УДК 621.91.01

ОЗДОБЛЮВАЛЬНО-ЗМІЦНЮВАЛЬНА ОБРОБКА ШТОВХАЧА КЛАПАНА ДВЗ[10]

Литовка Д.Є., студент групи, МС-31-21
[1]Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. *In order to improve the quality, it is proposed to subject the valve pusher of internal combustion engines of road construction and lifting and transport vehicles to finishing and strengthening treatment by surface plastic deformation - hydroblasting.*
Ключові слова: *штовхач клапана, високоміцний чавун, гідродробоструминна обробка.*

FINISHING AND STRENGTHENING PROCESSING OF THE PUSH VALVE OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Litovka D., student of group MC-31-21
Kharkiv National Automobile and Highway University

Abstract. *In order to improve the quality, it is proposed to subject the valve pusher of internal combustion engines of road construction and lifting and transport vehicles to finishing and strengthening treatment by surface plastic deformation - hydroblasting.*
Key words: valve pusher, *high-strength cast iron, hydrojet processing.*

Вступ

Для забезпечення надійної роботи двигунів внутрішнього згоряння необхідна ефективне функціонування газорозподільного механізму [1]. Робота газорозподільного механізму (ГРМ) полягає в синхронному русі двох валів – колінчастого та розподільного. Паралельне обертання валів забезпечує своєчасне відкриття та закриття впускних та випускних клапанів циліндрів двигуна. Штовхач клапана передає рух від кулачка розподільного валу до клапана і забезпечує ефективну роботу двигуна. Штовхач працює в умовах тертя і зношування, середніх знакозмінних навантажень.

Аналіз публікацій

Штовхач клапана – важлива деталь ГРМ, при несправності якої робота двигуна значно погіршується. Штовхачі виготовляють з легованих сталей 15Х, 20Х 12ХНЗА і 18ХНЗА та піддають хіміко-термічній обробці, зі сталі 45 з наступним поверхневим гартуванням або зносостійким наплавленням. У деяких двигунах штовхачі роблять з чавунів, що відбілюються. Поверхня штовхача, що треться, в місці зіткнення з кулачком має сферичну форму (рис 1).

Для виготовлення відповідальних деталей двигунів знаходять використання високоміцні чавуни з кулистим графітом (ВЧКГ), які характеризуються високою твердістю і міцністю в поєднанні із значною пластичністю та ударною в'язкістю, високою зносостійкістю, добрими ливарними властивостями. Високоміцний чавун з кулястим графітом (ВЧКГ) має достатньо широкий діапазон експлуатаційних властивостей, що робить його незамінним конструкційним матеріалом в багатьох галузях техніки замість литої і кованої сталі, сірого та ковкого чавунів [2].

[10] Робота виконана під керівництвом доцента Лалазарової Н.О.

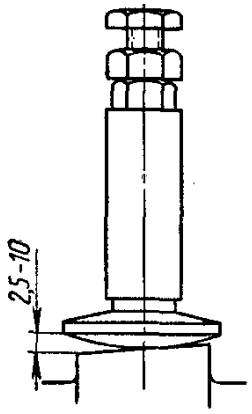

Рисунок 1 – Грибковий штовхач клапана

Застосування лиття з ВЧКГ сприяє виробництву деталей малої металоємності, особливо при поєднанні процесів виплавки високоміцних сплавів зі способами точного лиття в піщані форми.

Мета роботи і завдання

Метою роботи є покращення якості штовхача клапана з високоміцного чавуну за рахунок проведення оздоблювально-зміцнювальної обробки ППД – гідродробоструминної обробки.

Для досягнення цієї мети були поставлені та вирішені наступні завдання:

- вивчення умов роботи штовхача;

– вибір складу чавуну, режиму об′ємної термічної обробки і поверхневого зміцнення для забезпечення властивостей за перерізом штовхача та в поверхневому шарі;

– вибір методу оздоблювально-зміцнювальної обробки поверхневим пластичним деформуванням для отримання високої якості поверхневого шару.

Матеріал і методи дослідження

Для виготовлення штовхача методом лиття в оболонкові форми використовували високоміцний чавун з кулястим графітом, який отримували шляхом модифікуванням залізо-кремній-магнієвою лігатурою ЗКМ-2.

В таблиці 1 наведений хімічний склад чавуну. Визначення хімічного складу чавуну виконували на портативному оптичному емісійному аналізаторі PMI-master UVR.

Таблиця 1 – Хімічний склад досліджуваного чавуну з кульковим графітом

Вміст елементів, %								
C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mg	Вуглецевий еквівалент
3,39	2,57	0,66	0,0066	0,068	0,15	0,1	0,050	4,3

Зразки для проведення досліджень заливали у вигляді циліндрів діаметром 60 мм та довжиною 80 мм.

Дослідження мікроструктури чавуну проводилися на оптичному цифровому мікроскопі.

Лита структура високоміцного чавуну являє собою крупнопластинчастий перліт, ферит у вигляді облямівки навкруги включень графіту і кулястий графіт. Структура чавунного виливка характеризується розвиненою ліквацією хімічних елементів: кремній схильний до значної зворотної ліквації, марганець і фосфор — до прямої.

Макротвердість вимірювали на твердомірі Роквелла за шкалою «С». Для вимірювання мікротвердості використовували мікротвердомір ПМТ-3 з алмазною чотиригранною пірамідою і навантаженням 50 г.

Об′ємну термічну обробку проводили в муфельній печі типу СНОЛ. Поверхневе гартування СВЧ зміцнюваної поверхні виконували високочастотним ламповим генератором ВЧГ 6-60/0,4 в одновитковому петльовому індукторі Охолодження проводили водою із спреєра.

Після гартування СВЧ проводили гідродробоструминне зміцнення на спеціальній установці для гідродробоструминного зміцнення. В якості енергоносія використовували струмінь стиснутого повітря та рідини під тиском 1,0 МПа з концентрацією дробу 30 %.

Для вимірювання шорсткості використовували портативний вимірювач шорсткості моделі TR200 за параметром Ra.

Випробуванн на тертя та зношування виконували за схемою «ролик-колодка» на машині тертя СМЦ-2, яка відтворює роботу реальної пари тертя.

Результати дослідження

Аналіз роботи штовхача газорозподільного механізму показав, що він працює в умовах помірних циклічних навантажень, а торцева поверхня – в умовах тертя та зношування і значних контактних напружень. Виходячи з цього він повинен мати достатню міцність та ударну в'язкість в серцевині, щоб опиратися знакозмінним навантаженням, та високу твердість торцевої поверхні, яка знаходиться в контакті з поверхнею кулачка, щоб опиратися зносу. У зв′язку з тим, що високоміцний чавун в литому стані має низький рівень механічних властивостей, штовхач піддавали об′ємній термічній обробці – нормалізації і поверхневому зміцненню за рекомендаціями [3].

Після гартування мікроструктура зміцненого шару – дрібнодисперсний мартенсит відпуску, твердість – 50 HRC (510 – 515 HBW).

На рис. 2 представлена мікроструктура зміцненого поверхневого шару чавуну — дрібнодисперсний мартенсит.

Після гартування зміцнену поверхню піддавали чистовому точінню з режимом: S = 0,07 мм/об, V = 160 м/хв, t = 0,1 мм. Шорсткість обробленої поверхні — 0,6 мкм.

Після поверхневого зміцнення для покращення якості поверхневого шару штовхач піддавали поверхневому пластичному деформуванню (ППД) гідродробоструминною обробкою. Гідродробоструминна обробка (ГДО) відноситься до методів оздоблювально-зміцнювальної обробки деталей ППД. Обробка дробом здійснюється ударами дробу в потоці води і повітря по деформованому матеріалу і використовується для зміцнення деталей та інструментів складної форми, а також для обробки деталей, що мають малу жорсткість та тонкі стінки. Штовхач клапана має порожнисту форму і не жорстку конструкцію. Тому для його оздоблювально-зміцнювальної обробки було обрано гідродробоструминне зміцнення.

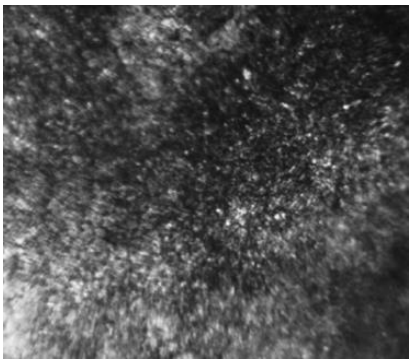

Рисунок 2 – Мікроструктура зміцненого шару високоміцного чавуну після гартування СВЧ, ×350

Ефект, що досягається при ГДО, забезпечується за рахунок зміцнення поверхневого шару — наклепу, створення в поверхневому шарі деталі стискаючих залишкових напружень, забезпечення однорідної текстури металу та специфічної мікрогеометрії, властивої всім методам обробки гнучким робочим середовищем.

В даний час дробом обробляють клапанні пружини, ресори автомобілів, шестерні коробок передач та заднього моста (конічні та циліндричні), пружини підвіски, лонжерони, вали, півосі, штанги, шатуни, поршневі пальці, ланки ланцюгів, поршні, картери, блоки циліндрів, гільзи, втулки, підшипники, ріжучий інструмент, штампи та ін. [4]. Також обробка дробом знаходить широке застосування в авіабудуванні для підвищення надійності різних елементів несучих конструкцій, особливо що працюють в умовах вібрації.

Обробка дробом у порівнянні з іншими видами поверхневого зміцнення має низку технологічних та економічних переваг. Найбільш важливими з них є висока продуктивність, значна ефективність процесу, можливість обробки деталей різноманітних форм і розмірів, можливість автоматизації процесу, можливість одночасної обробки заготовок великими партіями, забезпечення стабільної якості поверхні.

Необхідно також відзначити можливість використання як робочого середовища частинок різної форми та матеріалів залежно від виду обробки. Так, при зміцненні поверхневого шару найчастіше використовуються сталеві кульки підшипників кочення та чавунний литий дроб.

У момент, коли відбувається удар дробом по поверхні, утворюється невелика вм'ятина, матеріал намагається повернути поверхневий шар у вихідний стан, перетворюючи всю поверхню вм'ятини в область стискаючих напружень. Це замінює розтягуючі напруження в поверхневому шарі на стискаючі.

Кінець кінцем на деталі утворюється шар стискаючих напружень, що має позитивний вплив на довговічність виробу.

До основних технологічних параметрів при виборі режимів обробки дробом відносяться: діаметр дробу, швидкість польоту дробу, час обробки, кут атаки. Від цих параметрів залежать рівень пластичної деформації поверхні, глибина зміцненого шару, величина залишкових напружень і шорсткість поверхні.

Вибір дробу визначається матеріалом, розмірами і конфігурацією деталі, вимогами до зміцнення та іншими факторами.

На основі аналізу літературних даних були обрані наступні режими обробки дробом: діаметр дробу — 1,0 мм із сталі ШХ15, час обробки — 10 – 30 хвилин, швидкість польоту дробу — 70 м/с.

Випробування проводили з різним часом обробки – 10, 20 і 30 хвилин,

Деталі з високоміцного чавуну піддавали нормалізації, потім гартуванню СВЧ і обробці дробом. Після обробки вимірювали мікротвердість і шорсткість поверхні. Результати випробувань представлені на рис. 3 і 4.

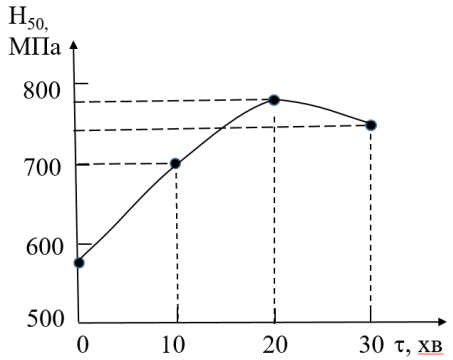

Рисунок 3 – Залежність мікротвердості поверхневого шару від часу обробки ППД

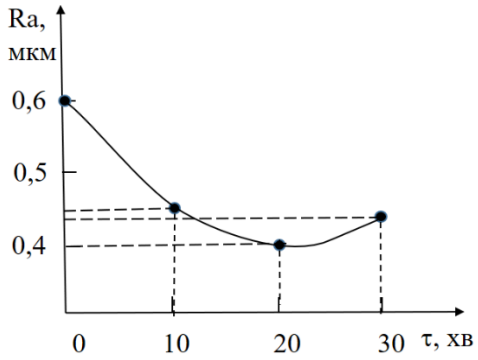

Рисунок 4 – Залежність шорсткості поверхневого шару від часу обробки ППД

Проведені випробування показали, що при обробці дробом напротязі 20 хв отримана максимальна середня мікротвердість 775 МПа і мінімальна середня шосткість 0,4 мкм за параметром Ra. При збільшенні часу обробки до 30 хвилин шорсткість збільшується, мікротвердість зменшується, що можно пояснити перенаклепом поверхні. На основі проведених випробувань було прийнято час обробки дробом 20 хв.

Результати вимірювання мікротвердості і шорсткості поверхневого шару чавуну в різному стані заносили в табл. 2.

Випробування показали, що гідродробоструминна обробка підвищила мікротвердість поверхневого шару в середньому на 36 % і забезпечила зниження середнього значення шорсткості на 33 %.

Таблиця 2 – Мікротвердість і шорсткість поверхневого шару чавуну

Стан чавуну	Мікротвердість, МПа	Середня ступінь зміцнення, %	Ra, мкм	Ступінь зниження шорсткості, %
ВЧКГ + нормалізація	240 – 260	–	2,0	–

ВЧКГ + нормалізація + гартування СВЧ	560 – 580	128	0,6	70
ВЧКГ + нормалізація + гартування СВЧ + ППД	750 – 800	36	0,4	33

Оздоблювально-зміцнювальна обробка підвищує якість поверхневого шару штовхача з високоміцного чавуну.

Висновки

1) Для отримання необхідного комплексу механічних властивостей за перерізом колінчастого валу з високоміцного чавуну, що забезпечує здатність валу працювати в умовах знакозмінних ударних навантажень, рекомендовано проведення нормалізації з міжкритичного інтервалу.

2) Для підвищення твердості і зносостійкості поверхонь, що зношуються, запропоновано проводити індукційне гартування, яке дозволяє отримувати високий рівень твердості, залишкові стискуючі напруження і відрізняється високою продуктивністю та екологічністю.

3) Для отримання необхідної якості поверхневого шару опорних поверхонь запропоновано після індукційного гартування виконувати алмазне вигладжування, яке забезпечує низькі значення шорсткості та закруглення нерівностей, що сприяє підвищенню зносостійкості і довговічності виробу в цілому.

Література

1. Митрофанов О. С., Проскурін А. Ю. Основи експлуатації, обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння : навч. посібник. Миколаїв: видавець Торубара В. В., 2018. 152 с.

2. Волощенко С. М. Створення наукових засад структуроутворення в чавуні для підвищення зносостійкості змінних деталей сільгосптехніки та транспорту: дис… д-ра техн. наук : 05.16.02 / Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАНУ. Київ, 2017. 236 с.

3. Кортяк А., Галенко О. Підвищення довговічності колінчастого валу дизеля. Збірник наукових праць, 83 Міжнародна наукова конференція студентів університету (12-13 квітня 2021 року, м. Харків), Харків, ХНАДУ. 2021, С. 106 – 111.

4. Хмілярчук О. І. Технологічне забезпечення якості та експлуатаційних властивостей деталей поліграфічного обладнання оздоблювально-зміцнюючою обробкою : дис… канд. техн. наук: 05.05.01. Київ, 2009. 161 с.

УДК 621.91.01