

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ КОМПОНЕНТОВ АППРЕТА ДЛЯ  
АНТИМИКРОБНОЙ ОТДЕЛКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ**

**МАҚТА – МАТА КЕЗДЕМЕСІН АНТИМИКРОБТЫ ӨҢДЕУ ҮШІН АППРЕТ  
КОМПОНЕНТТЕРІНІҢ ҚОЛАЙЛЫ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУ**

**DETERMINATION OF OPTIMAL CONCENTRATIONS OF THE COMPONENTS OF THE  
DRESSING FOR ANTIMICROBIAL TREATMENT OF COTTON FABRIC**

*С.М. РАХИМОВА, Л.В. ЛОГИНОВА, Б.Р. ТАУССАРОВА*

*S.M. RAKHIMOVA, L.V. LOGINOVA, B.R. TAUSSAROVA*

*(Алматынський технологический университет)*

*(Алматы технологиялық университеті)*

*(Almaty Technological University)*

*E-mail: [s.rahimova@atu.kz](mailto:s.rahimova@atu.kz)*

*Антимикробная отделка текстильных материалов является актуальной уже на протяжении нескольких десятилетий. Учеными Алматынского технологического университета успешно разрабатываются и внедряются различные текстильно-вспомогательные вещества для заключительной отделки текстильных материалов, в том числе и антимикробные агенты. Настоящая статья посвящена определению оптимальных концентраций компонентов нового биоцидного аппрета методом математической статистики. Результаты математической обработки позволяют определить оптимальные концентрации аппрета для заключительной отделки текстильных материалов по данному способу.*

*Тоқыма материалдарын антимикробты өңдеу бірнеше онжылдық бойы өзекті болып табылады. Алматы технологиялық университетінің ғалымдары тоқыма материалдарын, соның ішінде антимикробты агенттермен өңдеу үшін әртүрлі тоқыма-қосалқы заттар жасап өндіруде. Бұл мақала математикалық статистика әдісімен жаңа биоцидті аппрет компоненттерінің қолайлы концентрациясын анықтауға арналған. Математикалық өңдеу нәтижелері тоқыма материалдарын ары қарай өңдеуде аппреттің қолайлы концентрациясын пайдалануға мүмкіндік береді.*

*Antimicrobial finishing of textiles has been relevant for several decades. The scientists of Almaty Technological University has successfully developed and implemented a variety of textile auxiliaries for the final finishing of textile fabrics, including antimicrobial agents. This article is devoted to the determination of optimal concentrations of the new biocidal dressing method of mathematical modeling. The results of mathematical processing allow the use of optimal concentrations in the further final finishing of textile materials.*

**Ключевые слова:** антимикробный агент, математическое моделирование, метод математической статистики, оптимизация, оптимальные концентрации, заключительная отделка, антимикробная отделка.

**Негізгі сөздер:** антимикробты агент, математикалық үлгілеу, математикалық статистика, оңтайландыру, қолайлы концентрация, соңғы өңдеу, антимикробты өңдеу.

**Key words: antimicrobial agent, math modeling, optimization, optimal concentrations, finishing, antimicrobial treatment.**

### ***Введение***

В ранее опубликованных работах [1,2] была представлена информация по разработке нового композиционного состава для антимикробной отделки целлюлозных текстильных материалов на основе поливинилового спирта, салициловой кислоты, сульфата меди и мочевины.

Совокупность данных, полученных экспериментальным путем, в частности, рабочие концентрации компонентов антимикробного препарата, микробиологическая обсемененность, разрывная нагрузка, были обработаны методами математической статистики.

Целью математической обработки результатов экспериментов является оценка критерия исключения грубых ошибок, нахождение критических значений управляемых факторов с последующим использованием их в решении оптимизационных задач.

### ***Объекты и методы исследования***

Объектами исследования являются образцы хлопчатобумажной ткани, обработанные с варьированием концентраций компонентов предлагаемого антимикробного аппарата – сульфата меди и салициловой кислоты.

Используемые методы – математическое моделирование с использованием программного обеспечения MatLab.

### ***Результаты и их обсуждение***

Во избежание ошибок и получения достоверных результатов было проведено несколько серий параллельных опытов в рассматриваемом диапазоне изменения входных факторов.

Была проведена проверка воспроизводимости опытов по расчетному значению

критерия Кохрена и был применен критерий проверки на грубую ошибку по следующей зависимости [3]:

$$r = \frac{|x_{\text{ПОД}} - x|}{R \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}}} \quad (1)$$

где:  $x_{\text{ПОД}}$  – "подозрительный" (наибольший или наименьший) результат;

$x$  – среднее значение;

$R$  – среднеквадратическое отклонение, рассчитанное по формуле:

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

где:  $n$  – количество опытов в эксперименте.

Проверка результатов показала отсутствие грубых ошибок измерений, что свидетельствует о корректности проведенных экспериментов и высокой точности используемых методик.

Следующим этапом в математической обработке явилось решение оптимизационных задач, направленное на нахождение оптимальных значений варьируемых факторов.

На основе полученных экспериментальных данных [1,2] было проведено математическое моделирование по методу полного факторного эксперимента (ПФЭ)

В качестве входных факторов исследования антимикробной отделки хлопчатобумажной ткани были выбраны:  $x_1$  – концентрация салициловой кислоты (СК),  $x_2$  – концентрация сульфата меди ( $\text{CuSO}_4$ ).

Выходным показателем являются разрывная нагрузка (Н).

Условия опытов полного двухфакторного эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Интервалы и уровни варьирования факторов

Уровни факторов	Концентрация, г/л	
	X <sub>1</sub> , СК	X <sub>2</sub> , CuSO <sub>4</sub>
Основной уровень	4	2
Интервал варьирования	2	1
Нижний (x <sub>j</sub> =-1)	2	1
Верхний (x <sub>j</sub> =+1)	6	3

Число опытов в матрице планирования равно N=4. В результате реализации плана исследования были:

- рассчитаны коэффициенты регрессии;

- получено уравнение математической зависимости и расчетные данные соответствия (адекватности) модели технологического процесса (ПФЭ);

- построены соответствующие поверхности функций отклика в двухмерном пространстве с использованием программного обеспечения научных исследований MatLab (рис. 1 а, б).

$$Y = 327.5 + 37.5*x_1 + 7.5*x_2$$

$$[x_1, x_2] = \text{meshgrid}(-1:0.1:1, -1:0.1:1);$$

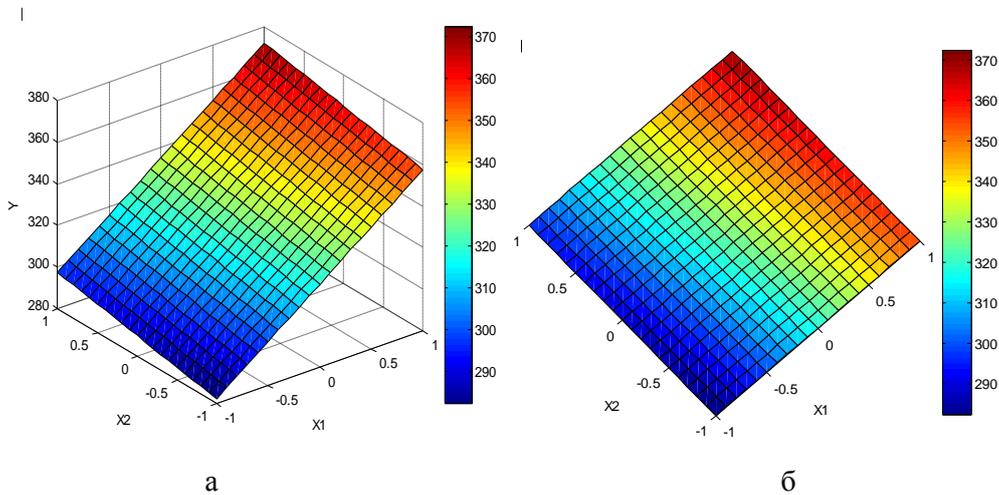


Рисунок 1 – Изменение разрывной нагрузки (Н) обработанной ткани в зависимости от концентраций СК (x<sub>1</sub>) и CuSO<sub>4</sub> (x<sub>2</sub>): а – трехмерный график; б – двумерный график

### ***Заключение, выводы***

Таким образом, математическая обработка результатов эксперимента позволила установить оптимальный композиционный состав для антимикробной отделки хлопчатобумажной ткани. Наиболее рациональное значение концентрации салициловой кислоты составило 4 г/л, а значение концентрации сульфата меди составило 2 г/л. При таком составе антимикробной отделки выполняются заданные условия оптимальности целевых функций. Значения разрывной нагрузки обработанных образцов ткани увеличиваются в результате реакции полимеризации за счет образования полимерной пленки на волокне.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Рахимова С.М., Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Буркитбай А. Разработка композиционного состава для придания антимикробных свойств хлопчатобумажной ткани// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. -№ 3. – 2015. –С. 75-78
2. Патент РК № 29451 Состав для придания антимикробных свойств целлюлозным текстильным материалам. Рахимова С.М., Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Буркитбай А. Оpubл.16.02.2015 БИ. №2.
3. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. -Л.: Химия. 1975. – 48с.