

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЧАВУННИХ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

А.М. Євдокимова, доктор техн. наук ,
Ю.С. Цуканов, канд. техн. наук., **П.Ф. Кочо**, студент магістратури
Одеський державний аграрний університет

Описано два методи зміцнення чавунів, що застосовуються як матеріали для виготовлення втулок циліндрів дизелів. Оригінальність приведених методів мають визначені альтернативні переваги, роблячи їх перспективними для ремонтного виробництва.

Ключові слова: двигун, матеріал, метод, термічна обробка, фрикційне зміцнення.

Вступ. Втулки блоків циліндрів двигунів внутрішнього згоряння й особливо сільськогосподарських машин знаходяться в складних умовах експлуатації. Перемінні швидкості тертя ковзання з реверсуванням руху, різні температурні градієнти і деформації, агресивне газове середовище і т.і. приводять до нерівномірного по довжині втулок зношуванню. Для сільгоспмашин вплив цих негативних факторів ще більше збільшуються наявністю абразивних часток у паливі й в олії, куди вони попадають через погану фільтрацію повітря і забруднені ємності. Усе це приводить не тільки до підвищеного зносу робочих поверхонь циліндрових втулок, але і до його нерівномірного зносу по їх довжині [1].

Проблема. Існують різні технології зміцнення машинобудівних матеріалів, найбільше повно узагальнених у довіднику [2], включаючи й опис оригінальної технології по роботі [1]. Суть цієї технології полягає в нерівномірній термічній обробці внутрішніх поверхонь циліндрів двигунів внутрішнього згоряння.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Мається й інша альтернативна технологія зміцнення з застосуванням високошвидкісного тертя. За цією технологією [1,3] зміцнення поверхонь досягається шляхом утворення білих шарів при великих швидкостях фрикційного впливу, що дає високу твердість, зносостійкість і корозійну стійкість.

Мета досліджень. Метою статті є показати можливості використання технології нерівномірної термічної обробки і фрикційного зміцнення для підвищення робочих поверхонь циліндрів двигунів внутрішнього згоряння.

Результати досліджень. Автор монографії [1] доводить, що домогтися підвищення зносостійкості циліндропоршневої групи тракторних і комбайнових дизелів можна шляхом керування процесами структуроутворення заготовок

гільз циліндрів на стадії вилівка, створюючи диференційовану зносостійку структуру чавуна його робочої поверхні. Як вихідний матеріал доцільно використовувати сірий чавун, застосований на ПО «Київтрактородеталь» без зміни його хімічного складу. Так, гільзи циліндрів двигуна внутрішнього згоряння, що пройшли зміцнюючу термообробку, мали різну твердість робочої поверхні: у районі ВМТ – HB285, у середній частині HB269-255, а в районі нижнього бурту вона складала HB235-229. Серійні ж гільзи циліндрів без спеціальної обробки мали внутрішню поверхню з постійною твердістю HB 229. У результаті запропонована технологія створення перемінної твердості робочої поверхні дозволила збільшити ресурс гільз циліндрів ДВЗ на 15-20%, а поршневих кілець на 30-40% без істотних витрат. На рис.1 показана схема вилівка гільзи циліндрів внутрішнього згоряння з застосуванням охолодної води для одержання різної твердості по довжині гільзи [1].

Збільшити поверхневу твердість робочих поверхонь гільз циліндрів у місцях найменшої їхньої зносостійкості можна і шляхом фрикційної високошвидкісної обробки. При такій обробці в поверхневих шарах створюються суцільні білі шари з високою мікротвердістю до $9-10 \cdot 10^3$ МПа. У якості зміцнюючого інструмента використовується сталевий диск, якому повідомляється окружна швидкість 35-70 м/с. За машинний час порядку 40-50 секунд утворюються білі шари товщиною до 80 мкм і більш з напругами стиску і підвищеної до трьох – п'яти разів зносостійкістю, особливо при абразивному і корозійному впливі. Встановлено особливість зміцнюючого ефекту в необхідності проведення обробки з подачею в зону контакту олії або вуглекислого газу. Крім того, інструмент у виді диска повинний бути виготовлений з високовуглецевої сталі. Це зв'язано з тим, що в процесі високошвидкісної обробки відбувається швидкоплинна дифузія вуглецю в деформуємі тертям шари з матеріалу диска, повітря, олії і навіть із глибинних шарів чавуна або сталі.

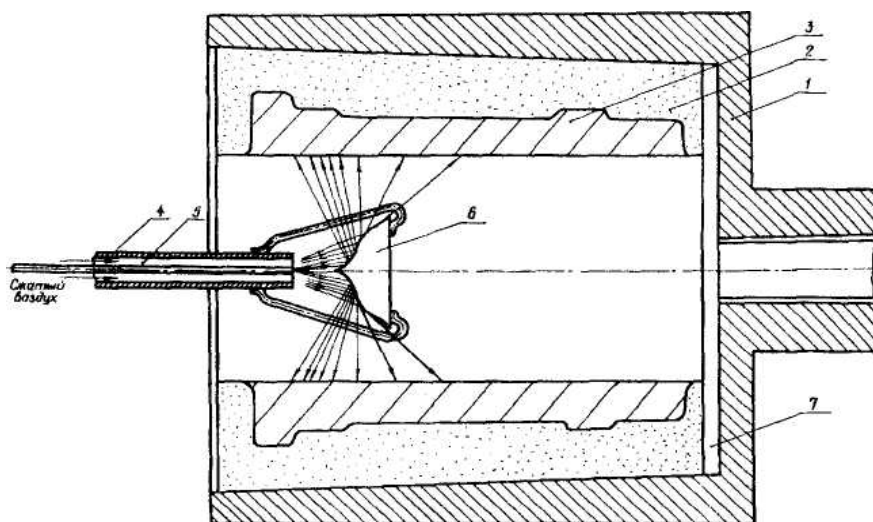


Рис. 1. Схема вилівка гільз двигуна внутрішнього згоряння:
 1 — ізложниця; 2 - піщаний стрижень; 3 — вилівок; 4 - спреєр;
 5 - трубка подачі води; 6 — відбивний профіль; 7 - виштовхувач

Пристрій, застосовуваний для зміцнення, схематично показано на рис. 2. Варто помітити, що фрикційне зміцнення з утворенням білих шарів було нами перевірене на зразках у лабораторних умовах. При цьому встановлено, що краще піддавати такій обробці не одну зону довжиною порядку 30-40 % від довжини втулки, а цілком робочу поверхню. В основному це зв'язано з утворенням різкого переходу зносостійкості по довжині втулки, що має місце при використанні запресованих вставок. А також з необхідністю застосування додаткової фінішної обробки. Як впливає з роботи [1], задана перемінна шорсткість робочої поверхні гільзи досягається за рахунок перемінної швидкості руху індуктора ТВЧ уздовж її внутрішньої поверхні з загартуванням на необхідну твердість у кожній перетині. Глибина загартованого шару звичайно складає 1,5-2,0 мм із твердістю не нижче 43HRC с наступним чистовим розточенням з індукційною відпусткою для зняття внутрішніх напружень. Було встановлено, що найкращі результати забезпечує загартування на чавуні ТВЧ при чисто перлітній структурі металевої матриці і відсутності структурно-вільного цементиту і фериту. Практично підготовка структури чавуна гільзи була виконана в процесі одержання заготовки за рахунок керування термодинамічними процесами кристалізації й охолодження вилівка. Уповільнення кристалізації, і тим самим усунення утворення цементиту,

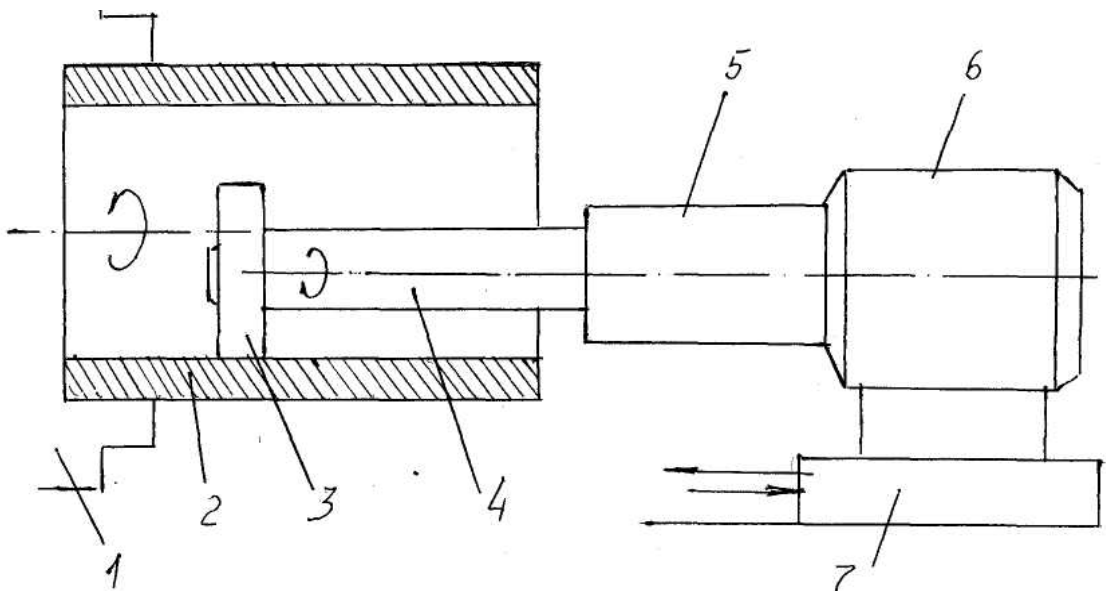


Рис. 2. Фрикційне зміцнення втулки циліндра.

- 1 – патрон токарського верстата;
- 2 – втулка циліндра;
- 3 – фрикційний диск;
- 4 – вал;
- 5 – підшипниковий вузол;
- 6 – електродвигун або турбіна.

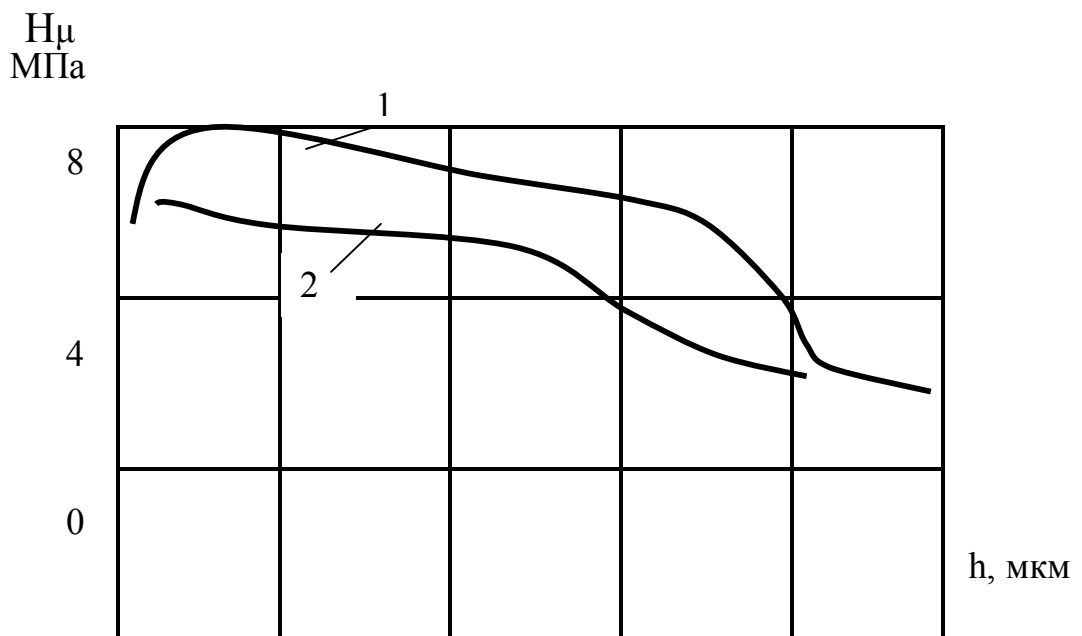


Рис. 3. Зміцнення чавуна при високошвидкісному терті і абразивному шліфуванні.

Криві: 1– фрикційне зміцнення; 50 м/с; 40 с; 150 Н; СЧ 20;

2 – зміцнення шліфуванням; 35 м/с; 40 с; 100 Н; СЧ 20.

досягається застосуванням підвищеного нагрівання кокілю перед заливанням і застосуванням термоізоляційної присипки або титанового кокілю, а

утворення перлітної металевої матриці досягається примусовим охолодженням внутрішньої поверхні вилівка в інтервалі температур від 750-850°C до 400-500°C в плин 15-28 секунд. Подальше охолодження гільз - повільне, у корбі з готовими вилівками, де за рахунок тепла великої кількості вилівок відбувається повільне охолодження і самовідпустка заготовок. Отримана в такий спосіб структура чавуна є оптимальною під загартування ТВЧ, твердість готових гільз складає 45-52 HRC. Матеріал заготовки: чавун марки СЧ 20, маса -16 кг, вилівок здійснювався на кільцевому ливарному конвеєрі в ізольований кокіль. Температура заливання 1320-1340°C. При досягненні вилівками температури 760°C внутрішня поверхня примусово проохолоджувалася водо-повітряною сумішшю протягом 20 с до досягнення вилівком температури 470°C. Після цього гільзи витягалися з кокілю і містилися в корб. Загартування ТВЧ вироблялася після чорнової механічної обробки при нагріванні до 840°C, відпустка здійснювався нагріванням струмами промислової частоти протягом 50 с при температурі 250°C. Чистова обробка гільз здійснювалася після завершення термообробки. Використання розробленого способу виготовлення гільз дозволяє значно скоротити час чорнової обробки гільзи, зменшити час загартування ТВЧ і значно підвищити якість виробів. При фрикційному зміцненні процес утворення білих шарів швидкоплинний і відбувається протягом $2-3 \cdot 10^{-5}$ секунди в результаті виникнення короткочасних температурних спалахів до 1200 – 1300 °C з швидким охолодженням. Такі температурні спалахи стимулюються в зоні фрикційного контакту за рахунок зсувних деформацій поверхневих шарів. При цьому варто враховувати, що утворення білих шарів можна здійснити і при шліфуванні з використанням підібраних режимів по рекомендаціях роботи [3]. Експериментальні дані на рис.3 показують розподіл мікротвердості по глибині від обробленої поверхні після фрикційного зміцнення (крива 1) і абразивного шліфування (крива 2). Видно, що при шліфуванні обрані менш напружені режими по швидкості і навантаженню. Це зв'язано з особливостями процесу шліфування з обмеженням по окружній швидкості обертання кола і максимально сприйнятої сили притиску. Тут важливо відзначити, що зміцнення більш ефективно досягається з використанням кілька затуплених зерен кола, тому що в такому випадку зростає фрикційна складова сил при шліфуванні. Крім того, застосування шліфування дозволяє обробити поверхні по заданому квалітеті точності. Однак при цьому спостерігається замазування або зачорніння білого шару вільним графітом, що видно на мікрофотографії рис. 4.



Рис. 4. Структура поверхневих шарів зразка з чавуна СЧ 20 після зміцнення тертям. (70 м/с; 60Н; 60с). X200

Висновки. 1. Розглянуто два методи підвищення зносостійкості чавуна з якого виготовляють втулки циліндрів двигунів сільськогосподарських машин. Якщо метод нерівномірної термічної обробки перевірений у лабораторних і виробничих умовах, то метод фрикційного зміцнення тільки на лабораторних зразках.

2. Білі шари володіють у багато разів більшою зносостійкістю, чим чавуни після термічної обробки. Крім того, білі шари мають високу корозійну й абразивну стійкість, що є істотною перевагою перед будь-якою термічною обробкою. Тим більше, відомо, що після термічної обробки змінюється електродний потенціал поверхні зі збільшенням корозії металевих сплавів.

3. Дослідження особливостей фрикційного зміцнення чавунів варто продовжувати для визначення перспектив використання цього методу, у ремонтному виробництві, тому що можливості очевидні, а технологія й оснащення досить прості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Клименко Л.П. Повышение долговечности ДВС на основе принципов переменной износостойкости / Под ред. В.В. Запорожца.- Николаев: Изд-во НФ На УКМА, 2001.- 294 с.
2. Євдокимов В.Д. Сучасні методи та технології зміцнення машинобудівних матеріалів: навчальний посібник – довідник/Д. Євдокимов, Л.П.Клименко, А.М. Євдокимова, під редакц. д.т.н., проф.В.Д.Євдокимова.- Миколаїв. Видавництво ЧДУ ім. Петра Могили, 2010.- 330 с.
3. Евдокимова А.Н. Знакопеременность сдвиговых деформаций при высокоскоростном трении и шлифовании и свойства поверхностных слоев.- Киев-Одесса. УМАОИ, 1998.-115 с.

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЧУГУННЫХ ГИЛЬЗ

АГРАРНИЙ ВІСНИК ПРИЧОРНОМОР'Я Вип. 55. 2010 р.
ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

А.Н. Евдокимова, Ю.С. Цуканов, П.Ф. Кочо

Ключевые слова: двигатель, материал, метод, термическая обработка, фрикционное упрочнение.

Резюме

Описано два метода упрочнения чугунов, которые применяются как материалы для изготовления втулок цилиндров дизелей. Оригинальность приведенных методов имеют определенные альтернативные преимущества, делаю их перспективными для ремонтного производства.

**CAST-IRON HOBS
CILINDROV OF ENGINES INTERNAL COMBUSTION**

A.N. Evdokimova, Y.S. Cukanov, P.F. Kocho

Keywords: engine, material, method, heat treatment, frikcionnoe consolidating.

Summary

Two methods of strengthening of cast-irons which are used as materials for making of hobs of cylinders of diesels are described. Certain alternative advantages have originality of the resulted methods, doing their perspective for a repair production