

аналогічна технологічним процесам одержання короткого волокна із низькосортної некондиційної трести льону-довгунця.

**Висновок.** Треста льону олійного на відміну від льонотрести, придатної для одержання довгого волокна, являє собою сплутану дезорієнтовану масу волокон з кострицею, серед яких знаходяться багато цілих стебел довжиною не більше 40 см. Ці стебла не здатні потрапляти у затиск конвеєрів тіпальної машини у першій і у другій секціях м'яльно-тіпальних агрегатів МТА. Поєднання у тресті льону олійного коротких стебел і волокон різної довжини визначає її аналогічну переробку до некондиційної низькосортної трести льону-довгунця за традиційною технологією обробки на куделеприготувальних агрегатах відомих марок: КПАЛ, АКЛВ-1, АКЛВ-1-01 МКП-1Л та їх зарубіжних аналогів фірм "Charle", "Laroche", "Temafa" і т.ін.

### Література

1. Cappelletto P. L. Fiber valorization of oilseed flax / A. Assirelli, M. Bentini, P. L. Cappelletto, P. Pasini // Flax and other Bast Plants Symposium. – Poznan, Poland: Institute of Natural Fibres, 1997. – С. 150 – 151.
2. Живетин В.В. Масличный лен и его комплексное развитие / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – М.: ЦНИИЛКА, 2000. – 389 с.
3. Ипатов А.М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур / А.М. Ипатов. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 143 с.
4. Горач О.О. Розробка технології одержання трести із соломи льону олійного з використанням штучного зволоження: дис. ... кандидата технічних наук: 14.05.2009/Горач О.О. – Х., 2009. – 206с.
5. Тіхосова Г.А. Товарознавча оцінка якості волокна льону олійного / Г.А. Тіхосова, Т.М. Надєєва, К.В. Кухаренко // Товарознавчий вісник: зб. наук. праць. – Луцьк: ЛНТУ, 2010. – № 2. – С. 190-195.
6. Тіхосова Г.А. Теоретичні передумови створення інноваційної технології переробки стебел льону олійного / Г.А. Тіхосова, О.В. Князєв, Т.М. Надєєва // Легка промисловість. – 2010. – № 2. – С. 27-28.
7. Тіхосова Г.А. Сучасний стан стандартизації стебел льону олійного / Г.А. Тіхосова, О.В. Князєв, Т.М. Надєєва // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Випуск 38. Том 1. – Одеса. – 2010. – С. 93-95.
8. ГОСТ 28285-89. Солома льняная. Требования при заготовках; введ. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 22 с.

Надійшла 20.4.2011 р.

УДК 535.08; 681.7.08

В.Б. ДРОМЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

## ШЛЯХИ ОТРИМАННЯ ІНФОРМАТИВНОЇ НАДЛИШКОВОСТІ В ОПТИКО-АБСОРБЦІЙНОМУ МЕТОДІ ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНІВ З АВТОМАТИЧНОЮ КОРЕКЦІЄЮ ПОХИБОК

*Показано шляхи формування рядів корегуючих фізичних величин та отримання інформативної надлишковості для математичних моделей оптико-абсорбційного методу вимірювання концентрації розчинів з автоматичною корекцією похибок*

*The ways of forming correcting physical magnitudes rows and getting informative redundancy for the mathematical models of optical-absorption method of measuring solution concentration with automatic error correction have been shown.*

Ключові слова: концентрація розчинів, методи надлишкових вимірювань, автоматична корекція похибок.

В основу оптико-абсорбційного методу вимірювання концентрації розчинів з автоматичною корекцією похибок покладено теорію та методи надлишкових вимірювань, які останнім часом набули значного розвитку і застосування для підвищення точності визначення багатьох контрольованих фізичних величин.

Роботи [1– 3] зазначають, що теорія надлишкових вимірювань (ТНВ) – це система наукових знань про емпіричні та теоретичні закони сприйняття, передачі та перетворення величин різної фізичної природи, про закономірності зв'язків між цими величинами, про методи отримання і використання різних видів інформативної надлишковості, про пізнання властивостей сенсора (або вимірювального перетворювача), про різноманітність математичних моделей методів надлишкових вимірювань (МНВ), способи побудови та особливості їх розв'язання, про рівняння та МНВ при різних видах НФП сенсора, про способи формування та умови вибору корегуючих фізичних величин (КрФВ), про шляхи та принципи створення цифрових вимірювачів з автоматичною корекцією похибок, про методичні похибки надлишкових вимірювань та способах їх зменшення, про ефективність автоматичної корекції похибок, про швидкодію надлишкових вимірювань і т. і.

МНВ являють собою кінцеву сукупність певних дій, умов та операцій сприйняття та перетворення властивостей, яка виконується в певній послідовності в часі та в просторі. Тобто МНВ потребують теоретично обґрунтованого складання математичних моделей МНВ у вигляді систем лінійних або нелінійних рівнянь величин та їх розв'язання; вибору кінцевої сукупності фізично відтворюваних КрФВ та способів їх формування із заданою точністю; виконання кінцевої сукупності прямих вимірювань контрольованої та декількох рядів корегуючих величин, які однорідні або спряжені з контрольованою та закономірно пов'язані між собою і з контрольованою фізичною величиною (КнФВ) при незмінних та/або дискретно змінених на нормоване значення параметрах НФП сенсора та/або об'єкта дослідження з наступним визначенням дійсного значення КнФВ за рівнянням надлишкових вимірювань або за рівнянням числових значень.

Як відомо з [4], математичною моделлю МНВ вважають сукупність системи нелінійних рівнянь величин з невідомими, в загальному випадку, розмірами параметрів нелінійної функції перетворення (НФП) сенсора та/або вимірювального перетворювача, але відомим її видом, і результату вирішення даної системи, представленого у вигляді одного або декількох рівнянь надлишкових вимірювань, які описують взаємозв'язок контрольованої фізичної величини (ФВ) з перетвореними ФВ, коефіцієнтами локальної лінеаризації і зразковими мірами.

Математична модель МНВ характеризує послідовність проведення у часі та в просторі певного числа операцій (тактів) вимірювання рядів КрФВ (в нашому випадку – потужності потоку оптичного випромінювання, що пройшов через розчини з невідомою або нормованою за значенням концентрацією досліджувананих речовин) та операції обробки отриманих результатів проміжних вимірювань.

Математичні моделі МНВ відображають не тільки послідовність виконання вимірювальних операцій, але і закономірні зв'язки між КрФВ невідомих і заданих розмірів, змінні параметри НФП, а також спосіб прив'язки використовуваного ряду КрФВ до робочої або заданої точок графіка НФП.

ТНВ передбачає використання додаткової надлишкової інформації про властивості досліджуваної речовини та ФП сенсора. Інформативна надлишковість – це інформативна множина додаткових даних про властивості і параметри об'єкта дослідження та/або сенсора. Ця множина отримується в процесі нормованої та спрямованої дії на структурні (чутливі, функціональні та конструктивні) елементи сенсора або вимірювального каналу в цілому. Формально отримана інформація перебільшує ту кількість даних, яка необхідна для судження про властивості об'єкта дослідження та ФП сенсора або вимірювального каналу.

Математичне моделювання широко застосовується в науці та техніці, оскільки дає можливість створити адекватну математичну модель об'єкта дослідження. При вирішенні будь-якої задачі основну роль виконують теорія і практика вимірювання, в якості яких виступають математична модель і експеримент, а також результати аналізу отриманих даних. Достовірність й адекватність математичної моделі досягається за результатами врахування всіх впливових факторів, а також за допомогою спостереження і логічно правильної обробки даних. Створення адекватної математичної моделі МНВ дає можливість коректно поставити експеримент і обробити результати проміжних вимірювань з метою отримання дійсного значення об'єкта дослідження.

При визначенні концентрації розчинів оптико-абсорбційним методом з автоматичною корекцією похибок інформативна надлишковість може бути отримана спираючись на відомий з [5] закон Бугера – Ламберта – Бера, який аналітично описаний рівнянням

$$\Phi = \Phi_0 \cdot e^{-k_\lambda \cdot C_x \cdot l},$$

де  $\Phi_0$  – початкова потужність потоку оптичного випромінювання;  $k_\lambda$  – питомий коефіцієнт поглинання, який залежить від природи речовини, температури, розчинника і довжини хвилі випромінювання;  $C_x$  – концентрація досліджуваного розчину, г/л;  $l$  – товщина поглинаючого шару розчину, см.

Математичні моделі зазначеного методу відображають сукупність послідовно виконуваних операцій вимірювання напруги, на яку перетворено потужність ПОВ, що пройшов через розчини з нормованими та невідомими за значенням концентраціями досліджуваної речовини.

В якості змінених параметрів об'єкта дослідження пропонується використати нормовані за значенням концентрацій розчину порівняння та досліджуваній розчин з невідомою концентрацією, які в результаті почергового поглинання потужності джерела випромінювання дають можливість отримати на виході оптичного каналу різні за потужністю потоки оптичного випромінювання, які містять в собі інформацію про концентрацію досліджуваної речовини в розчинах.

Для отримання інформативної надлишковості можуть бути застосовані наступні ряди КрФВ, розміри яких складають:

арифметичну прогресію

- 1)  $\{C_1\} = \{C_0\}$ ,
- $\{C_2\} = \{C_0\} + \{\Delta C\}$  з різницею  $\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_0\}$ ,
- $\{C_3\} = \{C_x\} + \{C_2\}$ ,
- $\{C_4\} = \{C_x\} + \{C_1\}$  з різницею  $\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_x\}$ ,
- $\{C_5\} = \{C_{00}\}$ ;

- 2)  $\{C_1\} = \{C_0\} - \{\Delta C\}$ ,  
 $\{C_2\} = \{C_0\} + \{\Delta C\}$  з різницею  $2\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_0\}$ ,  
 $\{C_3\} = \{C_x\} + \{C_2\}$ ,  
 $\{C_4\} = \{C_x\} + \{C_1\}$  з різницею  $2\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_x\}$ ;
- 3)  $\{C_1\} = \{C_0\} - \{\Delta C\}$ ,  
 $\{C_2\} = \{C_0\} + \{\Delta C\}$  з різницею  $2\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_0\}$ ,  
 $\{C_3\} = \{C_x\} + \{C_2\}$ ,  
 $\{C_4\} = \{C_x\} + \{C_1\}$  з різницею  $2\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_x\}$ ,  
 $\{C_5\} = \{C_{00}\}$ ;
- 4)  $\{C_1\} = \{C_0\} - \{\Delta C\}$ ,  
 $\{C_2\} = \{C_0\} + \{\Delta C\}$  з різницею  $2\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_0\}$ ,  
 $\{C_3\} = \{C_0\} - 2 \cdot \{\Delta C\}$ ,  
 $\{C_4\} = \{C_0\} + 2 \cdot \{\Delta C\}$  з різницею  $4\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_0\}$ ,  
 $\{C_5\} = \{C_0\} - 3 \cdot \{\Delta C\}$ ,  
 $\{C_6\} = \{C_0\} + 3 \cdot \{\Delta C\}$  з різницею  $6\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_0\}$ ,  
 $\{C_7\} = \{C_x\} + \{C_1\}$ ,  
 $\{C_8\} = \{C_x\} + \{C_2\}$  з різницею  $2\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_x\}$ ;
- 5)  $\{C_1\} = \{C_0\} - \{\Delta C\}$ ,  
 $\{C_2\} = \{C_0\} + \{\Delta C\}$  з різницею  $2\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_0\}$ ,  
 $\{C_3\} = \{C_x\} + \{C_2\}$ ,  
 $\{C_4\} = \{C_x\} + \{C_1\}$  з різницею  $2\{\Delta C\}$  відносно  $\{C_x\}$ ,  
 причому  $\{C_1\} = \{C_0\} - \{\Delta C\}$  при  $\{\Phi_0\}$  та  
 $\{C_1\} = \{C_0\} - \{\Delta C\}$  при  $\{\Phi_0'\} = (k_{\Pi}^0 - k_{\Pi})\{\Phi_0\}$ ;
- 6) та геометричну прогресію  
 $\{C_1\} = \{C_0\}$ ,  $\{C_2\} = \{k_{\Pi}\}\{C_0\}$ ,  
 $\{C_3\} = \{k_{\Pi}^2\}\{C_0\}$  з різницею  $\{k_{\Pi}^n\}$  відносно  $\{C_0\}$ ,  
 $\{C_4\} = \{C_x\}$ ,  $\{C_5\} = \{k_{\Pi}\}\{C_x\}$ ,  
 $\{C_6\} = \{k_{\Pi}^2\}\{C_x\}$  з різницею  $\{k_{\Pi}^n\}$  відносно  $\{C_x\}$ ;
- 7)  $\{C_1\} = \{C_0\}$ ,  $\{C_2\} = \frac{\{C_0\}}{\{k_{\Pi}\}}$ ,  
 $\{C_3\} = \frac{\{C_0\}}{\{k_{\Pi}^2\}}$  з різницею  $\frac{1}{\{k_{\Pi}^n\}}$  відносно  $\{C_0\}$ ,  
 $\{C_4\} = \{C_x\}$ ,  $\{C_5\} = \frac{\{C_x\}}{\{k_{\Pi}\}}$ ,  
 $\{C_6\} = \frac{\{C_x\}}{\{k_{\Pi}^2\}}$  з різницею  $\frac{1}{\{k_{\Pi}^n\}}$  відносно  $\{C_x\}$ ;

де  $\{C_0\}$  – нормоване (базове) значення концентрації розчинів;  $\{\Delta C\}$  – нормоване значення приросту концентрації;  $\{C_1\}$  та  $\{C_2\}$  – нормовані за значенням концентрації розчинів порівняння;  $\{C_x\}$  – невідома за значенням концентрація досліджуваного розчину;  $\{C_{00}\}$  – умовна концентрація, при якій вихідна потужність потоку монохроматичного випромінювання  $\Phi_x = 0$  (теоретично  $C_{00} \rightarrow \infty$ );  $k_{\Pi}$  – коефіцієнт послаблення потужності  $\Phi_0$  потоку монохроматичного випромінювання, причому  $k_{\Pi}^0 = 1$ ;  $k_{\Pi}$  – коефіцієнт лінійної лінеаризації, причому  $0,8 \leq k_{\Pi} \leq 0,99$  і  $1,01 \leq k_{\Pi} \leq 1,2$  ( $k_{\Pi} \neq 1$ ). Значення приросту  $\Delta C$

вибирається таким, щоб воно могло бути визначено з необхідною точністю за шкалою вимірального приладу, тобто  $\{\Delta C\} \geq (3 \dots 10)\{\sigma\}$ , де  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення похибки  $n$  результатів вимірювань з імовірністю  $P=0,95$ .

Приклади застосування рядів КрФВ, значення яких складають арифметичну прогресію, для отримання інформативної надлишковості в оптико-абсорбційному методі вимірювання концентрації розчинів з автоматичною корекцією похибок розглянуто в роботі [6]. Застосування рядів КрФВ, які складають геометричну прогресію, для отримання інформативної надлишковості в зазначеному методі ускладнено математичним розв'язком системи нелінійних рівнянь величин.

Таким чином, показані шляхи формування рядів корегуючих фізичних величин та отримання інформативної надлишковості для математичних моделей оптико-абсорбційного методу вимірювання концентрації розчинів з автоматичною корекцією похибок. Тим самим забезпечується подальший розвиток існуючого методу для підвищення точності вимірювання та вірогідності контролю концентрації розчинів.

### Література

1. Кондратов В.Т. Стратегічна теорія XXI століття // Вимірвальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – № 2, – с. 11– 16.
2. Кондратов В.Т. Теория избыточных измерений // Вимірвальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2005. – № 1, – с. 7– 24.
3. Кондратов В.Т. Теория избыточных измерений // Сборник докладов международной научно-технической конференции «Метрологическое обеспечение измерительных систем». – Пенза. – 2005. – С. 191– 210.
4. Кондратов В.Т. Основы теории автоматической коррекции систематических погрешностей измерения физических величин при нестабильной и нелинейной функции преобразования датчика, Дис... докт. техн. наук. / Кондратов Владислав Тимофеевич. – Киев, 2001 – Т.1 – 501 с.
5. Булатов М.И. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. / М.И. Булатов, И.П. Калинин. – 5-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1986. – 432 с.
6. Дроменко В.Б. Оптико-абсорбційний метод вимірального контролю концентрації бінарних розчинів з автоматичною корекцією похибок, Дис... канд. техн. наук. / Дроменко Валерія Борисівна. – Київ, 2009 – 203 с.

Надійшла 21.4.2011 р.

УДК 677.027.423.12

О.Я. СЕМЕШКО, Ю.Г. САРИБЕКОВА, О.А. СЕМЕНЧЕНКО

Херсонский национальный технический университет

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ОБЪЕМНОЙ КАВИТАЦИИ НА СВОЙСТВА РАСТВОРОВ КИСЛОТНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

*У роботі досліджено вплив електророзрядної обробки на зміну фізико-хімічних властивостей розчинів кислотних барвників і на стан барвників у розчинах. Визначено оптимальний час дії електророзрядної обробки, при якому спостерігається максимальне підвищення нафарбовуваності вовняного волокна.*

*The influence of electrical discharge treatment on the change of physico-chemical properties of solutions of acid dyes and the behavior of dyes in solution. The optimal time of treatment by electrical exposure, at which the maximum increase in the dyeability of wool fiber.*

Ключевые слова: нелинейная объемная кавитация, кислотный краситель.

**Постановка проблеми.** Крашение шерстяных текстильных материалов осуществляется преимущественно периодическим способом, который производится при температуре кипения на протяжении длительного времени, что приводит к повреждению кератина шерсти и, как следствие, к повышению обрывности на прядильном и ткацком оборудовании, уменьшению выхода продукции из сырья, ухудшению качества готовой ткани. В связи с этим разработка технологии крашения, связанной с уменьшением деструктирующего действия на кератин и максимальным сохранением ценных первоначальных свойств шерсти является актуальной.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В условиях периодического способа обработки текстильных материалов в ваннах с низкой скоростью циркуляции красильного раствора и низкой скоростью перемещения текстильного материала в жидкости лимитирующей стадией является диффузия красителя во внешней среде, ускорить которую возможно путем изменения свойств среды, в которой происходит крашение. А поскольку крашение осуществляется в водном растворе, то можно предположить, что изменение свойств и структуры красильного раствора будет определять изменение структуры воды под влиянием внешних воздействий.

Одним из наиболее перспективных способов интенсификации процесса крашения шерстяных