

## ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ТАЛЬКА ПРИ НАГРЕВАНИИ

П. Г. УСОВ, Н. В. СОБОРА, Э. Н. БЕЛОМЕСТНОВА

(Представлена научным семинаром кафедры технологии силикатов)

Стеатитовая керамика, обладающая высокой механической прочностью и малым углом диэлектрических потерь, находит широкое применение в производстве высоковольтных, высокочастотных диэлектриков.

Тальк—компонент, в результате термической обработки которого образуется кристаллическая фаза стеатитовой керамики в виде метасиликата магния. Результаты многочисленных исследований характера изменений, происходящих в тальке при нагревании, часто противоречивы. До сих пор нет единого суждения о фазовом превращении и температуре стабильного состояния новообразований [1, 2, 3]. Необходимость более ясного представления о температурных изменениях минерала, широко используемого в промышленности, явилась причиной дальнейшего изучения этого вопроса.

В качестве объекта исследования взяты высококачественные обогащенные тальки (онотский и алгуйский), химический состав которых близок к теоретическому составу минерала, но имеющие различную морфологию кристаллов. Алгуйский порошковатый тальк—листовато-чешуйчатый, онотский—массивный, тонкочешуйчатый, мелкокристаллический. Исследования проведены в интервале температур 800—1500° С. Рентгенографическому, высокотемпературному рентгенографическому, петрографическому, гравитермометрическому и другим методам анализа подвергались образцы талька.

Результаты исследований показывают, что после обжига при 800° С тальковая структура сохраняется. Первые заметные признаки разложения имеют место при 900° С, причем в онотском тальке они проявляются резче, чем в алгуйском. По микроскопическому исследованию разложение сопровождается уменьшением силы двойного лучепреломления от 0,040 до 0,013 и увеличением светопреломления от 1,582 до 1,596 новообразования при термической обработке алгуйского талька приобретают волокнистое строение, а онотского—часто имеют пластинчатый облик. Рентгенограмма онотского талька, обожженного при 900° С, показывает, что все линии, присущие тальку, исчезли; алгуйский тальк сохраняет все дифракционные максимумы талька, но все они уменьшились и потеряли свою четкость. При дальнейшем нагревании продолжается перестройка структуры талька в структуру пироксена и совершенствование структуры последнего. На рентгенограммах, снятых с образцов, обожженных при 1000° и 1100° С, наряду с линиями, отвечающими обеим модификациям метасиликата магния, присутствуют дифракционные максимумы с  $d=2,3 \text{ \AA}$ ,  $d=1,97 \text{ \AA}$ ,  $d=1,49 \text{ \AA}$ , принадлежащие протоэнстатиту. Высокотемпературный рентгеновский анализ также свидетельствует о том, что образующийся метасиликат магния—протоэнстатит. Новообразования волокнистой и пластинчатой формы, наблюдаемые

под микроскопом, — это образования протоэнстатита, но несущего массу дефектов и напряжений. На это указывает размытость дифракционных максимумов, межплоскостные расстояния которых соответствуют протоэнстатиту.

Начиная с 1200° С первоначальные волокнистые агрегаты протоэнстатита переходят в тонкозернистые, состоящие из мельчайших зерен (размер отдельных кристаллических индивидов не более 2 микрон). Суммарное светопреломление их равно  $1,612 \pm 0,003$ . Внешне под микроскопом это проявляется в разрыве волокон поперек вытянутой оси и в образовании микрокристалликов. Причина разрыва волокон, на наш взгляд, кроется в дефектной структуре первоначального протоэнстатита. Образовавшиеся волокна имеют несколько большую длину, чем требуется для устойчивого кристалла. Это связано в свою очередь с тем, что скорость роста кристаллов больше, чем скорость образования центров кристаллизации в период разложения талька. Одной из причин анизотропии роста кристалла является конституция его решетки — вытянутость анионных цепочек. Волокнистые кристаллы, длина которых 60—70 микрон (при ширине 1—2 микрона), испытывают напряжения разрыва и со временем рвутся. При этом ориентировка отдельных микрокристалликов сохраняется. Поэтому, несмотря на их чрезвычайно малый размер, в скрещенных николях они выделяются довольно отчетливо.

Одновременно обособляются включения аморфного кремнезема, который затем кристаллизуется в виде кристобалита.

При 1400° С в продуктах исследуемых тальков полностью исчезают волокнистые агрегаты и преобладают тонкозернистые. Последние не испытывают полиморфного превращения и устойчивы при обычных температурах. Эта стабилизация протоэнстатита обусловлена малым размером кристаллов [4].

Процессы, происходящие при обжиге талька, не заканчиваются на образовании тонкозернистого протоэнстатита. Начиная с 1200° С, в продуктах обжига талька фиксируются кристаллы размером до 10 микрон другой полиморфной формы метасиликата магния-клиноэнстатита. Появление клиноэнстатита связано с рекристаллизационным ростом зерен протоэнстатита. Присутствие расплава при 1500° С способствует росту зерен протоэнстатита и последние при охлаждении легко трансформируются в моноклинную форму метасиликата магния. Клиноэнстатит является доминирующей кристаллической фазой при 1500° С. Выделения его имеют таблитчатый и короткопризматический габитус без четких граней, достигая 40—50 микрон. Отдельные зерна проявляют полисинтетическое двойникование. Рентгенограммы подтверждают клиноэнстатитовый состав.

### Выводы

1. Структура талька при нагревании преобразуется в структуру протоэнстатита с отщеплением аморфного кремнезема.

2. Протоэнстатит в своем развитии проходит 3 стадии: пластинчатые и волокнистые разновидности, тонкозернистые агрегаты, крупные кристаллы. Последние при охлаждении трансформируются в клиноэнстатит.

### ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Августиник. Изменения талька при нагревании. Сб. Тальк, промышленный издатель, 1952.
2. Д. С. Белянкин, Б. В. Иванов, В. В. Лапкин. Петрография технического камня. Изд-во Академии наук СССР, 1952.
3. M. K o l t e r m a n n. *Tonn-Industrie-Zeitung*, 6, 7/8, 1964.
4. П. Г. Усов, В. Н. Гурин. Влияние дисперсности кристаллов метасиликата магния на стабилизацию протоэнстатита при низкой температуре. Материалы XI областной конференции, г. Новосибирск, 1968.