

УДК 629.33.004.67

В.І. Савуляк д-р техн. наук

В.Й. Шенфельд

Вінницький національний технічний університет

## ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ГІДРАВЛІЧНИХ НАСОСІВ ПРЕСІВ ШЛЯХОМ ФОРМУВАННЯ ГРАДІЄНТНИХ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ СТРУКТУР

*Объектом исследования является технология восстановления изношенных тяжело нагруженных рабочих шеек коленчатых валов гидравлических насосов с их одновременным науглераживанием для обеспечения высокой износостойкости в условиях работы прессов на участках с высокой загрязненностью и запыленностью.*

*The technology of the restoration of the worn heavily loaded working crankpins of hydraulic pumps with their simultaneous carbonization for guaranteeing the high wear resistance under the conditions for the work of presses in the sections with the high pollution and the dustiness is the subject of a study.*

### Вступ

Гідравлічні преси знаходять широке застосування в операціях обробки матеріалів тиском. Умови роботи цих машин відрізняються за інтенсивністю експлуатації, температурою навколишнього середовища, його забрудненістю абразивними частинками, аерозолями та якістю технічного обслуговування. Наведені фактори суттєво впливають на довговічність деталей, які найбільш навантажені та працюють у несприятливих режимах. Однією з таких точних та дорогих деталей преса є колінчастий вал поршневого гідравлічного насоса, що подає робочу рідину під високим тиском у гідросистему. Внаслідок втрати розмірів зменшується подача насоса та утруднюється задача підтримання тисків в гідросистемі.

### Постановка задачі

У роботі розглядається задача відновлення розмірів деталі та підвищення зносостійкості робочих поверхонь колінчастого вала гідравлічного насоса. Матеріал, з якого виготовлено колінчастий вал, сталь 20Х. Основними елементами конструкції вала є ексцентрикові та корінні шийки. Кількість і розташування ексцентрикових шийок колінчастого вала залежить від кількості циліндрів. Для насоса, що розглядався, вал має три корінних і шість ексцентрикових шийок (рисунк 1).

Для підвищення твердості і збільшення терміну служби поверхні корінних і ексцентрикових шийок звичайно гартують нагріванням струмами високої частоти до твердості HRC 52 - 56.

У місцях виходу колінчастого вала з корпусу встановлені ущільнення, що запобігають витіканню мастила та ізолюють внутрішню порожнину насоса від зовнішнього середовища.

У працюючому насосі навантаження на ексцентрикові і корінні шийки колінчастого вала дуже великі та сприймаються підшипниками ковзання корінних шийок.

У процесі роботи насоса відбувається нерівномірний знос шийок вала, що є функцією питомих тисків у зоні

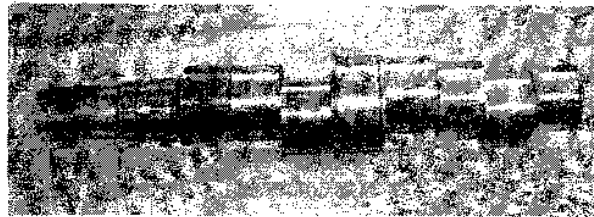


Рисунок 1 — Колінчастого вала гідравлічного насоса преса.

фрикційного контакту. Через нерівномірний знос шийки вала в перетині втрачають оптимальну геометричну форму. Биття, що виникає при цьому, не тільки порушує роботу насоса, але і призводить до швидкого руйнування підшипника.

### Основна частина

Дефектування колінчастого вала виявляє наступні дефекти:

1. Раковини і задирки на поверхнях корінних і ексцентрикових шийок колінчастого вала (рисунк 2).



Рисунок 2 — Раковини і задирки на поверхні ексцентрової шийки гідравлічного насоса.

2. Подряпини на поверхні корінних і ексцентрикових шийок колінчастого вала (рисунок 3).

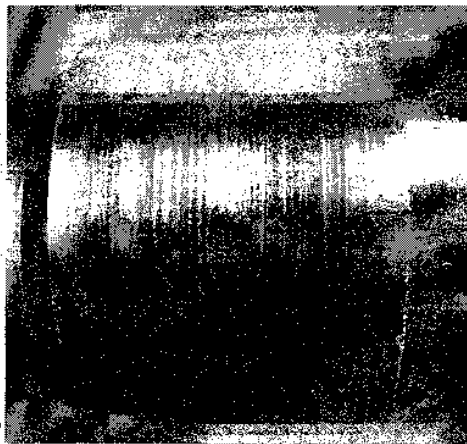


Рисунок 3 — Подряпини на поверхні ексцентрикових шийок колінчастого вала гідравлічного насоса.

Отже, при відновленні поверхонь колінчастих валів з аварійним зносом шийок необхідно нанести на зношені шийки таке зносостійке покриття, яке б забезпечувало добрі умови роботи пари тертя при досить високих навантаженнях та великому діапазоні швидкостей ковзання.

Такі властивості мають градієнтні високовуглецеві покриття, які можливо отримати електродуговим наплавленням із застосуванням в якості карбюризатора вуглецевої нитки. За цією технологією на робочій поверхні шийки вала утворюються тверді ділянки, які періодично чергуються з м'якими ділянками поверхні, що відповідає принципу Шарпі.

Тверді ділянки мають нижчу оброблюваність, ніж м'які, що після механічної обробки забезпечує формування спеціального рельєфу, який має тверді, зносостійкі виступи. Западини, що утворилися на місці м'якої фази, мають глибину до 15 мкм при ширині 20–25 мкм.

При експлуатації колінчастих валів зазор підшипника заповнюється мастилом. Западини на поверхні шийки вала виконують роль гідродинамічних клинів, вантажопідйомність яких залежить, в основному, від в'язкості мастильної рідини, швидкості ковзання та кута підйому гідродинамічного клину. Ізотермічний рух в'язкого, нестислого мастила між рухомих валом з складною топографією поверхні і плоскою поверхнею нерухомого підшипника-вкладиша (рисунок 4) розглядали у вигляді системи нелінійних диференціальних рівнянь в похідних другого порядку [1]. Рішення цих рівнянь здійснювалося методом послідовного наближення. Після низки перетворень було виведено залежність між геометричними характеристиками рельєфу поверхні шийки вала, параметрами навантаження, швидкості ковзання, в'язкості мастила і товщини мастильного шару.

інформація за цим посиланням: [www.vuzpress.com.ua](http://www.vuzpress.com.ua)

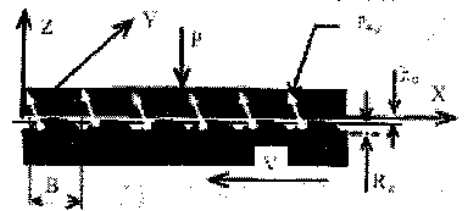


Рисунок 4 — Схема розрахунку гідродинамічної підйомної сили у підшипнику ковзання колінчастого вала, на поверхні якого виконано спеціальний рельєф.

Товщина мастильного шару в будь-якій точці поверхні рельєфу шийки вала, (рисунок 4) записується рівнянням (1)

$$h = h_0 + \frac{R_z}{2} (1 - \cos \frac{\pi}{B} x), \quad (1)$$

де  $h_0$  — мінімальна товщина мастильного шару на вершині рельєфу, м;  $R_z$  — висота рельєфу, м;  $B$  — ширина рельєфу позовж напрямку руху, м;  $x$  — змінна координата за напрямом переміщення поверхні шийки вала, м,

$$h_0 = B \sqrt{\frac{V \mu}{LP}} \rho^*,$$

де  $\rho^*$  — безрозмірний параметр навантаження;  $V$  — швидкість ковзання поверхні, м/с;  $\mu$  — динамічний коефіцієнт в'язкості мастила, Па·с при температурі 40°C;  $L$  — довжина вершин рельєфу по поверхні шийки вала, м;  $P$  — середній тиск у шарі мастила, Па.

Безрозмірний параметр навантаження розраховується з урахуванням відносних величин ширини западини — гідродинамічного мікроклину.

Розрахунки за наведеною формулою (1) свідчать, що товщина мастильного шару над вершиною рельєфу може бути від 10 до 20 мкм і залежить від параметрів рельєфу і швидкості ковзання. Спеціальний рельєф забезпечує рідинний режим тертя навіть при невеликих швидкостях обертання вала. У даному випадку мастило захоплюється западинами рельєфу і переміщається у навантажену зону підшипника, що виключає режими тертя без мащення, знижує втрати на тертя, температуру поверхні і знос.

Для проведення наплавлення використано вдосконалену установку УД-209М, джерело живлення зварювальної дуги ВДУ-306, систему підігріву, сушки та подачі захисного газу (рис. 5).

Процес наплавлення ведеться за традиційною схемою по гвинтовій лінії.

Режими наплавлення:

1. Діаметр дроту — 1,2 мм.
2. Напруга на дузі — 30 В.
3. Сила струму — 182 А.
4. Швидкість подачі дроту — 279 м/год.
5. Швидкість обертання деталі — 2 об/хв.

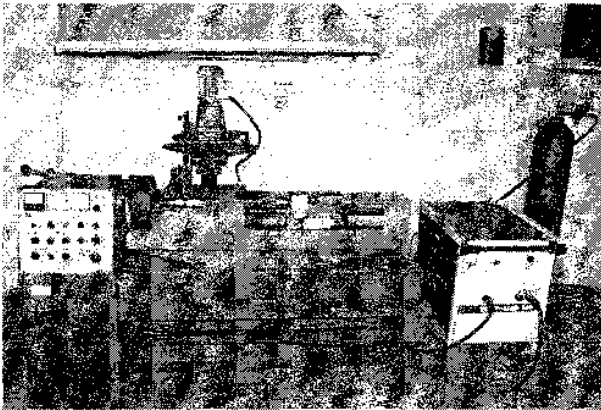


Рисунок 5 — Установка для наплавлення шийок колінчастого вала в середовищі захисних газів.

6. Крок наплавлення — 2,8 мм.
7. Зміщення від zenіту — 8 мм.

На попередньо підготовлені до наплавлення шийки колінчастого вала (проточування для знімання забруднень та оксидів, раковин та задирів) з визначеним кроком намотується вуглецева нитка, що забезпечується обертанням деталі та поступальним переміщенням системи подачі нитки (рис.6). Наплавлення здійснювалось дротом марки Нп-30ХГСА.

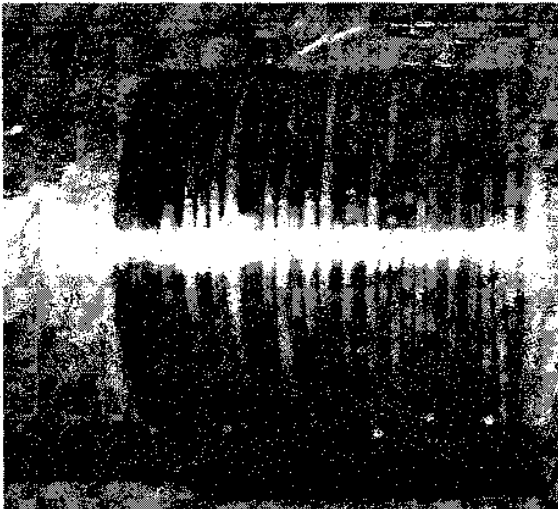


Рисунок 6 — Вуглецева нитка на шийці колінчастого вала гідравлічного насоса.

## Висновки

У результаті наплавлення вдалося створити градієнтне покриття із підвищеним вмістом вуглецю. Загартовані ділянки поверхні створюють напруження стиску в поверхневому шарі виробу і, після механічної обробки, утворюють спеціальний рельєф, який забезпечує гідродинамічне мащення шийок колінчастого вала. М'які ділянки поверхні забезпечують релаксацію внутрішніх напружень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тюрин, Ю.Н. Теоретическое и экспериментальные исследование, разработка и внедрение узлов валов с гидродинамической смазкой: автореферат дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук / Ю. Н. Тюрин; Ростов-на-Дону, 1977. — 21 с.
2. Патент 52752 Україна, МПК(2009) В23К 9/04. Спосіб електродугового наплавлення на поверхні металевих виробів / В.І. Савуляк, А.Ю. Осадчук, В.Й. Шенфельд; власник Вінницький національний технічний університет. Заявл. 22.02.10; опубл. 10.09.10, Бюл. №17.
3. Получение износостойких высокоуглеродистых поверхностных слоев на стали и чугуне / А.А. Жуков, В.І. Савуляк, Е.П. Шилина, Т.Ф. Архипова // *Металловедение и термическая обработка металлов.* — 1997. — № 12. — С.21.

Надійшла 13.07.2011 р.