

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВАРІАНТІВ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ НАПЛАВЛЕННЯМ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

І.М. Рибалко, д.т.н., доцент; В.А. Корчуганов, здобувач вищої освіти
(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

Currently, the development of the method of restoring shafts by surfacing under a layer of flux is going in two directions: a – surfacing under a simple flux with subsequent heat treatment; b – surfacing under alloying fluxes without further heat treatment. The most widespread methods of restoration without further heat treatment are those due to the simplicity of the technological process and the availability of equipment.

Основний дефект колінчастих валів – спрацювання шатунних та корінних шийок. У практиці застосовують два методи усунення дефектів: механічну обробку на ремонтні розміри та відновлення номінальних чи ремонтних розмірів нарощуванням шийок валу [1-7].

Метод обробки на ремонтні розміри, незважаючи на його недоліки, широко використовується на ремонтних підприємствах через низьку вартість та простоту. Крім того, аналіз ремонтного фонду показує, що на долю колінчастих валів з гранично зношеними (нижче останнього ремонтного розміру) шийками припадає трохи більше 7...10%.

Відновлення шийок колінчастих валів до номінальних розмірів, насамперед, можливе за рахунок застосування різних наплавлень. Відомі технології відновлення сталевих колінчастих валів наплавленням можна умовно розділити на дві групи: наплавлення з подальшою термообробкою та наплавлення під легованим флюсом без подальшої термообробки [1-3].

В даний час автоматичне наплавлення під шаром флюсу набуло широкого поширення в ремонтній практиці і застосовується для відновлення великої кількості зношених деталей тракторів та автомобілів, у тому числі і для сталевих колінчастих валів.

Колінчастий вал сучасних двигунів має високу напруженість, тому що металомісткість деталей безперервно знижується, тому надійність його оцінюється зносостійкістю та динамічною міцністю. Колінчастий вал після відновлення також повинен мати високу зносостійкість і втомну міцність, причому трудомісткість відновлення долина бути мінімальною, технологічний процес повинен бути, як можна простіше.

Для відновлення колінчастих валів наплавленням під флюсом в даний час застосовуються різні технологічні варіанти, але всі вони мають певні недоліки.

Варіант 1. Наплавлення за технологією проводиться пружинним дротом II класу або наплавним дротом Нп-80 під легуючим флюсом, що складається (за вагою) з флюсу АН-348А – 93% ферохрому Хр6 – 2,5%, графіту – 2%; рідкого скла – 2,5%. Хімічний склад наплавленого металу забезпечує самозагартування останнього при природному охолодженні через високу стійкість аустеніту, легованого хромом, кремнієм, марганцем і містить значну кількість вуглецю. Висока зносостійкість досягається без подальшої термообробки, але міц-

ність втомни знижується на 30%. Отже, вали, відновлені за даним варіантом, за відсутності перевантажень може забезпечити експлуатаційну надійність валу, але, враховуючи можливість збільшення напруженості при роботі в блоці з неспіввісними опорами, запас втомної міцності не можна вважати достатнім і необхідно прагнути і його підвищення.

Незважаючи на це, даний технологічний варіант завдяки простоті технологічного процесу і малій вартості відновлення знайшов найбільш широке застосування при відновленні автомобільних колінчастих валів.

Варіант 2. Наплавлення за технологією проводиться пружиною дротом II класу або наплавним дротом Нп-80 під флюсом АН-348А з подальшою високо-температурною відпусткою в печі протягом 2 годин при температурі 650°C, механічною обробкою, загартуванням ТВЧ і подальшим шліфуванням. У процесі наплавлення відбувається насичення наплавленого металу кремнієм та марганцем. Висока твердість і зносостійкість забезпечуються гартуванням ТВЧ, але втомна міцність виявляються на 10-11% нижче, ніж у нових колінчастих валів. Експлуатаційна перевірка валів, відновлених за цим варіантом, показала достатню працездатність їх практично рівну працездатності нових валів. До нестачі цього варіанта відновлення слід віднести складність технологічного процесу та велику початкову вартість обладнання для термообробки. Це призводить до збільшення собівартості відновлення.

Варіант 3. Наплавлення за технологією проводиться поліпшеним легованим дротом Нп-30ХГСА під флюсом АН-348А з подальшою нормалізацією в печі при температурі 860°-920°C з 20-ти хвилинною витримкою після нагрівання, механічною обробкою, загартуванням шийок на установці. Наплавлений метал у процесі наплавлення легується хромом, що переходить з дроту, кремнієм, що переходить з дроту і флюсу, і марганцем, що також переходить з дроту та флюсу. Малий вміст вуглецю в наплавленому металі сприяє зниженню тріщиноутворення. Значна твердість та зносостійкість шийок, відновлених за даним варіантом колінчастих валів, забезпечується хімічним складом наплавленого металу та термообробкою. Втомна міцність практично дорівнює втомній міцності нового валу. Основний недолік – той же, що і у варіанта 2.

Відносна складність технологічного процесу відновлення колінчастих валів наплавленням під флюсом з подальшою термообробкою перешкоджає широкому впровадженню даних варіантів відновлення на ремонтних підприємствах сільського господарства, які мають, як правило, незначну програму ремонту. Вищезазначені варіанти відновлення (2 та 3) доцільно застосовувати на великих ремонтних підприємствах.

Варіант 4. Схильність наплавленого металу з великим вмістом вуглецю до утворення тріщин і, отже, зниження втомної міцності відновленого валу викликала необхідність зменшення вмісту вуглецю в ній. Але для збереження високої твердості та здатності до самогартування відповідно збільшилася кількість хрому в наплавленому металі. Наплавлення за даним варіантом проводиться пружинним дротом II класу або наплавочним дротом Нп-80 під легуючим флюсом, що складається (за вагою) з 92% флюсу АН-348А, ферохрому Хр

6 – 5%, рідкого скла – 3. Наплавлений метал у процесі наплавлення легується хромом, кремнієм і марганцем, що переходить із флюсу і самозагартується при природному охолодженні, забезпечуючи високу твердість та зносостійкість. Втомна міцність валів, відновлених за цим варіантом, становить 82%, від втомної міцності нового валу, що цілком достатньо для надійної роботи відновленого колінчастого валу. Відносна простота технологічного процесу за достатньої кількості відновлення вигідно виділяється даний варіант і перешкоджає його впровадженню на дрібних і середніх ремонтних підприємствах.

В даний час розвиток способу відновлення валів наплавленням під шаром флюсу йде по двох напрямках: а – наплавлення під простим флюсом з наступною термообробкою варіанти 2 і 3; б – наплавлення під легуючими флюсами без подальшої термообробки варіанти 1 та 4. Найбільшого поширення набули способи відновлення без подальшої термообробки завдяки простоті технологічного процесу і доступності обладнання, хоча по міцності втоми вони поступаються новим і відновленим за варіантами 2 і 3 колінчастим валів.

Для підвищення втомної міцності відновлених валів необхідно дослідити причини, що викликають її зниження. Знання цих причин дозволить отримати рекомендації для покращення якості відновлення наплавлення валів.

Основний резерв підвищення ресурсу відновлених колінчастих валів – застосування зміцнювальної обробки, в першу чергу способами ППД і лазерного термозміцнення.

Література. 1. Технологія ремонту машин та обладнання: навч. посібник. / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, С.О. Лузан та ін. Харків: ХНТУСГ, 2017. 361 с.

2. Ремонт машин та обладнання: підручник. / за ред. проф. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. К.: Агроосвіта, 2014. 665 с.

3. Теоретичні основи та технологічні процеси відновлення деталей машин. Навчальний посібник. / М.І. Черновол, І.В. Шепеленко, І.Ф. Василенко, М.В. Красота, О.В. Тіхонов, О.А. Науменко, І.М. Рибалко. Харків: «Діса плюс», 2025. 347 с.

3. Ймовірнісна модель показників деформування колінчастих валів унаслідок відновлення їхніх шийок наплавленням. / Г.С. Гудз, М.І. Герис, І.Я. Захара, М.М. Осташок. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. т. 29, № 5. С. 93-96.

4. Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Терехов Д.А. Розробка параметрів технології попередньої обробки колінчастих валів перед плазмовим наплавленням. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «*Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація*», 1 грудня 2022 року м. Харків. С. 116.

5. Терехов Д.А., Рибалко І.М. Дослідження технології відновлення колінчастих валів плазмовим методом. XIX-й Міжнародний форум молоді «*МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ*». Збірка матеріалів форуму. Х.: ДБТУ, 2023. С. 146.

6. Дьомін А.Ю., Тимофєєва Л.А. Підвищення працездатності відновлених колінчастих валів. *Науково-технічний журнал «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті»*. 2014. № 1. С. 41-43.

7. Паніна В.В., Дашивець Г.І., Новік О.Ю. Обґрунтування вибору обладнання для раціонального способу відновлення колінчастого валу. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України*: Зб. наукових праць (21 листопада 2019). Ніжин, 2019. С. 273-280.