



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **50563** (13) **U**
(51) МПК (2009)
B23P 15/10МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРШНІВ ІЗ ЗНОСОСТІЙКИМИ КІЛЬЦЕВИМИ ВСТАВКАМИ**

1

2

(21) u201000115

(22) 11.01.2010

(24) 10.06.2010

(46) 10.06.2010, Бюл.№ 11, 2010 р.

(72) ВОЛОШИНА ЛЮДМИЛА ІВАНІВНА, ЛОБАНОВ
ВІКТОР КОСТЯНТИНОВИЧ, ПАШКОВА ГАЛИНА
ІВАНІВНА, ЧУЙКОВА ОЛЕНА ВАСИЛІВНА(73) ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ЗАВОД ІМЕНІ
В.О. МАЛИШЕВА"

(57) Спосіб виготовлення поршнів зі зносостійкими кільцевими вставками, що включає штампування попередньої заготовки поршня, виконання на ній кільцевого сидла під вставку, напресовку і гаряче заштампування вставки з наступним гартуванням, холодною обробкою і старінням, який **відрізняється** тим, що холодну обробку виконують не пізніше, ніж через 420 хвилин після гартування шляхом об'ємного штампування, а старіння виконують при температурі 180-220 °С протягом 8-12 годин.

Корисна модель відноситься до термічної та деформаційної обробки металів і може бути використана в машинобудуванні при виготовленні поршнів двигунів внутрішнього згоряння із зносостійкими кільцевими вставками.

Відомий спосіб виготовлення поршнів, що включає операції деформування заготовки, формовки на заготовці сидла з зовнішнім буртом, за штампування в сидлі вставки для поршневого кільця, подальшу висадку головки поршня з заштампованою вставкою і старіння при температурі 180 ± 5°C протягом 24 годин [Авт. свід. СРСР № 641864 МІЖ: В21К1/18, В21J5/00, опубл. 05.01.1979].

Недоліком цього способу є неможливість забезпечення конструктивної міцності матеріалу корпусу поршня. Тому в процесі експлуатації під дією поперемінних нагрівів і охолоджень поршня при вмиканні і вимиканні двигуна втрачається натяг і щільність з'єднання корпусу поршня з кільцевою вставкою, що призводить до виходу поршня з ладу.

Найбільш близьким технічним рішенням, яке прийнято за прототип, є спосіб виготовлення поршнів із зносостійкими кільцевими вставками, що включає попереднє гаряче деформування заготовки, формовку на заготовці сидла, розміщення на сидлі вставки і з'єднання її з ним шляхом пластичного деформування з подальшою термічною обробкою і додаткову холодну обробку вставки шляхом сферорухомого штампування [Авт. свід. СРСР № 1255266 МІЖ: В21К1/18, опубл. 07.09.1986].

Відомий спосіб виготовлення поршнів не забезпечує надійного з'єднання кільцевої вставки з корпусом поршня внаслідок локального прикладання зусиль деформування після виконання операції гартування біметалевої заготовки.

Це пояснюється тим, що в поршнях сучасних двигунів внутрішнього згоряння нижня поверхня кільцевої вставки віддалена від торця головки поршня на 0,3-0,35 діаметра циліндра [Рязанцев Н.К. Конструкция форсированных двигателей наземных транспортных машин. - Киев, 1993. - с. 252]. Після гартування відштампованої біметалевої заготовки поршня в результаті появи зазорів вставка повертається і зсувається в осьовому напрямку. Для надійного сполучення корпусу поршня з кільцевою вставкою і утворення в ній залишкових розтягувальних напружень в процесі до штампування після гартування пластична деформація повинна поширюватись на глибину більше чим 0,35 діаметра циліндра двигуна. При локальному прикладанні зусилля деформування в закритому штампі (сферорухоме штампування) пластична деформація реалізується на глибину не більше чим 0,1 діаметра циліндра.

Таким чином, відоме технічне рішення не дозволяє усунути зазори між кільцевою вставкою і корпусом поршня і утворити натяг в з'єднанні.

В основу корисної моделі покладено завдання такого удосконалення способу виготовлення поршнів із зносостійкими кільцевими вставками, при якому за рахунок застосування оптимального режиму термічного зміцнення поршня і створення розтягувальних залишкових напружень в кільцевій

(13) **U**
(11) **50563**
(19) **UA**

вставці забезпечується надійне з'єднання поршня з кільцевою вставкою, внаслідок чого підвищується термін експлуатації поршня двигуна внутрішнього згоряння.

Поставлене завдання досягається тим, що в способі виготовлення поршнів із зносостійкими кільцевими вставками, що включає штампування попередньої заготовки поршня, виконання на ній кільцевого сидла під вставку, напресовку і гаряче за штампування вставки з подальшим гартуванням, холодною обробкою і старінням, відповідно до корисної моделі холодною обробку виконують не пізніше ніж через 420 хвилин після гартування шляхом об'ємного штампування, а старіння виконують при температурі 180-220 °С протягом 8-12 годин.

Використання способу, що заявляється, у порівнянні з найближчим аналогом забезпечує надійне з'єднання корпусу поршня з кільцевою вставкою, підвищення комплексу фізико-механічних властивостей матеріалу поршня, його працездатності і експлуатаційної надійності, що підтверджують результати експериментальних досліджень, проведених у лабораторних умовах і на реальних двигунах.

Суть способу пояснюється за допомогою креслень:

Фіг. 1 - Відштампована заготовка поршня з напресованою кільцевою вставкою.

Фіг. 2 - Біметалева заготовка поршня після гартування:

D - діаметр сполучення корпусу поршня з кільцевою вставкою;

δ - радіальний зазор між корпусом і вставкою;

Δ_n, Δ_v - нижній і верхній зазори, які з'являються після гартування.

Фіг. 3 - Схема штампування заготовки поршня в свіжезагартованому стані.

Спосіб, що заявляється, здійснюється наступним чином.

Попередньо відштамповану заготовку 1 поршня з головкою 2, сидлом 3 і кільцевою вставкою 4 нагрівають до кувальної температури і вставку 4 (фіг. 1) заштамповують в поршень.

Потім виконують гартування в гарячу воду (фіг. 2), після чого здійснюють холодну обробку шляхом об'ємного штампування.

Для цього заготовку 1 з заштампованою кільцевою вставкою 4 (фіг. 3) встановлюють на фігурну вставку 5, розміщену на нижньому бойку 6 молота (не показан). На заготовку 1 встановлюють матрицю 7 і пуансон 8. Під час робочого ходу молота пуансон 8 деформує головку 2 заготовки 1 поршня.

В результаті закриваються осьові і радіальні зазори (див. фіг 2) і в біметалевому з'єднанні між

заготовкою 1 і вставкою 4 утворюється натяг по діаметру D.

Після об'ємного штампування здійснюють видалення поршня із матриці 7 за допомогою кувального маніпулятора (не показан).

Після цього виконують старіння доштампованого в свіжезагартованому стані поршня при пропонуваніх інтервалах температур і часу.

Приклад реалізації пропонованого способу.

Спосіб, що заявляється, реалізується при виготовленні поршнів діаметром 256 мм транспортного дизеля потужністю 2200 кВт.

Здійснювали штампування заготовки поршня з алюмінієвого сплаву АК4-1 в гарячому стані на гідравлічному пресі 100 МН у відкритому штампі.

Після охолодження заготовки на токарному станку виконували механічну обробку головки заготовки поршня і сидла для установки кільцевої вставки з жароміцної сталі 40Г18Ю3Ф.

На гідравлічному пресі ПД 476 зусиллям 1,6 МН кільцеву вставку напресовували на головку заготовки поршня до упора в сидло.

Біметалеву заготовку поршня нагрівали в електричній печі до температури $470 \pm 10^\circ\text{C}$. Потім на гідравлічному пресі зусиллям 15 МН здійснювали за штампування кільцевої вставки і формування вогняної камери в закритому штампі, підігрітому до 250°C .

Відштамповані біметалеві заготовки поршнів контролювали за формою і розмірами.

Одержані заготовки поршнів нагрівали в печі аеродинамічних втрат ПАП-3м до температури $530 \pm 5^\circ\text{C}$ і виконували гартування в воду, що кипіла.

Контроль величини зазорів між кільцевою вставкою і корпусом поршня здійснювали за допомогою шупів.

Потім виконували холодну обробку на молоті с масою падаючих частин 6 т в закритому штампі шляхом об'ємного штампування не пізніше ніж через 420 хвилин після гартування.

Доштамповані в свіжезагартованому стані поршні старили при температурі 180-220 °С протягом 8-12 годин.

Отримані заготовки поршнів контролювали по твердості, визначали рівень механічних властивостей матеріалу корпусу поршня і якість з'єднання його з кільцевою вставкою шляхом проведення металографічних досліджень.

Одночасно був виготовлений сферорухомий пристрій на прес зусиллям 15 МН. Це дозволило виготовити дослідну партію заготовок поршнів за відомим способом.

Результати порівняльних випробувань механічних властивостей матеріалу поршня і металографічних досліджень приведені в таблиці.

Таблиця

Механічні властивості матеріалу корпусу поршня и результати металографічних досліджень

Спосіб виготовлення поршнів	Механічні властивості					Результати металографічних досліджень
	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	ψ , %	НВ, МПа	
Відомий	350	310	16	27	1180	Наявність зазорів між корпусом поршня і кільцевою вставкою: осьових 0,05-0,08 мм, радіальних 0,1-0,12 мм
Що заявляється	380	325	14	24	1240	Щільне з'єднання матеріалів корпусу поршня і кільцевої вставки, натяг по діаметру 0,5-0,6 мм

З наведених у таблиці даних випливає, що застосування запропонованого способу у порівнянні з прототипом забезпечує підвищення міцностних характеристик матеріалу поршня.

Результати металографічного дослідження свідчать про те, що виготовлення поршнів по відомому способу, внаслідок локального прикладання зусиль і незначної глибини розповсюдження пластичної деформації, не забезпечує закриття осьових і радіальних зазорів між корпусом поршня і кільцевою вставкою, що утворилися в процесі гартування, тим більше не створює натягу між поршнем і кільцевою вставкою.

Кількісні співвідношення, приведені в формулі корисної моделі, обумовлені наступними даними, отриманими при проведенні дослідних робіт.

Максимальний час між гартуванням і холодним доштампуванням пов'язаний з процесом природного старіння свіжезагартованих жароміцних алюмінієвих сплавів. В процесі природного старіння підвищуються міцностні характеристики сплаву (σ_B і $\sigma_{0,2}$) при одночасному падінні пластичних властивостей (δ , ψ).

Тому на поршнях, доштампованих при кімнатній температурі з витримкою після гартування більше ніж 420 хв., наприклад, 450 хв., на головках з'являються дрібні тріщини шириною 0,5-0,8 мм і завглибшки до 12-15 мм. Кількість, ступінь розкриття і глибина тріщин збільшується з підвищенням часу витримки після гартування до холодної обробки.

Діапазон температур старіння поршнів, продеформованих в свіжезагартованому стані, 180-220 °С обумовлений наступними даними.

Комплексом металографічних, електронномікроскопічних, мікрорент-геноспектральних та інших досліджень встановлено, що пластична деформація в свіжезагартованому стані сплавів типу АК4-1 суттєво впливає на процеси старіння сплавів.

Виявлені інтервали температур 150-170 °С, при яких процеси старіння сповільнюються, протікають не в повному обсязі, вимагають тривалої витримки в печі. Одночасно встановлений інтервал температур старіння 180-220 °С, при яких процеси старіння сплаву прискорюються, що забезпечує зменшення витрат енергоносіїв.

При температурі старіння нижче 180 °С, наприклад, 170 °С, навіть при витримці близько 20 годин металографічно виявляється неповне виділення зміцнювальних фаз.

В результаті матеріал поршня не досягає необхідного рівня міцностних характеристик механічних властивостей: σ_B 320-340 МПа, $\sigma_{0,2}$ 270-280 МПа.

Старіння заготовок поршнів при температурі вище ніж 220 °С, наприклад, 230 °С, супроводжується перестаренням сплаву, що виявляється в коагуляції зміцнювальних фаз і зниженні механічних характеристик матеріалу поршня: σ_B 280 МПа, $\sigma_{0,2}$ 250 МПа.

Діапазон часу старіння алюмінієвого сплаву типу АК4-1, який продеформований в свіжезагартованому стані, 8-12 годин визначається наступними результатами експериментальних досліджень.

При старінні менше ніж 8 годин, наприклад, 7 годин, фіксується протікання зонного старіння, а фазове старіння, що супроводжується виділенням зміцнювальних фаз, протікає не в повному обсязі, тому сплав не набуває необхідного рівня механічних властивостей: σ_B 320 МПа, $\sigma_{0,2}$ 270 МПа.

Старіння алюмінієвого сплаву більше ніж 12 годин, наприклад, 13 годин, наряду з підвищенням витратою енергоносіїв приводить до виявлення при металографічному дослідженні ознак перестарення і зниження комплексу механічних властивостей матеріалу корпусу поршня: σ_B 290 МПа, $\sigma_{0,2}$ 240 МПа.

Старіння алюмінієвого сплаву в інтервалі температур 180-220 °С забезпечує підвищення жароміцності поршнів, надійну їх роботу в форсованих двигунах внутрішнього згоряння.

Поршні, виготовлені по відомому і пропонуваному способам, випробувані на одноциліндрових відсіках і розгорнутих двигунах. При випробуванні поршнів, виконаних по відомому способу, через 24-28 годин роботи двигуна виявляється стук в циліндро-поршневій групі, підвищення тиску в картері двигуна внаслідок прориву газів із камери згоряння по зазорах між корпусом поршня і кільцевою вставкою. На демонтованих поршнях відмічається

розбивання гнізда під кільцеву вставку і відсутність натягу.

Поршні, виготовлені по пропонованому способу, пройшли повний цикл випробувань і відпрацювали в експлуатаційних умовах до першого капітального ремонту.

Таким чином, спосіб виготовлення поршнів зі зносостійкими кільцевими вставками, що пропонується, дозволяє досягти технічного результату і підвищити працездатність поршнів в 1,8-2,5 рази.

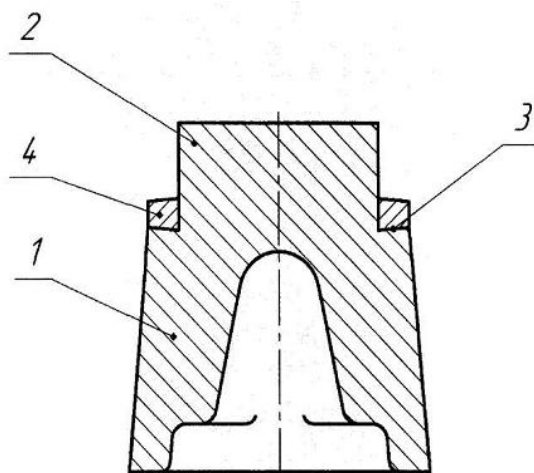


Fig. 1

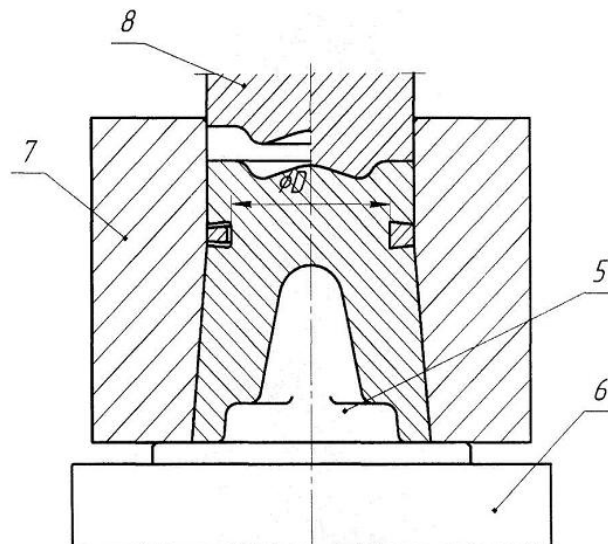


Fig. 3

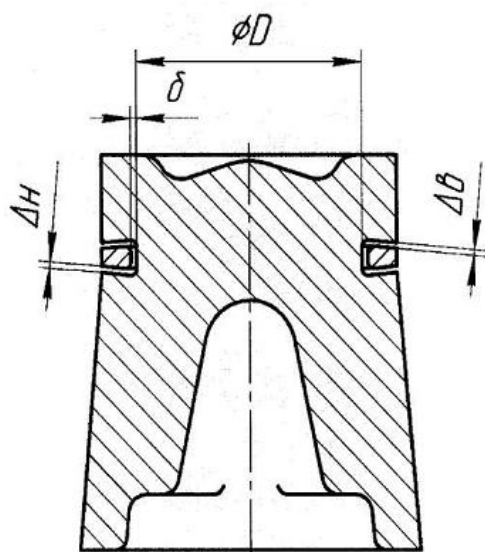


Fig. 2