

УДК 666.798.2

Иванова Л. А., Косицын Н. О., Шофул И. И.

РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КЕРАМИКИ

Среди специальных технологий сложнорельефных отливок особое место принадлежит керамике. За последние десять-пятнадцать лет особых изменений в технологическом направлении развития процессов формообразования на основе керамики практически не произошло. Превалирующим методом формообразования остается технология литья в керамические, многослойные оболочковые формы [1]. Следует отметить, что литье по выплавляемым моделям в керамических оболочках в основном получает развитие для тонкостенных отливок, типа разнообразных турбинных лопаток. В этой связи представляет большой научно-практический интерес разработки института физики металлов и сплавов АН Украины [2], в которых в качестве модификатора керамики предложены оксиды, образующие твердые растворы с оксидом наполнителя керамической суспензии. Можно согласиться с утверждением автора, что применение огеливаемой керамики непосредственно определяет механизм возникновения пористости, что, в конечном счете, снижает уровень однородности структуры, а также механические свойства. Что же касается снижения теплофизических характеристик, то на наш взгляд, этот вывод [2] несколько проблематичен. Характер пористости для огеливаемой керамики определяется в основном микротрещиноватостью (рис. 1) и появлением открытых пор как траекторий удаления этилового спирта при термической обработке керамики.



Рис. 1. Текстура огеливаемой керамики (X300, T-700 °С)

Закрытые поры в керамике рассредоточены, и механизм их образования связан с неудаленным воздухом, замешанном в суспензии.

Результаты наших исследований показали, что повышение температуры термической обработки для огеливаемой керамики не является экономичным методом для снижения пористости, так как образовавшиеся каналы – траектории не исчезают, уменьшаются размеры закрытых пор. Влияние температуры термической обработки на величину пористости более наглядно при пропитке керамики, например, ортофосфорной кислотой. В этом случае происходит заполнение каналов и пор поверхностного слоя и снижение пористости до 10–15 % при повышении прочности σ_B , в 2,7–3 раза (рис. 2).

Наиболее эффективным методом управления процессом структурообразования керамики представляется применение шликерной керамики [3].

Целью работы является исследование процессов получения кварцевой шликерной керамики.

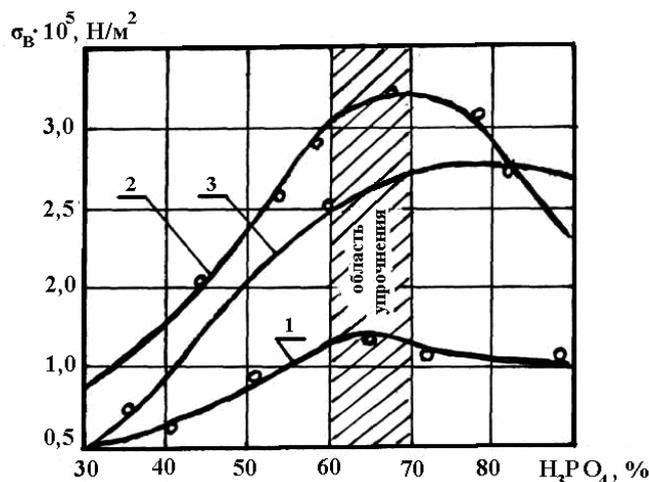


Рис. 2. Влияние пропитки на прочность

Выполненные исследования кварцевой керамики, характерной особенностью которой является получение суспензий из дисперсного кварца и воды без связующей составляющей с последующим удалением жидкой фазы при контакте с гидрофильной средой. На рис. 3 приведены рентгенограммы шликерной керамики. Анализ рентгенограмм и соответствующей микроструктуры до термической обработки (рис. 3, а) и после термической обработки (рис. 3, б) показал, что характер пористости и ее величина изменяется.

Хаотические поры и траектории удаления воды при контакте с гидрофильной поверхностью из гипса (рис. 3, а), приобретают в некоторой степени регулярный вид под влиянием температурного поля, возникающего при термической обработке (рис. 3, б).

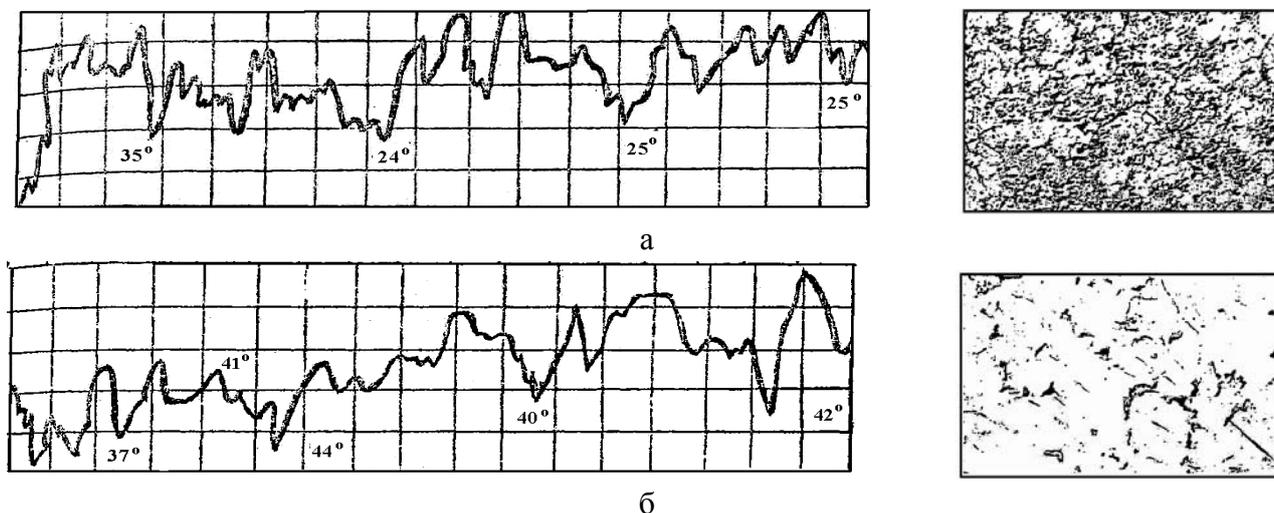


Рис. 3. Рентгенограммы шликерной керамики:
а – до термической обработки; б – после термической обработки

Если пористость до термической обработке составляла 16–18 %, то после термической обработке до 1250 °С ее величина не превышала 10 %.

Размеры капиллярных каналов определяли на установке Баруса-Бехгольца [4]. Для этого под исследуемый керамический образец, помещенный в герметичный стеклянный цилиндр, подается воздух под давлением. Над поверхностью образца находился расплав парафина с мелкодисперсным железным порошком. При давлении, превышающем давление в самом узком сечении капилляра, на поверхности образца фиксировали появление газового пузыря. Искомый радиус капилляра определяли по формуле (1):

$$r = \frac{2\sigma \cdot \cos \theta}{\rho \cdot \gamma \cdot q}, \quad (1)$$

где r – искомый радиус капилляра, σ – поверхностное натяжение расплава парафина; θ – угол смачивания; γ – плотность; q – ускорение свободного падения.

При замкнутой поре воздушные пузыри деформировали пленку парафина. Величину пористости определяли на цилиндрических образцах диаметром 25 мм и высотой 5 мм методом послойного снятия слоя толщиной 0,1 мм. Распределение пор и каналов по высоте образца определяли способом построения структурограмм. Для определения пористости шликерной керамики применяли методику прозрачного шлифа. Послойное снятие с поверхности образца слоя осуществляется методом обработки шлифовальным полотном. Микропористость шликерной керамики исследовали в проходящем свете на микроскопе.

Следует отметить, что период термической обработки более 2 часов не приводил к уменьшению пористости (рис. 4).

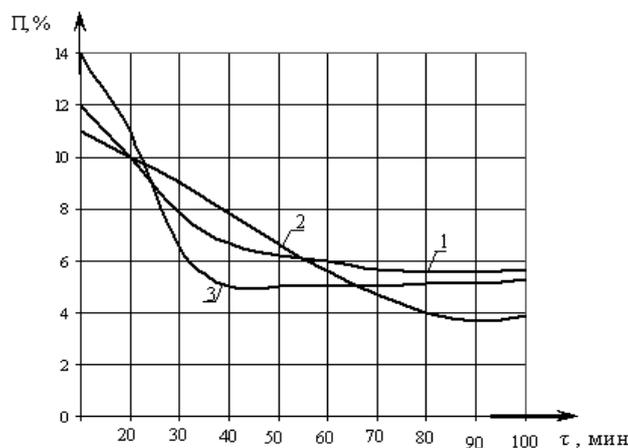


Рис. 4. Влияние температуры и времени спекания на пористость шликерной керамики: 1 – $T = 1250$ °C; 2 – $T = 1270$ °C; 3 – 1200 °C

Термическая обработка кварцевой шликерной керамики, осуществляемая плазмотроном, вызывала оплавление поверхностного слоя образцов.

ВЫВОДЫ

1. Сопоставление структуры огеливаемой керамики и шликерной керамики определили зависимость процесса образования замкнутых и открытых пор от характера движения жидкой фазы при контакте с гидрофильной поверхностью.

2. Снижение величины пористости огеливаемой керамики ограничивается периодом перехода из пластичного состояния в отвержденное состояние независимо от режима термической обработки.

3. Эффективным методом управления процесса образования пористости в шликерной керамики является введение коагулятора АНФ-6 и повышением температуры спекания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Репях С. И. Технологические основы литья по выплавляемым моделям / С. И. Репях. – Днепропетровск : Лира, ЛТД, 2006. – 1052 с.
2. Симановский В. М. Теоретические основы получения литейных форм и стержней на основе модифицированной керамики / В. М. Симановский // Процессы литья. – 2001. – № 2. – С. 41–47.
3. Иванова Л. А. Процессы формообразования гетерогенных керамических систем / Л. А. Иванова, Н. О. Косицын. – Одесса : Полиграф, 2008. – 124 с.
4. Беркман А. С. Пористая проникаемая керамика / А. С. Беркман, М. Г. Мельникова. – Москва: Стройиздат, 1979. – 141 с.