

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ СИТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ СПЕКАНИЯ

О.С. Залыгина, Н.М. Бобкова

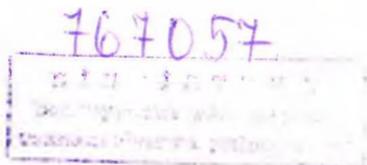
Белорусский государственный технологический университет

Ключевые слова: износостойкость, композиция, кристаллизация, плотность, прочность, ситалл, ситаллизация, ситаллокерамический, спекание, стекло.

The composites consisting of  $Al_2O_3$  as a filler and devitrificating glass as a binder were received. The material is characterized by a high durability, low wearability and low temperature of thermal treatment. The material can be used for production of parts operating under increased friction.

В настоящее время керамика находит все более широкое применение в качестве конструкционного материала. По имеющимся данным, наибольшим спросом пользуется глиноземистая керамика (42.1%), что обусловлено ее сравнительно небольшой стоимостью в сочетании с высокими физико-механическими свойствами. Главной трудностью при производстве алюмооксидной керамики является высокая температура спекания - выше  $1700^{\circ}C$  [1].

Целью настоящего исследования явилось получение композиционных ситаллокерамических материалов на основе  $Al_2O_3$  и ситаллизующегося стекла, обладающих комплексом высоких физико-механических свойств, прежде всего высокими прочностью и



износостойкостью, при одновременном снижении температуры спекания.

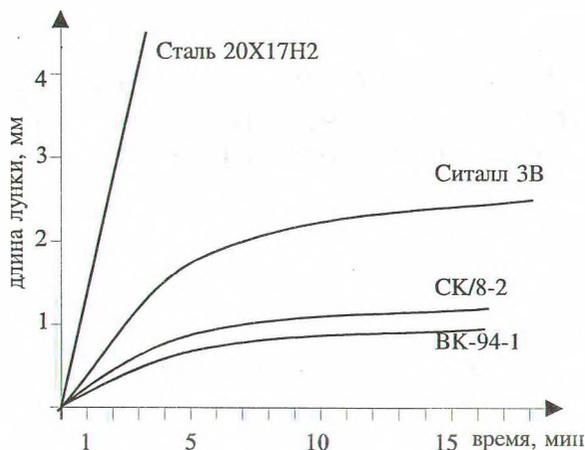


Рис.1. Сравнительная характеристика износостойкости стали, ситалла, керамики и композиционного ситаллокерамического материала СК/8-2.

В качестве ситаллизирующегося стекла, добавляемого к  $Al_2O_3$  использовалось стекло системы  $BaO-CaO-B_2O_3-Al_2O_3-TiO_2-SiO_2$ , при кристаллизации которого образуются износостойкие и жаростойкие кристаллические фазы:  $\beta$ -цельзиан  $BaAl_2Si_2O_3$  и рутил  $TiO_2$ . При этом ситаллизация стекла начинается при температуре ниже  $900^\circ C$ , а в композиции с  $Al_2O_3$  - при еще более низких температурах (около  $700^\circ C$ ), т.к. зерна  $Al_2O_3$  играют роль инициаторов кристаллизации. Такая частичная стимулированная поверхностными контактами кристаллизация при низких температурах термообработки препятствует деформации в процессе спекания и делает возможной высокую скорость спекания.

С помощью математического планирования эксперимента в работе были определены оптимальные состав и режим спекания композиционного материала: содержание стекла 20%, температура спекания  $1475^\circ C$ , время спекания 1 час. Более высокие температуры

спекания приводят к образованию более крупных кристаллов корунда, что ведет к снижению физико-механических свойств ситаллокерамического материала. При низких температурах и времени спекания имеет место неполное спекание материала - не достигается нулевое водопоглощение - что также обуславливает невысокие значения прочности, износостойкости и других характеристик исследуемого материала.

Поскольку в данном исследовании спекание осуществляется в присутствии жидкости (стекла), то взаимная связь между кристаллами корунда осуществляется не только за счет срастания и тесного сопряжения кристаллов корунда, но и за счет адгезионных свойств образовавшейся жидкости по отношению к корунду. При этом образовавшаяся стекловидная связка, обогащенная  $Al_2O_3$ , обладает высокими физико-механическими свойствами. Такая картина характерна для композиций, содержащих 20-23% стекла, и такие материалы обладают высокими прочностью и износостойкостью. При дальнейшем повышении количества стекла в стекловидной связке образуются зоны, не упрочненные  $Al_2O_3$ . В этом случае разрушение идет по этим зонам и такие ситаллокерамические материалы имеют худшие механические характеристики. При незначительном содержании стекла (10-15%) ситаллокерамический материал обладает меньшими прочностью и износостойкостью вследствие неполного спекания материала.

Исследование структуры ситаллокерамических материалов методом капиллярной дефектоскопии показало, что материал оптимального состава, спеченный по оптимальному режиму, имеет бездефектную структуру. Методом капиллярной дефектоскопии не выявлено никаких дефектов - пор, трещин - в ультрафиолетовом свете после пропитки люминесцентной жидкостью ЛЖ-6А наблюдается полностью темный бездефектный образец [2]. Это обусловило, наряду с образованием мелкокристаллической структуры, высокие свойства разработанного ситаллокерамического материала. Полученный материал обладает следующими свойствами: предел прочности при сжатии 825 МПа; износ, определяемый по глубине лунки, вытертой контртелом из сплава R18 за 15 минут при прижимающем усилии 50 Н и скорости вращения

шпинделя 9600 об/мин,  $2,08 \cdot 10^{-3}$  мм; плотность 3200 кг/м<sup>3</sup>; водопоглощение 0.0%.

Сравнительный анализ износостойкости разработанного ситаллокерамического материала (материал СК/8-2) показывает, что данный материал характеризуется более высокой износостойкостью, чем ситалл или тем более сталь, и приближается к высокоглиноземистой керамике ВК-94-1 (рис.1), имея при этом более низкую температуру спекания - на 200-250°С - что позволяет обеспечить значительную экономию энергии.

Для промышленных испытаний разработанного композиционного ситаллокерамического материала была изготовлена термопластическим прессованием и передана на испытания на Могилевское производственное объединение шелковых тканей партия изделий - нитепроводников (гребенка - 1080) из данного материала в количестве 5000 штук. Нитепроводники были использованы в сновальных станках СВ-180 и показали хорошие эксплуатационные свойства; при изучении состояния поверхности деталей после цикла работ, составившего 6 месяцев, не обнаружено признаков износа, ворсистости нитей не наблюдалось, качество нитей хорошее. Кроме того, разработанный материал, благодаря своим высоким физико-механическим свойствам, может быть рекомендован для изготовления направляющих упоров лентопротяжного механизма ЭВМ, деталей двигателей в автомобилестроении, прокладок насосов, форсунок гидроциклонов и других изделий, работающих в условиях повышенных трения и нагрузок.

### Литература

1. Балкевич В.Л. Техническая керамика. - М., 1984.
2. Прохоренко П.П., Мигун Н.П. Введение в теорию капиллярного контроля. - Мн., 1988.