

БОГДАНОВА Л. М., ВАСИЛЬЄВА Л. В., КОРСУН Д. В.

ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

The purpose of the conducted research is to determine and adjust the optimal modes of processing parts on a milling machine with numerical software control for a specific nomenclature and parameters of parts. Searching for parameters for processing modes that will provide the best value of the desired criterion is a priority research task. Variable indicators can be cutting depth, milling width, and table feed. Calculation of the optimal values of the objective function "work productivity" will allow choosing the best option for processing. For this, a software complex was created, including an expert system. This allows continuous monitoring of the machining process and adjustment of machining modes as needed to maintain optimal performance. As part of the unified information space of the enterprise, this system will improve the quality of management solutions for technological preparation of production, as well as deliver the necessary information to each workplace. An expert system can be used to continuously monitor the machining process and adjust part-cutting modes to maintain optimal performance. Expert systems can provide optimal processing modes, which reduce the number of errors and increase the quality of products produced on a CNC machine.

Ключові слова: експертна система, продукційна модель, оптимальні режими обробки, фрезерні верстати з ЧПК, продуктивність обробки.

Досягнення високої точності та продуктивності сучасного виробництва вимагає ретельного вибору режимів обробки, щоб відповідати конкретним вимогам кожного завдання обробки особливо для складних компонентів.. Одним з варіантів досягнення високих вимог є використання верстатів з ЧПК і експертних систем, що зберігається на даному верстаті.

Ряд дослідників проводили розробку систем для вибору режимів обробки на фрезерних верстатах з ЧПК з використанням штучного інтелекту: Park K. S., Kim S. H, Dr. M.A. Elbestawi, Dr. Zhen Wang [1], [2].

Метою роботи є визначення і коригування оптимальних режимів обробки деталей на фрезерному верстаті з ЧПК для конкретної номенклатури і параметрів деталей. Було створено програмний комплекс, що включає експертну систему. Це дозволяє проводити безперервний моніторинг процесу обробки та налаштування режимів обробки деталей, за потреби, для підтримки оптимальної продуктивності.

Експертна система використовує продукційні моделі. У базі знань містяться правила продукції, а в базі даних міститься інформація, яка відображає поточний стан розв'язуваної задачі. Ініціалізацію необхідного правила здійснює інтерпретатор (блок керування). Експертна система оперує даними: назва операцій і переходів, дані креслення, параметри готової деталі на даному етапі обробки, дані ріжучого інструменту (розміри, геометрія, матеріал пластини), режими обробки, H_V , σ_b заготовки за довжиною та перерізом.

Було визначено керуючі параметри обробки: глибину різання, швидкість подачі та подача столу. Для систематичної зміни вибраних параметрів використовувався факторний експеримент. Це передбачало тестування кількох рівнів кожного параметра в різних комбінаціях. Наприклад, глибина різання змінювалася на різних рівнях, як і швидкості подачі та подача столу. Зібрані дані пройшли ретельний статистичний аналіз. Дисперсійний аналіз (ANOVA) і регресійний аналіз [3] використовувалися для оцінки значущості окремих параметрів, їх взаємодії та загального впливу на ключові показники ефективності.

При призначенні оптимальних режимів механічної обробки в якості критерію оптимальності виступає продуктивність або приведені витрати. Якщо потрібно забезпечити стабільність процесу обробки, то в якості критерію оптимальності виступає надійність ріжучого інструменту. В нашому випадку в якості цільової функції визначена продуктивність обробки.

Пошук параметрів для режимів обробки, які будуть забезпечувати найкраще значення потрібного критерію є пріоритетним завданням дослідження. Змінними показниками можуть виступати глибина різання, ширина фрезерування, подача столу. Розрахунок оптимальних значень цільової функції «продуктивність роботи» дозволить обрати кращий варіант для обробки.

Зазвичай, оптимізація за продуктивністю проводиться на максимум. Об'єм видаленого матеріалу дорівнює різниці між обсягом заготовки до обробки та обсягом деталі після обробки.

Час різання – це час руху інструменту при обробці деталі. Вимоги до якості обробки деталі істотно впливають на цей параметр.

Продуктивність роботи характеризується швидкістю видалення матеріалу за формулою:

$$Q = \frac{t \cdot a_e \cdot V_f}{1000}, \quad \text{см}^3 / \text{хв} \quad (1)$$

де t – глибина різання, мм; a_e – ширина фрезерування, мм; V_f – подача столу, мм/хв.

Планування експерименту проводилось за допомогою пакету STATISTICA. Обраним планом став центральний композиційний план 3/1/16, з умови задачі у нас є 3 фактори.

За проведенням експериментом отримано, що коефіцієнт детермінації дорівнює 97%. Перевірка статистичної значущості за критерієм Стюдента показала, що з ймовірністю 0,95 коефіцієнти є статично значущими. Модель є адекватною за критерієм Фішера.

Параметри обробки, обмежуються можливостями верстатів і різального інструменту.

Таким чином, в складі об'єднаного інформаційного простору підприємства дана система дозволить покращити якість рішень управління технологічною підготовкою виробництва, а також доставити необхідну інформацію до кожного робочого місця.

Експертна система може бути використана для безперервного моніторингу процесу обробки та налаштування режимів різання деталей для підтримки оптимальної продуктивності. Експертні системи можуть надавати оптимальні режими обробки, що зменшує кількість помилок і підвищує якість продукції, виробленої на верстаті з ЧПК.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ji W., Yin S., Wang L. A big data analytics based machining optimisation approach. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2019. Vol. 30. С. 1483–1495.
2. Богданова Л. М., Аносов В. Л., Колодяжний В. М., Літовка В.Д. Вирішення задачі структурної оптимізації конструкції фрези на основі мультиагентного підходу: Тези доповідей І Міжнародної науково-технічної конференції -- Харків: Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України, 2018. - 155 с.
3. Васильєва Л. В., Кльованик О. А. Регресійні моделі та аналіз часових рядів : навч. посіб. Краматорськ: ДДМА, 2010. 176 с.

БОГДАНОВА Ліна Михайлівна – к. т. н., доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій, Донбаська державна машинобудівна академія, вул. Академічна, 72, Краматорськ, Україна, 84313; e-mail: libog3096@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5025-9358.

Наукові інтереси:

– імітаційне моделювання, штучний інтелект.

ВАСИЛЬЄВА Людмила Володимирівна – к. т. н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем в економіці, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, просп. Берестейський, 54/1, Київ, Україна, 03057; e-mail: liudmyla_vasylijeva@kneu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-9277-1560.

Наукові інтереси:

– математичне моделювання, методи обчислювального інтелекту.

КОРСУН Дмитро Владиславович – лаборант кафедри комп'ютерних інформаційних технологій, Донбаська державна машинобудівна академія, вул. Академічна, 72, Краматорськ, Україна, 84313; e-mail: dmitry.korsun.v@gmail.com

Наукові інтереси:

– штучний інтелект.