

Введение Сверхмодульные многофиламентные полиэтиленовые волокна благодаря уникальным функциональным свойствам и технико-экономическим факторам приобретают все большую востребованность на рынке для производства изделий технического и индивидуального назначения [1]. Однако низкая поверхностная энергия полиэтилена затрудняет его применение в промышленном производстве, в частности, при получении композиционных материалов. В связи с этим актуальным остается вопрос активизации поверхности полиэтиленовых волокон, нитей и тканей с целью придания им требуемых технологических свойств, например, капиллярности, смачиваемости, адгезионной способности и т.д. Перспективным направлением модификации поверхностных свойств синтетических волокон являются плазменные методы обработки, заключающиеся в воздействии на материал барьерного, тлеющего, коронного, дугового, искрового, высокочастотного и сверх-высокочастотного разрядов. Общим недостатком перечисленных способов модификации является неустойчивость плазменных эффектов во времени под действием внешних факторов (света, влажности, температуры, кислорода, механических напряжений и т.д.). Наиболее опасно фотоокисление под действием лучей света (физическое старение), в результате которого происходит изменение надмолекулярной структуры [2]. По различным источникам эффект модификации снижается до 40% в течение первых 30 дней, а в полимере могут наблюдаться деструктивные процессы [3-6]. Деструкция модифицированного слоя, как правило, небольшого по толщине (16-43 нм) [7] происходит значительно быстрее объемной деструкции, в результате чего резко изменяются физико-механические свойства высоко-молекулярного соединения. Целью данной работы явилось изучение влияния ультрафиолетового излучения на показатель краевого угла смачивания и капиллярность модифицированных текстильных материалов. Материалы и методы Объектом исследования выбраны непрерывные высокомодульные многофиламентные волокна малого диаметра (8-15 мкм) марок SK60 - гидрофобные в исходном состоянии, SK 75 - гидрофильные в исходном состоянии в результате спин-финишной обработки (производство Нидерланды) и D 800 - гидрофобные в исходном состоянии (производство Китай). Низкотемпературная плазменная модификация гидрофобных волокон проводилась на высокочастотной емкостной установке (ВЧЕ), описание которой дано в работе [8]. Входные параметры установки составляли - напряжение $U = 4,5$ кВ, сила тока $I = 0,5$ А, обеспечивающие максимальную капиллярность волокон. Время обработки составляло $t = 180$ с, вид используемого плазмообразующего газа - аргон. Влияние физического старения исследовалось в зависимости от времени старения и мощности светового потока. Исследование продолжительности воздействия УФ излучения проводили при $T=25^{\circ}\text{C}$ в течение 10800с. При проведении экспериментов в качестве источников ультрафиолетового (УФ) излучения использовались

ртутные лампы различной мощности, работающие в режиме длин волн 200-400 нм. Поток УФ излучения на поверхность волокон на расстоянии 0,80 м от ламп составлял $3,0 \times 10^{14}$ и $5,5 \times 10^{14}$ фотон/см² соответственно. Измерение показателей, характеризующих свойства поверхности, осуществлялось в соответствии с научно-техническими нормативами (ГОСТ 29104.11-91, ГОСТ 7934.2-74). Результаты исследований и обсуждение Влияние временного фактора на изменение свойств модифицированной поверхности под действием ультрафиолета приведены на рис.1. Согласно приведенной временной зависимости изменение капиллярности проходит через максимум. В течение первых 1800с наблюдается некоторое увеличение капиллярности (от 110 до 140 мм) для трех типов волокон (D 800, SK 60, SK75). При дальнейшей экспозиции волокон капиллярность уменьшается, достигая значения $H = 50 - 90$ мм за 10800с. Рис. 1 - Зависимость капиллярности модифицированных СВМПЭ волокон от продолжительности воздействия УФ излучения различной мощности В исходном состоянии угол смачивания для гидрофобных волокон (D 800 и SK 60) составлял $\theta = 137^\circ$, для гидрофильных волокон равновесный краевой угол не устанавливается, что свидетельствует о полном их смачивании. После модификации гидрофобных волокон в ВЧЕ разряде значение краевого угла смачивания также не устанавливается. Наиболее устойчивыми к действию УФ излучения в исследуемом диапазоне волн при световом потоке $3,0 \times 10^{14}$ фотон/см² являются волокна марки D 800. Наименее устойчивыми к световому потоку оказались волокна SK 75, подвергнутые спин-финишной обработки. При увеличении мощности УФ излучения до $5,5 \times 10^{14}$ фотон/см² наблюдается довольно резкое снижение капиллярности до значения $H = 10 - 15$ мм, т.е. волокна практически приобретают гидрофобные свойства. На рис. 2 приведены микрофотографии филаментов в исходном состоянии и при различной длительности УФ экспозиции, полученные с помощью конфокального лазерного сканирующего микроскопа марки LEXT OLS 4000 фирмы Olympus при увеличении $\times 2138$. а б в г д е ж з и Рис. 2 - Микрофотографии высокомолекулярных полиэтиленовых волокон ($\times 2138$) в исходном состоянии (а -D 800; г - SK 60; ж - SK 75), подвергнутых УФ излучению в течение 1800 с (б -D 800; д-SK 60; з -SK 75) и 10800 с (в-D 800; е -SK 60; и-SK 75) Приведенные фотографии свидетельствуют о нарушении поверхностного слоя филаментов. Причем на поверхности филаментов наблюдаются фотодеградирующие явления (появление глобулярных включений и расслоение фибрилл) тем большее, чем длительнее процесс (рис.2 б, в, д, е, ж, и). Более того на процесс старения модифицированного слоя, как свидетельствует рисунок, оказывают влияния условия получения и последующей обработки волокон в технологическом процессе (рис.2 е, и). Изучено также влияние временного фактора на свойства модифицированных волокон в естественных условиях ($T = 23-25$ °C), защищенных от прямого попадания светового излучения. Полученные данные

свидетельствуют, что в течение 30 суток значение капиллярности практически не изменяется, а в течение 12 месяцев наблюдается сохранение модифицированного эффекта с плавным уменьшением значений капиллярности на 60 - 70%. Таким образом, структурные преобразования в поверхностных слоях волокон, под действие УФ излучения, вероятно, связаны с диффузией низкомолекулярных примесей из объема на поверхность волокон, зависит от предыстории образцов и условий хранения (наличие или отсутствие УФ излучения). Полученные данные подтверждаются результатами работ [9, 10], выполненных на полиэтиленовых полипропиленовых и полиэтилентетрафталатовых пленках.