

УДК 677.4:533.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЫ НА СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН И КОМПОЗИТОВ

А. МИРЗОЕВ, И. А. ГРИШАНОВА

Казанский национальный исследовательский
технологический университет

В современном мире широко востребованными являются полимеры в качестве материалов конструкционного назначения и полимерные композиционные материалы (ПКМ), благодаря которым появляется возможность заменять многие металлы и металлические сплавы в различных конструкциях и деталях [1].

В ПКМ конструкционного назначения необходимые механические свойства обеспечиваются армирующими компонентами, в качестве которых в последнее время используется высокопрочные высокомодульные непрерывные полимерные волокна. Адгезия на межфазной границе компонентов композитах достигается за счет обеспечения смачиваемости волокон компонентами матрицы, а объединенные матрицей волокна в композиционный материал (ВПКМ) обеспечивают необходимую прочность и жесткость получаемого материала. В исходном состоянии полимеры не всегда обладают требуемой поверхностной энергией, поэтому проблема модификации поверхностных свойств исходных материалов становится крайне актуальной.

В настоящее время в качестве инструмента направленной модификации свойств полимеров широко используются физико-химические методы, в частности, плазменные. Данные методы модификации позволяют изменять комплекс поверхностных свойств обрабатываемых полимеров, не затрагивая их основную структуру, являются значительно менее энергозатратными и экологически чистыми по сравнению с традиционными жидкостными методами модификации [2, 3].

Плазма может генерироваться различными разрядами, особое место среди которых занимает высокочастотный емкостной (ВЧЕ) разряд [4]. Высокая термическая неравновесность плазмы и достаточно низкие рабочие температуры делают возможным эффективное использование ВЧЕ разрядов в технологических процессах обработки широкого круга материалов различной природы, в том числе и полимерных как весьма не термостойких.

Перспективными армирующими компонентами в ВПКМ являются сверхмодульные мультифиламентные непрерывные волокна, которые обладают хорошими физико-механическими свойствами, низкой плотностью, химической стойкостью в большинстве агрессивных сред, высокой ударной вязкостью и т.д. Указанные свойства волокон позволяют использовать получаемые на их основе композиты для изготовления конструкционных деталей и изделий. Например, в горно-обогатительной, химической и других отраслях, а в машиностроении – для получения износостойких изделий, работающих в режиме абразивного изнашивания в агрессивных средах. Однако недостатком многих волокон, в частности, сверхвысокомодульных

мультифиламентных полиэтиленовых (СВМПЭ) волокон является их поверхностная инертность, низкая адгезия на границе раздела фаз в композите и невысокий температурный интервал их использования (не более 373 К).

В связи с этим актуальной задачей является физическая модификация поверхностных свойств этого материала, например, с использованием высокочастотного емкостного (ВЧЕ) разряда и прогнозирование деформации во времени СВМПЭ волокон в условиях повышенных температур.

Объектом данного исследования являлись сверхмодульные мультифиламентные нанокристаллические полиэтиленовые волокна разных производителей (Китай, Нидерланды), полученные по разным технологиям и, как следствие, обладающие различной поверхностной энергией (либо гидрофобностью либо гидрофильностью). Придание гидрофильности волокнам в технологическом процессе их получения, как свидетельствуют авторские исследования, снижают их механическую прочность на 15-20%, что негативно сказывается на механических характеристиках композиционного материала. В то же время физическая модификация волокон в ВЧЕ разряде, практически, не снижает заявленную механическую прочность. Более того, при обработке в ВЧЕ разряде в определенных средах при заданных параметрах, как показали исследования, можно изменить угол смачивания материала от 120 до 0 град. и повысить механическую прочность СВМПЭ волокон на растяжение на 12-15 % [4]. Прочность ВПКМ, полученных на основе плазменной модификации мультифиламентных СВМПЭ волокон, в 2-3 раза выше по сравнению с прочностью композита на основе исходного материала.

Таким образом, экспериментально доказана зависимость между технологиями получения и деформационно-прочностными характеристиками мультифиламентных полиэтиленовых волокон; получены математические уравнения, адекватно описывающие процесс модификации и позволяющие определить значение капиллярности в различных режимах обработки; доказано увеличение прочностных характеристик ВПКМ на основе модифицированных волокон по сравнению с композитами на основе исходных материалов.

Литература

1. Кербер М. Л., Крыжановский В. К., Головкин Г. С., Виноградов В. Н. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология. – СПб.: Профессия, – 2009. – 566 с.
2. Перепелкин К.И. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. – СПб.: НОТ, – 2009. – 380 с.
3. Гришанова И. А., Шаехов М.Ф. Плазменные технологии в исследовании и получении новых материалов. Сб. матер. конф.. Казань: КНИТУ, – 2012. – С. 272-273.
4. Гришанова И. А., Азанова А. А. Вестник казанского технологического университета – 2012. – Т. 15, № 21. – С. 63-66.