

Морфологический фактор наносостояния дисперсных частиц конденсированных сред

С.В. Авдейчик¹, А.С. Антонов², В.А. Струк², А.С. Воронцов²

¹ООО «Молдер», 230011, г. Гродно, Беларусь

²УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», 230023, г. Гродно, Беларусь
antonov.science@gmail.com

В работе представлены результаты исследования методами растровой РЭМ и АСМ особенностей морфологии дисперсных частиц микронного диапазона, наиболее широко применяющихся в материаловедении полимерных функциональных композитов – углерод-, кремний- и металлсодержащих соединений.

Morphological factor of the nanostate of dispersed particles of condensed matter

S.V. Avdeychik¹, A.S. Antonov², V.A. Struk², A.S. Vorontsov²

¹Molder, Ltd, 230011, Grodno, Belarus

²Yanka Kupala State University of Grodno, 230023, Grodno, Belarus

The paper presents the results of a study with using SEM and AFM methods of the morphology of dispersed particles of the micron range most widely used in materials science of polymeric functional composites – carbon, silicon and metal-containing compounds.

Наноразмерные модификаторы различного состава, строения, габитуса и технологии получения являются эффективными компонентами полимерных, олигомерных и смесевых композитов, обеспечивающих реализацию синергических эффектов, проявляющихся в неаддитивном увеличении параметров эксплуатационных характеристик – деформационно-прочностных, триботехнических, адгезионных и др. [1]. Вместе с тем, ограниченная номенклатура наноразмерных модификаторов, их стоимостные параметры, обусловленные необходимостью применения дорогостоящих технологий для получения наночастиц, не позволяют осуществить их масштабное промышленное использование при производстве наноконпозиционных материалов на основе крупнотоннажных полимеров. Кроме того, введение наночастиц в высоковязкие расплавы термопластов и олигомеров с получением гомогенной структуры представляет собой достаточно сложную задачу даже при применении современных смесителей.

Методами растровой электронной (РЭМ) (Mira) и атомной силовой микроскопии (АСМ) (НАНОТОП III) исследованы особенности морфологии дисперсных частиц микронного диапазона, наиболее широко применяющихся в материаловедении полимерных функциональных композитов – углеродсодержащих (графит, углеродные нанотрубки), кремнийсодержащих (глины, тальк, слюды, трепел), металлсодержащих (оксиды металлов) соединений. Установлено наличие в поверхностном слое частиц различного состава компонентов с размерностью в диапазоне до 100 нм (Рис. 1).

С использованием известного аналитического выражения для определения предельного размера наносостояния $L_0 = 230 \cdot \theta_D^{-1/2}$, θ_D – температура Дебая, осуществляли расчёт параметров компонентов, формирующих поверхностный слой частиц микронного размерного диапазона 10 ÷ 150 мкм. Показано, что содержание таких компонентов достаточно для реализации характерных проявлений наносостояния высокодисперсными частицами, необходимых для эффективного модифицирования высокомолекулярных матриц.

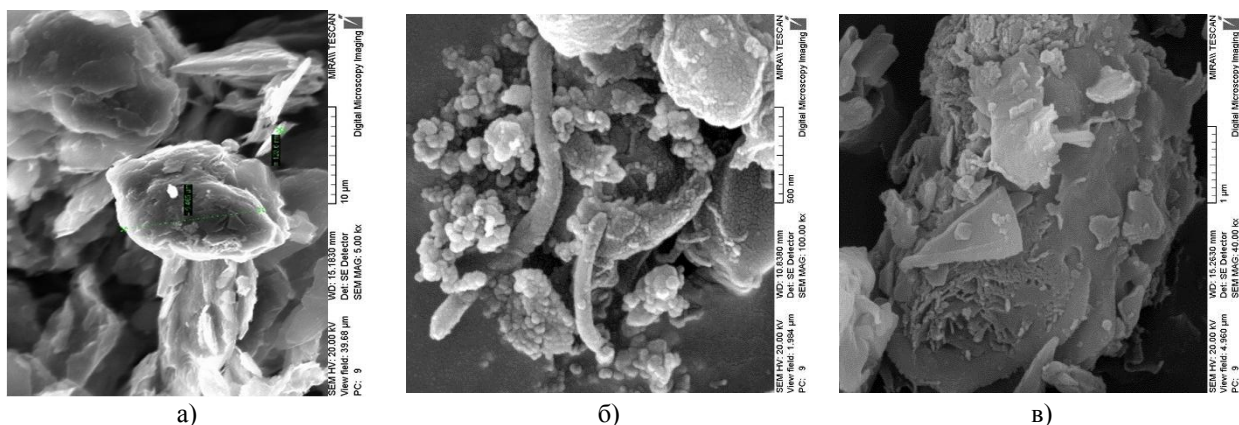


Рисунок 1. Характерная морфология поверхностного слоя дисперсных частиц микронного диапазона: графита коллоидного (а), углеродных нанотрубок (б), трепела (в).

Подтверждением этому выводу являются данные спектроскопии термостимулированных токов (ТСТ), которые указывают на наличие в поверхностных слоях высокодисперсных частиц носителей заряда с большим временем релаксации. Активное состояние дисперсной частицы с развитой морфологией поверхностного слоя обуславливает модифицирующий эффект, близкий к эффекту действия единичной наночастицы. При этом параметры технологических и экономических характеристик таких частиц существенно отличаются от аналогичных параметров наноразмерных.

Энергетическое состояние высокомолекулярных частиц различного состава и строения неодинаково в различных температурных диапазонах. Этот аспект необходимо учитывать при выборе модификатора для композита с конкретной технологией получения и переработки в изделие – совмещения в растворах, расплавах, горячего прессования и прессования со спеканием.

Установленные закономерности проявления феномена наносостояния дисперсными частицами микронного диапазона использованы при разработке составов композиционных материалов для триботехнических и защитных покрытий, а также при получении конструкционных материалов для автокомпонентов, запорной и регулирующей арматуры трубопроводов.

1. С.В. Авдейчик и др., *Введение в физику наноконпозиционных машиностроительных материалов* (Гродно: ГГАУ), 439 (2009).
2. Cao Guozhong, Wang Ying, *Nanostructures and nanomaterials* (USA: World Scientific), 581 (2011).