

РЕЗАНОВА В. Г., ЦАХЛО А. О.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

REZANOVA V. G., TSAHLO A. O.

SOFTWARE FOR OPTIMIZING TECHNOLOGICAL PROCESS PARAMETERS

The study of various technological processes is mainly carried out experimentally, theoretical methods are significantly lagging behind. But the use of mathematical methods is important from the point of view of the possibility of obtaining theoretically justified practical results, and knowing the optimal conditions for the implementation of the process will allow to effectively manage it. Therefore, the task of creating software for optimizing process parameters arises.

Purpose and tasks. Solving the problem of optimization of technological parameters. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks: in accordance with the theory of experimental planning, develop a plan for this subject area. Creating special software..

The subject of the research is planning an experiment for the process and its mathematical modeling.

Software that implements all the steps described above streamlines the researcher's work. Knowing the optimal parameters of the process will allow to effectively implement it in practice

Вступ

Проведення теоретичних та експериментальних досліджень, що відкривають принципово нові шляхи одержання матеріалів з заданими властивостями та створення і впровадження в промисловість нових безвідходних екологічно чистих мало енергоємних технологій є важливим завданням для науки. Аналіз стану та перспектив галузі інформаційних технологій свідчить, що активне впровадження їх у наукові дослідження має важливий пріоритет у найбільш економічно розвинених країнах. Це в результаті змінює світові тенденції розвитку в напрямку значного розширення можливостей широкого кола галузей економіки: фармакології, фармацевтики, хімії, аеронавтики та космонавтики, будівництва, енергетики, оборони, авіації, транспорту тощо [1,2].

Постановка завдання

Дослідження різноманітних технологічних процесів 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

Багатокритеріальна оптимізація або програмування — це процес одночасної оптимізації двох або більше конфлікуючих цільових функцій в заданій області визначення [1,2,3].

Задача багатокритеріальної оптимізації зустрічаються в багатьох галузях науки та техніки. Постановка багатокритеріальної оптимізації оперує з такими елементами, як цільові функції. 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 конфлікують. 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, \dots, f_m [3, 4]. Такий прийом носить назву скаляризації багатокритеріальної задачі. Найпростіший спосіб скаляризації заснований на використанні так званої лінійної згортки критеріїв:

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

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

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 $\{x^{(k)}\}$, $k=0,1,\dots$, 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 [5,6], 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.

Ключові слова: програмне забезпечення, оптимізація, технологічний процес, експеримент, метод штрафних функцій

Література

1. Резанова В.Г., Резанова Н.М. Програмне забезпечення для дослідження полімерних систем. Монографія. – К.: АртЕк, 2020. – 358 с.
2. Резанова В.Г., Резанова Н.М. Програмне забезпечення для оптимізації складу багатокомпонентних сумішей. Монографія.- К.:АртЕк. - 2022. - 315 с.

3. V. G. Rezanova, N. M. Rezanova Mathematical Modelling and Software Development to Optimize the Composition of Four-Component Nanofilled Systems // Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii - 2020, т. 18, № 4, с. 863–874

4. Нечаєв В.П., Берідзе Т.М., Кононенко В.В., Рябушенко Н.В., Брадуд О.М. Теорія планування експерименту. - К.: Кондор, 2005. – 232 с.

5. N. R. Draper, H. Smith Applied Regression Analysis. - John Wiley & Sons, 1998. - 736 p.

6. Stroustrup B. Programming: Principles and Practice Using C++ (2nd Edition). Addison-Wesley Professional, 2014. – 1312 p.

7. Stroustrup B. The C++ Programming Language Fourth Edition. Addison-Wesley, 2013. – 1366 p

РЕЗАНОВА В.Г.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ МІКРОФІБРИЛЯРНИХ СТРУКТУР

REZANOVA V.G.

SOFTWARE FOR VISUALIZATION THE PROCESS OF FORMATION OF MICROFIBRILAR STRUCTURES

Studying the processes of structure formation in polymer mixtures is of scientific and practical interest, therefore the topic of the work is relevant.

The purpose of the work is to develop software for visualizing the flow of melts of polymer mixtures based on the results of mathematical modeling of rheological processes and to investigate the influence of various factors on the processes of structure formation in mixtures

The performed work confirms the possibility of using the approaches of classical mechanics to describe the rheological behavior of melts of polymer mixtures. Software that performs visualization has been developed of the process of formation of microfibrillar structures, which can be used for an easy and economical study of the investigated process, as well as convenient and visual forecasting.

Вступ

Необхідність розробки комп'ютерних моделей захопила практично всі сфери діяльності людини. Ще в 595 році до н. е., відомий філософ Піфагор заявив: "Всі речі суть числа", що досить наочно можна побачити сьогодні, в еру цифрових технологій. Людина із давніх давен використовує моделювання для дослідження об'єктів, процесів, явищ в різних областях. Результати цих досліджень служать для визначення та покращення характеристик реальних об'єктів та процесів, для розуміння суті явищ щоб зрозуміти як ними можна маніпулювати, а також для конструювання нових об'єктів або модернізації старих. Моделювання допомагає людині приймати ґрунтовне та продумане рішення, передбачити наслідки власної діяльності.