ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

**МЕХАНІЧНІ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ**

**Мета роботи**

1.Вивчити теоретичний матеріал по темі роботи.

2.Отримати уяву про стандартні механічні характеристики і деякі експлуатаційні властивості металів.

3.Дати відповіді на запитання до роботи.

**Основні відомості по темі роботи**

*Механічні властивості* визначають поведінку металу під навантаженням. Характеристики механічних властивостей отримують при *механічних випробуваннях.* Для цього зразок із заданого матеріалу піддають зовнішнім навантаженням на спеціальному обладнанні і заміряють реакцію матеріалу.

Під дією різних зовнішніх сил метал деформується і руйнується. Але величиною прикладеного навантаження неможливо охарактеризувати умови навантаження. Важливо знати, на яку площу поперечного перерізу це навантаження діє.

За характеристику навантаження приймають ***напруження*** – відношення сили до площі перерізу, на яку вона діє:

$$σ=\frac{P}{F} .$$

Напруження, що діє на будь – яку довільно взяту площадку, можна розкласти на нормальну складову *σ*, перпендикулярну до площадки, і дотичну τ (рис. 2.1, *а*).

При однаковому навантаженні *P* деформація стержнів (рис. 2.1, *б*) буде різною: другий подовжиться більше, оскільки площа його поперечного перерізу є меншою.

$σ\_{1}=\frac{P}{F\_{1}}; σ\_{2}=\frac{P}{F\_{2}} ; σ\_{1}<σ\_{2}$, оскільки $F\_{1}>F\_{2}$.Напруження в другому стержні буде більшим, а тому він отримає більшу деформацію втором стержне будет больше, поэтому он получит большую деформацию.

Напруження, яке витримує метал, є його основною механічною характеристикою, яка незалежить від розмірів виробу.



Рис. 2.1. Нормальне і дотичне напруження *(а)*; деформація стержнів при одинаковому навантаженні *(б)*

***Міцність***

***Міцність*** – це здібність металу чинити опір деформації і руйнуваннню під дією зовнішніх сил і внутрішніх напружень.

Стандартами передбачено отримання характеристик міцності при випробуваннях на розтяг, стиск, згин, кручення. Все це – *статичні випробування*, з поступовим, плавним зростанням зовнішнього навантаження.

Найбільш інформативним є випробування на розтяг на розривній машині; його і проводять в більшості випадків для отримання стандартних характеристик міцності (рис. 2.2, *а*).



Рис. 2.2. Зразок для випробувань на розтяг і схема випробувань на разривній машині *(а)*; діаграма растягу пластичного металу *(б)*

Розривна машина обладнана пристроєм для запису так званої *діаграми розтягу* – графіка залежності між прикладеним навантаженням *P* і видовженням зразка $Δ$*l* (рис. 2.2, *б*). Сучасні машини мають вихід на компютер, який не тільки записує діаграму, але і розраховує характеристики міцності.

При зростанні навантаження *P* довжина зразка *l* змінюється нелінійно.

На кривій розтягу можна виділити три дільниці: I – область ружної деформації, II – область пластичної деформації, III – область розвитку тріщин. Величина пружної деформації в металах невелика: менше 1 %. Пластична деформація у чистих металів може досягати десятків процентів. Іменно в цій області відбувається активне ковзання дислокацій. При перевищенні навантаження *Pmax* на зразку виникає місцеве звуження – *шийка*, і деформація стає зосередженою. Подальший розвиток деформації в шийці призводить до зародження тріщин і руйнуванню зразка.

З цього випробування отримують наступні характеристики міцності: ***границя пружності*** $σ\_{Пр}=\frac{P\_{Пр}}{F\_{0}}$ [МПа] – це найбільше напруження, після якого зразок повертається до попередніх форми і розміру;

***границя текучості***  $σ\_{Т}=\frac{P\_{Т}}{F\_{0}}$ [МПа] – це напруження пластичної течії металу без збільшення навантаження;

***границя міцності*** $σ\_{В}=\frac{P\_{max}}{F\_{0}}$ [МПа] – це найбільше напруження, яке витримує метал не руйнуючись.

Дійсну або фізичну границю текучості $σ\_{Т}$ визначити важко: не у всіх металів утворюється «площадка текучості». Тому, частіше за все визначають ***умовну границю текучості*** $σ\_{02}$, яка викликає залишкову деформацію 0,2 %: $σ\_{Т}≈σ\_{02}$.

Розрахунки на міцність найчастіше ведуть за границею текучості, оскільки значна пластична деформація більшості деталей і конструкцій недопустима. Але і границю міцності знати необхідно, оскільки вона показує при якому напруженні почнеться руйнування.

***Пластичність***

***Пластичність*** – це здатність металу деформуватись без руйнування.

Характеристики пластичності визначають із того ж випробовування на розтяг. Це

***відносне видовження*** $δ=\frac{l\_{К}-l \_{0}}{l\_{0}}∙100 \left[\%\right]$

***відносне звуження*** $ψ=\frac{F\_{0}-F\_{К}}{F\_{0}}∙100 \left[\%\right]$

де *l*0 і *l*К, мм – довжина зразка до і після випробувань;

*F*0 и *F*К, мм2 – початкова і кінцева площа поперечного перерізу зразка (рис. 2.2, *а*).

Відносне видовження і відносне звуження є одночасно і критеріями надійності : матеріал, що має більші значення $δ$і $ψ$, більш надійний.

***Твердість***

***Твердість*** – це здатність матеріалу чинити опір проникненню в нього іншого, більш твердого тіла.

Методи вимірювання, прилади, позначення, одиниці вимірювання твердості описані в методичних вказівках до лабораторної роботи «Визначення твердості металів і сплавів». Вивчити самостійно!

***В′язкість***

***В′язкість*** – це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню при ударних, динамічних навантаженнях.

Характеристика вязкости определяется при испытании на ударный изгиб. Это, в отличие от всех предыдущих, динамическое испытание, при котором нагрузка прилагается к образцу с очень большой скоростью, за тысячные доли секунды.

Испытание проводится на маятниковом копре (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Схема випробувань на ударний згин

Важкий маятник, піднятий на визначений кут α, відпускають. На шляху руху маятника знаходиться зразок. Удар ножа маятника руйнує його. Виконана при руйнуванні работа визначається як різниця між потенціальною енергією маятника до і після випробувань.

***Ударна в′язкість*** – це работа руйнування зразка, віднесена до площі поперечного перерізу:

$КС=\frac{А\_{Р}}{F}$ $\left[{Дж}/{м^{2}}\right]$, де

*A*Р – робота руйнування, *F* – площа поперечного перерізу зразка.

Зразок повинен мати надріз – концентратор напруження. Позначення ударної в′язкості залежить від виду надрізу (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Зразки для випробувань на ударну в′язкість

Для одного і того ж матеріалу *KCU* > *KCV* > *KCT*, тобто чим гостріший надріз, тим легше руйнується матеріал.

Ударна в′язкість також є критерієм надійності матеріалу, гарантією, що він не буде руйнуватись крихко, несподівано.

Суворо кажучи, ударна в′язкість є комплексною характеристикою, що включає питому роботу зародження тріщини *a*з і питому роботу росту тріщини *a*р. Для більш досвірної оцінки надійності матеріалу методом экстраполяції визначають ударну в′язкість при радіусі концентратора *r*, що прямує до нуля (рис. 2.5). Це і буде робота росту тріщини *a*р, що дозволяє оцінити надійність (зародки тріщин в матеріалі є майже завжди, питання в тому, чи будуть вони рости).



Рис. 2.5. Визначення роботи зародження тріщини

***Деякі експлуатаційні властивості***

В умовах експлуатації властивості матеріалів можуть не відповідати стандартним, що наводяться в довідниках, значенням. В різних агресивних середовищах, при дії високих або низьких температур матеріали проявляють значно меншу міцність і довговічність, ніж при нормальних умовах.

***1) Холодноламкість***

При низьких температурах (від 0 до –269 оC, температури рідкого гелію) збільшується схильність металу до крихкого руйнування. При цьому різко знижується ударна в′язкість (*KCU*, *KCT*) і змінюється будова зламу – від волокнистого, матового до кристалічного, блискучого.

Властивість металу крихко руйнуватись, втрачати в′язкість при пониженні температури називається ***холадноламкістью***.

За характеристику холодноламкості приймають ***температурний поріг холодноламкості*** *t*50. Це температура, при якій величина ударної в′язкості зменшується вдвічі (рис. 2.6). При цьому злам має будову наполовину в′язку, наполовину крихку.



Рис. 2.6. Визначення порогу холодноламкості

***2) Витривалість***

Багато деталей – вали, вісі, шестерні по різному чинять опір змінним за величиною і напрямком змінним навантаженням. Під дією знакозмінних навантажень, що багатократно повторюються, в металі накопичуються пошкодження, дефекти. Це явище називають *втомою*.

В таких умовах роботи напруження, менші $σ\_{В}$і навіть $σ\_{Т}$, можуть викликати зародження і ріст *тріщини втоми*. Зазвичай вона виникає на поверхні деталі в місцях концентраторів напружень і потім підростає з кожним циклом навантаження. Це поступово приводить до руйнування.

***Витривалість*** – це здатність металу протистояти втомі, чинити опір руйнуванню при знакозмінних навантаженнях.

Характеристики витривалості визначають в результаті проведення випробувань на спеціальних машинах циклічної дії. Навантаження, що діють на кожну точку поперечного перерізу зразка, безперервно змінюються за величиною і напрямком (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Схема циклічного навантаження при випробуваннях на втому

***Границею витривалості***, або *границею втоми* $σ\_{-1}$називається найбільше напруження, яке не викликає руйнування зразка після заданого числа циклів навантаження.

При випробуванні сталей стандартне число циклів навантаження *N* = 107, при випробуванні кольорових металів і сплавів *N* = 108.

***Завдання на підготовку і виконання лабораторно – практичної роботи***

 Опрацювати матеріал методичної розробки до лабораторно – практичної роботи. Виконати рукописний конспект (*основні теоретичні відомості по темі роботи*). Дати письмові відповіді на поставлені запитання до роботи.

***Контрольні запитання до лабораторно – практичної роботи***

1. Перечисліть, які основні механічні і експлуатаційні властивості металів вам відомі. Дайте їм визначення.
2. Як визначають механічні властивості металу?
3. Яка величина приймається за характеристику навантаження металу?
4. Охарактеризуйте криву розтягу пластичного металу. Дайте визначення окремим межам цієї кривої. Наведіть схему кривої розтягу.
5. Які ви знаєте характеристики пластичності металів? Запишіть формули для їх визначення.
6. Що таке твердість металу?
7. Дайте визначення в’язкості металу. Як визначають ударну в’язкість металу? Наведіть схему випробувань.
8. Як визначають роботу зародження тріщини в металі?
9. Які характеристики відносять до експлуатаційних властивостей? Дайте їм визначення.
10. Що таке температурний поріг холодноламкості?
11. Що називають границею витривалості металу?