



МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КОМПОЗИТОВ С НАНОРАЗМЕРНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Мохирева К.А. 1 , Свистков А.Л. 1 , Шадрин В.В. 1,2 , Соколов А.К. 1 , Возняковский А.П. 3

¹Институт механики сплошных сред, Пермь
²Пермский государственный университет, Пермь
³Научно-исследовательский институт синтетического каучука им. С.В. Лебедева, Санкт-Петербург

lyadovaka@icmm.ru, svistkov@iccm.ru, shadrin@icmm.ru, sokolov.a@icmm.ru, voznap@mail.ru

В данной работе были исследованы материалы, связующими которых выступал полиуретан на основе форполимера СКУ-ППЛ-2102. В качестве наполнителей использованы: 1) малослойный графен, полученный из биополимеров по СВС технологии [1]; 2) многостенные нанотрубки; 3) алмазная шихта (детонационные алмазы). Содержание наполнителя в композитах составляло 0.5, 1 и 4 массовых частей.

Для анализа механического поведения рассматриваемых материалов использовались как классические эксперименты, так и эксперименты со сложными историями нагружения. По результатам исследований, даже небольшое введение наполнителя приводит к существенному изменению механических свойств. При этом происходит уменьшение жесткости материала. И чем больше наполнителя в системе, тем композит менее жесткий. А это нестандартное явление с точки зрения механики композиционных материалов. Также эксперименты показали, что на большую величину возрастают разрывные деформации материалов с наполнителями по сравнению с полиуретаном без наполнителя. Для ряда композитов существенно возрастали истинные напряжения в момент разрыва образца.

Чтобы изучить особенности разрушения материалов был проведен цикл испытаний на раздир. Установлено, что на стадии медленного роста в материале без наполнителя макроразрыв незначительно увеличивает свой размер. А когда наступает стадия быстрого роста, образец мгновенно разделяется на части. В материалах с нанонаполнителями значительно дольше происходил рост макроразрывов, а на медленной стадии роста они прорастали на существенно большую величину.

Для объяснения эффекта уменьшения жесткости полиуретана и замедлении роста макроразрыва при введении в него наполнителя были проведены численные расчеты. Была выдвинута гипотеза, что около поверхности частиц имеет место сильное размягчение материала. В рамках предложенной нами модели можно объяснить появление тяжей, которые сошьют берега макроразрыва и затормозят его движение. А также это позволяет объяснить уменьшение жесткости полиуретана при введении в него наполнителя любого типа.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Пермского края в рамках научного проекта № 20-48-596013 и в рамках госбюджетной темы (рег. номер AAAA-A20-120022590044-7).

Литература

[1] Возняковский А.А., Возняковский А.П. , Кидалов С.В. , Осипов В.Ю. Структура и парамагнитные свойства графеновых нанопластин, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза из биополимеров // Журнал Структурной Химии -2020.-T.61, № 5.-2020.-c.869-878.