

# МЕТОДИ ВИПРОБОВУВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛІВ

*НТУ «Дніпровська політехніка»*

**Якімов Р.Р.**

*Науковий керівник: ст. викладач Кіба В. Я.*

Механічні властивості металів (міцність, пружність, пластичність, в'язкість), як і інші властивості, є вихідними даними при проектуванні та створенні різних машин, механізмів і споруд.

Методи визначення механічних властивостей металів поділяють на такі групи:

- статичні, коли навантаження зростає повільно і плавно (випробування на розтяг, стиск, згин, крутіння, твердість);
- динамічні, коли навантаження зростає з великою швидкістю (випробування на ударний згин);
- циклічні, коли навантаження багаторазово змінюється (випробування на втому);
- технологічні — для оцінки поведінки металу при обробці тиском (випробування на згин, перегин, видавлювання).

**Випробування на розтяг** проводяться на стандартних зразках круглого або прямокутного перерізу. При розтязі зразок деформується під дією навантаження, яке плавно зростає до моменту його розривання. Під час випробування зразка знімають діаграму розтягу, яка фіксує залежність між силою  $P$ , що діє на зразок, і викликаною нею деформацією  $\Delta l$  ( $\Delta l$  — абсолютне видовження).

В'язкість (внутрішнє тертя) — здатність металу поглинати енергію зовнішніх сил при пластичній деформації і руйнуванні (визначають величиною дотичної сили, прикладеної до одиниці площі шару металу, який підлягає зсуву).

**Випробування на твердість.** Твердість — це опір матеріалу проникненню в нього іншого, твердішого тіла. З усіх видів механічного випробування визначення твердості є найпоширенішим.

**Випробування за Брінеллем** проводяться шляхом вдавлення в метал сталеві кульки. У результаті на поверхні металу утворюється сферичний відбиток. Твердість за Брінеллем визначається за формулою

Чим твердіший метал, тим менша площа відбитка.

Метод Брінелля не рекомендовано застосовувати для металів твердістю понад  $H 450$  (4500 МПа), оскільки кулька може деформуватися, що спотворить результати випробувань.

**Випробування за Роквеллом.** Здійснюють шляхом вдавлення в метал алмазного конуса ( $\alpha = 120^\circ$ ) або сталеві кульки ( $D = 1,588$  мм). Прилад Роквелла має три шкали — В, С і А. Алмазний конус застосовують для випробування твердих матеріалів (шкали С і А), а кульку — для випробування

м'яких матеріалів (шкала В). Конус і кульку вдавлюють двома послідовними навантаженнями: попереднє  $P_0$  і загальне  $P$ :

$$P = P_0 + P_1,$$

де  $P_1$  — основне навантаження.

Попереднє навантаження  $P_0 = 100$  Н. Основне навантаження складає 900 Н для шкали В; 1400 Н для шкали С і 500 Н для шкали А.

Твердість за Роквеллом вимірюють в умовних одиницях. За одиницю твердості приймають величину, що відповідає осьовому переміщенню наконечника на відстань 0,002 мм.

Залежно від шкали твердість за Роквеллом позначають *HRB*, *HRC*, *HRA*.

**Випробування за Віккерсом.** В основу методу покладено вдавлювання в поверхню (шліфовану чи навіть поліровану), що підлягає випробуванню, чотиригранної алмазної піраміди ( $\alpha = 136^\circ$ ). Метод використовують для визначення твердості деталей малої товщини і тонких поверхневих шарів, які мають високу твердість.

Число твердості за Віккерсом визначають за спеціальними таблицями по діагоналі відбитка  $d$ . При вимірюванні твердості застосовують навантаження від 10 до 500 Н.

#### **Випробування на ударну в'язкість.**

Для випробування на удар виготовляють спеціальні зразки з надрізом, які потім руйнують на маятниковому копрі. Загальний запас енергії маятника витратиться на руйнування зразка і на підйом маятника після його руйнування. Тому якщо із загального запасу енергії маятника вилучити частину, яка припадає на підйом (зліт) після руйнування зразка, дістанемо роботу руйнування зразка:

$$K = P(h_1 - h_2) \text{ або}$$

$$K = Pl(\cos \beta - \cos \alpha), \text{ Дж (кг}\cdot\text{м)},$$

де  $P$  — маса маятника, Н (кг);  $h_1$  — висота підйому центра маси маятника до удару, м;  $h_2$  — висота зльоту маятника після удару, м;  $l$  — довжина маятника, м;  $\alpha, \beta$  — кути підйому маятника відповідно до руйнування зразка і після нього.

Ударну в'язкість, тобто роботу, витрачену на руйнування зразка і віднесену до поперечного перерізу зразка у місці надрізу, визначають за формулою:

$$K_C = \frac{K}{F}, \text{ МДж/м}^2 \text{ (кг}\cdot\text{м/см}^2\text{)},$$

де  $F$  — площа поперечного перерізу в місці надрізу зразка,  $\text{м}^2$  ( $\text{см}^2$ ).

Для визначення  $K_C$  користуються спеціальними таблицями, в яких для кожного кута  $\beta$  зазначена величина роботи удару  $K$ . При цьому  $F = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ .

Для позначення ударної в'язкості додають третю букву, що вказує на вид надрізу на зразку:  $U$ ,  $V$ ,  $T$ . Запис  $KCU$  означає ударну в'язкість з  $U$ -подібним надрізом,  $KCV$  — з  $V$ -подібним надрізом, а  $KCT$  — із тріщиною.

**Випробування на утомлюваність.** Руйнування металу під дією повторних або знакозмінних напружень називають утомлюваністю металу. При

руйнуванні металу внаслідок втоми на повітрі злом складається з двох зон: перша зона має гладку притерту поверхню (зона втоми), друга — зона долому, в крихких металів вона має грубокристалічну будову, а у в'язких — волокнисту.

При випробовуванні на втому визначають границю втоми (витривалості), тобто те найбільше напруження, яке може витримати метал (зразок) без руйнування задане число циклів. Найпоширенішим методом випробовування на втому є випробовування на згин при обертанні.

Застосовують такі основні види технологічних випробувань (проб):

**Проба на згин** у холодному та гарячому станах — для визначення здатності металу витримувати заданий загин; розміри зразків — довжина  $l = 5a + 150$  мм, ширина  $b = 2a$  (але не менш ніж 10 мм), де,  $a$  — товщина матеріалу.

**Проба на перегин** передбачає оцінку здатності металу витримувати повторний згин і застосовується для дроту та прутків діаметром 0,8—7 мм зі смугового та листового матеріалу товщиною до 55 мм. Зразки згинають перемінно праворуч та ліворуч на  $90^\circ$  з рівномірною — близько 60 перегинів за хвилину — швидкістю до руйнування зразка.

**Проба на видавлювання** — для визначення здатності металу до холодного штампування та витягання тонкого листового матеріалу. Полягає у продавлюванні пуансоном листового матеріалу, затиснутого між матрицею та затискачем. Характеристикою пластичності металу є глибина видавлювання ямки, що відповідає появі першої тріщини.

**Проба на навивання дроту діаметром  $d \leq 6$  мм.** Випробовування полягає у навиванні 5—6 щільно прилеглих по гвинтовій лінії витків на циліндр заданого діаметра. Здійснюється тільки в холодному стані. Дріт після навивань не повинен мати пошкоджень.

**Проба на іскру** використовується при необхідності визначення марки сталі за відсутністю спеціального обладнання та маркування.

#### Перелік посилань

Розробка Компанії СМІТ за фінансовою підтримкою Міністерства освіти і науки України в рамках Державної програми "Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці" в 2007-2008р.