

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКІЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до виконання лабораторної роботи з курсу  
«Металеві конструкції»

**«ВИПРОБУВАННЯ НА РОЗТЯГ СТАЛЕВИХ ПЛОСКИХ ЗРАЗКІВ,  
ЩО МАЮТЬ ПОСЛАБЛЕННЯ»**

*(для студентів 2–5 курсів денної та заочної форм навчання  
галузі знань 19 – Архітектура та будівництво спеціальності  
192 – Будівництво та цивільна інженерія; професійне спрямування  
«Промислове та цивільне будівництво», «Міське будівництво і  
господарство», «Теплогазопостачання та вентиляція»,  
«Водопостачання та водовідведення»)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2021**

Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи «Випробування на розтяг сталевих плоских зразків, що мають послаблення» з навчальної дисципліни «Металеві конструкції» (для студентів 2–5 курсів денної та заочної форм навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія; професійне спрямування «Промислове та цивільне будівництво», «Міське будівництво і господарство», «Теплогазопостачання та вентиляція», «Водопостачання та водовідведення») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. В. Я. Жилияков. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 22 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. В. Я. Жилияков

Рецензент

**С. М. Золотов**, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних конструкцій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою будівельних конструкцій, протокол № 9 від 27 січня 2021 р.*

## Вступ

Випробування на розтяг є основним і найбільш поширеним методом лабораторного дослідження та контролю механічних властивостей матеріалів.

Ці випробування проводяться і на виробництві для встановлення марки поставленої заводом сталі або для вирішення конфліктів під час розслідування аварій.

У таких випадках, крім металографічних досліджень, визначаються головні механічні характеристики на зразках, узятих із зони руйнування конструкції. Зразки виготовляються за ГОСТ 1497-84 і можуть мати різні розміри та форму

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

#### ВИПРОБУВАННЯ НА РОЗТЯГ СТАЛЕВИХ ПЛОСКИХ ЗРАЗКІВ, ЩО МАЮТЬ ПОСЛАБЛЕННЯ

**Мета роботи** – закріпити знання, отримані студентами в процесі вивчення теоретичного курсу дисципліни «Металеві конструкції», визначити механічні характеристики сталевих зразків згідно діючих нормативних документів, експериментально оцінити впливи різних концентраторів напружень на характер роботи і руйнування сталі.

Дослідити дійсну роботу сталі при концентрації напружень.

**Завдання роботи** – навчитися користуватися вимірювальними приладами: металева лінійка, штангенциркуль, мікрометр.

Визначити наступні механічні характеристики сталі зразків, що випробовуються:

- межа пружності;
- межа міцності;
- клас сталі;
- марка сталі.

Дослідити характеристики міцності сталі при наявності концентраторів напружень.

## Вимірювальні прилади:

1. Металева лінійка, штангенциркуль, мікрометр.

Металева лінійка застосовується для вимірювання відстані між двома точками з точністю до 1 – 0,5 мм. Вона є сталеву смугою, на якій нанесені поділки в міліметрах. Металева лінійка, як і будь-який мерительний інструмент, повинні мати клеймо виробника. Лінійкою без клейма забороняється користуватися для вимірів.



Рисунок 1 – Металева лінійка

Достатньо мати металеву лінійку завдовжки 200 – 500 мм. Лінійка має бути рівною, без щербин, з чітко нанесеними діленнями.

Штангенциркулі (рис. 2) призначені для вимірів зовнішніх і внутрішніх розмірів виробів. Розмір визначається по положенню вимірювальної рамки, що переміщається уздовж штанги з штриховою шкалою (ноніусом).

Якщо нульова риска ноніуса знаходиться між 31-м і 32-м поділами метричної лінійки (рис. 3,а), а його четверта риска збігається з якоюсь рисою лінійки. При цьому виміряна величина буде 31,4 мм.

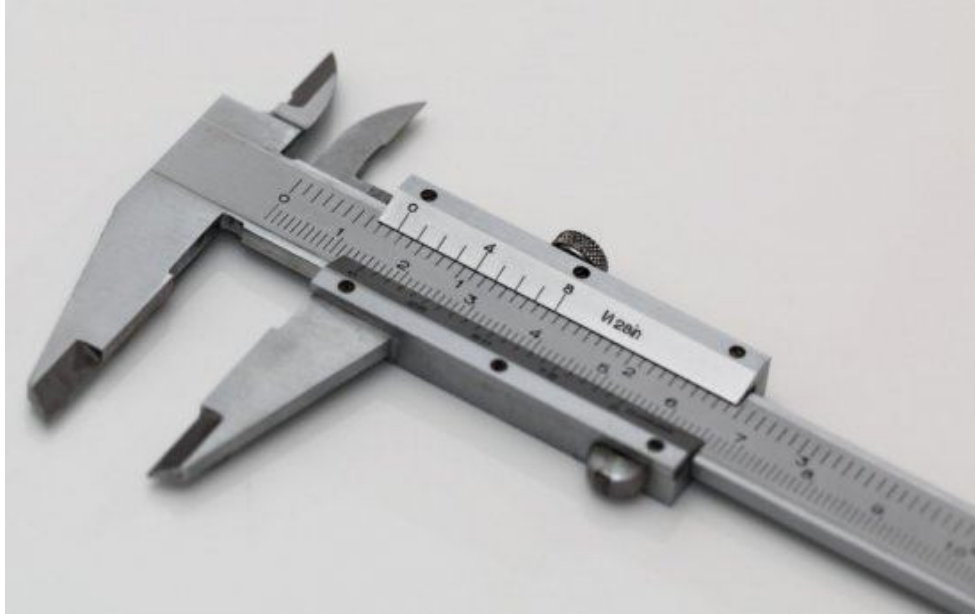


Рисунок 2 – Штангенциркуль.

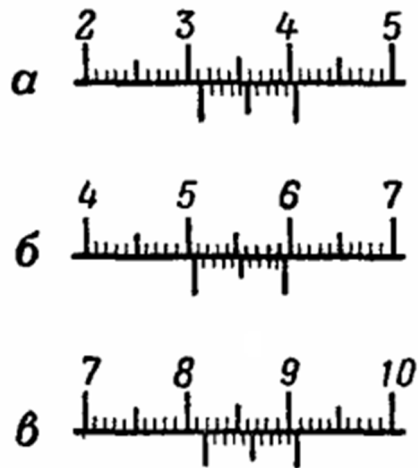
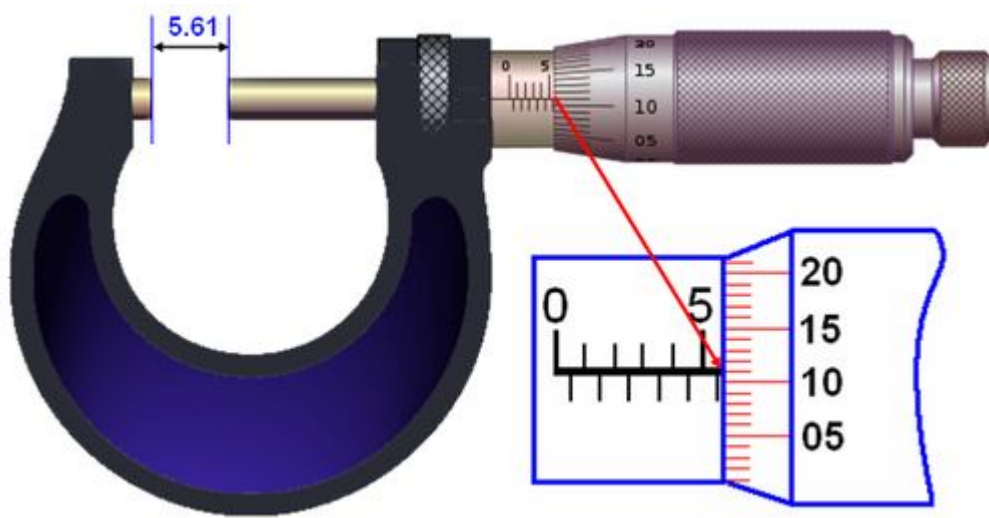
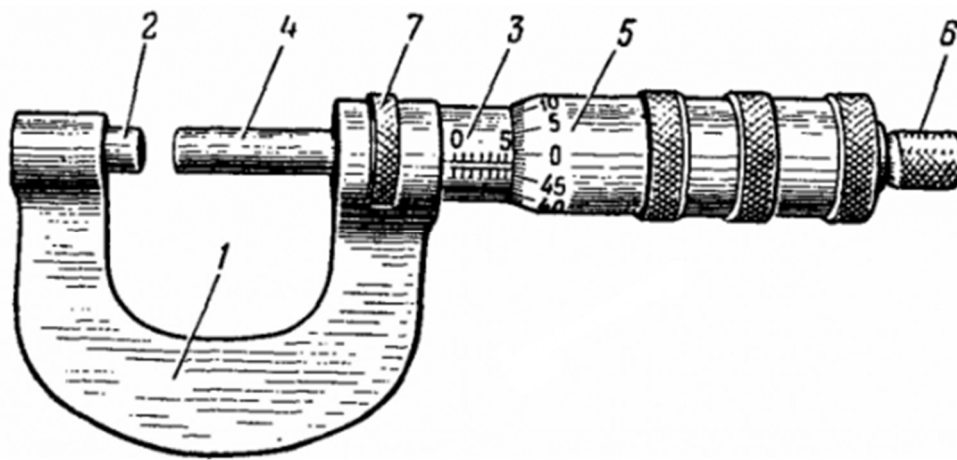


Рисунок 3 – Приклади відліку показань штангенциркуля:  
б – 50,8 мм; в – 81.9 мм.



1)



2)

Рисунок 4 – Мікрометр:

- 1) 1 – скоба; 2 – п'ята; 3 – втулка; 4 – мікрометричний гвинт; 5 – барабан; 6 – тріскачка-фрикціон; 7 - стопорне пристосування
- 2) Мікрометр – застосовується для зовнішніх вимірів від 0 мм до 25 мм з точністю 0,01 мм.

Мікрометр складається з скоби (1) з п'ятою (2), втулки (3), запресованої в скобу, мікрометричного гвинта (4), барабана (5), тріскачки-фрикціона (6) і стопорного пристосування (7). У середині втулки (3) нарізана мікрометрична різьблення з кроком 0,5 мм. Барабан (5) закріплений на мікрометричного гвинта (4), також має різьблення з кроком 0,5 мм. Тому при одному обороті барабана (5) мікрометричний гвинт (4) переміщається в осьовому напрямку на 0,5 мм.

На лицьовій стороні втулки нанесена поздовжня шкала з ціною поділки 0,5 мм. По колу барабана (5), на скошеному його краї, також нанесена шкала,

що складається з 50 ділень, рівномірно розподілених по колу. Зважаючи на це, при повороті барабана на одну поділку за шкалою, нанесеною на його окружності, відбувається переміщення мікрометричного гвинта в осьовому напрямку на 0,01 мм.

Для вимірювання деталі потрібно помістити між торцями п'яти (2) мікрометричного гвинта (4). Потім, обертаючи мікрометричний гвинт за допомогою тріскачки-фрикціона, необхідно затиснути деталь між торцями мікрометричного гвинта і п'яти. Зусилля стиснення деталі при вимірюванні обмежується фрикціоном. В даному мікрометрі воно дорівнює 700+200 г. Завдяки цьому, в процесі вимірювання не деформується деталь і охороняється від псування мікрометр.

Показання мікрометра відраховуються в наступному порядку. Спочатку відраховується число міліметрів за шкалою втулки мікрометра (з точністю до 0,5 мм), обмеженою торцем барабана, потім до нього додається число сотих часток міліметра, відповідне поділу шкали барабана, розташованому проти осьового штриха шкали втулки.

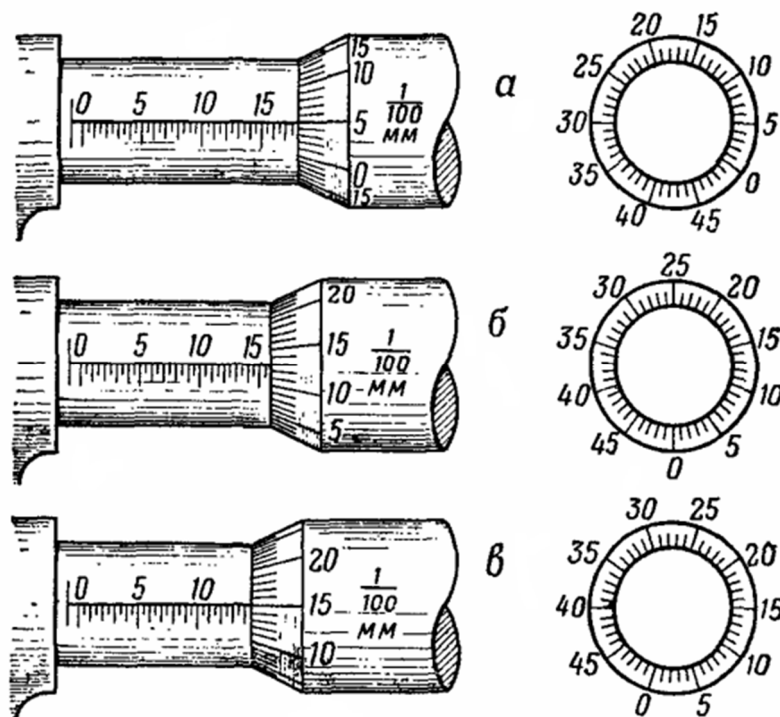


Рисунок 5 – Приклади відліку показань мікрометра:

а – 17,55 мм; б – 15,63 мм; в – 14,15 мм.

**Випробувальна машина.** Розривна машина механічного приводу Р-5. Машина розривна моделі Р-5 призначена для випробування на розтягування згідно з ГОСТ 1497-84, а також для випробування на стиск за температури довкілля від 10 °С до 35 °С.



Рисунок 6 – Сталевий зразок з круглим отвором у випробувальній машині



Рисунок 7 – Шкала випробувальної машини Р-5



## Деформація розтягу і стиску (теорія)

При визначенні якості конструкційних матеріалів, що випускаються промисловістю, одним з основних видів випробувань є випробування на розтяг. Результати випробувань дозволяють судити про міцність матеріалів при статичних навантаженнях, вибирати матеріал для проекрованої конструкції. Вони є основними при розрахунках на міцність деталей машин і елементів конструкцій.

Механічні характеристики матеріалів залежать від багатьох чинників: виду навантаження, часу впливу навантаження, швидкості навантаження, температури, радіації та ін. Найбільш простими є випробування матеріалів при кімнатній температурі  $t = 200 \text{ }^\circ\text{C}$  і статичному навантаженні, коли  $d\varepsilon/dt \cong 0,01 \text{ хвилини}^{-1}$ .

**Напруження в поперечних перерізах.** Якщо до торців прямолінійного стержня прикладено дві зрівноважені сили, що діють вздовж його осі, то в стержні виникає деформація розтягу або стиску. В більшості випадків практики власна вага стержня мала в порівнянні з зовнішніми силами, тому нею можна знехтувати при визначенні напружень і деформацій.

Прийmemo додаткові робочі гіпотези, характерні для розтягу або стиску, які підтверджуються даними експериментів і результатами точного розв'язку цієї задачі в теорії пружності:

1. Вважаємо, що стержень складається із однакових поздовжніх волокон, які можуть лише розтягуватися або стискуватися, не чинячи бокового тиску одне на одне.

2. Зовнішні сили діють вздовж осі стержня.

3. Стержень має призматичну або циліндричну форму.

На підставі приведених припущень і гіпотези плоских перерізів (перерізи після деформації залишаються плоскими і лише переміщуються паралельно своєму недеформованому положенню) робимо висновок, що нормальні напруження  $\sigma$  в поперечному перерізі розподілені рівномірно. Їх

величину знайдемо, розділивши поздовжню силу  $N$ , що діє в розглядуваному перерізі, на його площу  $S$

$$\sigma = \frac{N}{S} \quad (1)$$

Поздовжня сила  $N$  методом перерізів завжди може бути виражена через зовнішні сили. Визначимо її в поперечних перерізах стержня. У нашому випадку  $N = P$ .

Силу  $N$  будемо вважати додатною, якщо вона приводить до розтягу стержня, а у випадку стиску – від’ємною. Зміну поздовжньої сили по довжині стержня зручно подавати у вигляді діаграми, яка називається епюрою.

Формула (1) справедлива лише для стержнів сталого поперечного перерізу (рис. 8,а). У випадку порушення призматичної форми стержня, розподіл напружень в поперечному перерізі нерівномірний і формула (1) виражає лише середнє напруження. Якщо переріз стержня ослаблений отвором (рис. 8,в), напруження також розподілені нерівномірно, причому біля контуру отвору спостерігається значне підвищення напружень в порівнянні з напруженнями в стержні без отвору, яке називається концентрацією напружень. Те ж саме спостерігається при наявності щілин, викружок, різкого переходу одного поперечного розміру в інший. Ефективним коефіцієнтом концентрації напружень називається відношення руйнівного навантаження на контрольний зразок без концентратора напружень до відповідного навантаження на зразок з концентратором. Ефективний коефіцієнт концентрації напружень визначається експериментально.

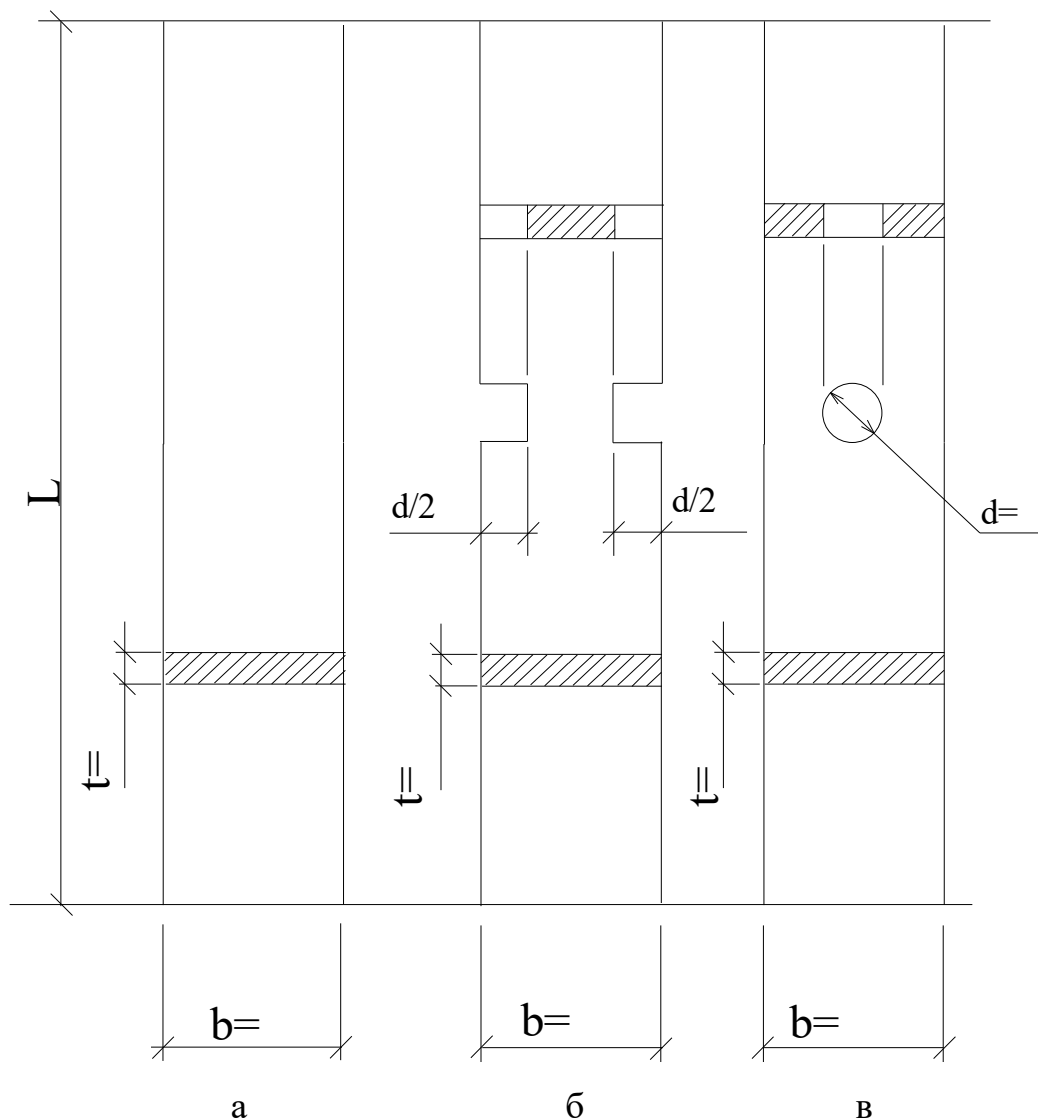


Рисунок 8 – Зразки, які випробуються: а – без послаблення; б – з двома підрізами; в – з круглим послабленням

Зростання напружень у наведених прикладах має локальний характер, тому таке напруження називається місцевим. Відношення місцевого напруження, що визначається формулою (1) з урахуванням ослаблення площі перерізу, називається коефіцієнтом концентрації напружень.

Концентрація напружень при статичному навантаженні небезпечна лише для стержнів з крихкого матеріалу.

**Межа (границя) пропорціональності** – напруження, яке визначає межу застосування закону Гука. Ділянка діаграми, розміщена нижче цієї точки, прямолінійна. Тангенс кута нахилу цієї ділянки до осі абсцис дорівнює модулю Юнга даного матеріалу.

**Межа пружності** відповідає напруження, при якому закон Гука вже не виконується, але залишкові деформації ще дуже малі (не перевищують 0,03 %). На практиці границю пружності часто ототожнюють з межою пропорційності.

**Межа текучості** – це напруження, при якому різко зростають деформації без прикладання додаткових сил. З появою текучості матеріалу на діаграмі з'являється горизонтальна ділянка — площадка текучості. Не всі пластичні матеріали мають чітко виражену площадку текучості: чим жорсткіший матеріал, тим ця площадка менша або зовсім відсутня.

**Межа міцності** (тимчасовий опір) являє собою напруження, що відповідає найбільшій силі. При досягненні матеріалом границі міцності в зразку появляється місцеве звуження, що називають шийкою. Поява шийки свідчить про початок руйнування зразка. При збільшенні шийки опір стержня зменшується і він руйнується при силі значно меншій, ніж максимальна.

**Розривне напруження** – напруження в момент розриву зразка.

Названі вище механічні характеристики матеріалу — величини умовні, оскільки при їх визначенні не враховувалась зміна площі поперечного перерізу зразка. Хоч ця зміна в межах закону Гука дуже мала, однак при появі шийки вона починає помітно зростати.

### **Деформації при розтягу або стиску**

Для більшості конструкційних матеріалів між величиною абсолютного видовження (укорочення)  $\Delta l$  і поздовжньою силою  $N$ , що виникає в стержні сталого перерізу, існує залежність

$$\Delta l = \frac{Nl}{ES}, \quad (2)$$

яка встановлена експериментально і справедлива в певних межах навантаження. Постійна  $E$  являє собою фізичну характеристику матеріалу і називається модулем пружності або модулем Юнга. Величина  $EA$ , яка входить в (2), називається жорсткістю стержня при розтягу або стиску і має розмірність сили.

Врахувавши, що  $\varepsilon = \Delta l/l$  — відносне видовження, а  $\sigma = N/S$  — нормальне напруження в поперечному перерізі, співвідношення (2) подамо у вигляді

$$\sigma = E\varepsilon. \quad (3)$$

Рівність (2) являє собою закон Гука (встановлений англійським фізиком Р. Гуком в 1660 році).

Фізичний зміст модуля Юнга: поклавши в (3)  $\varepsilon = 1$  ( $\Delta l = l$ ), дістанемо

$$\sigma = E.$$

Остання рівність показує, що модуль Юнга визначає, які нормальні напруження потрібно створити в перерізах стержня, щоб його довжина збільшилась (зменшилась), в два рази. На практиці таких напружень реалізувати не можна. Числові значення  $E$  для різних матеріалів встановлюються експериментально і приводяться в довідниках.

Закон Гука справедливий не для всіх конструкційних матеріалів. Деякі з них — чавун, скло, окремі пластмаси — мають при незначних напруженнях помітні відхилення від закону Гука. Незважаючи на це, умовно приймаємо в опорі матеріалів, що цей закон справедливий у всіх випадках.

### **Експериментальне визначення розтягу-стиску**

Для визначення механічних характеристик конструкційних матеріалів, яке дозволяють оцінити їх властивості, проводять лабораторні випробування на зразках, виготовлених певним чином із даного матеріалу. У більшості випадків ці зразки мають циліндричну або призматичну (у вигляді полоси) форму.

Спеціальні пристрої, що здійснюють розтяг (розривні машини) або стиск (преси), дозволяють випробувати зразок аж до його руйнування (розриву чи роздавлювання). В процесі навантаження зразка встановлюється залежність між величиною прикладеного навантаження  $P$  і його абсолютним видовженням (укороченням)  $\Delta l$ , що відповідає даному навантаженню. Цей зв'язок реєструється з допомогою вимірювальних приладів або спеціального

діаграмного пристрою, який є на більшості випробувальних машин. Пристрій в автоматичному режим викреслює діаграму в прямокутних координатах  $P, \Delta l$ . Така діаграма називається діаграмою розтягу або стиску. Вона для кожного матеріалу є характеристикою і відображає його механічні властивості.

На рисунку 9 зображена діаграма розтягу для мало вуглецевої сталі типу Ст.3, що має яскраво виражені пластичні властивості. Оскільки величина  $\Delta l$  залежить від довжини стержня і площі поперечного перерізу, то, поділивши координату деформації на  $l$ , а силову координату на  $A$ , дістанемо діаграму розтягу, не зв'язану з геометрією зразка (рис. 9). Ця діаграма має п'ять характерних точок, ординати яких визначають механічні характеристики матеріалу: границю пропорціональності  $\sigma_{пц}$ , границю пружності  $\sigma_{пр}$ , границю текучості  $\sigma_t$ , границю міцності (тимчасовий опір)  $\sigma_v$  і розривне напруження  $\sigma_r$ .

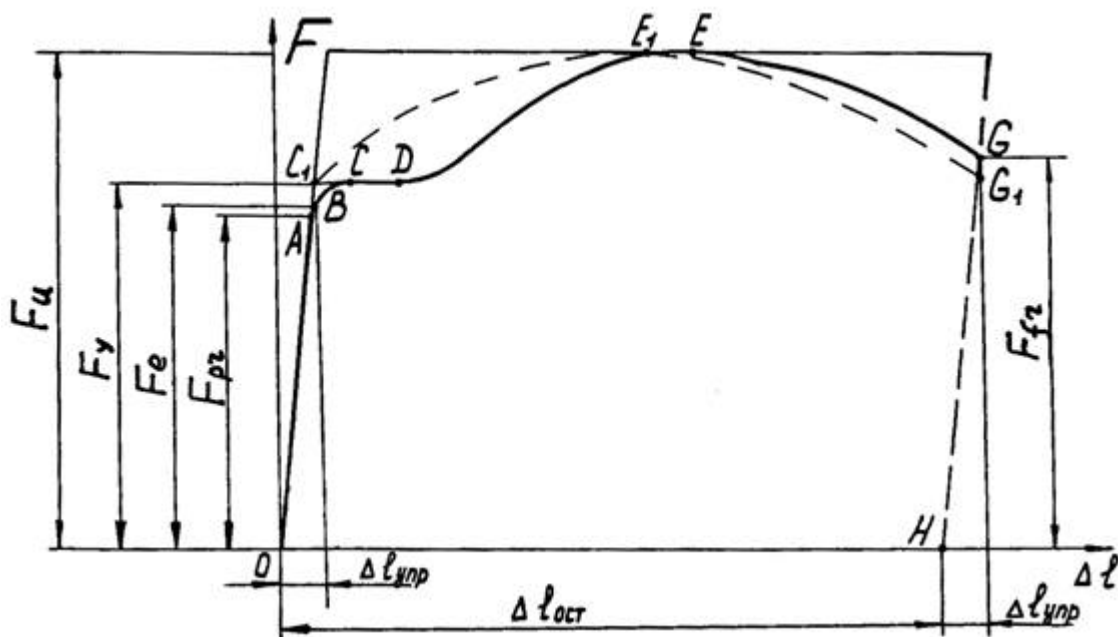


Рисунок 9 – Діаграма розтягування зразка

**Межа (границя) пропорціональності** – напруження, яке визначає межу застосування закону Гука. Ділянка діаграми, розміщена нижче цієї точки, прямолінійна. Тангенс кута нахилу цієї ділянки до осі абсцис дорівнює модулю Юнга даного матеріалу  $tg\alpha = \sigma/\varepsilon = E$ .

**Межа (границя) пружності** відповідає напруженню, при якому закон Гука вже не виконується, але залишкові деформації ще дуже малі (не

перевищують 0,03%). На практиці границю пружності часто ототожнюють з границею пропорціональності.

**Межа (границя) текучості** – це напруження, при якому різко зростають деформації без прикладання додаткових сил. З появою текучості матеріалу на діаграмі з'являється горизонтальна ділянка — площадка текучості. Не всі пластичні матеріали мають чітко виражену площадку текучості: чим жорсткіший матеріал, тим ця площадка менша або зовсім відсутня.

**Межа (границя) міцності** (тимчасовий опір) являє собою напруження, що відповідає найбільшій силі. При досягненні матеріалом границі міцності в зразку появляється місцеве звуження, що називають шийкою. Поява шийки свідчить про початок руйнування зразка. При збільшенні шийки опір стержня зменшується і він руйнується при силі значно меншій, ніж максимальна.

**Розривне напруження** – напруження в момент розриву зразка. Названі вище механічні характеристики матеріалу — величини умовні, оскільки при їх визначенні не враховувалась зміна площі поперечного перерізу зразка.

Хоч ця зміна в межах закону Гука дуже мала, однак при появі шийки вона починає помітно зростати.

**Відносне залишкове видовження** при розриві обчислюється за формулою:

$$\delta = \frac{l_1 - l}{l} \cdot 100\%,$$

де  $l$ ,  $l_1$  — довжина розрахункової частини стержня до випробування і після розриву відповідно.

### **Послідовність виконання експерименту**

1. Визначаємо геометричні параметри зразків, та виконуємо занесення їх в таблицю (стовбчики 1-5).

Таблиця 1 – Зразок без послаблень

№ п/п	$N_T$ , кг.с	$N_B$ , кг.с	b см	t см	A см <sup>2</sup>	$\sigma_T$ , кг/см <sup>2</sup>	$\sigma_B$ кг/см <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
	$N_B^{сер} =$			$A_{сер} =$			

Таблиця 2. – Зразок з круглим отвором

№ п/п	$N_T$ , кг.с	$N_B$ , кг.с	b см	t см	A см <sup>2</sup>	$\sigma_T$ , кг/см <sup>2</sup>	$\sigma_B$ , кг/см <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
	$N_B^{сер} =$			$A_{сер} =$			

Таблиця 3. – Зразок з підрізами

№ п/п	$N_T$ , кг.с	$N_B$ , кг.с	b см	t см	A см <sup>2</sup>	$\sigma_T$ , кг/см <sup>2</sup>	$\sigma_{пр}$ , кг/см <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
	$N_B^{сер} =$			$A_{сер} =$			



## 2. Фотографуємо зразки до випробувань

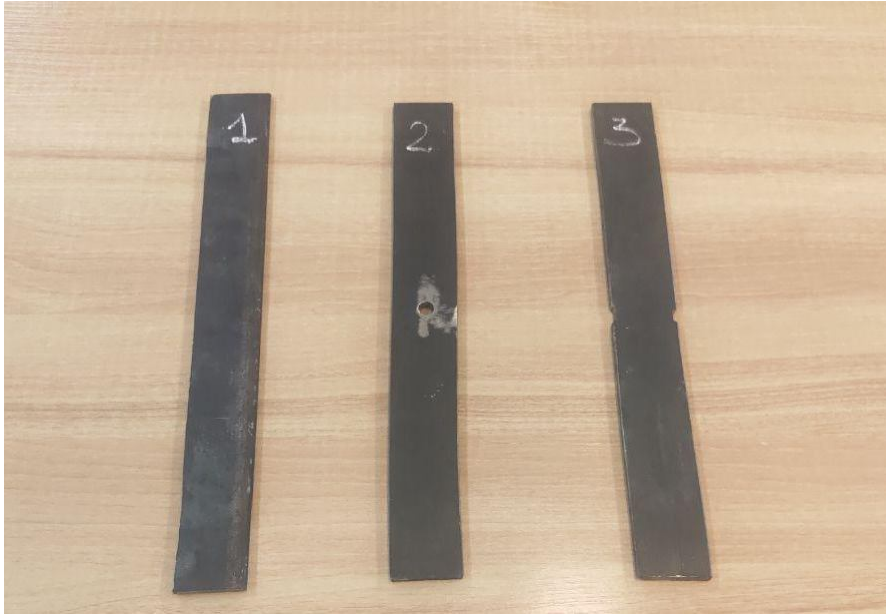


Рисунок 10 – Приклад фото до випробувань

## 3. Фотографуємо зразки після випробувань



Рисунок 11 – Приклад фото після випробувань

4. За результатами випробувань кожного зразка визначаємо межу (границю) текучості  $\sigma_T$  ( $\frac{\text{КГ}}{\text{СМ}^2}$ ) та тимчасовий опір  $\sigma_B$  ( $\frac{\text{КГ}}{\text{СМ}^2}$ ), заносимо отримані значення до таблиць 1, 2, 3 (стовбчики 6 та 7).

5. За результатами випробувань (таблиця 1) згідно з ГОСТ 27772 визначасмо клас сталі зразка та згідно ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування» – визначаємо марку сталі зразка.

6. Заповнюємо таблицю 4 відсоткових значень хімічних елементів у сталі зразків, що були випробувані (згідно з ДСТУ 2651:2005).

Таблиця 4 – Відсоткові значення хімічних елементів в сталі зразків

Марка сталі	Відсоткові значення хімічних елементів		
	вуглицю	марганцю	кремнію

7. Визначити ефективні коефіцієнти концентрації напружень в зразках з круглими отворами та зразках з підрізами.

8. Визначити характеристики пластичності матеріалу, до яких відноситься: відносне залишкове подовження

$$\delta = \frac{l_p - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

**Фото кожного етапу випробувань кожен студент робить самостійно.**

**Фото обов'язково входять до складу звіту про лабораторну роботу.**

Дослідження проведено на випробувальній машині \_\_\_\_\_

Вимірювальні прилади: \_\_\_\_\_

### Контрольні запитання.

1. Що таке деформація розтягу або стиску?
2. Поясніть поняття пружної або пластичної деформації.
3. Які існують механічні характеристики міцності і пластичності матеріалу.
4. В чому полягає різниця між пластичними і крихкими матеріалами за характером деформації?
5. Дайте формулювання закону Гука стосовно розтягу.
6. Для якої ділянки діаграми розтягування справедливий закон Гука?
7. На який випробувальній машині виконується робота?
8. Який застосовується зразок?
9. Який фізичний зміст модуля пружності першого роду?
10. Що таке напруження? Розмірність напруження?
11. Назвіть характерні точки на діаграмі.

12. Як змінюються властивості матеріалу, якщо він піддався попередньої витяжці за межу текучості?
13. Що таке фізична межою текучості? Як вона визначається?
14. Що називається межою міцності? Як вона визначається?
15. Що називається відносним залишковим видовженням (звуженням)?

### **СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування». Київ: Мінрегіон України, 2014. – 199 с.
2. ГОСТ 27772. Межгосударственный стандарт. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.
3. ДСТУ 2651:2005. Сталь вуглецева звичайної якості. Марки. (40964).
4. ДСТУ 7305:2013. Металлы. Метод испытаний на растяжение металлов и сплавов при низких и криогенных температурах.
5. Беленя Е. И. и др. Металлические конструкции. - М.: Стройиздат, 1986. – 560с.
6. Справочник конструктора стальных конструкций / В. Т. Васильченко и др. – Киев : Будивельник, 1990. – 312 с.

## **ДОДАТОК А**

### **Правила звітності та техніки безпеки**

#### **1. Правила звітності студента**

Звіт повинен включати:

- титульний аркуш;
- мета і завдання лабораторної роботи;
- основні частина, що включає опис призначення, схеми дії і пристрої випробувальних пресів і машин, а також приладів для лабораторного практикуму, фото виконання експерименту (кожен студент виконує самостійно);
- висновки відносно отриманих результатів експерименту;
- список використаних джерел.

До занять допускаються студенти, які пройшли інструктаж з техніки безпеки, які оформили звіт по попереднього заняття і які ознайомились з змістом майбутніх робіт (за рекомендованою літературою).

У початку заняття викладач перевіряє готовність групи до виконання чергових робіт.

Студенти, які отримали під час перевірки готовності до виконання лабораторних робіт незадовільну оцінку, до занять не допускаються.

#### **2. Правила техніки безпеки**

1. Перед початком виконання лабораторних робіт студент зобов'язаний:
  - а) ознайомитися з принципом роботи приладів і обладнання;
  - б) вивчити принцип дії і навчитися користуватися всіма приладами, які будуть застосовуватися при випробуваннях;
  - в) мати допуск до проведення випробувань будівельних конструкцій, який дається викладачем (завідуючим лабораторії) при проходженні студентом вступного інструктажу з ТБ (розпис в журналі з ТБ) і підготовці

відповідних матеріалів при проведенні випробувань (наявність теоретичного розрахунку, журналу, відомості випробувань).

2. Вхід (вихід) в лабораторію до місця випробування допускається тільки з дозволу викладача.

3. Студентам категорично забороняється самостійно навантажувати конструкцію без дозволу викладача, переставляти (знімати) прилади та захисні пристрої, стосуватися клем, розеток тощо.

4. В процесі випробування зразків і моделей будівельних конструкцій реєстрацію показань приладів робити тільки за вказівкою викладача, що веде заняття.

5. Реєстрацію показань приладів студентам дозволяється виробляти до ступеня навантаження, що не перевищує 70 % від розрахункової руйнує.

6. Перед руйнуванням конструкції студенти зобов'язані перейти в безпечну зону, вказану викладачем.

7. Підхід студентів до випробуваної конструкції для замальовки утворення тріщин і руйнування допускається тільки після скидання масла в гідросистемі преса або домкратах.

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до виконання лабораторної роботи з курсу «Металеві конструкції»  
«Випробування на розтяг сталевих плоских зразків, що мають послаблення»

*(для студентів 2–5 курсів денної та заочної форм навчання  
галузі знань 19 – Архітектура та будівництво спеціальності  
192 – Будівництво та цивільна інженерія; професійне спрямування  
«Промислове та цивільне будівництво», «Міське будівництво і  
господарство», «Теплогазопостачання та вентиляція»,  
«Водопостачання та водовідведення»)*

Укладач **ЖИЛЯКОВ** Валерій Якович  
Відповідальний за випуск *В. С. Шмуклер*  
Технічний редактор *О. В. Михаленко*  
Комп'ютерне верстання *В. Я. Жиликов*

План 2021, 8М

---

Підп. до друку 02.03.2021. Формат 60×84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,0.

Тираж   50   пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківській національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: rektorat@khame.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.