

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ
НА ПЕРОКСИДНЫЕ РАСТВОРЫ**

**RESEARCH OF INFLUENCE
OF THE LOW-FREQUENCY ULTRASONIC FIELD
ON PEROXIDE SOLUTIONS**

A.V. ШИБАШОВ, С.Ю. ШИБАШОВА
A.V. SHIBASHOV, S.YU. SHIBASHOVA

(Ивановский государственный химико-технологический университет)
(Ivanovo State University of Chemistry and Technology)
E-mail:ctfm@isuct.ru

Беление представляет собой сложную технологическую операцию подготовки текстильного материала, которая характеризуется значительным разнообразием процессов, протекающих в системе волокнистый материал – белящий раствор. Настоящая работа посвящена исследованию влияния низкочастотного ультразвукового поля на пероксидные растворы, широко используемые в процессах беления текстильных материалов.

Bleaching represents a difficult technological operation of textile material preparation, which is characterized by a considerable variety of the processes proceeding in the system “a fibrous material – a bleaching solution”. The given paper is devoted to the research of the influence of a low-frequency ultrasonic field on peroxide solutions, widely used on the processes of textile materials bleaching.

Ключевые слова: пероксид водорода, температура, мощность, ультразвук, спектры, глицери.

Keywords: hydrogen peroxide, temperature, capacity, ultrasound, spectrum, glycerin.

Под действием низкочастотного ультразвукового поля в жидкой среде протекает целый ряд физических и химических явлений, таких как кавитация, реакции окисления и восстановления, процессы деполимеризации и полимеризации, внутримолекулярные перегруппировки веществ.

Важной задачей является изучение активирующего действия низкочастотного ультразвукового поля как на волокнообразующий полимер, так и на химические препараты и реагенты, используемые в процессах беления текстильных материалов. Для решения данной задачи были проведены комплексные экспериментальные исследования по определению соотношения длительности воздействия и

мощности ультразвуковых волн с целью достижения оптимальной скорости разложения пероксида водорода. Для определения оптимальной скорости разложения пероксида водорода была проведена серия экспериментов, в которых мощность ультразвукового излучения и длительность обработки варьировались в пределах от 1 до 5 кВт и от 0 до 40 мин соответственно. Раствор пероксида водорода концентрацией 6 г/л (100%) подвергали озвучиванию на приборе ИЛ-100-6/6.

На рис. 1 приведена зависимость содержания пероксида водорода в растворе от времени воздействия при различных мощностях ультразвука. Из данных эксперимента видно, что при мощности ультра-

звука 1...2 кВт процесс разложения пероксида водорода протекает медленно, через 40 мин обработки содержание пероксида водорода в растворе составляет 26%. При увеличении мощности до 5 кВт скорость разложения резко возрастает и после 5 мин обработки содержание пероксида водорода в растворе находится на уровне 10%.

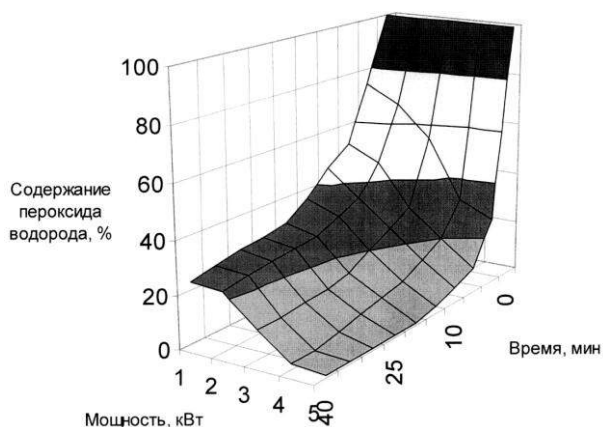


Рис. 1

Оптимальная скорость разложения пероксида водорода достигается при мощности ультразвука 3 кВт. Характер кривых показывает, что за 20 мин ультразвуковой обработки содержание пероксида водорода в растворе составляет 15%, а в дальнейшем изменяется незначительно.

Снижение содержания пероксида водорода в растворе при ультразвуковом воздействии обусловлено активирующим действием низкочастотных ультразвуковых колебаний. Предполагаем, что данный эффект связан с тем, что при нейтрализации анионов, адсорбированных на поверхности пузырька, вследствие индуцированной поляризации молекул газа внутри кавитационного пузырька образуется избыточное количество электронов. Вследствие быстрого сжатия плотность заряда достигает значительного градиента на поверхности раздела фаз, и микрозаряды в пузырьке возникают по направлению к жидкой фазе [1]. Пространственное разделение зарядов вблизи поверхности раздела фаз рассматривается как образование двойного электрического (ионного) слоя (рис. 2 –

схема образования ионного двойного слоя у поверхности кавитационного пузырька).

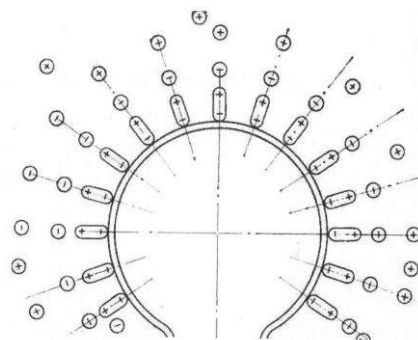


Рис. 2

Молекулы воды обладают дипольным моментом $6 \cdot 10^{-30}$ Кл·м и в поверхностном молекулярном слое ориентируются отрицательным полюсом в сторону газовой фазы. За счет этого в двойном электрическом слое из ориентированных диполей создается разность потенциалов около 260 мВ. Вследствие возникновения разности потенциалов при наличии в жидкости электролитов, способных диссоциировать с образованием ионов обоих знаков ($H_2O_2 \Rightarrow H^+ + HO_2^-$), вокруг дипольной обкладки происходит адсорбция преимущественно отрицательных ионов (HO_2^-), локальная концентрация которых на поверхности пузырька увеличена по сравнению с их концентрацией в объеме жидкости.

В процессе проведения описанного выше опыта наблюдается повышение температуры пероксидного раствора при увеличении мощности ультразвуковых колебаний от 1 до 5 кВт. Изменение температуры пероксидного раствора при воздействии ультразвука различной мощности в течение 40 мин представлено на рис. 3, где кривые 1, 2, 3, 4, 5 соответствуют мощности ультразвука 1, 2, 3, 4, 5 кВт.

Оценка полученных результатов показывает, что ультразвуковое воздействие приводит к быстрому повышению температуры раствора пероксида водорода в первые минуты озвучивания, а затем ее нарастание замедляется вследствие наступления равновесия между количеством подводимой энергии и количеством энергии, отдаваемой в окружающую среду.

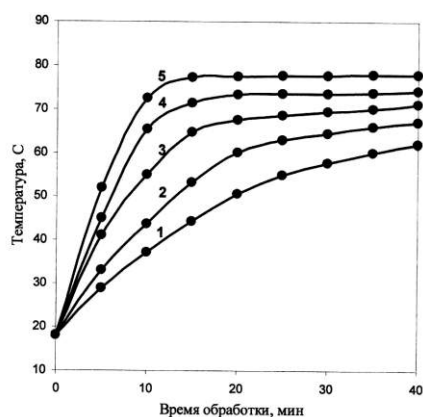


Рис. 3

Скорость повышения температуры пероксидного раствора возрастает с увеличением мощности ультразвуковых колебаний и температура достигает 67...78°C за 15 мин ультразвукового воздействия при мощности ультразвука 3...5 кВт. Обобщая литературные и экспериментальные данные, можно сделать вывод, что нагрев раствора в поле ультразвуковых волн происходит вследствие поглощения акустической энергии, которая частично трансформируется в тепловую [2].

Температура и скорость ее изменения оказывают большое влияние на кавитационные процессы. Для выявления температуры раствора, при которой кавитация оказывает максимальный эффект, озвучивали раствор глицерина с концентрацией 0,68М в ОДН растворе едкого натра.

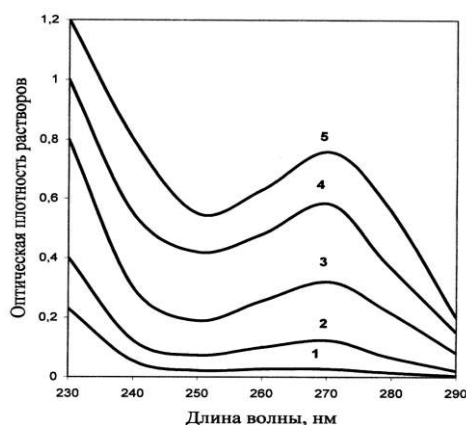


Рис. 4

На рис. 4 представлены ультрафиолетовые спектры растворов глицерина, озвучивания при различных температурах.

Озвучивание осуществляли на установке УЗВ- 28/200МП с интенсивностью ультразвукового воздействия 3 кВт/см² в течение 10 мин, при температурах 20, 40, 60, 80°C (кривые 2,3,4,5, кривая 1 – до озвучивания). В щелочной среде под действием ультразвуковых волн растворимые в воде многоатомные спирты подвергаются процессу окисления в поле ультразвуковых волн с образованием альдегидов, которые энолизируются в щелочной среде. Озвученные альдегиды в энольной форме приобретают способность давать полосу поглощения в ультрафиолетовом спектре с максимумом при длине волне 270 нм и легко регистрируются спектрофотометрически [3]. Анализируя спектральные кривые, можно сделать вывод, что максимальное окисление глицерина в поле ультразвуковых волн происходит при температуре 60°C. Это свидетельствует о наиболее эффективном протекании кавитационных процессов при данной температуре.

В Ы В О Д Ы

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальная скорость разложения пероксида водорода в процессе беления при ультразвуковом воздействии наблюдается при мощности ультразвука 3 кВт, времени воздействия 15...20 мин и температуре раствора 60°C.

ЛИТЕРАТУРА

1. Френкель Я.И. Об электрических явлениях, связанных с кавитацией, обусловленной ультразвуковыми колебаниями в жидкости // Журнал физической химии. – 1940. Т. 14, № 3. С. 305...308.
2. Шибашов А.В., Шибашова С.Ю. Изучение влияния ультразвукового поля на окислительно-восстановительный потенциал пероксида водорода // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2007. Т. 12, вып.50. С. 67...70.
3. Физика и техника мощного ультразвука. Экспериментальное исследование ультразвуковой кавитации. – В 3-х частях. Ч. 2. Мощные ультразвуковые поля / М.Г. Сиртюк; под.ред. Л.Д. Розенберга. – М.: Наука, 1968.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 01.09.11.