

М. Т. Башоров, Г. В. Козлов, А. К. Микитаев (Нальчик, КБГУ). **Формирование структуры естественных нанокомпозитов: фрактальная модель.**

В настоящее время стало очевидным, что полимерные системы в силу особенностей своего строения всегда являются наноструктурными системами. Кластерная модель структуры аморфного состояния полимеров постулирует, что структура указанного состояния представляет собой области локального порядка (кластеры), погруженные в рыхлоупакованную матрицу. Такая модель позволяет трактовать кластеры (точнее, нанокластеры [1]) как наноупакованную матрицу — как матрицу нанокомпозита, а полимер — как естественный нанокомпозит. В отличие от дисперсно-наполненных полимерных нанокомпозитов, где фрактальная размерность структуры d_f не изменяется с вариацией содержания наноупакованной матрицы [1], для естественных нанокомпозитов наблюдается вариация d_f по мере изменения относительной доли нанокластеров φ_{cl} . Постоянство d_f в первом из указанных случаев объясняется формированием структуры нанокомпозитов в евклидовом пространстве с размерностью $d = 3$ [1]. Поэтому следует предположить, что для естественных нанокомпозитов формирование структуры происходит во фрактальном пространстве. Определить величину d_f можно согласно уравнению [1]: $d_f = (d - 1)(1 + \nu)$, где ν — коэффициент Пуассона, оцениваемый по результатам механических испытаний при помощи соотношения [1]:

$$\frac{\sigma_T}{E} = \frac{1 - 2\nu}{6(1 + \nu)},$$

где σ_T — предел текучести, E — модуль упругости.

Величина φ_{cl} определена согласно следующему перколяционному соотношению [1]: $\varphi_{cl} = 0,03(T_c - T)^{0,55}$, где T_c и T — температуры стеклования и испытаний, соответственно. Для исследуемого в работе (представленной данным сообщением) поликарбоната на основе бисфенола А (ПК) $T_c = 423$ К, а величина $T = 293 \div 413$ К.

Определим фрактальные размерности структурных компонент естественного нанокомпозита. Размерность нанокластеров d_f^{cl} в силу их достаточно плотной упаковки принята равной максимальной размерности для реальных твердых тел: $d_f^{cl} = 2,95$. Размерность рыхлоупакованной матрицы $d_f^{r,m}$ можно определить с использованием правила смесей: $d_f = d_f^{cl} \varphi_{cl} + d_f^{r,m} (1 - \varphi_{cl})$.

Ранее было показано [2], что при формировании структуры композитов во фрактальном пространстве справедливо следующее уравнение: $v_F = 2,5 / (2 + D_r)$, где v_F — показатель Флори, D_r — размерность пространства (аналог фрактальной решетки), в котором формируется структура.

Величина v_F связана с d_f следующим образом [2]: $v_F d_f = 1,5$.

Расчет D_r на ПК показал, что $D_r = d_f^{r,m}$ с точностью 2,0% или, по дробной части размерностей, 5,5%. Это равенство предполагает, что в качестве фрактальной решетки, на которой формируется структура естественного нанокомпозита, выступает рыхлоупакованная матрица, размерность которой $d_f^{r,m} = 2,36 \div 2,73$ в интервале $T = 293 \div 413$ К.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маламатов А. Х., Козлов Г. В., Микитаев М. А. Механизмы упрочнения полимерных нанокомпозитов. М.: Изд-во РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2006, 240 с.
2. Козлов Г. В., Липатов Ю. С. Механика композитных материалов, 2004, т. 40, № 6, с. 827–834.