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 удлиненный облик. По химическому составу минерал является типичным энстатитом и содержит 5% FeO.

Очищенные от примесей образцы энстатита измельчались до величины зерна ~40 μ 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 SiO₂, 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 ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	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, $Na_{2,76}Ca_{0,02}Mg_{4,68}Fe_{0,55}^{3+}[Si_{7,98}Al_{0,04}O_{22}](OH)_{2,12}$ 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: $N_g=1,620$; $N_p=-1,612$; $N_g-N_p=0,008$.

* 500°, возможно, не являются верхним пределом образования рихтерита, но это наивысшая температура, при которой мы могли проводить опыты на имеющейся 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>I</i>	<i>d/n, Å</i>	<i>I</i>	<i>d/n, Å</i>	<i>I</i>	<i>d/n, Å</i>	<i>I</i>	<i>d/n, Å</i>
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	1,945	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 $\sim 10\%$. Подъем температуры до 350° значительно интенсифицирует процесс амфиболизации пироксена. Повышение давления до 1000 атм. способствует лучшей кристаллизации волокнистого амфибола, но не оказывает решающего 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° достаточно 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 $\sim 0,01$ —0,1 μ (рис. 1 см. вклейку к стр. 624).

Таким образом, гидротермальная обработка энстатита при повышенных температурах и давлениях приводит к его преобразованию в амфибол. Причем 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

¹ А. Д. Федосеев, Э. Н. Корыткова, Т. А. Макарова, Способ получения волокнистых силикатов типа асбестов, Авт. свид. № 277748, кл. 121, 33/20, 1967. ² W. S. Fyfe, Am. J. Sci., v. 260, 6, 460 (1962).