УДК 621.7.044.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМ МЕТОДОМ

Ігор ГЛАДКИН

Здобувач вищої освіти спеціальності G11 Машинобудування

Державний біотехнологічний університет

м. Харків, Україна

Анотація: *Досліджено процес відновлення та зміцнення поршневих пальців двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) методом електрогідравлічної роздачі (ЕГР). Проаналізовано характер зносу деталей і визначено оптимальні параметри обробки. Доведено ефективність застосування електрогідравлічного ефекту для відновлення геометричних розмірів і властивостей деталей незалежно від їх матеріалу та товщини стінок.*

Ключові слова: *поршневий палець, ДВЗ, електрогідравлічна роздача, відновлення деталей, пружно-пластична деформація, зміцнення.*

Поршневий палець – це одна з найважливіших деталей, що входять до складу поршневої групи. Цей компонент являє собою порожнистий циліндричний елемент, виконаний зі сталі [1].

Матеріали для виготовлення поршневих пальців включають м'які конструкційні вуглецеві (наприклад, марки 15, 20, 45) та леговані сталі, такі як хромовані 20Х, 40Х, 45Х, 20ХН3А. Зовнішні поверхні та краї виробів із маловуглецевих сталей обробляються методом цементації та гартування до глибини приблизно 1,5 мм, досягаючи твердості 55–62 HRC, у той час як внутрішній шар залишається м'якшим (твердість 22–30 HRC). Деталі зі середньовуглецевих сталей обробляються за допомогою гартування струмами високої частоти. Завершальне шліфування зовнішньої поверхні пальця усуває зони з високими напруженнями, що сприяє запобіганню тріщинам або іншим пошкодженням під час експлуатації.

Найважливішими характеристиками поршневого пальця є його матеріал, розміри та точність виготовлення. Поршневий палець – це не просто з'єднувальний елемент у конструкції двигуна, а найважливіша деталь, що забезпечує його безперебійну роботу.

У процесі роботи мастило до зовнішньої поверхні в основній масі конструкцій подається розбризкуванням. Незважаючи на те, що моторна олива піддається фільтрації, у ній у вигляді окремих часток зустрічається абразив. У зв'язку з вказаними умовами змащування робочі поверхні пальців працюють в умовах граничного тертя.

Аналіз існуючих технологій відновлення поршневих пальців ДВЗ показав, що існуючі способи відновлення поршневих пальців у низці випадків відрізняються складністю процесу, низькою продуктивністю, значними витратами теплової та електричної енергії. Жоден з існуючих способів не є універсальним і з різних причин непридатний для відновлення всіх видів поршневих пальців.

Наразі набуло розвитку застосування високоенергетичного способу пластичного деформування металу з використанням енергії високовольтного імпульсного розряду в рідині – електрогідравлічний ефект, а на його основі – електрогідравлічної обробки.

Аналіз особливостей електрогідравлічної обробки встановив, що цей процес є одним із перспективних способів відновлення поршневих пальців ДВЗ. Цим способом можливе відновлення поршневих пальців усіх видів двигунів.

Вибір оптимальної технології відновлення поршневих пальців ДВЗ способом електрогідравлічної роздачі (ЕГР) повинен проводитися на основі аналізу впливу параметрів процесу на ефективність деформації пальців при збереженні їхніх фізичних властивостей [2-7].

Діелектрик, що застосовується для виготовлення ізолятора, повинен виключати можливість замикання іскрового розряду на поверхню деталі, створювати герметизацію внутрішньої порожнини та забезпечувати

технологічність виготовлення. Робоча напруга при ЕГР досягає 30–50 кВ, тому з метою безпеки обирається матеріал патрона, який забезпечує електричну міцність при напрузі 65 кВ. Дріт, що вибухає, слугує для ініціювання розряду. Для цих цілей застосовують дріт з алюмінію, міді, сталі, ніхрому та інших матеріалів.

Робоче середовище, що застосовується при ЕГР, повинно забезпечувати створення потужного гідропотоку, який передає тиск на стінки деталі. Рідина та розчин повинні бути технологічно придатними у виробничих процесах. Отже, для цих цілей використовують технічну воду, гліцерин, оливу та інші матеріали. Найчастіше використовується звичайна технічна вода, оскільки вона є доступною. Робоче середовище (вода, олива) подавалося безпосередньо у внутрішню порожнину деталі або пристрою, де здійснювався електричний розряд, або ж розміщувалося заздалегідь у герметичному корпусі патрона (гліцерин та різні компоненти на його основі). Розробка технології відновлення поршневих пальців способом ЕГР виконувалася на прикладі поршневого пальця карбюраторного двигуна зі сталі 45. Пальці, виготовлені зі сталей 15Х, піддавалися цементації та гартуванню зовнішньої поверхні на глибину 0,5; 1,0; 1,5 мм.

Для вивчення зміни розмірів зовнішнього діаметра поршневого пальця за його довжиною встановлювалися чотири пояси вимірювання зносу (рис. 1). Два – у місцях спряження з поршнем, два – у місцях спряження з втулкою верхньої головки шатуна.

Проведений аналіз поршневих пальців показує, що величина зносів та геометричні параметри пальців дозволяють здійснювати їхнє відновлення з використанням способу електрогідравлічної роздачі (ЕГР). Цим способом можна відновити поршневі пальці, виготовлені з будь-якого матеріалу та які мають стінки будь-якої товщини. Наявність внутрішньої східчастої поверхні пальця не є перешкодою для проведення цього процесу. Важливим фактором, що впливає на пластичність при електрогідравлічному деформуванні, є відсутність контактного тертя.

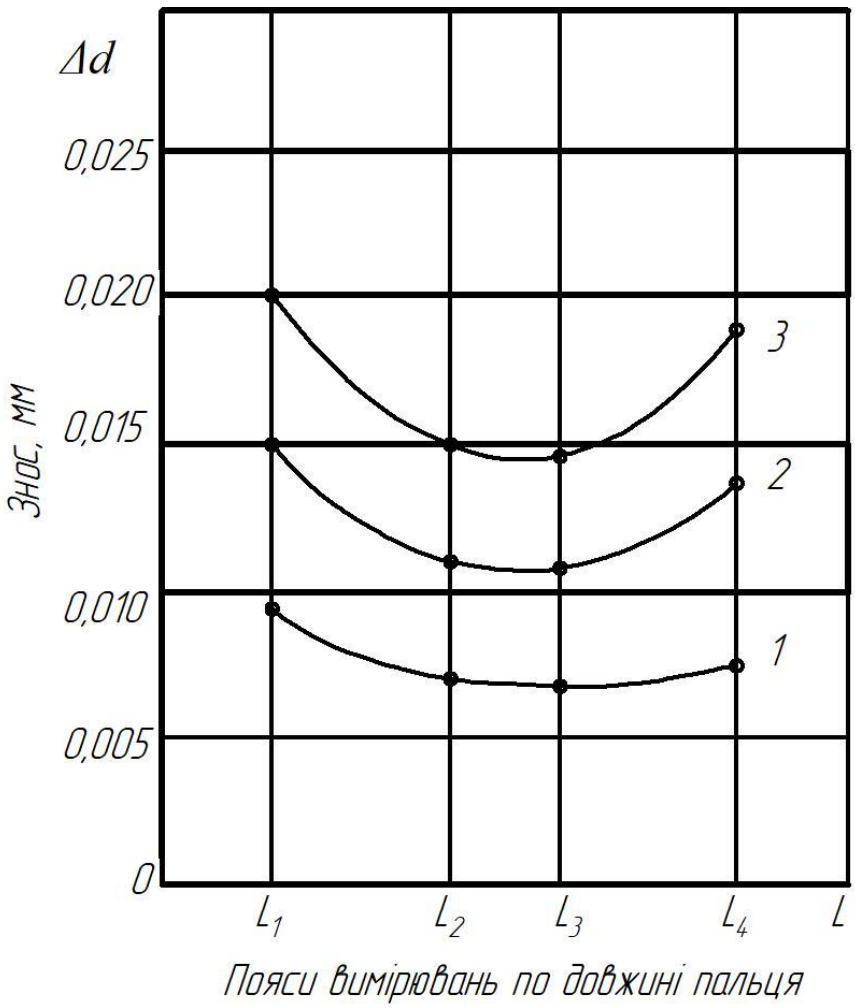


Рисунок 1 – Характер та величина зносу поршневих пальців ДВЗ (при надходженні на ремонт): 1 – ЗИЛ-645; 2 – ЗИЛ-508; 3 – ЗИЛ-509

Згідно з результатами вивчення гідродинамічних параметрів розряду можна зробити висновок: досягувані при обробці значення параметрів обробки (тиск, гідродинамічна швидкість) забезпечують можливість відновлення поршневих пальців ДВЗ транспортних машин.

Список використаних джерел

1. Ремонт машин та обладнання: підручник / О.І. Сідашенко, О. А. Науменко, Т.С. Скобло, О.В. Тіхонов та інш.; за ред. О.І. Сідашенка, за ред. О.А. Науменка; ХНТУСГ. 2-ге вид., перероб. і доп. К. : Агроосвіта, 2014. 665 с

2. Бескаравайный Н.М., Тульский В.В. Электрогидроимпульсное упрочнение металлов. Киев: Наукова думка, 1995. 96с.

3. Мазуровский Б.Я., Сизев А.Н. Электрогидравлический эффект в листовой штамповке. Киев: Наукова думка,1983. 192с.

4. Кушнарьов О.О. Визначення основних параметрів технологічного процесу електрогідравлічної роздачі поршневих пальців. *XVII-й Міжнародний форум молоді "Молодь і сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі". Збірка матеріалів форуму.* Харків: ХНТУСГ, 2021. С. 133.

5. Гур'єва Т.Б. Відновлення пустотілих автотракторних деталей. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв: МДАА. 2002. Вип. 2(16). С. 240-243

6. Бутаков Б.И., Марченко Д.Д., Приймак А.Ю. Разработка технологии и устройства для раздачи втулок при помощи єлектрогидравлического єффекта. *Матеріали VIII-ї Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Перспективна техніка і технології - 2012"*. Миколаїв, 2012. С. 20-27.

7. Гладкин І.В., Тіхонов О.В., Рибалко І.М. Перспективний метод відновлення поршневих пальців ДВЗ. Збірник тез доповідей І Міжнародної науково-практичної конференції «*Машинобудування, агроінженерія та автомобільний транспорт: інновації і перспективи розвитку*»: Збірник тез (21 травня 2026 р.) [Електронний ресурс]. Полтава: ПДАУ. 2026. С. 126-129.

Abstract. *The process of restoring and hardening piston pins of internal combustion engines (ICE) using the electrohydraulic expansion (EHE) method has been studied. The nature of part wear has been analyzed, and optimal processing parameters have been determined. The effectiveness of applying the electrohydraulic effect to restore the geometric dimensions and properties of parts, regardless of their material and wall thickness, has been proven.*

Keywords: *piston pin, internal combustion engine, electrohydraulic expansion, part restoration, elastic-plastic deformation, hardening.*

Науковий керівник:

Тіхонов О.В.

канд. техн. наук, доцент

Державний біотехнологічний університет