

О.В. ПРИЙМАК, канд. техн. наук.
(Луцький національний технічний університет)

Електрокоагуляційне очищення води та водних розчинів для енергоресурсоефективних текстильних технологій

Постановка проблеми. У легкій промисловості близько 80% обсягів припадає на текстильне виробництво. Значна частина усіх процесів та операцій технологій обробки текстильних матеріалів (ТОТМ) здійснюється в рідинному, найчастіше у водному середовищі. У 95 % технологій використовується вода для приготування розчинів, дисперсій, емульсій, піни, які містять барвники, текстильно-допоміжні речовини, поверхнево-активні речовини. Сучасні технології текстильних матеріалів споживають в середньому 10–40 т води на 1 т виробленого матеріалу. Тому актуальними є наукові дослідження, мета яких – створення технологій, що максимально повно використовують очищену рециркуляційну воду, скидку теплоту, якісніше готують природну воду з малими енергозатратами. Це зменшить споживання природного ресурсу – води, інтенсифікує процес, цикл та покращить якість текстилю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результатами теоретичних та експериментальних досліджень очищення води, водних розчинів на основі фізико-хімічних методів присвячено низку робіт [1–4]. Для очищення відпрацьованих вод, а також забезпечення необхідного рН технологічної води, переважно застосовують достатньо енергозатратний метод електроактивації води з електролізним її розділенням [1, 2].

Перспективнішим методом вбачається електрокоагуляційний, який передбачає споживання малої кількості електроенергії та дає

можливість досягнути якісного очищення відпрацьованої (рециркуляційної) води з поверненням частини очищеної води у виробничий цикл, забезпечити необхідний рН води для технологічних процесів, зменшити вміст солей жорсткості у природній живильній воді тощо.

Мета дослідження. Експериментальні дослідження зміни фізичних властивостей води, розчинів у сталому електричному полі з низькими напругою та силою струму (електрокоагуляція) для їх пом'якшення, очищення у ТОТМ.

Результати дослідження. Для експериментальних досліджень зміни фізичних властивостей води під дією електричного і магнітного полів було створено універсальну експериментальну установку, в якій по чергово можна досліджувати зміну властивостей рідин під дією електричних та магнітних полів.

У дослідах вимірювали такі параметри води та величини: витрати, швидкість, жорсткість, хімічний склад, температуру і сухий залишок води та її дистилату до обробки та після неї; напруженість електричного поля між електродами, напругу на електродах, силу електричного струму; напруженість магнітного поля; ступінь коагуляції.

Для вимірювання дослідних величин з певною точністю застосовували відповідні прилади. Температуру рідин вимірювали термометрами ртутними лабораторними, а також хромель-копелевими термометрами через універсальний цифровий вольтметр UNI UT70D на ЕОМ (з точністю $\pm 1^\circ\text{C}$); витрати води – водяними витратомірами, а також об'ємним способом за допомогою мірних ємностей (з точністю $\pm 2\%$); силу та напругу електричного струму – амперметр-вольтметрами універсальними цифровими В7-40/5 (з точністю $\pm 0,5\%$); концентрацію іонів Ca^{2+} та Mg^{2+} і загальну жорсткість води визначали за традиційними методиками згідно ГОСТ 415-72, ГОСТ 4011-72 (з точністю $\pm 5\%$); кількість сухого залишку – згідно ГОСТ 18164-72 ваговим способом, завдяки випаровуванню води (з точністю $\pm 2\%$).

Результати електрокоагуляційної обробки води в полі сталого електричного струму

(електроди: анод – сталь, катод – сталь 10Х18НТ, різниця потенціалів між електродами $U = 3\text{ В}$; відстань між електродами $l = 10\text{ мм}$; напруженість поля $E = 300\text{ В/м}$ з подальшим нагріванням води до $t = 30^\circ\text{C}$ та фільтрацією її після обробки в полі сталого електричного струму протягом 70 с

| Показник | Час обробки в полі сталого електричного струму, с | | | | | | | | | | | | Час нагрівання, с | | | | | | | |
|--|---|------|-----|-----|---------|------|------|------|-------|------|------|------|-------------------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| | Дистилат | | | | Жорстка | | | | М'яка | | | | Жорстка | | | | М'яка | | | |
| | 0 | 50 | 60 | 70 | 0 | 50 | 60 | 70 | 0 | 50 | 60 | 70 | 20 | 30 | 40 | 50 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| рН | 5,8 | 6 | 6,2 | 6,3 | 7,65 | 6,7 | 6,6 | 6,4 | 5,1 | 5,45 | 5,5 | 5,6 | 6,35 | 6,3 | 6,25 | 6,2 | 5,65 | 5,7 | 5,75 | 5,75 |
| Запах, бал | - | - | - | - | 0,6 | 0,5 | 0,45 | 0,45 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,65 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,45 | 0,4 | 0,4 |
| Мутність, мг/м ³ | - | - | - | - | 0,35 | 0,45 | 0,55 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,45 | 0,35 | 0,3 | 0,15 | 0,4 | 0,25 | 0,1 | 0,05 |
| Присмак, бал | - | - | - | - | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,45 | 0,9 | 0,9 | 1 | 1,05 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
| Забарвленість, бал | - | - | - | - | 6 | 6,5 | 7 | 8 | 7,5 | 7,9 | 8,5 | 8,7 | 6,5 | 5 | 3,5 | 1,5 | 7 | 5,6 | 3 | 2 |
| Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³ | - | - | - | - | 6,27 | 5,3 | 4,9 | 4,6 | 5,1 | 4,9 | 4,6 | 4,6 | 4,5 | 4,5 | 4,45 | 4,4 | 4,5 | 4,45 | 4,4 | 4,3 |
| Кальцій Ca^{2+} , мг/дм ³ | - | - | - | - | 71,1 | 67,4 | 65,2 | 63,4 | 43,4 | 38,5 | 38,3 | 38,1 | 52 | 30 | 14,05 | 5 | 29 | 13 | 6 | 3 |
| Магній Mg^{2+} , мг/дм ³ | - | - | - | - | 32,8 | 28,7 | 18,2 | 17,3 | 23,7 | 14,4 | 13,2 | 13,1 | 12,8 | 8,5 | 5,5 | 3 | 9,4 | 5,9 | 3,5 | 1,5 |
| Сульфати, мг/дм ³ | - | - | - | - | 57,6 | 37,6 | 32,1 | 20,3 | 43 | 18 | 16,3 | 15,7 | 33,2 | 16,3 | 5,1 | 0,1 | 12,3 | 7 | 3,1 | 0,1 |
| Хлориди, мг/дм ³ | - | - | - | - | 15,7 | 15,7 | 15,7 | 16 | 18,2 | 18,4 | 18,2 | 17,9 | 9 | 3,5 | 1,5 | 0,03 | 13,1 | 5,3 | 2 | 0,04 |
| Залізо загальне Fe^{2+} , Fe^{3+} , мг/дм ³ | - | 1,16 | 1,2 | 1,3 | 0,05 | 1,5 | 1,55 | 1,6 | 0,06 | 1,52 | 1,57 | 1,62 | 1,2 | 0,9 | 0,4 | 0 | 1,2 | 0,9 | 0,45 | 0 |
| Нітрити, мг/дм ³ | - | - | - | - | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0 | 0 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Нітрати, мг/дм ³ | - | - | - | - | 3,85 | 3,9 | 3,95 | 3,98 | 4,3 | 4,32 | 4,33 | 4,35 | 2,6 | 1,4 | 0,5 | 0,01 | 2,63 | 1,45 | 0,6 | 0,02 |
| Сухий залишок, мг/дм ³ | 1 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 340 | 266 | 268 | 260 | 310 | 292 | 282 | 282 | 53 | 25 | 12 | 8,5 | 62 | 26 | 13,1 | 9,2 |



Для електрокоагуляційного методу застосовували катод з нержавіючої сталі 10X18НГ, а анод – з нержавіючої сталі зі зменшеним вмістом нікелю, що сприяло під час проходження електричного струму виділенню у воду активних іонів заліза Fe^{2+} та Fe^{3+} . Вони утворюють з присутніми у воді негативними іонами коагуляційні комплекси, що укрупнюються за незначного підвищення температури до 30 °С (використання низькопотенційної відпрацьованої теплоти) і випадають в осад.

Виконано повний комплекс експериментальних досліджень на основі методик проведення, планування експериментів та статистичної обробки отриманих результатів. Результати експериментальних досліджень (див. таблицю) свідчать, що вміст іонів кальцію у жорсткій воді зменшився до 5 мг/дм³, магнію – до 3 мг/дм³, заліза – до нуля, а сухий залишок – до 8,5 мг/дм³.

ВИСНОВОК

За результатами досліджень можна дійти висновку, що найперспективнішим для енергоресурсозберігаючих рідинних ТОТМ є електрокоагуляційний (у полі сталого електричного струму) метод обробки води та водних розчинів для їх пом'якшення та тонкого очищення. Напруга між електродами має не перевищувати 3 В, щоб уникнути явища електролізу. Відстань між електродами не впливає на характеристики води. Напруженість електричного поля має складати 300–500 В/м, час обробки води в полі сталого електричного струму – 60–70 с (з подальшим її підігрівом до 30°C і фільтрацією). Електрокоагуляційний метод ґрунтується на споживанні малої кількості електроенергії та використанні низькопотенційної скидної теплоти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Романенко Н.Г. Оптимизация условий проведения процесса электролизного разделения воды с целью получения продуктов, интенсифицирующих технологии текстильных материалов/ Н. Г. Романенко// Вісник ЧПТІ. – 2000. – №4 – С. 93–97.
2. Романенко Н.Г. Электроактивированная вода для отделки текстиля/ Н.Г. Романенко, Г.С. Сарыбеков//Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2000. – № 4.
3. Малкін Е.С. Схема установки для пом'якшення води в електричних і магнітних полях / Е.С.Малкін, І.Е. Фуртат, О.В.Приймак, О.С. Твердохліб // Нова тема. – 2009. – №1. – С.12 – 15.
4. Малкін Е.С. Методика розрахунку установок для пом'якшення та очищення води в електричних і магнітних полях / Е.С.Малкін, І.Е. Фуртат, О.В.Приймак, О.С. Твердохліб // Нова тема. – 2009. – №2. – С.26 – 28.

Одержано 19.05.2009

Сучасні швейні процеси потребують використання голок особливих геометричних форм. Стандартні голки не задовольняють вимоги, які ставляться до якості обробки тонких та еластичних тканин, за умови частой зміни товщини голок і виконання швів за напрямками, що змінюються. Саме для таких випадків компанією «SCHMETZ» розроблено голки спеціальних геометричних форм, зокрема **Serv 7, KN, SF** та **FHS**.

Serv 7

Рекомендується використовувати:

- ✓ Для пошиття виробів з надто еластичних, товстих і жорстких тканин та їх комбінації
- ✓ Для виконання однієї операції за різної кількості шарів тканин в напрямку шиття
- ✓ У разі наявності у виробках швів, що перетинаються, або змінюються за напрямками, а також застосування еластичних швейних ниток

ОСОБЛИВОСТІ

Бугорок між вушком голки та виїмкою на її стрижні дає змогу формувати ширшу петлю напуску, що забезпечує надійне захоплення нитки носиком човника, а кінцеве потовщення стрижня підвищує стабільність та запобігає вібрації голки.

ПЕРЕВАГИ

- ◆ Відсутність пропуску стібків
- ◆ Надзвичайно висока стабільність голки запобігає її відхиленню
- ◆ Менша кількість поламок голок
- ◆ Можливість використання тонших голок, що не поступаються стабільністю стандартним
- ◆ Вища продуктивність
- ◆ Менше спрацювання деталей швейних машин (човників, голкових пластин тощо) і, як наслідок, зменшення витрат

KN

Рекомендується використовувати

для пошиття дуже тонких трикотажних виробів.

ОСОБЛИВОСТІ

- * Тонкий циліндричний стрижень голки не має потовщень по всій його довжині
- * Зменшений поперечний переріз голки на ділянці вушка
- * Більш тонке вістря порівняно з вістря стандартних голок
- * Округле вістря

ПЕРЕВАГИ

- ◆ Отвір проколювання менший, ніж за використання стандартних голок
- ◆ Мінімізація пошкоджуваності петель трикотажних полотен
- ◆ Зменшення зусилля проколювання порівняно зі стандартними голками

SF

Рекомендується для використання у виробництві взуття, панчішно-шкарпетних виробів

(у разі частой зміни товщини голок).

ОСОБЛИВОСТІ

- * Відстань між носиком човника та виїмкою на стрижні голки, а також відстань між захистом човника і голкою на ділянці вушка та вістря залишаються незмінними для голок всіх товщин (від NM70/10 до NM120/19).

ПЕРЕВАГИ

- ◆ Тільки одне налаштування човника відносно голки для всіх товщин (від NM70/10 до NM120/19), що залишається незмінним у разі заміни голки за товщиною
- ◆ Кращий захист та менше спрацювання човника
- ◆ Менше пошкоджень через неправильне регулювання човника
- ◆ Підвищена гнучкість виробничого процесу
- ◆ Висока продуктивність внаслідок зменшення терміну простою

FHS

Рекомендується застосовувати

для пошиття дуже тонких трикотажних виробів

(наприклад, з кількістю петель на 1 дюйм – 40 або 42).

ОСОБЛИВОСТІ

- * Тонкий циліндричний стрижень не має потовщень по всій його довжині
- * Дуже маленький поперечний переріз голки на ділянці вушка
- * Більш тонке вістря порівняно з вістря стандартних голок
- * Округле і дуже тонке вістря

ПЕРЕВАГИ

- ◆ Отвір проколювання менший, ніж за використання стандартних голок
- ◆ Мінімізація пошкоджуваності петель трикотажних полотен
- ◆ Зменшення зусилля проколювання порівняно зі стандартними голками