

УДК 677.072.6

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ДЕСТРУКЦІЇ ПРОДУКТІВ УТИЛІЗАЦІЇ ШКІР'ЯНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Студ. М.М. Гудак, гр. МГІТ2-16
Науковий керівник доц. В.Г. Резанова
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Розробка програмного забезпечення для оптимізації параметрів деструкції продуктів утилізації шкіряної промисловості. Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити наступні задачі: перетворення та спрощення задачі для забезпечення можливості подальшого розв'язання; аналіз та обрання методу; створення спеціального програмного забезпечення для автоматизації розв'язання.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є процес деструкції продуктів утилізації шкіряної промисловості. Предметом дослідження є оптимізація параметрів даного процесу.

Методи та засоби дослідження. Дослідження ґрунтуються на основних положеннях математичного моделювання, а також чисельних методів умовної оптимізації багатокритеріальних систем – зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної; градієнтний метод; метод штрафних функцій.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. В роботі створено програмне забезпечення для оптимізації параметрів деструкції продуктів утилізації шкіряної промисловості.

Результати дослідження. В даний час більшість технологій переробки відходів шкіряної промисловості є дуже трудомісткими та енергозатратними. Внаслідок цього десятки тисяч тон відходів шкіряного виробництва накопуються на звалищах та кар'єрах, чим наноситься велика шкода довкіллю. Але всі ці відходи можуть бути перероблені та використані для виробництва малярного клею, білкового добрива, шкiркартонів, штучної шкіри та ін. [1]. Дослідження процесів утилізації здійснюється в основному дослідним шляхом, теоретичні методи суттєво відстають. Але використання математичних методів є важливим з точки зору можливості отримання теоретично обґрунтованих практичних результатів, а знання оптимальних умов реалізації процесу дозволить ефективно керувати ним.

Математична модель, яка описує процеси, що відбуваються при гідролізі залежно від вхідних параметрів, може бути знайдена у вигляді поліному неповного третього порядку [2]:

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (1)$$

де: $\beta_i, \beta_{ij}, \beta_{ijk}$ – невідомі коефіцієнти поліному;

x_1, x_2, x_3 – фактори (вхідні параметри) процесу, а саме: x_1 – концентрація ферменту; x_2 – температура; x_3 – тривалість процесу гідролізу;

y_1, y_2 – вихідні параметри процесу, а саме: y_1 – ступінь гідролізу; y_2 – вміст сухого залишку в гідролізаті.

Необхідно здійснити багатокритеріальну оптимізацію системи, що являє собою процес одночасної оптимізації кількох конфліктуючих між собою цільових функцій в певній області визначення. Найбільш поширеним прийомом вирішення багатокритеріальної задачі є її зведення до рішення деякої однокритеріальної задачі, цільова функція якої являє собою певну комбінацію наявних критеріїв f_1, f_2, \dots, f_m [3], [4]. Такий прийом носить назву скаляризації багатокритеріальної задачі.

Найпростіший спосіб скаляризації заснований на використанні так званої лінійної згортки критеріїв:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \alpha_i \cdot f_i(x) \rightarrow \min, \alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, m, \sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$$

Для переходу від задачі умовної оптимізації із обмеженнями до задачі без обмежень, будемо використовувати метод штрафних функцій [3], [4]. Функція $P(x)$ – це штрафна функція. Потрібно, щоб вона «штрафувала» функцію Z при порушенні обмежень (збільшувала її значення). Тоді мінімум функції Z буде знаходитися усередині області обмежень. Функція $P(x)$, яка задовольняє цій умові, може бути не одною. Задачу мінімізації можна сформулювати наступним чином: мінімізувати функцію $z = f(x)$, при обмеженнях $c_j(x) > 0, j = 1, 2, \dots, m$. Функцію $P(x)$ зручно

записати наступним чином: $P(x) = r \cdot \sum_{j=1}^m \frac{1}{c_j(x)}$, де r – досить мала величина.

Для розв'язання отриманої однокритеріальної задачі будемо застосовувати градієнтний метод із дробленням кроку [3], [4]. Обрання даного методу зумовлене, з одного боку, - достатньою простотою, а з іншого – хорошою збіжністю. Будеться послідовність точок $\{x^{(k)}\}, k=0,1,\dots$, які $f(x^{(k+1)}) < f(x^{(k)}), k=0,1,\dots$. Точки послідовності $\{x_k\}$ вираховуються за наступним правилом: $x^{k+1} = x^k - \lambda_k \cdot \text{grad } f(x_k), k=0,1,\dots$. Початкова точка x_0 і початковий крок λ_0 задаються користувачем. Величину кроку λ_0 не змінюють до тих пір, доки функція спадає в точках послідовності. Умовою закінчення обчислень є виконання нерівностей (близькість до нуля градієнта

$$\text{grad } f(x^{(k)}): \left| \frac{df(x^{(k)})}{dx^{(i)}} \right| \leq \varepsilon, i = 1, 2, \dots, n.$$

Висновки. Програмне забезпечення, що реалізує всі вищеописані кроки, дозволить раціоналізувати роботу дослідника. Знання оптимальних параметрів процесу гідролізу дозволить ефективно впровадити це на практиці, а саме – дасть змогу ефективно використовувати шкіряні відходи для отримання органічних добрив і стимуляторів росту, а після подальшої модифікації як компонент композиційних матеріалів і біополімерів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коляда М.К. Властивості колагенового гідролізату, отриманого із безхромових шкіряних відходів / М.К. Коляда, В.П. Плаван, В.З. Барсуков // Вісник КНУТД. – 2014. – № 2 (76). – С. 11-16.
2. Резанова В.Г. Перетворення задачі оптимізації при дослідженні чотирикомпонентних сумішей полімерів / К.: Вісник КНУТД. – 2016. – №2. – С. 40-47.
3. Васильев Ф. П. Методы оптимизации – М.: Факториал Пресс, 2002. – 415 с.
4. Лотов А. В., Поспелова И. И. Конспект лекций по теории и методам многокритериальной оптимизации – М.: ВМиК МГУ, 2006. – 130 с.