

КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНТАЛЬПИИ МЕЖФАЗНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ И НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ

Фролов Д.А., Ильинова К.О., Сафронов А.П.

Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Эпоксидные смолы (ЭС) находят широкое применение во многих областях промышленности и технологии. Одной из сфер применения является использование эпоксидной смолы в качестве полимерной матрицы композиционных материалов, содержащих частицы металлов нанометрового диапазоне размеров. Функциональные свойства композитов во многом зависят от взаимодействия полимерной матрицы ЭС с твердой поверхностью частиц. Оценка этого взаимодействия является одной из центральных задач материаловедения.

Цель данной работы – калориметрическое исследование энтальпии межфазного взаимодействия в композитах эпоксидной смолы и наночастиц металлов.

Исследовали композиты на основе промышленной диановой смолы ЭД-20. В качестве наполнителя использовали сферические наночастицы железа с удельной поверхностью $9.0 \text{ м}^2/\text{г}$ и алюминия с удельной поверхностью $18.1 \text{ м}^2/\text{г}$, полученные методом электровзрыва проволоки в Институте электрофизики УрО РАН. Средневзвешенный диаметр частиц составил 97 нм (Fe) и 109 нм (Al).

На микрокалориметре типа Тиана – Кальве марки ДАК-1-1 проводили измерение энтальпии растворения в толуоле заранее подготовленных композитов с разным процентным соотношением эпоксидной смолы и наночастиц металла алюминия. Навески наночастиц массой от 0.01 до 0.1 г помещали в тонкостенные стеклянные ампулы, после чего в них заливали предварительно приготовленный 70 %-й раствор ЭД-20 в толуоле. Суспензию в ампуле гомогенизировали ультразвуком, после чего толуол испаряли при $120 \text{ }^\circ\text{C}$ до постоянной массы и получали композиты с содержанием наночастиц от 10 до 90 %.

Было обнаружено, что ЭД-20 растворяется в толуоле с относительно большим эндотермическим эффектом, а смачивания толуолом наночастиц металлов сопровождается экзотермическим эффектом. Значения энтальпии растворения всех композитов оказались положительными и больше, чем аддитивная сумма энтальпий взаимодействия смолы и нанопорошка с толуолом. С использованием термохимического цикла Гесса на основании этих данных были рассчитаны значения энтальпии межфазного взаимодействия наночастиц алюминия и железа с ЭД-20 во всем диапазоне составов композитов. Эти величины были отрицательными, что указывает на энергетический выигрыш при адгезии ЭД-20 на поверхности частиц. Взаимодействие между смолой и наночастицами металлов достигает своего относительного максимума при массовой доле наполнителя равной 50 %.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ 20-12-00031.