

## ФОРМИРОВАНИЕ ФУЛЛЕРЕНОПОДОБНЫХ СТРУКТУР В КОМПОЗИТАХ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ

Лиопо В. А., Михайлова Л. В., Сабу "ть А. В., Струк В. А.  
Гродненский госу дарственный университет им. Янки Купалы, г.  
Гродно, Беларусь, Н оро<ft!grsu. grodno. by

Фуллереноподобные структуры (ФПС) как системы, в которых молекулы вещества связующего (в том числе и полимера) образуют упорядоченную оболочечную структуру вокруг некоторого ядра, могут возникать в композиционных системах с ультрадисперсным наполнителем. Взаимодействие частицы наполнителя с полярной или поляризованной молекулой связующего ориентирует ее так, что распределение углов между осью диполя и нормалью к поверхности частицы подчиняется нормальному закону, то есть

$$P(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{\alpha^2}{2\sigma^2}\right).$$

Последующие молекулярные слои, испытывая воздействие слоев, ближайших к ядру, также приобретают преимущественную ориентацию. Если ориентацию  $n$ -го слоя по отношению к  $(n-1)$ -му считать аналогичной ориентации первого слоя по отношению к поверхности частицы ядра, то дисперсия углов между осью диполя  $n$ -го слоя и нормалью к поверхности частицы  $P(\alpha_n)$  примет вид:

$$P(\alpha_n) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}\sigma_n} \exp\left(-\frac{\alpha_n^2}{4\sigma_n^2}\right), \quad (2)$$

где  $\sigma_n = \sigma \cdot \sqrt{n}$ .

Расчеты показывают, что в композитах на основе полимера молекулярная оболочка ФПС может включать до 10 молекулярных слоев, что соглашается с результатами исследований, полученных методами атомно-силовой микроскопии.

Если весь композит представляет собой конгломерат только фуллереноподобных структур, то есть рассматривается случай предельно выраженной модификации связующего, то при объеме одной ФПС Уф и их концентрации  $p$  линейный размер ФПС имеет значение:

$$L = \sqrt[3]{V_{\phi}} = r_1 \left[ 1 + \frac{\rho_{н}}{\rho_{п}} \left( \frac{1}{c_{т}} - 1 \right) \frac{V_{\Gamma}^*}{\Gamma} \right] \quad (3)$$

где  $\Gamma$  - радиус ультрадисперсной частицы;  $c_{т}$  - массовая концентрация наполнителя;  $\rho_{н}$ ,  $\rho_{п}$  — плотности наполнителя и полимера соответственно.

Эксперименты показывают, что значительные изменения в полимере происходят даже в том случае, когда концентрация ультрадисперсного наполнителя составляет несколько промиллей. Добавки такого типа, в отличие от других, названы допинговыми. Нами в качестве допинговых добавок использованы ультрадисперсные алмазы (УДА). Так как для допинговых добавок  $\frac{1}{c_{т}} \gg 1$ , то формула (3) примет вид:

$$L = r_1 \sqrt[3]{\frac{\rho_{н}}{\rho_{п} c_{т}}} \quad (4)$$

Использованные нами частицы УДА, полученные по взрывной технологии, имеют размеры примерно 45 А. Если плотность частиц УДА принять равной плотности объемного алмаза, то на основании (4) получим:

$$L \left( \text{А} \right) \approx \frac{700}{f \circ \Gamma \%} \quad (5)$$

Следовательно, при концентрации допингового наполнителя  $Sp=1$  % расстояние между частицами не превышает размеров тройного слоя полимерных молекул.