2. Бондарь А. Г., Статюха Г. А., Потяженко И. А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии. – Киев, Высшая школа, 1980, 264 с.
3. Сидняев Н. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. – М.: Юрайт, 2012, 400 с.
4. Мейерс С. Эффективный и современный C++. М.: Вильямс, 2016. – 304 с.

РЕЗАНОВА В.Г., ГУДАК М.М.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ДЕСТРУКЦІЇ ПРОДУКТІВ УТИЛІЗАЦІЇ ШКІРЯНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

REZANOVA V. G., GUDAK M.M.

SOFTWARE TO OPTIMIZE PARAMETERS OF DESTRUCTION OF UTILIZATION PRODUCTS OF LEATHER INDUSTRY

The purpose of the work is to develop the software for optimizing the parameters of degradation products of recycling leather industry. To achieve the purpose should address the following objectives: simplify and transformation the task and and make enable further solve; analysis and selection method; creating special software for automation solutions.

The object of the research is the process of degradation products of recycling leather industry. The subject of the study is to optimize the parameters of the process.

The study is based on the main provisions of mathematical modeling and numerical methods of conditional optimization of multi-task problems; gradient method; method of penalty functions.

Created software to optimize the parameters of degradation products of recycling leather industry.

Keywords: optimization problem, multicriteria problem, conditional optimization, gradient method, software.

Вступ

У наш час більшість технологій переробки відходів шкіряної промисловості є дуже трудомісткими та енергозатратними. Внаслідок цього десятки тисяч тон відходів шкіряного виробництва закопуються 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, шкіркартонів, штучної шкіри та ін. [1].

Постановка завдання

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. Тому постає задача створення програмного забезпечення для оптимізації параметрів процесу.

Основна частина

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

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

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. Задача багатокритеріальної оптимізації здійснює пошук вектора змінних, що буде задовольняти накладеним обмеженням й оптимізувати векторну функцію, елементи якої відповідають цільовим функціям. Дані функції створюють математичний опис критерію задовільності й, майже завжди, взаємно конфліктують. Тож, «оптимізувати» – це знайти розв'язок, при якому значення цільових функцій стали б прийнятними для постановки задачі. 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, ..., f_m [3], [4]. Такий прийом носить назву скаляризації багатокритеріальної задачі. Найпростіший спосіб скаляризації заснований на використанні так званої лінійної згортки критеріїв:

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

При використанні такого підходу виникає проблема врахування пріоритету критеріїв, коли у критеріїв різна значимість. У цьому випадку потрібно віднайти математичне визначення пріоритету й ступінь його впливу на вирішення задачі.

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 $c_j(x) > 0$, $j = 1, 2, ..., m$. 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.

Таким чином, в результаті застосування методу штрафних функцій, отримали задачу безумовної оптимізації.

Розглянемо підходи до розв'язання задач безумовної оптимізації. Задача багатовимірної безумовної оптимізації сформульована наступним чином: знайти мінімум функції *f(x)*, де $x \in R^n$, при відсутності обмежень на *x*, при цьому *f(x)* – це скалярна цільова функція, безперервно диференційована [3], [4] .

При вирішенні цього класу задач потрібно враховувати такі фактори:

– характер цільової функції розв'язуваної задачі (одно екстремальна або багато екстремальна);

– можливість отримання в процесі оптимізації інформації про похідні цільової функції;

– наявність різних підходів до організації ітеративної процедури пошуку оптимуму (методи, засновані на ітеративному русі змінних в напрямку, обумовленому тим або іншим способом).

Для розв'язання 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. Будується послідовність точок $\{x^{(k)}\}$, k=0,1,…, які $f(x^{(k+1)}) < f(x^{(k)})$, k=0,1,….Точки послідовності $\{x_k\}$ вираховуються за наступним правилом: $x^{k+1} = x^k - \lambda_k \cdot grad\, f(x_k)$, k=0,1,…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 $grad\, f(x^{(k)})$): $\left|\frac{df(x^{(k)})}{dx^{(i)}}\right| \le \varepsilon,\ i = 1, 2, ..., n$.

Висновки

Програмне забезпечення, що реалізує всі вищеописані кроки, раціоналізує 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.

РЕЗАНОВА В.Г., МІРОШНИЧЕНКО О.В.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ РІДКИХ ПОЛІМЕРНИХ СТРУМЕНІВ

REZANOVA V. G., MIROSHNYCHENKO O.V.

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR DETERMINATION OF THERMODYNAMIC STABILITY OF POLYMER LIQUID JETS

The aim of the work is to develop software to determine thermodynamic stability of liquid polymer jets. To achieve the purpose of research should address the following objectives: to determine the effect of additives on the morphology of compatibilized mixtures; to find the regularities of microfibers destruction in origin and compatibilized mixtures of polypropylene / co-polyamide (PP / CPA); to provide automatic calculation of parameters of decay kinetics and convenient their representation.

The object of the study is the formation of ultrathin polymer fibers (microfibers). The subject of the research process is automated calculation of thermodynamic stability of liquid polymer jets.

The study is based on the main provisions of polymer micro-production technology, positions of classical fluid mechanics and methodology for calculating the lifetime of liquid jets using methods of computational mathematics and computer technology.

Was created software for the automated processing of experimental data obtained in the process of formation of liquid polymer jets.

Keywords: fiber-formation, liquid jet, interphase tension, automated calculation software.

Вступ

Виробництво ультратонких синтетичних волокон (мікроволокон) прискореними темпами розвивається у наш час у багатьох країнах світу. Такі волокна знаходять широке застосування при виготовленні товарів народного споживання (тканини, трикотаж, штучна шкіра), а також для технічних цілей (тепло- та звукоізоляційні матеріали, фільтри прецизійного очищення, синтетичний папір) тощо. Існують різні способи одержання ультратонких волокон, але серед них особливе місце займає формування мікроволокон шляхом переробки розплавів сумішей полімерів, тобто реалізація так званого явища специфічного волокноутворення [1], [2] . Специфічність вказаного явища полягає в тому, що волокноутворення реалізується не по виході із фільєри, як в традиційних способах формування, а ще у вхідній зоні формуючого отвору. При течії розплаву суміші полімерів за певних умов один компонент (волокноутворюючий) утворює в массі іншого безліч