

СУЧАСНІ ПРИЛАДИ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Досліджені сучасні прилади для визначення механічних властивостей металів та сплавів неруйнівними методами контролю поверхневих шарів.

Ключові слова: твердість; неруйнівний контроль; міцність; ультразвуковий контактний імпедансний метод.

Abstract

Modern devices for determining the mechanical properties of metals and alloys by non-destructive methods of surface layer testing have been investigated.

Keywords: hardness; non-destructive testing; strength; ultrasonic contact impedance method.

Вступ

Придатність матеріалу для виготовлення деталей, що несуть силові навантаження, зумовлюється його механічними властивостями. Механічні властивості матеріалів – це сукупність показників, які характеризують опір матеріалу діючому на нього навантаженню, його здатність деформуватися під навантаженням, а також особливості його поведінки в процесі руйнування. До механічних властивостей зазвичай відносять опір матеріалу деформації (міцність) та опір руйнуванню (пластичність, в'язкість, здатність металу не руйнуватися за наявності тріщин).

Опір деформації, як правило, об'єднують у загальне поняття **міцність**, а опір руйнуванню – **надійність**.

Під час оцінювання механічних властивостей конструкційних матеріалів найчастіше користуються такими критеріями, які визначаються незалежно від конструктивних особливостей і характеру служби виробів. Ці критерії знаходяться шляхом стандартних випробувань гладеньких зразків на розтягування, стискання, згинання, твердість (статичні випробування) або на ударне згинання зразків (динамічні випробування).[1]

Метою роботи є дослідження сучасних приладів для визначення механічних властивостей металів та сплавів неруйнівними методами контролю 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.

Сучасні технології дозволяють визначати механічні характеристики за допомогою портативних приладів, які можна використовувати безпосередньо на виробництві або в польових умовах без демонтажу деталей.

Сучасним портативним методом визначення міцності є **динамічний ударний метод Ліба**. Він реалізується за допомогою портативного твердоміра, який вимірює швидкість ударника до та після контакту з поверхнею металу. Ударник з твердосплавною кулькою розганяється пружинним механізмом і вдаряє по досліджуваній поверхні, після чого відскакує. Прилад визначає співвідношення швидкостей і обчислює твердість за шкалою НЛ, після чого автоматично перераховує її у значення межі міцності для сталей. Цей метод широко використовується для контролю великих металевих конструкцій, трубопроводів, резервуарів та інших об'єктів без їх демонтажу. На рис.1 а показано прилад для вимірювання міцності за **ударним динамічним методом Ліба**, на рис. 2, твердомір **ультразвуковий контактний імпедансний (UCI)**.



Рис. 1. – Твердомір за ударним динамічним методом Ліба **HM-6561**



Рис. 2 – Портативний ультразвуковий твердомір **Linshang LS256**

Одним із найсучасніших портативних методів визначення твердості є **ультразвуковий контактний імпедансний метод (UCI)**. При визначенні твердості використовується ультразвуковий зонд з алмазним індентором у формі піраміди Віккерса. Під час втискування ультразвукового стрижня, прилад реєструє зміну частоти та обчислює твердість матеріалу. Метод забезпечує високу точність, дуже малий розмір відбитка та можливість вимірювання твердості тонких або дрібних деталей.



Рис. 3 – Портативний прилад ультразвукового вимірювання модуля пружності

Для визначення пластичності — здатності металу змінювати форму під дією навантаження без руйнування і зберігати отриману деформацію після зняття навантаження, застосовується **портативний тестер відскоку (склероскоп Шора)**. Принцип роботи тестера полягає у падінні спеціального ударника на поверхню матеріалу та вимірюванні висоти його відскоку. Пластичні матеріали поглинають більше енергії удару, тому висота відскоку буде меншою. На основі цих даних прилад дозволяє оцінити пластичність та пружно-пластичні властивості матеріалу.

Пружність характеризує здатність металу відновлювати свою початкову форму після зняття навантаження. Сучасним портативним методом визначення цієї характеристики є **ультразвуковий метод вимірювання модуля пружності** (рис.3). Для цього використовують переносні ультразвукові товщиноміри або дефектоскопи, які вимірюють швидкість поширення ультразвукових хвиль у матеріалі. Швидкість проходження хвилі пов'язана з модулем пружності матеріалу, тому за отриманими даними можна обчислити його пружні характеристики.

Для оцінки в'язкості матеріалів (поглинанні енергії удару) без руйнування у польових умовах застосовується **портативний ударний маятниковий прилад AMSY-6 Multi-Channel System** (рис.4), який дозволяє приблизно визначати енергію, що поглинається матеріалом під час ударного навантаження. Прилад створює контрольований удар і вимірює енергію, витрачену на деформацію або руйнування матеріалу. Такий метод використовується для швидкої оцінки ударної в'язкості матеріалів без складного лабораторного обладнання.

Для польового контролю, обробки та аналізу ультразвукових сигналів, які виникають у матеріалах під навантаженням або в процесі руйнування застосовується **портативний прилад акустичної емісії** (рис. 5). Спеціальні датчики реєструють ультразвукові сигнали, які виникають у матеріалі під час появи та розвитку мікротріщин. Використовується в наукових дослідженнях, інженерному контролі й неруйнівному тестуванні матеріалів та конструкцій. Аналіз інтенсивності та частоти цих сигналів дозволяє оцінити ступінь пошкодження матеріалу та його схильність до крихкого руйнування.



Рис. 4 – **Instron CEAST 9050** — маятниковий копер для випробувань на ударну в'язкість



Рис. 5 - **AMSY-6 Multi-Channel System** - портативний прилад акустичної емісії

Висновки

Запропонований підхід дозволяє підвищити загальну точність вимірювання механічних властивостей поверхонь деталей неруйнівними методами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологія конструкційних матеріалів. Частина перша. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація, виробництво : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Шиліна О. П. – [Вид. 2-е, перероб. та доп.]. – Вінниця : ВНТУ, 2025. – (PDF, 97 с.) ISBN 978-617-8163-38-9 (PDF)

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

Маціпура Олександр Ігорович – студент групи МБ-25б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oleksandrmatsipura447@gmail.com

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

MazipyraOleksandr I. - student group MB-25b, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oleksandrmatsipura447@gmail.com