

**РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УМЯГЧАЮЩЕЙ ОТДЕЛКИ  
ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ МАХРОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**RATIONAL TECHNOLOGY OF SOFTENING OF FLAX CONTAINING TERRY  
PRODUCTS**

К.А. Ленъко, Н.Н. Ясинская, Н.В. Скобова, Д.Л. Лисовский  
K.A. Lenko, N.N. Yasinskaya, N.V. Scobova, D.L. Lisovsky

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь  
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus  
E-mail: kotya240497@mail.ru, yasinskayaNN@rambler.ru,  
scobova-nv@mail.ru, lisouskid@gmail.com

**Проведен выбор рациональной технологии заключительной отделки махровых льносодержащих изделий с использованием силиконовых смягчителей и ферментсодержащих композиций на их основе, которые удовлетворяли бы требованиям потребителей, а также рекомендация для ее внедрения на ОАО «Речицкий текстиль».**

**Ключевые слова:** биотехнология; фермент; текстильно-вспомогательные вещества; драпируемость; туше; объемность; перманентность эффекта смягчения.

**The purpose of the work is to select a rational technology for the final finishing of terry linen-containing products using silicone softeners and enzyme-containing compositions based on them, which would satisfy the requirements of consumers, and also to recommend for implementation the technology at "Rechitsa Textile", JSC.**

**Key words:** biotechnology; enzyme; textile auxiliaries; drape; touch; volumetric; permanent softening effect.

Современный человек ежедневно использует махровые текстильные изделия: полотенца, халаты, простыни и др. Ассортимент махровых полотенец разнообразен по составу, размеру, назначению, отделке и другим показателям. Основной их функцией является способность поглощать влагу и оставлять тело человека сухим. В связи с этим при выборе махровых изделий важно учитывать основные функциональные характеристики: показатели сорбционных свойств, жесткость, плотность и др. [1].

Требования к качеству и безопасности махровых полотенец нормируются ГОСТ 11027-2014 [2] по следующим показателям: линейные размеры, требования к изготовлению, разрывная нагрузка, прочность закрепления петель, белизна, капиллярность, водопоглощение, устойчивость окраски, содержание свободного формальдегида. Показатели биологической и химической безопасности: капиллярность, водопоглощение, устойчивость окраски, содержание свободного формальдегида также нормируются в ТР ТС 017/2011 [3]. Однако, современные взгляды на мир и его устройство очень быстро меняются, соответственно меняются взгляды и потребности людей. Люди стали предъявлять высокие требования к качеству материала, его внешнему виду, тактильным ощущениям, которые не регламентируются стандартами и нормативами [3].

В настоящее время в Республике Беларусь существует ряд предприятий по производству хлопчатобумажных и льносодержащих махровых изделий домашнего обихода, которые отличаются широким ассортиментным спектром, яркой цветовой гаммой, устойчивой к многократной стирке. При выборе данного товара потребитель в первую очередь отдает предпочтение органолептическим и тактильным характеристикам продукции. По данному критерию отечественная продукция проигрывает товарам импортного производства из-за недостаточной мягкости и объемности. Наиболее явно этот недостаток проявляется при

введении в состав пряжи льняного волокна – повышается жесткость изделий. Это объясняется природными свойствами льна: по химическому составу он содержит 5% лигнина.

Лидером белорусского рынка производителей махровых изделий является ООО «Речицкий текстиль». Одной из причин жесткости продукции данного производителя является отсутствие заключительной отделки махровых полотен и готовых изделий из них: на предприятии махровые полотна производятся из готовой пряжи.

Существуют классические методы умягчения тканей, которые создают эффект за счет применения различных типов аппретов-мягчителей. Существенным их недостатком является недолговечность достигаемого результата и его неустойчивость к бытовым обработкам: в процессе стирки силиконовый аппрет вымывается из волокна и эффект, достигаемый при отделке, заметно снижается при последующей эксплуатации изделий.

Альтернативой традиционной технологии химической отделки целлюлозных текстильных материалов является биотехнология с использованием ферментных препаратов. Оптимальными условиями работы ферментов являются невысокая температура и нейтральная среда, что ведет к снижению потребления энергии, устраняет необходимость поддерживать жесткие условия обработки. Кроме того, применение ферментов при производстве целлюлозосодержащих текстильных материалов и изделий способно обеспечить придание последним комплекс новых технологических, потребительских и эксплуатационных свойств. Применение биотехнологии в процессах отделки целлюлозных текстильных материалов является экономически и экологически целесообразным, поскольку ферменты селективно реагируют с субстратом и сводят к минимуму образование побочных продуктов, безопасно инактивируются, не оказывая вредного воздействия на человека и окружающую среду. В настоящее время известны способы умягчения текстильных материалов из целлюлозных волокон с использованием ферментных препаратов целлюлолитического и пектолитического действия, способных придать материалу комплекс новых технологических, потребительских и эксплуатационных свойств, сохраняя перманентность достигнутого эффекта на более длительное время [5].

В большинстве случаев отечественные текстильные предприятия в технологиях заключительной умягчающей отделки используют импортные препараты, что ведет к удорожанию производственного процесса, а соответственно, готовой продукции. Весьма актуальным для экономики Республики Беларусь является вопрос импортозамещения, поэтому при разработке биотехнологии применялись белорусские препараты фирмы ООО «Фермент», которая сравнительно недавно вышла на рынок, но уже является ведущим белорусским производителем высокоэффективных ферментных препаратов и препаратов текстильной химии.

По заданию ОАО «Речицкий текстиль» проведена работа по выбору препаратов для биохимической обработки льносодержащих махровых полотен. Цель работы – выбор рациональной технологии заключительной отделки махровых льносодержащих изделий с использованием силиконовых мягчителей и ферментсодержащих композиций на их основе, которые удовлетворяли бы требованиям потребителей, а также рекомендация для ее внедрения на ОАО «Речицкий текстиль».

Научная новизна работы состоит в разработке научно-обоснованных рекомендаций определения рациональной схемы и технологических параметров биотехнологического способа обработки льносодержащих махровых изделий препаратами отечественного производства, а также получении зависимости физико-механических и эксплуатационных свойств от технологических режимов биообработки и составов полиферментных композиций, позволяющих обеспечить высокие показатели качества готовых махровых изделий.

Практическая значимость заключается в разработке инновационной энерго-, ресурсосберегающей технологии отделки целлюлозных текстильных материалов; выпуске опытных и промышленных партий готовой продукции. Технологию биоумягчения планируется запатентовать и внедрить к промышленному использованию на предприятиях текстильной промышленности Республики Беларусь.

Объектом исследования является махровое полотно производства ОАО «Речицкий текстиль» арт.6с103.513 (лен – 25%, хлопок – 75%). Для обработки изделий использовались препараты ООО «Фермент», представленные в таблице 1. Выбор гидрофильной микросиликоновой эмульсии обусловлен результатами предварительных исследований [6].

Изучался периодический способ обработки материала по традиционной технологии (отработанной ранее для ферментной обработки материала) и по новым схемам (схема 1, схема 2), последовательность этапов обработки представлена в таблице 2.

Таблица 1

Характеристика применяемых препаратов

Название препарата	Характеристика
RG-NR520	Смачиватель
RG-G9609/600	Гидрофильная микросиликоновая эмульсия
Энзитекс ЦКП	Нейтральная целлюлаза (КМЦ), активность 10000 ед/г, оптимальные условия действия pH от 5,5 до 6,5, рабочая температура 40 – 60°C.
RG-G9609/600+Ц 300 ед/г	Гидрофильная микросиликоновая эмульсия с ферментным препаратом «Целлюлаза» активностью 300 ед/г
Allfalin	Силиконовый мягчитель

Таблица 2

Схема обработки льняных махровых полотен

Традиционная биообработка	Схема 1	Схема 2
Смачивание в RG-NR520 (с=3 г/л; t=30°C; τ=10 мин)		
Энзимная стирка с Энзитекс ЦКП (с=3 %; t=40°C; τ=40 мин; pH=5)	Стирка с Энзитекс ЦКП (с=3 %; t=40°C; τ=40 мин; pH=5)	Стирка композицией RG-G9609/Ц300 (с=20 г/л; t=40°C; τ=40 мин; pH=5)
Промывка	Промывка	Отжим
Деактивация фермента (t=90°C; τ=5 мин)	Деактивация фермента (t=90°C; τ=5 мин)	Сушка (t=20°C)
Аппретирование Allfalin (с=20 г/л; t=40-50°C; τ=20 мин; pH=5)	Аппретирование RG-G9609 (с=20 г/л; t=40-50°C; τ=20 мин; pH=5)	Механическое трение
Отжим	Отжим	
Сушка (t=20°C)	Сушка (t=20°C)	
Механическое трение	Механическое трение	

Важнейшими качественными показателями махровых полотен являются мягкий наполненный гриф и гидрофильность, поэтому для изучения выбраны следующие качественные характеристики:

- для оценки грифа полотен – общая пористость, драпируемость дисковым методом;
- для оценки гигиенических свойств – воздухопроницаемость (согласно ГОСТ 12088-77), водопоглощение за 1 мин (согласно ГОСТ 3816-81).

Результаты измерения качественных характеристик льносодержащих махровых изделий после биообработки исследуемыми препаратами представлены на рис. 1. За

контрольный образец принимается махровое полотно производства ОАО «Речицкий текстиль» без умягчающей отделки.

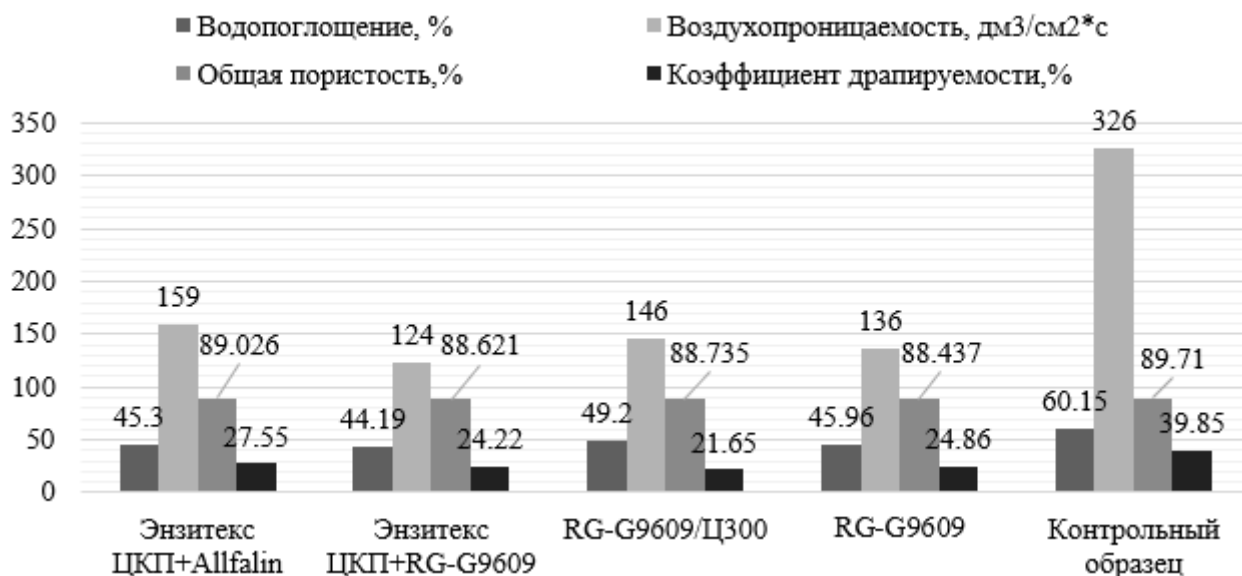


Рис. 1. Оценка водопоглощения, общей пористости, воздухопроницаемости, коэффициента драпируемости образцов

Общая пористость махрового полотна  $R_{\text{общ}}$  (%) показывает, какую часть объема ткани составляет суммарный объем всех пор между нитями. Толщина обработанных полотен увеличивается, а общая пористость и, соответственно, воздухопроницаемость снижается, что связано с усадкой материала в процессе биохимической обработки.

Для оценки драпируемости следует учитывать, чем меньше коэффициент драпируемости, тем мягче гриф материала. Результаты исследования драпируемости подтверждают визуальную и тактильную оценку экспертов. Образец, обработанный композицией RG-G9609/Ц300 имеет наименьший коэффициент драпируемости. Результаты исследования водопоглощения также подтвердили сделанные ранее выводы: наилучшие гидрофильные свойства после обработки приобретают образцы, обработанные препаратом RG-G9609/Ц300.

Качественные характеристики полученных материалов первоначально оценивались по визуальному восприятию готовых изделий и по тактильным параметрам образца. На основании экспертной оценки группой респондентов, состоящей из специалистов предприятия ОАО «Речицкий текстиль» и сотрудников специализированных кафедр УО «Витебский государственный технологический университет», в качестве лучшего образца выбрано полотно, обработанное по схеме 1. Обоснованность выбора подтверждается фотографиями поверхности махровых полотен, демонстрирующими изменение текстуры, повышение объемности и извитости ворсовых нитей изделия после обработки (рис. 2)

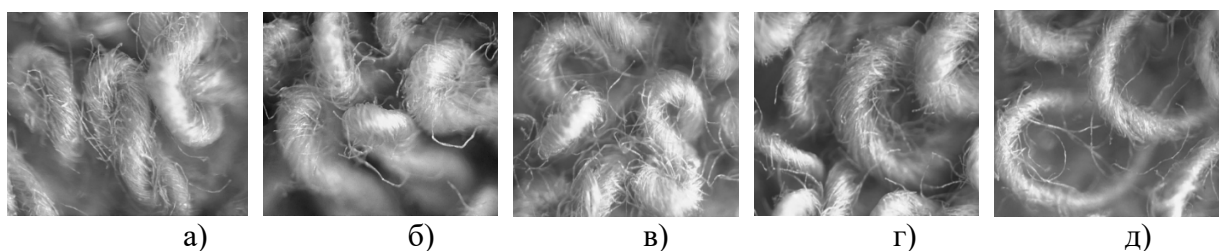


Рис. 2. Микрофотографии ворсовых нитей махровых полотен: а) Энзитекс ЦКП+Allfalin; б) Энзитекс ЦКП+RG-G9609; в) RG-G9609/300 (схема 1); г) RG-G9609 (схема 2); д) Контрольный образец

С целью исследования перманентности эффекта умягчения льносодержащих махровых изделий проведены испытания по определению свойств умягченных материалов после 10 бытовых стирок. 10 циклов стирок проводилась в бытовой стиральной машине согласно режимам ГОСТа 30157.1-95 (Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки) при  $t=60^{\circ}\text{C}$ . В качестве СМС применяли жидкое детское мыло концентрацией 1 г/л.

Для исследования перманентности эффекта умягчения испытаны следующие показатели: воздухопроницаемость ( $\text{дм}^3/\text{см}^2 \cdot \text{с}$ ), коэффициент драпируемости (%), водопоглощение (%), общая пористость (%), диаграммы зависимости которых представлены на рис. 3-4. За контрольный образец принимается полотно производства ОАО «Речицкий текстиль» без обработки.

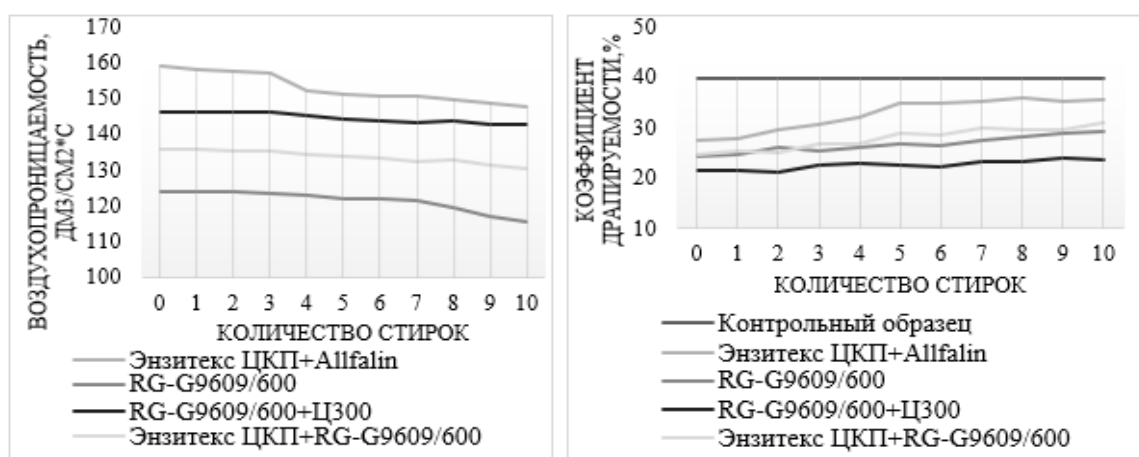


Рис. 3. Диаграмма зависимости воздухопроницаемости и драпируемости образцов от количества стирок

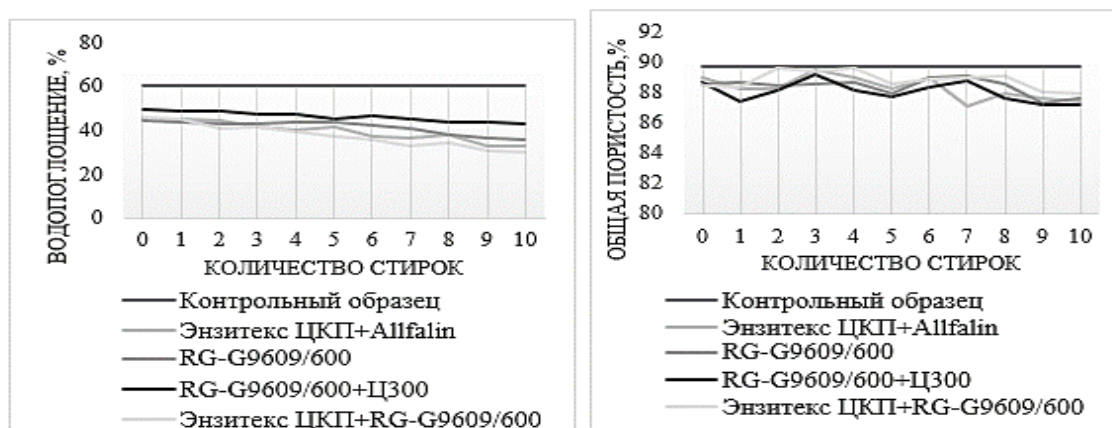


Рис. 4. Диаграмма зависимости водопоглощения и общей пористости образцов от количества стирок

Согласно результатам исследования, после цикла 10 стирок спад значений в среднем происходит по всем показателям. Однако обработка ферментсодержащей композицией RG-G9609/300 (схема 1) в большей степени позволяет сохранить воздухопроницаемость, драпируемость и гидрофильность изделия после проведения 10 циклов стирок.

В результате исследования процесса биохимической обработки льносодержащих махровых полотен с использованием индивидуальных силиконовых мягчителей и ферментсодержащих композиций производства ООО «Фермент» установлена и рекомендована для практического применения схема биохимической обработки текстильных

материалов периодическим способом с целью придания улучшенных потребительских свойств, представленная на рис. 5.

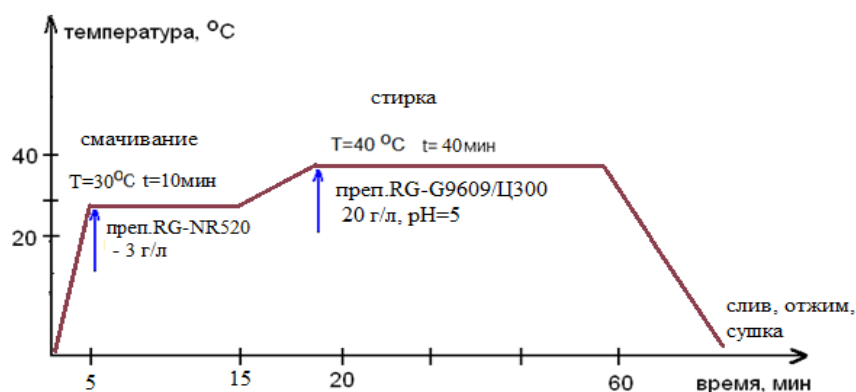


Рис. 5. Технологическая схема периодического способа обработки льняных махровых изделий

Преимущества разработанной технологии:

- придание махровым изделиям повышенной объемности и мягкого грифа, сохраняя и улучшая при этом физические, механические и гигроскопические свойства;
- отсутствие негативного воздействия на экологическую обстановку производства и окружающей среды, так как ферменты на 100% биоразлагаемы;
- отсутствие разрушающего воздействия на волокнообразующий полимер – целлюлозу;
- снижение себестоимости готовой продукции за счет возможности использования белорусских препаратов производства ООО «Фермент», обработки при низких температурах (40-50°C) в нейтральной щелочной среде (pH = 5);
- перманентность достигаемого эффекта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьева И. Г., Заец Е. А., Белявская А. А. Сравнительный анализ потребительских свойств махровых полотенец // Материалы докладов 52-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : Витебск, 24 апреля 2019 года. – Витебск: ВГТУ, 2019. – С. 230-233.
2. ГОСТ 11027-2014. Ткани и штучные изделия хлопчатобумажные махровые и вафельные. Общие технические условия. – М. Стандартинформ, 2015. – 8 с.
3. ТР ТС 017/2011. О безопасности продукции легкой промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_124672/6c4a1ee3c7254e37120e3975a99d14d64732a691/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124672/6c4a1ee3c7254e37120e3975a99d14d64732a691/).
4. Тихонова Ж. Е., Косоплечева В. Л. Разработка махровой ткани // Материалы докладов 51-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : Витебск, 25 апреля 2018 года. – Витебск: ВГТУ, 2018. – С. 255-257.
5. Котко К. А., Ясинская Н. Н., Скобова Н. В. Нетрадиционный способ придания мягкости льносодержащим махровым изделиям // Материалы докладов 53-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : Витебск, 22 апреля 2020 года. – Витебск: ВГТУ, 2020. – С. 277-279.
6. Ленько К. А., Ясинская Н. Н., Скобова Н. В. Оценка гигроскопических свойств хлопчатобумажных тканей после биоумягчения периодическим способом // Молодь – науці і виробництву – 2021: Інноваційні технології легкої промисловості : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, Херсон, 19–20 мая 2021 года. – Херсон: ХНТУ, 2021. – С. 85-86.