

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

ЖУРНАЛ
ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ „ОПР МАТЕРІАЛІВ”

Київ, НТУУ „КПІ”, 2009 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

ЖУРНАЛ
ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ „ОПІР МАТЕРІАЛІВ”

для студентів
видавничо-поліграфічного інституту
та факультету біотехнологій
денної та заочної форм навчання

Затверджено
на засіданні Методичної Комісії
ММІ НТУУ "КПІ".
Протокол № 9 від 25.05.2009 р.

Київ, НТУУ „КПІ”, 2009 р.

Журнал лабораторних робіт з дисципліни "Опір матеріалів". Для студентів видавничо-поліграфічного інституту та факультету біотехнологій денної та заочної форм навчання // Шидловський М.С., Шпак Д.Ю. - К.: НТУУ "КПІ", 2009р. -31 с.

Навчальне видання

Журнал лабораторних робіт з дисципліни "Опір матеріалів".
Для студентів видавничо-поліграфічного інституту
та факультету біотехнологій
денної та заочної форм навчання.

Відповідальний редактор

М.І.Бобир

Рецензент

В.В. Карачун

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Програмою курсів з опору матеріалів для студентів видавничо-поліграфічного інституту та факультету біотехнологій НТУУ "КПІ" передбачено протягом навчального року комплексу лабораторних робіт.

При проведенні лабораторних робіт студенти мають можливість оволодіти методами проведення механічних випробувань та визначення характеристик конструкційних матеріалів, поглибити та закріпити свої теоретичні знання з різних розділів курсу, ознайомитись з роботою сучасного випробувального устаткування, методами експериментальних досліджень та нормативно-технічною документацією на методи випробувань.

У більшій частині лабораторних робіт демонструється дія навантажень на різноманітні елементи конструкцій, вимірюються їх деформації та проводиться співставлення експериментальних даних з результатами теоретичних розрахунків. Це дає можливість закріплення знань, що отримані студентами на лекціях та на практичних заняттях.

В процесі самостійної підготовки до лабораторних робіт студенти вивчають відповідні розділи теоретичного курсу та рекомендовану викладачем літературу. Викладач попередньо видає студентам цей журнал в електронному вигляді для підготовки чистих бланків протоколів випробувань.

На першому лабораторному занятті викладач знайомить студентів з правилами поведінки в випробувальній лабораторії, з загальними правилами користування обладнанням та проводить інструктаж з техніки безпеки.

Студенти, що не пройшли інструктаж та не розписалися в журналі з техніки безпеки, до виконання лабораторних робіт не допускаються.

Правила техніки безпеки при проведенні лабораторних робіт

- 1.** При проведенні лабораторних робіт:
 - усі студенти знаходяться на місцях, визначених викладачем, і самостійну роботу виконують тільки під його наглядом;
 - усі студенти дотримуються загальноприйнятих правил електробезпеки.

- 2.** У лабораторії **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**:
 - перебувати у верхньому одязі, розвішувати одяг або класти речі на лабораторне обладнання;
 - без дозволу викладача вмикати або вимикати випробувальні установки;
 - працювати на установках при відкритих кришках та дверцятах установок;
 - торкатися до рухомих частин випробувальних машин, затискувачів та об'єктів випробувань під час роботи установок;
 - навантажувати установки вище максимально допустимих значень навантаження.

- 3.** При випробуванні зразків з крихких матеріалів необхідно встановлювати захисні екрани, які виключають травмування осколками зразків при руйнуванні.

Лабораторна робота № 1

Визначення механічних характеристик металів при розтягу

Мета роботи:

- ознайомитися з методом випробування металів на розтяг(ГОСТ 1497-84);
- навчитися обробляти діаграми розтягу зразків матеріалу;
- навчитися визначати механічні характеристики матеріалу.

Завдання:

- записати діаграми деформування;
- побудувати діаграму деформування в координатах «напруження - відносне видовження», визначити основні характеристики матеріалу;
- за допомогою довідника визначити марку матеріалу.

Обладнання:

- універсальна випробувальна машина *TIRATEST*– 2300 ;
- мікрометр з ціною поділки 0.01мм ;
- штангенциркуль з ціною поділки 0.1мм .

Характеристики обладнання:

- максимальне навантаження 100кН (10т);
- точність вимірювання навантаження $\pm 1\%$;
- швидкість переміщення активного затискувача від 0,00725 до 600 мм/хв;
- максимальне переміщення активного затискувача 1000 мм .;
- точність вимірювання переміщень $\pm 1\%$.

Геометричні характеристики зразка :

- загальна початкова довжина зразка $L_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- початкова довжина робочої частини зразка $l_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- початковий діаметр робочої частини зразка $d_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- загальна довжина зразка після розриву $L_k = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- діаметр шийки після розриву $d_k = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- початкова площа поперечного перерізу зразка $F_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \underline{\hspace{2cm}}$ мм² ;
- площа зразка у місці розриву $F_k = \frac{\pi d_k^2}{4} = \underline{\hspace{2cm}}$ мм² .

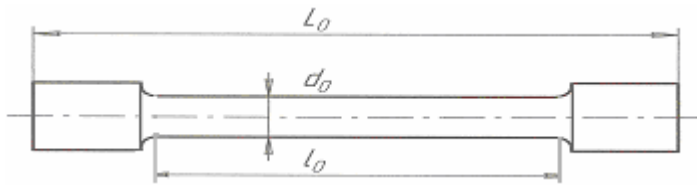


Рис.1.1 Зразок до випробувань.

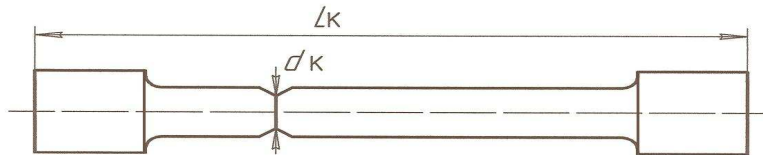


Рис.1.2 Зразок після випробувань.

Порядок проведення випробувань:

1. Готуємо випробувальну машину до роботи, вводимо характеристики зразка (площа поперечного перерізу, робоча довжина зразка) та необхідні для роботи машини службові параметри (дивись інструкцію по користуванню *TIRATEST-2151*).
2. Закріплюємо зразок у затискувачах.
3. Навантажуємо зразок з постійною швидкістю переміщення активного затискувача $V = 4 \text{ мм/хв}$.
4. Повертаємо активний затискувач у вихідне положення, після чого роздруковується діаграма деформування у координатах «навантаження P - абсолютне видовження ΔL ».

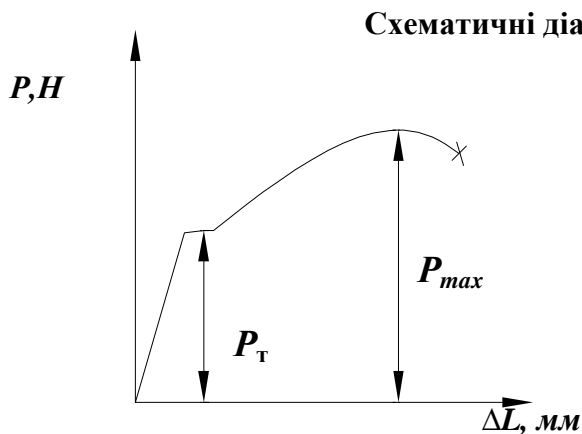


Рис. 1.3 Діаграма деформування в координатах $P-\Delta L$

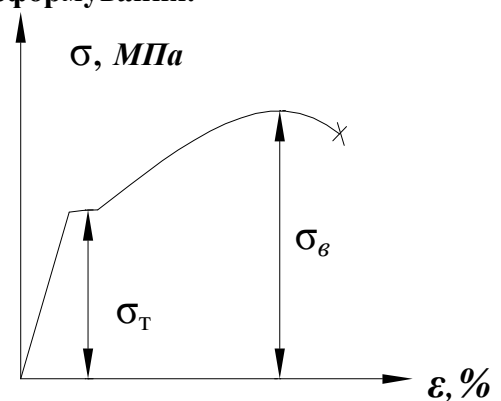


Рис. 1.4 Діаграма деформування в координатах $\sigma - \epsilon$

Діаграми деформування, одержані в результаті випробувань, прикладаються до протоколу.

Результати розрахунків:

- границя текучості

$$\sigma_T = \frac{P_T}{F_0} = \frac{H}{\text{мм}^2} = \text{МПа}$$

- границя міцності (тимчасовий опір розтягу):

$$\sigma_B = \frac{P_{\max}}{F_0} = \frac{H}{\text{мм}^2} = \text{МПа}$$

- відносне видовження зразка після розриву

$$\delta = \frac{L_K - L_0}{l_0} \cdot 100\% = \frac{(\text{мм})}{(\text{мм})} \cdot 100\% = \text{ } \%$$

- відносне звуження зразка після розриву

$$\psi = \frac{F_0 - F_K}{F_0} \cdot 100\% = \frac{(\text{мм}^2)}{(\text{мм}^2)} \cdot 100\% = \text{ } \%$$

ВИСНОВКИ:

Лабораторна робота № 2

Визначення механічних характеристик пластмаси при розтягу

Мета роботи:

- ознайомитися з методом випробовування пластмас на розтяг (ГОСТ 11262-80);
- навчитися обробляти діаграми деформування та визначати механічні характеристики пластмас.

Завдання:

- записати діаграми деформування;
- побудувати діаграму деформування в координатах «напруження - відносне видовження»;
- визначити основні характеристики пластмаси, що випробовується.

Обладнання:

- універсальна випробувальна машина *TIRATEST*– 2151;
- мікрометр з ціною поділки 0.01мм;
- штангенциркуль з ціною поділки 0.1мм.

Характеристика машин:

- максимальне навантаження 5 кН (500 кг);
- точність вимірювання навантаження $\pm 1\%$;
- швидкість переміщення активного затискувача від 0,5 до 500 мм/хв;
- максимальне переміщення активного затискувача 500 мм;
- точність вимірювання переміщень $\pm 1\%$.

Геометричні характеристики зразка:

- загальна початкова довжина зразка $L_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- початкова довжина робочої частини зразка $l_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- початкова товщина робочої частини зразка $h_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- початкова ширина робочої частини зразка $b_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- початкова площа поперечного перерізу зразка $F_0 = h_0 \times b_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ мм²;
- загальна довжина зразка після розриву $L_k = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- товщина робочої частини зразка після розриву $h_k = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- ширина робочої частини зразка після розриву $b_k = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- площа поперечного перерізу зразка після розриву $F_k = h_k \times b_k = \underline{\hspace{2cm}}$ мм².

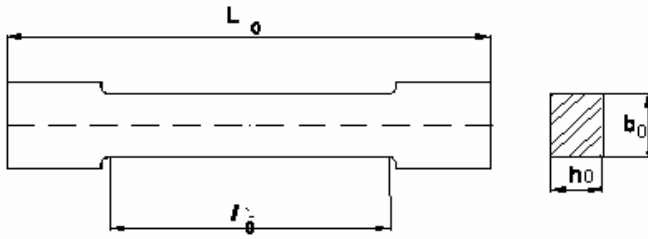


Рис. 1.1 Зразок до випробування

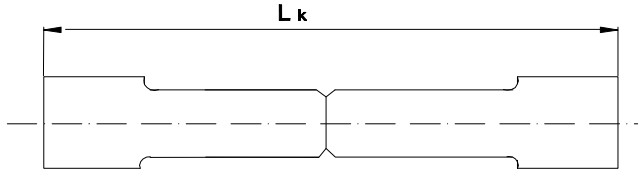
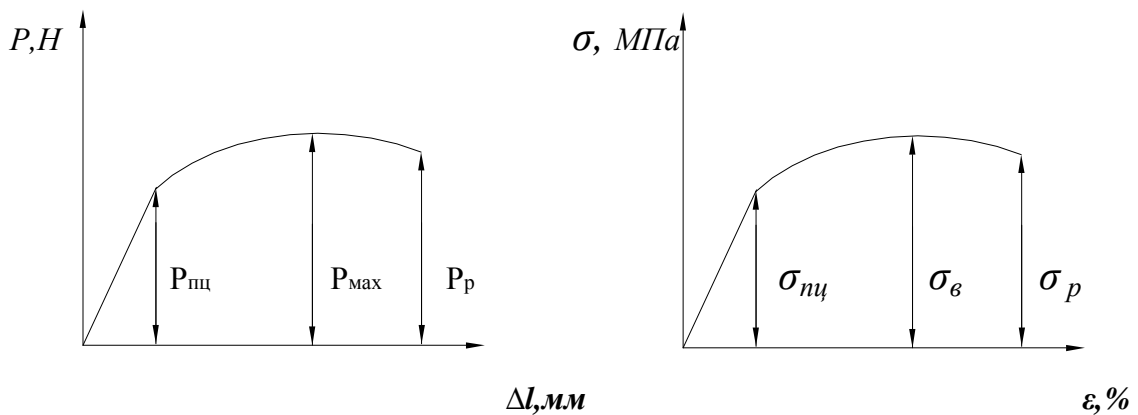


Рис 1.2 Зразок після випробування.

Порядок проведення випробувань:

1. Готуємо випробувальну машину до роботи, вводимо характеристики зразка (площа поперечного перерізу, робоча довжина зразка) та необхідні для роботи машини службові параметри (дивись інструкцію по користуванню *TIRATEST-2151*).
2. Закріплюємо зразок у затискувачах.
3. Навантажуємо зразок з постійною швидкістю переміщення активного затискувача $V = 50 \text{ мм/хв}$.
4. Повертаємо активний затискувач у вихідне положення, після чого роздруковується діаграма деформування у координатах «навантаження P - абсолютне видовження Δl ».



Лабораторна робота № 3.
Випробовування матеріалів на стиск

Мета роботи:

- ознайомитися з методом випробовування на стиск;
- навчитися обробляти діаграми деформування та визначати механічні характеристики матеріалу при стиску.

Завдання:

- випробувати зразки різних матеріалів на стиск;
- обчислити характеристики міцності матеріалів;
- проаналізувати характер руйнування зразків.

Обладнання:

- універсальна випробувальна машина $EU - 100$.

Характеристики машини:

- максимальне навантаження 1000 кН (100 т).

Зразок № 1.

- матеріал – чавун;
- форма зразка – циліндр.

Геометричні характеристики зразка:

- діаметр $d_0 = \text{_____ мм}$;
- висота $h_0 = \text{_____ мм}$;
- площа поперечного перерізу зразка $F_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \text{_____ мм}^2$

Порядок проведення роботи:

1. Встановлюємо зразок між опорними поверхнями випробувальної машини.
2. Прикладаємо навантаження до руйнування зразка.
3. Визначаємо найбільше навантаження $P_{\text{max}} = \text{_____ кН}$.

Результат розрахунків:

- Границя міцності (тимчасовий опір при стиску):

$$\sigma_s^{(-)} = \frac{P_{\text{max}}}{F_0} = \text{_____} \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = \text{_____ МПа} .$$

Рис. 3.1 Зразок до випробування

Рис. 3.2 Зразок після випробування

Зразок № 2.

- матеріал – деревина;
- форма зразка – куб з ребром $a = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- площа поперечного перерізу $F_0 = a^2 = \underline{\hspace{2cm}}$ мм²

Порядок проведення роботи:

1. Навантажуємо зразок вздовж волокон до руйнування, найбільше навантаження

$$P_{\max} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кН.}$$

2. Навантажуємо зразок поперек волокон до руйнування, найбільше навантаження

$$P_{\max} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кН.}$$

Результати розрахунків:

- Границя міцності при навантаженні вздовж волокон:

$$\sigma_{\sigma}^{(-)} = \frac{P_{\max}}{F_0} = \underline{\hspace{2cm}} \frac{H}{\text{мм}^2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ МПа.}$$

Рис. 3.3 Зразок до випробування

Рис. 3.4 Зразок після випробування

- Границя міцності при навантаженні поперек волокон:

$$\sigma_{\sigma}^{(-)} = \frac{P_{\max}}{F_0} = \underline{\hspace{2cm}} \frac{H}{\text{мм}^2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ МПа.}$$

Рис. 3.5 Зразок до випробування

Рис. 3.6 Зразок після випробування

Висновки:

Лабораторна робота № 4

Випробовування пружин на стиск. Визначення модуля зсуву

Мета роботи:

- ознайомитися з методом випробувань пружин на стиск;
- навчитися розраховувати осадку пружини.

Завдання:

- Отримати експериментальну залежність між λ (осадка пружини) та P (зусилля в пружині).
- Визначити модуль зсуву матеріалу пружини G .
- Розрахувати осадку λ в залежності від сили, використовуючи середнє значення $\langle G \rangle$.
- Порівняти експериментальні та розрахункові дані.

Обладнання:

- універсальна випробувальна машина *TIRATEST*– 2151;
- мікрометр з ціною поділки 0.01мм;
- штангенциркуль з ціною поділки 0,1мм.

Характеристики машини:

- максимальне навантаження 5кН (500кг);
- точність вимірювання навантаження $\pm 1\%$;
- швидкість переміщення активного затискувача від 0,5 до 500 мм/хв;
- максимальне переміщення активного затискувача 500 мм;
- точність вимірювання переміщень $\pm 1\%$.

Геометричні характеристики пружини:

- число витків $n = \underline{\hspace{2cm}}$;
- середній радіус витка $R = \underline{\hspace{2cm}}$ мм ;
- діаметр дроту $d = \underline{\hspace{2cm}}$ мм .

Порядок проведення випробувань:

1. Розміщуємо пружину між опорними поверхнями випробувальної машини.
2. Проведемо поступове деформування (стиск) із заміром зусилля P в пружині для певних значень λ .

Лабораторна робота № 5
Випробування матеріалів на згин

Мета роботи:

- ознайомитися з методом випробування на згин(ГОСТ 4648-71);
- навчитися обробляти діаграми деформування та визначати механічні характеристики матеріалу.

Завдання:

- записати діаграми деформування в координатах «зусилля – прогин»;
- побудувати діаграми деформування в координатах «напруження – прогин»;
- визначити основні характеристики матеріалів, за допомогою довідника визначити марки матеріалів.

Обладнання:

- приладдя для триточкового згину;
- універсальна випробувальна машина *TIRATEST*– 2151;
- штангенциркуль з ціною поділки 0.1мм .

Характеристика машини:

- максимальне навантаження 5кН (500кг);
- точність вимірювання навантаження $\pm 1\%$;
- швидкість переміщення активного затискувача від 0,5 до 500 мм/хв ;
- максимальне переміщення активного затискувача 500 мм ;
- точність вимірювання переміщень $\pm 1\%$.

Теоретичні відомості:

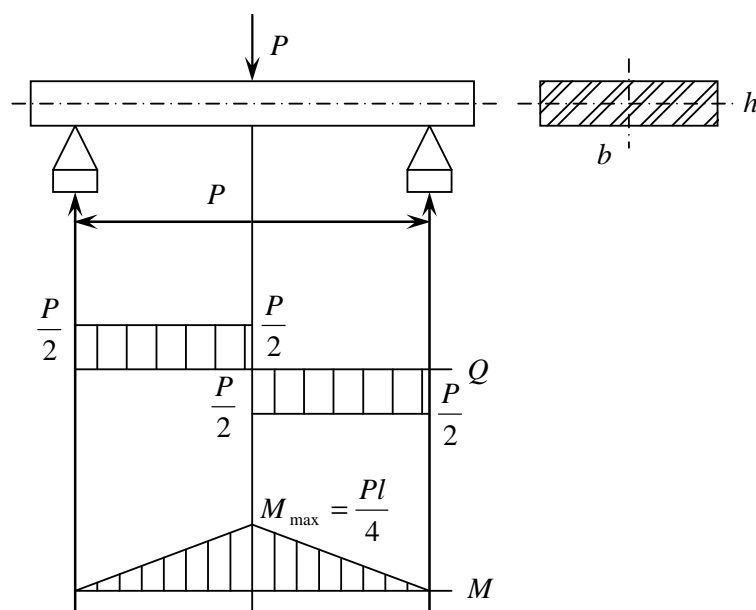


Рис. 5.1 Розрахункова схема та епюри поперечних сил та згинаючих моментів.

- максимальне напруження:

$$\sigma_{\max} = \frac{3 \cdot PL}{2 \cdot bh^2}.$$

Зразок №1

- матеріал – сталь;
- форма поперечного перерізу - прямокутник;
- ширина перерізу $b = \text{_____ мм}$;
- висота перерізу $h = \text{_____ мм}$.

Порядок проведення випробувань:

- Встановлюємо зразок в приладдя для триточкового згину.
- Деформуємо зразок зі швидкістю переміщення $V = 10 \text{ мм/хв}$ до максимального прогину $f_{\max} = 10 \text{ мм}$.
- Записуємо діаграму деформування в координатах «сила P – прогин f ».

Схематичні діаграми деформування

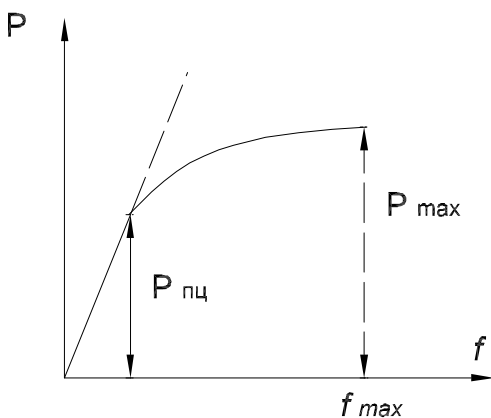


Рис 5.2 Діаграма деформування
в координатах $P - f$

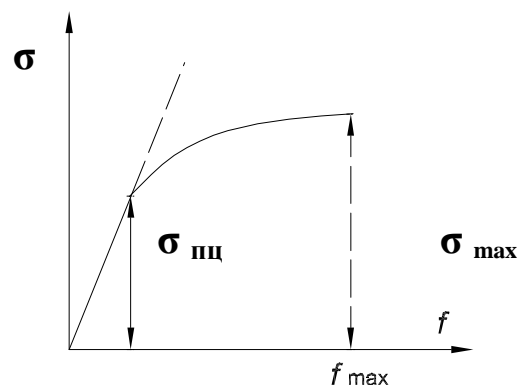


Рис. 5.3 Діаграма деформування
в координатах $\sigma - f$

Діаграми деформування, що отриманні в результаті випробувань, прикладені до протоколу.

Результати розрахунків:

- границя пропорційності:

$$\sigma_{пц} \approx \sigma_T = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_{пц} L}{bh^2} = \frac{H}{\text{мм}^2} = \text{_____ МПа}.$$

- напруження, що відповідає прогину f_{\max} :

$$\sigma_{\max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_{\max} L}{bh^2} = \frac{H}{\text{мм}^2} = \text{_____ МПа}.$$

Зразок №2

- матеріал – скло;
- форма поперечного перерізу – прямокутник;
- ширина перерізу $b = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- висота перерізу $h = \underline{\hspace{2cm}}$ мм.

Порядок проведення випробувань.

1. Аналогічний до випробувань зразка №1 при швидкості переміщення $V = 1 \text{ мм/хв}$ до руйнування зразка при $f = f_{\text{руйн}}$.

Схематичні діаграми деформувань.

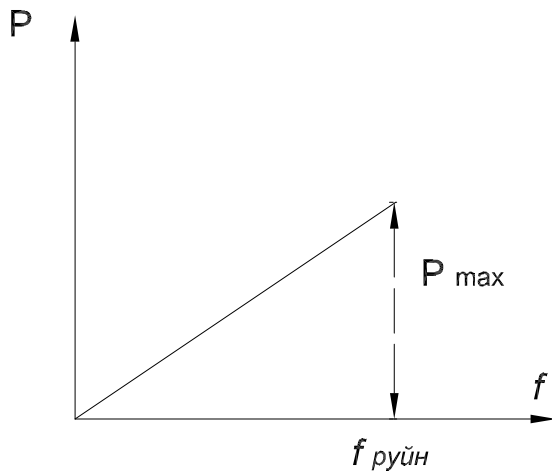


Рис 5.4 Діаграма деформування
в координатах $P - f$

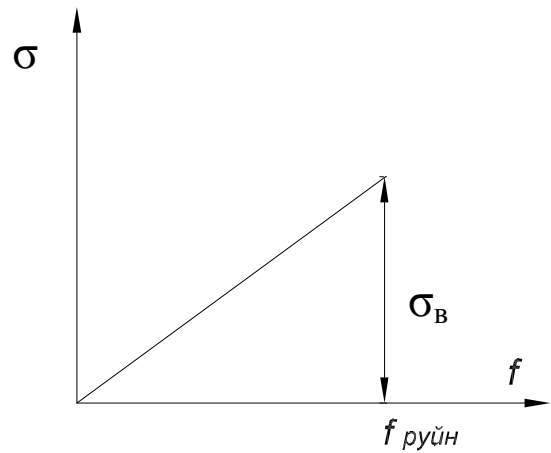


Рис 5.5 Діаграма деформування
в координатах $\sigma - f$

Результати розрахунків.

- Границя міцності:

$$\sigma_{\sigma} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_{\max} L}{bh^2} = \frac{\hspace{2cm}}{\text{мм}^2} = \frac{H}{\text{мм}^2} = \hspace{2cm} \text{МПа.}$$

ВИСНОВКИ:

Лабораторна робота № 6

Визначення переміщень в консольних балках

Мета роботи:

- експериментально визначити переміщення вільного кінця балки при заданому навантаженні;
- порівняти експериментально отримані результати та розрахункові дані.

Завдання:

- експериментально визначити жорсткість балки;
- визначити жорсткість балки розрахунковим способом;
- порівняти експериментальні та теоретично визначені жорсткості.

Обладнання:

- мікрометр з ціною поділки 0,01мм;
- штангенциркуль з ціною поділки 0,1мм;
- консольне кріплення;
- універсальна випробувальна машина *TIRATEST*– 2151.

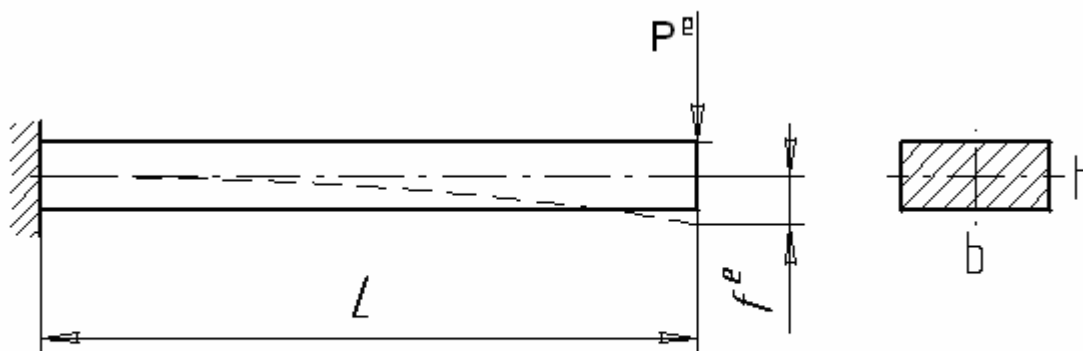
Характеристика обладнання:

- максимальне навантаження 5кН (500кг);
- точність вимірювання навантаження $\pm 1\%$;
- швидкість переміщення активного затискувача від 0,5 до 500мм/хв .

Результати розрахунків:

- $c^e = \frac{P^e}{f^e}$ жорсткість визначена експериментально;
- $f^p = \frac{P\ell^3}{3EI}$ - розрахунковий прогин (визначається методом Мора або способом Верещагіна);
- $I = \frac{bh^3}{12} = \text{-----} \text{ мм}^4 = \text{-----} \text{ мм}^4$ - момент інерції перерізу;
- $c^p = \frac{P}{f^p} = 3 \cdot \frac{EI}{\ell^3} = \text{-----} \frac{H}{\text{мм}} = \text{-----} \frac{H}{\text{мм}}$ - розрахункова жорсткість балки.

Схема деформування зразка:



$b =$ _____ мм; $h =$ _____ мм; $L =$ _____ мм; $E =$ _____ МПа.

Дані вимірювань та розрахунків

№	$P^e, Н$	$f^e, мм$	$c^e, Н/мм$	$c^p, Н/мм$	$\Delta, \%$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

$$\Delta = \frac{c^e - c^p}{c^e} \cdot 100\% .$$

ВИСНОВКИ:

Лабораторна робота № 7

Визначення переміщення при триточковому згині балки

Мета роботи:

- експериментально визначити переміщення в балці при три точковому згині;
- порівняти експериментально отримані та розрахункові жорсткості балки.

Завдання:

- експериментально визначити жорсткість балки;
- визначити жорсткість балки розрахунковим способом;
- порівняти експериментальні та теоретично визначені жорсткості.

Обладнання:

- мікрометр з ціною поділки 0,01мм;
- штангенциркуль з ціною поділки 0,1мм;
- пристрій для випробування на триточковий згин;
- універсальна випробувальна машина *TIRATEST*– 2151.

Характеристика обладнання:

- максимальне навантаження 5кН (500кг);
- точність вимірювання навантаження $\pm 1\%$;
- швидкість переміщення активного затискувача від 0,5 до 500 мм/хв .

Результати розрахунків:

- $c^e = \frac{P^e}{f^e}$ жорсткість визначена експериментально;
- $f^p = \frac{1}{48} \cdot \frac{P\ell^3}{EI}$ - розрахунковий прогин (визначається методом Мора або способом

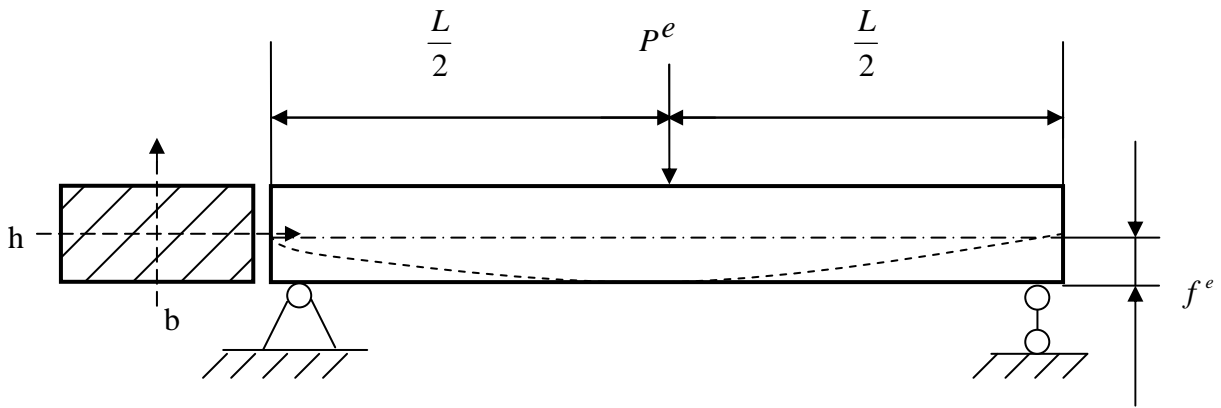
Верещагіна);

- $I = \frac{bh^3}{12} = \text{-----} \text{ мм}^4 = \text{-----} \text{ мм}^4$ - момент інерції перерізу;

- $c^p = \frac{P}{f^p} = 48 \cdot \frac{EI}{\ell^3} = \text{-----} \frac{H}{\text{мм}} = \text{-----} \frac{H}{\text{мм}}$ - розрахункова

жорсткість балки.

Схема деформування зразка:



$b = \underline{\hspace{2cm}}$ мм; $h = \underline{\hspace{2cm}}$ мм; $L = \underline{\hspace{2cm}}$ мм; $E = \underline{\hspace{2cm}}$ МПа.

Дані вимірювань та розрахунків

№	P^e, H	$f^e, мм$	$c^e, H/мм$	$c^p, H/мм$	$\Delta, \%$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

$$\Delta = \frac{c^e - c^p}{c^e} \cdot 100\% .$$

ВИСНОВКИ: _____

Лабораторна робота № 8

Визначення переміщення в статично невизначній балці

Мета роботи:

- експериментально визначити переміщення в балці при заданому навантаженні;
- порівняти експериментально отримані результати та розрахункові дані.

Завдання:

- експериментально визначити жорсткість балки;
- визначити жорсткість балки розрахунковим способом;
- порівняти експериментальні та теоретично визначені жорсткості.

Обладнання:

- універсальна випробувальна машина *TIRATEST*– 2151;
- мікрометр з ціною поділки 0,01мм;
- штангенциркуль з ціною поділки 0,1мм;
- консольне кріплення та опора.

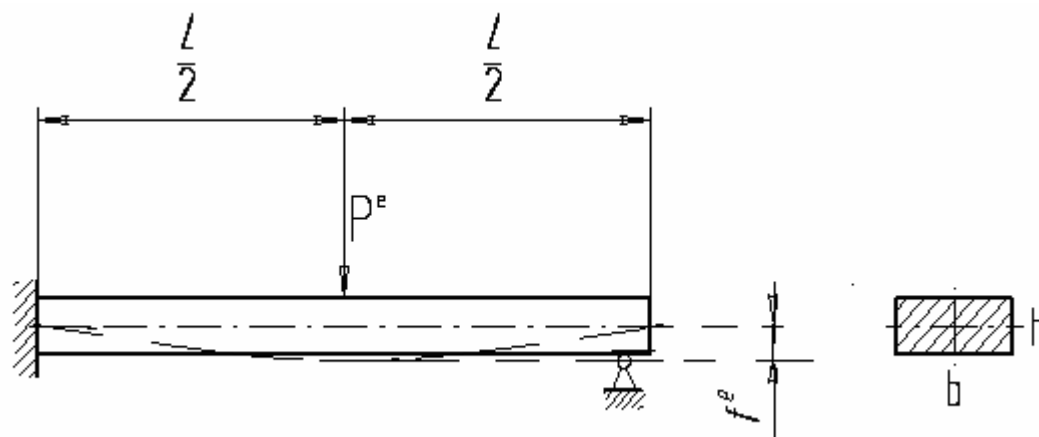
Характеристика обладнання:

- максимальне навантаження 5 кН (500 кг);
- точність вимірювання навантаження $\pm 1\%$;
- швидкість переміщення активного затискувача від 0,5 до 500 мм/хв .

Результати розрахунків:

- $c^e = \frac{P^e}{f^e}$ - жорсткість, визначена експериментально;
- $f^p = 0,0091 \cdot \frac{P\ell^3}{EI}$ - розрахунковий прогин (визначається методом Мора або способом Верещагіна);
- $I = \frac{bh^3}{12} = \frac{\quad}{\quad} \text{мм}^4 = \frac{\quad}{\quad} \text{мм}^4$ - момент інерції перерізу;
- $c^p = \frac{P}{f^p} = 109,7 \cdot \frac{EI}{\ell^3} = \frac{\quad}{\quad} \frac{H}{\text{мм}} = \frac{\quad}{\quad} \frac{H}{\text{мм}}$ - розрахункова жорсткість балки.

Схема деформування зразка:



$b =$ _____ мм; $h =$ _____ мм; $L =$ _____ мм; $E =$ _____ МПа.

Дані вимірювань та розрахунків

№	$P^e, Н$	$f^e, мм$	$c^e, Н/мм$	$c^p, Н/мм$	$\Delta, \%$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

$$\Delta = \frac{c^e - c^p}{c^e} \cdot 100\% .$$

ВИСНОВКИ:

Лабораторна робота № 9

Визначення деформації пружного кільця

Мета роботи:

- експериментально визначити деформації пружного кільця;
- порівняти експериментально отримані результати та розрахункові дані.

Завдання:

- експериментально визначити переміщення пружного кільця при заданому навантаженні;
- визначити жорсткість кільця розрахунковим способом;
- порівняти експериментальні та теоретично визначені жорсткості.

Обладнання:

- універсальна випробувальна машина *TIRATEST*– 2151;
- мікрометр з ціною поділки 0,01мм;
- штангенциркуль з ціною поділки 0,1мм.

Характеристика машин:

- максимальне навантаження 5 кН (500 кг);
- точність вимірювання навантаження $\pm 1\%$;
- швидкість переміщення опорної плити від 0,5 до 500 мм/хв;
- максимальне переміщення опорної платформи 500 мм;

Вихідні геометричні характеристики зразка:

- $b = \text{_____ мм};$
- $h = \text{_____ мм};$
- $d_{cp} = \text{_____ мм};$
- $E = \text{_____ МПа};$
- $R_c = \frac{R_{зовн.} + R_{внутр.}}{2} = \text{_____} = \text{_____ мм}.$

Результати розрахунків:

- розрахунковий прогин:

$$f^p = 0.149 \cdot \frac{PR_c^3}{EI} = \text{_____} =$$

- жорсткість, визначена експериментально:

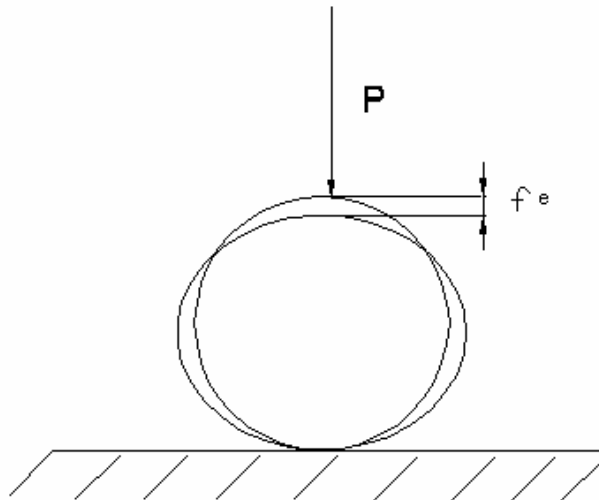
$$c^e = \frac{P^e}{f^e} = \text{_____} =$$

- момент інерції перерізу кільця:

$$I = \frac{bh^3}{12} = \text{-----} =$$

- розрахункова жорсткість:

$$c^p = \frac{P}{f^p} = \frac{EI}{0.149R_c^3} = \text{-----} =$$



$$\Delta = \frac{c^e - c^p}{c^e} \cdot 100\% = \text{-----} =$$

№	P^e , Н	f^e , мм	c^e , Н/мм	c^p , Н/мм	Δ ,%
1					
2					
3					
4					
5					

Висновки: _____

Лабораторна робота № 10
Визначення критичної сили при осьовому стиску стрижня

Мета роботи:

- експериментально визначити силу, що викликає втрату стійкості стрижнів при різних умовах закріплення.

Завдання:

- визначити критичну силу для різних умов закріплення стрижня;
- порівняти експериментально отримані та розрахункові дані.

Обладнання:

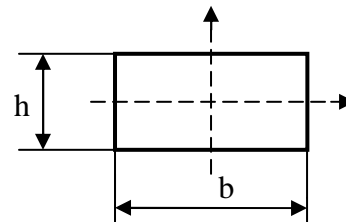
- універсальна випробувальна машина *TIRATEST-2151*;
- мікрометр з ціною поділки 0,01мм;
- штангенциркуль з ціною поділки 0,1мм.

Характеристика обладнання:

- максимальне навантаження 5 кН (500 кг);
- точність вимірювання навантаження $\pm 1\%$;
- швидкість переміщення активного затискувача від 0,5 до 500 мм/хв ;
- максимальне переміщення активного затискувача 500 мм ;

Вихідні геометричні характеристики зразка:

- $b = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- $h = \underline{\hspace{2cm}}$ мм;
- $E = \underline{\hspace{2cm}}$ МПа;
- $I = \frac{bh^3}{12} = \underline{\hspace{2cm}}$ мм⁴



Результати розрахунків:

- За формулою Ейлера :

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\nu \cdot l)^2}$$

де ν – коефіцієнт зведення довжини;
 l – довжина стрижня.

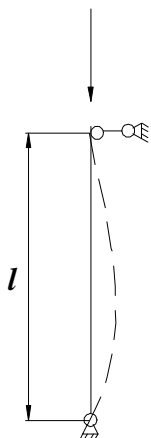
- Похибка:

$$\Delta = \frac{P^e - P^p}{P^e} \cdot 100\%$$

Приклад 1:

$$\nu = \underline{\hspace{2cm}} ; \quad l = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мм} ; \quad P_{кр} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Н.}$$

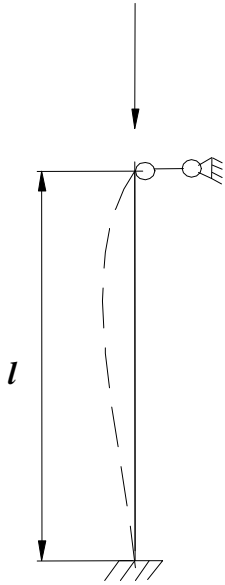
$$P_{кр1} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ Н}$$



$$\Delta_1 = \frac{\quad}{\quad} \cdot 100\% = \quad \%$$

Приклад 2:

$$v = \quad; \quad l = \quad \text{мм}; \quad P_{кр} = \quad \text{Н}.$$



$$P_{кр2} = \quad = \quad \text{Н}$$

$$\Delta_2 = \frac{\quad}{\quad} \cdot 100\% = \quad \%$$

Висновок: _____

Лабораторна робота № 11

Визначення ударної в'язкості

Мета роботи:

- визначити ударну в'язкість матеріалу (ГОСТ-)

Завдання:

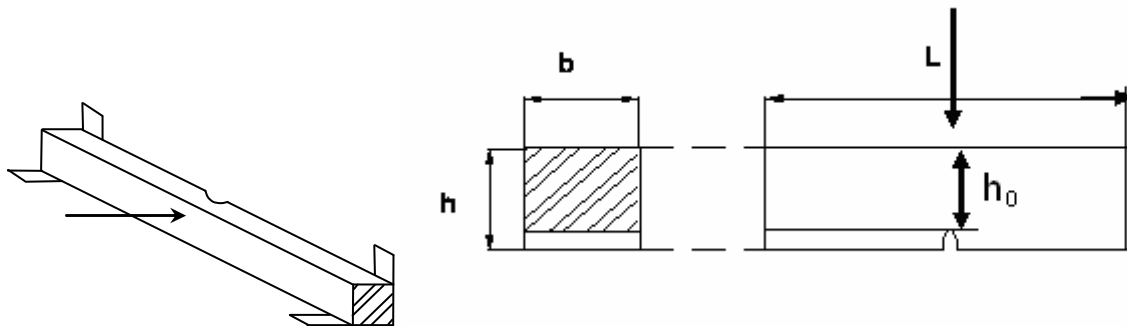
- ознайомитися з методикою проведення експерименту по визначенню ударної в'язкості.

Обладнання:

- маятниковий копер;
- штангенциркуль з ціною поділки 0,1мм.

Геометричні характеристики перерізу зразка:

- Ширина $b = \text{_____ мм}$;
- Висота $h = \text{_____ мм}$;
- Довжина $L = \text{_____ мм}$;
- Висота в місці надрізу $h_0 = \text{_____ мм}$;
- Площа в місці надрізу $F_0 = b_0 \cdot h_0 = \text{_____ мм}^2$



Порядок проведення експерименту:

- встановлюємо зразок на опорі, піднявши перед цим молот на потрібну висоту;
- здійснюємо удар;
- визначаємо кут підняття молота після удару та за таблицею визначаємо роботу руйнування в Джоулях ;

:

$$a_n = \frac{A_n \left(\frac{\text{Дж}}{\text{мм}^2} \right)}{F_0}$$

1) для першого зразка $a_n =$

2) для другого зразка $a_n =$

3) для третього зразка $a_n =$

Висновки:

Лабораторна робота №12

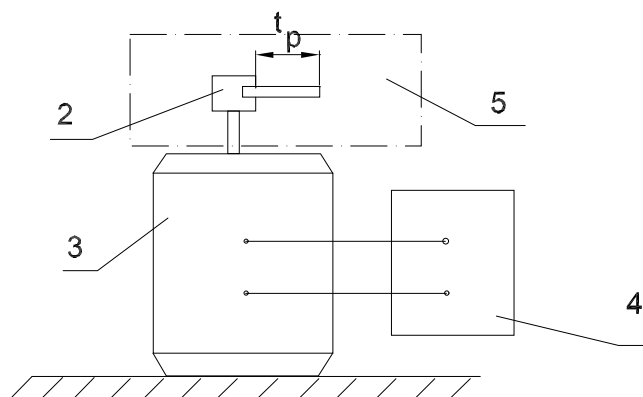
Визначення модуля пружності динамічним способом при поперечних коливаннях.

Мета роботи :

- ознайомитись з методикою вимірювання динамічних характеристик матеріалу;
- визначити модуль пружності при резонансних коливаннях консольно закріплених зразків.

Схема випробувального обладнання для вимірювання модуля пружності

- 1 – зразок;
- 2 – затискувач;
- 3 – вібратор;
- 4 – генератор синусоїдального напруження;
- 5 – термокамера;



$$E_0 = 38.3 \cdot \frac{\rho \cdot l_p^4}{h^2} \cdot \nu_r^2 \cdot 10^{-9} \text{ — динамічний модуль пружності}$$

Геометричні характеристики зразка:

- висота зразка $b = \text{___ мм}$;
- ширина зразка $h = \text{___ мм}$;
- робоча(активна) довжина зразка $L_p = \text{___ мм}$;
- густина зразка $\rho = \frac{m}{hbL_p} = \text{___} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$;
- частота коливань $\nu_r = \text{___ Гц}$;

Зважування зразка проводимо на аналітичних важелях

$$E_\omega = 38.3 \cdot \text{—————} = \text{___ МПа.}$$

Висновок:

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів. - К.: Вища школа. 2004. - 655 с.
2. Костин П.П. Физико-механические испытания металлов, сплавов и неметаллических материалов. - М.: Машиностроение. 1990. - 256 с.
3. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение.
4. ГОСТ 9454-78. Металлы. Метод испытаний на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенной температурах.
5. ГОСТ 11262-80. Пластмассы. Методы испытаний на растяжение.
6. ГОСТ 4651-82. Пластмассы. Метод испытаний на сжатие.

З М І С Т

Загальні положення.....	3
Правила техніки безпеки при проведенні лабораторних робіт.....	4
Лабораторна робота № 1. Визначення механічних характеристик металів при розтягу.....	5
Лабораторна робота № 2. Визначення механічних характеристик пластмаси при розтягу. Визначення модулю пружності.....	8
Лабораторна робота № 3. Випробування матеріалів на стиск.....	11
Лабораторна робота № 4. Випробування пружин на стиск. Визначення модулю зсуву.....	13
Лабораторна робота № 5. Випробування матеріалів на згин.....	15
Лабораторна робота № 6. Визначення переміщень в консольних балках.....	19
Лабораторна робота № 7. Визначення переміщення при триточковому згині.....	20
Лабораторна робота № 8. Визначення переміщення в статично невизначеній балці.....	22
Лабораторна робота № 9. Визначення деформації пружного кільця.....	24
Лабораторна робота № 10. Визначення критичної сили при осьовому стиску стрижня.....	26
Лабораторна робота № 11. Визначення ударної в'язкості.....	28
Лабораторна робота № 12. Визначення модуля пружності динамічним способом при поперечних коливаннях.....	29
Список літератури.....	30