

гоплавкая глина месторождения «Городное», обработанная 50%-ным раствором H_3PO_4 , в количестве 10 мас.% (состав В); 70 мас.% трепела, обработанного $NaOH$, и 30 мас.% алюминия (состав С); 70 мас.% трепела, обработанного $NaOH$, 30 мас.% алюминия и 10 мас.% глинофосфатного связующего (состав D).

По данным рентгенофазового анализа основными фазами, образующимися в СВС-смесях состава В, являются корунд ($\alpha-Al_2O_3$) – 65%, свободный кремний (Si) – 26% и силицид кальция ($CaSi_2$) – 9%; состава С – Si (69%), Al_2O_3 (14%), $CaSi_2$ (13%), $\alpha-Al_2O_3$ (4%); состава D – Si (33%), $\alpha-Al_2O_3$ (31%); шпинель ($MgAl_2O_4$) – 11%, Al_2O_3 (14%), $CaSi_2$ (2%), а также присутствуют фазы $Ca(OH)_2$ – 12%, Na_2CO_3 – 11%.

Синтезированные СВС-материалы обладают следующими показателями основных свойств: плотность кажущаяся 800–1540 кг/м³, плотность истинная 2200–2650 кг/м³, пористость истинная 62–65%, механическая прочность при сжатии 2,4–3,8 МПа, теплопроводность при 200°C 0,18–0,20 Вт/(м·К) и могут быть использованы в качестве огнеупорных и теплоизоляционных материалов при конструировании теплозащиты любого теплового агрегата.

УДК 666.762.5:54-162

Особенности структурной инженерии в технологиях триботехнических материалов и изделий

Шмурадко В.Т., Степкин М.О.

Филиал БНТУ «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики»

Актуальность, научная значимость и практическая направленность исследования состоит в разработке физико-химических основ структурной инженерии и создании на базе материаловедческой программной формулы «состав-структура-свойство» высокопрочных износостойких материалов и изделий триботехнического назначения на основе корунда, модифицированного ультрадисперсными оксидами Mg, Si, Y, Zr, что позволит в дальнейшем организовать их выпуск на уровне мобильных производств. Имеются в виду такие изделия, как уплотнительные элементы высокоскоростных устройств, дюзы для риммеров подземной проходки грунтов, износостойкие элементы бурового оборудования и пр.

Используя разработанные принципы и механизмы управления структурными уровнями, в рамках программной материаловедческой формулы «состав-структура-свойство» - «триботехнический материал», созданы и реализованы физико-химические подходы синтеза износостой-

ких корундовых материалов с добавками-модификаторами. Получены базовые составы триботехнических материалов α - Al_2O_3 - MgO (M1), α - Al_2O_3 - ZrO_2 ЧСЦ Y_2O_3 (M2), заменившие твердосплавные. На их основе получены гранулированные пресспорошки. Исследованы механизмы пресования материалов из гранул при 50-300 МПа и процессы их тепловой обработки при 1600 °С – 1800 °С. Установлены и обоснованы закономерности фазовых переходов моноклинного (m)- ZrO_2 в тетрагонально-кубические фазы (t-c) ZrO_2 в корундовой матрице (α - Al_2O_3) при скоростном охлаждении (1800 → 1200 °С) оксидной композиции α - Al_2O_3 - ZrO_2 . Проведен анализ механизмов дисперсного упрочнения корундовой матрицы ультрадисперсными частицами (30-100 нм) из диоксида циркония частично стабилизированного оксидом иттрия (ZrO_2 ЧСЦ Y_2O_3) в температурном режиме 24 → нагрев → 1800°С → скоростное охлаждение → 1300°С. Установлено, что наиболее эффективно механизмы дисперсного упрочнения выполняются при введении в корундовую матрицу частиц ZrO_2 размером 50–75 нм. Разработаны температурно-временные режимы спекания и получения дисперсно-упрочненных корундовых материалов. Исследованы их физико-механические свойства. Изготовлены экспериментальные образцы уплотнительных колец и абразивно-износостойких дюз (сопла) (рис. 1,2) для риммеров подземной бестраншейной проходки грунтов и одновременной прокладки кабельных коммуникаций в промышленно-городских условиях. Проведены успешные натурные испытания



Рисунок 1 – Дюзы для риммеров подземной проходки грунтов



Рисунок 2 – Кольца керамические уплотнительные для высокоскоростных устройств

экспериментальных образцов. Разработанные материалы имели следующие свойства: для M1: α - Al_2O_3 + MgAl_2O_4 - $K_{1c} = 3,5 - 5,6$ МПа \times $\text{м}^{0,5}$, тогда как для MgAl_2O_4 - $K_{1c} = 1,8 - 2$ МПа \times $\text{м}^{0,5}$; α - Al_2O_3 - $K_{1c} = 3,6 - 4,6$ МПа \times $\text{м}^{0,5}$; $E_{M1} = 398$ ГПа, $\sigma_{\text{изг.}M1} = 274$ МПа, $\rho = 3,94$ г/см³, $K_{\text{тр.}M1} = 0,3 - 0,48$, $K_{\text{изн.ст.}} = (4,3 - 5,0) \times 10^{-5}$ г/ч; для M2: α - Al_2O_3 + ZrO_2 ЧСЦ 3 масс. % Y_2O_3 - $K_{1c} = 6,6 - 7,4$ МПа \times $\text{м}^{0,5}$, $E_{M2} = 350 - 357$ ГПа, $\sigma_{\text{изг.}M2} = 530 - 598$ МПа, $\rho = 4,25 - 4,33$ г/см³, $K_{\text{тр.}M2} = 0,2 - 0,45$, $K_{\text{изн.ст.}} = (4,0 - 6,10) \times 10^{-5}$ г/ч.