

ходим к определению фаз указанных напряжений. Для этого предварительно вычисляем:

$$S_{m+1} \cos \varphi_m = 0,5 [b_{m+2} x_{m+2} - x_m - x_{m+1} + \\ + \frac{S_{m+2}}{x_{m+2}} - 2b_{m+2} S_{m+2} \cos (\varphi_{m+2} - \varphi_{m+1})], \quad (m=1+3), \quad (12)$$

а по ним:

$$S_{m+1} \sin \varphi_m = \frac{1}{x_m + S_{m+1} \cos \varphi_m + S_{m+2} \cos \varphi_{m+2} - \\ - \varphi_m) + b_m x_m \sin (\varphi_{m+1} - \varphi_m) + S_{m+1} \cos \varphi_m - \\ - [S_{m+1} \sin (\varphi_{m+1} - \varphi_{m+1}) + b_{m+1} x_{m+1} \sin (\varphi_{m+1} - \varphi_m - \\ - \varphi_{m+1})] x_m}. \quad (m=1+3). \quad (13)$$

В записанных выражениях:

$$S_{m+1} = U_m U_{m+1} y_{m+1}, \quad (14)$$

$$\varphi_m = \varphi_m - \varphi_{m+1} - \varphi_{m+2} + \varphi_{m+1} \varphi_{m+2}. \quad (15)$$

Наконец, имея числовые значения левых частей равенств (12) и (13), определяем тангенсы углов φ_1 , φ_2 , φ_3 и далее, на основании (15), вычисляем фазы напряжений на зажимах шестиполюсника φ_1 , φ_2 , φ_3 .

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Поступило 25.V.1967.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адоин Г. Т. Многополюсник Изд. АН АрмССР. Ереван, 1965.
2. Крылов А. Н. Лекции о приближенных вычислениях. М., 1950.

Х. О. ГЕВОРКЯН

О ПРИРОДЕ КОНТАКТНЫХ ПРОЦЕССОВ ОБЖИГА ФОСФОРА

Основными процессами образования структуры фарфора являются муллитизация и стеклообразование [1]. При обжиге в одной и той же температурной области одновременно протекают разные процессы, которые настолько тесно переплетаются друг с другом, что часто их трудно разграничить. По существу в экспериментальном исследовании измеряют лишь суммарное действие различных процессов. Отсюда возникает необходимость расчленения сложного взаимодействия на возможно более простые, элементарные процессы. Именно поэтому, изучая взаимодействие фаз в тройной системе каолин-кварц-полевой шпат, предварительно расчленяем его по двойным контактам — каолин-полевой шпат, кварц-полевой шпат и каолин-кварц. Для фарфорообразования наиболее существенное значение имеет взаимодействие фаз по контакту каолин-полевой шпат, который и рассмат-

вается в настоящей работе. Была исследована масса, содержащая 60% Присяновского каолина и 40% Чупинского полевого шпата (табл. 1).

Таблица 1

Материалы	Содержание окислов (%)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.ш
Каолин	46,69	37,42	0,44	0,79	0,55	0,12	0,80	13,35
Полевой шпат . . .	64,24	19,10	0,10	0,19	0,17	2,44	12,51	0,71

После помола исходных материалов методом полусухого прессования были приготовлены образцы (1,0 × 1,0 × 0,5 см), которые обжигались при температуре 950, 1050, 1150, 1200, 1250, 1300, 1350, 1400°С со скоростью нагрева 3° в минуту и выдержкой 150 минут. Для обожженных образцов было выполнено петрографическое и рентгенографическое исследование, а также измерение физических характеристик (рис. 1).

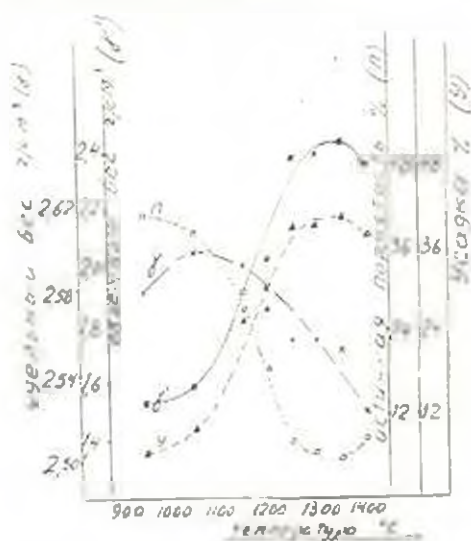


Рис. 1. Зависимость физических свойств массы от температуры обжига.

На основании экспериментальных данных было установлено, что спекание массы начинается после 1100°С, что сопровождается уменьшением удельного веса. Максимальное уплотнение достигается при 1350°С, а последующее повышение температуры вызывает снижение объемного веса и рост пористости, что объясняется вторичным порообразованием. Полученные экспериментальные данные, а также ранее описанные наблюдения [2] дают возможность рассмотреть процесс обжига двухкомпонентной смеси, содержащей каолин и полевой шпат по нижеследующей схеме. В начальной стадии обжига до 1100–1150°С происходят твердофазные процессы, главным образом термические изменения каолинита с образованием муллита и аморфного кремнезема (рис. 2-б). При дальнейшем повышении температуры происходит плавление полевого шпата; образованный при этом расплав, благодаря своей смачивающей способности вступает в адгезионное взаимодействие с твердыми частицами глинистого остатка; последний смачивается расплавом, который образует мениск и

по нижеследующей схеме. В начальной стадии обжига до 1100–1150°С происходят твердофазные процессы, главным образом термические изменения каолинита с образованием муллита и аморфного кремнезема (рис. 2-б). При дальнейшем повышении температуры происходит плавление полевого шпата; образованный при этом расплав, благодаря своей смачивающей способности вступает в адгезионное взаимодействие с твердыми частицами глинистого остатка; последний смачивается расплавом, который образует мениск и

под действием сил поверхностного натяжения жидкая фаза перемещается, вызывая некоторое смещение твердых частиц, которые стягиваются, обуславливая уменьшение пористости и уплотнение изделий (рис. 2-в). В этой начальной стадии плавления глубокого физико-химического взаимодействия фаз не происходит.

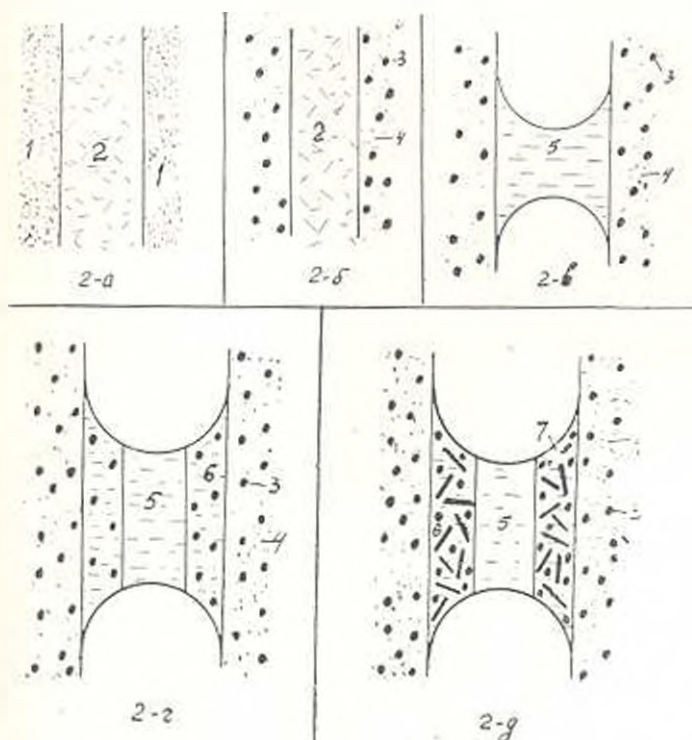


Рис. 2. Схема процессов обжига по контакту — каолин-полевой шпат: 1 — каолин; 2 — полевой шпат; 3 — первичный муллит; 4 — аморфный кремнезем; 5 — полевошпатовый расплав; 6 — кремнезем-полевошпатовый расплав; 7 — вторичный муллит.

В структуре фарфора наблюдается стекло, которое некоторыми авторами называется „глинистым“ [3], как образованное растворением глины в полевошпатовом расплаве. С таким толкованием процесса стеклообразования трудно согласиться, так как в рассматриваемой области (выше 1150°) с жидкой фазой контрактирует не глинистое вещество, а продукты его твердофазных превращений — муллит и аморфный кремнезем (рис. 2-в). В таком контакте не будет происходить одновременное растворение всех компонентов. Первоначально будет растворяться более реакционноспособный аморфный кремнезем. Следовательно, по контакту образуется слой кремнезем-полевошпатового расплава, пронизанного мельчайшими зернами первичного муллита (рис. 2-г). Дальнейшее протекание процесса обуславливается количественным соотношением содержания в расплаве ионов $Al^{3+} : Si^{4+}$. По мере растворения кремнезема, это соотношение меняется, расплав становится более кислым по сравнению с чистым полевошпатовым

расплавом. В результате разности концентраций начинается растворение первичного муллита и после насыщения ионами Al^{3+} выкристаллизовывается вторичный муллит игловидной формы (рис. 2-д). Перекристаллизации муллита способствует наличие в расплаве некоторой упорядоченности. В расплаве имеются субтоксические группы [4], содержащие группы $[AlO_4]$, $[AlO_3]$ и $[SiO_4]$, являющиеся составными элементами, из которых выкристаллизовывается вторичный игловидный муллит. Крупные кристаллы последнего в энергетическом отношении обладают большей стабильностью, так как движущей силой описанного процесса перекристаллизации является снижение свободной поверхностной энергии рассматриваемой системы.

В производстве тонкокерамических изделий процесс перекристаллизации муллита через расплав полностью не завершается. В зависимости от условий обжига получаются различные промежуточные состояния, и которых обжиг, и следовательно, и перекристаллизация муллита приостанавливаются при различных количественных соотношениях катионов. Соответственно при микроскопическом изучении в шлифах наблюдаем разное количественное соотношение первичного и вторичного муллита. Основными факторами, определяющими скорость протекания процесса растворение — перекристаллизация муллита, являются разность ионных концентраций, а также изменение температуры обжига; с повышением температуры ускоряются диффузионные процессы и растворение кристаллических фаз.

В соответствии с вышеприведенной схемой по двойному контакту кварца — полевого шпата, во время обжига образуется контактная зона, состоящая из полевошпатового стекла, зажатого между прослойками кремнезем-полевошпатового стекла, пронизанного кристалликами вторичного муллита и некоторого количества остаточного первичного муллита.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Поступило 27.XI.1967.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Будников Н. П., Геворкян А. О. Фарфор, М., 1955.
- 2 Геворкян А. О. Тр. Ереванского политехнического института, т. 5, 1955
- 3 Шальтин Г., Мейер В. *Ann. Amer. Ceram. Soc.*, 21, 11, 1938
- 4 Френкель Я. И. Кинетическая теория жидкостей. АН СССР, М., 1946

С. И. МЕКИНЯН

О ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ ШЛАКОБЕТОНА С ТУФОВЫМ КАМНЕМ

Исследование прочности сцепления туфолого камня с раствором и бетоном представляет значительный интерес не только с точки зрения монолитности кладки, применяемой в сейсмических районах, но