

УДК 677.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОТДЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭФИРНОГО ВОЛОКНА

В.И. БЕСШАПОШНИКОВА, Т.В. КУЛИКОВА, С.Е. ТЕСКЕР, Е.И. ТЕСКЕР

**(Энгельсский технологический институт (филиал)
Саратовского государственного технического университета,
Волгоградский государственный технический университет)**

Модификацию полиэфирного (ПЭФ) волокна осуществляли на модернизированной лазерной установке Комета-2 с регулируемой мощностью CO₂ –лазерного излучения (ЛИ) от 200 до 1000 Вт, снаб-

женной рассеивающей линзой. Площадь рассеяния ЛИ на материале 66,08 см². Длина волны непрерывного ЛИ 10,6·10⁻⁶ м или 10,6 мкм.

Плотность мощности ЛИ изменяли от 4,9 до 6,05 Вт/см². Время воздействия ЛИ изменяли от 1 до 150 с. Мощность энергии экспонирования, определяемая по формуле [1], изменялась в широких пределах – от 6 до 907 Дж/см².

$$E_3 = W\tau, \quad (1)$$

где W – плотность мощности ЛИ, определяемая как отношение мощности ЛИ к площади воздействия, Вт/см²; τ – продолжительность экспонирования ЛИ, с.

Действие ЛИ на полимер может быть связано [1], [2]:

- с локальным нагревом или перегревом полимера и за счет этого увеличением в облучаемой среде числа частиц, имеющих энергию выше энергии активации химических реакций;

- с поглощением фотона молекулой, которая либо диссоциирует, либо возбуждается до уровня, когда реакция ее с другой молекулой требует малой энергии активации (при этом общая температура среды может практически не повышаться);

- с возбуждением фотохимических структурирующих и деструктурирующих превращений, аналогичных процессам, наблюдающимся при прохождении через среду быстрых частиц, которые образуют ионы, радикалы и возбужденные частицы;

- с макроскопическим разогревом мономера и среды, и активацией и деградацией поверхности, например, за счет кислорода, адсорбированного этой поверхностью.

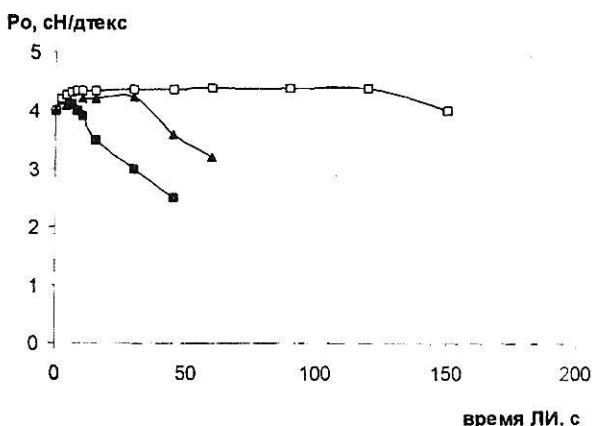


Рис. 1

Учитывая, что ЛИ приводит к деструктурирующим процессам, важно было исследовать влияние ЛИ на прочность волокна. Определение влияния продолжительности воздействия ЛИ, мощность 350 Вт, на разрывную нагрузку ПЭФ волокна на приборе Fafegraph показало (рис. 1, где ■ – разрывная нагрузка ПЭФ волокна с сорбционной влажностью; □ – с влажностью 90...95%, ▲ – мощность ЛИ 400 Вт при 90...95% влажности волокна), что влажное и сухое волокно по-разному воспринимают ЛИ. При обработке ПЭФ волокна с сорбционной влажностью в течение 6 с разрывная нагрузка волокна незначительно возрастает: с 4 до 4,32 сН/дтекс. При воздействии ЛИ более 8 с разрывная нагрузка волокна снижается более чем на 50%, наблюдается деструкция и плавление полимера волокна.

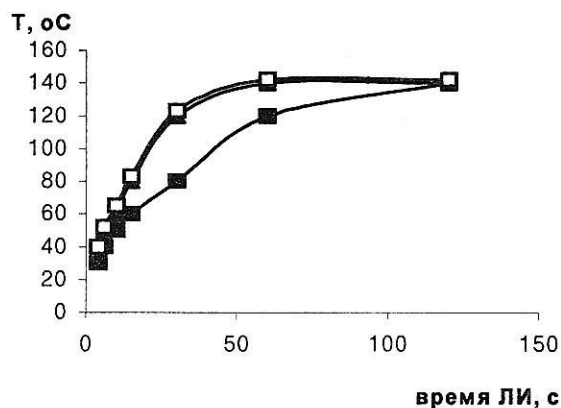


Рис. 2

При обработке ПЭФ волокна с влажностью 90...95% ЛИ в течение 20...120 с разрывная нагрузка волокна возрастает на 8,5...9% по сравнению с исходным волокном. С увеличением мощности ЛИ до 400 Вт и времени воздействия до 30 с разрывная нагрузка ПЭФ волокна возрастает на 5,5%, однако дальнейшее воздействие ЛИ более 30 с приводит к резкому снижению разрывной нагрузки, что свидетельствует о начале деструкционных процессов. При этом температура внутри образцов, замеренная термопарой МПЦПр-54М, не превышает 140...142°C (рис. 2, где ■ – волокно с сорбционной влажностью, мощность ЛИ 350 Вт; ▲ – волокно с 90...95% влажностью, мощность ЛИ 350 Вт; □ – во-

локно с 90...95% влажностью, мощность ЛИ 400 Вт).

Возрастание разрывной нагрузки волокна может быть обусловлено снятием внутренних напряжений и тепловой объемной усадкой, способствующих упорядо-

чению и уплотнению структуры волокна, о чем свидетельствует уменьшение линейной плотности ПЭф волокна на 8% и повышение степени кристалличности на 10,5% (табл. 1 – данные рентгеноструктурного анализа).

Таблица 1

Состав образца, % масс	Лазерное излучение		Степень кристалличности, %
	мощность, Вт	время воздействия, с	
100 ПЭф волокно	0	0	59,7
100 ПЭ волокно	350	4	70,2

С помощью ИК-спектроскопии на приборе Spexord исследовали образцы волокон, приготовленных в виде таблеток с KBr (рис. 3, где кривая 1 – ПЭф волокно без ЛИ; 2 – ПЭф волокно, обработанное ЛИ 350 Вт в течение 6 с при влажности 90...95%).

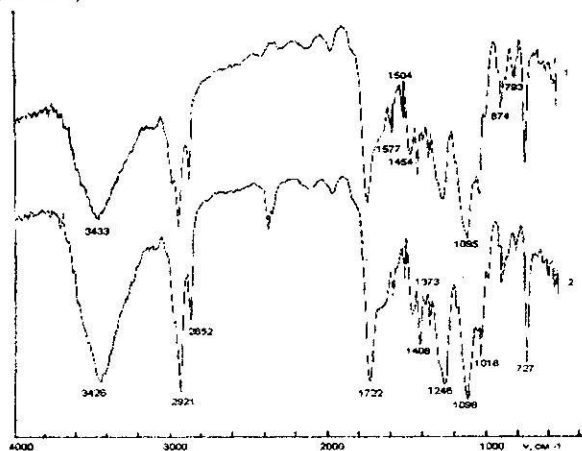


Рис. 3

Для ПЭф волокна в ИК-спектрах характерными являются полосы 3440, 1722 и 793 см^{-1} , соответствующие валентным колебаниям С=О группам. В области 1095, 726 и 875 см^{-1} – колебания, присущие бензольному кольцу. Спектр 973 см^{-1} характеризует упорядоченность структуры полимера. Полоса 1246 см^{-1} соответствует колебаниям С-О-группам.

При воздействии ЛИ в течение 6 с и более увеличивается интенсивность полосы 973 см^{-1} , свидетельствующей о возрастании упорядоченности структуры полимера волокна. Увеличивается интенсивность пика 1246 см^{-1} , указывающего на возрастание количества групп С-О-; при этом пик смещается в область больших

волновых чисел и соответствует длине волны 1258 см^{-1} . Спектр в области 3433 см^{-1} , характерный колебаниям С=О-групп при воздействии ЛИ, смещается в область меньших волновых чисел на 7 см^{-1} .

Все это свидетельствует о влиянии ЛИ на макромолекулу ПЭф волокна и возможном разрыве С=О-связей с образованием активных центров, что объясняет повышение сорбционной способности ПЭф волокна, обработанного ЛИ.

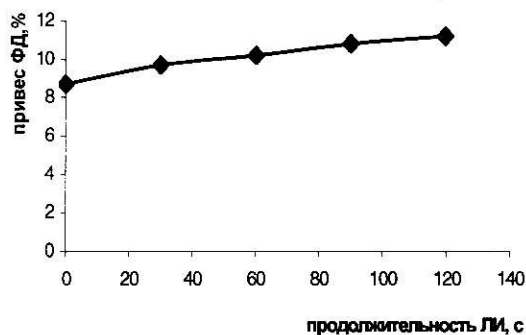


Рис. 4

Установлено (рис. 4), что при модификации ПЭф волокна 5%-ным раствором фосфорсодержащего замедлителя горения фосдиола (ФД) под воздействием ЛИ мощности 350 Вт в течение 30 с его привес на волокне возрос на 2,1% по сравнению с модификацией в тех же условиях, но без ЛИ.

С увеличением продолжительности воздействия и энергии экспонирования ЛИ привес ФД на волокне возрастает с 8,5 % – для волокна модифицированного без ЛИ до 11,3% – при воздействии ЛИ в течение 120 с. При этом значительно возрастает

показатель огнестойкости волокна – кислородный индекс: с 20 до 33% объем., что позволяет отнести модифицированное ПЭ волокно в категорию негорючих материалов.

ВЫВОДЫ

1. Изучено влияние энергии лазерного излучения на прочностные и сорбционные свойства полиэфирного волокна.

2. Определены эффективные параметры лазерного излучения, при которых разрывная нагрузка волокна возрастает на 5,5%, повышается реакционная способность волокна, возрастает привес замедлителя горения на волокне, что способствует повышению огнестойкости волокна и возрастанию кислородного индекса до 33%.

3. Использование энергии лазерного излучения для модификации ПЭ волокна позволяет получить высокий эффект огнезащиты волокна при модификации из растворов меньшей концентрации, что дает возможность снижать затраты и себестоимость огнезащищенных материалов и расширять область их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Курс лекций. – М.: Наука, 1989.
2. Тараканов Б.М. // Химические волокна. – 1996, № 3. С.10...12.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования швейных изделий. Поступила 12.05.05.