

шением скорости движения детали относительно луча лазера измельчается структура получаемых покрытий (рис. 1).

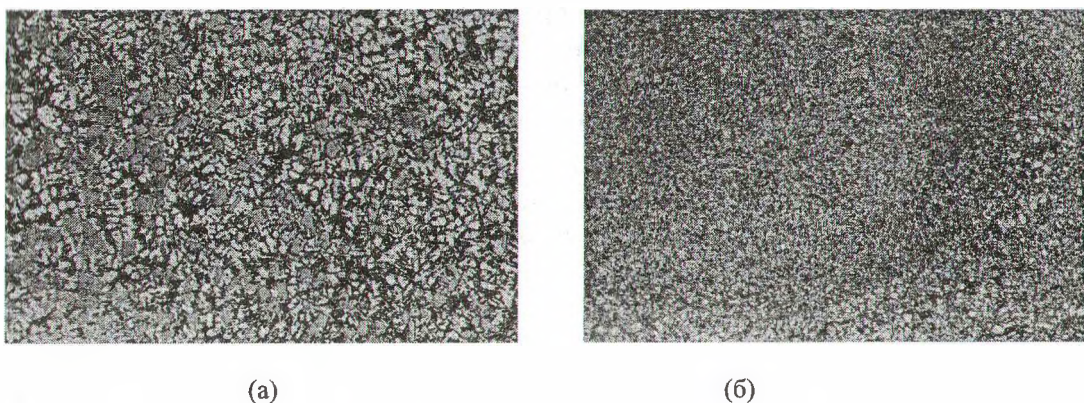


Рис. 1. Структура сплава АК5М7 до (а) и после (б) лазерного легирования

Износостойкость упрочненной поверхности увеличивается в 4...5 раз по сравнению с исходным состоянием, не снижая при этом теплостойкость.

Увеличение срока службы составляет 2...3 раза.

Таким образом технология лазерного легирования обеспечивает существенное повышение износостойкости алюминия, что позволяет сделать вывод об эффективности применения лазерного легирования для упрочнения алюминиевых сплавов.

Основными факторами, обеспечивающими упрочнение покрытия, являются: легирование твердого раствора на основе алюминия и его упрочнение дисперсными выделениями, т. е. максимальное упрочнение, зависящее от фазового состава, достигается за счет определения элементов состава шликера, максимально искажающих кристаллическую решетку алюминия.

Варьируя параметрами лазерного легирования и термической обработки можно получать оптимальную износостойкость для конкретных условий трения деталей.

Литература

1. Хадсен Е., Андерко Дж. Диаграммы двойных сплавов. – М.: Мир, 1981. – 197 с.
2. Девойно О.Г. Технология формирования износостойких поверхностей лазерным легированием /О. Г. Девойно. – УП «Технопринт», 2001. – 180 с.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫХ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Р.Ю. Попов

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научный руководитель И.М. Терещенко

В производстве электроизоляционных термически устойчивых керамических изделий возрастающее применение находят массы на основе кордиерита – магниевого алюмосиликата со стехиометрической формулой $2 \text{MgO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{SiO}_2$. Важно, что в этом случае возможно ориентироваться на природные сырьевые материалы (глины,

каолины, тальк). Основной стадией технологического процесса производства кордиеритовых изделий является их однократный обжиг, в ходе которого решаются две задачи: 1) приобретение достаточной механической прочности как результат определенной степени спекания массы; 2) синтез кордиерита в ходе твердофазовых реакций.

С точки зрения снижения энергоемкости производства целесообразным является реализация технологии скоростного обжига кордиеритовых изделий при минимальных температурах, обеспечивающих, тем не менее, достаточную степень спекания и высокий выход кордиерита в конечном продукте. С этой целью необходимо выявить факторы, способные интенсифицировать оба процесса, протекающих в обжиге кордиеритовых масс: спекание, протекающее по жидкофазовому механизму и формирование кордиерита из твердых фаз. В работе /1/ путем изучения свойств продуктов обжига нами было показано, что выделение относительно небольших количеств гидрослюды в состав кордиеритовых масс благоприятно влияет как на их спекание, так и на формирование кордиерита. Полученные ранее данные полностью подтверждаются при рентгенографическом изучении обожженных при различной температуре образцов.

Изменение фазового состава продуктов обжига каолинит-гидрослюдистой и традиционной каолиновой масс в зависимости от температуры обжига представлены на рис. 1, 2.



Рис. 1

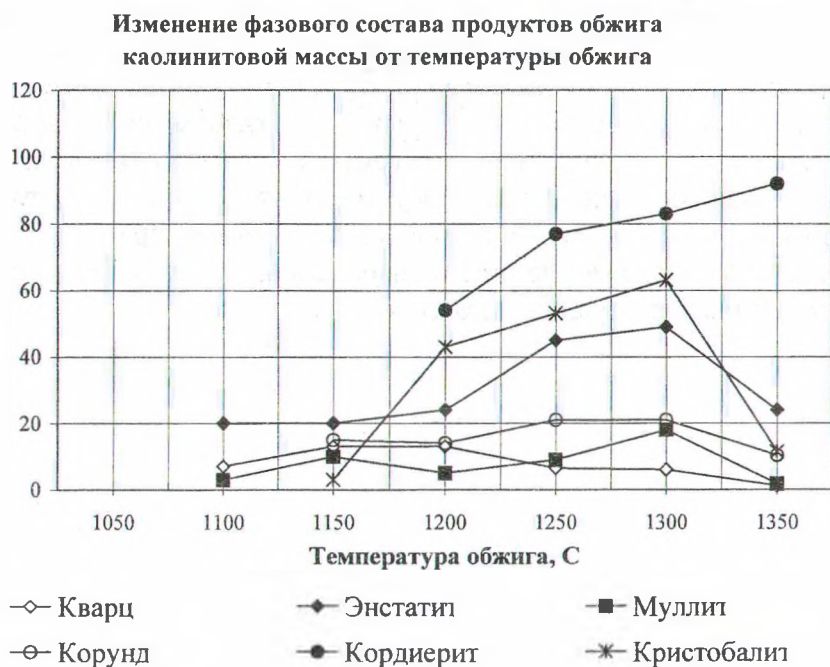


Рис. 2

Как следует из данных РФА, динамика фазовых превращений у исследованных масс существенно различается. Так для каолинит-гидрослюдистой массы отмечается раннее появление кордиерита, быстрое нарастание его количества, а также полное вовлечение в твердофазовые реакции ряда исходных и промежуточных фаз. Поведение традиционной массы на основе каолина отличается как последовательностью формирования кристаллических фаз, так и температурными интервалами их существования. Появление кордиерита фиксируется только при 1200 °С, что на 100 °С выше, чем у предыдущей массы. Характерной особенностью является интенсивная кристаллизация аморфного SiO_2 , продукта деструкции каолинита, с образованием кристаллита, что вызывает рост ТКЛР образцов, обожженных при 1200–1250 °С. В итоге после обжига при 1350 °С (выдержка 1ч) фазовый состав полученного продукта следующий: кордиерит (основная фаза), однако сохраняются непрореагировавшие в ходе твердофазовых реакций – кристаллит, кварц и муллит, а также энстатит и корунд (исходные фазы). Что касается каолинит-гидрослюдистой массы, то уже к 1200 °С фиксируется полное вовлечение всех форм кремнезема в реакции кордиеритообразования и в конечном продукте остаются только кордиерит и незначительные количества энстатита и муллита. Оценка выхода кордиерита в обеих массах, произведенная на основе данных РФА и дилатометрии, показывает, что содержание кордиерита в продуктах обжига гидрослюдисто-каолининовой массы на 15–25 % превышает таковое для каолининовой массы для любой температуры в интервале 1150–1300 °С.

В ряде работ показана целесообразность введения добавок, способных интенсифицировать синтез кордиерита [2].

Поиск подобных минерализаторов для кордиеритовой массы на основе гидрослюды показал следующее: наибольший эффект получен при введении в исходную смесь тонкоизмельченного спека кордиеритового состава, полученного предварительно (температура синтеза 1400 °С при выдержке в течение 4 ч). Фазовый состав

спека представлен кордиеритом и стеклофазой (~10 %). Добавка-катализатор измельчалась в вибромельнице до размера частиц 0,5–0,8 мкм (удельная поверхность ~13000 см²/г). Мелкие кристаллы кордиерита, равномерно распределенные в объеме образцов, играют роль центров, из которых при повышенной температуре развиваются кристаллы кордиерита. На рис. 3 представлены экспериментальные данные по изучению термического расширения продуктов обжига гидрослюдисто-каолининовой массы в зависимости от содержания минерализатора и температуры обжига.

Как следует из рис. 3, введение минерализатора мало влияет на процессы фазообразования при температурах обжига менее 1100 °С.

Зависимость ТКЛР от количества вводимой добавки и температуры обжига

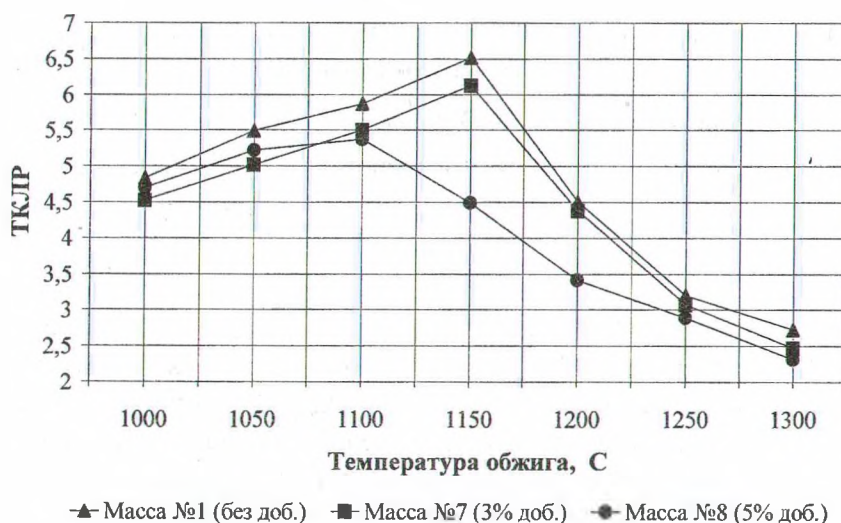


Рис. 3

Однако в области температур 1130–1230 °С введение 5 % мас. добавки приводит к заметному снижению значений ТКЛР продуктов обжига, что эквивалентно интенсификации процессов, приводящих в конечном итоге к формированию кордиерита. Оценка выхода кордиерита для данной массы показывает, что его содержание достигает 80 % после обжига при 1220 °С, в то время как в образцах двух других масс оно достигает только 47–50 %. Дальнейшее повышение температуры обжига приводит к выравниванию значений ТКЛР всех опытных масс. К аналогичным выводам приводит анализ формы кривых зависимости $\alpha = f(T)$ для различных смесей. Так, для рассматриваемого состава массы (5 % добавки) максимум кривой, во-первых, не так резко выражен, как у обоих других составов, а, во-вторых, смещен в область низких температур. Данный максимум связан с выделением кристобалита, имеющего высокий ТКЛР в ходе твердофазовых реакций, который очень быстро вовлекается в реакции кордиеритообразования при содержании 5 % добавки.

Таким образом, введение гидрослюдистого компонента, а также минерализатора — тонкодисперсного кордиеритового спека — позволяет существенно интенсифицировать процессы спекания и кордиеритообразования в опытных массах, существенно расширить интервал обжига изделий и заложить основу для создания эффективной технологии производства кордиеритовых изделий. Разрабатываемый техно-

логический процесс включает однократный скоростной обжиг исходных смесей при температуре 1200-1220 °С с выдержкой 1 ч при максимальной температуре обжига. Выход кордиерита в получаемом продукте превышает 75–80 %.

Литература

1. Терещенко И.М., Попов Р.Ю. Исследования влияния гидрослюды на синтез кордиеритовой керамики //Тез. докл. III междунар. межвуз. науч. – техн. конфер. студентов, аспирантов и магистрантов, Гомель, 24-25 апреля 2003 г. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2003. – С. 138-141.
2. Влияние минерализующих добавок на свойства кордиеритсодержащей керамики /Л.Д. Зобина, Р.А.Тарнопольская, Я.Г. Белик, Т.В. Писарева //Огнеупоры. – 1983. – № 9. – С. 22.

АНГИДРИТОВЫЕ ЦЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Я.В. Габрусева

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научный руководитель А.А. Сакович

В последнее десятилетие широко стали использоваться различные виды сухих смесей. В настоящее время уровень организации строительства определяется уровнем применения сухих смесей заводского производства. К числу перспективных сухих смесей, предназначенных для покрытий полов общественных и промышленных зданий, относятся самовыравнивающие мелкозернистые бетоны на ангидритовых цементах, сырьем для производства которых может служить фосфогипс Гомельского химического завода.

Известные в настоящее время технологии переработки фосфогипса на вяжущие материалы (α - и β -полугидраты) не обеспечивают эффективного решения проблемы его утилизации. Они громоздки, требуют предварительной подготовки фосфогипса, а именно, сушки и отмывки от примесей, после чего образуется значительное количество сточных вод. Их необходимо подвергать нейтрализации и упариванию, что связано со значительными энергетическими затратами. Эти вяжущие материалы имеют низкую водостойкость и невысокие прочностные характеристики, что существенно ограничивает их применение.

Получение ангидритовых цементах осуществлялось с использованием фосфогипса Гомельского химического завода, железосодержащих отходов Белорусского металлургического завода (смесь пыли газоочистки и окалины) и местных карбонатных пород.

Предлагаемая технология ангидритового цемента проста и включает следующие пределы: приготовление сырьевого шлама на основе фосфогипса и добавок, его обжиг при 800–1000 °С, помол клинкера, хранение и отгрузку ангидритового вяжущего.

Приготовление сырьевого шлама для производства ангидритового цемента производилось в лабораторной мешалке с целью максимально имитировать заводские условия по приготовлению сырьевых шламов, т. к. наиболее реальным предприятием для осуществления производства ангидритового цемента является ОАО «Керамзит», где в качестве основного оборудования для размучивания и перемешивания является болтушка.

Основные характеристики ангидритового цемента представлены в таблице 1.