

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний
технічний університет
Кафедра деталей машин та прикладної механіки

Лабораторна робота №1.
Дослідження механічних характеристик
сталі при розтягу.
Лабораторна робота №2.
Дослідження механічних характеристик ізотропних матеріалів
при стиску

Методичні вказівки і звіти
до лабораторних робіт з опору матеріалів
для студентів будівельних та технічних спеціальностей

Рекомендована засіданням кафедри
деталей машин та прикладної механіки
протокол № від 6 березня 2023 р.

ЦНТУ
Кропивницький
2023

Лабораторна робота №1. Дослідження механічних характеристик сталі при розтягу. Лабораторна робота №2. Дослідження механічних характеристик ізотропних матеріалів при стиску. Методичні вказівки і звіти до лабораторних робіт з опору матеріалів для студентів будівельних та технічних спеціальностей/ О.Б. Чайковський, Г.Б. Філімоніхін, В.В. Пукалов, Л.С. Олійніченко – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 31 с.

Укладачі: Чайковський Олександр Борисович – канд.

техн. наук, доцент;

Філімоніхін Геннадій Борисович – доктор техн.

наук, професор кафедри ДМ та ПМ;

Пукалов Віктор Вікторович – канд.

техн. наук, доцент кафедри ДМ та ПМ;

Олійніченко Любов Сергіївна – канд.

техн. наук, ст. викладач кафедри ДМ та ПМ

Рецензент: В.В.Свяцький, канд. техн. наук,

доцент кафедри обробки металів тиском та спецтехнологій

ЦНТУ, м. Кропивницький,
пр. Університетський, 8

Зміст

Передмова	6
Лабораторна робота №1 Визначення механічних характеристик сталі при розтягу	7
1.1. Основні теоретичні відомості	7
1.2. Попередні дані вимірів та випробувань	16
1.3. Обробка результатів випробувань	18
1.4. Визначення основних характеристик міцності сталі	19
1.5. Визначення характеристик пластичності сталі	20
1.6. Модуль пружності першого роду	20
1.7. Аналіз результатів випробувань, висновки	20
Запитання для самоконтролю	21
Лабораторна робота №2 Визначення механічних характеристик ізотропних матеріалів при стиску.....	
Ошибка! Закладка не определена.	
2.1. Основні теоретичні відомості	22
2.2. Попередні дані вимірів та випробувань	26
2.3. Обробка результатів випробувань	29
2.4. Визначення основних характеристик міцності матеріалів	29
2.5. Аналіз результатів випробувань, висновки	30
Запитання для самоконтролю	30
Використана література	31

Використані позначки

Позначки		Назва	Примітка
вітчизняна література	зарубіжна література		
$F, F_{\text{пот}}$	$A, A_{\text{нес}}$	площа необхідна, потрібна	area – площа necessary – необхідний
W_k	W_t	момент опору при крученні	torsion – кручення
μ	ν	коефіцієнт Пуассона	————
P	F	Сила	force – сила
q	p_e	зовнішнє розподілене навантаження	external – зовнішній
N	N_{cal}	розрахункова повздовжня сила	calculated – розрахунковий
$M_k = M_x$	T	крутний момент	torque – крутний момент
$\varepsilon_{\text{поп}}, \varepsilon'$	ε_t	поперечна деформація	transverse – поперечний
$\varepsilon_{\text{пр}}$	ε_{el}	пружна деформація	elastik – пружний
$\varepsilon_{\text{зал}}, \varepsilon_{\text{пл}}$	ε_r	залишкова, пластична деформація	residual – залишковий
$\varphi_{\text{від}}, \Theta$	ϑ_{rel}	відносний кут повороту чи закручування	relative – відносний
$\sigma_{\text{щ}}$	σ_{pr}	границя пропорційності	proportionality – пропорційність
$\sigma_{\text{пр}}$	σ_{el}	границя пружності	elasticity – пружність
$\sigma_{\text{т}}$	σ_y	границя текучості	yield – текучість
$\sigma_{\text{тч}}^p$	σ_{ut}	тимчасовий опір розтягуванню (границя міцності)	ultimate – граничний tension – розтяг
$\sigma_{\text{тч}}^c$	σ_{uc}	тимчасовий опір стисканню (границя міцності)	compression – стиск
$\sigma_{\text{кр}}$	σ_{cr}	критичне напруження	critical – критичний
$[\sigma]$	σ_{adm}	допустиме напруження	admissible – допустимий

Зразки абеток

Грецька	Латинська
Α, α – альфа	A, a – а
Β, β – бета	B, b – бе
Γ, γ – гама	C, c – це
Δ, δ – дельта	D, d – де
Ε, ε – епсілон	E, e – е
Ζ, ζ – дзета	F, f – еф
Η, η – ета	G, g – ге
Θ, θ – тета	H, h – аш
Ι, ι – йота	I, i – і
Κ, κ – капа	J, j – йот
Λ, λ – ламбда	K, k – ка
Μ, μ – мі	L, l – ель
Ν, ν – ні	M, m – ем
Ξ, ξ – ксі	N, n – ен
Ο, ο – омікрон	O, o – о
Π, π – пі	P, p – пе
Ρ, ρ – ро	Q, q – ку
Σ, σ – сігма	R, r – ер
Τ, τ – тау	S, s – ес
Υ, υ – епсілон	T, t – те
Φ, φ – фі	U, u – у
Χ, χ – хі	V, v – ве
Ψ, ψ – пси	W, w – дубль ве
Ω, ω – омега	X, x – ікс
	Y, y – ігрек
	Z, z – зет

Передмова

Запропоновані методичні вказівки з лабораторних робіт з курсу опору матеріалів відносяться до типу вивчення механічних властивостей матеріалів для студентів будівельних та технічних спеціальностей, для підготовки до заняття та самостійного опрацювання результатів випробувань і підготовки до захисту відповідних лабораторних робіт та відповідають програмі курсу «Опір матеріалів» Центральноукраїнського національного технічного університету.

В методичних вказівках надаються теоретичні основи дослідження механічних властивостей матеріалів та методика механічних випробувань матеріалів. Ознайомлення із стандартами, вимірювальними приладами, випробувальними машинами.

Кожна лабораторна робота складається з окремих частин – сторінок які можуть бути з'єднані між собою, як звіт з роботи.

Лабораторна робота №1.
Дослідження механічних характеристик
сталі при розтягу

Мета роботи: визначення основних механічних характеристик сталі на основі експериментального підтвердження теоретичних основ поведінки зразка сталі при розтягу та побудови і аналізу діаграми розтягу; ознайомлення зі стандартами випробувань сталі на розтяг.

1.1. Основні теоретичні відомості

Випробування на розтяг – найбільш розповсюджений вид випробувань, який дозволяє визначити механічні властивості сталі.

Випробування на розтяг дозволяють отримати ряд механічних характеристик, які дозволяють оцінити такі властивості, як міцність випробуваного матеріалу та його схильність до пружних або пластичних деформацій. В цілому, такі випробування служать для дослідження поведінки матеріалу при одноосному навантаженні, коли розтягуюче навантаження рівномірно розподілене на весь поперечний переріз зразка.

На рис. 1.1, а, б показані різні типи стандартних зразків для випробувань на розтяг.

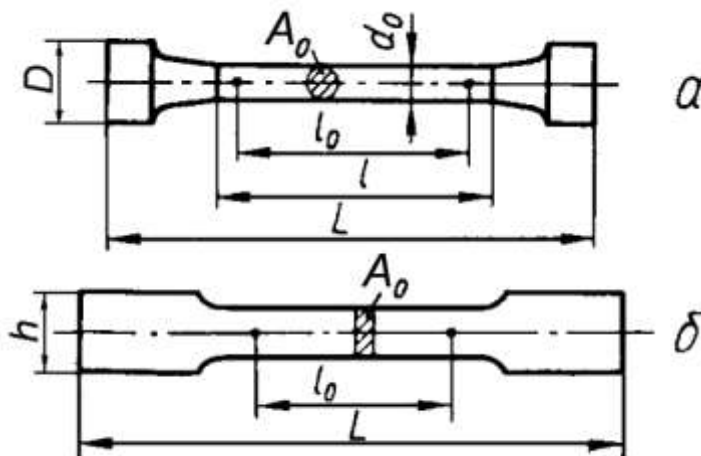


Рис. 1.1

Тут: d_0 – діаметр зразка; l_0 – розрахункова довжина зразка; D – діаметр ГОЛОВКИ

$$D \approx 1,2d_0; \quad (1.1)$$

l – довжина робочої частини зразка

$$l = l_0 + d_0; \quad (1.2)$$

L – загальна довжина зразка;

h – висота головки під захвати машини.

Механічні характеристики матеріалу залежать не лише від його фізичних властивостей і умов випробувань, а також від форми і розмірів застосованих зразків. При малих поперечних перерізах зразків вплив останніх двох факторів найістотніше позначається на величині відносного подовження і майже не відбивається на інших механічних характеристиках. Це пояснюється тим, що при випробуваннях на розрив пластичних матеріалів абсолютне залишкове подовження зразків складається:

– з рівномірного подовження зразка, пропорційного його початковій розрахунковій довжині l_0

$$\Delta l_1 = \alpha l_0; \quad (1.3)$$

– з подовження, яке виникає у зоні утворення шийки, пропорційного квадратному кореню з початкової площі поперечного перерізу зразка

$$\Delta l_2 = \beta \sqrt{A_0}. \quad (1.4)$$

Таким чином, величину абсолютного залишкового подовження зразка при розриві можна визначити за формулою

$$\Delta l_0 = \alpha l_0 + \beta \sqrt{A_0}, \quad (1.5)$$

де α і β – коефіцієнти, залежні від властивостей матеріалу. Звідси, відносне подовження зразка при розриві визначається за формулою

$$\delta = \frac{\Delta l_0}{l_0} = \left(\alpha + \beta \frac{\sqrt{A_0}}{l_0} \right) \cdot 100\%. \quad (1.6)$$

Щоб для однакового матеріалу, незалежно від розмірів зразка, діставати завжди однакові результати, треба дотримуватися при виготовленні зразків такої умови:

$$\frac{l_{0_1}}{\sqrt{A_{0_1}}} = \frac{l_{0_2}}{\sqrt{A_{0_2}}} = \dots = \frac{l_{0_n}}{\sqrt{A_{0_n}}} = const. \quad (1.7)$$

За діючими нормами, основні співвідношення для зразків:

$$\frac{l_0}{\sqrt{A_0}} = 11,3, \quad \text{тоді } l_0 = 11,3\sqrt{A_0} = \frac{11,3}{2}\sqrt{\pi d_0^2} = 10d_0; \quad (1.8)$$

$$\frac{l_0}{\sqrt{F_0}} = 5,65, \quad \text{тоді } l_0 = 5,65\sqrt{A_0} = \frac{5,65}{2}\sqrt{\pi d_0^2} = 5d_0. \quad (1.9)$$

Відношення (1.8) відповідає так званому десятикратному зразку круглого перерізу, відношення (1.9) – п'ятикратному. Зразки діаметром $d_0 = 20\text{мм}$ називаються "нормальними", решта – "пропорційними".

Під час проведення випробувань на розрив зразка руйнування може відбуватися у будь-якому його перерізі. Для визначення абсолютного подовження обидві частини зразка після розриву прикладають одна до одної якомога щільніше і визначають довжину l_k двома способами. Першим способом вимірюють відстань між двома крайніми рисками, які визначають границі розрахункової довжини l_0 . Цей спосіб дає правильні результати, якщо зразок розірвався посередині. Другим способом визначають довжину l_k , використовуючи при цьому риси, наперед нанесені на розрахункову довжину l_0 через кожні п'ять, десять міліметрів.

В лабораторних умовах для визначення механічних властивостей матеріалів застосовують універсальні випробувальні машини, конструкція яких дозволяє проводити випробування при різних умовах статичного навантаження (на розтяг, стиск, згин, зріз, продавлювання, сколювання і т.д.). На рис. 1.2 приведена принципова схема універсальної гідравлічної випробувальної машини.

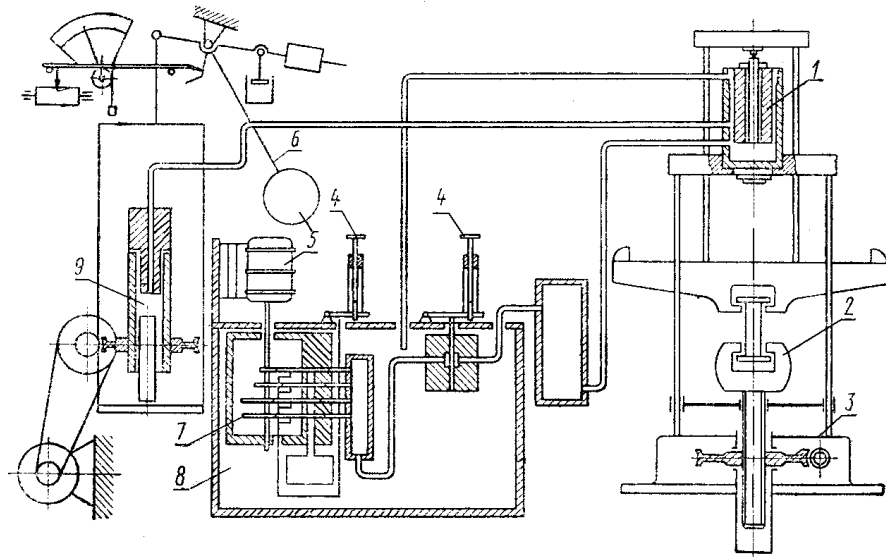


Рис. 1.2

1 – навантажувальний механізм; 2 – захват; 3 – механізм регулювання відстані між захватами; 4 – регулятори тиску; 5 – електродвигун; 6 – маятник; 7 – насос високого тиску; 8 – резервуар з маслом; 9 – гідравлічна пара для виміру навантаження.

Випробувальна машина деформує зразок і вимірює опір матеріалу утвореній деформації. Залежність між деформацією і опором зразка зручно зображувати графічно у вигляді діаграми розтягу (рис. 1.3) – **машинної діаграми**.

По осі абсцис відкладають деформацію Δl (подовження зразка), а по осі ординат – відповідну їй силу P опору матеріалу. Форма діаграми залежить від властивостей досліджуваного матеріалу і має характерні ділянки, точки, а також відповідні до них стадії деформування зразка.

На ділянці OA справедливий **закон Гука** – прямо пропорційна залежність між подовженням зразка та силою. Точка A діаграми відповідає навантаженню $P_{пц}$, вище якого закон пропорційності перестає виконуватись.

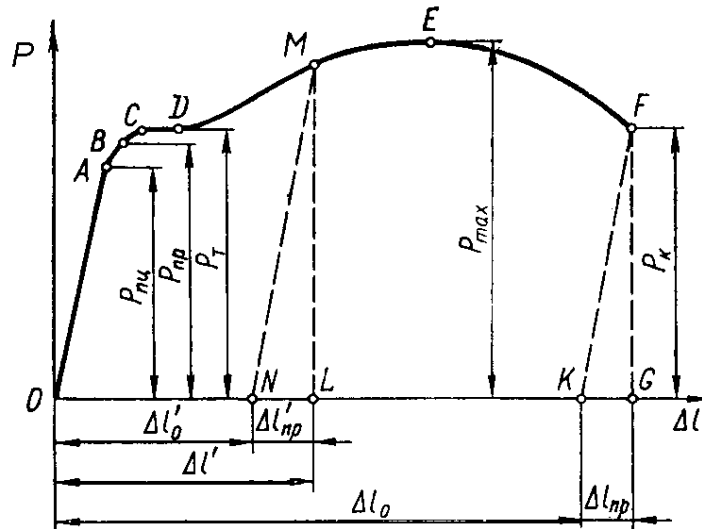


Рис. 1.3

Ділянка OB діаграми відповідає **пружним деформаціям** зразка, які повністю зникають при розвантаженні зразка. Лінія розвантаження, при цьому, співпадає з навантаженням. Найбільшому значенню сили $P_{пр}$, яка викликає пружні деформації, відповідає точка B діаграми. Точки A, B близькі одна до одної і різницею між ними часто нехтують.

Ділянці CD діаграми відповідає значне зростання подовження зразка при майже сталому навантаженні P_t . Виникнення такої деформації називають **текучістю матеріалу**. **Залишкове (пластичне) подовження** зразка не зникає після його розвантаження.

Початок пластичних деформацій характеризується появою на робочій поверхні зразка (особливо якщо вона полірована) густої сітки – **ліній Чернова – Людерса**, які нахилені до осі зразка під кутом $\approx 45^\circ$. Це мікроскопічні нерівності, що виникають внаслідок зсувів у кристалічній структурі матеріалу.

При подальшому навантаженні зразка (ділянка DE) збільшується здатність матеріалу опиратися деформуванню – ділянка зміцнення. Процес зміцнення у такий спосіб називають **наклепом**. Точка E відповідає найбільшому навантаженню P_{max} , яке може отримати зразок.

При дальшому розтягу зразка (від точки E) значна деформація відбувається на невеликій частині зразка. В результаті утворюється місцеве звуження – **шийка**. Зменшується сила P , незважаючи на те, що напруження у перерізі шийки зростає. Руйнування зразка відбувається розтягуючою силою P_k .

Випробуванням на розтяг визначають слідуєчі **характеристики міцності**.

Границя пропорційності ($\sigma_{пц}$) матеріалу – найбільше напруження, до якого практично не порушується закон Гука

$$\sigma_{пц} = \frac{P_{пц}}{A_0}. \quad (1.10)$$

Границя пружності ($\sigma_{пр}$) матеріалу – найбільше напруження, при якому у зразку не виникає залишкових деформацій. Стандартами допускаються незначні залишкові деформації порядку 0,001 – 0,05% від початкової розрахункової довжини l_0 зразка

$$\sigma_{пр} = \frac{P_{пр}}{A_0}. \quad (1.11)$$

Границя текучості (σ_T) матеріалу – найменше напруження, при якому починається зростання деформацій при майже сталому навантаженні

$$\sigma_T = \frac{P_T}{A_0}. \quad (1.12)$$

Границя міцності (тимчасовий опір) ($\sigma_{тч}$) матеріалу – напруження, яке викликане максимальним навантаженням P_{max}

$$\sigma_{тч} = \frac{P_{max}}{A_0}. \quad (1.13)$$

До цього моменту подовження рівномірно розподілялись по всій довжині робочої частини зразка. Площа поперечного перерізу зразка змінювалась неістотно і рівномірно по всій довжині l_0 .

Для обчислення $\sigma_{пц}$, $\sigma_{пр}$, σ_T , $\sigma_{тч}$ бралась початкова площа A_0 поперечного перерізу зразка. Тому розглянуті вище характеристики міцності є **умовними**.

Площа діаграми напружень у відповідному масштабі дорівнює питомій роботі деформації.

Модуль пружності першого роду (модуль Юнга) визначається на прямолінійній ділянці діаграми

$$E = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sigma}{\varepsilon}. \quad (1.17)$$

Характеристиками пластичності матеріалу є відносне подовження і відносне звуження зразка.

Відносне подовження зразка після розриву (δ , %) – відношення приросту розрахункової довжини зразка після розриву до її початкового значення

$$\delta = \frac{\Delta l_0}{l_0} \cdot 100\% = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100\%. \quad (1.18)$$

Для пластичних матеріалів $\delta \geq 5\%$, для крихких $\delta < 5\%$.

Відносне звуження зразка після розриву (ψ , %) – відношення зменшення площі поперечного перерізу зразка в шийці до початкової площі поперечного перерізу

$$\psi = \frac{\Delta A_0}{A_0} \cdot 100\% = \frac{A_0 - A_w}{A_0} \cdot 100\%, \quad (1.19)$$

чим більше ψ , тим більш пластичний матеріал.

Орієнтовні характеристики міцності та пластичності для типового представника маловуглецевих сталей – сталі марки Ст.2: $\sigma_{\text{пр}}=200 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{T}}=220 - 260 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{Tч}}=340 - 420 \text{ МПа}$; $\delta=31\%$; $\psi=55 - 65\%$.

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний
технічний університет
Кафедра деталей машин та прикладної механіки

ЗВІТ
до лабораторної роботи №1
на тему «Дослідження механічних характеристик
сталі при розтягу»

Виконав: ст. гр. _____
(група студента)

(П.І.Б. студента)

Перевірив: _____
(П.І.Б. викладача)

Робота №1 виконана _____
(підпис викладача)

(дата)

ЦНТУ
Кропивницький
_____ рік
15

1.2. Попередні дані вимірів та випробувань

1). Ескіз зразка до випробувань.

2). Ескіз зразка після випробувань.

3). Розміри зразка до та після випробувань.

Розміри зразка	До випробувань	Після випробувань
Діаметр, <i>см</i>	$d_0=$	$d_k=d_{ш}=$
Розрахункова довжина, <i>см</i>	$l_0=$	$l_k=$
Площа поперечного перерізу, $см^2$	$A_0=$	$A_k=A_{ш}=$

4). Машинна діаграма розтягу.

1.3. Обробка результатів випробувань

Масштаби машинної діаграми по осям P та Δl :

$$\mu_p = \frac{P_{\max}}{h_{\max}} = \frac{\text{кН}}{\text{мм}},$$

$$\mu_{\Delta} = \frac{\Delta l_0}{\Delta_{\text{пл}}} = \frac{\text{см}}{\text{мм}}.$$

Навантаження, відповідне границі пропорційності

$$P_{\text{пл}} \approx P_{\text{пр}} = \mu_p \cdot h_{\text{пл}} = \text{кН}.$$

Навантаження, відповідне границі текучості

$$P_{\text{т}} = \mu_p \cdot h_{\text{т}} = \text{кН}.$$

Найбільше навантаження

$$P_{\text{тч}} = P_{\max} = \text{кН}.$$

Навантаження в момент розриву зразка

$$P_{\text{к}} = \mu_p \cdot h_{\text{к}} = \text{кН}.$$

Абсолютне залишкове подовження зразка

$$\Delta l_0 = l_{\text{к}} - l_0 = \text{см}.$$

Абсолютне звуження площі поперечного перерізу зразка

$$\Delta A_0 = A_0 - A_{\text{к}} = \text{см}^2.$$

1.4. Визначення основних характеристик міцності сталі

Границя пропорційності

$$\sigma_{\text{пц}} = \frac{P_{\text{пц}}}{A_0} = \text{МПа.}$$

Границя текучості

$$\sigma_{\text{т}} = \frac{P_{\text{т}}}{A_0} = \text{МПа.}$$

Границя міцності (тимчасовий опір)

$$\sigma_{\text{тч}} = \frac{P_{\text{тч}}}{A_0} = \text{МПа.}$$

Умовне напруження в момент розриву зразка

$$\sigma_{\text{к}} = \frac{P_{\text{к}}}{A_0} = \text{МПа.}$$

Дійсне напруження розриву зразка

$$S_{\text{к}} = \frac{P_{\text{к}}}{A_{\text{ш}}} = \text{МПа.}$$

Співвідношення напружень розриву

$$\frac{S_{\text{к}} - \sigma_{\text{к}}}{\sigma_{\text{к}}} \cdot 100\% = \%$$

1.5. Визначення характеристик пластичності сталі

Відносне залишкове подовження зразка при розриві

$$\delta = \frac{\Delta l_0}{l_0} \cdot 100\% = \quad \%$$

Відносне залишкове звуження зразка при розриві

$$\psi = \frac{\Delta A_0}{A_0} \cdot 100\% = \quad \%$$

1.6. Модуль пружності першого роду

$$E = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sigma_{\text{мк}}}{\varepsilon_{\text{мк}}} = \quad \text{МПа.}$$

1.7. Аналіз результатів випробувань,

ВИСНОВКИ

Отримані характеристики міцності та пластичності відповідають сталі
(уточнити по довідникам):

Запитання для самоконтролю

1. Як обґрунтувати розміри зразка, обраного для випробувань?
2. Які деформації називають пружними, залишковими (пластичними), повними?
3. В чому полягає явище наклепу?
4. Коли з'являються лінії Чернова – Людерса?
5. Що називається границею пропорційності та пружності?
6. Що називається границею текучості? В чому полягає процес текучості матеріалу?
7. Що таке границя міцності (тимчасовий опір)?
8. Чим відрізняються машинна діаграма, діаграми умовних та дійсних напружень?
9. Яке напруження небезпечне для пластичних сталей?
10. Які характеристики пластичності сталі?
11. Як визначаються масштаби машинної діаграми?
12. Чому виникає шийка на зразку?

Лабораторна робота №2.

Дослідження механічних характеристик ізотропних матеріалів при стиску

Мета роботи: експериментальне підтвердження теоретичних основ поведінки зразка сталі при розтягу, в тому числі шляхом побудови машинної діаграми стиску сталюого зразка; визначення механічних характеристик пластичних та крихких ізотропних матеріалів при їх стиску та вивчення явища діжкоподібності.

2.1. Основні теоретичні відомості

Це випробування, при якому визначають поведінку матеріалів при одноосному стиску. Випробування на стиск має велике практичне значення для визначення механічних характеристик різноманітних матеріалів, зокрема металів, різних за власними властивостями.

На відміну від випробувань на розтяг, випробування на стиск мають свої особливості:

1) в процесі випробувань пластичні матеріали можуть стискатись не руйнуючись, а крихкі матеріали руйнуються;

2) деформаційні характеристики та характеристики міцності циліндричного зразка суттєво залежать від відношення висоти зразка до його діаметра;

3) на результати випробувань значно впливають умови тертя по торцям зразка.

Для випробувань металів на стиск використовують циліндричні зразки, зображені на рис. 2.1. Діаметр циліндричного зразка може складати від 10 до 30 мм. Як правило, використовуються **короткі зразки**, висота яких перевищує розміри поперечного перерізу не більше ніж в два рази. Для грубих вимірів використовують зразки з висотою, рівною діаметру. Для точних вимірів застосовують зразки з відношенням $h_0 = (2,0 - 3,0) d_0$. При

великій висоті зразка стиск супроводжується, як правило, його викривленням, що вносить значну похибку у результати випробовувань.

Для випробовувань на стиск можуть застосовуватись ті ж самі машини, що і при розтягу (наприклад, універсальна машина, зображена на рис. 1.2).

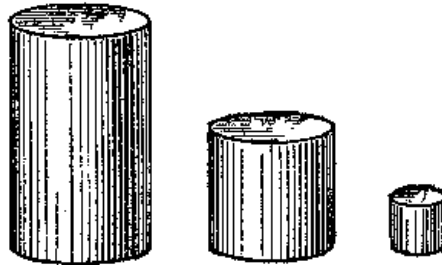


Рис. 2.1

Під дією стискаючого навантаження ізотропні матеріали ведуть себе по різному.

Пластичність – властивість матеріалу без руйнування отримувати великі залишкові деформації.

Крихкість – властивість матеріалу руйнуватись без утворення значних залишкових деформацій.

Відповідно, матеріали з тією, чи іншою властивістю ділять на **пластичні і крихкі**.

Машинна діаграма стиску сталюого зразка (пластичний матеріал) до деякого навантаження $P_{пц}$ (рис. 2.2, а) показує пропорційну залежність між деформаціями та навантаженнями (**закон Гука**). При перевищенні $P_{пц}$ відбувається значне зростання деформацій, але без явної площадки текучості.

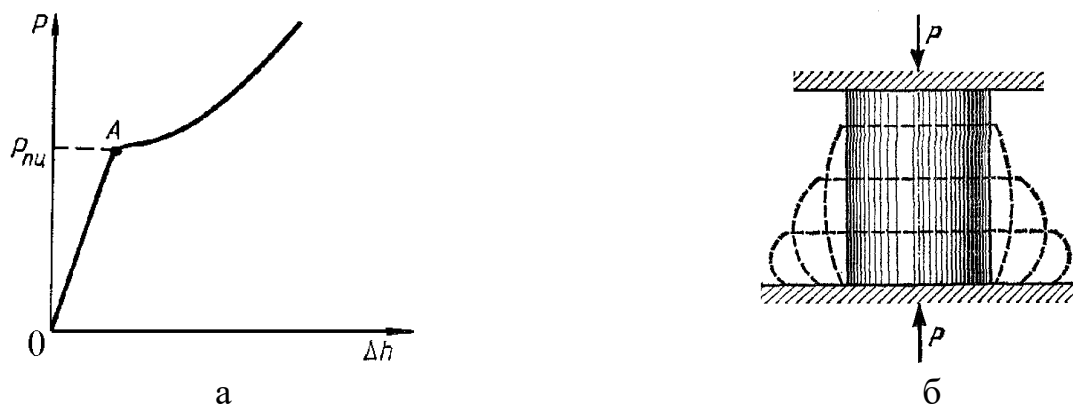


Рис. 2.2

Зразок приймає діжкоподібну форму (рис 2.2, б) за рахунок вилливу сил тертя між торцями зразка і поверхнями опор випробувальної машини.

Подальше збільшення навантаження приводить тільки до **розплющування** матеріалу. Можна його розплющити до стану фольги.

Стиск чавунного зразка (крихкий матеріал) дає **машинну діаграму** нелінійної залежності між навантаженням та деформаціями (рис. 2.3, а). Але для діапазону деформацій, при яких чавун використовують у машинобудуванні, в практичних розрахунках приймають, що матеріал підлягає **закону Гука**.

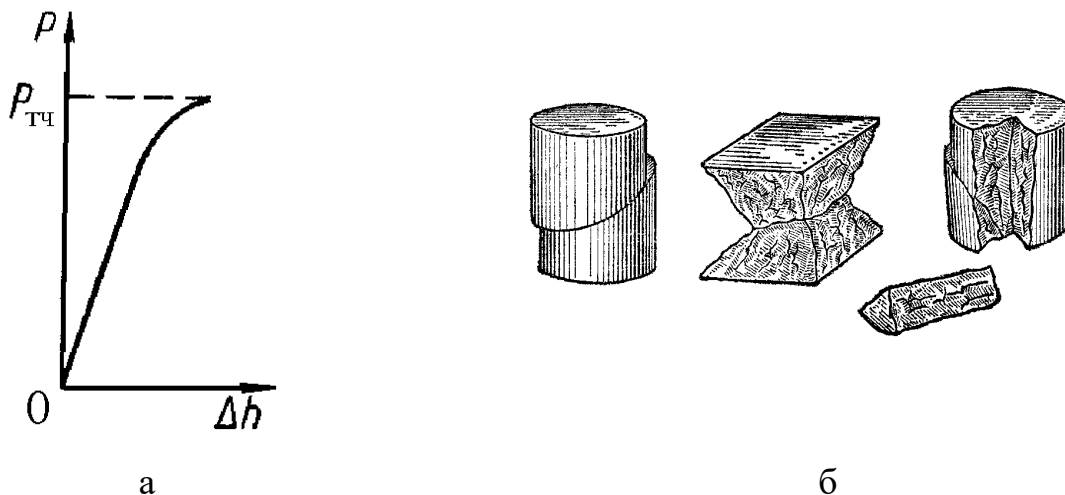


Рис. 2.3

З діаграми видно, що чітко виражене тільки максимальне руйнівне навантаження $P_{тч}$.

Чавунний зразок приймає незначну діжкоподібність, що свідчить про незначні пластичні деформації. Руйнування зразка відбувається миттєво по площинам нахиленим під кутом $\approx 40^\circ - 50^\circ$ до осі зразка, тобто по **площинам зсуву** (рис. 2.3, б).

Випробовуванням на стиск різних матеріалів визначають слідуєчі їх **характеристики міцності**.

Границя пропорційності сталі при стиску ($\sigma_{\text{шц}}$) – відношення

$$\sigma_{\text{шц}} = \frac{P_{\text{шц}}}{A_0}. \quad (2.1)$$

Границя міцності (тимчасовий опір) чавуну при стиску ($\sigma_{\text{тч}}$) – відношення

$$\sigma_{\text{тч}} = \frac{P_{\text{тч}}}{A_0}. \quad (2.2)$$

Аналіз показує, що матеріали ведуть себе по-різному при випробовуваннях на розтяг і стиск. Для пластичних матеріалів порівняння характеристик міцності при розтягу і стиску ведеться по границям текучості ($\sigma_{\text{т}}^{\text{п}}$ і $\sigma_{\text{т}}^{\text{ст}}$). Прийнято рахувати, що ($\sigma_{\text{т}}^{\text{п}} \approx \sigma_{\text{т}}^{\text{ст}}$).

Співставлення границь міцності крихких матеріалів при розтягу і стиску ($\sigma_{\text{тч}}^{\text{п}}$ і $\sigma_{\text{тч}}^{\text{ст}}$) показує, що більш високі показники міцності при стиску. Величина співвідношення

$$n = \frac{\sigma_{\text{тч}}^{\text{п}}}{\sigma_{\text{тч}}^{\text{ст}}}. \quad (2.3)$$

для чавуну змінюється у межах 0,2 – 0,4. Для керамічних матеріалів $n = 0,1 - 0,2$.

Існують матеріали, яким властиво сприймати при розтягу більші навантаження, ніж при стиску. Це матеріали, які мають волокнисту структуру (деревина, композиційні матеріали).

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний
технічний університет
Кафедра деталей машин та прикладної механіки

ЗВІТ
до лабораторної роботи №1
на тему «Дослідження механічних характеристик ізотропних матеріалів
при стиску»

Виконав: ст. гр. _____
(група студента)

(П.І.Б. студента)

Перевірив: _____
(П.І.Б. викладача)

Робота №1 виконана _____
(підпис викладача)

(дата)

ЦНТУ
Кропивницький
_____ рік
26

2.2. Попередні дані вимірів та випробовувань

1). Ескізи зразків до випробовувань.

2). Ескізи зразків після випробовувань.

3). Розміри зразків до та після випробовувань.

Матеріал	Форма і розміри, <i>см</i>	Початкова площа поперечного перерізу A_0 , $см^2$
Сталь	Циліндр $d_0=$ $h_0=$	
Чавун	Циліндр $d_0=$ $h_0=$	

4). Машинні діаграми стиску.

Сталь

Чавун

2.3. Обробка результатів випробувань

Масштаби машинної діаграми для сталі по осі P :

$$\mu_p^c = \frac{P_{\max}}{h_{\max}} = \frac{\kappa H}{\text{мм}}$$

Навантаження:

– для сталі, відповідні границі пропорційності

$$P_{\text{пц}} = \mu_p^c \cdot h_{\text{пц}} = \kappa H;$$

– для чавуну, відповідні границі міцності (тимчасовому опору)

$$P_{\text{тч}} \approx P_{\max} = \kappa H.$$

2.4. Визначення основних характеристик міцності матеріалів

Границя пропорційності сталі при стиску

$$\sigma_{\text{пц}} = \frac{P_{\text{пц}}}{A_0} = \text{МПа.}$$

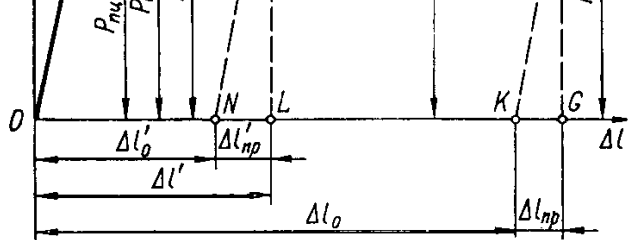
Границя міцності (тимчасовий опір) чавуну при стиску

$$\sigma_{\text{тч}} = \frac{P_{\text{тч}}}{A_0} = \text{МПа.}$$

2.5. Аналіз результатів випробовувань, висновки

Запитання для самоконтролю

1. Чим пояснюється незначна діжкоподібність форми чавунного зразка?
2. Які матеріали називають пластичними, крихкими, ізотропними?
3. Які види зразків і співвідношення їх розмірів при випробовуваннях на стиск?
4. У чому особливості машинної діаграми при стиску пластичного матеріалу?
5. Охарактеризувати машину діаграму стиску крихкого матеріалу.
6. Для яких матеріалів характеристики міцності при розтягу і стиску однакові або відрізняються?
7. Які характеристики міцності визначаються при стиску різних матеріалів?
8. Чим пояснюється діжкоподібність форми сталюого зразка при стиску?
9. Чому руйнування чавунного зразка відбувається по нахиленій площині?



стана література

1. Писаренко Г.С. та ін. Опір матеріалів: – К.: Вища шк., 1993. – 655 с.
2. Опір матеріалів: Підручник/ Г.С.Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський: За ред. Г.С.Писаренко – К.: Вища шк., 2004. – 655 с.
3. Методичні вказівки і журнали до лабораторних робіт з опору матеріалів (частина 1) для студентів технічних та будівельних спеціальностей /О.Б. Чайковський, Г.Б. Філімоніхін, В.В. Пукалов. – Кіровоград: КДТУ, 2002. – 65 с.