

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

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

а по ним:

$$S_{mm+1} \sin \psi_m = \frac{1}{x_m + S_{mm+1} \cos \psi_m + S_{m+2m} \cos \psi_{m+2}} \{ [S_m \sin (\varphi_m - \varphi_{mm}) + b_m x_m \sin (\varphi_{mm} - \varphi_{mm})] S_{mm+1} \cos \psi_m - [S_{m+1} \sin (\varphi_{m+1} - \varphi_{m+1, m+1}) + b_{m+1} x_{m+1} \sin (\varphi_{m+1, m+1} - \varphi_{m+1, m+1})] x_m \}, \quad (m=1 \div 3), \quad (13)$$

В записанных выражениях:

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

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

Наконец, имея числовые значения левых частей равенств (12) и (13), определяем тангенсы углов  $\psi_1, \psi_2, \psi_3$  и далее, на основании (15), вычисляем фазы напряжений на зажимах шестиполюсника  $\psi_1, \psi_2, \psi_3$ .

Ереванский политехнический институт  
им. К. Маркса

Поступило 25.V.1967.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Адоци 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 рассматри-

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

Таблица 1

Материалы	Содержание окислов (%)							
	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	K <sub>2</sub> O	п.п.п.
Каолин . . . . .	46,69	37,42	0,44	0,79	0,55	0,12	0,80	13,35
Полевой шпат . . .	64,74	19,10	0,10	0,19	0,17	2,44	12,51	0,71

После помола исходных материалов методом полусухого пресования были приготовлены образцы (1,0×1,0×0,5 см), которые обжигались при температуре 950, 1050, 1150, 1200, 1250, 1300, 1350, 1400°C 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).

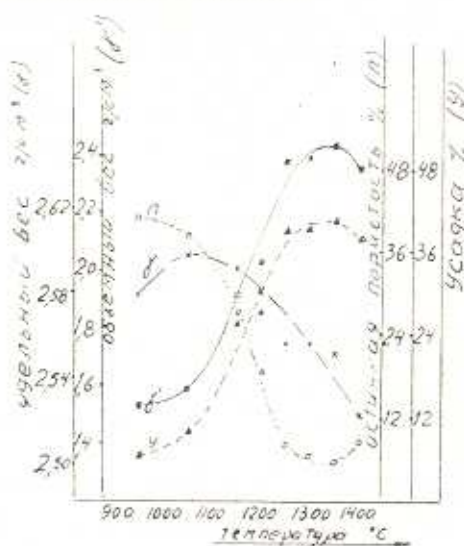


Рис. 1. Зависимость физических свойств массы от температуры обжига.

левой шпата по нижеследующей схеме. В начальной стадии обжига до 1100—1150°C 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

На основании экспериментальных данных было установлено, что спекание массы начинается после 1100°C, что сопровождается уменьшением удельного веса. Максимальное уплотнение достигается при 1350°C, 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 шпата.

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.

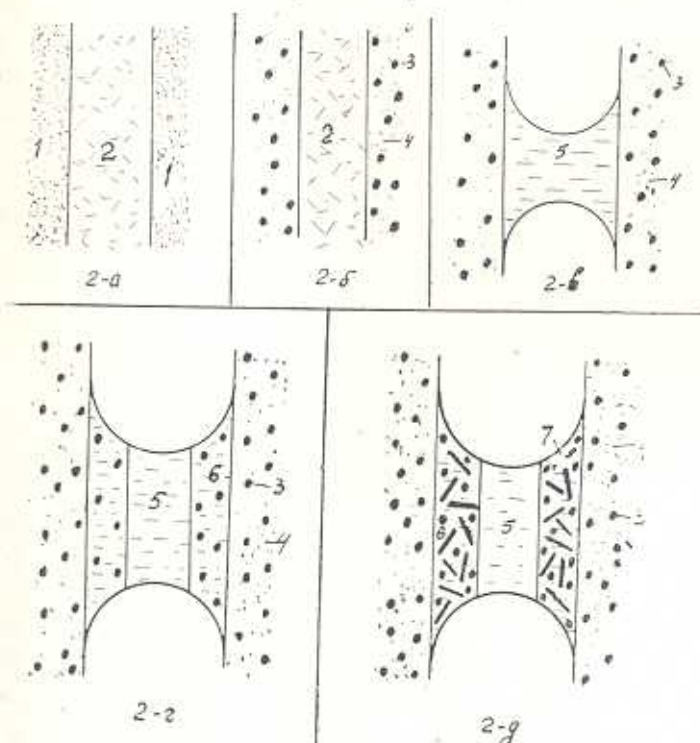


Рис. 2. Схема процессов обжига по контакту — каолин-полевой шпат: 1—каолин; 2—полевой шпат; 3—первичный муллит; 4—аморфный кремнезем; 5—полевошпатовый расплав; 6—кремнезем-полевошпатовый расплав; 7—вторичный муллит.

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 контрактурирует 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 субтокемические группы [4], содержащие группы  $[AlO_6]$ ,  $[AlO_4]$  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 получают различные промежуточные состояния, в которых обжиг, а 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 каолин — полевошпат, 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

Получено 27.XI.1967.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Будников П. П., Геворкян Х. О. Фарфор, М., 1955.
2. Геворкян Х. О. Тр. Ереванского политехнического института, т. 9, 1955.
3. Шельтон Г., Мейер В. Journ. Amer. Ceram. Soc., 21, 11, 1938.
4. Френкель Я. И. Кинетическая теория жидкостей. АН СССР, М., 1946.

С. Н. МЕКИНЯН

#### О ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ ШЛАКОБЕТОНА С ТУФОВЫМ КАМНЕМ

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