

УДК 678.5.046:539

Р. М. Долинская, доц., канд. хим. наук;
Н. Р. Прокопчук, проф., д-р хим. наук (БГТУ, г. Минск);
А. Ю. Полоз, канд. техн. наук
(ООО «Новые технологии», Днепр, Украина);
Ю. Р. Эбич, проф., д-р хим. наук (ГВУЗ УГХТУ, Днепр, Украина)

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ДИСПЕРСНОСТИ СИЛИЦИЙ КАРБИДА НА ДИСПЕРСНУЮ СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Высоконаполненные эпоксидные композиты применяются при производстве и ремонте деталей и изделий, эксплуатируемых в условиях абразивного износа. В состав таких композитов вводят 300-900 мас.ч. наполнителей с высокой твердостью по шкале Мооса: силицийкарбиды и нитриды, электрокорунд, алюмосиликаты и др. Эти композиты являются гетерофазными, свойства которых зависят не только от характеристик исходных компонентов, а также от параметров дисперсной структуры.

В качестве параметров дисперсной структуры наполненных композитов используются: размер и форма частиц, их распределение по размерам, удельная поверхность, характер упаковки частиц и др. Одним из важных параметров наполнителей является величина пачкин-фактора ϕ_m , который определяет границу наполнения систем и позволяет учитывать основные перечисленные параметры наполнителей. В качестве обобщающих параметров структуры дисперсных эпоксидных систем использовали также «свободный объем наполнителя» ϕ_f , «удельный свободный объем наполнителя» ϕ'_f ; ϕ_f характеризует объем, заполняемый полимером, и в результате которого дисперсные частицы «раздвигаются» на определенное расстояние, этот параметр характеризует дисперсную систему в целом. Параметр ϕ'_f характеризует единичный объем материала вокруг дисперсной частицы наполнителя и его можно отнести к структурному элементу дисперсного композиционного материала.

Степень дисперсности силиций карбида характеризовали величиной удельной поверхности (m^2/g) с учетом расчетных значений (среднего размера частиц наполнителя), а также экспериментально определенных по методу BET на анализаторе площади поверхности и размера пор SA 3100 фирмы «BECKMAN COULTER» (США). Погрешность метода в данном случае составляет 5-10 относительных процентов.

Олигомерной матрицей эпоксидных композиций служила эпок-

сидная диановая смола ЭД-20 по ГОСТ 10587-84 (ММ = 390, содержание эпоксидных групп 21,2% мас.). В эпоксидную матрицу вводили дисперсные наполнители (до 600 мас.ч. на 100 мас.ч. смолы): силиций карбиды (ТУ У 24.1-00222226-059:2006) с различными размерами частиц (от 5 до 2200 мкм). Композиции готовили механическим смешением эпоксидной смолы, активного разбавителя - диглицидилового эфира диэтиленгликоля (10 мас.ч. на 100 мас.ч. смолы), наполнителей в необходимом соотношении и отвердитель - полиэтиленполиамин (10 мас.ч. на 100 мас.ч. смолы).

Определение величины пакинг-фактора φ_m наполнителей осуществляли методом вибрационного уплотнения с частотой вибрации 50 Гц.

Установлено, что экспериментально определенные значения удельной поверхности частиц силиций карбида размерами 5-2200 мкм составляют $0,985 \div 0,086 \text{ м}^2/\text{г}$ соответственно и отличаются от расчетных ($0,357 \div 0,001 \text{ м}^2/\text{г}$) вследствие различной формы и определенной пористости частиц, которая увеличивается с ростом их размера.

Выяснено, что величины φ_m значительно близки для силиций карбида с достаточно различными размерами частиц, что свидетельствует о высокой способности этих наполнителей к формированию упорядоченной структуры. φ_m для силиций карбида полидисперсного состава увеличивается вследствие того, что средние частицы занимают пространство между крупными, а мелкие - между ними. При этом мелкие частицы образуют «оболочку» вокруг частиц крупнодисперсного наполнителя за счет поверхностных сил.

Установлено, что наибольшее влияние на реологические характеристики высоконаполненных эпоксидных композиций имеют силиций карбиды с повышенным размером частиц (более 400 мкм).

Показано влияние «свободного объема наполнителей» φ_f на смену дисперсности систем и предложено при изготовлении высоконаполненных эпоксидных композиций сначала вводить мелкодисперсный наполнитель, для которого изменение φ_f практически не влияет на среднестатистическое расстояние между частицами наполнителя, а затем крупнодисперсные наполнители.

Изменение дисперсной структуры рассмотренных систем существенно влияет на эксплуатационные характеристики композитов: увеличение упорядоченности дисперсной системы при применении комбинации силиций карбидов с различными размерами частиц приводит к увеличению физико-механических свойств и износостойкости при интенсивном газоабразивном износе.