

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства



ЗАТВЕРДЖУЮ

Дека́н факультету інженерії,
транспорту та архітектури

Олег ПОЛІЩУК

2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Напруження та деформації в металах**
 Освітньо-професійна програма **Відновлення та технічний сервіс автомобілів**
 Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Посонський Сергій Феліксович
Профайл викладача	http://znm.khnu.km.ua/vykladatskyj-sklad
E-mail викладача(ів)	posonskyis@khmnu.edu.ua
Контактний телефон	+38-067-3913632
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=7889
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	Очні: середа, 5-а пара, 4-114. Онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Семінарські заняття	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			залік	іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
О	Д	3	6	6	180	72	36	36			108				+

Анотація дисципліни

Дисципліна «Напруження та деформації в металах» є однією із фахових дисциплін і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство» за освітньо-професійною програмою «Відновлення та технічний сервіс автомобілів». У дисципліні розглядаються загальні поняття напружень та деформацій в металах як суцільних так і зварних конструкцій, розподіл, причини виникнення та усунення напружень і деформацій, конкретні підходи до визначення напружень і деформацій та розрахунку на міцність елементів конструкцій. Дисципліна викладається для студентів денної та заочної форм навчання. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема оглядові лекції (для студентів заочної форми навчання).

Пререквізити –математика, теоретична механіка, опір матеріалів, технологія конструкційних матеріалів, матеріалознавство, теоретичні основи теплотехніки; **кореквізити** – наплавлення та напильнення матеріалів, ремонт і відновлення машин, вузли тертя машин.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Формування особистості фахівця, здатного вирішувати типові та складні завдання стосовно причин виникнення напруженого стану в металах, та можливостей запобігання або усунення напружень і деформацій в металах та металевих конструкціях.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок з засвоєння фізичної сутності процесів утворення деформацій і напружень в металах та металевих конструкціях, ознайомлення із існуючими методами розрахунків та експериментальних визначень напруженого стану металів, засобами їх попередження, зменшення або усунення.

Очікувані результати навчання.

Після вивчення дисципліни студент має: досконало **володіти** професійною термінологією та основними поняттями напружено-деформованого стану металів; **визначати** напруження та деформації в металевих конструкціях при дії зовнішнього навантаження; **виконувати** інженерні розрахунки на міцність металевих конструкцій, зварних з'єднань і зварних конструкцій при статичному і динамічному навантаженні відповідно до нормативних документів; **застосовувати** необхідні методи та засоби визначення напружень та деформацій в металах; **знаходити** раціональні і ефективні конструктивні рішення при проектуванні металевих конструкцій на основі фундаментальних і спеціальних знань.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ тижня	Тема лекції	Тема лабораторної роботи	Самостійна робота студентів		
			Зміст	Год	Література
1	2	3	4	5	6
1	Вступ. Основні положення і поняття про металеві конструкції та їх характеристики.	Визначення геометричних характеристик плоского перерізу.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 1). Підготовка до виконання лабораторної роботи. №1.	4	[1, с. 10-12; 3, с. 76-80; 4, с. 3-6; 5, с. 5-9.]
2	Напруження та деформації що виникають у металі при навантаженні.	Визначення геометричних характеристик плоского перерізу.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 2). Підготовка до виконання лабораторної роботи. №1.	6	[1, с. 12-16; 3, с. 85-87; 4, с. 6-9; 5, с. 5-9.]
3	Пружна та пластична деформація. Вплив пластичної деформації на структуру і властивості металу.	Визначення геометричних характеристик плоского перерізу.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 3). Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	4	[1, с. 16-34; 3, с. 87-95; 4, с. 9-11; 5, с. 5-9.]
4	Визначення геометричних характеристик плоских перерізів зварних конструкцій. Площа перерізу. Статичні моменти.	Визначення геометричних характеристик плоского перерізу.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 4). Підготовка до виконання лабораторної роботи №2. Захист лаб. роб. №1.	6	[1, с. 32-36; 3, с. 115-117; 5, с. 5-9.]
5	Моменти інерції плоских перерізів простої форми. Головні осі інерції й головні моменти інерції. Поняття про радіус і еліпс інерції перерізу	Визначення напружень та деформацій в стикових зварних з'єднаннях.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 5). Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	4	[1, с. 38-43; 3, с. 117-127; 5, с. 10-15.]
6	Розподіл напружень і деформацій у зварних швах. Розподіл напружень у стикових швах.	Визначення напружень та деформацій в стикових зварних з'єднаннях.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 6). Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	6	[1, с. 44-65; 3, с. 21-24; 5, с. 10-15.]

1	2	3	4	5	6
7	Розподіл напружень у лобових швах. Розподіл напружень у з'єднаннях із фланговими швами.	Визначення напружень та деформацій в стикових зварних з'єднаннях.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 7). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Захист лаб.роб. №2.	6	[1, с. 44-65; 3, с. 25-30; 5, с. 10-15.]
8	Розподіл напружень у комбінованих з'єднаннях з лобовими і фланговими швами. Концентрація напружень у паяних швах	Визначення напружень та деформацій в кутових зварних з'єднаннях.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 8). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Підготовка до тестового контролю з тем 1-3.	12	[1, с. 64-95; 3, с. 30-32; 5, с. 15-20]
9	Розрахунок стикових швів. Розрахунок кутових швів напусткових з'єднань. Розрахунок точкових зварних з'єднань	Визначення напружень та деформацій в кутових зварних з'єднаннях.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 9). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Тестовий контроль з тем 1-3.	4	[1, с. 112-119; 3, с. 43-45; 4, с. 14-19; 5, с. 15-20]
10	Послідовність проектувального розрахунку зварних з'єднань. Рекомендації з конструювання зварних з'єднань стикових і напусткових. Паяні з'єднання.	Визначення напружень та деформацій в кутових зварних з'єднаннях.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 10). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3.	6	[1, с. 112-119; 3, с. 45-47; 4, с. 20-29 5, с. 15-20]
11	Розрахунки зварних з'єднань з кутовими швами. Розрахунок таврових з'єднань.	Визначення напружень та деформацій в кутових зварних з'єднаннях.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 11). Підготовка до виконання лабораторної роботи №4. Захист лаб.роб. №3	4	[1, с. 112-119; 3, с. 59-61; 4, с. 29-33; 5, с. 15-20]
12	Розрахунок зварної балки. Загальні положення. Розрахунок перерізу балки. Вимоги до розрахунку перерізу. Перевірка перерізу. Стійкість балок.	Визначення напружень та деформацій в металах при контактному зварюванні.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 12). Підготовка до виконання лабораторної роботи №4.	6	[1, с. 112-119; 2, с. 180-200; 3, с. 140-159; 5, с. 21-26]
13	Розрахунок зварної балки. Постановка ребер жорсткості.	Визначення напружень та деформацій в металах при контактному зварюванні.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 13). Підготовка до виконання лабораторної роботи №4.	6	[1, с. 112-119; 2, с. 201-210; 3, с. 160-184; 5, с. 21-26]
14	Вплив властивостей металів на розподіл напружень при високих температурах.	Визначення напружень та деформацій в металах при контактному зварюванні.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 14). Підготовка до виконання лабораторної роботи №5. Захист лаб.роб. №4.	6	[1, с. 175-208; 4, с. 34-36; 5, с. 21-26]
15	Утворення власних напружень та деформацій при зварюванні.	Визначення напружень та деформацій в зварних з'єднаннях, що працюють на згин та складний опір.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 15). Підготовка до виконання лабораторної роботи №5.	4	[1, с. 210-228; 4, с. 37-39; 5, с. 27-32]
16	Нерівномірні по товщині пластини деформації. Зрухові деформації. Деформації елементів при зварюванні стикових з'єднань із зазором.	Визначення напружень та деформацій в зварних з'єднаннях, що працюють на згин та складний опір.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 16). Підготовка до виконання лабораторної роботи №5.	6	[1, с. 228-230; 4, с. 40-43; 5, с. 27-32]

1	2	3	4	5	6
17	Деформації в з'єднаннях з кільцевими швами.	Визначення напружень та деформацій в зварних з'єднаннях, що працюють на згин та складний опір.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 17). Підготовка до виконання лабораторної роботи №5. Підготовка до тестового контролю з тем 3-5.	10	[1, с. 232-241; 4, с. 43-44; 5, с. 27-32]
18	Нерівномірний напружений стан металів.	Визначення напружень та деформацій в зварних з'єднаннях, що працюють на згин та складний опір.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 18). Захист лаб.роб. №5. Тестовий контроль з тем 3-5.	8	[1, с. 242-245; 4, с. 44-46; 5, с. 27-32]

Політика дисципліни

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття. Пропущене практичне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До лабораторних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ (вебсайт Університету (<https://khmnu.edu.ua/>): розділ «Нормативні документи», рубрика – «Положення», сторінка – «Положення про організацію освітньої діяльності».).

Критерії оцінювання результатів навчання

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою відповідно до Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

При цьому використовуються методи поточного контролю: усне опитування перед допуском до лабораторного заняття; захист лабораторних робіт; тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу, який проводиться тестуванням з усього матеріалу дисципліни. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (іспит), вважається невстигаючим. Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота					Самостійна робота		Семестровий контроль, іспит	
Лабораторні роботи №:					Тестовий контроль:		Підсумковий контрольний захід	
1	2	3	4	5	T1	T2	1	
0,4					0,2		0,4	

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з сорока тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 40.

Оцінювання здійснюється за **чотирибальною** шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту:

Сума балів за тестові завдання	1–23	24–29	30–37	38–40
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 90 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

Екзаменаційна оцінка виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться у межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться кількість балів, а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ECTS	Інституційна шкала балів	Інституційна оцінка	Критерії оцінювання	
A	4,75-5,00	5	Зараховано	Відмінно - глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок.
B	4,25-4,74	4		Добре - повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками.
C	3,75-4,24	4		Добре - в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками.
D	3,25-3,74	3		Задовільно - неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією.
E	3,00-3,24	3		Задовільно - неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00-2,99	2	Незараховано	Незадовільно - безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00-1,99	2		Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни.

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

1. Класифікація видів навантаження.
2. Основні типи несучих конструкцій транспортних і технологічних машин.
3. Основні вимоги до несучих конструкцій,
4. Види зварних з'єднань і зварних швів.
5. Характеристика зварних з'єднань.
6. Розрахунок міцності зварних з'єднань зі стиковими швами.
7. Розрахунок міцності зварних з'єднань з кутовими швами.
8. Розподіл зусиль у зварних з'єднаннях.
9. Вплив концентрації напружень на міцність зварних з'єднань.
10. Розрахунки зварних з'єднань при змінному навантаженні.
11. Розрахунки на міцність зварних з'єднань при ударі.
12. Розрахунки зварних балок на міцність та жорсткість.
13. Розрахунки елементів балок.
14. Розрахунки на стійкість зварних стійок.
15. Розрахункові режими для рам та кузовів транспортних машин.
16. Власні напруження при зварюванні та їх класифікація.
17. Розрахунковий метод визначення власних напружень.
18. Методи визначення деформацій та напружень в процесі зварювання.
19. Технологічні заходи регулювання деформацій при зварюванні.
20. Визначення залишкових напружень в зварних конструкціях.
21. Деформації та напруження в процесі зварювання.
22. Утворення деформації та власних напружень при зварюванні.
23. Механічні властивості металів в процесі зварювання.
24. Деформації в процесі зварювання.
25. Деформування зварних конструкцій з часом
26. Залишкові напруження в зварних конструкціях і їх вплив на міцність.
27. Залишкові напруження в зварних конструкціях.
28. Методи усунення залишкових напружень.
29. Вплив залишкових напружень на міцність.
30. Перевірка перерізу балки. Стійкість балок.

Рекомендована література

Основна література

1. Напруження та деформації при зварюванні і паянні : підручник / Л. М. Лобанов, Г. В. Єрмолаєв, В. В. Квасницький, О. В. Махненко, Г. В. Єгоров, А. В. Лабарткава ; за заг. ред. Л. М. Лобанова. – Миколаїв : НУК, 2016. – 246 с.
2. Трач В. М. Опір матеріалів (спеціальний курс) : підручник / В. М. Трач, А. В. Подворний. – Київ : Каравела, 2016. – 434 с.
3. Деревенько І. А. Короткий курс опору матеріалів : навчальний посібник / І. А. Деревенько, Р. І. Сивак. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 308 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Напруження та деформації при зварюванні» для студентів денної форми навчання з напрямку 7.050504 - Технологія та устаткування зварювання / уклад. Гасило Ю. А. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 48 с.
5. Напруження та деформації в металах : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 131 «Матеріалознавство» / С.Ф. Посонський, – Хмельницький: ХНУ, 2022. – 35 с.

Додаткова література

1. Махненко В. І. Напруження та деформації при зварюванні : навчальний посібник / В. І. Махненко, Г. В. Єрмолаєв, В. В. Квасницький, А. В. Лабарткава. – Миколаїв : НУК, 2011. – 240 с.

2. Єрмолаєв Г.В. Паяння матеріалів : підручник / Г.В. Єрмолаєв, В.В. Квасницький, В.Ф. Квасницький, С.В. Максимова, В.Ф. Хорунов, В.В. Чигарьов. – Миколаїв: НУК, 2015. – 340 с.

3. Нахайчук В.Г. Технічна механіка. Книга 2. Опір матеріалів : підручник / В.Г. Нахайчук, В.А. Матвійчук, Д.В. Чернілевський. – Київ: НМК, 1992. – 272с.

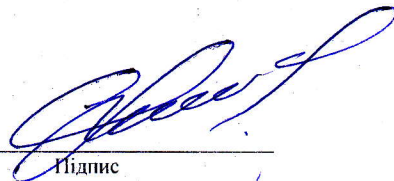
4. Єрмолаєв, Г. В. Міцність зварних з'єднань : підручник / Г. В. Єрмолаєв. – Миколаїв : НУК, 2007. – 220 с.

5. Фізичні основи міцності та руйнування : Конспект лекцій з дисципліни для студентів напряму підготовки 6.050403 „Інженерне матеріалознавство” спеціальності 8(7).05040303 – «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» денної та заочної форм навчання / Уклад.: В.В. Холявко. – К.: НТУУ „КПІ”, 2015. – 100 с.

6. Сивак Р.І. Пластичність металів при немонотонному навантаженні / Р.І. Сивак, К. І. Коцюбівська // Наукові праці ВНТУ. – 2011. – No 1. – С. 1 – 5

7. Напруження та деформації при зварюванні : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки «Зварювання» / С.Ф. Посонський, О.П. Бабак. – Хмельницький : ХНУ, 2016. – 32 с.

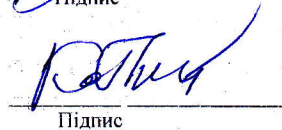
Викладач



Підпис

Сергій ПОСОНСЬКИЙ

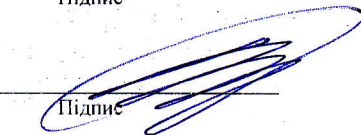
Гарант ОП



Підпис

Павло КАПЛУН

Зав. кафедри



Підпис

Олександр ДИХА