

Ванкевич П.І., Бурнаєв О.М., Лебідь Н.М.

# **ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ**

**Навчальний посібник**

Видавництво ПП “Магнолія 2006”

Львів 2025

УДК 620.17(0.75.8)

В 17

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

*Рецензенти:*

**Когут М.С.** – доктор технічних наук, завідувач кафедри технології матеріалів

(Львівський державний аграрний університет)

**Сулим Г.Т.** – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри механіки

(Львівський Національний університет ім. І.Франка)

В 17     **Венкевич П.І., Бурнаєв О.М., Лебідь Н.М.**

**Лабораторний практикум з опору матеріалів:** Навчальний посібник. – Львів: “Магнолія 2006”, 2025. – 217 с.

ISBN 966-8340-32-9 “Магнолія плюс”

*Ілюстрований навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів стаціонарної та заочної форми навчання призначений для забезпечення підготовки та проведення лабораторних робіт з предметів “Опір матеріалів”, “Механіка матеріалів та конструкцій”, “Технічна механіка” тощо.*

УДК 620.17(0.75.8)

ISBN 966-8340-32-9

© Венкевич П.І., Бурнаєв О.М., Лебідь Н.М., 2025

© “Магнолія 2006”, 2025

# ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
Лабораторне обладнання та вимірювальні прилади	12
Лабораторна робота № 1. Побудова та вивчення діаграми розтягу маловуглецевої сталі .....	56
Лабораторна робота № 2. Визначення модуля пружності, границь пропорційності та текучості матеріалів	74
Лабораторна робота № 3. Визначення коефіцієнта Пуассона для сталі .....	84
Лабораторна робота № 4. Випробування матеріалів на стиск .....	90
Лабораторна робота № 5. Визначення коефіцієнта концентрації напружень при розтязі смуги з отвором .....	108
Лабораторна робота № 6. Порівняльне випробування на розтяг гладких та надрізаних циліндричних зразків .....	116
Лабораторна робота № 7. Дослідна перевірка теорії позацентрального розтягу стержня .....	121
Лабораторна робота № 8. Випробування циліндричної гвинтової пружини .....	128
Лабораторна робота № 9. Дослідження втрати	

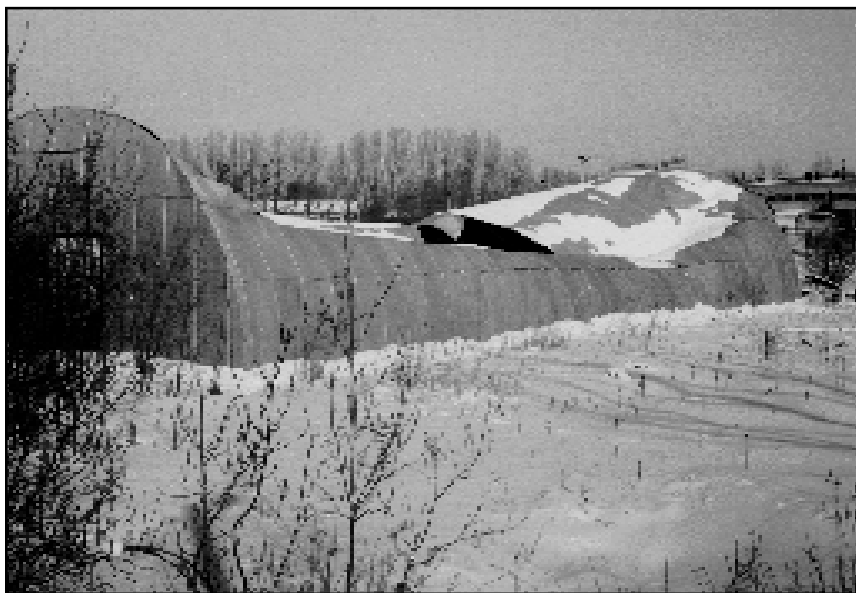
стійкості стержня при осьовому стиску .....	132
Лабораторна робота № 10. Дослідження кручення стержнів круглого перерізу .....	139
Лабораторна робота № 11. Дослідження кручення стержнів прямокутного перерізу .....	150
Лабораторна робота № 12. Визначення модуля зсуву матеріалу .....	155
Лабораторна робота № 13. Вивчення зрізу сталевого циліндричного зразка .....	159
Лабораторна робота № 14. Визначення напружень при плоскому згині балки .....	163
Лабораторна робота № 15. Визначення прогинів і кутів повороту перерізів балки при плоскому згині .....	172
Лабораторна робота № 16. Визначення напружень і переміщень при косому згині балки .....	178
Лабораторна робота № 17. Визначення ударної в'язкості при згині надрізаного призматичного зразка ....	186
Лабораторна робота № 18. Випробовування матеріалів на втому при знакозмінних напруженнях .....	195
Лабораторна робота № 19. Визначення центру згину	

балки відкритого профіля .....	208
--------------------------------	-----

## ВСТУП

Навчальний посібник призначений заповнити пробіл в учбовій літературі з опору матеріалів українською мовою та поповнити бібліотечний фонд вищих закладів освіти України новим широко ілюстрованим виданням з даної тематики. З часу виходу масовими тиражами багатьох відомих збірників лабораторних робіт пройшло 30-40 років, лише мала їх частка видана недавно та українською мовою, і за цей проміжок часу змінилась як матеріальна база та вимірювальна техніка, так і з'явилися принципово нові конструкційні матеріали, методи їх випробувань та розрахунків, а бібліотечні фонди значно зносились. З використанням фотоматеріалів, зібраних у провідних університетах західного регіону України (Львівський Національний університет імені Івана Франка, Національний університет “Львівська політехніка”, Львівський державний аграрний університет, Львівська філія Дніпропетровського університету залізничного транспорту) тощо, які володіють унікальним (хоч і застарілим) лабораторним обладнанням, у посібнику вдалося відобразити та охарактеризувати основні типи випробувальних машин, закономірності поведінки та руйнування різних типів матеріалів у довільних умовах навантаження. Книга спрямована також на зміцнення довіри до теоретичних викладок, що пропонуються студентам на лекційних заняттях, шляхом їх дослідної перевірки та вироблення критичного ставлення до спрощених математичних моделей через аналіз причин розбіжностей результатів розрахунку та експерименту.

Слід зауважити, що посібник не акцентує увагу на сучасних цифрових методах та засобах збору і обробки експериментальних даних, поширених в університетських та наукових лабораторіях розвинутих країн. Попри це, основні принципи та формули опору матеріалів, а також математичні методи оцінки похибок вимірювань не змінюються від того, чи дані зібрані за допомогою комп'ютера, аналогового багатоканального автоматичного тензореєстратора чи вручну, а автори посібника доклали усіх зусиль, щоб він не втратив актуальності і при впровадженні в учбовий процес найновіших досягнень техніки та електроніки.



*Руйнування оболонки від снігового навантаження внаслідок відсутності технічної культури при монтажі*

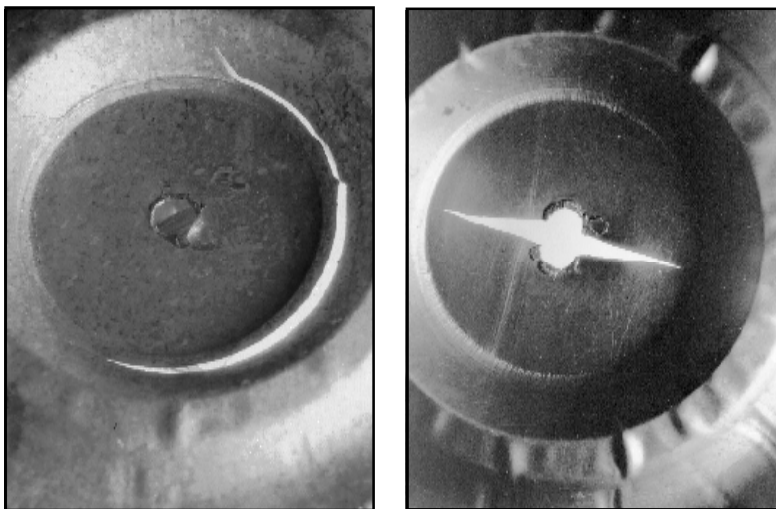
Ілюстративний матеріал, наведений у посібнику, формує загальну картину експериментальних проблем та завдань опору матеріалів, а також акцентує увагу на їх важливості для практики. Через велику різноманітність наявного професійного лабораторного обладнання українського та закордонного виробництва, лише перелік найменувань якого складає товсті каталоги, у посібнику не акцентувалась увага на інструкціях з керування тими чи іншими машинами, описано лише їх призначення та принципи роботи.

Для проведення запропонованих нижче лабораторних робіт використовуються універсальні машини та установки (універсальні гідравлічні машини, у тому числі з циклічною дією, маятниковий копер тощо), електротензометричне обладнання, а також традиційні вимірювальні прилади (штангенциркуль, мікрометр, індикатор для лінійних вимірювань, торсіометр, інclinометр, ділильна машина, важільний тензомер, дзеркальний тензомер, електротензометричне обладнання, електронний осцилограф тощо).

Посібник є корисним для студентів заочної форми навчання, у програму яких лабораторний практикум введено у скороченому обсязі, а також для студентів філій та навчально-консультаційних центрів університетів, котрі, як правило, на даний час не володіють достатньою експериментальною базою для проведення усіх перерахованих лабораторних робіт. Наведені ілюстрації обладнання та зразків, хоч і не можуть повною мірою замінити вражень від власноруч виконаної лабораторної роботи, проте формують загальну картину поведінки матеріалів, методів та



засобів вимірювань, їх важливості для практики та науки. Обсяг посібника у 19 лабораторних робіт складено відповідно до учбових програм, хоча кількість їх можна збільшувати. Для сільськогосподарського університету це зокрема - фізико-механічні характеристики продуктів рослинництва та тваринництва, поляризаційно-оптичні методи дослідження напруженого стану робочих органів машин, динамічні випробування сировини переробних виробництв тощо. Автори вважають пропоновані роботи базовими при підготовці спеціаліста, а інші дослідження (механічні параметри новітніх конструкційних матеріалів чи рослинних волокон тощо) можна розглядати як науково - дослідну, а не учбову роботу.



*Для виробництва мало володіти обладнанням - у даному випадку матрицею, пуансоном та пресом - різні матеріали реагують на однакову деформацію по-своєму*

З лабораторного курсу виключено розгляд поляризаційно-оптичних методів визначення напруженого стану, оскільки, з одного боку, мало які лабораторії мають необхідне для цього обладнання, а з іншого, що найважливіше, через втрату актуальності таких методів при сучасному розвитку програмних засобів для знаходження напружено-деформованого стану тіл довільної топології. При цьому дані методи можна все ж вважати зручним засобом для швидкої наближеної оцінки найвразливіших місць об'єктів, що розглядаються.

За відсутності в Україні ринку обладнання для учбових лабораторій з опору матеріалів можуть виявитись цікавими підходи до власноручного створення лабораторних пристроїв подібного призначення різними учбовими лабораторіями. Наведені фото можуть слугувати макетами для подальших розробок як заводами-виробниками учбового обладнання, так і технічними службами університетів, що певними типами обладнання не володіють. Вони також покликані стимулювати технічну уяву студентів - майбутніх інженерів у напрямку розробки власних вимірювальних систем та методик відповідно до потреб виробництва чи науки, відмови від штампів та пошуку готового спеціалізованого обладнання, часто високої вартості, замість конструювання власного, оригінального, або з готових універсальних блоків.

Автори сподіваються, що даний посібник, окрім виконання основного завдання - забезпечення учбового процесу, внесе

посильний вклад у підвищення загальної технічної культури свого читача навіть за умови неможливості особистого виконання наведених у практикумі лабораторних робіт.

Навчальне видання

Петро Іванович ВАНКЕВИЧ  
Олексій Михайлович БУРНАЄВ  
Наталя Миколаївна ЛЕБІДЬ

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ  
З ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ**  
Навчальний посібник

Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк цифровий.  
Гарнітура “Таймс”. Умов. друк. арк. 12,89

ПП “Магнолія 2006”  
м. Львів-53, 79053, Україна, тел.+380503701957  
e-mail: magnol06@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів  
видавничої продукції: серія ДК № 2534 від 21.06.2006 року,  
видане Державним комітетом інформаційної політики,  
телебачення та радіомовлення України

Надруковано у друкарні видавництва “Магнолія 2006”