

УДК 666.762.65.032.4 (575.2) (04)

## ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО ШЛИКЕРА

*А.А. Скрипников* – канд. физ.-мат. наук

---

Thermal physical properties of thermoplastic system have been investigated on the basis of silicon powder and slurry. It is shown that solid particles sizes do not influence thermal conductivity of the system and an amount of slurry defines temperature and thermal conductivity

Качество шликера является основным фактором, определяющим свойства конечного продукта, в частности нитридкремниевой керамики. Для расчета технических параметров технологических процессов необходимо знать такие теплофизические свойства термопластичного шликера, как температура плавления, теплопроводность. Также важно изучение изменения этих свойств от дисперсности твердой фазы, состава и количества дисперсионной среды.

В качестве дисперсной фазы шликеров использовались тонкодисперсные порошки кремния ( $d_{\max}=10;100$  и  $200$  мкм), полученные методом сухого помола. Все порошки характеризовались полидисперсным распределением, характерным для материалов, измельчаемых в шаровых мельницах. Для исследования физико-технологических свойств были приготовлены шликеры разных составов. Шликеры готовились на двух видах связки: первый вид состоял из 25% (от массы порошка) расплава парафин + воск и 1% (от массы порошка) олеиновой кислоты; второй вид – из 21% (от массы порошка) расплава парафин + воск и 1% (от массы порошка) олеиновой кислоты.

Приготовленный таким образом шликер можно представить как двухфазную систему, состоящую из низкотеплопроводной связки, в виде непрерывной матрицы, и более высокотеплопроводной фазы диспергированного порошка кремния.

Температура плавления шликеров определялась по методу Жукова, который применяется для определения температуры кристаллизации парафинов. Этот метод основан на том, что при охлаждении горячего шликера его температура в определенный момент времени (при кристаллизации) остается на некоторое время постоянной, а затем вновь понижается. Из полученных зависимостей были выделены интервалы времени, на которых температура шликеров оставалась постоянной. Интервалы температур плавления шликеров представлены на рис. 1–2.

Уменьшение размера частиц в шликере приводит к незначительному снижению температуры плавления. Это, очевидно, связано с несколько большим содержанием свободной несольватированной связки, которая имеет низкую температуру плавления.

Каждая частица дисперсной фазы окружена сольватной оболочкой, состоящей из молекул связки. У молекул жидкостей, адсорбированных на поверхности твердых частиц, существенно изменяются физические свойства [1, 3], в частности, повышаются температура плавления и плотность. Эти измененные свойства и определяют повышение температуры плавления шликеров с большим содержанием сольватной связки.

Теплопроводность шликеров экспериментально не определялась, для ее определения

была использована расчетная формула для структур с непрерывной матрицей, при наибольшем различии в теплопроводности между матрицей и наполнителем [2], которая наиболее близко согласуется с экспериментальными данными по теплопроводности термопластичных шликеров.

$$\lambda = \frac{\lambda_i(1-P_0)^{2/3} + 1 - (1-P_0)^{2/3}}{\frac{\lambda_i}{\lambda_0}[(1-P_0)^{2/3} - 1 + P_0] + [2 - (1-P_0)^{2/3} - P_0]}$$

где  $\lambda$  – теплопроводность системы;  $\lambda_0$  – теплопроводность связки;  $\lambda_i$  – теплопроводность порошка;  $P_0$  – объемная концентрация связки.

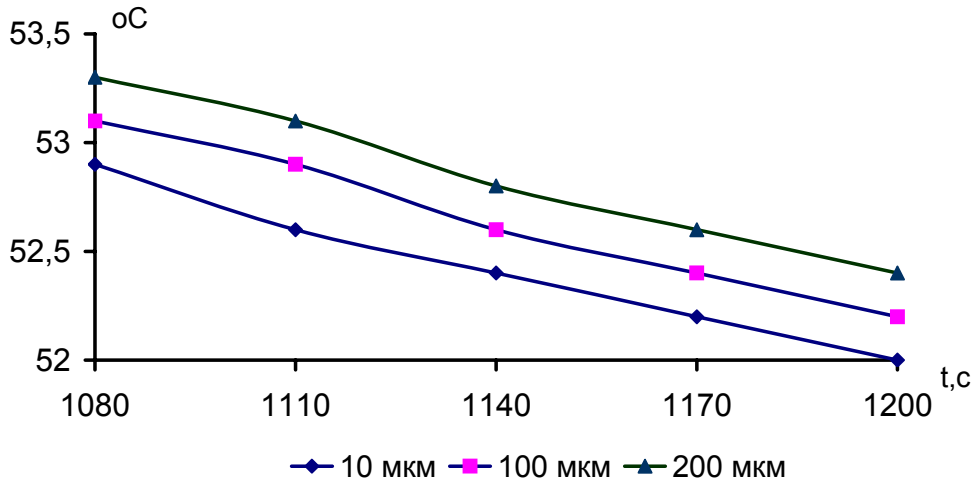


Рис. 1. Интервал температуры плавления шликеров на 1-м виде связки.

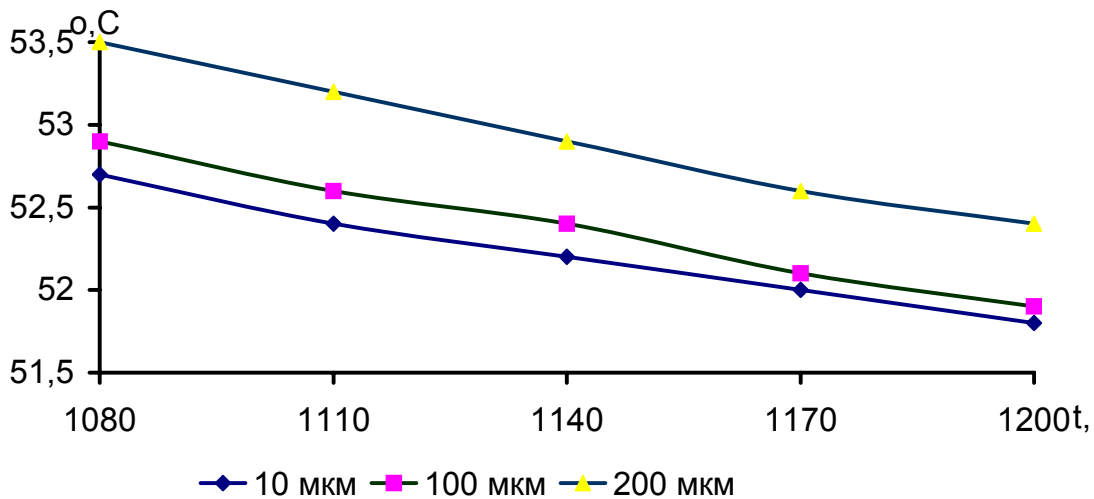


Рис. 2. Интервал температуры плавления шликеров на 2-м виде связки.

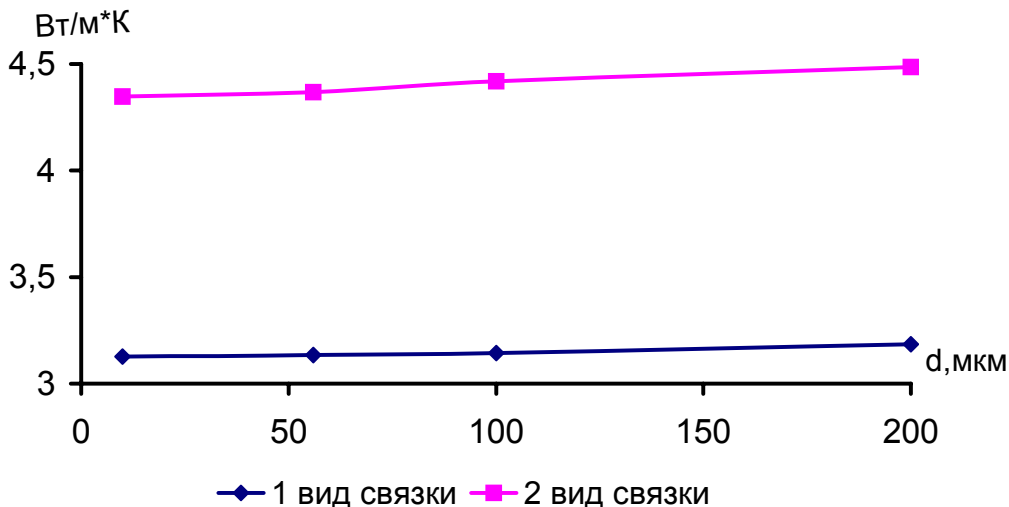


Рис.3. Зависимость теплопроводности от размера частиц твердой фазы в шликерах с различным содержанием технологической связки.

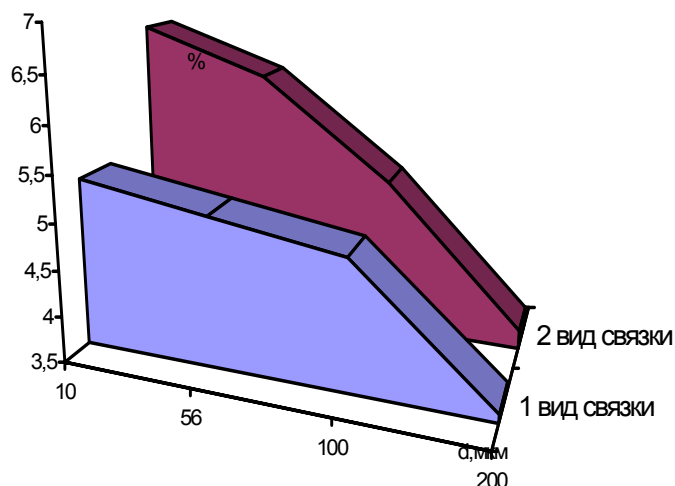


Рис.4. Зависимость пористости образцов от размера частиц твердой фракции для шликеров разных составов.

Очевидно, что ведущее значение в теплопроводности термопластичных шликеров принадлежит связке, которая является непрерывной и низкотеплопроводной фазой в системе. Сопоставление высокой теплопроводности кремния с низкой теплопроводностью связки свидетельствует о том, что при рассмотрении термопластичного шликера как структуриро-

ванной дисперсной системы его теплопроводность существенно зависит от теплопроводности технологической связки. С ростом содержания связки теплопроводность шликеров падает, что вполне закономерно, учитывая большую разницу в теплопроводности связки и порошка кремния и в уменьшении вероятности непосредственных контактов между час-

тицами, теплопроводность которых выше теплопроводности связки. Размер частиц твердой фазы при данных количествах технологической связки не оказывает существенного влияния на теплопроводность шликера.

Определено, что уменьшение размера частиц, при одном и том же содержании технологической связки, увеличивает пористость образцов.

На основании исследования температуры плавления, теплопроводности и пористости образцов термопластичного шликера на основе порошка кремния и технологической связки установлено, что температура плавления шликера снижается с повышением дисперсности частиц твердой фазы в шликере. Это связано с большим содержанием свободной несольватированной связки, имеющей низкую температуру плавления. Таким образом, основная роль в теплопроводности термопластичного шликера принадлежит временной связке, которая является непрерывной и низкотеплопроводной фазой в системе. Определено, что размер час-

тиц твердой фазы при рассмотренном содержании дисперсионной среды в шликере не оказывает существенного влияния на его теплопроводность. Уменьшение размера частиц при одном и том же содержании технологической связки увеличивает пористость образцов, что позволит создавать керамические изделия с хорошими теплофизическими характеристиками (высокая термостойкость, теплоизоляция). Полученные результаты могут быть использованы при теплофизических расчетах технологических процессов горячего литья термопластичных шликеров, для получения изделий из нитрида кремния.

#### **Литература**

1. *Чиркин В.С.* Теплопроводность промышленных материалов. – М., 1962.
2. *Чудновский А.Ф.* Теплофизические характеристики дисперсных материалов. – М., 1962.
3. *Грибовский П.О.* Горячее литье керамических изделий. – М.-Л., 1961.