

що порівняно просто можна знайти поведінки оригіналу при великих та малих значеннях часів. Останні, своєю чергою, можуть бути використані як для контролю інших способів розв'язування, так і для вибору деяких параметрів, що входять в ці способи розв'язування (зокрема, порядок стиску-розтягу шкали аргументів в теорії збурення).

3.2. Операційний спосіб має ту перевагу, що в результаті його застосування отримують параметричне зображення розв'язку, яке повністю описує шукану функцію.

4. Якщо вхідні дані відомі в дискретних точках і в математичну модель входять малі параметри, то в цьому випадку серед розглянутих методів можна застосувати спектральні.

5. Побудова розв'язків на основі методів теорії збурення доцільна в стаціонарному випадку, оскільки в нестационарному отримують досить громіздкі результати. Однак методи теорії збурення можуть бути успішно використані для розв'язування відповідних характеристичних рівнянь.

1. Чапля Є.Я., П'янило Я.Д., П'янило Г.М., Рикалюк І.І. Дослідження впливу конвективного руху та ефектів взаємопереходу частинок на процес вертикальної дифузії. Львів, 1996. 50 с. (Препр. ІАН України, Центр математичного моделювання ІІІМ ім. Я.С. Підстригача; N 1-96). 2. Найфэ А. Введение в методы возмущений. М., 1984. 3. Диткин В.А., Прудников А.П. Операционное исчисление. М., 1975. 4. Корн Г. и Корн Т. Справочник по математике. М., 1974. 5. Толстов Г.П. Ряды Фурье. М., 1980.

УДК 621.9.025.011

МЕТОДИКА ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН ДЛЯ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ

© Василь Свізінський, 1999
ДУ "Львівська політехніка"

Розглянута методика та наведені результати експериментального вибору мастильно-охолоджуючих рідин (МОР) для процесу свердління корозійно- та кислотостійкої сталі 12X18H10T. Наведені рекомендації для практичного застосування отриманих результатів.

Одним із важливих факторів покращання оброблюваності та інтенсифікації обробки різанням деталей із важкооброблювальних матеріалів на всіх операціях лезової обробки є використання ефективних мастильно-охолоджуючих рідин (МОР). Для обробки різних груп оброблюваних матеріалів, а також різних операцій різання створено близько 100 марок різних водорозчинних і маслянистих МОР.

Результати лабораторних досліджень та виробничих випробувань свідчать про можливість підвищення режимів різання в середньому на 10...20 % при використанні найбільш ефективних МОР для свердління, точіння та фрезерування виробів із важкооброблюваних матеріалів, про підвищення стійкості твердосплавного і швидкорізального інструменту в 2-4 рази, про зниження енергозатрат на 15...20 % і покращання якісних характеристик оброблених поверхонь на 1-1,5 розряду.

Наведені показники свідчать про важливість такого етапу в організації технології виробництва, як вибір МОР окремо для різних груп операцій лезової обробки металів, а також правильний вибір МОР загалом для машинобудівного підприємства.

Отже, при виборі МОР необхідно враховувати її вплив на технологічні, фізичні та якісні показники оброблюваності конкретних матеріалів, а також на економічні показники обробки. Важливим при виборі МОР є її функціональний вплив на оброблюваний матеріал і різальний інструмент (охолоджувальна, мастильна, мийна, диспергуюча, ріжуча і пластифікуюча дія), а також санітарно-гігієнічні та біологічні властивості, можливість та проста утилізації і регенерації.

Вибір марки МОР для операції лезової обробки конкретних матеріалів є задачею прийняття рішень. Через те, що МОР є складною багатокомпонентною системою, дію якої на процес різання математично описати і кількісно оцінити важко, рішення, прийняті щодо їх вибору, часто є суб'єктивними і не завжди правильними. Для зменшення помилки пропонується спосіб, що базується на застосуванні сучасних методів розв'язання багатокритеріальних задач [1], котрі дають змогу наблизити результат вибору до оптимального.

Вибір проводиться у два етапи. На першому етапі з усієї множини МОР вибирається лише деяка підмножина, що забезпечує ефективність оброблення. Для вирішення цієї задачі створюється алгоритм вибору номенклатури МОР, який враховує всі технологічні умови забезпечення цього процесу (рис.1)

Приймаючи рішення на кожному ступені і рухаючись зверху вниз, приходимо до певної підмножини МОР.

Передумовами для створення таких алгоритмів є рекомендації щодо застосування МОР для конкретних умов роботи, наданих у довідниково-технічній літературі [2-4].

Як приклад на рис.2 подано алгоритм вибору множини МОР для свердління корозійно-та кислотостійкої сталі (третья група) 12X18H10T.

На другому етапі розв'язується задача вибору оптимальної марки МОР з певної множини (результат першого етапу вибору). Для визначення найефективнішої марки МОР формуємо ряд властивостей, важливих для умов оброблення

якоїсь конкретної деталі з економічної, експлуатаційної і технологічної точки зору і ранжуємо ці властивості за їх відносною важливістю експертним методом парних порівнянь. Знаючи номенклатуру МОР, кількісний рівень і вагомість властивостей, розраховують загальний комплексний показник для кожної МОР [5].

З множини конкуруючих МОР вибирається та, у якій загальний комплексний показник максимальний. Роботу методу покажемо на прикладі. Нехай потрібно обробити отвір $\varnothing 9,5$ Н14, $R_z = 40$ в деталі, виготовленій із сталі 12X18H10T свердлом із швидкорізальної сталі з наступним зенкеруванням і розверчуванням.



Рис.1. Загальна схема алгоритму вибору номенклатури МОР.

Задамося властивостями: X_1 - стійкість інструмента, X_2 - шорсткість обробленої поверхні, X_3 - точність, X_4 - енергосилові характеристики процесу. Будемо квадратну матрицю $n \times n$ (4×4) гіпотетичного змагання цих властивостей за важливістю (табл.1). У кожній комірці матриці виставляються бали a_{ij} , зароблені кожною із властивостей в парних зіставленнях за важливістю, a_i може набувати значення: 2 - якщо x_i важливіше x_j ; 1 - якщо x_i і x_j рівноцінні; 0 - якщо x_i поступається за важливістю x_j .

Підраховуємо суму балів і відносну важливість кожної із властивостей α_{x1} , α_{x2} , α_{xn} ітераційним способом за формулами (1),(2) відомими в теорії графів як розв'язок "задачі про лідера" [6]:

$$\alpha_{X_i}^{(1)} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i^{(1)}}{\sum_{i=1}^{n-n} \sum_{j=1} a_{ij}^{(1)}}; \quad (1)$$

Рис.2. Алгоритм вибору множини МОР для свердлильного оброблення корозійно- і кислотостійких сталей 12Х18Н10Т.

$$\alpha_{X_i}^{(2)} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} a_i}{\sum_{i=1}^{n-n} \sum_{j=1} a_{ij}^{(2)}}. \quad (2)$$

Для досягнення необхідної точності достатньо 2-3 ітерацій. Результати обчислень вагомості подані в табл.1.

У табл.2 наведені номенклатура МОР та їх кількісний рівень у відносних коефіцієнтах збільшення стійкості K_T , зменшення шорсткості K_{Ra} , підвищення точності K_Δ , зниження сили різання K_{Pz} , де

$$K_T = \frac{T_{\text{МОР}}}{T}; \quad K_{Ra} = \frac{Ra_{\text{МОР}}}{Ra}; \quad K_\Delta = \frac{\Delta_{\text{МОР}}}{\Delta}; \quad K_{Pz} = \frac{Pz_{\text{МОР}}}{Pz}$$



де $K_T, K_{Ra}, K_\Delta, K_{Pz}$ - відношення відповідних характеристик при різанні металів з МОР до відповідних характеристик при різанні на повітрі.

Таблиця 1

Квадратна матриця суміжності властивостей за вагомістю і результати розрахунку їх ваги

i	j				$\Sigma \alpha_i^{(1)}$	$\alpha_{xi}^{(1)}$	$\Sigma \alpha_i^{(2)}$	$\alpha_{xi}^{(2)}$
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄				
X ₁	1	2	1	2	6	0.375	36	0.486
X ₂	0	1	0	1	2	0.125	4	0.054
X ₃	1	2	1	1	5	0.312	25	0.338
X ₄	0	1	1	1	3	0.875	9	0.122
Σ					16	1.00	74	1.00

Таблиця 2

Результати розрахунків узагальненого показника

N п/п	Марка МОР	T		Ra		Δ		Pz		K _i
		K _T	X _{1i} ^{відн}	K _{Ra}	X _{2i} ^{відн}	K _Δ	X _{3i} ^{відн}	K _{Pz}	X _{4i} ^{відн}	
1	Українол-1 (5%)	1.4	0.29	1.2	0.26	1.05	0.22	1.1	0.23	0.2573
2	Аквол-10м (5%)	1.6	0.28	1.3	0.23	1.03	0.23	1.4	0.27	0.2584
3	Аквол-12 (5%)	2.0	0.34	1.4	0.24	1.2	0.20	1.3	0.22	0.2726
4	Аквол-6 (5%)	2.1	0.36	1.3	0.24	1.1	0.19	1.2	0.21	0.2575
5	МХО-64а (5%)	2.1	0.34	1.6	0.25	1.2	0.19	1.4	0.21	0.2686

Для визначення узагальненого показника K_i кожної із конкуруючої МОР підраховуємо відносні кількісні рівні одиничних властивостей X_1, X_2, \dots, X_n за формулою (3):

$$X_{1i}^{\text{відн}} = \frac{X_{1i}}{X_{1i} + X_{2i} + X_{3i} + \dots + X_{mi}}, \quad (3)$$

де $i=1 \dots m$ - кількість конкуруючих марок МОР.

Далі за формулою (4)

$$K_i = X_{1i}^{\text{відн}} \cdot \alpha_{X1}^{(2)} + X_{2i}^{\text{відн}} \cdot \alpha_{X2}^{(2)} + \dots + X_{mi}^{\text{відн}} \cdot \alpha_{Xm}^{(2)} \quad (4)$$

розраховуємо узагальненій показник.

Процедура знаходження найефективнішої марки МОР для конкретних груп матеріалів і певних операцій лезового оброблення на основі застосування сучасних

методів розв'язання багатокритеріальних задач дозволяє наблизити результат вибору до оптимального. Для розв'язання сформульованої задачі використовуються науково обґрунтовані принципи і методи системного аналізу: експертний метод парних порівнянь, лінійне згортання одиничних критеріїв в узагальнений, а також ітераційна методика розрахунку важливості властивостей, що відображають вплив МОР на технологічні, якісні й економічні показники процесу оброблення.

МОДОДИ... МОР... МОР...

1. Алфредов О.Х., Габриелян Э.О. Система обеспечения принятия решений-основа оптимального выбора материалов // Изв. вузов. Машиностроение. 1988. N 2. 2. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки материалов. М., 1984. 3. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под ред. С.Г.Энтеллиса, Э.М.Берлинера. М., 1986. 4. Смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием. Рекомендации по применению / Под ред. М.И.Клушина. М., 1979. 5. Гермейер Ю.Б. Математическая теория исследования операций. М., 1971. 6. Берж К. Теория графов и ее применение. М., 1962.