

Багатокритеріальна оптимізація керування механізмом радіальної подачі прутка

БОЙКО В.І., КОРЖ В.В., УСТИМЕНКО В.О.

Дніпродзержинський державний технічний університет

В статті піднімається проблема розподілу прутків за допомогою автомата радіальної подачі. Задачу вирішено за допомогою багатокритеріального підходу.

В статье поднимается проблема распределения прутков с помощью автомата радиальной подачи. Задача решена с помощью многокритериального подхода.

In article the problem of distribution of a wire by means of the automatic machine of radial giving rises. The problem is solved with the help of manycriteria approach.

Вступ. Сучасне машинобудування потребує нових методів оптимізації існуючих технологічних процесів обробки металів. Актуальною задачею розвитку промисловості є розробка і реалізація методів по суттєвому зниженню затрат енергії на виробництві. Досягненням поставленої цілі є автоматизація технологічних процесів на основі застосування автоматизованих модулів обладнання.

Для умов масового виробництва деталей з одного матеріалу використовуються радіальні комплекси. Автоматизований радіальний комплекс включає до свого складу: вісім радіально розташованих (через 45°) профіленакатних автоматів з пристроями подачі на відстані 3 м від вісі комплексу, виправно-відрізний автомат на поворотній платформі. Дане рішення дозволяє підвищити ефективність використовуваного обладнання і виробничих площ.

Раніше завантаження автоматів відбувалося по мірі їх випрацювання. Так як потужність станів різна, то пріоритет віддавався більш потужним. Із-за чого менш потужні стани, що знаходилися в кінці траєкторії руху механізму подачі мали значний час простою, що, з точки зору енергоефективності комплексу, є недоцільним. Тому необхідно розробити модель, яка буде враховувати якнайбільшу кількість технологічних параметрів, які впливають на швидкість виробництва.

Постановка задачі. При розробці алгоритму керування процесом радіальної подачі прутка потрібно враховувати дуже багато параметрів. Можна відокремити декілька параметрів, які істотно впливають на швидкість виробництва:

- відстань від точки знаходження платформи до точки запиту;
- швидкість випрацювання станом прутка однієї довжини;
- час простою станом без завантаження матеріалу;

і т.д. в залежності від вимог виробництва.

Розглянемо кожен з критеріїв більш детально.

Час. Цей критерій повинен враховувати шлях, який повинна пройти точка від свого початкового положення до кінцевого. Враховуючи, що механізм може пройти лише 315° і наступні 45° між 8 та 1 точками є «мертвою зоною», тобто механізм за жодних умов не потрапить до цієї зони, тому точки з кола можна перенести на пряму у якій відстані між точками будуть рівні довжині дуги на колі l рис. 1.

Час проходження механізму подачі прутка між сусідніми точками визначається виразом $\tau = l/v$, де

v - швидкість повороту платформи вздовж дуги. Якщо необхідно перемістити механізм від k -тої до i -тої точки то матимемо: $\tau = \frac{1}{v}(|k-i|-1)$, де останній пропуск – це гальмівний шлях і на нього витрачається, виходячи з класичного рівняння для рівноприскореного руху, час $\tau = \frac{2l}{v}$. Загальний час визначається із виразу

$$T = \tau_1 + \tau_2$$

$$T = \frac{l}{v}(|k-i|+1) \quad (1)$$

Враховуючи, що швидкість та довжина дуги константи, час визначається лише кількістю точок, які повинен пройти механізм.

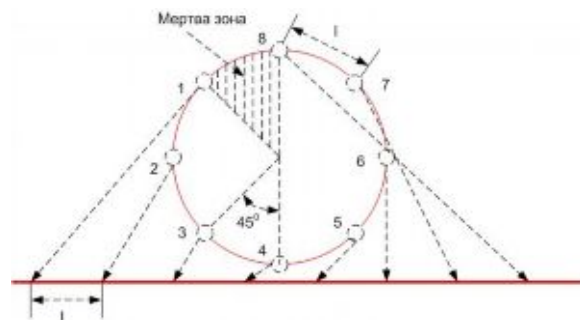


Рис. 1. Механізм радіальної подачі прутка

Швидкість випрацювання матеріалу станом дає можливість оцінити швидкість обробки прутка однієї довжини L для конкретної кліти, тому що в залежності від завдань та моделі профіленакатної машини вона може відрізнятися в рази.

Час простою визначається як час, який стан або автомат знаходиться без матеріалу для обробки. Має велике значення для зменшення енергозатрат та для рівномірного розподілу навантаження по станкам.

В даному випадку виділено три основних види характеристик, що впливають на оцінку кожної альтернативи. Альтернатива – це одне із можливих положень в якому може знаходитись поворотна платформа. Тому основна задача – це знайти оцінку кожної з $(n-1)$ альтернатив, де n - кількість можливих станів.

Оцінимо кожну альтернативу.

Для часу підходу платформи до точки запиту основним параметром є кількість проходів між точками, або $(|k-i|+1)$, а альтернатива оцінюється як

$$\delta = \frac{1}{|k-i|+1} \quad (2)$$

Для швидкості випрацювання прутка. Альтернатива розраховується як параметр, зворотній швидкості, або $v = \frac{1}{v_{випр}}$. А швидкість розраховується як відношення одиниці довжини прутка до швидкості його обробки, тоді

$$v = \frac{t_{випр}}{m_{випр}} \quad (3)$$

Час простою визначається кількістю виконаних альтернатив після виконання запиту на i -ту точку, або n_0/n , де n - кількість альтернатив, n_0 - кількість станів, які отримали матеріал після запиту i -тим станом. Тоді критерій визначається формулою:

$$\theta = \frac{n_0}{n} \quad (4)$$

Введемо наступне позначення критеріїв δ_i, v_i, θ_i - відповідно критерії часу, швидкості та часу простою i -го станка.

Практично критеріїв може бути набагато більше, в залежності від вимог до якості керування.

Тоді для кожного критерію існує матриця:

$$\delta = \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \dots \\ \delta_i \end{Bmatrix}, v = \begin{Bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \dots \\ v_i \end{Bmatrix}, \theta = \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \dots \\ \theta_i \end{Bmatrix} \quad (5)$$

Для кожної альтернативи існує набір критеріїв:

$$A_i = \{\delta_i, v_i, \theta_i\} \quad (6)$$

Пронормуємо всі критерії. Для цього бажано розділити кожне зі значень критеріїв суму всіх значень кожного критерію:

$$\delta_{i\text{норм}} = \frac{\delta_i}{\sum_i \delta_i} \quad (7)$$

Тоді оцінка альтернативи по всім критеріям має вигляд:

$$\gamma = \begin{Bmatrix} \delta_1 & v_1 & \theta_1 \\ \delta_2 & v_2 & \theta_2 \\ \dots & \dots & \dots \\ \delta_n & v_n & \theta_n \end{Bmatrix}$$

Або можна переписати матрицю наступним чином:

$$\gamma = \begin{Bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{1n} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \gamma_{m1} & \gamma_{m2} & \gamma_{mn} \end{Bmatrix} \quad (8)$$

Сума всіх критеріїв по кожному рядку визначає рейтинг альтернатив. І та, що матиме найбільше значення буде найкращим рішенням для даного стану системи.

В залежності від поставленої задачі, виникає необхідність врахувати важливість по кожному з критеріїв. Для цього уводимо матрицю важливості критеріїв (рейтинг):

$$\alpha = \begin{Bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_n \end{Bmatrix} \quad (9)$$

За допомогою цієї матриці можливо надати пріоритет кожному з критеріїв в залежності від задачі: максимальна виробнича спроможність, рівномірне навантаження на стани чи мінімум часу простою.

Значення альтернатив визначаються наступним чином:

$$\bar{\gamma}_i = \sum_{k=1}^n \gamma_{i,k} \cdot \alpha_k \quad (10)$$

Вибір рішення визначається як $\max \bar{\gamma}_i$.

Висновки

З'ясовано, що основними критеріями при керуванні механізмом радіальної подачі є швидкість, час простою та повороту платформи.

Виявлено, що для кожного критерію необхідно виконати нормування.

Доведено, що використання матриці важливості дає можливість реалізувати різні енергозберігаючі режими роботи устаткування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко В.И. Оптимальное управление прокаткой профилей/-Днепродзержинск: ДГТУ, 1996 – 272 с.
2. Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. М.: «Издательство Машиностроение.-1», 2004.
3. Босс В. Лекции по математике. Том 1 – 4 – М.:Едиториал УРСС, 2004. – 216 с.
4. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. М.: Наука, 1996.