

УДК.631.1

## **МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ МТП**

Плехун Д.С. студент 23МБМГ

Паніна В.В. к.т.н. доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-20-74

**Анотація** – у статті наведена методика вибору способу й оптимізації технології відновлення колінчастого валу, що включає етапи визначення економічної доцільності відновлення, визначення застосовності способів відновлення, вибір оптимального способу по комплексному техніко-економічному критерію. Використовуючи метод Парето визначено оптимальний спосіб відновлення.

**Ключові слова:** ПРОГРАМА, МЕТОДИКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ВІДНОВЛЕННЯ

*Постановка проблеми.* Колінчастий вал – призначений для перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертальний навколо своєї осі. Вал має шийки для кріплення шатунів, від яких сприймає зусилля і перетворює їх в крутний момент.

Колінчастий вал – одна з основних деталей двигуна, що визначає разом з іншими деталями його ресурс. Ресурс колінчастого вала характеризується двома показниками: втомної міцністю і зносостійкістю. При експлуатації двигуна в результаті дії високих і непостійних динамічних навантажень вал піддається крутінню і вигину, окремі поверхні (шатунні і корінні шийки і ін.) – зношуванню. У структурі металу накопичуються втомні пошкодження, виникають мікротріщини та інші дефекти.

*Аналіз літературних джерел:* Цю проблему досліджували Іващук О.Т., Кутковський В.Я., Ржевський С.В., Александрова В.М.

*Мета:* обґрунтувати оптимальний спосіб відновлення колінчастого валу.

*Основна частина.* Існують декілька варіантів вибору способу відновлення деталі. Найбільш поширена методика оцінки способу відновлення за допомогою послідовного використання трьох критеріїв – технологічного, технічного, техніко-економічного:

Технологічний критерій – визначає принципову можливість використання різних способів відновлення по відношенню до конкретної деталі.

Довговічність колінчастого вала автотракторного двигуна залежить від цілого ряду конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів. Визначальний вплив надають такі параметри, як жорсткість колінчастого вала і його опор, залишковий прогин вала в результаті виникнення напруг після чорнової і чистової правки, метод обробки (зміцнення) галтелей, режими навантаження двигуна, стан мастила [6].

Для усунення слідів зносу можна використати наступні методи: наплавлення під флюсом; металізація; контактне наварювання; хромування; залізнення; наплавлення у середовищі захисних газів; вібродугове наплавлення.

Технічний критерій визначає:

- стійкість до зношування;
- витривалість;
- зчеплення нарощеного металу з металом деталі;
- довговічність;
- мікротвердість.

За допомогою методичних вказівок обираємо середні значення коефіцієнтів [1] і заносимо до таблиці 1.

Виключаємо найгірші значення коефіцієнтів і мікротвердості.

Таблиця 1 – Характеристика способів відновлення деталей за технічним критерієм

Спосіб відновлення по технологічному критерію	Значення коефіцієнта та оцінка способу усунення дефекту				
	Коефіцієнт				Мікротвердість, кг/мм <sup>2</sup>
	стійкість до зношування Кс	витривалість Кв	зчеплення Кз	довговічність Кд	
1	2	3	4	5	6
1. Наплавлення під флюсом	0,95	0,85	1	0,81	550
2. Металізація	1,15	0,85	0,25	0,25	352
3. Контактне наварювання	1	0,8	0,85	0,8	555
4 Хромування	1,15	1	0,45	0,45	1000
5 Залізнення	1,05	0,8	0,7	0,7	450
6 Наплавлення у середовищі захисних газів	0,85	0,95	1	0,85	295
7. Вібродугове наплавлення	0,85	0,62	1	0,62	362

За технічним критерієм металізація і вібродугове наплавлення виключаються.

Техніко-економічний критерій зв'язує економічний показник ремонту деталі з її довговічністю.

Для цього по кожному із залишених після оцінки по технічному критерію способів усунення дефекту слід оцінити відношення  $C_B/K_D$ , де  $C$  – питома вартість відновлення;  $K_D$  – коефіцієнт довговічності деталі.

Таблиця 2 – Характеристика способів відновлення деталей за техніко-економічним критерієм

Спосіб відновлення по техніко-економічному критерію	Значення коефіцієнта та оцінка способу усунення дефекту					Питома вартість відновлення $C_B$ , грн/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт техніко-економічної ефективності, $C_B/K_D$
	Коефіцієнт				Мікротвердість, кг/мм <sup>2</sup>		
	стійкість до зношування $K_C$	витривалість $K_B$	зчеплення $K_3$	довговічність, $K_D$			
1. Наплавлення під флюсом	0,95	0,85	1	0,81	550	47	58
2. Контактне наварювання	1	0,8	0,85	0,8	555	29	36,25
3. Хромування	1,15	1	0,45	0,45	1000	132	293
4. Залізнення	1,05	0,8	0,7	0,7	450	32	45,7
5. Наплавлення у середовищі захисних газів	0,85	0,95	1	0,85	295	43	50,6
Сума	5	4,4	4	3,61	2850	283	

За техніко-економічним критерієм найкращий спосіб відновлення – контактне наварювання.

Метод Парето. Так як абсолютні значення критеріїв можуть відрізнятися між собою на порядок і більше необхідно виконати нормування критеріїв [6]. Для цього ми в попередній таблиці виконали суму значень коефіцієнтів, мікротвердості і питомої вартості. Нормовані значення, отримуємо шляхом відношення коефіцієнту до суми. Наприклад: стійкість до зношування  $K_C$  (наплавлення під флюсом)  $0,95/5=0,19$ . Також визначили ідеал (найкращі значення параметрів). Результати оформлено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Характеристика способів відновлення деталей (метод Парето)

Спосіб відновлення з унормованими значеннями критеріїв	Значення коефіцієнта та оцінка способу усунення дефекту					Питома вартість відновлення $C_v$ , грн/м <sup>2</sup>
	Коефіцієнт				Мікротвердість, кг/мм <sup>2</sup> НВ	
	стійкість до зношування $K_c$	витривалість $K_v$	зчеплення $K_z$	довговічність, $K_d$		
1. Наплавлення під флюсом	0,19	0,19	0,25	0,22	0,19	0,17
2. Контактне наварювання	0,20	0,18	0,21	0,22	0,19	0,10
3. Хромування	0,23	0,23	0,11	0,12	0,35	0,47
4. Залізнення	0,21	0,18	0,18	0,19	0,16	0,11
5. Наплавлення у середовищі захисних газів	0,17	0,22	0,25	0,24	0,10	0,15
Ідеал	0,23	0,23	0,25	0,24	0,35	0,10

За даними таблиці 3 побудували багатокритеріальний графік (рис.1).

Дані таблиці 3 ( $K_c, K_v, K_z, K_d, НВ, C_v$ ) відклали на радіально розташованих шкалах. (рис.1).

Шкали будували таким чином, щоб покращення критерію йшло до центру (точка О). З'єднуючи крапки на шкалах для j-го варіанту, отримали багатокутник. На кращих значеннях критеріїв побудували ідеал.

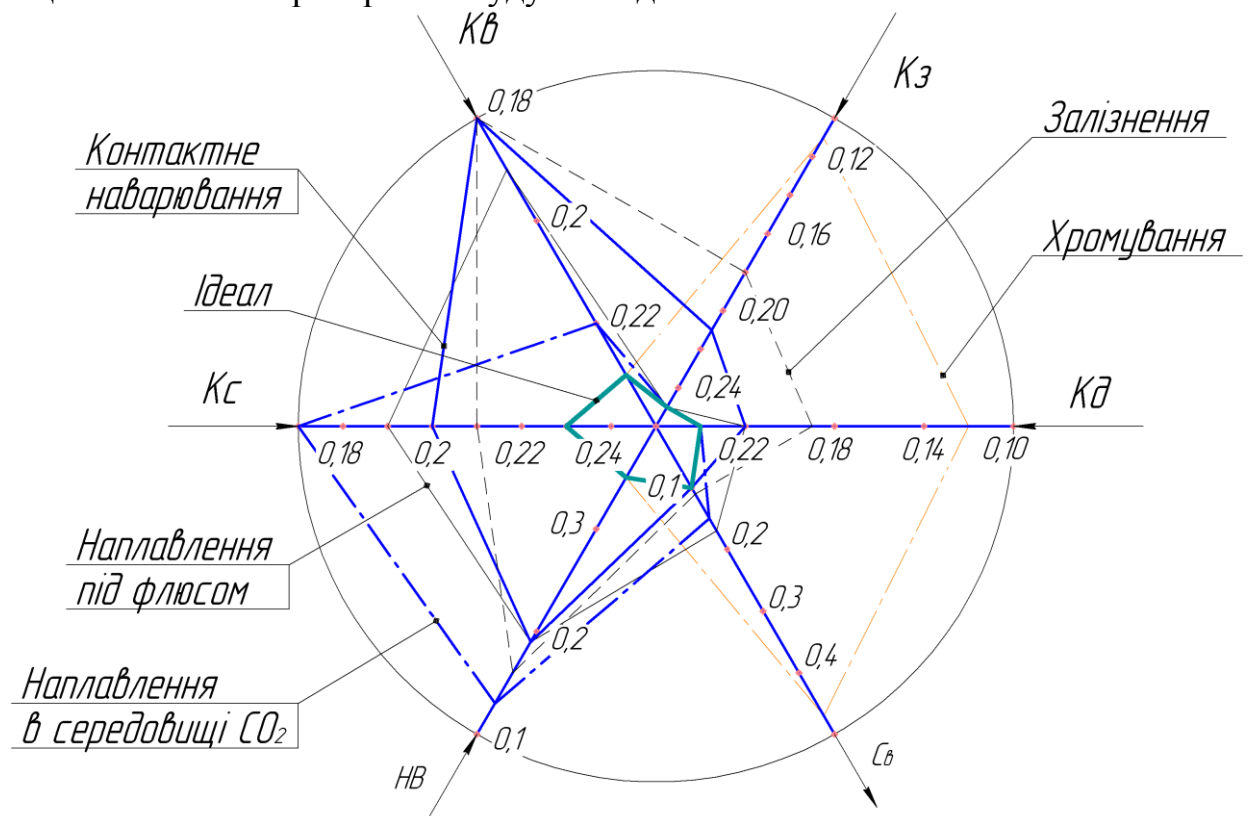


Рисунок 1 – Багатокритеріальна оцінка за відстанню до цілі

Визначаємо площі для кожного способу відновлення, і площу ідеалу.

Узагальнений критерій відстані до цілі  $\mu$  визначається як відношення  $j$ -го варіанту до площі ідеалу:[6]

$$\mu_j = P_j / P_0, \mu \geq 1, \quad (1)$$

де  $P_j$  і  $P_0$  – відповідно площі багатокутників  $j$ -го та ідеалізованого варіантів.

Результати отриманих даних записуємо до таблиці 4.

Таблиця 4 – Результати розрахунків

Спосіб відновлення по технологічному критерію	Значення коефіцієнта та оцінка способу усунення дефекту					Питома вартість відновлення $S_v$ , грн/м <sup>2</sup>	П	$\mu$
	Коефіцієнт				Мікротвердість, кг/мм <sup>2</sup>			
	стійкість до зношування $K_c$	витривалість $K_v$	зчеплення $K_z$	довговічність, $K_d$				
1. Наплавлення під флюсом	0,19	0,19	0,25	0,22	0,19	0,17	0,024	6,15
2. Контактне наварювання	0,20	0,18	0,21	0,22	0,19	0,10	0,018	4,67
3. Хромування	0,23	0,23	0,11	0,12	0,35	0,47	0,047	11,9
4. Залізнення	0,21	0,18	0,18	0,19	0,16	0,11	0,025	6,27
5. Наплавлення у середовищі захисних газів	0,17	0,22	0,25	0,24	0,10	0,15	0,032	8,18
Ідеал	0,23	0,23	0,25	0,24	0,35	0,10	0,004	1,00

Кращим є контактне наварювання, тому що в ньому значення  $\mu$  найменше.

**Висновок:** На підставі отриманих даних кращим способом відновлення колінчастого валу по методу Парето є контактне наварювання. При цьому стійкість до зношування  $K_c=1$ ; витривалість  $K_v=0,8$ ; зчеплення  $K_z=0,85$ ; довговічність  $K_d=0,8$ ; питома вартість відновлення 29грн/м<sup>2</sup>. Результати отриманих даних пропонуємо використовувати при експериментальних дослідженнях.

## Список використаної літератури

1. Грицаєнко І.М. Прийняття рішення методом поетапного порівняння: метод. Посібник / І.М. Грицаєнко; Таврійський держ. Агротехнологічний університет. – Мелітополь, 2014. – 10 с.
2. Медведєв М. Г., Колодінська О. В. Дослідження операцій: Навч. посібник.- К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2004. — 158 с.
3. Іващук О.Т. Методи дослідження операцій в економіці: Навч. посібник.- Т.: ТАНГ “Економічна думка,” 2003.- 280с.
4. Кутковецький В. Я. Дослідження операцій: Навч. посібник.-2-ге видання, виправлене. - К.: ВД «Професіонал», 2005. - 264 с.
5. Ржевський С. В., Александрова В. М. Дослідження операцій: Підручник. - К.: „Академвидав”, 2006. - 560 с.
6. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. – К.: Урожай, 1994. – 216с.



