

УДК 675.8

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ КОЛЛАГЕНОВЫХ НАНОВОЛОКОН ИЗ ОТХОДОВ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Алексеев И.С., доцент, Томашева Р.Н., доцент

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: *кожевенные отходы, электроформование, нановолокна, коллагеновые растворы.*

Реферат. В работе рассмотрена возможность переработки отходов кожевенного производства методом электроформования полимерных нановолокон из коллагеновых растворов и дисперсий. Разработана технологическая схема раздубливания хромсодержащих кожевенных отходов и получения из них нейтральных коллагеновых растворов. Разработаны методика и оборудование для электроформования нановолокон из коллагеновых растворов, установлены рациональные технологические параметры процесса электроформования коллагеновых нановолокон. С использованием разработанной технологии в лабораторных условиях получены экспериментальные образцы текстильных материалов с покрытием из коллагеновых нановолокон медицинского назначения.

Характерной особенностью кожевенного производства является большое количество ценных отходов, образующихся при выработке основного продукта. Поэтому в условиях рыночной экономики рациональное использование образующихся вторичных материальных ресурсов имеет важное народнохозяйственное значение.

Как показывает практика, в настоящее время вторичной переработке подлежат в основном недубленые отходы кожевенного производства. Наиболее остро перед кожевенными предприятиями стоит проблема утилизации хромсодержащих кожевенных отходов (кожевенной стружки, обрезки хромовой и пр.). В виду сложности процессов раздубливания кожевенных отходов и выделения из них химически нейтрального коллагена, представляющего собой ценный биологический продукт, в настоящее время данные виды отходов практически не перерабатываются, а подлежат либо хранению на полигонах предприятий, либо захоронению. Это является, во-первых, экономически нецелесообразным, а во-вторых, оказывает отрицательное воздействие на экологическую обстановку в зонах, близлежащих к местам захоронения отходов. В связи с этим вопросы разработки эффективных технологических решений по переработке хромсодержащих видов кожевенных отходов представляются весьма актуальными.

Одним из наиболее перспективных направлений переработки кожевенных отходов является возможность получения из них коллагеновых нановолокон

и материалов на их основе, обладающих улучшенными физико-механическими свойствами по сравнению с обычными коллагеновыми волокнами и имеющих широкие возможности для практического применения в различных отраслях народного хозяйства (медицине, промышленности, энергетике, биотехнологии и пр.).

Наиболее привлекательным способом промышленного получения нановолокон является процесс электроформования.

Электроформование – это процесс, который приводит к формированию нановолокон в результате действия электростатических сил на электрически заряженную струю полимерного раствора или расплава. Схема процесса электроформования представлена на рисунке 1. [1]

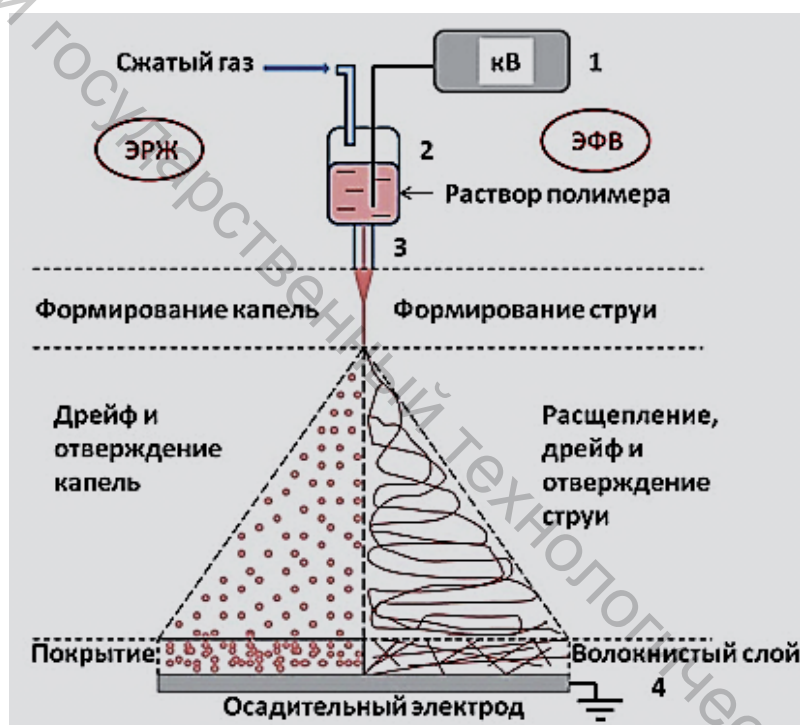


Рисунок 1 – Схема процесса получения нановолокон методом электроформования: 1 – источник высокого напряжения, 2 – емкость с формовочным раствором, 3 – капиллярное дозирующее сопло, 4 – осадительный электрод

Процесс электроформования растворов полимеров заключается в том, что электрическое напряжение (типично 12 – 50 кВ) прикладывается к раствору полимера, который при помощи дозатора подается через капилляр. Высокое напряжение индуцирует в растворе полимера одноименные электрические заряды, которые, в результате кулоновского электростатического взаимодействия, приводят к вытягиванию раствора полимера в тонкую струю. В процессе электростатического вытягивания полимерной струи она претерпевает ряд последовательных расщеплений на более тонкие струи при определенном соотношении значений вязкости, поверхностного натяжения и плотности

электрических зарядов (или напряженности электростатического поля) в волокне. Полученные струи отверждаются за счет испарения растворителя, превращаясь в волокна, и под действием электростатического к заземленной подложке, имеющей противоположное значение электрического потенциала.

Таким образом, процесс получения нановолокон включает три обязательных стадии: перевод формуемого материала в вязко-текучее состояние (раствор), формование волокон и их отверждение. [2,3]

Вязко-текучее состояние определяет способность полимера к волокнообразованию и характеризуется определенными значениями вязкости и поверхностного натяжения, согласованными между собой. Учитывая это, необходимым условием реализации способа электроформования коллагеновых нановолокон является предварительное получение из отходов кожевенного производства коллагеновых растворов определенной концентрации и вязкости. С этой целью была разработана технологическая схема переработки кожевенных отходов в коллагеновые растворы, представленная на рисунке 2.

Данная технология обеспечивает полное раздубливание хромсодержащих кожевенных отходов, выделение и удаление из них соединений хрома и получение нейтрального коллагенового раствора, который затем подлежит дальнейшей переработке в коллагеновые нановолокна с помощью метода электроформования и нанесения их на текстильную основу (полиэфирную или х/б ткань, бинт х/б, нетканый материал).

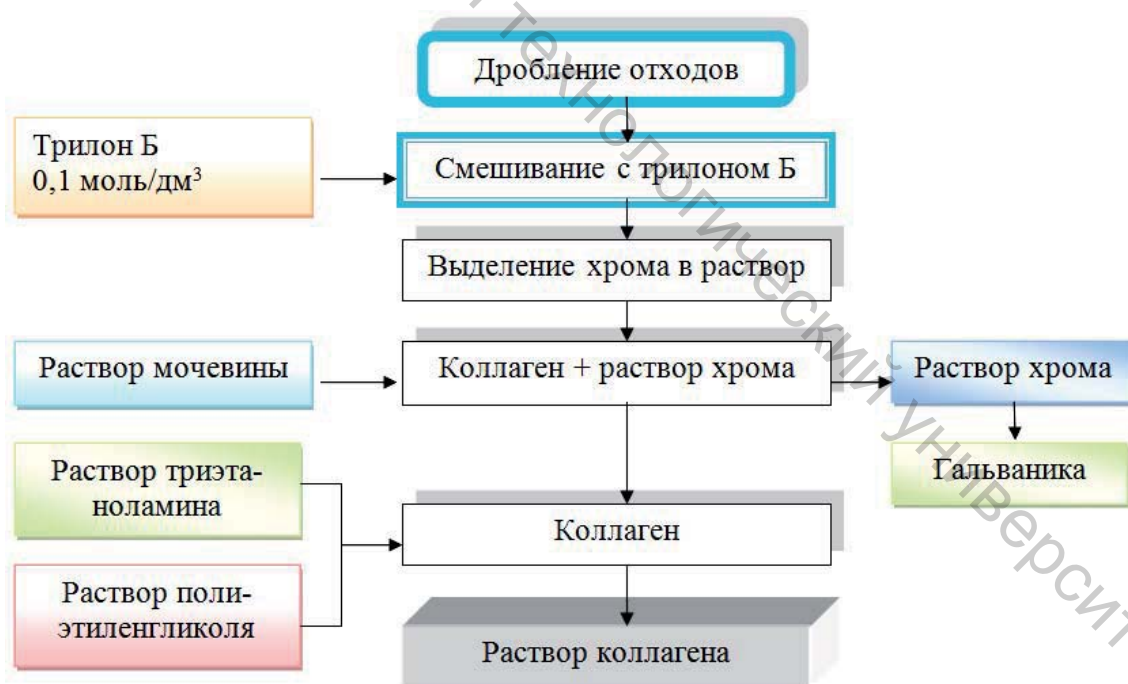


Рисунок 2 – Схема переработки кожевенных отходов в коллагеновый раствор

Для практической реализации процесса формования коллагеновых нановолокон использовалась экспериментальная установка, изображение которой представлено на рисунках 3, 4.

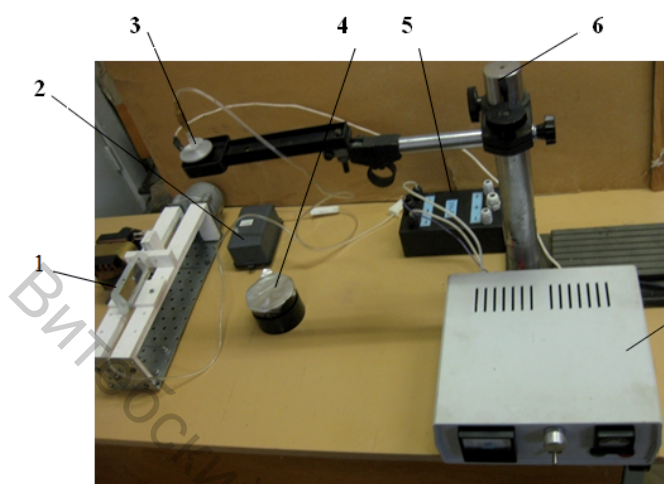


Рисунок 3 – Общий вид установки для электроформования: 1 – система автоматической подачи раствора; 2 – компрессор; 3 – сопло; 4 – приемный стол; 5 – умножитель напряжения; 6 – стойка; 7 – высоковольтный блок.

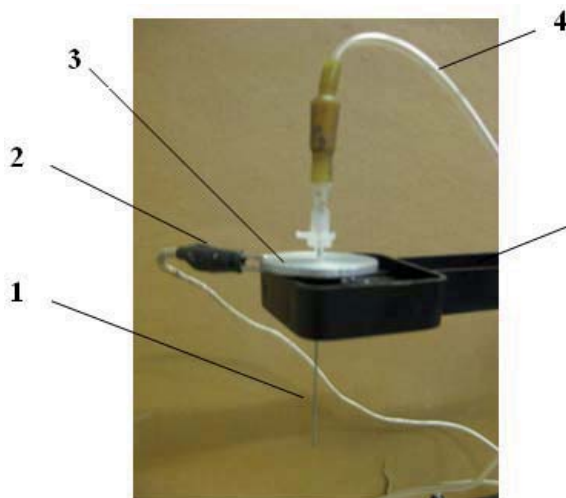


Рисунок 4 – Игла с подводом напряжения и раствора: 1 – игла (сопло) – положительный электрод; 2 – клемма высокого напряжения «+»; 3 – экранирующий диск; 4 – трубка подвода раствора; 5 – стойка

Установка работает следующим образом. Раствор подается системой автоматической подачи 1 в сопло 3. От высоковольтного блока 7 к соплу подводится напряжение со знаком «плюс» и к приемному столу со знаком «минус». Высокое напряжение формируется умножителем напряжения 5. Сопло крепится в держателе стойки 6. Раствор, под действием избыточного давления газа и поршня, вытекает с заданным расходом через капиллярное сопло 3 и под действием электрических сил образует исходную непрерывную, ускоряющуюся и утончающуюся струю, ось которой совпадает с направлением электрического поля. В результате струя формируется в виде конуса, который называют «конусом Тэйлора». Возможны последовательные расщепления струи на пары струй, каждая из которых может претерпеть еще последующие расщепления. Этот процесс зависит от баланса вязкости, поверхностного натяжения и плотности электрических зарядов в объеме струи.

Рекомендуемые характеристики электроформования нановолокон:

- молекулярная масса растворов составляет от нескольких десятков или сотен тысяч, весовая концентрация – до 20%, динамическая вязкость – от 0,05 до 1 Па·с;
- величина коэффициента поверхностного натяжения – менее 0,05 Н/м;
- электропроводность раствора колеблется в диапазоне от 10^{-6} до 10^{-2} Ом⁻¹·м⁻¹, где верхний предел ограничен порогом возникновения газового разряда со струи, нарушающего ее устойчивость. Лучшими оказались промежуточные значения относительной диэлектрической проницаемости – от 5 до 30, а в пределе – не более 100;

- при нормальных условиях наиболее удобным является диапазон температур кипения от 50 до 120°C и относительной упругости насыщенного пара от 0,02 до 0,2;
- расстояние между электродами варьируется от 20 до 50 см, а расстояние от электродов до стенок – от 50 см и более. Стенки электрически изолируют;
- освоенный на практике диапазон объемного расхода составляет 0,03 – 1 см³/мин на одно инжестирующее сопло;
- величина тока нормального процесса зависит линейно от объемного расхода раствора, но гораздо сильнее – от напряжения на сопле и может изменяться в широких пределах – от 0,1 до 5 мкА на одно инжестирующее сопло установки с единичным соплом и межэлектродным расстоянием 30 см при объемном расходе, электропроводности и коэффициенте поверхностного натяжения раствора соответственно 0,3 см³/мин, 10⁻⁴ Ом⁻¹·м⁻¹ и 0,03 Н/м. Стационарная струя существует в диапазоне напряжений на сопле от 22 до 28 кВ.

С использованием разработанной технологии в лабораторных условиях были получены экспериментальные образцы материалов с покрытием из коллагеновых нановолокон, которые могут эффективно использоваться в качестве материалов медицинского назначения: лейкопластырей, бактерицидных перевязочных материалов и кровеостанавливающих пластырей, марлевых повязок, антибактериальной ткани и др.

Пластыри с биопокрытием на основе нановолокон коллагена стимулируют репаративные процессы, обладают целым рядом уникальных характеристик: улучшенной абсорбцией раневого отделяемого и свойством удерживания его внутри покрытия, точным дозированием лекарственного средства и его адресной доставкой к поврежденным тканям, антибактериальным действием и регенеративным эффектом, свойством рассасываться самостоятельно под действием раневого отделяемого. Такие покрытия предназначены для закрытия и лечения ожогов II-III АБ степени, в т. ч. когда выполнение утодермопластики затруднено из-за дефицита донорских ресурсов кожи, длительно незаживающих ран, донорских участков, трофических язв, пролежней и других дефектов кожного покрова. [4]

Список использованных источников

1. Филатов, Ю.Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс). // Под редакцией В.Н. Кириченко. - М.: ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 1997.
2. Gu SY, Wu QL, Ren J, Vancso GJ. Mechanical Properties of a Single Electrospun Fiber and Its Structures. //Macromol. Rapid. Commun, 2005, 26:716–720 p.
3. Ramakrishna S, Fujihara K, Teo CY, Lim EC, Zuwei M. An Introduction to Electrospinning and Nanofibers. Singapor, 2005, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 382 p.

4. Franzke CW, Bruckner P, Bruckner-Tuderman L. Collagenous transmembrane proteins: recent insights into biology and pathology. J Biol Chem. 2005 Feb 11;280(6):4005-8p.

УДК 677. 026. 154

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОТХОДОВ ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Грищанова С.С., доцент, Ульянова Н.В., ст. преподаватель

Витебский государственный технологический университет,

г. Витебск, Республика Беларусь

Ключевые слова: *отходы швейного производства, одежда для домашних животных.*

Реферат. В результате проведенной работы изучены состав и количество текстильных отходов швейных предприятий, а также их способы переработки и направления использования. Выделены основные направления использования текстильных отходов, как самые перспективные и относительно легко реализуемые на современных швейных предприятиях. Среди них изготовление непрофильной продукции из текстильных отходов в рамках побочного производства, а именно, пошив одежды и аксессуаров для домашних животных. В условиях массового производства одежды и аксессуаров для домашних животных будет эффективным использование межлекальных выпадов и концевых отходов материалов, используемых в основном производстве. Это позволит более рационально использовать материалы и сможет принести дополнительную прибыль предприятию. Разработана технологическая последовательность изготовления комбинезона и попоны для собак декоративных пород из межлекальных выпадов и концевых отходов ткани. Изготовлены экспериментальные образцы.

Проблема ресурсосбережения является на одной из самых актуальных в мире. Работы по снижению отходов материалов, а также их рациональное применение является основной задачей. Чтобы сократить объемы отходов необходимо использование малоотходных либо безотходных технологий производства. Однако швейное производство относится к материалоемким, и не располагает безотходными технологиями. Поиск новых направлений и способов переработки отходов в таких обстоятельствах является важной задачей. Возвращение отходов в цикл производства позволит сэкономить ресурсы, уменьшит вредное воздействие на окружающую среду, оказываемое отходами при их уничтожении или захоронении, а также принесет дополнительный доход швейному предприятию.

Отходы швейного производства делятся на: