



УДК 677.072.6

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕСТРУКЦІЇ ПРОДУКТІВ УТИЛІЗАЦІЇ ШКІР'ЯНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Студ. А.М. Василюк, гр. МгІТ-2-16
Науковий керівник доц. В.Г. Резанова
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою роботи є математичне моделювання та розробка програмного забезпечення для дослідження процесів деструкції продуктів утилізації шкіряної промисловості. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі: відповідно до теорії планування експерименту, розробити план для даної предметної області. За результатами експериментів побудувати математичні моделі залежності критеріїв оптимізації від вхідних факторів задачі.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єкт дослідження - процес деструкції продуктів утилізації шкіряної промисловості. Предмет дослідження – планування експерименту для даного процесу та його математичне моделювання.

Методи та засоби дослідження. Дослідження ґрунтуються на основних положеннях теорії планування експерименту та математичного моделювання. В якості методу побудови моделей використовується метод найменших квадратів у матричному вигляді.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. В роботі створено програмне забезпечення для створення математичних моделей основних параметрів процесу деструкції продуктів утилізації шкіряної промисловості від вхідних факторів.

Результати дослідження. У наш час більшість технологій переробки відходів шкіряної промисловості дуже трудомісткі та енергозатратні, внаслідок чого десятки тисяч тон відходів шкіряного виробництва накопуються на звалищах, чим наноситься велика шкода довкіллю. Всі ці відходи можуть бути використані для виробництва гідролізатів, білкового добрива, штучної шкіри та ін. [1]. Дослідження описаних явищ здійснюється в основному дослідним шляхом, теоретичні методи використовуються суттєво менше. Але математичне моделювання цих процесів є важливим з точки зору можливості отримання теоретично обґрунтованих практичних результатів.

Побудову математичної моделі залежності критеріїв оптимізації від вхідних факторів можна здійснити, застосувавши теорію планування експерименту [2], [3].

Експеримент, в якому реалізуються усі можливі поєднання рівнів всіх незалежних змінних (факторів) - це повний факторний експеримент. Математична модель, що може бути побудована за результатами експериментів і описує процеси, що відбуваються при гідролізі залежно від вхідних факторів, знаходимо у вигляді поліному неповного третього порядку [2]:

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

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.

Перетворимо модель до вигляду узагальненої лінійної залежності:

$$\hat{y} = \beta_1 z_1 + \beta_2 z_2 + \beta_3 z_3 + \beta_{12} z_{12} + \beta_{13} z_{13} + \beta_{23} z_{23} + \beta_{123} z_{123},$$

де $z_{12}=x_1x_2$; $z_{13}=x_1x_3$; $z_{23}=x_2x_3$; $z_{123}=x_1x_2x_3$.

Невідомі коефіцієнти, які необхідно обчислити за результатами експерименту, будемо шукати за методом найменших квадратів (МНК) в матричному вигляді [3].

Нехай

$$X = \begin{pmatrix} x_{00} & x_{01} & \dots & x_{0p} \\ x_{10} & x_{11} & \dots & x_{1p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n0} & x_{n1} & \dots & x_{np} \end{pmatrix} - \text{матриця плану, де } n - \text{кількість точок плану, } p -$$

кількість факторів;

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} - \text{вектор-стовпчик значень залежної змінної (параметра оптимізації),}$$

що спостерігаються у певних точках плану;

$$b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} - \text{вектор-стовпчик невідомих коефіцієнтів.}$$

Тоді, згідно з МНК: $b = (X X)^{-1} X Y$, де «штрих» означає операцію транспонування.

Знайдені коефіцієнти – компоненти вектора b – вказують на силу впливу окремих чинників на результат. Побудовану модель необхідно перевірити на адекватність, після чого можна використовувати її для подальших наукових досліджень.

Висновки. Розробка програмного забезпечення, що реалізує всі вищеописані кроки, дозволить раціоналізувати роботу дослідника. З'явиться можливість без проведення громіздких ручних розрахунків будувати різні моделі і порівнювати їх. В кінцевому рахунку – застосування математичних та інформаційних методів відкриває можливості для подальших наукових досліджень та отримання важливих практичних результатів. Зокрема – математичні моделі можуть бути використані для оптимізації параметрів процесу та для прогнозування його поведінки у майбутньому.

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. Бондарь А. Г., Статюха Г. А., Потяженко И. А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии. – Киев, Высшая школа, 1980, 264с.
3. Сидняев Н. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. – М.: Юрайт, 2012, 400 с.