

*Технические науки***РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ФАРФОРА  
ИЗ НЕДЕФИЦИТНОГО СЫРЬЯ**

Боркочев Б.М.

*Кыргызско-Турецкий университет «Манас», Бишкек,  
e-mail: bakutb2008@rambler.ru*

Разрыв экономических связей между государствами СНГ, привел к нарушению поставок отдельных видов сырьевых материалов, которые ранее использовались на предприятиях промышленности Кыргызской Республики (КР).

Исходя из этого актуально организация производства качественной технической керамики из местного сырья, которая по эксплуатационным характеристикам не уступает импортируемому. На территории Республики, построенный в конце 80-х годов Сокулукский завод «Стройфарфор» (СКЗ) по проекту был ориентирован на использование высококачественного привозного (из Украины, России) сырья, с температурой обжига керамики 1220-1250 °С.

В 1991 г. производство СКЗ было решено переориентировать на местное сырье. Эта работа проводилась в 1991-1993 гг. НИИ «Стройкерамика». Институт провел обширные исследования по подбору составов керамических масс для СКЗ и рекомендовал в производство простейшую массу на основе глины Кара-Киче. Литейные свойства массы были не удовлетворительными, и качество производимых изделий из названного сырья было невысоким.

Улучшение качества фарфоровых изделий и снижение затрат при их производстве является в настоящее время одной из актуальнейших задач, стоящих перед промышленностью. Это обуславливает в последнее время большой интерес исследователей к использованию нетрадиционных сырьевых источников.

**Цель работы** – разработка составов санитарно-технического и электротехнического фарфора с повышенными эксплуатационными свойствами на основе сравнительно дешевого доступного и недефицитного сырья.

В соответствии с целью работы, первая группа опытных фарфоровых масс содержала глину и кварц – каолиновый песчаник (ккп) месторождения Донгурме; в качестве плавня были выбраны сиениты месторождения Сандык. Содержание глины во всех составах выбрано одинаковым, тогда как соотношение полевой шпата (сиенит)/кварц варьировалось в широких пределах – от «мягкого» до «твердого» фарфора. Обжиг проводился в интервале температур 1000-1250 °С с выдержкой 2 часа.

Исследованы зависимости усадки и водопоглощения от температуры обжига. Для фар-

форовых масс с содержанием сиенита 40-25% плотное спекание достигается в интервале температур 1100-1150 °С, при более высоких температурах происходит пережог и вспучивание образцов. А массы, содержащие 20 и 15% сиенита, спекаются в интервале 1150-1200 °С.

В отмеченных интервалах обжига достигается максимальная прочность спеченных образцов на изгиб. Из данной группы составов наиболее высокие прочностные характеристики имеют  $\delta_{изг}$  – 60-65 МПа фарфоровой массы (состав масс. %: глина – 45, ккп – 20, сиенит – 35) с низкой температурой обжига (1100-1150 °С). А фарфоровой массы (состав масс. %: глина – 45, ккп – 40, сиенит – 15) с более высокой температурой обжига (1150-1200 °С) прочность на изгиб находится в пределах  $\delta_{изг}$  – 70-75 МПа.

Изучение структуры спеченных образцов рентгенофазовым анализом показало, что основной кристаллической фазой является кварц, линии муллита довольно слабые.

Следует также отметить, что все фарфоровые массы имеют пониженную по сравнению с традиционными фарфоровыми массами усадку (9,5 и 13-15% соответственно), что позволяет повысить точность размеров изделий и уменьшить их коробление при обжиге.

В фарфоровой массе (в составе вместо ккп и сиенита использовались фарфоровые глиежи (Донгурме) и полевой шпат (Талас)) спеченный в интервале температур 1200-1250 °С, цвет светло-серый, полная усадка – 12%, а прочность на изгиб ее достигает 90 МПа, что соответствует уровню прочности высоковольтного фарфора. Изучением структуры рентгенофазовым анализом обнаружено, что основной кристаллической фазой в спеченных образцах является муллит, линии же кварца более слабые.

Согласно литературным данным [1-3], количество образующегося в фарфоре муллита зависит от содержания в массе оксида алюминия и полноты протекания реакции синтеза муллита, которая зависит от температуры и активности жидкой фазы. Увеличение концентрации муллита, в составе которых использовались фарфоровые глиежи, полевой шпат обусловлено, прежде всего, повышенным содержанием в нем оксида алюминия за счет введения глиежа вместо кварца – каолинового песчаника.

Следующая серия опытных фарфоровых масс содержала обогащенную глину Кара – Киче и ккп месторождения Донгурме; в качестве плавня в них использовался Таласский пегматит и выделенные из него фракции – полевой шпат и слюда (таблица). Исследуемые составы можно разделить на 2 группы:

1 – составы №1-3 содержали 20% добавок пегматита и его фракций (слюда и полевой

шпат) и моделировали твердый фарфор с высокой температурой обжига;

2 – составы №4–6 содержали 35 % тех же добавок и соответствовали мягкому фарфору.

Составы фарфоровых масс с пегматитом,  
(в масс. %)

Номер	1	2	3	4	5	6
Компоненты						
ккп месторождения Донгурме	20	20	20	5	5	5
Глина Кара-Киче	60	60	60	60	60	60
Слюда	20	-	-	35	-	-
Пегматит	-	-	20	-	-	35
Полевой шпат	-	20	-	-	35	-

При исследовании зависимости усадки и водопоглощения от температуры обжига для первой группы составов обнаружили максимум усадки и минимум водопоглощения, которые наблюдаются в интервале 1250-1300 °С; прочность на изгиб состава №1 – 65 МПа, №2 – 92 МПа и №3 – 80 МПа.

Плотное спекание фарфоровых масс №5-6 происходит в широком интервале температур – 1200-1300 °С. Прочность на изгиб образцов этих масс находится на уровне 70-80 МПа. Использование в составе фарфоровых масс Таласских пегматитов позволяют получать высокопрочную фарфоровую керамику с температурой обжига 1200-1250 °С.

Таким образом, на основе проведенных исследований разработаны составы санитарно-технического и электротехнического фарфора с повышенными эксплуатационными свойствами при достаточно низкой температуре обжига (1100-1200 °С). Их прочностные характеристики превышают требования ГОСТа [4] к силикатному фарфору (подгруппа 110) и вполне отвечают требованиям силикатного фарфора высокой прочности (подгруппа 112).

#### Список литературы

1. Августиник А.И. Керамика. – Л.: Стройиздат, 1975. – 592 с.
2. Балкевич В.Л. Техническая керамика. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
3. Кингери У.Д. Введение в керамику. – М.: Стройиздат, 1967. – 498 с.
4. ГОСТ 20419-83. Материалы керамические электротехнические. Классификация и технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1986.

### ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ДИФфуЗИОННОМ БОРОТИТАНИРОВАНИИ СТАЛЕЙ

Иванов С.Г., Гармаева И.А., Гурьев А.М.

ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Барнаул,  
e-mail: serg225582@mail.ru

В условиях применения современных технологий упрочнения поверхности быстроизнашиваемых стальных изделий диффузионная

обработка имеет неоспоримые преимущества по сравнению с другими способами нанесения покрытий, так как при химико-термической обработке (ХТО) возможно получение упрочненных покрытий, получить которые другими методами либо невозможно (азотирование, борирование), либо экономически невыгодно (хромирование, ниобирование, титанирование); кроме того, ХТО позволяет совместить операции нанесения покрытий и термической обработки в одну, что в свою очередь позволяет снизить трудо- и энергозатраты.

Нами разработаны новые высокоэффективные способы комплексного насыщения поверхности стальных изделий бором и хромом а также бором и титаном, позволяющие значительно (в 2-5 раз) снизить себестоимость и повысить эксплуатационные характеристики диффузионных покрытий на основе бора.

Механизмы диффузии в процессах одновременного комплексного насыщения поверхности железоуглеродистых сплавов практически не изучены.

В данной работе проведены эксперименты по одновременному диффузионному боротитанированию штамповой стали. Процесс насыщения вели при температуре 950 °С в течение 2,5 ч в камерной печи типа СНОЛ. В качестве насыщающей среды использовали оригинальную обмазку, содержащую карбид бора и диборид титана, карбид титана и ферротитан в качестве поставщиков активных атомов бора и титана соответственно. После проведения процесса насыщения обмазку удаляли, образцы очищали металлическими щетками и промывали в горячей (50–60 °С) воде. После чего осуществляли приготовление продольных и поперечных металлографических шлифов для изучения с помощью оптической и электронной микроскопии, определения микротвердости и износостойкости упрочненного слоя.

Изучение поверхности на сканирующем электронном микроскопе Phenom G2 Pro показало, что на поверхности упрочняемого изделия происходит образование и рост кристаллов, предположительно боридов титана. До насыщения поверхность образцов была обработана до шероховатости 0,2 мкм, в то время как после насыщения, шероховатость выросла до 1,25-2,45 мкм.

Большая часть поверхности упрочненного образца покрыта кристаллическими образованиями, предположительно состоящими из боридов железа и титана, в то время как темные «островки» содержат более высокие концентрации бора. Данные предположения основываются как на особенностях электронной микроскопии (чем легче атомный номер соединения, тем темнее оно выглядит на изображении), так и на результатах микронзондового анализа с помощью анализатора X-MAX premium с активной площадью детектора 80 мм<sup>2</sup>.