

УДК 677.02

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ  
СТАБИЛИЗАЦИИ И СНИЖЕНИЯ СКОРОСТИ РАЗЛОЖЕНИЯ  
ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА  
В ПРОЦЕССЕ ОТБЕЛКИ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

**INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY  
OF STABILIZATION AND REDUCTION  
OF THE HYDROGEN PEROXIDE DECOMPOSITION  
DURING THE COTTON CELLULOSE**

*Р.Т. КАЛДЫБАЕВ, Д.С. НАБИЕВ, Г.Ю. КАЛДЫБАЕВА, Д.А. ЖУНИСБЕКОВА,  
Г.А. ТАКИБАЕВА, К.М. ТЕМИРШИКОВ, Н. ЖОЛАЕВА  
R.T. KALDYBAEV, D.S. NABIEV, G.YU. KALDYBAEVA, D.A. ZHUNISBEKOVA,  
G.A. TAKIBAEVA, K.M. TEMIRSHIKOV, N. ZHOLAEVA*

**(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)  
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)**

E-mail: rashid\_cotton@mail.ru; nabiev@mail.ru; gkaldybaeva@mail.ru

***В статье исследована возможность стабилизации и снижения скорости  
разложения пероксида водорода в процессе отбеливания хлопковой целлюлозы.***

***Являясь экологически чистым отбеливателем, пероксид водорода имеет  
преимущества по сравнению с другими отбеливателями и с экономической***

*точки зрения. На разложение пероксида водорода в процессе отбеливания действуют такие факторы, как температура, pH и содержание ионов металлов переменной валентности. Введение в отбеливающие системы стабилизаторов его разложения, снижающих непроизводительный расход пероксида водорода, уменьшающих деструкцию волокон, предусмотрено в рецептуре отбеливания хлопковой целлюлозы пероксидом водорода.*

*Очень сильное влияние на разложение пероксида водорода оказывает физическое состояние катализатора, степень его дисперсности, характер распределения в отбеливающей жидкости и на текстильном материале. Это обусловлено тем, что катализ является гетерогенным и скорость его зависит от суммарной поверхности контакта катализатора с раствором пероксида водорода.*

*В ходе исследований определены условия, при которых хлопковая целлюлоза обладает достаточно высокими показателями белизны и динамической вязкости.*

*In this article, the possibility of stabilization and reduction of the rate of decomposition of hydrogen peroxide during the bleaching of cotton cellulose was investigated.*

*As environmentally friendly bleach, hydrogen peroxide has advantages over other bleaches and from an economic point of view. The decomposition of hydrogen peroxide in the bleaching process is affected by factors such as temperature, pH and content of metal ions of variable valence. The introduction of stabilizers of its decomposition into bleaching systems, which reduce the unproductive consumption of hydrogen peroxide, reduce the destruction of fibers, is provided in the formulation of bleaching cotton cellulose with hydrogen peroxide.*

*Very strong influence on the decomposition of hydrogen peroxide has the physical state of the catalyst, the degree of dispersion, the nature of the distribution in the bleaching liquid and textile material. This is due to the fact that the catalyst is essentially heterogeneous, and its speed depends on the total contact surface of the catalyst with a solution of hydrogen peroxide.*

*The article defines the conditions under which cotton cellulose has a sufficiently high rate of whiteness and dynamic viscosity.*

**Ключевые слова:** хлопковая целлюлоза, варка, отбеливание, стабилизация, пероксид водорода, концентрация силиката натрия.

**Keywords:** cotton cellulose, cooking, bleaching, stabilization, hydrogen peroxide, concentration of sodium silicate.

В рецептуре отбеливания хлопковой целлюлозы пероксидом водорода предусмотрено введение в отбеливающие системы стабилизаторов его разложения, снижающих непроизводительный расход пероксида водорода, уменьшающих деструкцию волокон и таким образом являющихся регуляторами процесса отбеливания.

Стабилизация растворов пероксида водорода производится с помощью следую-

щих средств: образованием достаточно стабильного комплекса стабилизатор –  $H_2O_2$ ; химическим связыванием катализаторов разложения  $H_2O_2$ ; иммобилизацией (связыванием) катализаторов на развитой поверхности стабилизатора, применяемого в виде коллоидной системы; ингибированием свободных радикалов в системе (обрыв цепи); снижением pH-раствора за счет буферных свойств стабилизаторов [1].

Для стабилизации процесса отбелки пероксидом водорода был использован ряд простых и сложных комплексообразующих соединений, имеющих неодинаковую химическую природу и различный механизм стабилизации пероксида водорода.

Была исследована возможность стабилизации и снижения скорости разложения пероксида водорода в процессе отбелки силикатом натрия (СН), триполифосфатом натрия (ТПФН), и пентанатриевой солью диэтилен-триаминпентауксусной кислоты (ДТРА 5НА), натриевой солью этилендиаминтетраметиленфосфоновой кислоты (NaДТРМР).

#### 1. Стабилизация силикатом натрия

Стабилизирующее действие силиката натрия обусловлено комплексом свойств, позволяющих ему действовать сразу с помощью нескольких механизмов.

Он может образовывать промежуточные соединения с катализаторами, связывать свободные радикалы в растворе, иммобилизовать катализаторы, сорбируя их на сильно развитой поверхности золя кремниевой кислоты, в которую он переходит в водных системах. Силикат натрия в определенном количестве содержит связанную щелочь  $\text{NaSiO}_3 \cdot n\text{NaOH}$  и способен проявлять буферные свойства, создавая некоторый резерв щелочи в системе без повышения степени щелочного активирования пероксида водорода. Поэтому он является своеобраз-

ным "депо" щелочи, необходимое количество которой (для активации пероксида) выделяется из силиката по мере расходования щелочи на взаимодействие с волокном.

В то же время силикат натрия способен проявлять каталитическое действие на разложение пероксида, протекающее не по радикально-цепному механизму, а через промежуточные продукты – пероксосиликаты. Таким образом, силикат натрия играет двойную роль: стабилизатора разложения пероксида водорода и катализатора в условиях беления [1]. Это является его уникальным свойством.

Изучено влияние концентрации (табл. 1 – влияние концентрации силиката натрия на характеристики отбельного раствора и качественные показатели хлопковой целлюлозы ( $\text{H}_2\text{O}_2$  – 6 г/л,  $\text{NaOH}$  – 5 г/л,  $\tau=60$  мин,  $T=90^\circ\text{C}$ , М 1:10)) силиката натрия и продолжительности отбелки (табл. 2 (влияние продолжительности процесса отбелки на характеристики отбельного раствора и качественные показатели хлопковой целлюлозы (силикат натрия – 10 г/л,  $\text{H}_2\text{O}_2$  – 6 г/л,  $\text{NaOH}$  – 5 г/л,  $T=90^\circ\text{C}$ , М 1:10)) на скорость разложения пероксида водорода по содержанию концентрации  $\text{H}_2\text{O}_2$  в отработанном отбельном растворе, общую щелочность отбельного раствора, белизну и динамическую вязкость хлопковой целлюлозы.

Т а б л и ц а 1

Концентрация силиката натрия, г/л	Концентрация $\text{H}_2\text{O}_2$ в отработанном растворе, г/л	Общая щелочность, г/л	Белизна, %	Динамическая вязкость, мПа·с
0,0	0,21	2,3	78,1	350
5,0	0,55	3,6	85,0	508
10,0	0,91	4,0	86,5	550
15,0	1,20	4,5	88,0	572
20,0	1,39	5,0	88,4	660

При увеличении концентрации силиката натрия в растворе увеличивается концентрация  $\text{H}_2\text{O}_2$  и щелочность среды в отработанном растворе. При отсутствии силиката натрия в составе отбеливающего раствора белизна возрастает очень мало, а динамическая вязкость целлюлозы снижается до 350 мПа·с. С возрастанием концентрации силиката натрия в отбельном растворе белизна целлюлозы увеличивается очень заметно, а

динамическая вязкость остается на высоком уровне, что говорит о том, что силикат натрия является хорошим стабилизирующим агентом. В присутствии силиката натрия действие пероксида водорода направлено на окисление нецеллюлозных примесей, которые придают целлюлозе темный цвет. В связи с этим белизна целлюлозы увеличивается при малой деструкции самой целлюлозы.

Таблица 2

Продолжительность, мин	Концентрация H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> в отработанном растворе, г/л	Общая щелочность, г/л	Белизна, %	Динамическая вязкость, мПа·с
15	2,18	6,2	74,2	638
30	2,04	6,0	82,0	604
45	1,46	5,7	85,1	582
60	0,91	4,1	87,5	550
90	0,51	3,2	88,0	538

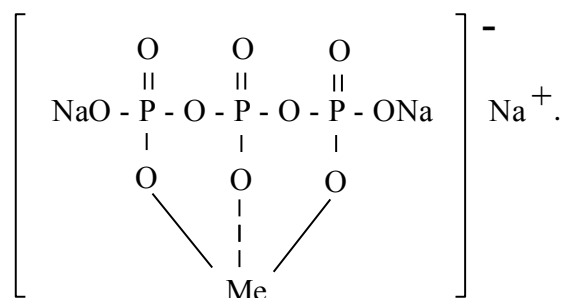
Увеличение продолжительности процесса отбеливания силикатом натрия резко снижает концентрацию H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в отработанном растворе. Общая щелочность раствора также снижается. Значения белизны целлюлозы достигают нормативного уровня уже после 30 мин обработки (выше 80%). Динамическая вязкость целлюлозы падает с увеличением продолжительности обработки.

Результаты, приведенные в табл. 1 и 2, показывают, что с увеличением концентрации силиката натрия до 15 г/л стабилизирующий эффект повышается, дальнейшее увеличение концентрации силиката натрия в отбельном растворе не дает заметного повышения стабилизирующего эффекта. Продолжительность отбеливания больше 60 мин также нецелесообразна, так как не приводит к качественному улучшению хлопковой целлюлозы [2].

Оптимальной концентрацией силиката натрия в отбельном растворе при продолжительности отбеливания 45...60 мин, можно принять 10...15 г/л.

## 2. Стабилизация триполифосфатом натрия

Триполифосфат натрия имеет способность образовывать в водных растворах комплекс с катионами-катализаторами:



Изучено влияние концентрации стабилизирующего агента (табл. 3 – влияние концентрации ТПФН на характеристики отбельного раствора и качественные показатели хлопковой целлюлозы (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – 6 г/л, NaOH – 5 г/л, τ=60 мин, T=90°C, M 1:10)) и продолжительности отбеливания (табл. 4 – влияние продолжительности процесса отбеливания ТПФН на характеристики отбельного раствора и качественные показатели хлопковой целлюлозы (ТПФН – 5 г/л, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – 6 г/л, NaOH – 5 г/л, τ=60 мин, T=90°C, M 1:10)) на скорость разложения пероксида водорода по содержанию концентрации H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в отработанном отбельном растворе, общей щелочности отбельного раствора, белизны и динамической вязкости хлопковой целлюлозы.

Таблица 3

Концентрация ТПФН, г/л	Концентрация H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> в отработанном растворе, г/л	Общая щелочность, г/л	Белизна, %	Динамическая вязкость, мПа·с
1,0	0,68	2,0	81,4	401
3,0	1,10	2,2	83,7	437
5,0	1,21	2,5	84,3	485
10,0	1,31	3,2	85,8	529

Увеличение концентрации ТПФН, так же, как и силикат натрия, увеличивает остаточное содержание H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в растворе и его ще-

лочность. Но при этом белизна целлюлозы после отбеливания ниже, по сравнению с силикатом натрия, как стабилизирующего агента.

Продолжительность, мин	Концентрация H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> в отработанном растворе, г/л	Общая щелочность, г/л	Белизна, %	Динамическая вязкость, мПа·с
15	1,68	4,0	70,1	570
30	1,43	3,3	75,3	535
45	1,39	2,8	81,2	502
60	1,21	2,5	84,3	485
90	0,93	2,0	85,6	412

С увеличением продолжительности отбеливания общая щелочность и концентрация H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> уменьшаются. Белизна целлюлозы достигает нормативного уровня (выше 80%) после 45-минутной обработки, динамическая вязкость, хотя и падает относительно первоначального значения, но остается достаточно высокой.

### ВЫВОДЫ

Результаты, приведенные в табл. 3 и 4, показывают, что концентрацией ТПФН, при которой проявляются его максимальные стабилизирующие действия, является 5...10 г/л при продолжительности отбеливания 60...90 мин. При этих условиях отбеливания хлопковая целлюлоза обладает достаточно высокими показателями белизны и динамической вязкости.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

2. Раскина И.Х., Садов Ф.И., Богданов Г.А. К вопросу о механизме стабилизации перекиси водорода силикатом натрия в условиях белины // Журнал прикладной химии. – 1966, №1. С.35...39.

3. Bondarenko V., Golubev V., Sadyrbayeva A., Sarsenbaev Kh., Turebekova A. Lubricant additives on the basis of cotton modified tar to improve anti-corrosion properties of drilling fluids// Industrial Technology and Engineering. – №1 (22) 2017. P. 46...56.

### REFERENCES

1. Krichevskiy G.E., Korchagin M.V., Senakhov A.V. Khimicheskaya tekhnologiya tekstil'nykh materialov. – M.: Legprombytizdat, 1985.

2. Raskina I.Kh., Sadov F.I., Bogdanov G.A. K voprosu o mekhanizme stabilizatsii perekisi vodoroda sili-katom natriya v usloviyakh beleniya // Zhurnal prikladnoy khimii. – 1966, №1. S.35...39.

3. Bondarenko V., Golubev V., Sadyrbayeva A., Sarsenbaev Kh., Turebekova A. Lubricant additives on the basis of cotton modified tar to improve anti-corrosion properties of drilling fluids// Industrial Technology and Engineering. – №1 (22) 2017. P. 46...56.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования изделий легкой промышленности. Поступила 20.10.18.