

## Уплотнение порошков реакционным спеканием под давлением

Ковалевский В.Н.<sup>1</sup>, Керженцева Л.Ф.<sup>1</sup>, Фомихина И.В.<sup>2</sup>, Григорьев С.В.<sup>1</sup>  
Белорусский национальный технический университет<sup>1</sup>;  
ГНУ «Институт порошковой металлургии»<sup>2</sup>

Реакционное спекание карбида кремния в твердой фазе из простых элементов (кремния и углерода) протекает в тонких покрытиях при низких температурах. В работе представлен вариант создания дисперсных композиционных материалов с агрегатной структурой, в котором упрочнение осуществляют не за счет дисперсных частиц, размещенных по границам зерен, а путем создания по границам зерен сплошной прослойки (до 100 нм)  $SiC$  под давлением, создаваемым тепловым расширением металлических частиц основы. Дилатометрические исследования изменения линейных размеров уплотненного порошка – композита (на примере железного порошка ПЖРВ2 с тонкопленочным покрытием из смеси  $Si+C$ , полученной магнетронным распылением катода из кремния и графита), позволил установить диапазон температур (750 – 800°C) реакционного спекания  $Si+C=SiC$ . Уплотнение материала происходило за счет теплового расширения железных частиц, подпрессованных низким давлением в кварцевой трубе дилатометра, при нагреве до 1000°C. Последующее охлаждение устраняет тепловое расширение, создавая определенный уровень остаточных напряжений. Процесс уплотнения приводит к взаимодействию покрытий контактирующих частиц с образованием зерен, на границах которых формируется прослойка из  $SiC$  за счет эндотермической реакции в твердой фазе, что приводит к уменьшению объема покрытия. Создаваемые при этом остаточные напряжения компенсируются снятием теплового расширения при охлаждении. Установлено, что композит после нагрева в дилатометре до 1000°C имел зернистую структуру с размером зерна 0,04 мм и прослойку  $SiC$  толщиной 100 нм, пористость 10 – 15% обладал микротвердостью по Кнуппу 126 кгс/мм<sup>2</sup>, прочность на сжатие 126,5 МПа. Повторный нагрев до 1000 и 1200°C приводит к росту прослойки за счет растворения в ней железа, что снижает прочность до 78,3 и 63,1 МПа. Использование слоистого покрытия металлических частиц ( $Si+C$ ),  $Al$  способствовало снижению температуры спекания  $SiC$  до 400 – 680°C. Уплотненный композит после нагрева до 1000°C имел зернистую структуру с размером зерна 0,04 мм и прослойку  $SiC$  толщиной 100 – 150 нм, пористость 7 – 10% обладал микротвердостью по Кнуппу 109,3 кгс/мм<sup>2</sup>, прочность на сжатие 139,3 МПа. Повторный нагрев до 1000 и 1200°C приводит к росту прослойки за счет растворения в ней железа, что снижает прочность до 86,8 и 41,9 МПа.