

С.В. Сапожников¹, В.В. Сафонов¹,
Д.А. Морозова², О.И. Власова³
(¹РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва, Россия
²РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
³МГТУ «СТАНКИН», Москва, Россия)

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ АРАМИДНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВОССТАНОВЛЕННЫМ ОКСИДОМ ГРАФЕНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

В настоящее время использование нанотехнологий позволяет создавать не только принципиально новые материалы, используемые в легкой промышленности, но и модифицировать известные текстильные материалы в различных (микронном и субмикронном) размерных диапазонах. Наиболее перспективным на сегодняшний день направлением расширения ассортимента и улучшения свойств текстильных материалов является не только разработка новых видов химических веществ для производства текстильных волокон, но и модификация уже существующих волокон и текстильных материалов с целью придания им новых свойств. Освоение текстильной отрасли нанотехнологий требует создания не только новых технологий и оборудования, но и решения проблем контроля качества текстильных материалов с новыми свойствами. В связи с этим наибольшую актуальность приобретает модификация текстильных материалов для получения требуемых свойств за счет нанесения на поверхность текстиля различных покрытий из наноматериалов и нановеществ.

Из-за роста количества источников электромагнитного загрязнения окружающей среды, наибольшую актуальность в последнее время приобретает необходимость получения инновационных электропроводящих материалов [1]. Получение электропроводящих материалов относится к одной из наиболее развивающихся тенденций нашего времени.

Наиболее актуальной и важной задачей устойчивого развития высокоэффективных материалов являются разработки, направленные на получение устойчивых к УФ-излучению, химически стойких, электропроводящих текстильных материалов, которые должны обладать высокой поверхностной активностью, антимикробными, тепловыми и механическими свойствами.

Особенный интерес представляет использование восстановленной формы оксида графена для придания материалам электропроводности.

Оксид графена (ГО) является доступным материалом. Его получают по методу Хаммерса путем глубокого окисления природного графита [2]. Полученные данным способом чешуйки ГО имеют в своей структуре функциональные кислородсодержащие группы (эпокси, гидроксильные и карбоксильные), которые определяют его кислотнo-основные свойства и гидрофильность [3].

В данной работе рассматриваются вопросы создания материалов, сочетающих уникальные свойства арамидных нитей, восстановленного ГО и наночастиц серебра.

Модификация поверхности оксидом графена придает арамидным текстильным материалам новые свойства: электропроводность, теплопроводность и механическую прочность. Улучшенные характеристики свойств материалов получены за счет формирования на поверхности двухслойных покрытий из ВОГ.

Полученные в работе результаты показывают, что арамидные текстильные материалы (нити) покрыты прерывными, "островковыми" участками многослойных чешуек ГО размером в несколько десятков микрометров.

Применение плазменной обработки относится к одному из перспективных направлений изменения поверхностных свойств текстильных материалов. Сущность метода плазменного напыления заключается в создании нагретого с помощью высокотемпературной плазмы направленного потока частиц порошкового материала на модифицируемую поверхность. Обработка текстильных материалов низкотемпературной плазмой высокочастотного разряда приводит к гидрофилизации поверхности, способствующей пропитке плазмоактивированного текстиля раствором наночастиц серебра. Использование плазмы высокочастотного разряда позволяет эффективно изменять поверхностные свойства текстильных материалов, не приводит к ухудшению физико-механических и объемных характеристик, а также нагреву материала до температуры, вызывающей его деструкцию [4].

Модификация арамидных текстильных материалов наноматериалами на основе серебра (наночастицами серебра) с использованием плазменного напыления позволяет получить текстильные материалы, обладающие не только электропроводящими, но и бактерицидными, антибактериальными свойствами. Наночастицы серебра обладают уникальными свойствами, которые связаны с высоким отношением их поверхности к объему, что

определяет большую эффективность их действия. Обработка плазмой высокочастотного разряда предотвращает вымывание наночастиц серебра с поверхности материала при эксплуатации и стирке.

Для управления качеством напыляемого покрытия в технологических процессах требуется оптимизировать технологические параметры плазменной установки, режим нанесения покрытия, газоразрядную среду, дисперсность частиц и их расход [5].

Для установления закономерностей воздействия неравновесной низкотемпературной плазмы высокочастотного разряда на образцы арамидных текстильных материалов (нитей), их обработка проводилась при изменении следующих входных параметров установки: мощность разряда – от 200 до 2500 Вт, расход плазмообразующего газа до 0,08 г/с, время обработки – от 80 с до 10 мин, давление в рабочей камере до 30 Па. Для арамидных материалов был экспериментально найден оптимальный режим обработки плазмой высокочастотного разряда (250 Вт, 0,05 г/с, 10 мин, 30 Па). При данных параметрах плазменной обработки обеспечивается наиболее максимальная энергия и интенсивность ионного потока, не приводящая к деструктивным процессам в текстильном материале.

Полученные результаты показывают, что эффект, оказываемый посредством плазменной модификации, зависит как от состава плазмообразующего газа, так и от технологических режимов плазменной модификации. Плазменная модификация текстильных материалов происходит преимущественно за счет кинетического удара потока ионов (из-за формирования в плазме вокруг модифицируемого образца слоя положительного заряда), рекомбинации ионов на поверхности материалов, а также воздействия теплового потока.

Обработка текстильных материалов в низкотемпературной плазме приводит к существенным химическим и морфологическим изменениям их поверхности. Изменение гидрофобно-гидрофильного баланса текстильных материалов обеспечивает существенное увеличение межслоевой прочности, а также уменьшение влагопоглощения. Таким образом, модифицирование текстильных материалов в низкотемпературной плазме является перспективным и высокотехнологичным методом улучшения их адгезии.

Для полученных в ходе эксперимента модифицированных электропроводящих арамидных нитей с восстановленным ГО и наночастицами серебра получены значения электропроводности. Результаты показывают, что химическое восстановление оксида графена и нанесение наночастиц серебра с использованием низкотемпературной плазмы на арамидные текстильные материалы

способствует увеличению их электропроводности. Наилучшие показатели по электропроводности составляют $0,97 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$.

Таким образом, с использованием неравновесной низкотемпературной плазмы высокочастотного разряда получены арамидные материалы с наночастицами серебра и оксидом графена, обладающие антибактериальными, антисептическими и ионизирующими свойствами, с высокими показателями электропроводности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапожников С. В., Сафонов В. В. Инновационные технологии в производстве электропроводящих текстильных материалов / Сборник научных статей Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности». – УО «ВГТУ», 2018. – С. 69–71.

2. Губин, С.П. Физико-химические проблемы наночастиц, графена, наночастиц углерода и материалов на их основе [Текст] / С.П. Губин, А.С. Илюшин. – М.: Физический факультет МГУ, 2015. – 196 с.

3. Сапожников С.В., Сафонов В.В. Использование метода химического восстановления оксида графена для получения электропроводящих материалов // Химия и химическая технология: достижения и перспективы. Материалы IV Всероссийской конференции, 27-28 ноября 2018 г., Кемерово / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» – Кемерово, 2018. – С. 417.1-417.2.

4. Букина Ю.А., Сергеева Е.А. Получение антибактериальных текстильных материалов на основе наночастиц серебра посредством модификации поверхности текстиля неравновесной низкотемпературной плазмой // Вестник Казанского технологического университета. 2012. №7. С. 125-128.

5. Гришанова А.А., Зенитова Л.А., Спиридонова Р.Р., Мигачева О.С. Низкотемпературное плазменное полимер-порошковое напыление на волокнистый материал // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №13. С. 202-204.