



УКРАЇНА

(19) UA (11) 79671 (13) C2
(51) МПК
B23P 6/02 (2007.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВІДНОВЛЕННЯ ВНУТРІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ЧАВУННИХ ВИРОБІВ

1

(21) а200507781
(22) 05.08.2005
(24) 10.07.2007
(46) 10.07.2007, Бюл. №10, 2007р.
(72) Лопатько Костянтин Георгійович, Зазимко Оксана Володимирівна, Котречко Олексій Олексійович, Афтанділянц Євген Григорович, Сідорченко Дмитро Олександрович
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(56) SU 1468932, C21D1/78, 30.03.1989
SU 969495, B23P6/02, 01.11.1982
RU 2174901, B23P6/02, C21D7/13, 20.10.2001
SU 1330178, C21D1/10, 1/42, 15.08.1987
RU 2181650, B23P6/02, 27.04.2002

2

(57) Спосіб відновлення внутрішніх циліндричних поверхонь чавунних виробів, що включає направлену термопластичну деформацію в процесі нагріву та охолодження виробу, який **відрізняється** тим, що попередньо виконують відпал виробу при температурі 600-650°C з витримкою в електропечі протягом 1,5 години, після відпалу виріб прогрівають до температури 450-550°C, потім проводять нагрівання виробу до температури 820-840°C з охолодженням його у спреєрі зі швидкістю 150°C/с при переміщенні виробу відносно джерела нагріву та охолодження зі швидкістю 2-4мм/с, після чого виконують кінцевий відпуск виробу в електропечі при температурі 180-200°C протягом 2 годин.

Винахід відноситься до способів відновлення отворів корпусних виробів, виготовлених із чавуну, і може бути використаний для ремонту гільз двигунів внутрішнього згорання, циліндрів насосів і гідросистем та інших деталей, які мають форму тіл обертання з внутрішніми отворами.

Відомі методи відновлення розмірів внутрішніх поверхонь, які досягаються внаслідок направленої термопластичної деформації за рахунок термічних напружень, які створюються в процесі нагріву і охолодження виробів. Величина відновлення розмірів внутрішніх отворів і характер отриманих структурних складових сплаву регламентується режимами обробки: температурами нагріву та швидкостями охолодження деталей.

Відомий спосіб відновлення внутрішніх поверхонь гільз діаметрами 93мм (ГАЗ-53), 130мм (ЯМЗ) та 158мм (Катерпіллер), при використанні якого відновлення розмірів деталі у радіальному напрямку досягається за один цикл теплової дії [Ас. СССР №969495, Е.П. Меркулова, Л.И. Вахрушева, Б.А. Гомзякова, З.С. Колясинского, М.С. Розтошинского, В.И. Пшегодского и Ю.П. Шелагина, МКИ B23P6/02, 1982]. Результатами досліджень по відновленню гільз двигуна СМД - 60 згідно режимам, приведеним у відомому способі встановлено, що при температурі нагріву 870-920°C і різних швидкостях переміщення деталі неможливо досягнути позитивного ефекту за один цикл обробки. Так,

при переміщенні гільзи відносно індуктора із швидкістю $V=(0,75-1,5)$ мм/сек., у відновленій партії гільз із 24шт. 3 мали тріщини в зоні переходу від циліндра до пояса верхнього бортика, що становить приблизно 12% браку. Твердість зразків в цих гільзах по внутрішній поверхні у верхній частині гільз була більшою на (80-140) НВ, ніж у середній і нижній. Ступінь деформації при переміщенні гільзи із швидкістю 8мм/с не забезпечує відновлення розмірів за один цикл обробки. У способі відсутні значення швидкості охолодження гільз. Цей параметр побічно регулюється витратою води, яка становить 15л за хвилину. При відсутності даних по конструкції спреєра і тиску води користуватися цією величиною не коректно.

Більш близьким аналогом (прототип) винаходу є спосіб відновлення внутрішніх циліндричних поверхонь чавунних гільз двигунів Д-50, виготовлених із чавунів марок СЧ15 і СЧ20 [Ас. СССР №1468932, А.А. Гурмазы, А.И. Семененка, О.И. Матвиенка, В.И. Савченка, С.И. Удода, Д.К. Зайцева, Ю.И. Климента и В.Н. Чеснокова, C21D 1/78, 1980]. Згідно цього способу нагрів чавунних гільз виконують струмами високої частоти (СВЧ) до температури 710-790°C, а охолоджують їх із швидкістю 150-200°C/с, яка забезпечується витратою води в кількості 50-80л*хв/м².

Для зміцнення гільз гартуванням температура нагріву їх повинна забезпечити $\alpha \rightarrow \gamma$ перетворення.

(13) C2

(11) 79671

(19) UA

При нагріванні гільз СВЧ, враховуючи короткий час нагріву, для повного $\alpha \rightarrow \gamma$ перетворення, необхідно виконувати перегрів сплаву на 60-80°C. При цьому перегрів повинен бути мінімальним, щоб запобігти процесу росту аустенітних зерен. Температура нагріву СВЧ стінки деталей визначається питомою потужністю індуктора і часом нагріву. Нагрів чавунних гільз до температури 710-790°C не забезпечує отримання по всій товщині стінки гомогенної структури аустеніту, а як наслідок розкид значень твердості після гартування. Крім того, такі параметри обробки гільз в процесі відновлення їх розмірів, як потужність використовуваного індуктора і час нагрівання гільз, у винаході-прототипі не вказані. Швидкість переміщення гільзи відносно джерел нагріву і охолодження є похідною від потужності індуктора і часу нагріву. Тому режими згідно винаходу-прототипу, є винятковим випадком, і не можуть бути загальним технологічним методом відновлення внутрішніх розмірів чавунних гільз.

Винаходом ставиться завдання підвищення зносостійкості відновленої зони деталей, зокрема чавунних гільз, шляхом отримання рівноважної дисперсної структури сплаву.

Поставлене винаходом завдання досягається тим, що у способі відновлення внутрішніх циліндричних поверхонь чавунних гільз, що включає направлену термопластичну деформацію в процесі нагріву і охолодження гільз, згідно винаходу перед їх відновленням виконують відпал при температурі 600-650°C з витримкою в електропечі протягом 1,5 год., причому в першому циклі обробки гільзу попередньо прогрівають до температури 450-550°C, а в наступному циклі нагрівання гільзи проводять до температури 820-840°C з охолодженням її у спреєрі із швидкістю 150°C/с при переміщенні виробу відносно джерела нагріву і охолодження зі швидкістю 2-4 мм/с, з кінцевим відпуском гільз в електропечі при температурі 180-200°C протягом 2 годин.

Розробку оптимальних режимів технологічного процесу, заявлених винаходом, виконували при відновленні внутрішніх розмірів гільз двигуна СМД-60 з внутрішнім діаметром 130 мм, товщиною стінки 10 мм і висотою 225 мм. Матеріал гільзи - сірий хромо-нікелевий чавун наступного хімічного складу: вуглець - 3,2-3,5%, кремній - 2,3-2,5%, марганець - 0,6-0,8%, хром - 0,2-0,4%, нікель - $\geq 0,15\%$, мідь - 0,5-0,4%, титан - 0,03-0,08%, сірка - $\leq 0,12\%$, фосфор - $\leq 0,12\%$.

Для здійснення запропонованого методу відновлення внутрішніх поверхонь чавунних гільз 1 використовували спеціальну установку, до складу якої входить індуктор 2, спреєр 3 і стіл 4 для установки гільзи 1 і забезпечення їй обертового та зворотно-поступального руху у вертикальній площині. Технологічна схема передбачає розміщення

джерела нагріву всередині гільзи, а охолодження ззовні. Попередньою операцією перед відновленням гільз був їх відпал при температурі 600-650°C з витримкою в електропечі при даній температурі протягом 1,5 год. Для уникнення початкових теплових напружень перший цикл обробки виконували при нагріванні гільзи СВЧ до температури 450-550°C. В подальшому, після нагріву нижньої зони гільзи до температури 820-840°C, яка забезпечує повне $\alpha \rightarrow \gamma$ перетворення, її переміщували вниз і включали подачу води в спреєр. Швидкість переміщення гільзи у вертикальній площині визначали потужністю індуктора і часом, необхідним для досягнення оптимальної температури оброблюваної зони гільзи.

В таблиці приведений час необхідний для повного прогріву стінки гільзи товщиною 10 мм до температури 820-840°C в залежності від потужності індуктора.

Величина відносної радіальної деформації (ϵ , %) за один цикл теплової обробки при температурі нагріву стінки гільзи до 820-840°C в залежності від швидкості її переміщення (V , мм/с) графічно представлена на Фіг.2 і визначається за формулою:

$$\epsilon = a \cdot V^b, \%$$

де a - коефіцієнт, величина якого дорівнює 1,0285 \pm 0,03386,

b - показник ступеня, величина якого дорівнює 0,62185 \pm 0,05035,

V - швидкість переміщення гільзи відносно джерел нагріву і охолодження, мм/с.

Критичну швидкість охолодження ($V_{кр} > 150^\circ\text{C/с}$) забезпечували в спреєрі з 68 отворами діаметром 0,8 мм при тиску води в системі 196 кПа. Витрата води становила 4,7 л за хвилину. Контроль температури в процесі попереднього нагріву до 450-550°C здійснювали контактними термометрами, а при нагріванні до 820-840°C - за допомогою приладу ОППІР - 09. Кількість циклів обробки визначали відновленням необхідного внутрішнього розміру гільзи. Кінцевою операцією технологічного процесу відновлення гільз був низький відпуск при температурі 180-200°C протягом двох годин, який виконували в електропечах. Результати випробувань гільз на стійкість проти спрацювання дали можливість визначити оптимальні параметри запропонованого винаходом технологічного процесу відновлення гільз, які при потужності індуктора $P = 0,50 \text{ кВт/см}^2$ становлять:

- температура нагріву гільзи СВЧ $t = 820-840^\circ\text{C}$,

- час прогріву стінки гільзи товщиною 10 мм до температури $t = 820-840^\circ\text{C}$ дорівнює $\tau = 4-5$ с,

- швидкість переміщення гільзи в індукторі $V = 2-4 \text{ мм/с}$,

- охолодження водою в спреєрі зі швидкістю більше критичної ($> 150^\circ\text{C/с}$) при витраті води 4,7 л за хвилину.

Таблиця

№ п/п	Потужність індуктора P , кВт/см ²	Час прогріву стінки гільзи τ , с
1	0,25	9
2	0,40	5
3	0,50	4-5
4	0,60	3
5	0,80	2,5
6	1,00	2,0
7	1,20	1,5

