

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторної роботи № 1
«Визначення міцності та пластичності
металевих сплавів»

з навчальної дисципліни «Системи технологій»
для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

2024

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 1 «Визначення міцності та пластичності металевих сплавів» з навчальної дисципліни «Системи технологій» для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл.: В.Г. Міщенко, Е.А. Бажміна – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 10 с.

Укладачі: В.Г. Міщенко, професор, д-р техн. наук
Е.А. Бажміна, доцентка, докторка філософії

Рецензент: М.Ю. Осіпов, доцент, канд. техн. наук

Гаранти ОПП: О.Є. Капустян, доцент кафедри «ІТЗ та МК»,
канд. техн. наук
М.Ю. Осіпов, доцент кафедри «ІТЗ та МК»,
канд. техн. наук

Відповідальний
за випуск: Е.А. Бажміна, доцентка, докторка філософії

Затверджено
на засіданні кафедри
«Інтегровані технології зварювання
та моделювання конструкцій»
Протокол № 7
від «3» квітня 2024 р.

Рекомендовано до видання
НМК ІФ факультету
Протокол № 9
від «14» травня 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТА РОБОТИ	5
2 МАТЕРІАЛИ Й УСТАТКУВАННЯ	5
3 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ	5
4 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	8
5 ЗМІСТ ЗВІТУ	9
6 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ.....	9
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	10

ВСТУП

XXI століття – століття глобалізації, інформатизації та глибоких змін. За допомогою прискореного розвитку в новому столітті освіти, науки, техніки та новітніх технологій сучасні компанії перетворюються на власників потужного інтелектуального капіталу, відкривають нові виняткові можливості та створюють довгострокові цінності.

При випробуваннях на розтяг визначають показники міцності: границі пропорційності, пружності, плинності (фізичну або умовну), тимчасовий опір, границю міцності та істинний опір розриву, а також показники пластичності: відносні видовження та звуження.

У зв'язку з динамічним розвитком матеріалознавства зростають вимоги до продукції передових підприємств України. І вихід тут один – пошук нових виняткових можливостей, розвиток корпоративної науки, впровадження новітніх технологій, у тому числі нанотехнологій, створення нової конкурентоспроможної продукції з кращими споживчими властивостями й ціннісними характеристиками, підвищення якості сервісного обслуговування, продуктивності праці, значне скорочення витрат.

Згідно з програмою навчальної дисципліни «Системи технологій» основною метою її викладання є формування та засвоєння студентами економічних основ технологічного розвитку, визначення та засвоєння чинників, що впливають на собівартість та якість продукції в порівнянні сучасних технологій України, Японії, США, Німеччини та інших розвинених країн світу, а також рівня розвитку технологій як пріоритетного напрямку забезпечення соціальних потреб населення та підвищення його життєвого рівня. Важливо знати принципи економічної доцільності вироблення певного продукту або досконалості й ефективності технологічного процесу та вміти їх визначити в грошовому еквіваленті.

Методичні вказівки призначені для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 131 «Прикладна механіка».

1 МЕТА РОБОТИ

1. Набути практичних навичок з техніки випробування металевих сплавів на розтяг.
2. Визначити показники міцності та пластичності за діаграмою розтягу та результатами вимірювання зразків.
3. Навчитися за результатами випробування будувати та аналізувати залежність показників міцності та пластичності від вмісту в сталі вуглецю.

2 МАТЕРІАЛИ Й УСТАТКУВАННЯ

Розривна випробувальна машина; пристрій для розмітки зразків; штангенциркуль; мікрометр. Розривні зразки зі сталей 10, 25, 45, У7, У10, У13 у нормальному стані.

3 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Міцність – це властивість матеріалів опиратися деформуванню та руйнуванню під впливом зовнішніх навантажень. **Пластичність** – властивість матеріалів незворотно деформуватися без порушення суцільності під дією зовнішніх механічних навантажень або внутрішніх напружень.

При випробуваннях на розтяг визначають показники міцності: границі пропорційності, пружності, плинності (фізичну або умовну), тимчасовий опір, границю міцності та істинний опір розриву, а також показники пластичності: відносні видовження та звуження.

Для випробування на розтяг найчастіше застосовують циліндричні або плоскі зразки з розрахунковою довжиною 50 мм та діаметром (шириною) 10 мм. Застосовують зразки інших розмірів.

При розтягуванні зразка у випробувальній машині прилад, який записує, креслить діаграму розтягу та показує залежність деформації зразка від навантаження. На діаграмі розтягу пластичних металів є характерні точки, за якими визначають показники механічних властивостей (рис. 3.1, а).

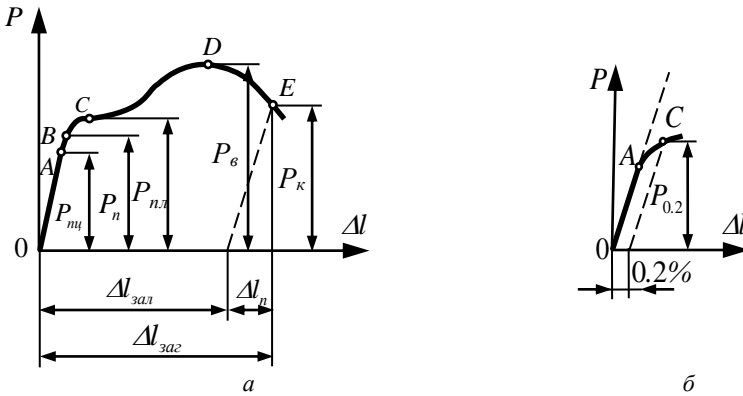


Рисунок 3.1 – Діаграми розтягу зразка з пластичного металу (а);
схема визначення умовної границі плинності для малопластичного металу (б)

Границя пропорційності відповідає прямолінійній залежності (пряма OA) між прикладеним навантаженням і пружною деформацією зразка. Границю пропорційності σ_{nc} , МПа визначають за формулою:

$$\sigma_{nc} = \frac{P_{nc}}{F_0}, \quad (3.1)$$

де P_{nc} – навантаження, вище якого порушується пропорційність між прикладеним навантаженням та деформацією зразка, Н;

F_0 – площа поперечного перерізу зразка до деформації (розрахункова), m^2 .

При навантаженнях понад P_{nc} порушується пропорційність між прикладеним навантаженням і деформацією зразка, проте зразок, як і раніше, деформується пружно, тобто при знятті навантаження він набуває попередніх розмірів. Точка В на діаграмі відповідає навантаженню P_n , яке викликає залишкове здовження зразка не більш ніж 0,05 % його розрахункової довжини l_0 . Границю пружності σ_n , МПа, визначають як відношення цього навантаження до площі поперечного перерізу зразка до деформації:

$$\sigma_n = \frac{P_n}{F_0}. \quad (3.2)$$

При подальшому збільшенні навантаження криволінійна частина діаграми може перейти в горизонтальну (ділянка C). Це свідчить про те, що метал деформується, «тече», без збільшення навантаження. За навантаженням P_{nl} (точка C на діаграмі) визначають фізичну границю плинності:

$$\sigma_{nl} = \frac{P_{nl}}{F_0}. \quad (3.3)$$

При випробуваннях порівняно крихких матеріалів площадка плинності на діаграмі відсутня (рис. 3.1, б). У цьому випадку за навантаженням $P_{0.2}$, при якому залишкове видовження зразка $\Delta l_{зал}$ становить 0,2 % його початкової довжини, визначають умовну границю плинності:

$$\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{F_0}. \quad (3.4)$$

Границя міцності – механічне напруження σ_ϵ , яке відповідає найбільшому навантаженню P_ϵ , що передувє руйнуванню зразка:

$$\sigma_\epsilon = \frac{P_\epsilon}{F_0}. \quad (3.5)$$

Якщо зразок розтягувати й далі, на лінії DE діаграми навантаження знижується, а напруження збільшується (рис. 3.1, а). Це пов'язане з утворенням у пластичних металів місцевого звуження поперечного перерізу (шийки). Фактичне максимальне напруження перед руйнуванням зразка істинний опір розриву:

$$\sigma_\kappa = \frac{P_\kappa}{F_{\text{ш}}}, \quad (3.6)$$

де P_κ – навантаження в момент руйнування зразка, Н;

$F_{\text{ш}}$ – площа мінімального поперечного перерізу зразка після розриву (площа шийки).

За результатами вимірювання розірваних зразків до та після випробування визначають показники пластичності:

– відносне видовження

$$\delta = \frac{(l_k - l_0) \cdot 100\%}{l_0}, \quad (3.7)$$

де l_0 та l_k – відповідно початкова та кінцева довжини зразка.

– відносне звуження

$$\psi = \frac{(F_0 - F_{ui}) \cdot 100\%}{F_0}, \quad (3.8)$$

де F_0 та F_{ui} – площа поперечного перерізу зразка до та після розриву.

4 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Вивчити будову та принцип роботи розривної машини. Ознайомитися з правилами техніки безпеки роботи на машині.

2. Розмітити, провести вимірювання зразків. Після випробування провести вимірювання розірваних зразків і з діаграми розтягу записати результати в протокол випробування (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Протокол випробування на розтяг

Розміри зразка, мм						Навантаження						Механічні властивості					
до випробування			після випробування									МПа			%		
l_0	d_0	F_0	l_k	d_{ui}	F_{ui}	P_{nc}	P_n	$P_{пл}$ ($P_{0.2}$)	P_e	P_k	σ_{nc}	σ_n	$\sigma_{пл}$ ($\sigma_{0.2}$)	σ_e	σ_k	δ	ψ

3. Розрахувати та визначити середнє значення трьох зразків для кожної марки сталі показників механічних властивостей.

4. Побудувати графічні залежності механічних властивостей від вмісту вуглецю в сталі, апроксимувати результати випробування за допомогою сучасних технічних засобів.

5. Зробити висновки про вплив вуглецю на показники міцності та пластичності.

5 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва роботи та її мета.

2. Основні положення за темою роботи.

3. Діаграма розтягу, ескізи зразків до та після руйнування з нанесенням розмірів.

4. Розрахункові формули та розрахунки для визначення механічних властивостей.

5. Таблиця випробування, графік залежності механічних властивостей від вмісту вуглецю.

6. Висновки.

6 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які показники механічних властивостей визначають під час випробування на розтяг?

2. Дайте визначення границь пропорційності, пружності, плинності, міцності, а також істинного опору розриву.

3. Як визначають фізичну та умовну границю плинності?

4. Яку властивість матеріалу характеризує відносне звуження?

5. Наведіть формули для визначення показників міцності та пластичності.

6. Як впливає вуглець на характеристики міцності та пластичності сталі?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Лабораторний практикум : посібник для вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації / А.С. Опальчук, О.О. Котречко, Л.Л. Роговський, О.Є. Семеновський, І.Л. Роговський. К. : НУБіП України, 2015. 428 с.
2. Міщенко В. Г., Лоскутов С. В. Технології виробництва спеціальних сталей та їхні фізико-механічні властивості : монографія. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2023. 168 с.
3. Попович В. В., Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : підручник. Львів : Світ, 2006. 624 с.
4. Шваб'юк В. І. Опір матеріалів : підручник. К. : Знання, 2016. 400 с.