

УДК 677.027.423.12

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ОКРАШЕННОГО ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА

О.Я. Семешко

Аспирант\*

Контактный тел.: 066-736-40-61

E-mail: solgaya@gmail.com

Ю.Г. СарIBEKOBA

Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник  
научно-исследовательского сектора\*

E-mail: a-ermolaeva@mail.ru

\*Кафедра химической технологии и дизайна  
волокнистых материалов\*\*

М.И. Расторгуева

Кандидат технических наук, доцент

Кафедра механической технологии волокнистых  
материалов\*\*

Контактный тел.: 050-707-47-05

\*\*Херсонский национальный технический университет  
Бериславское шоссе, 24, г. Херсон, 73008

*У роботі визначено вплив електророзрядної обробки на спорідненість кислотного барвника до вовняного волокна, на стійкість отриманих забарвлень до фізико-хімічних впливів і на міцність вовняного волокна після фарбування при знайдених оптимальних умовах*

*Ключові слова: фарбування, спорідненість барвника, стійкість забарвлень*

*В работе исследовано влияние электро-разрядной обработки на сродство кислотного красителя к шерстяному волокну, на устойчивость полученных окрасок к физико-химическим воздействиям и на прочность шерстяного волокна после крашения при найденных оптимальных условиях*

*Ключевые слова: крашение, сродство красителя, устойчивость окрасок*

*The influence of electrical discharge treatment on the affinity of acid dyes to wool fibers, the stability of the colors to the physical and chemical influences and the strength of wool fibers after dyeing at optimum conditions are determined in article*

*Keywords: dyeing, the affinity of dyes, the stability of stains*

В связи с увеличением спроса и ростом цен на текстильные материалы из шерсти на мировом рынке разработка новой экологически безопасной технологической колорирования шерстяных текстильных материалов, обеспечивающих минимальное их повреждение, повышение качества выпускаемой продукции и экономии ресурсов является актуальной.

Вследствие высокой чувствительности шерстяного волокна к действию повышенной температуры наибольший практический интерес представляют низкотемпературные способы крашения, обеспечивающие минимальное повреждение волокон и снижение энергозатрат.

## Анализ последних исследований и публикаций

В ранее опубликованной нами работе [1] была показана возможность использования метода электроразрядной нелинейной объемной кавитации (ЭРНОК) для интенсификации процесса крашения шерстяного волокна.

Установлено, что предварительная электроразрядная обработка растворов кислотных красителей независимо от их строения и молекулярной массы приводит к усилению дезагрегации частиц красителей в растворе, о чем свидетельствует увеличение

общего числа ионов, повышение электропроводности и интенсивности максимумов спектров поглощения растворов кислотных красителей, уменьшение частиц красителя, что обуславливает повышение сорбции красителей на 7-19%. Полученные результаты [2] свидетельствуют о том, что при крашении шерстяного волокна активированными растворами кислотных красителей, возможно, снизить температуру красильной ванны со 100°C до 80°C. Сокращение времени половинного накрашивания в 1,25-1,33 раза позволяет снизить продолжительность процесса крашения, что подтверждается увеличением расчетом коэффициентов диффузии и констант скорости выщелачивания красителей. Полученные результаты послужили основанием для разработки новой низкотемпературной технологии крашения. На основе математического планирования эксперимента (ротатабельного планирования второго порядка) выявлено, что максимальная сорбция кислотных красителей шерстью после электроразрядной обработки их растворов в течении 60 с наблюдается при 85°C за 50 минут [3].

Таким образом, в результате проведенного исследования предложена ресурсосберегающая технология крашения шерстяного волокна кислотными красителями, активированными электроразрядной обработкой.

**Формулировка целей исследования**

Целью данной работы являлось исследование влияния ЭРНОК на устойчивость полученных окрасок и на прочность шерстяного волокна после крашения по предлагаемой технологии.

**Изложение основного материала**

Известно, что устойчивость полученных на текстильном материале окрасок можно прогнозировать на основе определения сродства красителей в условиях крашения. Потому на начальном этапе было исследовано сродство влияния электроразрядной обработки на величину сродства кислотных красителей к шерстяному волокну.

Склонность кислотных красителей к сорбции шерстяным волокном можно оценить величиной изменения (уменьшения) свободной энергии Гиббса ( $\Delta G_c$ ) при переходе 1 моля красителя во внешней среде (в растворе) и в волокне. Величина  $\Delta G_c$  представляет собой разницу термодинамических (химических) потенциалов  $\Delta\mu_c$  красителя в обеих фазах и является побудительной термодинамической причиной межфазного массопереноса и сорбции красителя волокном:

$$\Delta\mu_c = \mu_{кр.р.} - \mu_{кр.в.} \quad (1)$$

В состоянии равновесия химические потенциалы в обеих фазах равны ( $\mu_{кр.р.} = \mu_{кр.в.}$ ), и сродство красителя к волокну выражается разностью стандартных химических потенциалов:

$$-\Delta\mu_c^0 = -(\mu_{кр.р.}^0 - \mu_{кр.в.}^0) \quad (2)$$

Краситель в растворе ионизирован и взаимодействует с ионизированными группами волокнистого субстрата. Величину  $\Delta\mu_c^0$ , кДж/моль, для крашения кислотными красителями в кислой среде вычисляют по уравнению:

$$-\Delta\mu_{H,Kp}^0 = RT \ln \frac{a_p}{a_v} \quad (3)$$

где R - газовая постоянная;  
T - температура крашения;  
 $a_p$  - активность красителя в растворе;  
 $a_v$  - активность красителя в фазе волокна.

Если принять предложенный Ленгмюром механизм сорбции ионов ( $KpSO_3^-$  и  $H^+$ ) на активных центрах волокна ( $-NH_3^+$  и  $-COO^-$ ), то активность красителя в волокне равна:

$$[a_{KpSO_3H}] = \left( \frac{\theta_{H^+}}{1 - \theta_{H^+}} \right) \times \left( \frac{\theta_{Kp}}{1 - \theta_{Kp}} \right) \cdot$$

$$-\Delta\mu_{H,Kp}^0 = RT \ln \left( \frac{\theta_{H^+}}{1 - \theta_{H^+}} \right) \times \left( \frac{\theta_{Kp}}{1 - \theta_{Kp}} \right) -$$

$$-RT \ln [H^+] \cdot [Kp^{z-}] \quad (4)$$

При условии электронейтральности в обеих фазах, т.е. при  $\theta_{Kp} = \theta_{H^+}$  и  $[Kp^{z-}] = [H^+]$

$$-\Delta\mu_{H,Kp}^0 = 2RT \ln \left( \frac{\theta_{Kp}}{1 - \theta_{Kp}} \right) - 2RT \ln [H^+] \quad (5)$$

Если из данных титрования белка одноосновной кислотой выбрать точку, где он наполовину насыщен кислотой (точка полунасыщения), т.е. при  $\theta = 0,5$  уравнение (5) упрощается:

$$-\Delta\mu_{H,Kp}^0 = -2RT \ln [H^+] = 4,6RT \ln [H^+] \quad (6)$$

Следовательно, по уравнению (6) можно определять сродство кислотных красителей к белковым волокнам конкретно для красителей с одной сульфогруппой при крашении в кислой среде [5-7]. Эксперимент сводился к определению значения pH среды, при котором равновесная сорбция красителя составляет половину от сорбции насыщения.

Для определения влияния электроразрядной обработки на сродство кислотных красителей к шерсти был выбран кислотный желтый светопрочный – азокраситель с одной сульфогруппой в молекуле. Ранее полученные результаты показали [1-3], что электроразрядная обработка оказывает влияние на кислотные красители независимо от их молекулярной массы и строения, потому мы предполагаем, что установленные зависимости при определении сродства кислотного желтого светопрочного будут распространяться и на другие кислотные красители. На рис. 1 приведены значения сродства кислотного желтого светопрочного к шерстяному волокну.

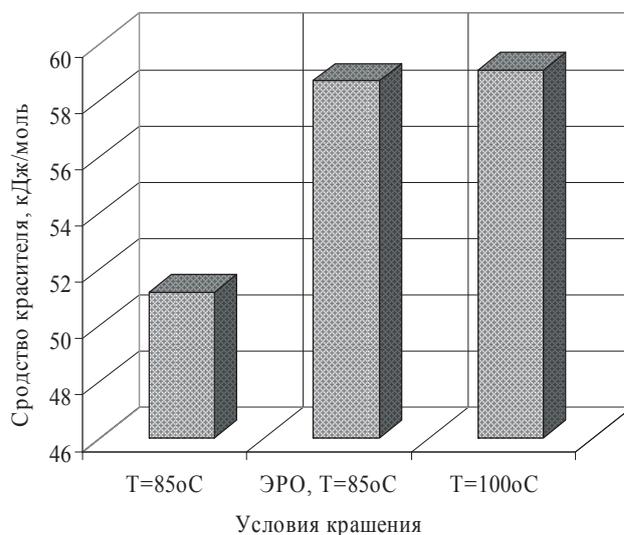


Рис. 1. Сродство кислотного желтого светопрочного к шерстяному волокну

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что сродство к шерстяному волокну красителя после электроразрядной обработки его раствора в течении 60 с и крашении при 85°C выше, чем при крашении необработанным раствором и по значению достигает уровня сродства красителя при температуре крашения 100°C. Это свидетельствует о том, что

ЭРНОК оказывает влияние на краситель, активность которого возрастает. Отсюда следует, что увеличение сродства кислотных красителей к шерстяному волокну будет способствовать получению более прочных окрасок к физико-химическим воздействиям.

Таблица 1

Устойчивость окрасок к физико-химическим воздействиям

Условия крашения	Устойчивость окраски, балы					Разрывная нагрузка, сН/текст
	к стирке №1	к химчистке	к поту	к сухому трению	к мокрому трению	
Кислотный красный 2С						
- при 100°C;	4/4/5	5/5/5	3/3/3	5	4	1,98
- при 85°C;	3/3/4	4/4/5	2/3/3	5	3	2,15
- при 85°C с ЭРО	4/4/5	5/5/5	3/3/3	5	4	2,16
Кислотный ярко-синий антрахиноновый						
- при 100°C;						
- при 85°C;	4/5/5	4/5/5	4/4/4	5	4	2,02
- при 85°C с ЭРО	3/4/4	3/4/4	3/3/4	5	3	2,18
	4/5/5	4/5/5	4/4/4	5	4	2,18
Кислотный зеленый						
- при 100°C;						
- при 85°C;	4/4/5	4/5/5	3/3/4	5	4	2,00
- при 85°C с ЭРО	3/3/4	3/4/4	2/3/3	5	3	2,11
	4/4/5	4/5/5	3/3/4	5	4	2,12

Для определения устойчивости полученных окрасок и прочности шерстяного волокна после крашения

по предлагаемой технологии были окрашены образцы шерстяного волокна в красильной ванне следующего состава (% от массы волокна): краситель -1; сульфат натрия – 10; уксусная кислота 30%-ная - 4. Модуль ванны при крашении составлял 50, время крашения - 50 мин, температура - 85°C. Время электроразрядной обработки составило 1 мин. Для сравнения также были окрашены образцы шерсти необработанными растворами при температуре 85°C и 100°C. Результаты определения устойчивости полученных окрасок к физико-химическим воздействиям и разрывной нагрузки шерсти показаны в табл.1.

Анализ данных, представленных в табл. 1, показал, что устойчивость окрасок, полученных по предлагаемой технологии, высокая и соответствует устойчивости окрасок, полученных по классической технологии крашения при 100°C, что согласуется с результатами, полученными при определении влияния электроразрядной обработки на сродство кислотных красителей к шерстяному волокну. При этом исходя из анализа показателей относительной разрывной нагрузки штапеля образцов шерсти, можно заключить, что крашение при 100°C оказывает более деструктурирующее действие на волокна шерсти, чем крашение по предлагаемой технологии.

### Выводы

Установлено, что при воздействии ЭРНОК на растворы кислотных красителей в течении 60 с возрастает их сродство к шерстяному волокну при температуре крашения 85°C по сравнению с необработанным раствором и приближается к значению сродства кислотного красителя при температуре крашения 100°C. Найдено, что разработанная новая технология позволяет получить высокие показатели устойчивости окрасок и сохранить прочность шерстяного волокна.

### Литература

1. Семешко, О.Я. Исследование влияния электроразрядной нелинейной объемной кавитации на процесс крашения шерсти кислотными красителями [Текст] / О.Я. Семешко, Ю.Г. Сарибекова, А.В. Ермолаева // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2010. – № 1(37). – С. 166-170.
2. Семешко, О.Я. Исследование влияния электроразрядной обработки растворов кислотных красителей на скорость крашения шерстяного волокна [Текст] / О.Я. Семешко, Ю.Г. Сарибекова, А.В. Ермолаева // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. - №1. – С. 214-217.
3. Семешко О.Я. Оптимизация процесса крашения шерстяного волокна кислотными красителями с использованием электроразрядной нелинейной объемной кавитации [Текст] / О.Я. Семешко, Ю.Г. Сарибекова, А.В. Ермолаева // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2011. - №1(17). – С. 79-84.
4. Садов Ф.И. Химическая технология волокнистых материалов / Ф.И Садов, М.В. Корчагин, А.И. Матецкий. – М.: Легкая индустрия, 1986. - 784 с.
5. Кричевский, Г.Е. Химическая технология текстильных материалов [Текст] учеб. для ВУЗов в 3 т / Г.Е. Кричевский. – М.: Легпромиздат, 2001. – Т. 2. – 540 с.
6. Мельников, Б.Н. Теоретические основы технологии крашения волокнистых материалов [Текст] / Б.Н. Мельников, И.Б. Блиничева. - М.: Легкая индустрия, 1978. - 303 с.