

цами космической пыли.

Соударение высокоскоростных потоков частиц с преградой сопровождается ударно-волновым процессом, высоким давлением, прониканием частиц, электромагнитным импульсом и ионизирующим излучением, т.е. комплексом эффектов. В результате выполнения проведенных экспериментов было установлено, что при соударении высокоскоростного потока частиц (скорость 800-1500 м/с), процесс сопровождается следующими эффектами:

- образуется ударная волна, и ряд вторичных ударных волн, а также генерируемые ими высокочастотные процессы и условия резонанса;
- формируется импульс электромагнитного излучения, магнитные и наведенные электрические поля;
- существует фактор теплового воздействия;
- происходит проникание микрочастиц.

УДК 666.762.1:621.762.4

### **Физико-химические основы структурной инженерии термостойких электроизоляционных материалов**

Пантелеенко Ф.И., Пантелеенко Е.Ф.

Белорусский национальный технический университет

*Актуальность:* повышение надежности и долговечности функциональных керамических деталей машин работающих в режимах электрических, термических и механических нагрузок; создание импортозамещающих (производства Японии, США, Канады) термостойких электроизоляторов для электротрансмиссий тормозных установок УВТР 2х750 карьерных самосвалов БелАЗ.

*Цель исследования:* создание физико-химических основ процессов и механизмов структурной инженерии в технологиях получения электроизоляторов, стабильно работающих в режиме вибромеханических, термических и электрических нагрузок в электротрансмиссиях.

*Основные результаты исследования, научная новизна и практическая значимость:* разработаны материаловедческие основы физико-химических процессов и механизмов создания электротермостойких кордиеритовых материалов на основе  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $SiO_2$ ,  $ZrO_2$ , модифицированных цирконом и муллитом, способных к диссипации термомеханических нагрузок, создаваемых резистивным электронагревом; установлены законы и закономерности формирования иерархии термостойких диссипативных структур в кордиерите ( $2Al_2O_3 \cdot x2MgO \cdot x5SiO_2$ ) и кордиерите, упрочненном дисперсным и ультрадисперсным муллитом и цирконом на «атомарно-молекулярно-кристаллическом» и кристалло-химическом уровнях; выяв-

лено положительное влияние модифицирующих ультрадисперсных муллитовых, цирконовых и муллито-цирконовых структур, образующих иерархию диссипативных элементов структур (ДЭС) и работающих на уровнях от атомарного до макроуровня, на электротермомеханическую прочность кордиеритового материала, работающего в области сдвиговой упруго-вязкопластической деформации без нарушения межатомных связей (при резистивном нагреве 24-1000°C); установлены процессы, механизмы и принципы структурообразования модифицированного кордиерита и технологического получения указанных деталей; установлена тесная взаимосвязь активности ДЭС с термически обратимыми химическими реакциями, протекающими в кордиеритовой матрице на различных уровнях; сформулирована концепция создания изоляторов с набором электрических, термических и механических свойств для тормозных электротрансмиссий УВТР 2х750 к/с БелАЗ, взаимосвязывающая фазовый состав, структуру, методы и процессы синтеза последней, а также набор свойств. Данная разработка позволит, при завершении выполнения, организовать выпуск отечественной электроизоляционной продукции, произвести импортозамещение и организовать экспорт.

*Анализ текущих результатов исследования:* характеристика порошковых кордиеритовых композиций до и после прессования и спекания: насыпная плотность шихты: 0,6-0,65 г/см<sup>3</sup>; при виброутряске – 0,72-0,79 г/см<sup>3</sup>; после гранулирования – 0,88-0,93 г/см<sup>3</sup>; относительная плотность после изостатического прессования – 0,7 – 0,8; кажущаяся плотность  $\rho_{пр.} = 1,85 - 2,15$  г/см<sup>3</sup>; плотность после спекания  $\rho_{пр} = 2,67-2,75$  г/см<sup>3</sup>; пористость закрытая < 1,5 %; температура синтеза кордиеритовых материалов – 1430°C. Разработана КД технологической оснастки для изостатического прессования опытно-экспериментальной партии электроизоляторов. Работа выполняется в рамках ГПНИ, подпрограмма «Материалы в технике», задание 4.03.02. Разработаны фазовые составы и структура, установлены физико-химические процессы синтеза кордиеритовых материалов; при этом достигнуто оптимальное сочетание электрических, механических свойств и термостойкости: рабочее напряжение до 3 кВ; рабочая температура (-60) - (+1000) °C; стойкость к термоударам не менее 600°C; минимальное электросопротивление при влажности 65 ± 15 %; t=20 ± 5 °C – 2000 МОм; после 48 часов в камере влажностью 95 ± 3 % и t=20 ± 5 °C изолятор выдерживает в течение 1 минуты действие переменного тока 350В, 60 Гц; влагопоглощение – 0 %; пористость закрытая ~ (1-1,5) %;  $\sigma_{сж} = 360$  МПа;  $\sigma_{изг} = 120$  МПа;  $\sigma_p = 55-60$  МПа;  $\sigma_{уд.в} = 2,3-2,5$  КДж/м<sup>2</sup>; E = 8,1-8,8 ГПа.