

## ПОДГОТОВКА РОВНИЦЫ К ПРЯДЕНИЮ В РЕАКТОРЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДЫ

### PREPARATION OF ROVINGS TO SPINNING IN THE REACTOR FOR ELECTROCHEMICAL ACTIVATION OF WATER

*П.Н. РУДОВСКИЙ, А.П. СОРКИН, С.Г. СМЕРНОВА*  
*P.N. RUDOVSKIY, A.P. SORKIN, S.G. SMIRNOVA*

(Костромской государственный технологический университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: pavel\_rudovsky@mail.ru

*Обоснован процесс обработки ровницы электрохимически активированным раствором в процессе ее формирования, позволяющий существенно снизить энергозатраты на подготовку льняной ровницы к прядению, по сравнению с существующими методами, и уменьшить количество отходов химического производства, подлежащих утилизации.*

*Justified process rovings electrochemically activated solution in the process of its formation, allowing essentially to reduce the energy consumption for the preparation of linen rovings to spinning, compared with existing methods, and reduce the amount of chemical production waste to be recycling.*

**Ключевые слова:** электрохимически активированный раствор, льняная ровница, прядение.

**Keywords:** electrochemically activated solution, flax roving, spinning.

Известно, что в лубе льняные волокна залегают в виде комплексов (пучков), скрепленных срединными пластинами. Таких комплексов в каждом стебле может содержаться до 20...25, а каждый комплекс состоит из 15...30 элементарных волокон [1].

На всех этапах подготовки льна к прядению стоит задача извлечения из луба комплексов без распадаения их на элементарные волокна, поскольку именно пучки-комплексы используются в прядении.

Для обеспечения стабильного протекания процесса вытягивания ровницы необходимо провести разрушение связей между пектиновыми веществами и целлюлозой в срединных пластинках между техническими волокнами, то есть произвести их разделение, не разрушая их по длине.

Для разрушения лубяных комплексов требуется значительно уменьшить водородные связи между пектиновыми ве-

ществами и макромолекулами целлюлозы, расположенными в пограничном слое между адгезивом (пектиновыми веществами) и субстратом (микрофибриллами целлюлозы, находящимися на поверхности технических волокон).

При рассмотрении клеточной и молекулярной структуры лубяных волокон с точки зрения фибриллярного строения основного компонента клеточных стенок целлюлозы считается, что в межфибрилярном пространстве образуется лигнин, который требует оптимальной деструкции.

Научные исследования в области разработки текстильных материалов показывают, что молекулы воды и ее растворы при определенных условиях оказывают довольно сложное влияние на технологические процессы переработки льняного сырья.

Из анализа патентной литературы следует перспективность использования метода электрохимической активации воды и ее растворов в новых технологиях переработки текстильных материалов.

Электрохимическая активация воды [2] заключается в когерентных процессах преобразования внешних физических полей в ион-радикальные формы соединений кислорода и водорода, (состояние воды в виде комплексов) которые образуют активированные системы, имеющие свободные радикалы, обладающие специфичными свойствами.

Сущность явления электрохимической активации состоит в том [3], что обычная вода в результате анодной или катодной (униполярной) обработки в диафрагменном электрохимическом реакторе переходит в метастабильное состояние, характеризующееся аномальной физико-химической активностью, которая постепенно убывает во времени (релаксирует). Именно в период релаксации электрохимической активации (ЭХА) исходная вода проявляет свои главные физико-химические свойства при получении оксидантов.

ЭХА позволяет без применения химических реагентов направленно изменять в очень широких пределах кислотно-основные, окислительно-восстановительные и каталитические свойства обычной воды и использовать такие метастабильные жидкости вместо традиционных растворов химических реагентов в различных технологических процессах с целью экономии затрат труда, времени и дорогостоящих материалов и реактивов.

Применение ЭХА растворов для интенсификации процессов первичной обработки лубоволокнистых материалов изложено в [4], [5].

Основными процессами при униполярной электрохимической анодной обработке воды являются электролитическое, а также гетерофазное и жидкофазное электролитическое окисление воды и содержащихся в ней веществ.

В анодной камере реактора вода в течение долей секунды насыщается высокоактивированными окислителями:  $\text{HClO}$ ,

$\text{ClO}_2$ ,  $\text{ClO}_2^-$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{O}_2^{*-}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{OH}^\cdot$ ,  $\text{HO}_2^\cdot$ , концентрация которых может изменяться до 10 мг/л.

При катодной обработке вода также в течение долей секунды насыщается высокоактивными восстановителями:  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HO}_2^-$ ,  $\text{O}_2^{*-}$ .

Аномально высокое значение окислительно-восстановительного потенциала воды непосредственно в анодной камере (свыше +2000 мВ) и метастабильные соединения активного хлора и активного кислорода, участвующие в реакциях, исключают образование токсичных хлорорганических соединений.

Анодная униполярная электрохимическая обработка технологической воды приводит к окислительной деструкции таких органических и неорганических соединений, которые мешают эффективной первичной обработке льна.

В [6] предлагается использовать раствор католита в корыте прядильной машины с целью интенсификации процесса разрушения лигнина в ровнице. Это позволяет снизить интенсивность предшествующей процессу прядения химической обработки ровницы, снизить энергозатраты и уменьшить количество отходов химического производства, подлежащих утилизации. Однако полностью исключить этот процесс не удастся [7...9].

В [3] отмечается, что в результате электрохимической обработки вода внутри реактора переходит в метастабильное состояние, характеризующееся аномальной физико-химической активностью, которая постепенно убывает во времени (релаксирует). Процесс релаксации протекает по закону [10]:

$$X_i(t) - \bar{X}_i = (X_i - \bar{X}_i)_{t=0} e^{-t/\tau_i}, \quad (1)$$

где  $X_i$  – параметр, описывающий состояние системы;  $\bar{X}_i$  – равновесное значение параметра;  $\tau_i$  – время релаксации.

Из выражения следует, что наибольшей активностью раствор обладает в момент его формирования, после чего активность быстро снижается, за время  $t=\tau_i$  в е раз. После этого процесс снижения активности

раствора существенно замедляется. Заполнение корыта прядильной машины раствором, приготовленным накануне, и использование его в течение нескольких дней, приводит к тому, что он с самого начала обладает малой активностью. Этим, по-видимому, объясняется малая эффективность его применения для расщепления лигнина в льняной ровнице.

В [11] предложено запатентованное решение, которое позволяет существенно сократить время от момента электрохимической активации раствора до его использования.

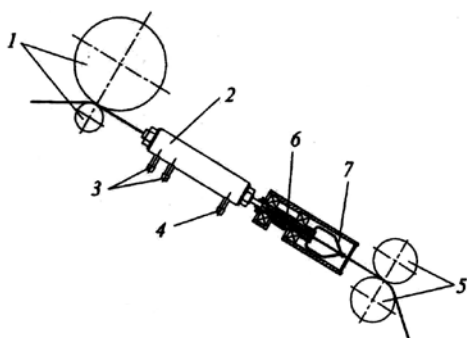


Рис. 1

Указанная цель достигается тем, что ровница формируется путем увлажнения мычки электрохимически активированным раствором, причем процессы электрохимической активации раствора и формирования ровницы совмещены и производятся в одном устройстве. Технологическая схема устройства представлена на рис. 1.

Процесс формирования ровницы и подготовки ее к прядению происходит следующим образом. Мычка, сформированная в вытяжном приборе ровничной машины с линейной плотностью от 0,25 до 2,0 ктекс, выходит из вытяжной пары 1 вытяжного прибора, проходит через отверстие в центральном электроде электрохимического реактора 2, где подвергается обработке электрохимически активированным раствором (анолитом или католитом), который получается при разложении слабонерализованной воды, подаваемой в реактор через штуцеры 3. При этом происходит разрушение лигнина в срединных пластинках технических волокон и ослабление связей между элементарными волок-

нами, что обеспечивает в дальнейшем стабильное протекание процесса вытягивания полученной ровницы в вытяжном приборе прядильной машины. Не используемый для обработки раствор католит или анолит соответственно отводится через штуцер 4. Движение продукта через реактор обеспечивается за счет подачи его в зону обработки вытяжной парой 1 и вывода из зоны обработки тянульной парой 5. Для упрочнения мычки в зоне обработки установлен вьюрок 6, вращающийся вокруг своей оси. Он зажимает мычку подпружиненными губками 7 и сообщает ей ложную крутку. В результате действия на льняную мычку электрохимически активированного раствора и упрочнения ее в зоне обработки ложной круткой происходит формирование ровницы, пригодной для переработки в пряжу на машинах мокрого прядения льна без предварительной химической обработки.

На рис. 2 показана конструктивная схема реактора для получения электрохимически активированного раствора и обработки в нем льняной ровницы.

Он состоит из двух коаксиально расположенных электродов, внутреннего 1 и наружного 2. Электроды располагаются наклонно, таким образом, чтобы их ось совпала с осью обрабатываемой ровницы.

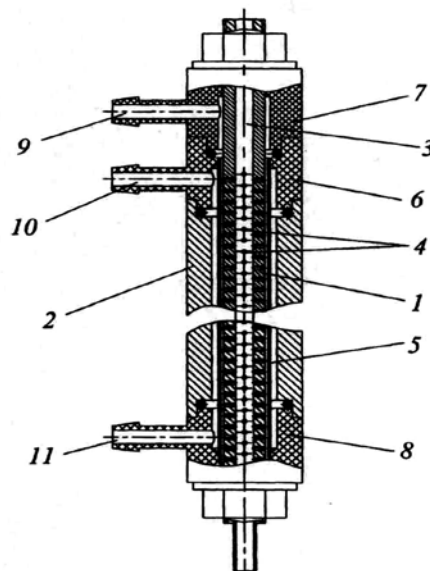


Рис. 2

Внутренний электрод представляет собой трубку с центральным каналом 3. В

## ВЫВОДЫ

средней части электрод 1 имеет перфорации 4, соединяющие центральный канал с межэлектродным пространством. Между электродами 1 и 2 находится диафрагма 5, разделяющая межэлектродное пространство на две камеры – анодную и катодную. Полость камер герметизирована втулками 6, 7 и 8, изготовленными из изоляционного материала. Штуцеры 9 и 10 предназначены для подачи в реактор исходного раствора NaCl. Штуцер 11 предназначен для слива раствора, не используемого для обработки ровницы. Устройство работает следующим образом. К электродам 1 и 2 подводится постоянный ток, полярность которого выбирается в зависимости от того, каким раствором должна осуществляться обработка ровницы. При подключении отрицательного полюса к внутреннему электроду для обработки будет использоваться анолит, а при подключении положительного полюса – католит. Через штуцеры 9 и 10 в полость реактора подается 5%-ный раствор NaCl, который под действием электрического тока разлагается на анолит и католит. Раствор, используемый для обработки ровницы, вытекает из межэлектродного пространства в канал 3, через который движется волокнистая мычка. В этом канале происходит пропитка ее соответствующим раствором, и начинается разрушение лигнина, содержащегося в волокне.

Раствор, не используемый для обработки ровницы, стекает через штуцер 11. Раствор смачивает мычку, при этом за счет сил поверхностного натяжения жидкости возникают силы, прижимающие волокна друг к другу. Это приводит к тому, что сформированный таким образом продукт – ровница, имеет прочность, достаточную для его наматывания на катушку. Одновременно с формированием ровницы начинается расщепление комплексов, содержащихся в техническом волокне, на элементарные волокна, причем ослабление связей между волокнами продолжается в ровнице, намотанной на катушку, что обеспечивает стабильный процесс вытягивания ровницы в вытяжном приборе прядильной машины.

Предложен вариант реализации процесса обработки ровницы электрохимически активированным раствором в процессе ее формирования, что может существенно снизить энергозатраты на химическую обработку ровницы, по сравнению с существующими методами, и уменьшить количество отходов химического производства, подлежащих утилизации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Кричевский Г.Б., Никитков В.А.* Теория и практика подготовки текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
2. *Бахир В.М., Вторенко В.И., Задорожный Ю.Г., Леонов Б.И., Паничева С.А., Прилуцкий В.И.* Некоторые аспекты получения и применения электрохимически активированного раствора – анолита АНК // Третий международный симпозиум: Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности. – М.: Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники, 28-29 октября, 2001.
3. *Бахир В.М., Задорожный Ю.Г., Битюцков О.П., Измайлов М.Г.* Установки СТЭЛ: общие сведения, основные правила эксплуатации и технического обслуживания // Третий международный симпозиум: Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности. – М.: Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники, 28-29 октября, 2001.
4. Патент № 2139374 РФ МПК D01C 1/02 Способ подготовки лубоволокнистого материала / Петров В.Л., Алексов Н.В., опублик. 10.10.1999.
5. Патент № 61719 РФ МПК D01C 1/02. Поточная линия ускорения физико-химической обработки содержащего луб волокнистого материала / Петров В.Л., Алексов Н.В., опублик. 10.10.1999.
6. Патент РФ №2404300. Способ формирования и подготовки льняной ровницы к прядению / Рудовский П.Н., Петров В.Л., Гаврилова А.Б., Соркин А.П., Алексов Н.В., Красильщик Э.Г., Филлипок А.Н., опублик. 20.11.2010 Бюл. №32
7. *Смирнова С.Г., Соркин А.П.* Анализ влияния на прочность некрученной ровницы электрохимически активированного водного раствора // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №4С. С.56...58.
8. *Смирнова С.Г., Соркин А.П.* Исследование качественных показателей пряжи, полученной из ровницы разной структуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №4С. С. 56...58.
9. *Смирнова С.Г., Соркин А.П., Рудовский П.Н. и др.* Экспериментальная проверка влияния

обработки трепаного льна католитом на качественные параметры прочеса // Вестник КГТУ. – 2008, №17. С. 18...21.

10. Физика: Энциклопедия / Под. ред. Ю.В. Прохорова. – М.: Большая российская энциклопедия, 2003.

11. Патент РФ на изобретение №2467103. Способ формирования и подготовки некрученой льняной ровницы к прядению и устройство для его осуществления / Рудовский П.Н., Соркин А.П.,

Смирнова С.Г., Гаврилова А.Б., опубл. 20.11.12, Бюл. №32.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 07.06.13.

---