

среда более кислая (рН красильной ванны 4,7), это способствовало проявлению более темных оттенков.

В ходе проведенных исследований установлено, что интенсификация этапа экстрагирования в водной среде путем предварительной ферментной обработки сырья способствует выходу большего числа красильных веществ по сравнению с ультразвуковой обработкой корней и корневищ растения. Кислая среда рабочего раствора позволяет получить на пряже более темные оттенки.

#### Список использованных источников

1. Sk, Md Salauddin & Mia, Rony & Haque, Anamul & Shamim, Al. (2021). Review on Extraction and Application of Natural Dyes. Textile & Leather Review. 4. 10.31881/TLR.2021.09.
2. Chungkrang, Lizamoni & Bhuyan, Smita & Phukan, Ava. (2021). Natural Dyes: Extraction and Applications. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 10. 1669–1677. 10.20546/ijcmas.2021.1001.195.
3. Скобова, Н. В. Применение экстракта корня лапчатки *potentilla erecta* в технологии крашения текстильных материалов / Н. В. Скобова, Н. Н. Ясинская, А. В. Горохова // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2024. – № 47. – С. 82. DOI:10.24412/2079-7958-2024-1-82-92.
4. Ходарева, Е. С. Эколого-физиологическое исследование фенольного комплекса кровохлебки лекарственной (*Sanguisobra officinalis* L.): автореф. магистерской диссертации: 020400.68 / Е. С. Ходарева. – Вологда, 2013. – 4 с.

УДК 677.017.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ИГЛЫ НА СПОСОБНОСТЬ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ ТКАНИ К САМОВОССТАНОВЛЕНИЮ ЦЕЛОСТНОСТИ СТРУКТУРЫ

**Марущак Ю. И., асп., Ясинская Н. Н., д.т.н., доц.**

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

Реферат. В статье представлены результаты исследования влияния геометрии иглы на способность полимерного покрытия ткани к самовосстановлению целостности структуры после прокола. Установлено, что толщина пористого полиуретанового покрытия играет ключевую роль в способности материала к самовосстановлению. Образцы с наибольшей толщиной покрытия (720 мкм) демонстрируют более высокую степень восстановления, в то время как тонкие покрытия (350 мкм) требуют дополнительных внешних воздействий (отпаривание) для достижения аналогичных результатов. Результаты исследования наглядно демонстрируют преимущества использования игл с заточкой LL для работы с тканями с пористыми полиуретановыми покрытиями.

Ключевые слова: швейная игла, прорубаемость, самовосстановление, пористый полиуретан, прокол.

Прорубаемость текстильных материалов относится к технологическим свойствам [1] и может проявляться на различных этапах швейного производства: в процессе раскроя, стачивания и влажно-тепловой обработки изделий. Нежелательная перфорация материала ухудшает внешний вид изделия и снижает прочность швов.

Механизм повреждения трикотажных полотен при шитье изучали Стилиос и Чжу [2]. Опубликовано исследование, в котором проникновение швейной иглы в ткань записано с помощью высокоскоростной видеотехники. Качество шитья трикотажных полотен из хлопка изучалось Зето и др. [3]. Их наблюдения показали, что силы проникновения и отвода значительно зависят от размера швейной иглы. Подбором швейных игл в зависимости от плотности и механических свойств материала занимались Аvezов и Кулиева [4]. Они установили, что на возможность разрушения материала в процессе пошива оказывает

влияние соответствие по толщине швейной нитки и иглы. Однако прорубаемостью обладают не только ткани и трикотаж, но и другие швейные материалы: искусственная и натуральная кожа, материалы с покрытием, различные плёнки и др [1]. Прорубаемость – явление в классическом ассортименте текстильных материалов достаточно предсказуемое, но малоизученное для современных тканей новых структур, в частности, для тканей с полимерным покрытием.

На сегодняшний день получены и продолжают разрабатываться текстильные материалы с покрытием и искусственные кожи, способные к самовосстановлению целостности структуры после прокола иглой [5]. Рассматриваемый подход восстановления основан на использовании полимеров с динамическими ковалентными связями, которые способны обратимо разрываться и восстанавливаться, позволяя материалу «залечивать» небольшие повреждения. Целью данной работы является исследование влияния геометрии иглы на способность пористого полимерного покрытия ткани к самовосстановлению целостности структуры после прокола.

В качестве объектов исследования выбраны ткани с пористым полиуретановым покрытием белорусского производства с различной толщиной полимерного слоя: № 1с – 350 мкм, № 2р – 450 мкм, № 3г – 530 мкм, № 4ч – 720 мкм. «В отличие от других реактопластов физические связи в полиуретане составляют 50–90 % от общего числа поперечных связей в объеме полимера, поэтому структура обладает способностью разрушаться и перестраиваться при нагревании, при механическом нагружении» [6].

Как на прорубание, так и на процесс самовосстановления целостности структуры после прокола иглой существенно влияет форма заточки острия швейной иглы. Анализ источников установил, что для искусственной кожи и тканей с пористым полиуретановым покрытием (типа «экокожа») рекомендуется применять специальные швейные иглы Microtex (заточка острия SPI). Аналогичный по структуре искусственной коже исследуемый материал допускает использование швейной иглы с заточкой острия иглы LL, которая оптимальна для всех видов кожи, применяемых при производстве кожаной одежды, обуви и сумок. Также подойдет стандартная круглая игла «R», часто используемая при обработке тонких тканей с защитным слоем, ламинированных материалов или изделий с покрытием из мягкого пластика.

Для данного исследования применяли иглы фирмы «Schmetz» с геометрией острия SPI, LL, R (рис. 1). Размер иглы № 80 выбран исходя из рекомендаций, изложенных в соответствующем справочнике [7].



Рисунок 1 – Формы заточки острия иглы

В основу применяемого в данной статье метода оценки способности тканей с полиуретановым покрытием к самовосстановлению целостности после прокола иглой заложена традиционно применяемая методика оценки прорубаемости тканых материалов с некоторыми дополнениями [1]. Выполняли машинные строчки без нитки на испытуемых образцах, с частотой 7 стежков на 1 см. Для замера формы и площади отверстия после проколов использовали микроскоп Альтами MET5 PL L 5X/0.12 BD  $\approx$  (рабочее расстояние 9,7 мм), увеличение 50X. Далее с установленной периодичностью проводили замеры изменения площади прокола. В качестве оценочных критериев выбраны начальная и конечная площадь прокола, время, прошедшее до достижения конечной площади. Под конечной площадью подразумевается полное восстановление прокола, либо достижение равновесного состояния, при котором площадь прокола меняется незначительно или остается неизменной. Процесс «самовосстановления» означает частичное сближение краев прокола за счет вязко-эластичных свойств материала.

Полученные данные начальной и конечной площади прокола иглами № 80 с формой заточки острия LL, SPI, R отражены на диаграмме (рис. 2).

Анализируя полученные данные (рис. 2), можно предположить, что ключевым фактором, определяющим степень самовосстановления пористого полиуретанового покрытия, является его толщина. Образец № 4ч, обладающий максимальной толщиной полиуретанового слоя (720 мкм), демонстрирует наивысшие показатели самовосстановления, практически независимо от типа используемой иглы формируются проколы меньшей площади. Это указывает на достаточное количество полимерного

материала для заполнения прокола и восстановления целостности структуры. Быстрое время восстановления (менее 3 минут) свидетельствует о высокой подвижности полимерных цепей и эффективном взаимодействии между ними. Образец № 1с с минимальной толщиной покрытия (350 мкм), напротив, демонстрирует другие результаты. Его конечная площадь прокола не достигает нулевых значений, однако в процентном выражении его самовосстановление варьируется от 70 % до 90 % в зависимости от применяемой иглы. Длительное время восстановления (до 3 часов) подтверждает необходимость дополнительного отпаривания, которое, вероятно, поспособствует увеличению подвижности полимерных цепей, ускоряя процесс релаксации и сближения краёв прокола. Анализируя данные образцов № 2р и № 3г можно сделать вывод, что несмотря на схожую начальную площадь прокола, время самовосстановления значительно различается. Образец № 2р демонстрирует медленное восстановление (до 2,5 часов), что обусловлено меньшей толщиной покрытия (450 мкм). Образец № 3г, напротив, восстанавливается за 10 минут, что указывает на оптимальное сочетание толщины и типа применяемой швейной иглы. Анализ диаграмм на рисунке 2, демонстрирующих зависимость площади прокола от типа заточки иглы, однозначно указывает на превосходство заточки LL над SPI и R в контексте минимизации повреждений пористого полиуретанового покрытия. Иглы с заточкой SPI и R формируют более обширные отверстия, что подтверждается существенно большей площадью прокола, визуализированной на диаграммах. Большинство образцов, подвергшихся воздействию иглы с заточкой LL, продемонстрировали полное самовосстановление целостности структуры. Это достигается за счет особой геометрии режущей кромки, которая имеет форму, обеспечивающую скольжение по поверхности материала, что позволяет швейной игле «входить» в материал, минимизируя боковое давление и предотвращая образование микротрещин и деформаций вокруг точки прокола.

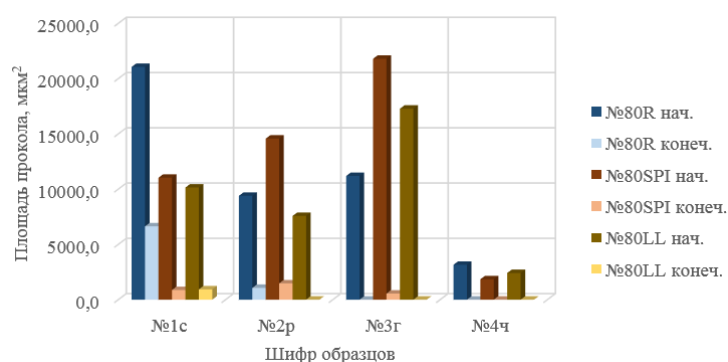


Рисунок 2 – Диаграммы начальной и конечной площади прокола иглами № 80 LL, SPI, R

Таким образом, толщина пористого полиуретанового покрытия играет ключевую роль в способности материала к самовосстановлению целостности структуры. Результаты исследования наглядно демонстрируют преимущества использования игл с заточкой LL для работы с тканями с пористыми полиуретановыми покрытиями. Минимизация площади прокола и высокая способность к самовосстановлению, обеспечиваемые данным типом заточки, являются важными факторами для обеспечения долговечности и надежности изделий из этого материала. Однако, для более точного выбора иглы необходимо учитывать конкретные условия обработки и требования к качеству шва.

Исследования выполнены при поддержке Министерства образования Республики Беларусь (грант на выполнение научно-исследовательской работы «Оценка и прогнозирование самовосстановления целостности структуры полимерного покрытия текстильных материалов»).

#### Список использованных источников

1. Бузов, Б. А. Практикум по материаловедению швейного производства / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова, Д. Г. Петропавловский. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.
2. Stylios, G.K. and Zhu, R. "The mechanism of sewing damage in knitted fabrics", Journal of Textile Institute, Part-1, Vol. 89 No. 2. – 1998. – pp. 411–421.

3. Zeto, W.Y., Dhingra, R.C., Lau, K.P. and Tam, H. "Sewing performance of cotton/lycra knitted fabrics", Textile Research Journal, Vol. 66 No. 4. – 1996. – pp. 282–286.
4. Аvezов, М. Ф. Подбор швейных игл в зависимости от плотности и механических свойств материала / М. Ф. Аvezов, Д. Р. Кулиева // Сборник научных трудов Международной научной конф., посвященной 135-летию со дня рождения профессора В.Е. Зотикова, 2022. – С. 19–25.
5. Марущак, Ю. И. Исследование способности тканей с полиуретановым покрытием к самовосстановлению целостности структуры после прокола иглой microtex // мат. конф. Легкая промышленность: проблемы и перспективы. – ОмГТУ, 2024. – С. 136–142.
6. Каблов, В. Ф. Технология переработки полимеров: учеб. пособие / В. Ф. Каблов, О. М. Новопольцева, В. Г. Кочетков. – ВолгГТУ. – 2018. – 244 с.
7. Бодяло, Н. Н. Ассортимент швейных ниток и игл. Нормы расхода швейных ниток для верхней одежды: справочник. – Витебск, УО «ВГТУ». – 2009. – 82 с.

УДК 677.017.6

## ОЦЕНКА ВОДОПОГЛОЩАЮЩИХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НИТЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВЕКТОРНЫХ НАГРУЗОК

**Скобова Н. В., к.т.н., доц., Ясинская Н. Н., д.т.н., доц., Попко Е. П., ст. преп.**

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

Реферат. Проведена оценка показателя водопоглощения трикотажных двухслойных полотен приложении к полотну распределенной нагрузки, соответствующей эксплуатационным условиям носки. Получены кинетические кривые водопоглощения в зависимости от вектора приложенной нагрузки.

Ключевые слова: функциональные нити, пористость, водопоглощение, термофизиологический комфорт.

Сегодня все известные производители модной одежды имеют в своих коллекциях преобладающую долю изделий из трикотажа. Это связано с наличием широкого ассортимента трикотажных полотен, соответствующего современным требованиям к качеству, цветовому решению, волокнистому составу, деформационным свойствам, способного воплотить фантазию дизайнера, оставаясь доступным широкому классу потребителей [1].

Особый класс занимает одежда для активного отдыха, предназначенная для тех, кто занимается спортом с низкой или умеренной физической нагрузкой. Продолжительность и частота ношения, а также условия окружающей среды меняются в процессе эксплуатации данной одежды [2]. Для обеспечения комфортных условий носки одежды для активного отдыха необходимо обеспечить термофизиологический комфорт в пододежном пространстве. При активном отдыхе 80 % энергии преобразуется в тепло, и испарение остается единственным режимом потери тепла. Потребность в испарении для поддержания внутренней температуры тела определяется суммой метаболического тепла, а также радиоактивного и конвективного теплообмена. Величина теплотеря зависит от скорости испарения пота, которая в свою очередь зависит от испаряющей способности материала [1]. Поэтому для одежды активного отдыха важны гигиенические свойства материалов, из которых она изготовлена (воздухопроницаемость, паропроницаемость, испаряемость, водопотребление, гигроскопичность и т. д.).

Термофизиологический комфорт определяет воздухопроницаемость одежды и управление/регулирование влажности. Он подразумевает перенос тепла и влаги в виде пара и жидкости через материал. Одежда обеспечивает микроклимат (рис. 1) между телом и внешней средой и действует как барьер для переноса тепла и пара между кожей и окружающей средой [3]. Существует три основных процесса, связанных с передачей влаги через материал: диффузия влаги за счет градиента влажности на границе тело/материал,