

# НЕРУЙНІВНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ

Вінницький національний технічний університет;

## *Анотація*

*Запропоновано метод визначення твердості неруйнівним методом, який дозволить оцінити якість поверхневих шарів нанесеного покриття.*

**Ключові слова:** твердість, неруйнівний контроль, фулерит, сферичний індентор.

## *Abstract*

*A method for determining the hardness by a non-destructive method is proposed, which will allow to assess the quality of the surface layers of the applied coating.*

**Keywords:** hardness, non-destructive testing, fullerite, spherical indenter.

## Вступ

Контроль якості з руйнуванням, який проводиться методами хімічного, спектрального, рентгеноструктурного та металографічного аналізу, дозволяє виявити відхилення від заданих параметрів складу і структури металу, але вимагає, як правило, взяття проб, виготовлення зразків. Це трудомісткі і дорогі операції. На них іноді витрачається стільки ж або більше металу, ніж на виготовлення самої деталі. [1]. Проте, коли техніка стає все більш складною, вибіркового контролю відповідальних деталей, що працюють у важких експлуатаційних умовах, стає недостатнім, він не може гарантувати високу працездатність і надійність. Більш ефективний контроль дефектів, що порушують суцільність, однорідність макроструктури металу, відхилень хімічного складу слід проводити за допомогою фізичних методів неруйнівного контролю

Метою роботи є дослідження неруйнівних методів контролю якості поверхневих шарів.

## Результати дослідження

Неруйнівний контроль якості досить ефективний. Він дозволяє знижувати трудомісткість контрольних операцій, різко підвищувати продуктивність праці контролерів. В особливо відповідальних виробництвах наприклад при виготовленні літальних апаратів, крім зразків виготовляють «свідки» процесу. Цей технічний термін означає, що для вивчення контрольованої деталі спеціально виготовляється її дублікат. Наприклад, щоб перевірити глибину цементованого шару в шестірні, виточують одну шестерню понад передбачений завданням кількості або замість неї виточують додаткову деталь спрощеної форми, скажімо, кільце, яке разом з партією шестерень завантажують в термічну піч. Потім проводять металографічні дослідження «свідка», за результатами яких судять про якість цементування всієї партії цих деталей. Велика трудомісткість, витрати металу, паливно-енергетичних ресурсів зумовили використання названих руйнівних методів контролю тільки у вигляді вибіркового контролю якості. Так, наприклад, металографічний аналіз структури зразка займає 2-3 год, автоматичні засоби контролю (АЗК) за 1-2 с виявляють аналогічні дефекти. Застосування методів неруйнівного контролю якості дають вагомому економію коштів за рахунок відбракування недоброякісного металу, заготовок перед дорогою механічною обробкою і т. і.

Неруйнівний контроль дає можливість перевірити якість деталей до виконання збиральних операцій і тим самим не допустити використання дефектних деталей у конструкціях машин, а отже, запобігти аварії та навіть катастрофи. Дані про дефекти, отримані на ранніх стадіях виробництва, дозволяють технічним службам підприємства удосконалювати технологічні процеси, покращувати режими обробки металу в гарячому і холодному стані. Застосовуючи методи неруйнівного контролю, можна зменшити вагу деталей і всього виробу в цілому шляхом зменшення коефіцієнтів запасу міцності.

Одним із методів неруйнівного контролю є метод вимірювання твердості поверхневих шарів відновлених деталей. За ДСТУ 2825-94: твердість – здатність матеріалу чинити опір деформуванню та руйнуванню під дією місцевих контактних зусиль.

Найтвердішим із відомих матеріалів є ультратвердий фулерит (приблизно в 1,17 – 1,52 разів твердіший за алмаз). Однак, цей матеріал доступний лише у мікроскопічних кількостях. Найтвердішою з поширених речовин є алмаз.

На рис. 1 зображені фулерити.

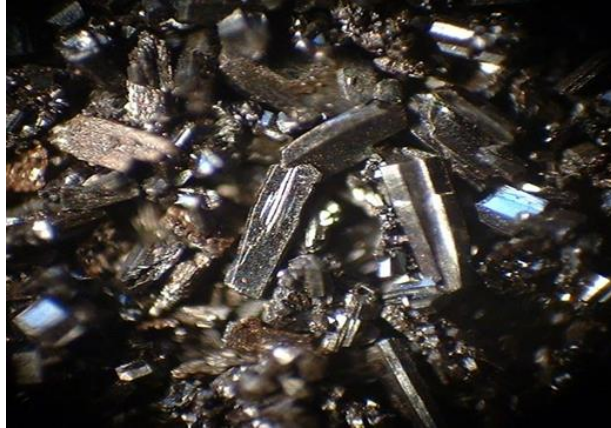


Рис. 1. Фулерит

Вимірювання твердості – важливий момент в дослідженні властивостей наплавленого матеріалу. Твердість чорних і кольорових металів і сплавів можна виміряти згідно ДСТУ ISO 6508-1:2013 та діючому ГОСТ 18835-73. Метод полягає на вимірі пластичної твердості металів при вдавлюванні в них сферичного індентора.

Кульки та сферичні наконечники, що застосовують для вимірювання пластичної твердості, при діаметрі 2 мм і більше, повинні мати поверхню не нижче 12-го класу чистоти і не мати пороків, які видно з допомогою лупи при 5-ти кратному збільшенні. Наконечники діаметром менше 2 мм повинні бути якісно відполіровані, не мати пороків, що видні при 30-ти кратному збільшенні.

При вимірюванні пластичної твердості допускається застосовувати навантаження  $P_1$  та  $P$  будь-якої величини, що відповідають вимогам:

- 1)  $P \geq 2.5D^2$  та  $P \geq 5D^2$ ;
- 2) Плавне збільшення навантажень до необхідних значень;
- 3) Підтримка постійності навантажень, що прикладаються  $P_1$  та  $P$  на протязі 15с;
- 4) Прикладання навантажень по нормалі до поверхні об'єкту, що випробовується.

При вимірюванні пластичної твердості металів сталевий (твердосплавний) кулька або сферичний наконечник, радіус кривизни якого дорівнює  $D/2$ , вдавлюється в поверхню зразка, що випробовується, навантаженнями  $P_1$  та  $P$ , що прикладаються послідовно. Після того, як кожне навантаження буде знято виміряють глибину, що йому відповідає на поверхні зразка, що випробовується. Дозволяється проводити втискування кульки (наконечника) силою  $P$  у відбиток, що одержаний при навантаженні  $P_1$  (див. рис. 2).

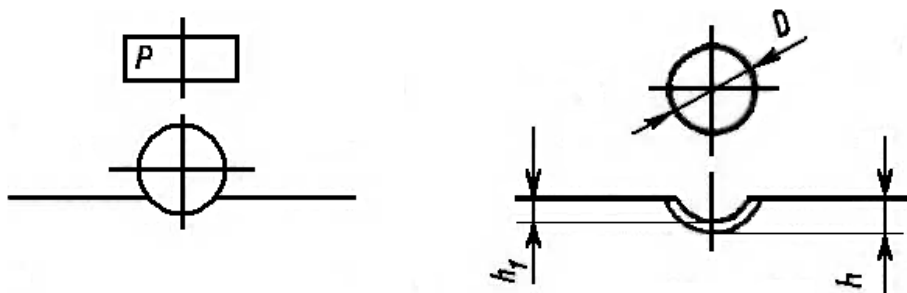


Рис. 2 - Схема втискування кулькового індентора при вимірюванні твердості

Навантаження Р та Р<sub>1</sub> можуть прикладатись як в одній і тій же точці (повторно), так і в різних точках поверхні, що випробовується.

Відстань від центру відбитку до краю зразка повинно бути не менше ніж D, а відстань між центрами двох сусідніх відбитків повинно бути не менше 1.5D, де D – діаметр кульки.

Глибину відбитку вимірюють з допомогою механічних (типу індикаторного глибиноміра) розрахункових пристроїв, похибка яких не повинна перевищувати 2%.

Відносна похибка навантажень Р<sub>1</sub> та Р не повинна перевищувати ±1%.

Граничні відхилення по діаметру кульки чи радіусу кривизни сферичного наконечника не повинні перевищувати 1% від D.

В разі відсутності можливості адекватно поміряти глибину відбитку, її можна розрахувати за допомогою знань про діаметр відбитку. Для цього використовують наступну залежність:

$$h = R - \sqrt{R^2 - \frac{d^2}{4}}$$

де h – глибина відбитку, мм; R – радіус кульки, мм; d – діаметр відбитку, мм.

Число пластичної твердості (НВ) обчислюють за формулою

$$HB = \frac{P - P_1}{\pi D(h - h_1)}$$

де Р<sub>1</sub>, Р – навантаження кгс; D – діаметр кульки або подвоєний радіус кривизни сферичної вершини наконечника, мм; h<sub>1</sub>, h – глибини відбитків, виміряні після зняття навантажень Р<sub>1</sub>, Р відповідно, мм.

### Висновки

Запропонований підхід дозволяє підвищити загальну точність вимірювання твердості відновлених поверхонь неруйнівними методами.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2003. – 226 с.

**Шиліна Олена Павлівна** – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

**Герезь Дмитро Васильович** – студент групи ЗВ-20б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет.

**Shilina Olena P.** – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of machine-building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

**Gerez Dmitro V.** - student group ZV-20b, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University