

**ВЛИЯНИЕ РЕЛАКСАЦИИ СВОЙСТВ ЭХА-РАСТВОРОВ
НА ВЫБОР РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ
ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЕЕ К ПРЯДЕНИЮ***

**EFFECTS OF RELAXATION PROPERTIES ECA SOLUTIONS CHOICE
OF LINEN PROCESSING MODE
WHILE PREPARING ITS ROVING FOR SPINNING**

П.Н. РУДОВСКИЙ, Ю.А. СОБАШКО, С.Г. СМЕРНОВА
P.N. RUDOVSKY, YU.A. SOBASHKO, S.G. SMIRNOVA

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: pavel_rudovsky@mail.ru

В статье приводятся результаты контроля изменения основных параметров ЭХА-растворов, полученных с использованием некоторых солей для создания минерализации воды, поступающей в реактор. На основе полученных данных выработаны рекомендации по выбору режимов обработки льняной ровницы в ЭХА-растворах при подготовке ее к прядению. Показано влияние обработки на мацерационную способность ровницы и потерю массы.

The paper presents the results of monitoring changes in the main parameters of ECA solutions obtained using some salts to create mineralization of water entering the reactor. Based on these results recommendations on the choice of modes of processing flax roving in ECA solutions in preparing it for spinning. The effect of treatment on the ability maceratsionnuyu rovings and weight loss.

Ключевые слова: льняная ровница, прядение, мацерационная способность, релаксация ЭХА-растворов.

Keywords: linen roving, spinning, macerate ability, relaxation ECA solutions.

Как показали эксперименты, описанные в [1], [4], [8], [12...16], обработка льняной ровницы в католите позволяет разрушать инкрусты и повышать мацерационную способность волокна. На этом эффекте основан ряд способов подготовки

льняной ровницы к прядению [2], [3], [9...11]. Разработанные в настоящее время математические модели прочности ровницы построены без учета влияния химических обработок [5...7]. Поэтому исследования влияния обработки ровницы в ЭХА-

* Работа выполнена в рамках госзадания на выполнение научных исследований на 2014 год, тема № 115.

растворах проводятся экспериментальными методами. Следует отметить, что ЭХА-растворы, к которым относится водный католит, являются неравновесными и их свойства с течением времени релаксируют. Этот процесс необходимо учитывать при выборе режимов обработки. Тот факт, что в [13], [15], [16] не выявлено изменения мацерационной способности ровницы после получасовой обработки в католите, объясняется, по-видимому, тем, что при обработке образцов не был обеспечен постоянный приток свежего раствора в слой обрабатываемого материала.

Для уточнения режимов обработки льняной ровницы в католите при ее подготовке к прядению проводились эксперименты, целью которых было выявление зависимости свойств ЭХА-растворов от времени их хранения до начала обработки. Получение ЭХА-растворов осуществлялось в проточном электролизере СТЭЛ-120-А, в состав которого входят 12 параллельно соединенных элементов ПЭМ-3 [17]. Для обеспечения электропроводности подаваемой в электролизер воды ей сообщается слабая минерализация, до 2000 ppm, создаваемая путем добавления небольшого количества раствора соли. Подача такого раствора осуществляется с помощью инъекционного насоса, расход которого контролируется регулируемым шиббером. Количество подаваемого раствора контролируется по току, протекаемому через электролизер в установившемся режиме. В ходе эксперимента ток устанавливался на уровне 5 А.

Состав раствора, используемого для создания необходимого уровня минерализации, также влияет на свойства самого ЭХА-раствора. В эксперименте использовались растворы трех солей NaCl, Na₂CO₃ и NaHCO₃. В процессе эксперимента контролировались водородный показатель pH и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) растворов в течение 50 часов после их приготовления, а также общая минерализация растворов, которая не изменяется с течением времени. Для контроля указанных параметров использовался прибор РНТ-028 производства КНР, позволяющий контролировать следующие параметры:

- водородный показатель pH в диапазоне 0 – 14 с разрешением 0,01;
- окислительно-восстановительный потенциал в диапазоне от -1999 до +1999 мВ с разрешением 1 мВ;
- общую минерализацию в диапазоне от 10 до 19990 ppm с разрешением 10 ppm.

Известно, что процессы релаксации протекают по экспоненциальным законам. Поэтому в начальный период, когда ожидалось наиболее интенсивное изменение параметров, измерение проводили через каждый час, а по прошествии 10 часов измерения проводили реже: в среднем через 3-4 часа. Для каждого из трех вариантов солей, используемых для создания минерализации, эксперимент проводили трижды, с перерывом в несколько суток.

Результаты контроля общей минерализации ЭХА-растворов приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

| Раствор | NaCl | Na ₂ CO ₃ | NaHCO ₃ |
|---------|------|---------------------------------|--------------------|
| Анолит | 2170 | 1070 | 390 |
| Католит | 630 | 1170 | 90 |

Как видно из табл. 1, общая минерализация растворов соответствует уровню "слабоминерализованные". Такие растворы после обработки ровницы могут сливаться в открытые водоемы без дополнительной обработки, не нанося вреда экологии.

Результаты измерений усреднялись и обрабатывались с целью получения ре-

грессионных моделей. Зависимости параметров растворов от времени t (ч) приведены на графиках рис.1 (изменение параметров ЭХА-растворов со временем: 1, 2, 3 – анолит; 4, 5, 6 – католит; 1, 6 – NaCl; 2, 5 – Na₂CO₃; 3, 4 – NaHCO₃).

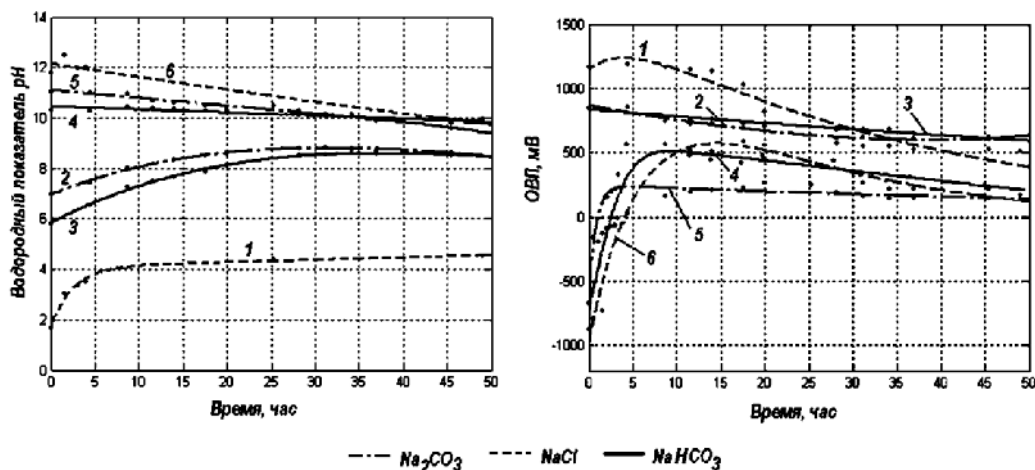


Рис. 1

Из графиков видно, что растворы, образующиеся на катоде, – католиты обладают выраженными щелочными свойствами. Их релаксация протекает довольно медленно, и в течение суток после приготовления их можно использовать для обработки ровницы.

Реакция растворов, образующихся на аноде, в значительной степени зависит от состава раствора, добавляемого в воду для обеспечения требуемой проводимости. При добавлении нейтрального раствора NaCl образуется кислый анолит, рН которого быстро, в течение 5 часов, релаксирует с 1,8 до 4. Использование такого раствора для обработки льняной ровницы нежелательно, так как в кислом растворе целлюлоза волокна подвергается деструкции, что приводит к снижению качества волокна.

ЭХА-растворы, полученные с помощью Na₂CO₃ и NaHCO₃, имеющих щелочную реакцию, обладают практически нейтральным водородным показателем рН=6...7. Их щелочность со временем возрастает.

В момент образования анолиты имеют отрицательный ОВП, что определяет их отбеливающие свойства. ОВП релаксирует очень быстро и через два - три часа повышается до нуля. Раствор должен быть использован в течение получаса после его приготовления.

Все экспериментальные данные, приведенные на графиках рис.1, интерполировались экспоненциальными зависимостями. Значения коэффициентов регрессионных моделей релаксации ЭХА-растворов приведены в табл. 2. Все модели, кроме приведенной в строке 8, имеют вид:

$$f(t) = a \exp(bt) + c \exp(dt). \quad (1)$$

Модель для ОВП католита, полученного на основе Na₂CO₃, описывается более сложной зависимостью:

$$f(t) = a_1 \exp\left[-\left(\frac{t-b_1}{c_1}\right)^2\right] + a_2 \exp\left[-\left(\frac{t-b_2}{c_2}\right)^2\right]. \quad (2)$$

Таблица 2

| № | Раствор | ЭХА-раствор | Параметр | Коэффициенты модели | | | | СКО |
|-----|---------------------------------|-------------|----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------|---------|
| | | | | a | b | c | d | |
| 1. | NaCl | анолит | рН | 4,091 | 0,002177 | 2,309 | 0,3969 | 0,36 |
| 2. | | | ОВП | 1586 | -0,02815 | -436,6 | -0,2175 | 82,13 |
| 3. | | католит | рН | 12,15 | -0,00444 | 0 | 0 | 1,195 |
| 4. | | | ОВП | 1997 | -0,05572 | -2968 | -0,1535 | 116,4 |
| 5. | NaHCO ₃ | анолит | рН | 26,58 | -0,01184 | -20,73 | -0,02396 | 0,06957 |
| 6. | | | ОВП | 840,1 | -0,01709 | 28,45 | 0,04541 | 19,24 |
| 7. | | католит | рН | 10,46 | -0,001205 | 0 | 0 | 0,09309 |
| 8. | | | ОВП | 250,6 | -0,01183 | 904,2 | -1,276 | 43,94 |
| 9. | Na ₂ CO ₃ | анолит | рН | 23,96 | -0,01162 | -17 | -17 | 0,05761 |
| 10. | | | ОВП | 836,8 | -0,006928 | 0 | 0 | 0,06928 |
| 11. | | католит | рН | -0,000786 | 0,1149 | 11,1 | -0,00285 | 0,07637 |
| 12. | | | ОВП | a ₁ /a ₂ | b ₁ /b ₂ | c ₁ /c ₂ | - | 139 |
| 13. | | | | -1961/609 | -3,487/-17,22 | 5,402/65,13 | - | |

Из данных табл. 2 следует, что ЭХА-растворы, полученные с использованием для создания минерализации NaCl, являются более активными и поэтому в дальнейших экспериментах использовались именно эти растворы. Следует отметить, что процессы релаксации для выбранных растворов протекают также значительно быстрее, чем у других растворов, использовавшихся в эксперименте. Поэтому обработка в католите должна начинаться не позднее чем через 15 часов после его приготовления, а обработка в анолите – не позднее трех часов. Такие сроки не являются существенным ограничением для организации технологического процесса подготовки льняной ровницы к прядению

Раствор католита, отвечающий указанным требованиям с pH=11,8, использовал-

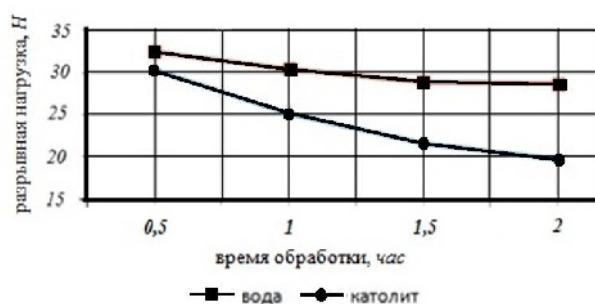


Рис. 2

Полученные средние значения разрывной нагрузки и величина потери прочности ровницы в зависимости от времени обработки католитом и водой приведены в виде графиков на рис. 2 (мацерационная способность бескруточной ровницы, обработанной в воде и католите pH=11,8). Разрывная нагрузка необработанной суровой ровницы, используемой в эксперименте, составляла 35,2 Н. Полученные в результате эксперимента значения сравнивались со значениями прочности ровницы, обработанной в условиях производства на ОАО БКЛМ-Актив (г.Кострома), которые составили 25,1 Н. Таким образом, как видно из графиков на рис. 2, используемое в условиях производства значение разрывной нагрузки достигается при обработке в ка-

толите за время обработки менее чем за 60 минут.

Другим показателем, характеризующим интенсивность химической обработки ровницы, является потеря массы. Для ее определения образцы ровницы, испытываемые на разрыв, по завершении испытаний каждого из них обрезались по зажимам, высушивались до кондиционной влажности и взвешивались. Результаты экспериментов представлены на рис. 3 (потеря массы ровницы при обработке в воде и католите pH=11,8). Потеря массы вареной ровницы при обработке по режимам, используемым на ОАО БКЛМ-Актив, составляет 12...15%.

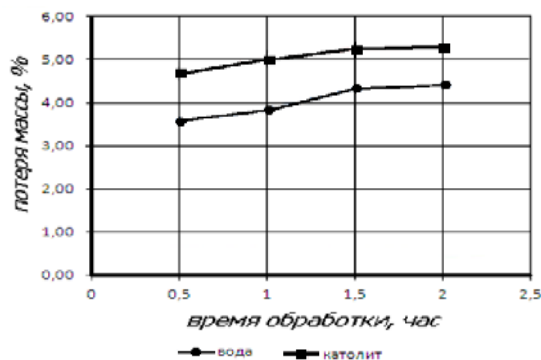


Рис. 3

Малая потеря массы в эксперименте может объясняться тем, что помешивани-

ем раствора с образцами не удается обеспечить степень циркуляции раствора через слой ровницы, соизмеримую с этим параметром на промышленном оборудовании.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее активными ЭХА-растворами из изученного ряда являются растворы, полученные при использовании NaCl для минерализации воды, подаваемой в электрохимический реактор.

2. Для указанных растворов время технологической активности составляет для анолита 15 часов и для католита 3 часа.

3. По результатам эксперимента, с целью отработки технологии подготовки ровницы к прядению, можно рекомендовать для проверки в условиях экспериментального производства режим варки ровницы в католите с $pH=11,8$ в течение часа при температуре $60^{\circ}C$ с последующей промывкой для удаления продуктов распада инкрустов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова С.Г., Соркин А.П., Рудовский П.Н. и др. // Экспериментальная проверка влияния обработки трепаного льна католитом на качественные параметры прочеса // Вестник Костромского гос. технол. ун-та. – 2008. № 17. С. 18...21.

2. Патент РФ №2467103. Способ формирования и подготовки некрученной ровницы к прядению и устройство для его осуществления / Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г., Гаврилова А.Б. Оpubл. 20.11.2012., бюл. №32.

3. Патент РФ №2404300. Способ формирования и подготовки льняной ровницы к прядению / Петров В.Л., Гаврилова А.Б., Соркин А.П., Рудовский П.Н. и др. Оpubл. 20.11.2010., бюл. № 32.

4. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г. Подготовка ровницы к прядению в реакторе для электрохимической активации воды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3. С. 51...55.

5. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г. Влияние условий формирования мокрой бескруточной ровницы на ее структуру и прочность // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 34...38.

6. Rudovsky P.N., Sorokin A.P., Smirnova S.G. // Influence of the conditions of forming a wet free from twist roving on its structure and durability // Proceed-

ings of Higher Education Institutions. Textile Industry Technology. – 2011, № 3. С. 34...38.

7. Рудовский П.Н., Смирнова С.Г. Математическая модель прочности мокрой бескруточной ровницы из льна // Деп. в ИНИОН Рос. акад. наук. № 82-B2010 17.02.2010.

8. Смирнова С.Г., Соркин А.П., Петров В.Л., Гаврилова А.Б. Анализ влияния на прочность некрученной ровницы электрохимически активированного водного раствора // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4. С.56...58.

9. Патент РФ №2227824. Способ формирования некрученной ровницы из льняного волокна / Рудовский П.Н., Ямщиков А.В. Оpubл. 27.04.2004. №12.

10. Патент РФ №49001. Устройство для формирования ровницы из льняного волокна / Рудовский П.Н., Соркин А.П., Кириллова Е.С. Оpubл. 10.11.2005. № 31.

11. Патент РФ №90444. Устройство для формирования ровницы из льняного волокна / Рудовский П.Н., Палочкин С.В., Соркин А.П., Смирнова С.Г. Оpubл. 10.01.2010. Бюл. №1.

12. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Собашко Ю.А. Использование католита при подготовке льняной ровницы к прядению // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 5. С. 40...43.

13. Рудовский П.Н. О перспективах использования электрохимически активированных растворов при подготовке льняной ровницы к прядению // Мат. IV Междунар. научн.-практ. конф.: Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки. – 2014. С. 164...168.

14. Рудовский П.Н., Букалов Г.К., Собашко Ю.А. Использование ЭХА-растворов для снижения экологической опасности технологического процесса беления и подготовки льняной ровницы к прядению // Вестник Костромского гос. технол. ун-та. – 2014, № 2 (33). С. 74...76.

15. Рудовский П.Н., Соркин А.П. Применение ЭХА-растворов для отбеливания и подготовки ровницы к прядению // Актуальные проблемы науки в развитии инновационных технологий ("ЛЕН-2014"). – Кострома: Изд-во Костромского гос. технол. ун-та, 2014. С.44...45.

16. Смирнова С.Г., Рудовский П.Н., Соркин А.П. Отбеливание и подготовка к прядению ровницы в ЭХА-растворах // Инновационные технологии развития текстильной и легкой промышленности. – М.: Экон-информ, 2014. С.36...37.

17. Паничева С.А. Новые технологии дезинфекции и стерилизации сложных изделий медицинского назначения / Под ред. проф. В.М. Бахира. – М.: Академия медико-технических наук РФ, 1998.

REFERENCES

1. Smirnova S.G., Sorokin A.P., Rudovskij P.N. i dr. // Jeksperimental'naja proverka vlijanija obrabotki trepanogo l'na katolitom na kache-stvennye parametry

prochesa // Vestnik Kostromskogo gos. tehnol. un-ta. – 2008. № 17. S. 18...21.

2. Patent RF №2467103. Sposob formirovanija i podgotovki nekruchenoj rovnicy k prjadeniju i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija / Rudovskij P.N., Sorkin A.P., Smirnova S.G., Gavrilova A.B. Opubl. 20.11.2012., bjul. №32.

3. Patent RF №2404300. Sposob formirovanija i podgotovki l'njanoy rovnicy k prjadeniju / Petrov V.L., Gavrilova A.B., Sorkin A.P., Rudovskij P.N. i dr. Opubl. 20.11.2010., bjul. № 32.

4. Rudovskij P.N., Sorkin A.P., Smirnova S.G., Podgotovka rovnicy k prjadeniju v reaktore dlja jelektrohimičeskoj aktivacii vody // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 3. S. 51...55.

5. Rudovskij P.N., Sorkin A.P., Smirnova S.G. Vlijanie uslovij formirovanija mokroj beskrutočnoj rovnicy na ee strukturu i prochnost' // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 3. S. 34...38.

6. Rudovskij P.N., Sorkin A.P., Smirnova S.G. // Influence of the conditions of forming a wet free from twist roving on its structure and durability // Proceedings of Higher Education Institutions. Textile Industry Technology. – 2011, № 3. S. 34...38.

7. Rudovskij P.N., Smirnova S.G. Matematičeskaja model' prochnosti mokroj beskrutočnoj rovnicy iz l'na // Dep. v INION Ros. akad. nauk. №82-V2010 17.02.2010.

8. Smirnova S.G., Sorkin A.P., Petrov V.L., Gavrilova A.B. Analiz vlijanija na prochnost' nekruchenoj rovnicy jelektrohimičeski aktivirovannogo vodnogo rastvora // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2008, № 4. S.56...58.

9. Patent RF №2227824. Sposob formirovanija nekruchenoj rovnicy iz l'njanogo volokna / Rudovskij P.N., Jamshhikov A.V. Opubl. 27.04.2004. №12.

10. Patent RF №49001. Ustrojstvo dlja formirovanija rovnicy iz l'njanogo volokna / Rudovskij P.N., Sorkin A.P., Kirillova E.S. Opubl. 10.11.2005. № 31.

11. Patent RF №90444. Ustrojstvo dlja formirovanija rovnicy iz l'njanogo volokna / Rudovskij P.N., Palochkin S.V., Sorkin A.P., Smirnova S.G. Opubl. 10.01.2010. Bjul. №1.

12. Rudovskij P.N., Sorkin A.P., Sobashko Ju.A. Ispol'zovanie katolita pri podgotovke l'njanoy rovnicy k prjadeniju // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 5. S. 40...43.

13. Rudovskij P.N. O perspektivah ispol'zovanija jelektrohimičeski aktivirovannyh rastvorov pri podgotovke l'njanoy rovnicy k prjadeniju // Mat. IV Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Fundamental'naja nauka i tehnologii - perspektivnye razrabotki. – 2014. S.164...168.

14. Rudovskij P.N., Bukalov G.K., Sobashko Ju.A. Ispol'zovanie JeHA-rastvorov dlja snizhenija jekologičeskoj opasnosti tehnologičeskogo processa belenija i podgotovki l'njanoy rovnicy k prjadeniju // Vestnik Kostromskogo gos. tehnol. un-ta. – 2014, № 2 (33). S. 74...76.

15. Rudovskij P.N., Sorkin A.P. Primenenie JeHA-rastvorov dlja otbelivanija i podgotovki rovnicy k prjadeniju // Aktual'nye problemy nauki v razvitii innovacionnyh tehnologij ("LEN-2014"). – Kostroma: Izd-vo Kostromskogo gos. tehnol. un-ta, 2014. S.44...45.

16. Smirnova S.G., Rudovskij P.N., Sorkin A.P. Otbelivanie i podgotovka k prjadeniju rovnicy v JeHA-rastvorah // Innovacionnye tehnologii razvitija tekstil'noj i legkoj promyshlennosti. – M.: Jekoninform, 2014. S.36...37.

17. Panicheva S.A. Novye tehnologii dezinfekcii i sterilizacii slozhnyh izdelij medicinskogo naznachenija / Pod red. prof. V.M. Bahira. – M.: Akademija mediko-tehnicheskikh nauk RF, 1998.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 30.09.15.