

**КОНТРОЛЬ ОСНОВНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ,
СТРУКТУРИ ВТУЛОК ЦИЛІНДРІВ, ЗА
КОЕРЦИТИВНОЮ СИЛОЮ**

Скобло Т.С., проф., д.т.н., Марченко М.В., доцент
*Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка*

У роботі проаналізовано зв'язок між структурою, що формується у втулці циліндрів, як основного показника якості, а отже й довговічності, з значеннями коерцитивної сили.

Підвищення довговічності деталей циліндропоршневої групи двигунів, які піддаються найбільш несприятливим умовам роботи, зниження матеріальних і трудових витрат при їх виготовленні зберігає свою актуальність. У зв'язку з цим представляється доцільним розробка технології неруйнівного контролю якості втулок циліндрів, що дозволить виключити брак, коректувати технологічний процес їх виробництва, та в цілому дозволить підвищити надійність і довговічність машин в експлуатації. Матеріал і метод обробки циліндрів втулок повинні забезпечити високу зносостійкість дзеркала циліндра, конструктивну міцність, опірність корозійному руйнуванню поверхні. Проте, в даний час відсутній ефективний метод неруйнівного контролю якості втулок, відлитої відцентровим методом з низьколегованого сірого чавуну.

У роботі проаналізовано вплив хімічного складу та структурного фактору на рівень твердості та коерцитивної сили втулки циліндрів.

При статистичному аналізі залежності твердість - коерцитивна сила всю вибірку (504 втулки) розділили на чотири групи:

- відповідна вимогам ТУ по хімічному складу;
- невідповідна вимогам ТУ по хімічному складу;
- з рівнем твердості, відповідним вимогам ТУ та розкидом значень 5-12%;
- з рівнем твердості, невідповідним вимогам ТУ та розкидом значень 16-23%.

Аналізом встановлено, що більш високі відхилення пов'язані з невідповідністю вимогам по структурі металу. Одночасно межа значень твердості характеризується розкидом показників коерцитивної сили (рис.1).

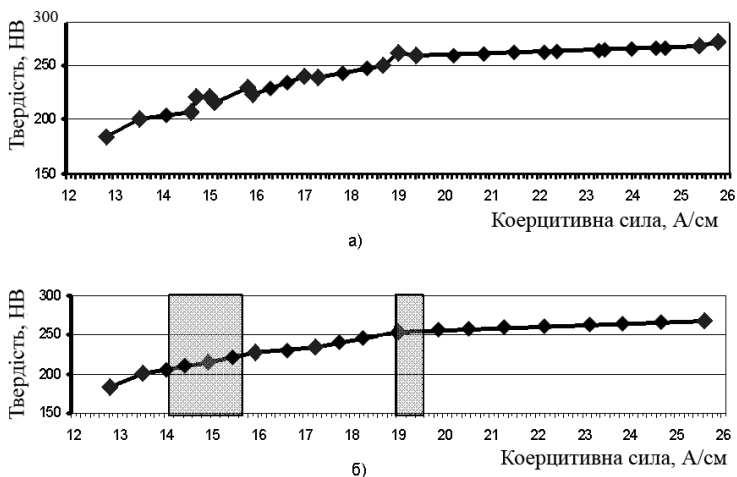


Рис. 1. Залежність коерцитивної сили від середніх значень твердості: а – дані, одержані від вимірів з одного боку темплетів; б – дані, одержані з двох боків темплетів (кожна точка є середнім значенням з 12-18 вимірювань).

 - нестійкі значення

Залежності свідчать про те, що на відхилення структури більш реагує коерцитивна сила, ніж рівень твердості, тобто неруйнівний метод контролю виявляє відхилення більш чутливо.

Дослідженнями показано, що зміна хімічного складу вносить істотні відхилення у формування структури, а також рівень твердості та коерцитивної сили. Так, підвищення концентрації нікелю в чавуні з 0,49 до 1,17% збільшує кількість міждендритних скорочених та потовщених включень графіту в зовнішній поверхні втулки до 45-88%, в той час як у внутрішній їх доля складає 10-45%. Одночасно з'являються скупчення графіту. Зі зміною графіту відбувається суттєва неоднорідність розподілу фаз, особливо цементиту по перерізу втулки. Разом з тим середня неоднорідність в розподілі фаз не перевищує 5-12%. Для втулок з підвищеною концентрацією нікелю характерні вищі показники коерцитивної сили - від 17,0 до 30 А/см.

Для встановлення зв'язку структура чавуну – твердість – коерцитивна сила оцінку цих показників виконали як на поверхні втулки, так і на спеціально відібраних зразках, на яких проводять випробування продукції.

Найбільший вплив на рівень коерцитивної сили має металева матриця.

Виконані дослідження по виявленню ступеню впливу металевої матриці на рівень твердості та коерцитивної сили. Статистичний аналіз співвідношення фаз матриці, проведені з використанням комп'ютерної програми, показав, що частка фериту в досліджуваних вибірках втулок не перевищує 2%, перліту та троститу змінюється в межах 41-78% та 9-29% відповідно, а цементиту 1,5-24,0%. Такий розкид структури істотно впливає на рівень твердості і коерцитивної сили. Встановлена залежність між коерцитивною силою та твердістю. Значення твердості у відповідності з вимогами ТУ необхідно забезпечити на рівні 217-269НВ. Таким показникам відповідає коерцитивна сила в межах 15,9-19,0 А/см. При цьому у допустимому інтервалі коливання твердості складають 23%, і цим відхиленням відповідає розкид значень коерцитивної сили до 24%.

Для визначення чинників, які призводять до відхилень від вимог ТУ по твердості нижче за нижню межу та вище верхньої, проаналізували вплив технологічних факторів на зміну макро - та мікроструктури. Встановлено, що за рахунок порушення технологічного процесу модифікування при виготовленні втулок має місце ліквідація компонентів, яка призводить до скупчень неметалевих включень. Показано, що внесення модифікаторів у ківш, які мають підвищену вологість, сприяють пороутворенню.

Дослідженнями встановлено, що існуючі шкали для оцінки форм і кількості графіту в чавунах не співпадають з результатами отриманих статистичних даних. Це пов'язано з тим, що при виробництві втулок використовують не стаціонарний, а відцентровий метод лиття з прискореним охолодженням металевої форми, який виключає кристалізацію грубих включень графіту на зовнішній поверхні відливки.

Запропонована шкала для оцінки форми та кількості графіту. Вона відповідає відливкам, виготовленим відцентровим методом лиття.

Показники коерцитивної сили в зовнішньому шарі визначаються в основному часткою міждендритного графіту, та у меншій мірі - тонкопластинчастими і скороченими виділеннями, а у внутрішній - грубішими розетковими та маючими форму гілчастих колоній.

Дослідження показали, що у разі частки графіту менше 8% та появах неметалевих включень або цементиту, коерцитивна сила перевищує рівень значень бракувальної норми ($> 19,0$ А/см).

Наявність скупчення пор знижує рівень твердості до 170-207 НВ і коерцитивну силу до 12,0-15,5 А/см (залежно від їх частки).

Нагромадження неметалевих включень (карбонітриди титану рис. 2) підвищують рівень твердості до 271-293 НВ та показники коерцитивної 216

сили з 19,0 до 26,0 А/см. В цьому випадку коерцитивна сила зростає не тільки за рахунок кристалізації твердих включень, але і виникнення навколо них напружень (оцінювали величину радіальних напружень на поверхні контакту включення – матриця згідно методу Ласло), які призводять до підвищення мікротвердості продуктів розпаду аустеніту в 1,2-1,6 раз, а цементиту на 3-10%.

На основі проведених досліджень оцінено вплив структурних складових матриці (продуктів розпаду аустеніту) на властивості чавуну. Найбільший вплив має та складова, частка якої максимальна.

Запропонована шкала форм графіту, що кристалізуються при відцентровому литті, на основі статистичних досліджень. Вона включає не тільки ті, що найчастіше зустрічаються, але і такі, які виділяються в дефектних зонах (поблизу цементиту, пор, неметалевих включень).

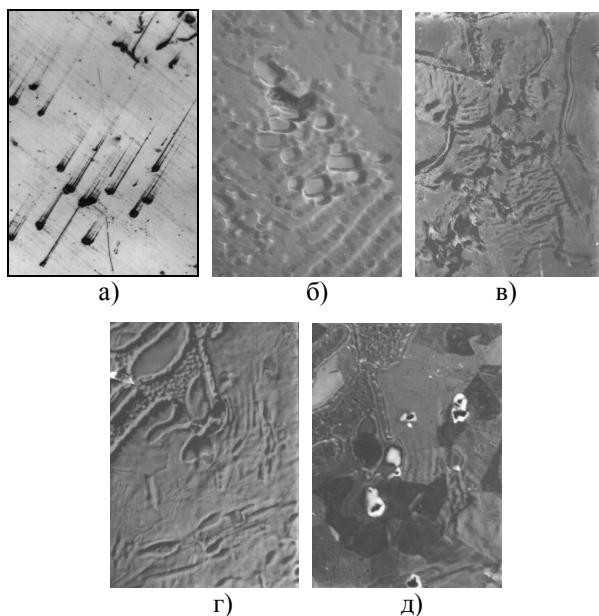


Рис. 2. Нагромадження неметалевих включень (карбіди та карбонітриди титану): а) $\times 100$; б) електронна мікроскопія $\times 3700$; в-г – оптична мікроскопія після травлення у вакуумі 10^{-3} мм рт. стовб., $\times 1000$ (напруження від неметалевих включень); д) емісійна мікроскопія, $\times 1000$

Виявлено, що на рівень коерцитивної сили впливають як форма, так і кількість графіту. Найбільш грубі виділення графіту знижують і рівень

твердості.

Отримані залежності, що описують вплив кількості різних форм графіту в поверхневій і внутрішній зонах втулок. Так, рівень коерцитивної сили в зовнішньому шарі визначається часткою міждендритного графіту, а у внутрішньому – грубими і гілчастими виділеннями.

Аннотация

КОНТРОЛЬ ОСНОВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА, СТРУКТУРЫ ВТУЛОК ЦИЛИНДРОВ ПО КОЭРЦИТИВНОЙ СИЛЕ

Скобло Т.С.. Марченко М.В.

В работе проанализирована связь между структурой, которая во втулке цилиндров, как основного показателя качества, а следовательно и долговечности, со значениями коэрцитивной силы.

Abstract

CONTROL OF BASIC INDEX OF QUALITY, STRUCTURES OF HOBS OF CYLINDERS, ON KOERTSITIVNOY SILE

T. Skoblo, M. Marchenko

Connection is in-process analyses between a structure which is formed in the hob of cylinders, as a basic index of quality, and consequently and to longevity, with the values of coercitivity.