

## Оптимизация качественного и количественного состава ферментсодержащей композиции для умягчающей отделки хлопчатобумажных текстильных материалов

Н.В. Скобова, Н.Н. Ясинская, К.А. Ленко<sup>а</sup>

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

<sup>а</sup>E-mail: kotya240497@mail.ru

**Аннотация.** Исследована зависимость технологических и гигиенических свойств хлопчатобумажных тканей от качественного и количественного состава аппретирующей ферментсодержащей композиции. Проведена оптимизация состава аппретирующей композиции, которая позволяет придать хлопчатобумажным тканям скользящий гриф, высокую гигроскопичность и воздухопроницаемость.

**Ключевые слова:** ферменты, гидролазы, аппрет-мягчитель, гигроскопичность, воздухопроницаемость.

## Optimization of the Qualitative and Quantitative Composition of the Enzyme-Containing Composition for Softening Finishing of Cotton Textile Materials

N. Skobova, N. Yasinskaya, K. Lenko<sup>a</sup>

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

<sup>a</sup>E-mail: kotya240497@mail.ru

**Annotation.** The dependence of technological and hygienic properties of cotton fabrics on the qualitative and quantitative composition of the appretizing enzyme-containing composition has been studied. The composition of the apprete composition was optimized, which makes it possible to give cotton fabrics a sliding fretboard, high hygroscopicity and breathability.

**Key words:** enzymes, hydrolases, apprete-softener, hygroscopicity, breathability.

В последние годы авторами ведутся исследования по аппретированию текстильных материалов силиконовыми аппретами-мягчителями и ферментсодержащими композициями, в ходе которых полотна и изделия приобретают дополнительную гладкость и шелковистость. В настоящее время происходит значительное расширение рынка текстильных вспомогательных веществ отечественного и импортного производства, что привело к появлению большого числа новых, неизвестных потребителю, марок препаратов. Такая ситуация вызывает определенные трудности у технологов отделочного производства по выбору наиболее эффективных текстильно-вспомогательных веществ [1].

В большинстве случаев белорусские текстильные предприятия в технологиях отделки используют импортные препараты, что ведет к удорожанию производственного процесса, а соответственно, готовой продукции. Весьма актуальным для экономики Республики Беларусь является вопрос импортозамещения, поэтому в исследовании 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.

В технологических процессах отделочного производства наибольшее значение имеют ферменты гидролитического характера (гидролазы) – целлюлазы, амилазы, липазы, лигниназы, пектиназы, ксиланазы. Ферменты этой группы катализируют процессы гидролиза, в результате чего в сложных молекулах разрывается связь между атомом углерода и атомом кислорода или азота; по месту разрыва происходит присоединение разных составных частей молекулы воды [2].

Ферменты, вызывающие разрушение целлюлозы во внешних слоях волокна на участках с наименьшей упорядоченностью молекул, способствуют удалению из волокна нецеллюлозных примесей, изменению фрикционных и механических свойств, повышению гигроскопичности и сорбционной способности по отношению к красителям и текстильно-вспомогательным веществам [3].

Целью данного эксперимента являлась оценка влияния концентрации ферментосодержащей аппретирующей композиции и активности входящего в ее состав ферментного препарата на качественные

показатели хлопчатобумажного тканого материала. Для исследований выбраны препараты RG-810R/36; RG-810R/36+Ц100 ед/г; RG-810R/36+Ц300 ед/г, характеристики которых представлены в таблице 1 [4].

**Таблица 1 – Характеристики используемых препаратов производства ООО «Фермент»**

Название	Характеристики
RG-810R/36	Гидрофильная силиконовая эмульсия. Оптимальные условия действия pH = 5, рабочая температура 30–50°C
RG-810R/36+Ц100	Гидрофильная силиконовая эмульсия с ферментным препаратом «Целлюлаза» активностью 100 ед/г. Оптимальные условия действия pH = 5, рабочая температура 30–50°C
RG-810R/36+Ц300	Гидрофильная силиконовая эмульсия с ферментным препаратом «Целлюлаза» активностью 300 ед/г. Оптимальные условия действия pH = 5, рабочая температура 30–50°C

В качестве объекта исследования использовались: хлопчатобумажная ткань арт. 854 (ОАО «БПХО», г. Барановичи) постельного назначения поверхностной плотностью 139 г/м<sup>2</sup>.

Используя матрицу D-оптимального плана, проводилось 9 опытов. В качестве входных факторов выбраны концентрация аппретирующей композиции в пропиточной ванне и активность фермента

(целлюлазы) в ее составе. В качестве выходных параметров исследовали гигроскопичные свойства ткани (капиллярность, гигроскопичность), воздухопроницаемость, шелковистость поверхности по коэффициенту тангенциального сопротивления трению.

Уровни и интервалы варьирования входных факторов представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Интервалы варьирования факторов**

Параметры	Уровни варьирования		
	-1	0	1
Концентрация композиции, г/л ( $X_1$ )	10	20	30
Активность целлюлазы, ед. ( $X_2$ )	0	100	300

По результатам статистической обработки получены регрессионные модели зависимости выходных параметров от входных факторов и их графические интерпретации:

- регрессионная модель зависимости воздухопроницаемости хлопчатобумажной ткани от варьируемых параметров:

$$VH = 554,3 + 28,8 \cdot X_1 + 24,5 \cdot X_1^2 \cdot X_2 - 34,5 \cdot X_1^2, \quad (1)$$

- регрессионная модель зависимости гигроскопичности хлопчатобумажной ткани от варьируемых параметров:

$$GH = 8,14 - 1,11 \cdot X_1 - 0,485 \cdot X_2 + 0,552 \cdot X_2^2 \cdot X_1, \quad (2)$$

- регрессионная модель зависимости тангенциального угла сопротивления трению хлопчатобумажной ткани от варьируемых параметров:

$$TgH = 0,404 - 0,014 \cdot X_1 - 0,011 \cdot X_1 \cdot X_2, \quad (3)$$

- регрессионная модель зависимости капиллярности хлопчатобумажной ткани от варьируемых параметров:

$$KH = 152,67 - 4,2 \cdot X_1 + 2,83 \cdot X_1^2 + 1,75 \cdot X_1 \cdot X_2. \quad (4)$$

Анализ полученных моделей показывает, что на воздухопроницаемость, тангенциальный угол сопротивления и капиллярность в основном оказывает влияние концентрация аппрета, активность ферментов существенного влияния не оказывает. На показатель гигроскопичности оба фактора оказывают влияние в равной степени.

По полученным моделям построены поверхности отклика, приведенные на рисунках 1–4.

Для выявления области рациональных решений необходимо установить ограничения на выходные параметры (свойства материала), которые устанавливаются ГОСТ 29298-2005 [5], а также рекомендациями производителя хлопчатобумажных постельных тканей ОАО «БПХО»:

- воздухопроницаемость – не менее 520 дм<sup>3</sup>/см<sup>2</sup>\*с;
- гигроскопичность – не менее 8;
- коэффициент тангенциального сопротивления трению (не нормируемый) – не более 0,4;
- капиллярность за 60 мин – не менее 150 мм/60 мин.

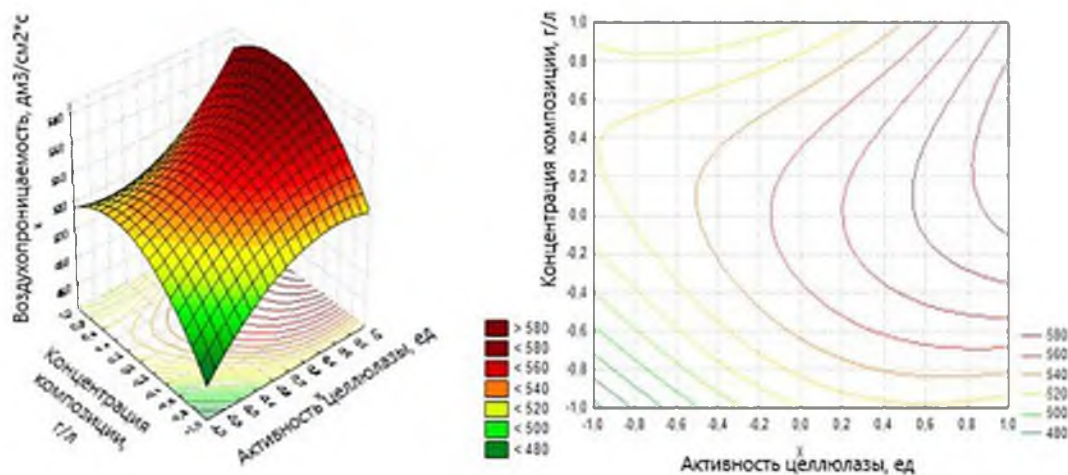


Рисунок 1 – Графическая зависимость воздухопроницаемости хлопчатобумажной ткани от концентрации композиции и активности ферментной составляющей в пропиточной ванне

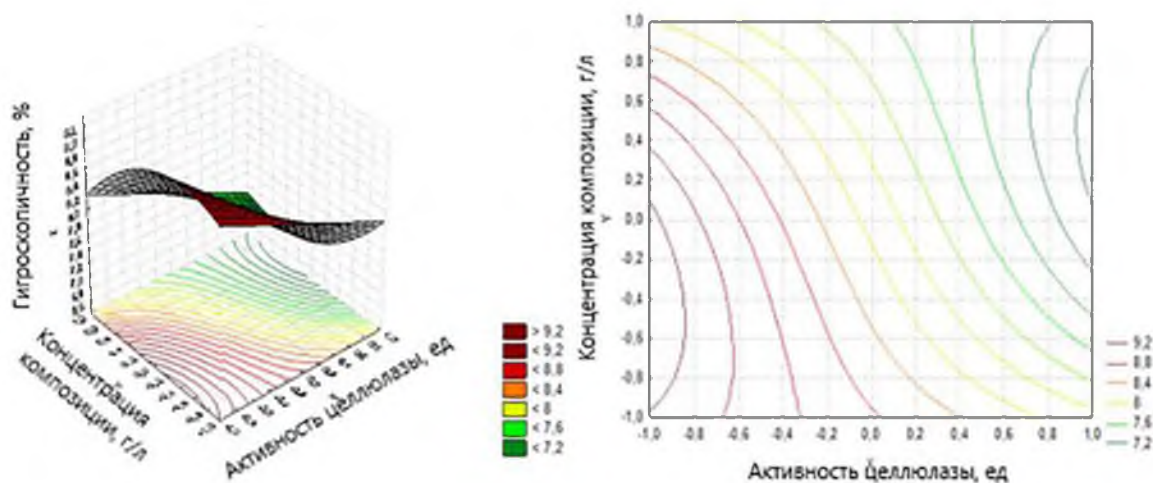


Рисунок 2 – Графическая зависимость гигроскопичности хлопчатобумажной ткани от концентрации композиции и активности ферментной составляющей в пропиточной ванне

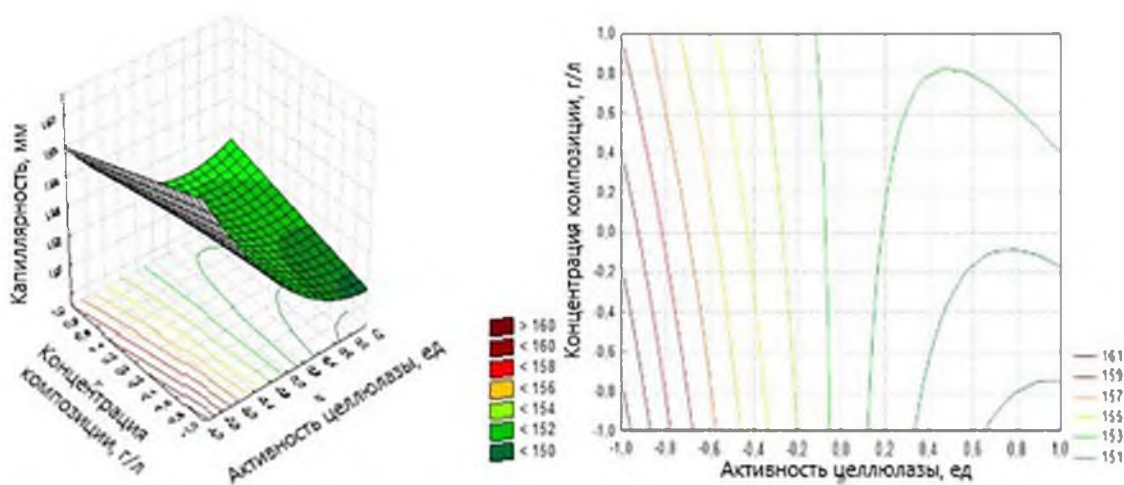
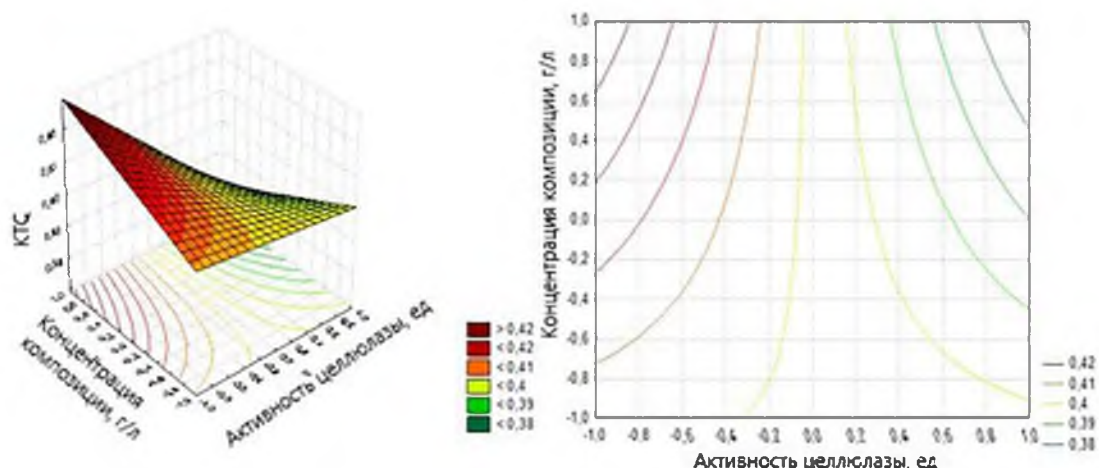


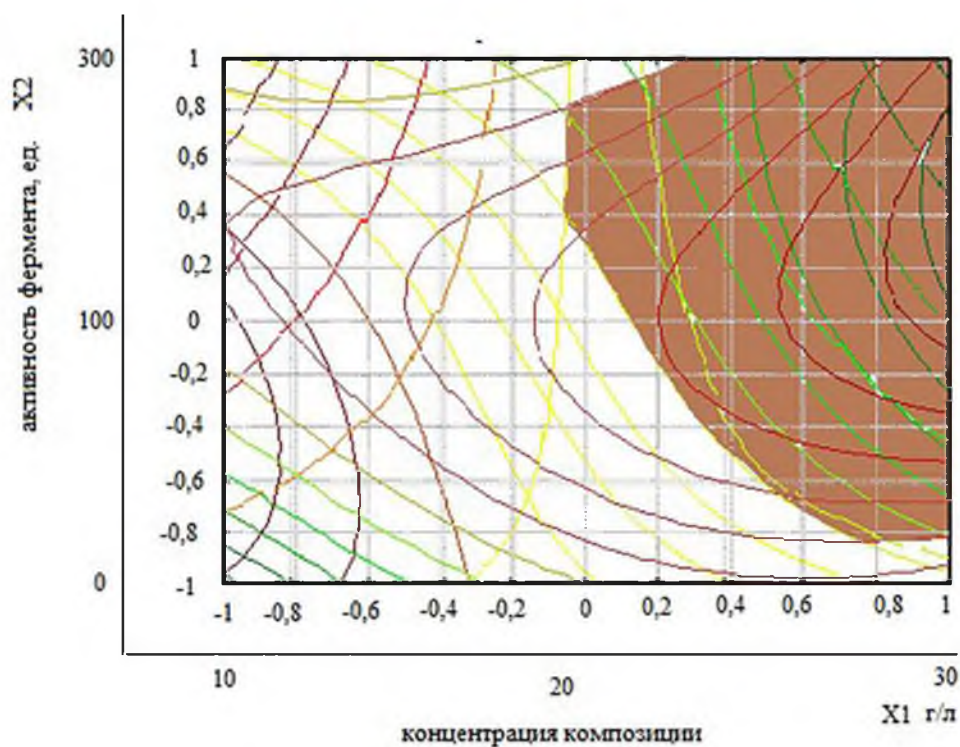
Рисунок 3 – Графическая зависимость капиллярности хлопчатобумажной ткани от концентрации композиции и активности ферментной составляющей в пропиточной ванне



**Рисунок 4 – Графическая зависимость коэффициента тангенциального сопротивления трению хлопчатобумажной ткани от концентрации композиции и активности ферментной составляющей в пропиточной ванне**

Совместив линии равного уровня по полученным моделям, построен совмещенный график линий равного уровня для принятых показателей

качества. Выявлена область рациональных значений (заштрихованная зона), представленная на рисунке 5.

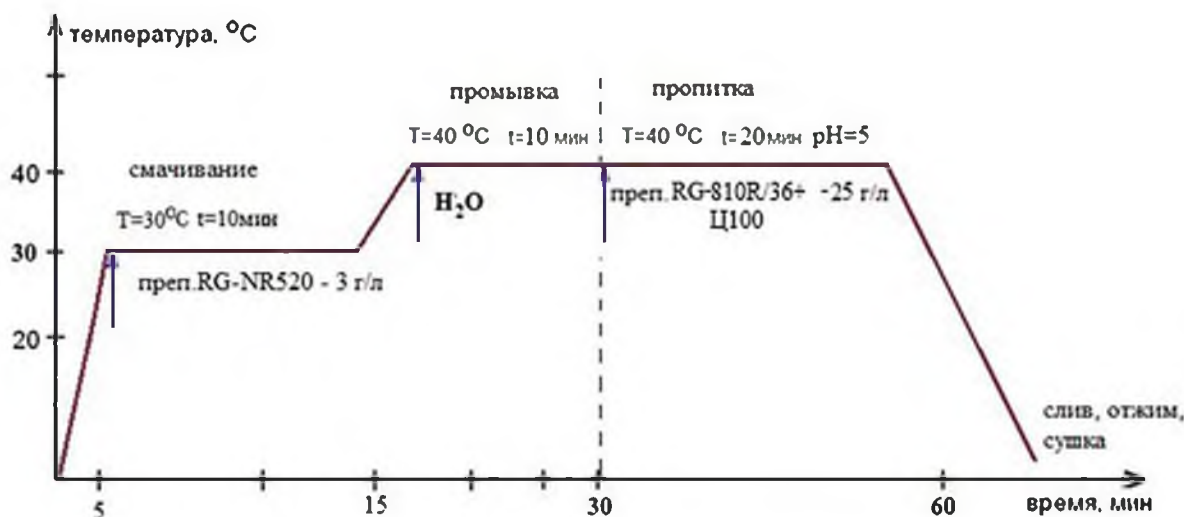


**Рисунок 5 – Совмещенный график линий равного уровня**

В результате проведенных исследований, а также с учетом разработанной технологии умягчающей отделки хлопчатобумажных тканей постельного назначения с использованием ферментсодержащих композиций [1], можно рекомендовать следующую технологическую схему биообработки текстильного материала (рис. 6).

Использование ферментсодержащей композиции в технологии умягчения хлопчатобумажных

текстильных материалов позволяет достичь максимальной степени скользящего грифа, повысив при этом воздухопроницаемость и влагопитывающие свойства материала и не оказывая дополнительно негативного влияния на экологическую обстановку производства и волокнообразующий полимер хлопкового волокна – целлюлозу.



**Рисунок 6 – Технологическая схема биоумягчения хлопчатобумажных постельных тканей периодическим способом для придания улучшенных гигиенических и технологических свойств**

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Использование ферментов в технологиях умягчения хлопчатобумажных постельных тканей / К. А. Ленко [и др.] // Симпозиум «Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления»: сборник научных трудов III Международного Косыгинского Форума «Современные задачи инженерных наук», Москва, 20–21 октября 2021 г. / РГУ им. А. Н. Косыгина. – М., 2021. – С. 72–77.
2. Method for refining terry products using biotechnology / Natalia Yasinskayaa [et al.] // International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021), Vitebsk, 8–10 June 2021 / VGTU. – Vitebsk, 2021. – Vol. 2430. – P. 070004-1–070004-6.
3. Чешкова, А. В. Ферменты и технологии для текстиля, моющих средств, кожи, меха : учеб. пособие для ВУЗов / А. В. Чешкова. – Иваново : ГОУВПО ИГХТУ, 2007. – 282 с.
4. Официальный сайт компании «Фермент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ferment.by/ru/>. – Дата доступа: 06.01.2022.
5. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия : ГОСТ 29298-2005. – Введ. 2007-01-01. – М. : Стандартинформ, 2006. – 9 с.

### REFERENCES

1. The use of enzymes in technologies for softening cotton bedding / K. A. Lenko [et al.] // Symposium "Modern engineering problems in the production of consumer goods": a collection of scientific papers of the III International Kosygin Forum "Modern tasks of engineering sciences", Moscow, October 20–21, 2021 / Russian State University. A. N. Kosygin. – M., 2021. – P. 72–77.
2. Method for refining terry products using biotechnology / Natalia Yasinskayaa [et al.] // International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021), Vitebsk, 8–10 June 2021 / VGTU. – Vitebsk, 2021. – Vol. 2430. – P. 070004-1–070004-6.
3. Cheshkova, A. V. Enzymes and technologies for textiles, detergents, leather, fur : textbook allowance for universities / A. V. Cheshkova. – Ivanovo : GOUVPO IGHTU, 2007. – 282 p.
4. Official website of the company "Ferment" [Electronic resource]. – Access mode: <http://ferment.by/ru/>. – Access date: 01/06/2022.
5. Cotton and mixed household fabrics. General specifications : GOST 29298-2005. – Input. 2007-01-01. – M. : Standartinform, 2006. – 9 p.

### SPISOK LITERATURY

1. Ispol'zovanie fermentov v tehnologijah umjagchenija hlopcatobumaznyh postel'nyh tkaney / K. A. Len'ko [i dr.] // Simpozium «Sovremennye inzhenernye problemy v proizvodstve tovarov narodnogo potreblenija»: sbornik nauchnyh trudov III Mezhdunarodnogo Kosygin'skogo Forumu «Sovremennye zadachi inzhenernyh nauk», Moskva, 20–21 oktjabrja 2021 g. / RGU im. A. N. Kosygina. – M., 2021. – S. 72–77.

2. Method for refining terry products using biotechnology / Natalia Yasinskayaa [et al.] // International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021), Vitebsk, 8–10 June 2021 / VGTU. – Vitebsk, 2021. – Vol. 2430. – P. 070004-1–070004-6.
3. Cheshkova, A. V. Fermenty i tehnologii dlja tekstilja, mojushhih sredstv, kozhi, meha : ucheb. posobie dlja VUZov / A. V. Cheshkova. – Ivanovo : GOUVPO IGHTU, 2007. – 282 s.
4. Oficial'nyj sajt kompanii «Ferment» [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ferment.by/ru/>. – Data dostupa: 06.01.2022.
5. Tkani hlochatobumazhnye i smeshannye bytovye. Obshhie tehicheskie uslovija : GOST 29298-2005. – Vved. 2007-01-01. – M. : Standartinform, 2006. – 9 s.

Статья поступила в редакцию 13.01.2022