

УДК 677.027

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОТОАКТИВАЦИИ ПРОЦЕССА БЕЛЕНИЯ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЕЙ

Э.А.КОЛОМЕЙЦЕВА, В.С.ПОБЕДИНСКИЙ

(Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

В современных условиях в силу ряда экономических обстоятельств все большую актуальность для российской текстильной промышленности приобретает производство льносодержащих текстильных материалов, базирующееся на отечественной сырьевой базе.

Процесс беления тканей, содержащих льноволокно, особенно длителен, трудоемок и экологически опасен, поскольку основан на использовании хлорсодержащих окислителей. Для полульняных тканей, включающих в свой состав кроме льняного хлопковое волокно, проблема

белиения осложняется еще и необходимостью удаления "галочки" и придания высокой гидрофильности хлопковому волокну.

В связи с этим актуальным является создание новых экологически чистых процессов беления льносодержащих тканей, которые позволили бы сократить длительность обработки и при этом получить высокие качественные показатели беления наряду с улучшенными потребительскими свойствами тканей.

В качестве интенсифицирующего фактора процесса беления применяли метод

фотохимической активации, успешно апробированный ранее [1, 2]. В настоящем исследовании обосновывается новый подход к использованию УФ-излучения в целях беления тканей, заключающийся в совместном использовании небольших доз окислителей и УФ-облучения.

Ускорение процесса беления в условиях совместного воздействия на волокно УФ-света и белящего состава, содержащего окислитель, в частности, пероксид водорода, основано на том, что УФ-свет оказывает активирующее воздействие на процесс разрушения окислителя с образованием свободных радикалов, которые в свою очередь являются более мощными окислителями. В присутствии УФ пероксид водорода дает пероксидный радикал $\cdot\text{HO}$, который имеет окислительный потенциал 2,87 В, а пероксид водорода 1,77 В [3]. В результате при совместном действии УФ-света с окислителями усиливается разрушение окрашенных примесей волокна и, как следствие, значительно повышается скорость беления текстильных материалов.

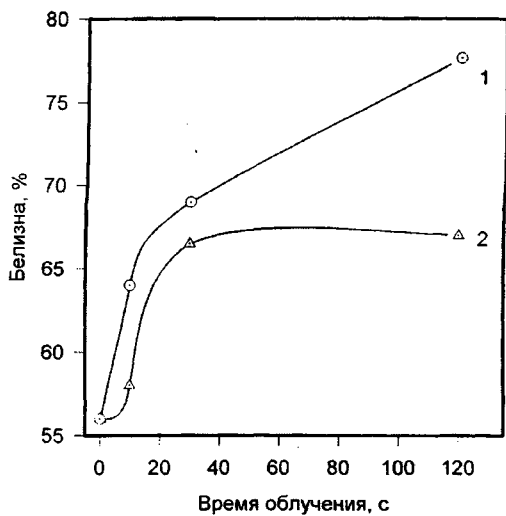


Рис. 1

Иллюстрацией вышесказанному служит рис.1, где приведено сравнение эффективности влияния спектрального состава источника света на белиние суровой льняной ткани арт. 933 при использовании дуговой ртутной лампы (1) среднего давления ДРТ-400 с максимумом излучения в УФ-области при длине волны 253,6 нм и

галогенной лампы (2), излучающей свет только в видимой части спектра. Следует отметить, что в качестве белящего раствора использовался стандартный для беления хлопка щелочно-перекисный состав с содержанием H_2O_2 в концентрации 5...7 г/л.

Из рис.1 видно, что присутствие УФ-составляющей в спектре излучения обуславливает значительное ускорение процесса беления ткани. Так при продолжительности обработки более 30 с различие в степени белизны начинает заметно возрастать и составляет более 10 %. Степень белизны за время облучения 120 с достигает уровня 78 %, что можно считать хорошим результатом, поскольку белиению подвергалась суровая льняная ткань.

Таким образом, метод фотоактивации позволяет осуществлять процесс беления льняных тканей с использованием пероксида водорода, то есть исключить использование экологически вредных хлорсодержащих окислителей.

Ранее в [2] было показано, что важной особенностью беления с использованием УФ-облучения ткани является организация процесса обработки ткани несколькими циклами, каждый из которых включает пропитку ткани белящим составом и кратковременное (несколько десятков секунд) УФ-облучение.

Отмеченное заставляет по новому взглянуть на проблему устойчивости пероксида водорода в процессе беления ткани. Так если в стандартных запарных способах беления (с длительностью 30...60 мин) важным было обеспечение как можно более высокой устойчивости пероксида водорода в течение всего процесса беления за счет применения стабилизаторов, то в условиях фотохимического способа стоит противоположная задача – создать условия для быстрого разложения пероксида с тем, чтобы образовать в отбеливающем составе более мощные окислительные соединения, которые позволили бы за короткое время обработки эффективно разрушить окрашенные примеси.

Однако в этом случае особенно важен вопрос выбора активаторов и стабилизаторов, направляющих процесс по оптималь-

ному пути, позволяющему получить высокую степень белизны ткани и при этом предохранить структуру целлюлозного полимера от деструкции. Нами была предпринята попытка повысить эффективность процесса обесцвечивания окрашенных примесей волокна при минимальном повреждении волокнообразующего полимера за счет использования оптимального соотношения активаторов и вспомогательных веществ в белящем растворе.

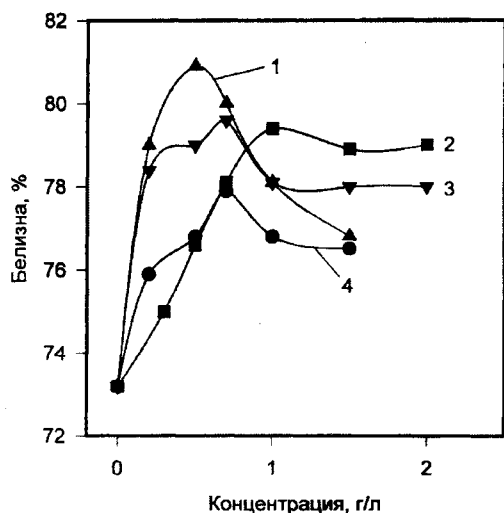


Рис. 2

В качестве фотоактиваторов апробирован ряд химических реагентов неорганической и органической природы. Влияние введения наиболее эффективных из них на степень белизны льняной ткани показано на рис.2 (где 1 – бензол; 2 – мочевины; 3 – этиленгликоль; 4 – глицерин), из которого следует, что максимальная активность интенсификаторов наблюдается в области концентраций 0,5...1 г/л. Из данных графика видно, что наилучший эффект достигнут при использовании бензола (1). Поскольку данное соединение может отрицательно повлиять на экологическую чистоту процесса белизны при окончательном выборе активатора, выбирали вещества, позволяющие добиться высоких показателей качества – степени белизны, гидрофильности, сохранности целлюлозы, а также экологической безопасности. С этих позиций наиболее приемлема оказалась мочевины (2), традиционно используемая в каче-

стве ТВВ в процессах белизны хлопчатобумажных тканей.

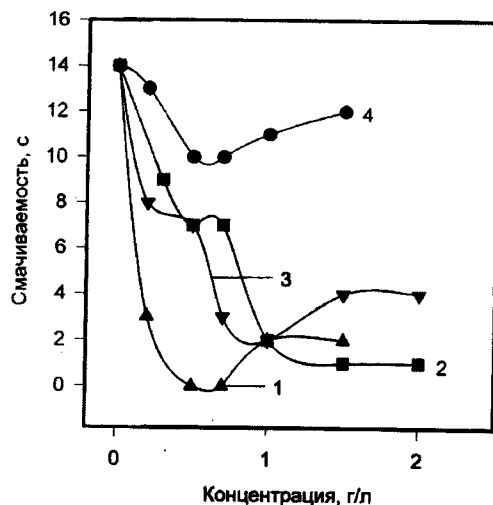


Рис. 3

С помощью рис.3 (обозначения аналогичны рис.2) продемонстрировано влияние активаторов на придание льняной ткани арт. 933 гидрофильных свойств в условиях фотохимического способа белизны. Присутствие мочевины в отбеливающем составе обеспечивает улучшение смачиваемости льняной ткани до высокого уровня. Из сравнения данных, представленных на рис.2 и 3, также четко прослеживается корреляция эффективности действия активаторов по приданию ткани белизны и гидрофильности.

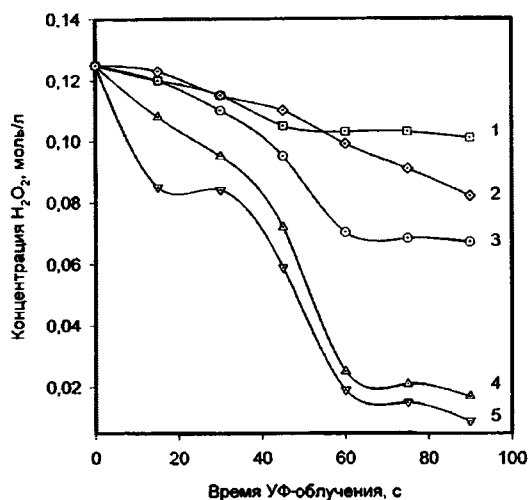


Рис. 4

С целью изучения механизма активирующего действия мочевины на фотохи-

мический процесс беления исследовали кинетику разложения пероксида водорода в различных условиях. На рис.4 (1 – щелочной раствор без УФ) приведены кривые изменения концентрации пероксида при УФ-облучении щелочно-перекисного раствора (2), раствора пероксида в нейтральной среде (3), щелочно-перекисного раствора в присутствии мочевины (4). Для сравнения приведена кинетика разложения H_2O_2 в присутствии щелочи, но без УФ (1).

Сравнение представленных данных позволяет сделать следующие выводы. Во всех рассматриваемых случаях воздействие УФ-излучения приводит к ускорению разложения пероксида. Введение мочевины в перекисный раствор обеспечивает наиболее высокую скорость разложения H_2O_2 . Как показано выше, разложение пероксида водорода под воздействием УФ сопровождается образованием радикалов, обладающих большей окислительной способностью. Следовательно, активация разложения H_2O_2 мочевиной приводит к более быстрому накоплению пероксидных радикалов в отбеливающем растворе, что и объясняет ее ускоряющее действие на процесс беления в условиях фотохимического способа.

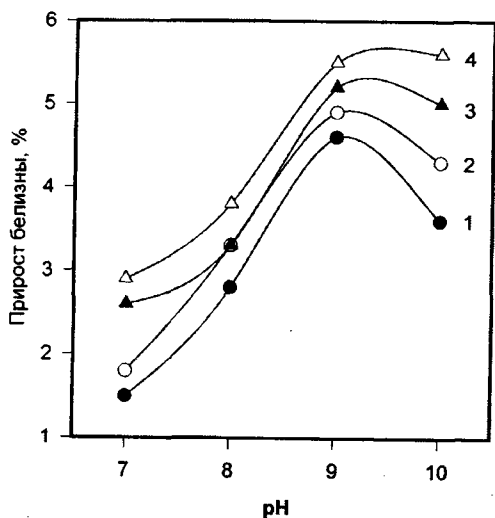


Рис. 5

Как показали исследования, в условиях фотохимического способа беления для достижения наилучших результатов важным является выбор оптимальных параметров процесса пропитки тканей отбели-

вающим составом и рационального содержания в нем щелочи. Данные, представленные на рис.5 (где 1, 2 – температура пропитки 45°C; 3, 4 – температура 65°C; 1, 3 – время УФ-облучения 15 с; 2, 4 – время 30 с), позволяют оценить влияние температуры пропитки и pH среды на прирост степени белизны ткани при различном времени облучения льняной ткани. Увеличение температуры раствора положительно сказывается на результатах беления. Оптимальное значение pH среды составляет 9, что позволяет применять невысокую концентрацию щелочи в растворе.

Из рис.5 также следует, что за один цикл обработки при длительности УФ-облучения 15...30 с прирост степени белизны льняной ткани составляет порядка 5 %. Это позволяет за 3...4 цикла обработки при общей длительности процесса 1...2 мин получить достаточно высокую степень белизны при сохранении механической прочности ткани в допустимых пределах.

Кроме достижения белизны при белении льняных тканей важны деструкция и обесцвечивание лигниносодержащих примесей. Проведенные исследования показали, что при определенных условиях лигнин подвергается достаточно эффективно фотоокислению при воздействии УФ-излучения. Для оценки влияния УФ-света на удаление лигнина определили его содержание в льносодержащих тканях до и после беления с фотоактивацией.

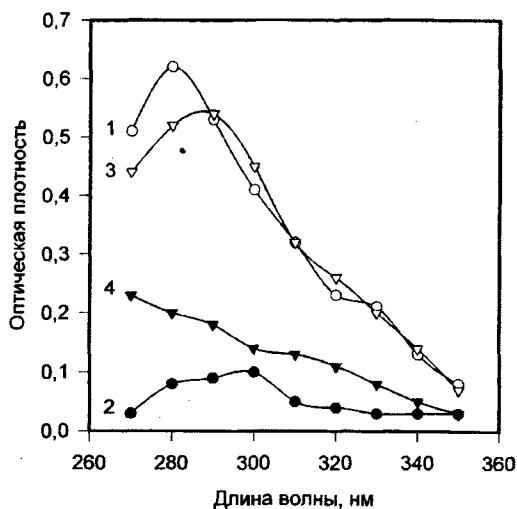


Рис. 6

На рис.6, где 1, 2 – льняная ткань арт. 933; 3,4 – полульняная ткань арт. 932, приведены УФ-спектры диоксановых экстрактов лигнина льносодержащих отбеленных (1, 3) и суровых (2, 4) тканей. Как известно, полоса, характерная для лигнина, регистрируется в области 275...290 нм. Представленные данные свидетельствуют о фрагментации лигнина, разрушении хромофорных группировок, так как полоса поглощения, характерная для ароматической структуры лигнина, практически исчезает, что свидетельствует о процессах окисления и удаления лигниновой компоненты из ткани.

ВЫВОДЫ

Получены экспериментальные результаты, создающие основу для разработки экологически чистого ускоренного фотохимического способа беления льносодержащих тканей, позволяющего значительно

сократить длительность трудоемкого многостадийного процесса беления льняных тканей за счет исключения из технологического цикла экологически вредной стадии обработки тканей хлорсодержащими окислителями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование ультрафиолетового излучения для беления хлопчатобумажных тканей / Голованов А. А. и др. // Разработка ресурсосберегающих и малоотходных технологий отделки текстильных материалов. Херсонский индустриальный ин-т. – М., 1990. С. 15...19.
2. Колемейцева Э. А., Побединский В. С. // Текстильная химия. – 1997, № 2. С. 64...68.
3. Шамб В., Сеттерфильд Ч., Вентвортс Р. Пероксид водорода. – М.: Изд-во Иностран. лит-ры, 1958.
4. Потапченко Н. Г., Савлук О. С. // Химия и технология воды. – 1991, № 12. С. 1117...1129.

Рекомендована заседанием ученого совета. Поступила 10.10.02.