

**ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИЛИКАТА НАТРИЯ
В КАЧЕСТВЕ СТАБИЛИЗАТОРА ПЕРОКСИДА ВОДОВОДА
ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ СПОСОБЕ БЕЛЕНИЯ
ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ**

**STUDY OF THE EFFICIENCY OF USING SODIUM SILICATE
AS A HYDROGEN PEROXIDE STABILIZER
IN LOW-TEMPERATURE METHOD
OF BLEACHING THE COTTON FABRICS**

М.Л. КУЛИГИН, Д.Г. САРИБЕКОВА, Ю.Г. САРИБЕКОВА, О.Я. СЕМЕШКО
M.L.KULIGIN, D.G.SARIBEKOVA, YU.G. SARIBEKOVA, O.YA.SEMESHKO

(Херсонский национальный технический университет, Украина)
(Kherson national technical university, Ukraine)
E-mail: mkuligin@gmail.com

Изучено влияние концентрации компонентов отбеливающего состава при низкотемпературном способе беления на показатель белизны подготовленной ткани. Получены математическое и графическое описания процесса взаимодействия факторов процесса беления, сделаны выводы об их влиянии на степень белизны.

The influence of the component concentration of bleaching composition on whiteness of treated fabric under low temperature bleaching process is studied. The mathematical and graphical description of the interaction process factors of whitening is obtained and conclusions about their impact on the whiteness degree are done.

Ключевые слова: низкотемпературное беление, хлопчатобумажная ткань, пероксид водорода, силикат натрия, гидроксид натрия, ресурсосберегающие технологии.

Keywords: low temperature bleaching, cotton fabric, hydrogen peroxide, sodium silicate, sodium hydroxide, resource-saving technologies.

В настоящее время на некоторых украинских текстильных предприятиях применяется способ беления хлопчатобумажных тканей пероксидом водорода при низкой температуре (30...40°C). Суть данного способа состоит в пропитке суровой ткани отбеливающим раствором и последующим длительным вылеживанием в течение 24...72 ч. При этом по сравнению с классическим горячим способом используются более высокие концентрации реагентов отбеливающего раствора. Во время вылеживания происходит нагрев ткани, пропитанной отбеливающим раствором, который осуществляется за счет энергии экзотер-

мической реакции разложения пероксида водорода. Для сохранения постоянной температуры процесс вылеживания пропитанной отбеливающим раствором ткани проводится в специальных утепленных ящиках объемом 20...30 м³. Беление низкотемпературным способом отличается равномерностью и мягкостью действия, что позволяет максимально сохранить целлюлозу от деструкции. Преимущества низкотемпературного способа беления также является экономия энергии, воды и рабочей силы, а недостатками – низкая гидрофильность отбеленных тканей и зна-

чительная продолжительность процесса [1...3].

Низкотемпературный способ беления целлюлозосодержащих текстильных материалов пероксидом водорода впервые был применен в США во время великой депрессии, а на украинских предприятиях – с середины 90-х годов. Однако, несмотря на длительное использование данного способа беления, техническая русскоязычная литература содержит мало сведений о нем, а имеющаяся информация не систематизирована. Поэтому представляет интерес детальное изучение влияния концентрации реагентов белящего раствора в процессе низкотемпературного беления для получения математических и графических зависимостей, которые позволят проанализировать их влияние на показатели качества отбеленной ткани.

Целью настоящей работы было изучение влияния компонентов отбеливающего раствора на показатели качества подготовленной ткани, получение математических и графических зависимостей, описывающих процесс низкотемпературного беления хлопчатобумажной ткани.

Исследование проводилось с помощью планируемого эксперимента – рототабельного планирования второго порядка [4] на хлопчатобумажной ткани бязь арт. 12ВО-

$$y=80,92+0,343x_1+0,905x_2+0,785x_2x_3+0,51x_1x_3+0x_2x_3-0,593x_1^2-0,77x_2^2-0,417x_3^2+0x_1x_2x_3, \quad (1)$$

$$y=47,108-0,026C_3^2-0,0855C_2^2-0,023C_1^2+0,499C_2-0,021C_3+1,416C_1+0,025C_1C_3+0,025C_1C_2. \quad (2)$$

С помощью полинома (2) были получены зависимости, отражающие влияние концентрации компонентов отбеливающего раствора на белизну. Зависимости от двух факторов (трехмерные поверхности) построены с помощью программы Gnuplot. При построении зависимостей концентрации менялись только в пределах полученных экспериментальных данных без применения экстраполяции и интерполяции за пределы модели.

На первом этапе было изучено совместное влияние концентраций NaOH и $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ при трех фиксированных концентрациях H_2O_2 на белизну ткани.

157 производства ООО "ПО ТК-Донбасс" с плотностью 140 г/м², светлотой – 48%. Технологический цикл обработки включал: пропитку белящим раствором, вылеживание в полиэтиленовом пакете в течение 72 ч при температуре 40°C, промывку холодной водой, кислдование ($\text{CH}_2\text{SO}_4=2$ г/л), промывку холодной водой, конвективную сушку при 120°C. Концентрация пероксида водорода варьировалась от 30 до 45 г/л, гидроксида натрия – от 2 до 12 г/л, силиката натрия ($\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$) – от 8 до 21 г/л. Выходными параметрами процесса беления служили: белизна, количество пероксида водорода, оставшегося на ткани после вылеживания, прочность ткани (в статье рассматривается только один показатель – белизна).

В процессе обработки результатов планирования эксперимента получены полиномы (1), (2), описывающие зависимость каждого контролируемого фактора от концентрации компонентов отбеливающего раствора, и уравнения, характеризующие зависимость белизны от концентрации компонентов отбеливающего раствора в кодированных факторах (уравнение (1)) и в именованных величинах (уравнение (2)). При этом C_1 – концентрация H_2O_2 , г/л, C_2 – концентрация NaOH, г/л, C_3 – концентрация $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$, г/л.

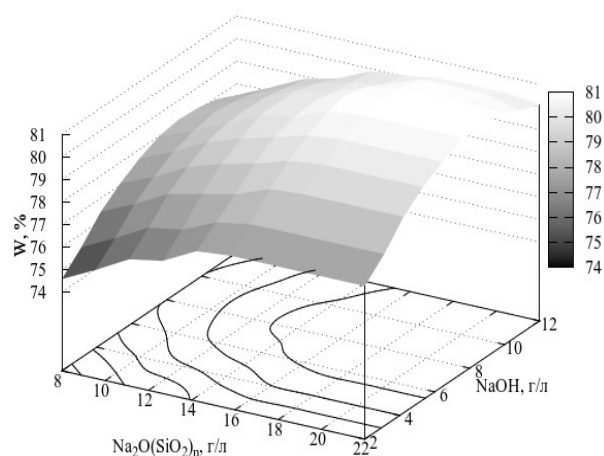


Рис. 1

Анализ зависимостей, часть из которых представлена на рис. 1 (зависимость белизны от концентрации NaOH и $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ при концентрации $\text{C}_{\text{H}_2\text{O}_2}=40$ г/л), показывает, что для достижения показателя белизны 82% на данном артикуле ткани необходима концентрация H_2O_2 не менее 40 г/л; концентрация NaOH может варьироваться от 6 до 12 г/л; концентрация $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ с увеличением концентрации H_2O_2 должна пропорционально возрастать и составлять минимум 15 г/л, а для повышения белизны выше 82% и получения стабильной воспроизводимости результатов при высокой концентрации H_2O_2 (48 г/л) достигать 20 г/л.

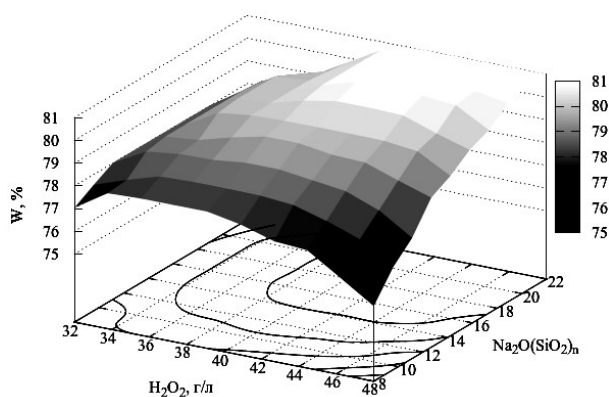


Рис. 2

На втором этапе было изучено совместное влияние концентраций $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ и H_2O_2 при трех фиксированных концентрациях NaOH на белизну ткани. Анализ зависимостей, часть из которых представлена на рис. 2 (зависимость белизны от концентрации $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ и H_2O_2 при концентрации $\text{C}_{\text{NaOH}}=7$ г/л), показывает, что для получения белизны 82% на данном артикуле ткани необходима минимальная концентрация NaOH 7 г/л; варьирование концентраций $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ и H_2O_2 при значениях концентрации щелочи менее 7 г/л не позволяет получить удовлетворительные показатели белизны; применение высоких концентраций отбеливающего агента и стабилизатора при высокой концентрации NaOH (12 г/л) не позволяет увеличить белизну и является нецелесообразным; минимальная рабочая концентрация $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ (14 г/л), а увеличение

концентрации стабилизатора приносит положительный эффект только при концентрации H_2O_2 более 48 г/л, однако для получения хорошей воспроизводимости результатов концентрацию $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ желательно увеличить до 16 г/л.

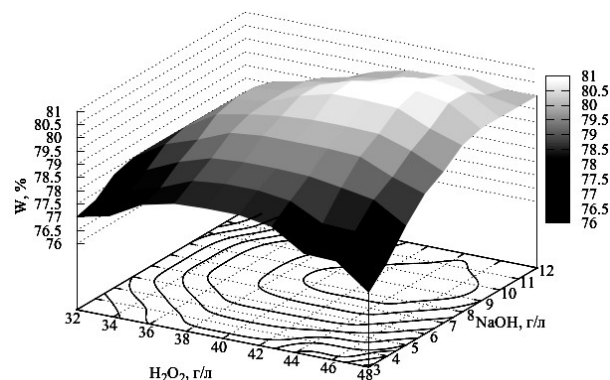


Рис. 3

На третьем этапе было изучено совместное влияние концентраций NaOH и H_2O_2 при трех фиксированных концентрациях $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ на белизну ткани. Анализ зависимостей, часть из которых представлена на рис. 3 (зависимость белизны от концентрации NaOH и H_2O_2 при средней концентрации $\text{C}_{\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n}=15$ г/л), показывает, что при минимальной концентрации стабилизатора (8 г/л) варьируя только концентрации NaOH и H_2O_2 , получить высокие значения белизны невозможно; при высокой концентрации стабилизатора (22 г/л) не наблюдается значительного повышения белизны и экономии других компонентов; необходимая концентрация щелочи составляет 7 г/л, поэтому оптимальной концентрацией стабилизатора $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ следует признать величину 15...16 г/л.

Поскольку влияние стабилизатора в процессе белизны является ключевым, на рис. 4 представлены зависимости влияния концентрации $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ на белизну ткани при $\text{C}_{\text{NaOH}}=7$ г/л в более удобной для практического применения форме. При низкой концентрации NaOH, даже при максимальной концентрации пероксида водорода, не удастся поднять белизну выше 80%, а при минимальной концентрации H_2O_2 увеличение концентрации

$\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ более 15 г/л приводит к снижению белизны. При этом в конце процесса белизны остается до 20% неизрасходованного пероксида водорода.

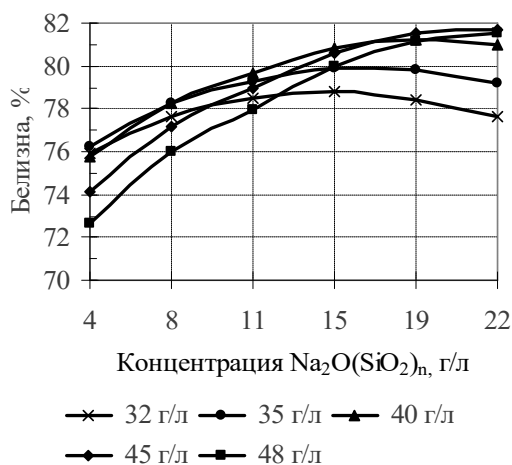


Рис. 4

При высокой концентрации NaOH и максимальной концентрации пероксида водорода достигается белизна 82%. Характерным для всех зависимостей является и то, что точки максимального значения показателя белизны находятся рядом. Это позволяет сделать вывод о том, что дальнейшее увеличение концентрации H_2O_2 не приводит к значительному увеличению белизны.

ВЫВОДЫ

1. В условиях низкотемпературного процесса белизны для ткани с начальной светлотой 48% необходима концентрация

H_2O_2 не менее 40 г/л, для гарантированного получения белизны 82% – не менее 45 г/л.

2. Оптимальная концентрация стабилизатора $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ составляет 14-19 г/л, повышать концентрацию стабилизатора нужно пропорционально увеличению концентрации H_2O_2 . Несмотря на ярко выраженный щелочной рН силиката натрия, он не может полностью компенсировать нехватку щелочи в растворе при недостаточной ее концентрации.

3. Оптимальная концентрация щелочи составляет 6-10 г/л. Увеличение концентрации щелочного агента повышает степень белизны только при пропорциональном увеличении концентрации стабилизатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ксенжук Н.І., Барановський В.І., Поліщук С.О., Сльозко Г.Ф. Нові економічні та екологічні вирішення у технології підготовки бавовняних тканин // Легка промисловість. – 2003, № 2 (194). С.55.
2. Барановський В.І., Міщенко Г.В. Холодне вибілювання бавовняних тканин // Вісник технологічного університету Поділля. – 1999, № 4 (Ч.2). С. 42...45.
3. Барановський В.І. Підготовка бавовняних тканин за холодною технологією // Сб. тр. Всеукраїнської научн.-техн. конференції: 19-22 октября 1999 р.: тези доп. – Херсон: ХНТУ, 1999. С. 50...52.
4. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. – М.: Легкая индустрия, 1974.

Рекомендована кафедрой химических технологий и биохимического синтеза. Поступила 29.01.14.