

УДК 666.946

Т.А.ЖАРСКАЯ, В.Н.ЯГЛОВ,  
д-р хим.наук (БТИ)

## ТЕРМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКОПРОВОДЯЩИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СИЛИЦИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Развитие современной науки и техники ставит перед исследователями задачи создания новых композиционных материалов, обладающих электропроводными свойствами, которые сохраняются в условиях эксплуатации их при повышенных температурах. Для получения токопроводящих вяжущих материалов использовали силициды переходных металлов IV–VI групп Периодической системы (Ti, V, Mo, W) и фосфатные связующие. Известно, что названные силициды обладают высокой химической устойчивостью и хорошей электропроводностью. Однако данные по термической устойчивости токопроводящих композиций на их основе в литературе практически отсутствуют.

В связи с этим нами изучены основные физико-химические превращения, протекающие в токопроводящих вяжущих при повышенных температурах с целью установления диапазона возможных рабочих температур.

Основными методами изучения этих процессов являлись дифференциальный термический и рентгенофазовый анализы композиции. Результаты прове-



дения первого позволили установить, что для всех рассмотренных составов в интервале  $40-300\text{ }^{\circ}\text{C}$  наблюдается основная потеря массы образцов (7–10 %), а после нагрева до  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$  (для композиций на основе  $\text{WSi}_2$ ) и до  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  (на основе  $\text{TiSi}_2$ ,  $\text{MoSi}_2$ ,  $\text{VSi}_2$ ) начинается ее резкий прирост. В интервале  $300-800\text{ }^{\circ}\text{C}$  никаких изменений массы образцов не обнаружено. Потеря массы обусловлена процессами дегидратации композиций, протекающими ступенчато. Однако ввиду аморфности продуктов твердения вяжущего в этом температурном интервале четко выделить подобные ступени сложно. Данные рентгенофазового анализа показывают, что во всем исследуемом температурном интервале ( $20-1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) присутствуют лишь кристаллические фазы исходных наполнителей –  $\text{TiSi}_2$ ,  $\text{VSi}_2$ ,  $\text{MoSi}_2$ ,  $\text{WSi}_2$ .

В токопроводящих композициях, прошедших термообработку при  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  наблюдается появление дифракционных максимумов соответствующих оксидов –  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{WO}_3$ . Следовательно, прирост массы образцов, который происходит после нагревания до  $700-800\text{ }^{\circ}\text{C}$ , связан с окислением силицидов переходных металлов.

Кроме кристаллических фаз оксидов, в исследуемых системах присутствует кристобалит  $\text{AlPO}_4$ , а в композиции на основе  $\text{TiSi}_2$ , прокаленной при  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , обнаружен пирофосфат титана  $\text{TiP}_2\text{O}_7$ . Следует отметить, что во всех изучаемых композициях до  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  не наблюдается кристаллизация диоксида кремния, который образуется при окислении силицидов. Кристаллизация  $\text{SiO}_2$  в данных системах начинается лишь при температурах  $1100-1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Таким образом, токопроводящее вяжущее на основе силицидов переходных металлов и фосфатного связующего при температурах выше  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $700\text{ }^{\circ}\text{C}$  для  $\text{WSi}_2$ ) содержит, кроме электропроводящего силицида, оксид соответствующего металла, оксид кремния и кристобалит. Появление этих компонентов ведет к резкому возрастанию электросопротивления композиций. Следовательно, токопроводящие композиции на основе  $\text{TiSi}_2$ ,  $\text{VSi}_2$  и  $\text{MoSi}_2$  целесообразно использовать при температурах не выше  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а на основе  $\text{WSi}_2$  – не выше  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ .