

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БЕССИЛИКАТНОГО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПЕРОКСИДНОГО БЕЛЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье приведены результаты разработки новой эффективной композиции белящего раствора, обеспечивающей придание хлопчатобумажной ткани устойчивой белизны и капиллярности при минимальных энергетических затратах. Показана возможность проведения бессиликатного низкотемпературного беления пероксидом водорода. Представлена кинетика процесса бессиликатного беления хлопчатобумажной ткани. Проведен контроль качества подготовки тканей и изменений волокнистого материала.

This article deal with the results of the development of new effective com-positions of bleaching solution, providing attachment of cotton fabric a stable whiteness and capillarity with minimal energy costs. The possibility of providing of non-silicate low-temperature bleaching with hydrogen peroxide is showed. The kinetics of non-silicate bleaching of cotton fabric is showed. The control of the quality of treatment fabrics and changes of fibrous material is pro-vided.

Ключевые слова: холодное беление, дробные реплики, кинетика беления.

Постановка проблемы

Текстильная промышленность – одно из самых рентабельных и продуктивных производств в мире. В развитых странах использование текстиля превышает 25 кг на душу населения в год, в т.ч. 48 % приходится на долю хлопка, 32 % – на синтетические волокна, около 10 % – на целлюлозные волокна, 8 % – на шерсть. Однако, сегодня хлопчатобумажная отрасль текстильной промышленности Украины всецело зависит от своевременной поставки сырья, конкурентного по ценам и качеству. Кроме того, на предприятиях текстильной промышленности используется, в основном, физически и технически устаревшее оборудование, не позволяющее использовать современные технологии и производить конкурентоспособную продукцию. Все это свидетельствует о том, что в целом сложилась крайне тяжелая ситуация в текстильной промышленности Украины. Из всего количества предприятий легкой промышленности (около 850) почти половина убыточны, производственные мощности загружены на 15-60 % [1]. В связи с этим необходимо максимально снизить затраты на выпуск продукции, при этом не снижая качества готовых изделий. В целях экономии энергоносителей, технологической воды, химматериалов и улучшения экологии производства, наметилась тенденция к пересмотру традиционной многоступенчатой последовательности операций в технологии облагораживания хлопчатобумажных и льняных тканей. Решению этих задач будет способствовать внедрение технологий, объединяющих несколько стадий в одну унифицированную технологию, разработка технологий, осуществляемых при низкой температуре и сокращении длительности технологических процессов.

Анализ последних исследований и публикаций

Холодный способ беления известен давно (с 1928 г.), однако внимание исследователей до настоящего времени не привлекал, а потому сведений о нем имеется немного. В сложившихся, в настоящее время, трудных экономических условиях, особенно в нашей отечественной промышленности, холодный способ беления используется в промышленном масштабе на Херсонском и Донецком хлопчатобумажных комбинатах (заслуга в этом принадлежит выдающемуся специалисту отделочного производства В.И. Барановскому).

На этих фабриках выпускают ткани бельевого ассортимента, отбеленные холодным способом. Готовые ткани характеризуются высокой белизной, прочностью, износостойкостью, низкой себестоимостью. Однако проблема заключается в низкой капиллярности ткани и в значительной продолжительности процесса беления (24 часа). В связи с этим решение этой задачи актуально.

В работе [2] нами были проведены исследования с целью получения высокого эффекта белизны по холодному способу, снизив длительность процесса беления. Это реализовалось посредством совместного применения эффективной системы активатор – стабилизатор (силикатный) при оптимальном составе белящего раствора. Однако из литературных данных известно [3], что силикаты, обеспечивая надежную стабилизацию пероксида водорода, могут осаждаться на оборудовании и на ткани. Поэтому представляло интерес определить, происходит ли выпадение осадков в холодных системах и существует ли альтернатива силикатам в эффективной стабилизации пероксида водорода.

Формулирование цели статьи

Целью настоящей работы являлось исследование возможности замены силикатных стабилизаторов пероксида водорода на органический стабилизатор из ряда метилсиликонатов, а также установление оптимального состава такой системы с помощью метода дробных реплик.

Изложение основного материала

Исследования проводили на хлопчатобумажной ткани бязь арт. 9В0407 (ОАО «Херсонский ХБК»). Ткань пропитывали на двухвальной плюсовке (два погружения, отжим) до остаточной влажности 120 %, выдерживали в полиэтиленовом пакете 5 часов и тщательно промывали горячей – холодной – кислованной ($H_2SO_4 - 2$ г/л) – холодной водой. Оптимальные параметры состава белящего раствора определяли на основе

применения математического планирования эксперимента – метода дробных реплик.

В качестве параметров оптимизации (y) рассматривалась белизна текстильных материалов. В качестве независимых факторов были выбраны: X_1 – исходная концентрация пероксида водорода, г/л; X_2 – исходная концентрация щелочи, г/л; X_3 – исходная концентрация стабилизатора, г/л; X_4 – исходная концентрация активатора, г/л. В качестве эффективного стабилизатора исследовался органический стабилизатор ГКЖ-11 К. ГКЖ -11К- водный раствор метилсиликоната калия, слегка мутная жидкость, плотностью при температуре 20°C – 1,200 – 1,225 г/см³, щелочностью, в пересчете на КОН- 13,0 – 16,0 %.

В качестве активатора использовался препарат, в кристаллической решетке которого содержится молекулярный анион O^{2-} , так называемая пероксогруппа, которая обладает сильным окислительным действием.

Условия эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1

Условия эксперимента				
	x_1	x_2	x_3	x_4
Основной уровень	27,5	9	9	7
Интервал варьирования Δ	5,5	3	1	3
+1	33	12	10	10
-1	22	6	8	4

Для определения коэффициентов линейного уравнения регрессии

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4$$

использована 1/2 от ПФЭ 2⁴ с генерирующими соотношениями

$$x_4 = x_1 x_2 x_3$$

Определены сумма дисперсий, критерий Кохрена, дисперсия воспроизводимости, число степеней свободы дисперсии воспроизводимости. Коэффициенты уравнения регрессии: $b_0=79,79$, $b_1= 0,18125$, $b_2= 0,21875$, $b_3= 0,15625$, $b_4=0, 15625$. Коэффициенты b_3 , b_4 незначимы, так как t -отношение их меньше табличного значения критерия Стьюдента $t_{0,05}(8) = 2,31$. Уравнение регрессии приняло вид: $\hat{y} = 79,79+0,18125 x_1 + 0,21875 x_2$. Уравнение регрессии оказалось адекватно эксперименту, так как табличное значение критерия Фишера $F_{0,95}(2,8)=4,07$, а расчетное $F = 3,134$, $F < F_{0,95}(2,8)$. В ходе метода крутого восхождения (табл. 2) был определен оптимальный состав белящего раствора, полученный в опыте № 12.

Таким образом, максимальная степень белизны 82 %, что входит в требования ГОСТ 29298-92 [4] была достигнута при следующем составе белящего раствора (табл. 3). Капиллярность – 135 мм/ч.

Таблица 2

Крутое восхождение						
	x_1	x_2	№ опыта	x_1	x_2	y
Основной уровень	27,5	9				
Δ	5,5	3				
b_i	0,18125	0,21875	9	29,5	10,3	80
$b_i \Delta$	0,9969	0,656	10	31,5	11,6	80
Шаг	2	1,3	11	33,5	12,9	80,5
			12	35,5	14,2	82
			13	37,5	15,5	80,5

Таблица 3

Оптимальный состав белящего раствора бессиликатного низкотемпературного пероксидного беления

Концентрация, г/л
H ₂ O ₂ (100 %) -35
NaOH – 14
ГКЖ-11К – 9
Активатор -7
Оптический отбеливатель- 0,5
Смачиватель-1

Для окончательного подтверждения пригодности метилсиликоната калия в качестве стабилизатора необходимо было изучить кинетику разложения пероксида водорода в его присутствии, а также сопоставить с действием метасиликата и силиката натрия. Составы белящих растворов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Составы белящих растворов на основе силикатов

№ ванны	Концентрация, г/л							
	H ₂ O ₂	NaOH	Na ₂ SiO ₃	Na ₂ SiO ₃ · 5 H ₂ O	ГКЖ-11К	Активатор	Смачиватель	Оптический отбеливатель
1	25	12,5	7	-	-	10,9	1	0,5
2	25	13	-	7	-	10,3	1	0,5
3	35	14	-	-	9	7	1	0,5

На рис. 1 представлена кинетика разложения пероксида водорода при холодном белении в течении 5 часов по предложенным технологиям. Концентрация пероксида водорода на ткани определялась согласно методике [5]. Как видно из рисунка лучше всего стабилизирует пероксид водорода силикатный клей, метасиликат менее, что объясняется [6] большей щелочностью и неразвитой коллоидной структурой, органический стабилизатор несколько уступает силикату, однако, требуемая белизна, согласно ГОСТ, была достигнута по всем трем вариантам обработки, что свидетельствует об эффективном проведении процесса беления. При этом важно отметить, что после 5 часов беления менее всего (20 %) остается неразложившегося пероксида водорода в случае применения органического стабилизатора, а при использовании силикатных стабилизаторов остается неразложившегося пероксида водорода в пределах 30-38 %, что указывает на возможность снижения рабочей концентрации отбеливателя или одного из компонентов активатора.

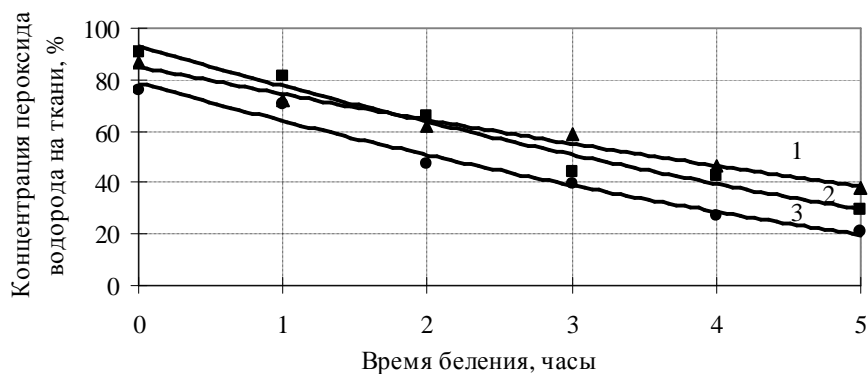


Рис. 1. Кинетика разложения пероксида водорода при низкотемпературном способе беления
1 – состав на основе силикатного клея, 2 – на основе метасиликата натрия, 3 – на основе ГКЖ-11К

Также, образцы отбеленной ткани не обладают жесткостью, характерной для образцов отбеленных по горячему способу. Этот вывод был сделан на основе определения жесткости ткани на изгиб (ГОСТ 10550-93) [7]: ни один из отбеленных образцов не прогибался под собственным весом, что говорит о мягкости ткани и отсутствии силикатных осадков. Известно, что если имеет место избыточное содержание осадков на ткани, то ткань будет иметь высокое содержание золы. Говоря об эффективности действия органического стабилизатора, стоит отметить, что после озоления [8] ткань, отбеленная с органическим стабилизатором, содержит меньше всего золы – 0,1 %, в то время как суровой образец – 1,6 %, отбеленный с силикатом натрия – 0,499 %, метасиликатом натрия – 0,544 %.

Выводы

1. Показано, что применение органического стабилизатора, при холодном способе беления хлопчатобумажных тканей, позволяет получить высокие показатели белизны, которые однако уступают по стабилизирующей способности силикату и метасиликату натрия.

2. Экспериментально подтверждено отсутствие силикатных осадков на ткани методом определения жесткости ткани на изгиб и общей зольности в образцах готовой ткани.

Литература

1. Огляди ринку. – Легпром України, 2005. – 385 с.
2. Євдокимова В.А., Кулігін М.Л. Розробка високоєфективної технології біління бавовняних тканин на холоді // Вісник КНУТД. – 2009. – № 3. – С. 97-100.
3. Bartsch F. Kaltverweibleachverfahren mit Wasserstoffperoxid. – Textilveredlung, 1983, Bd 18, № 10, S. 305-310
4. ГОСТ 29298-2005. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 10 с.
5. Шихер М. Г. Беление хлопчатобумажных тканей. – М.: Легкая индустрия, 1975. – 144 с.
6. Сафонов В.В. Облагораживание текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 288с.
7. ГОСТ 10550-93. Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 10 с.
8. Лабораторный практикум по химической технологии волокнистых материалов/Под ред. Корчагина М.В. – М.: Легкая индустрия, 1976. – 349 с.

Надійшла 8.12.2009 р.