

Рисунок 2 – Дифрактограмма исходного образца техногенных продуктов  
ХВО ТЭЦ «Южная» (зима 2017–2018)

Результаты исследований подтверждают гипотезу о варьировании состава неорганических отходов химической водоподготовки (осадков химводоподготовки код 8410500) ТЭЦ «Южная» в зависимости от времени года и метеорологических условий.

#### Список использованных источников

1. Перспективы использования промышленных отходов для получения керамических строительных материалов / Д. В. Макаров // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 5. – С. – 254–281.
2. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности : учебно-справочное пособие / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 368 с.
3. Balzar, D. Voight-function model in diffraction line-broadening analysis / B. Balzar [et al.] // Defect and microstructure analysis from diffraction, International Union of Crystallography Monographs on Crystallography. No. 10. Oxford University Press, New York, NY. P. 94–126
4. Ковчур, А. С. Керамический кирпич с добавлением осадков химической водоподготовки теплоэлектростанций / А. С. Ковчур, А. В. Гречаников, С. Г. Ковчур, И. А. Тимонов, В. Н. Потоцкий // Труды БГТУ, 2018. – Серия 2. – №2. – С. 146–158.

УДК 677.11.027.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИООТВАРКИ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКИХ ЦЕЛЛЮЛАЗ

**Котко К.А., студ., Скобова Н.В., к.т.н., доц., Ясинская Н.Н., к.т.н., доц.,  
Сергеев В.Ю., ст. преп.**

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

Ключевые слова: биотварка, фермент, целлюлаза, льняная ткань.

Реферат. Биотехнологии используются на всех технологических фазах отделочного производства и во всех случаях универсально решают одновременно две задачи – повышение экологичности и экономичности процессов, выигрывая конкуренцию с классическими химическими и физико-химическими методами воздействия. В ряде случаев биотехнологии удачно сочетаются, дополняя классическую технологию. В этой связи разработка рациональных ресурсосберегающих технологий подготовки хлопчатобумажных тканей на основе

биопрепаратов и создание композиционных биопрепаратов, включающих ферменты с различной субстратной активностью, обеспечивающих наиболее полное освобождение волокнистого материала от примесей и загрязнений при минимальном его повреждении, является задачей весьма актуальной.

Проведены исследования процесса биоотварки льняных тканей с использованием ферментных препаратов – жидких целлюлаз различной активности, в результате которых установлено влияние фермента на капиллярные и прочностные свойства материала.

Текстильные материалы перед процессами крашения, печатания и заключительной отделки подвергаются подготовке с целью придания гидрофильных свойств и белизны путем удаления природных примесей и искусственно нанесенных загрязнений с помощью таких химических операций, как отварка и белиение.

Цель отварки – придание высоких и равномерных смачиваемости и сорбционной способности. Освобождение материалов от загрязнений обычно проводится в достаточно жестких условиях (высокая температура, химические реагенты), что может привести к деструкции волокнообразующего полимера. Замена агрессивных сред на обработку с использованием ферментных препаратов в мягких условиях – биоотварку – позволяет успешно решить задачу подготовки текстильных материалов из целлюлозных волокон и их смесей. Авторами статьи на протяжении нескольких лет ведется работа по изучению возможности применения ферментных препаратов различной активности в процессах заключительной отделки целлюлозосодержащих текстильных материалов [1–5].

На кафедре «Экология и химические технологии» проведены экспериментальные исследования биоотварки суровых льняных материалов. Процессу энзимной обработки подвергались льняные ткани артикула 491 (в составе лён – 100 %) поверхностной плотностью 130 г/см<sup>3</sup> производства РУПТП «Оршанский льнокомбинат». В качестве ферментного препарата использовались Целлюлаза IV и Целлюлаза V, Целлюлаза VI, и Целлюлаза VII (фирмы ООО «Фермент» (Республика Беларусь), имеющих различную активность. Биоотварка проводилась по схеме I по условиям, представленным в таблице 1.

### СХЕМА I



Рисунок 1 – Технологическая схема биообработки льняных тканей

Таблица 1 – Условия проведения эксперимента

№ образца	Вид препарата	Концентрация фермента	Схема обработки
1	Целлюлаза IV (Ж)	10-10,5 г/л ферментного препарата +уксусная к-та pH=4-5	T=50 °C ±5 t=60 мин
2	Целлюлаза VI (Ж)		
3	Целлюлаза V (Ж)	10-10,5 г/л ферментного препарата pH=6-7	T=60 °C ±5 t=60 мин
4	Целлюлаза VII (Ж)		

Оценка качества биоотварки проводится по показателям капиллярности материала, с одновременным контролем потери массы и изменением прочностных характеристик полотен (рис. 1).

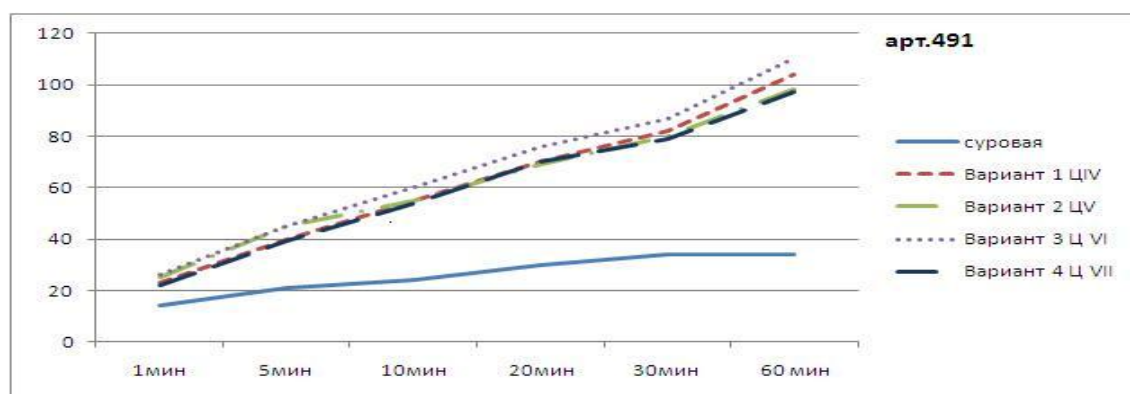


Рисунок 1 – Оценка капиллярности льняной ткани арт. 491 после обработки жидкими целлюлазами

Анализ графика на рисунке 1 показал, что все биообработанные образцы характеризуются высотой водяного столбика  $100 \pm 5$  мм/час, наиболее высокие значения (110 мм/час) соответствуют образцам, обработанным при температуре 50 °C Целлюлазой IV и VI.

Оценка прочностных характеристик материала показывает значительное падение прочности полотен у всех анализируемых образцов (до 90 %), что является недопустимым (рис. 2).

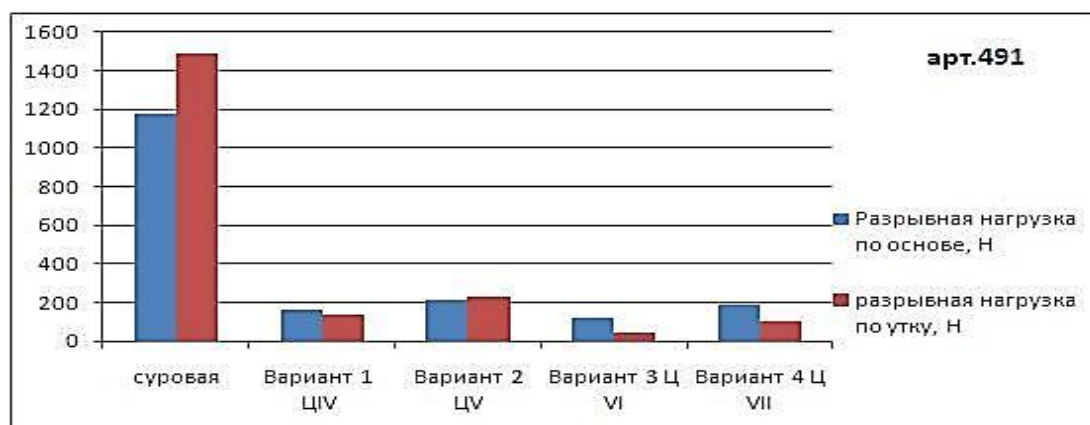


Рисунок 2 – Физико-механические свойства ткани арт. 491 после обработки жидкими целлюлазами

В ходе проведенного анализа установлено, что препараты Целлюлаза IV–Целлюлаза VII оказывают существенное влияние на прочностные характеристики льняных материалов в процессе их биоотварки, приводящие к разрушению волокнообразующего полимера. В результате чего разрывная нагрузка тканей не соответствует установленным в технических условиях нормативам.

Данные препараты не рекомендуется применять в варочном растворе в качестве индивидуального ферментного препарата. Наиболее целесообразным решением является применение Целлюлаз в составе полиферментных композиций.

Список использованных источников

1. Скобова, Н. В. Экспериментальные исследования процесса биообработки льняных тканей / Н. В. Скобова, Н. Н. Ясинская // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. – Выпуск 25. – С. 59–63.
2. Скобова, Н. В. Применение ферментов для заключительной отделки льносодержащих материалов / Н. В. Скобова, Н. Н. Ясинская // Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг : международный сборник научных трудов / ИСОиП (филиал) ДГТУ. – Шахты, 2016. – С. 283–288.
3. Скобова, Н. В. Влияние ферментативной отделки на физико-механические свойства льняных тканей / Н. В. Скобова, Н. Н. Ясинская // Международная научно-техническая конференция «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (Инновации-2015) : сборник материалов, 17–18 ноября 2015 г. : в 4 ч. / ФГБОУ ВПО «МГУДТ». – Москва, 2015. – Ч. 2. – С. 196–198.
4. Ясинская, Н. Н. Изменение свойств льняных тканей после биообработки / Н. Н. Ясинская, Н. В. Скобова // Материалы докладов 48 международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной 50-летию университета : в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2015. – Т. 2. – С. 67–68.
5. Котко, К. А. Использование ферментов для расшлихтовки текстильных материалов / К. А. Котко, Н. В. Скобова, Н. Н. Ясинская // Реформування системи технічного регулювання відповідно до вимог законодавства ЄС та торгівлі України : тези доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих учених, Херсон, 23–25 травня 2017 р. / Херсонський національний університет. – Херсон, 2017. – С. 35–38.

УДК 677.027.43

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА  
КРАШЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКУСТИЧЕСКИХ  
КОЛЕБАНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО  
ДИАПАЗОНА**

*Кульнев А.О., асп., Ясинская Н.Н., к.т.н., Ольшанский В.И., к.т.н.,  
Жерносек С.В., к.т.н.*

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

Ключевые слова: крашение, ультразвук, текстильные материалы.

Реферат. Авторами проведены экспериментальные исследования влияния ультразвуковых колебаний частотой 35 кГц и интенсивностью 7,5–8,6 Вт/см<sup>2</sup> на процесс крашения текстильных материалов из синтетических волокон дисперсными и катионными красителями. Проведен анализ показателей качества полученной окраски: равномерности окраски и устойчивости к физико-химическим воздействиям. Процесс крашения осуществлялся по двум технологиям: по классической технологии и с использованием УЗ-колебаний. Сравнительный анализ результатов интенсивности окрашивания и степени закрепления красителя показал, что использование УЗ-колебаний позволяет достичь высокой степени фиксации красителя на волокне при сокращении общей продолжительности процесса, получить более глубокие и насыщенные оттенки, повысить устойчивость окраски к физико-механическим воздействиям.