

2. Шалов, И. И. Технология трикотажного производства (Основы теории вязания) : учебник для вузов / И. И. Шалов, А. С. Давидович, Л. А. Кудрявин Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 296 с.
3. Чагина, Л. Л. Влияние модуля петли на показатели свойств льняных трикотажных полотен. / Л. Л. Чагина, Н. А. Смирнова, И. В. Землякова // Технология текстильной промышленности : Москва, 2010. – № 1(322). – С. 12–15.
4. Лисенкова, Л. И .Исследование деформационных свойств трикотажных полотен при одноосном и пространственном растяжениях / Л. И. Лисенкова, О. А. Смолина // Технология текстильной промышленности : Москва, 2016. – № 3 (363). – С. 163–166.
5. Махмудова, Г. Разработка структур и способов получения формоустойчивого кулирного уточного трикотажа / Г.Махмудова, В.Джанпаизова // Технология текстильной промышленности : Москва, 2012. – № 1(337). – С. 87–91.
6. Мирхалыков, Ж. Исследование влияния количества прессовых петель на физико-механические свойства трикотажных полотен / Ж. Мирхалыков, С. Байжанова // Технология текстильной промышленности : Москва, 2015. – № 1(355). – С. 178–181.
7. Махмудова, М. Влияние количества жаккардовых петель на физико-механические свойства / М. Махмудова, М. Карапаев // Технология текстильной промышленности : Москва, 2015. – № 1(355). – С. 34–38.
8. Emirhanova, Nergiz Effects of Knit Structure on the Dimensional and Physical Properties of Winter Outerwear Knitted Fabrics / Nergiz Emirhanova, Yasemin Kavusturan // FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe April, June 2008, – Vol. 16, – No. 2 (67). – С. 69–74.
9. Шустов, Ю.С. Основы текстильного материаловедения / Ю.С. Шустов. – Москва : ООО «Совъяз Бево», 2007. – 307 с.

УДК 677.076.49 : 620.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ПРЯДИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ

Черников И.И., маг., Рыклин Д.Б., д.т.н., проф., Демидова М.А., асс.

Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье приведены результаты анализа изменения динамической вязкости прядильных растворов для электроформования при хранении. Осуществлен анализ материалов схожих исследований. Приведены рекомендации по условиям хранения прядильных растворов.

Ключевые слова: электроформование, наноматериалы, динамическая вязкость, условия хранения, прядильный раствор, поливиниловый спирт.

Метод электроформования из раствора полимера на данный момент является одним из самых перспективных методов получения микро- и нановолокнистых материалов. Достаточно высокая гибкость процесса электроформования позволяет получать функциональные материалы сложной структуры с заданными свойствами, которые применяются в биомедицине и косметологии. Сущность процесса электроформования заключается в получении полимерных волокон в результате действия электростатических сил на струю полимерного раствора или расплава [1].

Одними из важных вопросов организации производства нановолокнистых материалов являются условия и сроки хранения сырья. Такие свойства прядильных растворов, как поверхностное натяжение, электропроводность и интенсивность испарения растворителя напрямую связаны с характеристиками выбранного полимера и его растворителя, изменяются с течением времени в незначительной мере. При этом показатель динамической вязкости растворов может существенно снижаться или возрастать, тем самым оказывая влияние на процесс электроформования. Это вполне вероятно можно обосновать разной природой происхождения и уникальными свойствами полимеров, которые применяются при получении нановолокнистых материалов.

В связи с этим различными исследователями проводится изучение изменения динамической вязкости электроформовочных растворов во времени. Например, в работе [2] установлено,

что динамическая вязкость растворов хитозана животного и растительного происхождения существенно снижается при хранении, что приводит к увеличению среднего диаметра нановолокнистого покрытия из хитозана с увеличением времени хранения формовочного раствора с 230 нм на первые сутки до 340 нм на четырнадцатые сутки.

Аналогичные исследования проведены и с растворами из поливинилового спирта (ПВС) марки Selvol с применением капиллярного вискозиметра [3]. Исследования показали, что использование ПВС данной марки не позволяет осуществлять электроформование с высокой производительностью оборудования.

Таким образом, представляет интерес изучение данного вопроса применительно к прядильным растворам на основе полимеров других видов, в том числе с добавлением таргет-компонентов.

При проведении нами исследований в качестве исходного полимера для проведения исследований был выбран поливиниловый спирт марки Arkofil, так как данный полимер является одним из наиболее распространенных используемых для получения материалов медицинского и косметологического назначения методом электроформования, что обусловлено его относительно низкой стоимостью и биосовместимостью с организмом человека [4]. Экспериментально доказано, что прядильные растворы на основе ПВС марки Arkofil позволяют повысить производительность установки приблизительно в 3 раза.

Одним из важных компонентов в косметологии и медицине является глицерин. Его можно назвать одним из самых дешевых увлажняющих средств. Он входит в состав многих кремов, мазей, мыла. Глицерин выполняет защитную функцию кожи, так как сохраняет влагу в клетках кожи. В медицине его используют в качестве антисептика при комплексном лечении многих кожных заболеваний. Водопоглощающий эффект провоцирует дегидратацию и гибель болезнетворных бактерий.

Учеными широко изучено применение глицерина в получении биоразлагаемых нановолоконных конструкций методом электроформования для инженерии нервной ткани, получение синтезированных электроформованных нановолокон из поливинилового спирта с добавлением глицерина и меда, нановолоконных электроформованных пленок из глютена, содержащих глицерин, отличающихся повышенной водостойкостью и превосходной антимикробной активностью.

Таким образом, очевидно, что глицерин широко применяется в биомедицине и косметологии, где может выступать не только активным компонентом различных терапевтических средств, но и широко используется при производстве нановолокнистых материалов, покрытий и конструкций как в качестве основного лекарственного компонента, так и в качестве вспомогательного вещества [5].

Для определения изменения динамической вязкости при хранении были приготовлены два раствора: 14 %-ый раствор ПВС и раствор содержащий 14 % ПВС с добавлением 8 % глицерина. Измерение вязкости осуществлялось с использованием вискозиметра ротационного типа RM 100 Plus фирмы Lamy Rheology Instruments (Франция). Данный вискозиметр позволяет измерять вязкость веществ в диапазоне от 1 до 540 000 000 мПа·с в зависимости от измерительной системы. Полученные растворы были помещены в тару после чего герметично закрыты.

Таким образом, тара с растворами хранилась в лаборатории, где осуществлялись измерения, при температуре 20 ± 2 °C. В таблице представлены полученные данные, характеризующие изменение динамической вязкости исследуемых растворов от времени хранения (табл. 1).

Таблица – Изменение динамической вязкости прядильных растворов во времени

Период хранения раствора	Динамическая вязкость, мПа·с	
	14 % ПВС	14 % ПВС + 8 % глицерина
0 (день приготовления)	1321,2	1025,2
1 день	1330,5	1030,3
2 день	1344,4	1059,4
3 день	1364,8	1073,2
4 день	1382,0	1116,8
7 день	1405,2	1134,6
10 день	1416,2	1167,6

Установлено, что динамическая вязкость обоих исследованных растворов с течением времени монотонно увеличивается. В среднем рост динамической вязкости раствора из ПВС за 10 дней составил 7 %, из ПВС с добавлением глицерина – 14 %. Подобное различие в росте вязостей может быть объяснено тем, что ПВС является синтетическим полимером и обладает повышенной стабильностью свойств, а при смешивании с глицерином (органическим соединением) подвергается большему их изменению со временем. Наиболее существенный рост вязкости растворов наблюдается в течение первых четырех дней хранения.

Несмотря на это, данный показатель всё еще находится в допустимом диапазоне значений для осуществления стабильного процесса электроформования, что свидетельствует о том, что с использованием данных растворов возможно получение нановолокнистых материалов.

Однако необходимо отметить, что увеличение динамической вязкости более чем на 5 % нежелательно, поскольку это может оказывать влияние на протекание процесса электроформования и требовать корректировки режимов процесса электроформования, а в некоторых случаях влиять на плотность нанесения нановолокнистого материала и морфологию получаемых нановолокон.

Таким образом, рекомендуется использовать формовочные растворы на основе ПВС в течение трех дней с момента приготовления, так как использование прядильных растворов, которые хранятся более трех дней, требует корректировки параметров процесса электроформования для получения нановолокнистых материалов с заданными свойствами.

Список использованных источников

1. Филатов, Ю. Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс) / Ю. Н. Филатов // под ред. В. Н. Кириченко. – М.: ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 1997.
2. Прищепенко, Д. В. Нановолоконные покрытия на основе хитозана, полученные методом электроформования : дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06 / Д. В. Прищепенко. – Минск, 2022. – 140 с.
3. Рыклин, Д. Б. Оценка стабильности свойств растворов поливинилового спирта, применяемых для электроформования нановолокнистых материалов / Д. Б. Рыклин, В. М. Азарченко, М. А. Демидова // Всероссийская научно-практическая конференция «Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий» : сборник материалов, Кострома, 4-5 апреля 2019 г. / ФГБОУ ВО Костромской государственный университет. – Кострома, 2019. – С. 167 –169.
4. Попова, И. Н. Экономика производства и применения полимеризационных пластмасс / И. Н. Попова, Е. Д. Файнберг, Ю. Т. Лившиц. – Ленинград : Химия, 1977. – 200 с.
5. Zhang, Y., Deng, L., Zhong, H., Pan, J., Li, Y., Zhang, H. Superior water stability and antimicrobial activity of electrospun gluten nanofibrous films incorporated with glycerol monolaurate // Food Hydrocolloids. – 2020. – V. 109. – Art. 106116.

УДК 677.017

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ИГЛОПРОБИВНОГО НЕТКАНОГО ПОЛОТНА

Истомина А.В., студ., Королева Н.А., к.т.н., доц., Полякова Т.И., к.т.н., доц.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина

(Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Российской Федерации

Реферат. В статье рассмотрено построение регрессионной модели, описывающей зависимость воздухопроницаемости иглопробивного полотна от поверхностной плотности холста. Приведено описание и условия эксперимента, этапы обработки его результатов. Получена однофакторная модель, которая может быть использована для оптимизации технологических процессов в производстве нетканых материалов.

Ключевые слова: нетканое полотно, иглопробивной способ, полиэфирные волокна, воздухопроницаемость, регрессионная модель.