

*Т. А. Лутовинова, А. А. Чуприкова, М. А. Фунбаю, Т. В. Фижбах**

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Известные методы улучшения характеристик изделий из ПКМ заключаются в использовании материалов повышенного качества, применении новых составов связующего (матрицы), совершенствовании технологий формирования и отверждения композиций. Внедрение данных методов сопряжено с большими затратами, связанными с перестройкой отлаженных технологий. Изложенное делает актуальным изыскание альтернативных методов повышения качества изделий из ПКМ.

В последнее десятилетие углеродные нанотрубки (УНТ) получили широкое применение в качестве модификаторов полимерных материалов. Благодаря своим уникальным механическим, термическим, оптическим свойствам УНТ с нанометровыми размерами производятся в промышленных масштабах, что указывает на их перспективность.

Углеродные нанотрубки обладают самыми прочными в природе sp^2 -гибридизованными электронными связями и рассматриваются в настоящее время в качестве идеальных наполнителей для композитов конструкционного назначения. Высокий модуль упругости сочетается в них с рекордным пределом прочности при растяжении, на порядок превосходящим прочность существующих углеродных материалов.

Известно, что модификация политетрафторэтилена наноразмерными частицами, в том числе углеродными нанотрубками, может приводить к изменению его надмолекулярной структуры и способствовать развитию структурирующих процессов в полимерной матрице, что проявляется в повышении физико-механических свойств композиционного материала.

Задача этой работы состояла в исследовании структурных характеристик наномодифицированного фторопласта.

В качестве объекта исследования использовались фторопласты марок Ф-4 и Ф-42 модифицированные углеродными нанотрубками (УНТ) «Таунит».

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента кафедры «Материалы и технология» ФГБОУ ВО «ТГТУ» Д. О. Завражина.

Строение нанокompозита из-за наличия спектра низко- и высокомолекулярных фракций полимерного компонента, используемого в работе в качестве модифицирующего наполнителя комбинированного фторполимерного материала, взаимодействие данного микро- нанокompозита с матрицей ПТФЭ и определяет в области малых добавок экстремальные концентрационные зависимости всего комплекса физико-химических свойств нанокompозитов (рис. 1).

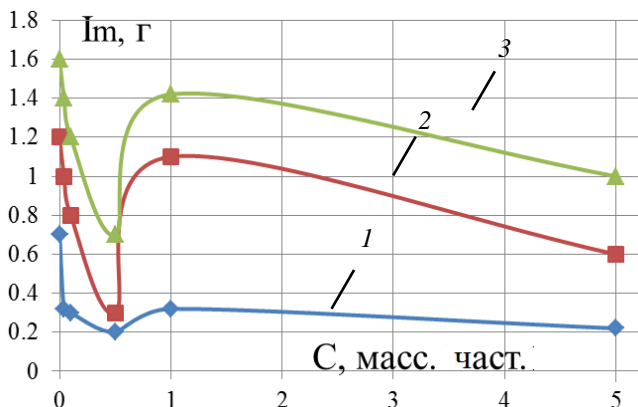


Рис. 1. Время абразивного износа композитов на основе Ф-4 в зависимости от объема внесенного УНМ:

20 мин (1), 40 мин (2), 60 мин (3); частота вращения контртела 12 об/мин; усилие прижима 0,5 кг

Для оценки физико-механических характеристик композитов использовали универсальную машину для испытания конструкционных материалов УТС 101-5, предназначенную для исследования свойств и поведения материалов при растяжении, сжатии и изгибе.

При оценке прочностных показателей в условиях срезающих напряжений после обработки по заданной методике показано повышение прочностных характеристик материалов на основе фторопласта до 25 МПа.

Сравнительные механические характеристики в условиях одноосного растяжения исходных фторопластов и композитов на их основе представлены на рис. 2 и 3. Можно отметить положительное влияние вносимого наноматериала в объеме 0,5 масс. част. При этом повышается предел текучести при растяжении и значение деформации (рис. 2). При анализе данных по пределу прочности можно отметить повыше-

ние прочностных характеристик на 25-30% для композитов Ф-4+0,5 масс.част. и Ф-4+1 масс.част. Однако, для всех композитов наблюдается снижение относительного удлинения при растяжении, что свидетельствует о более хрупкой структуре материала.

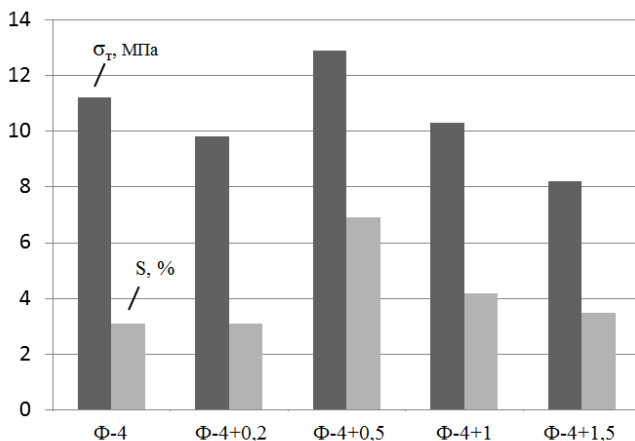


Рис. 2. Физико-механические свойства Ф-4 и композитов на его основе в зависимости от объема внесенного УНМ:

σ_t – предел текучести при растяжении, S – деформация при пределе текучести

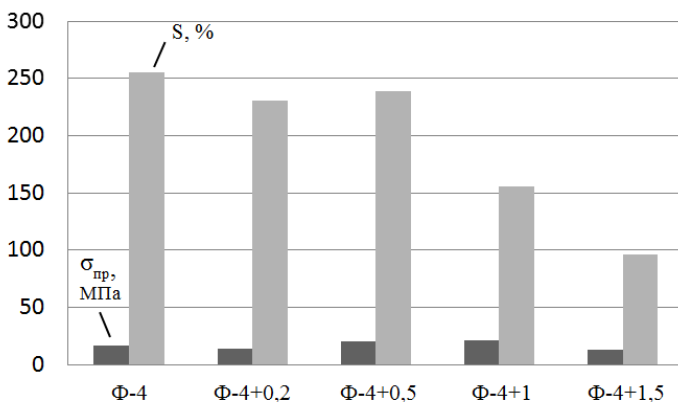


Рис. 3. Физико-механические свойства Ф-4 и композитов на его основе в зависимости от объема внесенного УНМ:

$\sigma_{пр}$ – предел прочности при растяжении,
S – деформация при пределе прочности

Список литературы

1. Microwave modification of polymer-carbon materials / D. Zavrzhin, S. Zavrzhina // Materials Science Forum. – 2018. – Т. 945 MSF. С. 443 – 447.
2. Патент на изобретение RU 2361733 С2, 20.07.2009. Способ формования термопластов / Г. С. Баронин, В. М. Дмитриев и др. Заявка № 2007128686/12 от 25.07.2007.
3. Завражин, Д. О. Влияние СВЧ-излучения на формирование структуры с улучшенными физико-механическими характеристиками модифицированных полимер-углеродных материалов при твердофазной обработке давлением / Д. О. Завражин, А. Г. Попов // Перспективные материалы. – 2011. – № 11. – С. 389 – 395.
4. Современные технологии получения и переработки полимерных и композиционных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Е. Галыгин, Г. С. Баронин, В. П. Таров, Д. О. Завражин. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. 180 с.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №19-43-680001 p_a.

*Кафедра «Материалы и технология»,
НОЦ ТамбГТУ-ИСМАН «Твердофазные технологии»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*