

УДК677.11.027.62

Н. Н. Ясинская, Н. В. Скобова

Витебский государственный технологический университет
Республика Беларусь, 210035, г. Витебск, Московский пр., 72

ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ХЛОПЧАТУБУМАЖНЫХ И СМЕСОВЫХ ТКАНЕЙ

© Н. Н. Ясинская, Н. В. Скобова, 2018

Статья посвящена исследованию процесса подготовки целлюлозосодержащих материалов в технологии отварки с использованием ферментных препаратов отечественного производства. В ходе проведенных исследований выбраны ферментные препараты целлюлолитического действия для проведения биоотварки материалов, определены оптимальные условия для отделки: концентрация препаратов и температура обработки.

Ключевые слова: подготовка целлюлозных материалов, ферментные препараты, биорасшлихтовка, биоотварка

Биотехнологические способы подготовки текстильных материалов из целлюлозных волокон давно применяются в технологиях расшлихтовки, отварки и белиения текстильных материалов из целлюлозных волокон [1]. Важными преимуществами биотехнологических способов являются их экологическая чистота и снижение энергоемкости химико-текстильных процессов. Как известно [2], используемые для биотехнологических способов обработки текстильных материалов препараты должны удовлетворять следующим общим требованиям:

- выпуск препарата в промышленном масштабе;
- соответствие сертификату качества;
- отсутствие патогенных культур;
- 100% биорасщепляемость;
- стабильность при хранении и эксплуатации

в широком диапазоне температур.

При использовании в биотехнологических способах подготовки текстильных материалов ферментные препараты должны обеспечивать требуемый уровень качества подготовки с минимальным разрушающим действием на волокнообразующий полимер.

Необходимо отметить, что наибольшее применение при расшлихтовке и отварке тканей из целлюлозных волокон нашли ферментные препараты и композиции зарубежных производителей: Денимакскомби (α-Амилаза, целлюлаза), Целлюсофт Ультра (Целлюлаза) ф. Novozymes, Дания; Целловиридин Г20Х ООО «Русфермент» (Москва).

Целью данной работы являлось исследование биотехнологического способа отварки хлопчатобумажных и смесовых тканей с использованием новых ферментных препаратов целлюлолитического действия фирмы ООО «Фермент» (Республика Беларусь).

Материалы и методика экспериментальных исследований

Для исследования выбраны ткани ОАО «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение», физико-механические свойства которых представлены в таблице 1.

Для биоотварки хлопчатобумажных тканей выбраны ферментные препараты производства ООО «Фермент» (Республика Беларусь), свойства которых представлены в таблице 2.

Биоотварка предварительно расшлихтованных образцов тканей осуществлялась по схеме, представленной на рисунке 1.

В качестве показателей оценки качества биоотварки хлопчатобумажных тканей использовались: капиллярность материала, разрывная нагрузка полотен, потеря прочности ткани.

Определение капиллярности ткани проводилось по ГОСТ 3816–81. Разрывная нагрузка ткани до и после ферментативной обработки определялась на разрывной машине РТ-250 в соответствии с ГОСТ 3813–72. «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении». Потеря прочности полотен после биообработки не является нормированным показателем, однако с его помощью возможно определить изменения в структуре материала и сделать вывод о возможности использования технологии биообработки для данного вида ткани.

Потеря прочности рассчитывалась по формуле:

$$\Delta R = \frac{R_{co} - R_c}{R_c} \cdot 100,$$

где R_{co} , R_c — соответственно разрывная нагрузка материала до и после процесса биообработки, Н.

Экспериментальные исследования и обсуждение результатов

Экспериментальные исследования биообработки хлопчатобумажных тканей проводились в соответствии с условиями, указанными в таблице 3. Выбор интервала варьирования концентраций ферментных препаратов проводился на основании результатов предварительных экспериментов. Температура обработки выбиралась исходя из рекомендаций производителя.

Таблица 1. Физико-механические свойства суровых хлопчатобумажных тканей

Показатель	Значение	
	Образец 1	Образец 2
Поверхностная плотность, г/м ²	139	259
Вид сырья	100% хлопок	83% — хлопок, 17% — ПЭ
Разрывная нагрузка, Н, по основе по утку	370	1640
	370	1060
Разрывное удлинение, мм по основе по утку	22	30
	16	21

Таблица 2. Ферментные препараты ООО «Фермент»

Название ферментного препарата	Характеристики
Целлюлаза IV	Рабочий pH: 4,5–5,5. Рабочая температура, °C: 40–60. Активность, не менее: Глюканаза — 45000 ед/г. Целлюлаза (КМЦ-за) — 10000 ед/г. Кислая целлюлаза.
Целлюлаза V	Рабочий pH: 5,5–7,0. Рабочая температура, °C: 30–70. Активность, не менее: Глюканаза — 5000 ед/г. Целлюлаза (КМЦ-за) — 1500 ед/г. Нейтральная целлюлаза.
Целлюлаза VI	Рабочий pH: 4,5–5,5. Рабочая температура, °C: 40–60. Активность, не менее: Глюканаза — 45000 ед/г. Целлюлаза (КМЦ-за) — 10000 ед/г. Кислая целлюлаза.
Целлюлаза VII	Рабочий pH: 5,0–7,0. Рабочая температура, °C: 40–70. Активность, не менее: Глюканаза — 7000 ед/г. Целлюлаза (КМЦ-за) — 3500 ед/г. Нейтральная целлюлаза.

Результаты исследований представлены на рисунках 2–5: обозначение опытных вариантов включает номер образца ткани (первая цифра) и номер эксперимента по условиям таблицы 3 (вторая цифра).

Сравнительный анализ полученных данных показывает изменение свойств биообработанных материалов по сравнению с суровыми образцами: существенно повышается капиллярность, снижается разрывная нагрузка ткани. Потеря массы материала для всех образцов составляет не более 1,5%.

Таблица 3. Условия проведения эксперимента 1

№ варианта	Вид препарата	Состав варочного раствора	Условия обработки
1	Целлюлаза IV (Ж)	8–8,5 г/л ферментного препарата + уксусная к-та pH = 4–5	T = 50 °C ± 5, t = 60 мин
2	Целлюлаза V (Ж)	8–8,5 г/л ферментного препарата pH = 6–7	T = 60 °C ± 5, t = 60 мин
3	Целлюлаза VI (Ж)	8–8,5 г/л ферментного препарата + уксусная к-та pH = 4–5	T = 50 °C ± 5, t = 60 мин
4	Целлюлаза VII (Ж)	8–8,5 г/л ферментного препарата pH = 6–7	T = 60 °C ± 5, t = 60 мин

Оценка капиллярности показывает, что ткань с плотной структурой (образец 2) приобретает более высокие гигроскопические свойства, причем при использовании препаратов Целлюлаза IV. Целлюлаза VII (вариант 2–1 и 2–4) капиллярность составляет 180 мм/ч. Низкие значения соответствуют препарату Целлюлаза VI. При этом отмечается падение прочности материала до 35% у образца 2–1 и 2–3 (рис. 3, б). Ткань образца 1 после биоотварки имеет капиллярность 130 мм/ч и ниже, невысокие показатели отмечаются при использовании препарата Целлюлаза VII (вариант 1–4). Следует отметить потерю прочности по всем вариантам этого образца в диапазоне 25–27% (рис. 3, б).

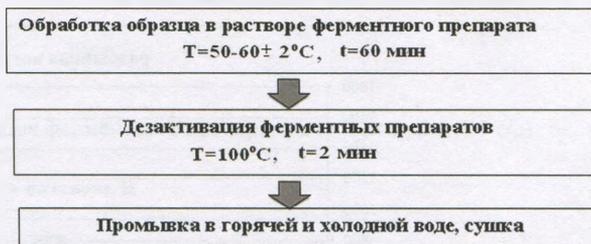


Рис. 1. Схема технологического процесса биоотварки хлопчатобумажных тканей

Допустимый уровень снижения разрывной нагрузки выбирается исходя из требований технических условий на конкретный ассортимент тканей. Полученные в ходе эксперимента данные потерь не превышают критического значения уровня падения прочности материала.

Для исследования возможности улучшения качества подготовки за счет увеличения концентрации используемых ферментных препаратов проведены исследования биоотварки хлопчатобумажной (образец 1) и хлопкополиэфирной (образец 2) тканей при следующих режимах (таблица 4).

Результаты исследований представлены на рисунках 4–5.

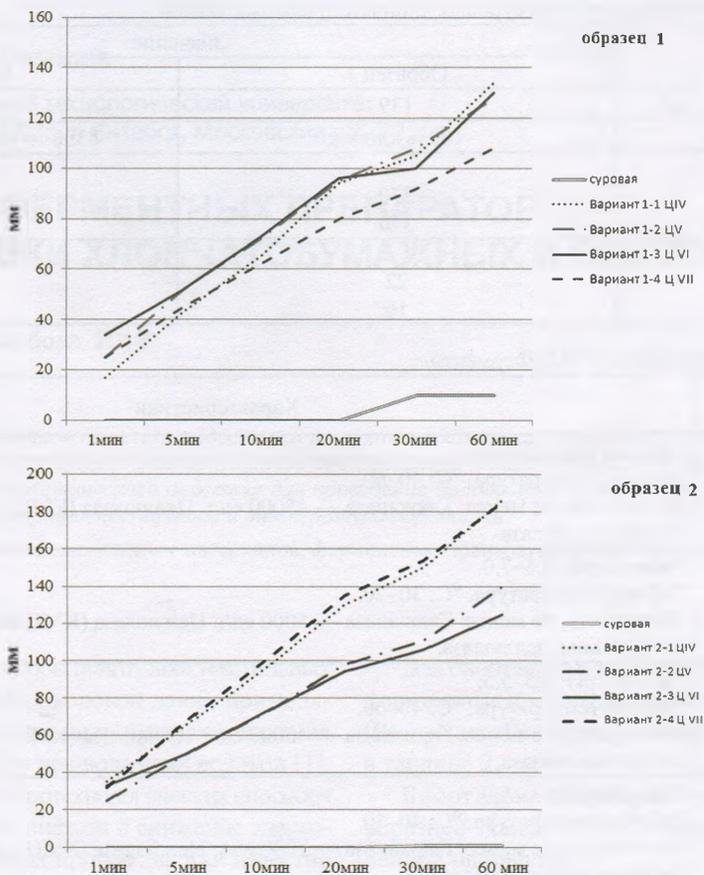


Рис. 2. Капиллярность ткани после биообработки

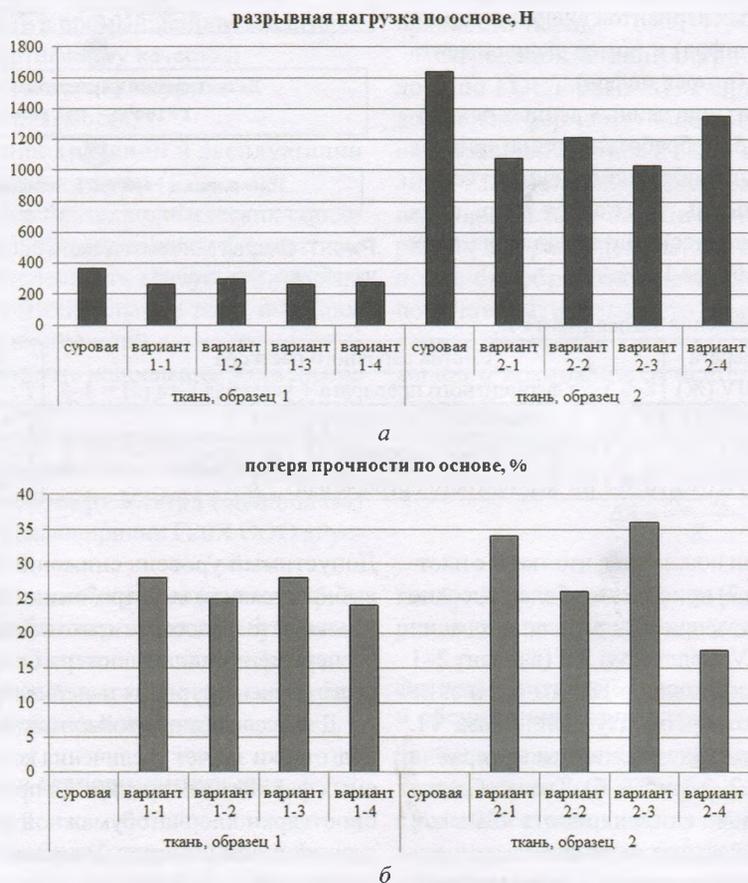


Рис. 3. Оценка прочностных характеристик ткани после биообработки (а — разрывная нагрузка ткани по основе, б — потеря прочности ткани по основе)

Таблица 4. Условия проведения эксперимента²

№ варианта	Вид препарата	Состав варочного раствора	Условия обработки
5	Целлюлаза IV (Ж)	10–15 г/л ферментного препарата + уксусная к-та pH = 4–5	$T = 50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5, t = 60\text{ мин}$
6	Целлюлаза V (Ж)	10–15 г/л ферментного препарата; pH = 6–7	$T = 60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5, t = 60\text{ мин}$
7	Целлюлаза VI (Ж)	10–15 г/л ферментного препарата+уксусная к-та pH = 4–5	$T = 50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5, t = 60\text{ мин}$
8	Целлюлаза VII (Ж)	10–15 г/л ферментного препарата; pH = 6–7	$T = 60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5, t = 60\text{ мин}$

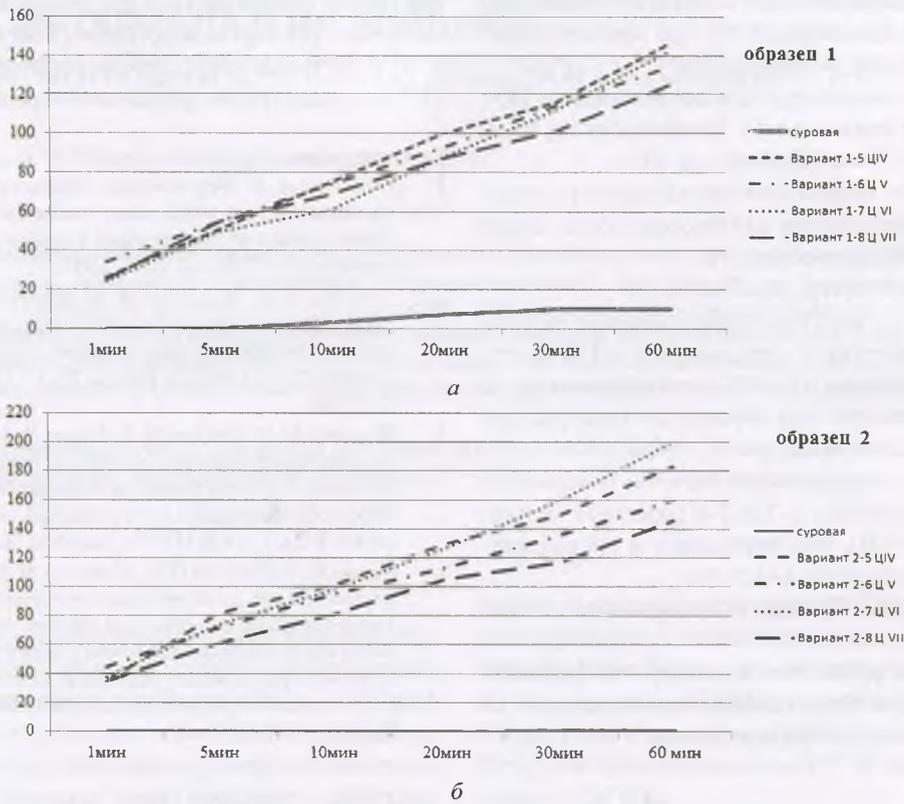


Рис. 4. Капиллярность ткани после биообработки (концентрация ферментного препарата а — 10 г/л, б — 15 г/л)

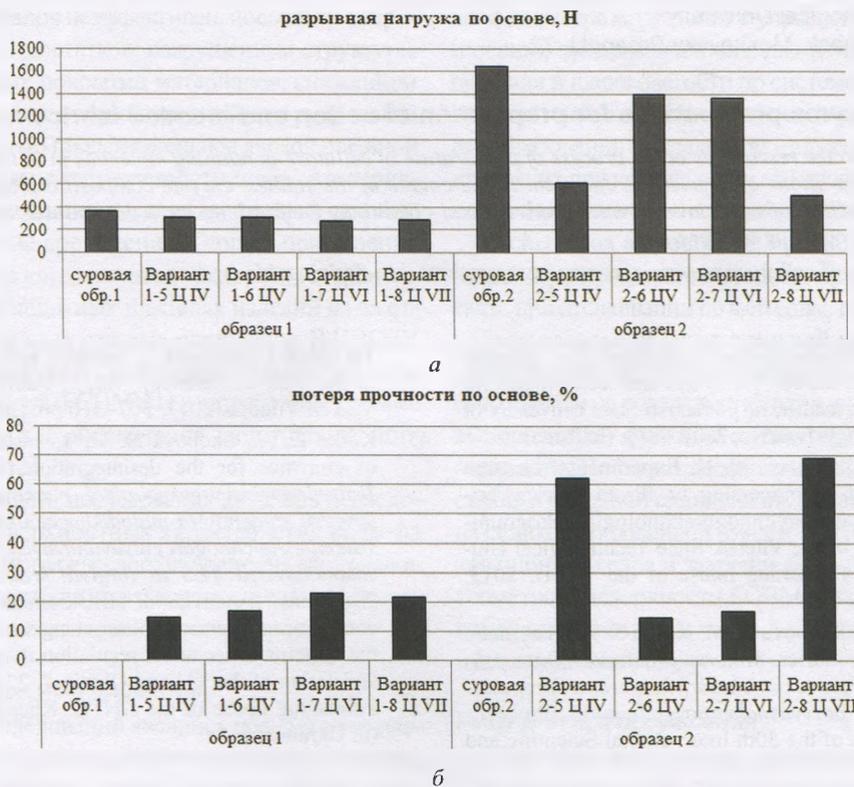


Рис. 5. Изменение прочностных свойств ткани после биообработки (концентрация ферментного препарата а — 10 г/л, б — 15 г/л)

Анализ результатов экспериментальных исследований показывает, что при повышении концентрации ферментных препаратов до 10–15 г/л происходит:

— увеличение капиллярности ткани в среднем на 7,5–8%:

- образец 1 — капиллярность возросла до 145 мм (наилучшие показатели соответствуют обработке Целлюлазой IV, Целлюлазой VI, что соответствует результатам первого эксперимента).

- образец 2 — капиллярность повысилась до 185–190 мм (лучшие показатели у Целлюлазы IV, Целлюлазы VI), до 155 мм (Целлюлаза V).

- наименьшие показатели капиллярности отмечаются при использовании для биообработки обоих вариантов тканей Целлюлазы VII.

— увеличение потерь прочности:

- образец 1 — максимальное значение потерь до 35% — соответствует образцам 1–7 и 1–8 (соответственно, Целлюлаза VI и VII), что незначительно превышает показатели при обработке ткани растворами ферментов 8–8,5 г/л;

- образец 2 — максимальное значение потерь 68% соответствует образцам 2–5 и 2–8 (соответственно, Целлюлаза IV и VII), что превышает в 1,8 раз значения при концентрации 8–8,5 г/л.

— потери массы образцов всех вариантов не превышают 5%.

Таким образом, увеличение концентрации ферментных препаратов приводит к повышению капиллярности ткани и увеличению потерь прочности.

Заключение

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что для подготовки хлопчатобумажных тканей целесообразно использовать ферментный препарат Целлюлаза IV, для смесовых тканей — препарат Целлюлаза VI. Рекомендуется для тканей поверхностной плотности до 250 г/м² концентрация ферментного препарата в варочном растворе 8–10 г/л; для тканей поверхностной плотности выше 250 г/м² концентрация ферментного препарата 12–15 г/л.

Список литературы

1. Чешкова А. В. Ферменты и технологии для текстиля, моющих средств, кожи, меха: учебное пособие ГОУВПО Ивановский государственный химико-технологический университет. Иваново, 2007. 289 с.
2. Скобова Н. В., Ясинская Н. Н. Экспериментальные исследования процесса биообработки льняных тканей // Вестник Витебского государственного технологического университета. Витебск: Изд-во УО ВГТУ, 2013. Вып. 25. С. 59–63.
3. Ясинская Н. Н., Скобова Н. В., Котко К. А. Ферментативная расшлихтовка хлопчатобумажных тканей // Материалы докладов 50-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной году науки. В 2 т. Т. 1 / УО ВГТУ. Витебск, 2017. С. 307–310.
4. Котко К. А., Скобова Н. В., Ясинская Н. Н. Использование ферментов для расшлихтовки текстильных материалов // Тезисы доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих учених «Реформування системи технічного регулювання відповідно до вимог законодавства ЄС та торгівлі України», 23–25 травня 2017 року / ХНТУ. Херсон. 2017. С. 35–38.

N. N. Yasinskaya, N. V. Skobova

Vitebsk State Technological University
Belarus, 210035, Vitebsk, Moskovsky Prospekt, 72

Application of enzyme preparations for preparation of cotton and blended fabrics

The article is devoted to the researches of the process of preparation of cellulose-containing materials in boiling technology with the use of enzyme preparations of domestic production. In the course of the studies, enzyme compositions based on cellulolytic preparations for bio-boiling of materials were selected, optimal conditions for finishing were determined: the concentration of preparations and the processing temperature.

Keywords: preparation of cellulose materials, enzyme preparations, bio-desizing, bio-boiling.

References

1. Cheshkov A. V. *Fermentyitekhnologiyatekstilya, moyushchikhsredstv, kozhi, mekha*. [Enzymes and technologies for textiles, detergents, leather, fur]. Ivanovo State University of Chemical Technology. Ivanovo, 2007. 289p. (in Rus.)
2. Skobova N. V., Yasinskaya N. N. Experimental research of the process of bioprocessing of flaxen fabrics. *Vestnik Vitebskogogosudarstvennogotekhnologicheskogouniversiteta*. [Bulletin of the Vitebsk State Technological University]. Vitebsk. Publishing house of the VSTU, 2013. Issue. 25. 59–63pp. (in Rus.)
3. Yasinskaya N. N., Skobova N. V., Kotko K. A. Enzymatic desizing of cotton fabrics. *Materialy dokladov 50-y mezhdunarodnoynauchno-tekhnicheskoy konferentsii prepodavateley i studentov, posvyashchennoy godunauki*. [Proceedings of the reports of the 50th International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students dedicated to the Year of Science]. Vol. 1. Publishing house of the VSTU. Vitebsk. 2017. 307–310 pp. (in Rus.)
4. Kotko K. A., Skobova N. V., Yasinskaya N. N. The use of enzymes for the desintegration of textile materials. *Tezisy dopovidey vseukrains'koi naukovo-praktichnoi konferentsii studentiv ta molodikhuchenikh «Reformuvannya sistemitekhnichnogoregulyuvannyavidpovidno do vimo zakonodavstva YES ta torgivli Ukraini», 23–25 travnya 2017 roku*. [Abstracts of all-Ukrainian scientific-practical conference students in those young students "Reformed by the systems of technical regulation in accordance with the legislation of the EU and Ukraine", 23–25 herbs in 2017]. Publishing house of the KNTU. Kherson. 2017. 35–38pp. (in Ukrainian)