

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра Фізичне матеріалознавство
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан ІОФ Олександр КЛИМОВ

202__ року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК34 Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів
(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) Прикладне матеріалознавство
(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність 132 «Матеріалознавство»
(код і найменування спеціальності)

галузь знань 13 «Механічна інженерія»
(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

програма з дисципліни Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 132 «Матеріалознавство»
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) «Прикладне матеріалознавство»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник (и): Олександр КЛИМОВ, доцент, к.т.н.
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вісні звання)
Олена ЛИСИЦЯ, ст.викладач

Програма погоджена:

Завідувач кафедри

на якій виконується освітній компонент

Вадим ОЛЬШАНЕЦЬКИЙ

22 08 2024

Гарант освітньої програми

Валерій ВІНЧЕНКО

(ім'я прізвище)
22 08 2024

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету
(найменування факультету)

Протокол від «_22» серпня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії

Олександр КЛИМОВ

(ім'я прізвище)
22 08 2024

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	132 Матеріалознавство
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	6	
Модулів	1	1
Змістових модулів	2	2
Семестр	7	7
Загальна кількість годин	180	
з них аудиторних:	60	12
<i>лекції</i>	30	6
<i>практичні</i>	-	-
<i>лабораторні</i>	30	6
<i>семінарські</i>	-	-
з них самостійної роботи:	120	178
Занять на тиждень	4	12
Індивідуальні завдання	10	
Форма контролю	залік	
Курсова робота (проєкт) (загальний обсяг)	2 год.	

2.**Мета навчальної дисципліни**

Метою вивчення дисципліни є формування знань щодо теоретичних основ міцності, формування механічних властивостей матеріалів, зв'язку між хімічним складом, структурою і властивостями матеріалів, оволодіння основними методами випробувань та стандартами.

3. Завдання вивчення дисципліни

Основне завдання навчальної дисципліни: вивчення дисципліни «Механічні властивості матеріалів та конструкційна міцність матеріалів» є розвинення знань та практичних навичок студентів в напрямку оволодіння основними методами випробувань та стандартами.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Вивчення дисципліни базується на знаннях окремих розділів математики, фізики, кристалографії, фазових рівноваг, металознавство, машинобудівних матеріалів, теорії та технології термічної обробки і складає необхідний фундамент для активного засвоєння таких дисциплін, як «Сталі та сплави з особливими властивостями», «Кольорові метали і сплави», «Наукові основи вибору матеріалів та технологій». Відомості, одержані в наданому курсі, є необхідною базою для виконання науково-дослідних, курсових та дипломних робіт.

5. Характеристика навчальної дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності: КЗ.06.Здатність до адаптації та дії в новій ситуації. КЗ.10. Здатність працювати автономно.

фахові компетентності: КС.02. Здатність продемонструвати розуміння проблем якості матеріалів та виробів. КС 03. Здатність продемонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в галузі матеріалознавства. КС.04.Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства. КС.05.Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем. КС.12.Здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів. КС.14.Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів. КС 15 Здатність застосовувати знання технічних характеристик, умов роботи, для вибору контрольно-вимірювальних приладів. КС16. Здатність обґрунтовано здійснювати вибір матеріалів для конкретних умов експлуатації. КС17. Здатність обирати методики покращення комплексу технологічних і службових властивостей.

очікувані програмні результати навчання: РН9 Уміти експериментувати та аналізувати дані. РН12 Знати інженерні дисципліни, що лежать в основі спеціальності, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, в тому числі мати певну обізнаність в їх останніх досягненнях. РН27 Знання принципів, методів та нормативної бази стандартизації, сертифікації й акредитації матеріалів та виробів з них. РН31 Володіння методами та основними принципами підвищення конструкційної міцності матеріалів і відповідно збільшення експлуатаційного ресурсу деталей машин та конструкцій. РН33 Демонструвати

знання методів та навички практичного застосування методів експериментальних досліджень хімічних, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів та виробів.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика та класифікація механічних властивостей.

Тема 1. Загальна характеристика механічних властивостей матеріалів та їх випробувань. Мета дисципліни, її задачі. Історія розвитку науки про механічні властивості матеріалів. Класифікація властивостей. Комплексна оцінка властивостей матеріалів. Класифікація випробувань. Класифікація напружень та деформацій. Епюри напружень, умовні та дійсні напруження та деформації. Нормальні та дотичні напруження. Методи описання напруженого та деформованого станів. Умови подібності при механічних випробуваннях. Стандартизація методів випробування механічних властивостей.

Тема 2. Пружні властивості матеріалів. Фізичні основи пружності твердих тіл. Сили зв'язку в різних матеріалах. Закон Гука, модулі пружності, коефіцієнт Пуасона. Фактори, що впливають на характеристики пружності. Неповна пружність (ефект Баушингера, пружня післядія). Внутрішнє тертя: природа, основні характеристики, методи їх визначення. Методи визначення пружних характеристик. **Тема 3. Пластичні деформація та властивості.** Дислокаційні механізми пластичної деформації. Недислокаційні механізми пластичної деформації. Низькотемпературна (холодна) пластична деформація. Ковзання та двійникування в моно- та полікристалах. Системи легкого ковзання. Деформаційне зміцнення, фактори, які впливають на деформаційне зміцнення. Надпластичність. Зміни структури та властивостей при нагріванні наклепаних сплавів. Пластична деформація в неметалевих матеріалах. Залежність характеру деформування від швидкості та температури деформації. Особливості деформації полімерів у склоподібному, високопластичному та кристалічному станах. Фактори, які впливають на величину пластичної деформації. Фізичні основи зміцнення сплавів: твердорозчинне, зерномежове, частинками хімічних сполук, дислокаційне, за рахунок створення гетерогенних та анізотропних структур, армуванням.

Тема 4. Руйнування. Основи теорії руйнування, лінійна механіка руйнування. Теорія Гріфітса. Критичний коефіцієнт інтенсивності напружень. Руйнування металів: в'язке, перехід від в'язкого до крихкого руйнування, крихке руйнування. Види і характеристики зламів. Вплив схеми напруженого стану на характер руйнування (діаграма Фрідмана). Вплив температури та швидкості випробування на перехід від в'язкого до крихкого руйнування. Руйнування полімерів. Тріщиностійкість. Критичний коефіцієнт інтенсивності напружень і фактори, які впливають на його величину. Фізичні основи підвищення опору руйнуванню металевих та неметалевих матеріалів.

Тема 5. Властивості матеріалів при статичних випробуваннях. Загальні особливості статичних методів випробувань. Випробування розтягуванням: стандарти, зразки, обладнання. Силвимірювачі, датчики подовження, методика проведення випробувань. Відбирання зразків. Первинні і вторинні діаграми. Методика побудови вторинних діаграм. Фактори, які впливають на вид діаграми

розтягування. Визначення характеристик міцності (границі пропорційності, границі пружності, границі плинності, границі міцності), пластичності (умовного та дійсного відносного видовження, умовного та дійсного відносного звуження). Визначення повної і питомої роботи деформації. Деформаційне старіння: статичне та динамічне. Вплив на властивості матеріалів. Запобігання старінню; використання позитивних якостей. Випробування для визначення опору релаксації напружень. Статичні та динамічні методи визначення схильності до старіння. Випробування стисненням, згинанням, стандарти, зразки, обладнання, методики. Визначення характеристик міцності та пластичності. Випробування для визначення коефіцієнта КІС. Випробування крутінням: стандарти, зразки, обладнання, методики. Визначення характеристик міцності та пластичності. Фактори, які впливають на властивості при статичних випробуваннях.

Змістовий модуль 2. Випробування властивостей матеріалів.

Тема 6. Властивості матеріалів при динамічних випробуваннях. Складові ударної в'язкості: роботи зародження та розповсюдження тріщини. Особливості деформації та руйнування при динамічному випробуванні. Методи випробування. Випробування динамічним згином: стандарти, зразки, обладнання, методика. Визначення ударної в'язкості, впливу концентраторів напружень на ударну в'язкість. Визначення складових ударної в'язкості (роботи зародження та розповсюдження тріщини). Фактори, які впливають на ударну в'язкість. Види крихкості: червоноламкість, синьоламкість, холодноламкість, воднева крихкість, відпускна крихкість.

Тема 7. Властивості матеріалів при підвищених та високих температурах. Особливості пластичної деформації та руйнування при підвищених температурах. Жароміцність. Повзучість і її види (зворотня, логарифмічна, високотемпературна, дифузійна). Границя повзучості. Зразки, обладнання, методика, стандарти для визначення границі повзучості, границі довготривалої міцності. Обробка результатів експериментів. Особливості легування, термічної обробки та структури жароміцних Fe, Ni, Ti сплавів. Фактори, які впливають на опір повзучості та жароміцність: високолеговані сплави, гетерофазні сплави, композиційні матеріали, направлено закристиалізовані та монокристалічні вироби.

Тема 8. Випробування твердості. Фізична сутність твердості. Методи та обладнання для визначення макро- та мікротвердості. Обґрунтування вибору метода визначення твердості. Визначення твердості за Роквелом та Брінелем. Визначення твердості за Вікерсом. Динамічні методи визначення твердості (метод Шора). Мікротвердість: підготовка зразків, методика, прилади, фактори, які впливають на твердість матеріалів, напрями підвищення. Кореляція одиниць твердості, визначених різними методами та з іншими механічними властивостями.

Тема 9. Випробування опору матеріалів зношенню та руйнуванню від втоми. Види зношення, зносостійкість. Зразки, обладнання та методики визначення зносостійкості. Фактори, які впливають на зносостійкість матеріалів. Шляхи підвищення зносостійкості (легування, регулювання фазового складу, термічна та хіміко – термічна обробка, наплавлення, напилення). Конструкційні, технологічні та експлуатаційні заходи підвищення ресурса роботи виробів. Руйнування від втоми. Особливості пластичної деформації та руйнування при

циклічній зміні напруження. Цикл навантаження. Зразки, обладнання, методика, стандарти для визначення границі витривалості. Особливості будови зламу при руйнуванні від втоми. Шляхи підвищення опору руйнуванню від втоми. Контактна втома. Причини руйнування. Зразки, обладнання, методика визначення границі контактної витривалості. Підвищення опору руйнуванню від контактної втоми.

Тема 10. Випробування технологічних властивостей матеріалів. Призначення та види випробувань технологічних властивостей. Випробування згинанням, перегинанням, крутінням та витягуванням сферичної ямки. Стандарти на випробування технологічних властивостей: зразки, обладнання, методика. Фактори, які впливають на механічні характеристики матеріалів.

Тема 11. Конструкційна міцність. Поняття конструкційної міцності, різниця між випробуваннями властивостей зразків та конструкцій. Основні механічні властивості, які впливають на конструкційну міцність. Шляхи підвищення конструкційної міцності. Заклучення.

7. Орієнтовний розподіл навчального часу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Загальна характеристика та класифікація механічних властивостей.												
Тема 1. Загальна характеристика механічних властивостей матеріалів та їх випробувань.	9	2				7	10,%	0,5				10
Тема 2. Пружні властивості матеріалів.	13	2		4		7	10					10
Тема 3. Пластичні деформація та властивості.	16	4		4		8	16,5	0,5		1		15
Тема 4. Руйнування	11	2		2		7	11	1				10
Тема 5. Властивості матеріалів при статичних випробуваннях.	16	4		4		8	18	1		2		15
Разом за змістовим модулем 1	65	14		14		37	66	3		3		60
Змістовий модуль 2. Випробування властивостей матеріалів												
Тема 6. Властивості матеріалів при динамічних випробуваннях	14	3		4		7	13	1		2		10

Тема 7. Властивості матеріалів при підвищених та високих температурах	15	3		4		8	16	1				15
Тема 8. Випробування твердості.	10	2		2		6	11			1		10
Тема 9. Випробування опору матеріалів зношенню та руйнуванню від втоми.	10	4		4		6	16	1				15
Тема 10. Випробування технологічних властивостей матеріалів.	4	2		2			7					7
Тема 11. Конструкційна міцність.	12	2			10		7					7
Разом за змістовим модулем 2	70	168		16	10	38	69	3		3		63
Усього годин	135	30		30	10	64	135	6		6		123
ІНДЗ			-	-		-			-	-	-	
Усього годин												

8. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
1	Аналіз діаграми розтягування	<i>лабораторна</i>	навчитися визначати основні стандартні та нестандартні властивості матеріалів після випробування розтягуванням: навчитися будувати діаграми умовних та істинних (дійсних) напружень
2	Деформаційне старіння сталі	<i>лабораторна</i>	вивчити причини та наслідки деформаційного старіння, ознайомитися з методами оцінки схильності сталі до деформаційного старіння, в'язності вплив ступеня деформації та параметрів старіння на властивості сталі
3	Вплив структури та стану поверхні зразків на властивості сплавів при крутінні	<i>лабораторна</i>	освоїти методику випробування зразків крутінням і визначення основних властивостей матеріалу при цьому виді випробувань, дослідити вплив стану поверхні зразків і структури матеріалів на властивості при крутінні.
4	Властивості матеріалів при випробуванні ударним згином	<i>лабораторна</i>	вивчити методику проведення динамічних випробувань, обробки результатів випробувань; навчитись визначати ударну в'язкість, температурний поріг холодноламкості;

			ознайомитися з основними видами крихкості.
5	Вибір метода визначення і проведення випробування твердості	лабораторна	вивчити основні методи та прилади для визначення твердості: освоїти основи вибору метода та методики випробування твердості конкретних зразків та виробів.
6	Аналіз результатів випробування сплавів при підвищених температура	лабораторна	вивчити особливості деформації та руйнування сплавів при підвищених температурах, методику визначення границі повзучості та границі тривалої міцності, фактори, які впливають на жароміцність сплавів; ознайомитись з обладнанням та методикою проведення високотемпературних випробувань.
7	Визначення границі витривалості за експериментальними даними	лабораторна	навчитися обробляти дані циклічних випробувань; опанувати основні поняття, терміни та визначення; знати чинники, що впливають на витривалість та циклічну довговічність, фізичну сутність цього впливу

9. Форми та методи контролю

Для студентів денної форми навчання: усне опитування на лабораторних заняттях, аудиторна контрольна робота, тестування. Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, тестування.

Враховуються усі види робіт, які виконуються студентами:

- діалогове спілкування у рамках лекційного та практичного заняття;
- виконання та захист лабораторної роботи;
- результати відповідей на рубіжному контролі;
- результати відповідей на екзамені

10. Критерії оцінювання результатів навчання

За результатами засвоєння дисципліни складається екзамен та курсова робота.

Поточне тестування та самостійна робота											Підсумковий тест (екзамен)	Підсумкова середньозважена оцінка
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						100	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		
20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	10		

T1, T2 ... T11 – теми змістових модулів

Оцінювання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 30	до 20	до 50	100

11. Політика курсу

Під час навчання студенти зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності:

- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю;
- дотримуватися норм законодавства про авторське право;
- приймати активну участь у навчальному процесі;
- не запізнюватися на заняття, не пропускати заняття без поважних причин;
- самостійно і своєчасно вивчати матеріал пропущеного заняття;
- давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.
- бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладачів.

12. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Механічні властивості матеріалів та конструкційна міцність виробів” для студентів спеціальності 132 “Матеріалознавство” денної та заочної форм навчання /Укл.: І.М. Лазечний, О.В. Климов, В.Ф. Череп. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2017. – 74 с.

2. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Механічні властивості матеріалів та конструкційна міцність виробів» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання/ Укладач: І.М. Лазечний, О.В. Климов, В.Ф. Череп. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2017 - 34 с.

13. Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

1. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посіб. / В. О. Пчелінцев, А. І. Дегула. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 247 с.

2. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів. Лабораторний практикум [Текст] : навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітньої програми «Металофізичні процеси та їх комп'ютерне моделювання» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. В. Холявко, І. А. Владимирський. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 116 с.

3. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : підручник / В. В. Холявко, І. А. Владимирський. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка, 2023. – 272 с

4. Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій / Під заг. ред. В. В. Панасюка- Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, 2004. - 912 с

5. Механічні випробування конструкційних матеріалів за високошвидкісного розтягу у широкому діапазоні температур[Текст] : навч. посіб. для студ. вищих

техн. навч. закладів / О. П. Ващенко ; Національний транспортний ун-т. - К. : НТУ, 2000. - 93 с.

6. Матеріали в техніці [Текст] : навч. посіб. / Ю. В. Дзяди́кевич. - Т. : Економічна думка, 2009. - 204 с.

7. Вплив корозійних середовищ на локальне руйнування металів біля концентраторів напружень [Текст] / І. М. Дмитрах, В. В. Панасюк ; НАН України, Фізико-механічний ін-т ім. Г.В.Карпенка. - Л. : [б.в.], 1999. - 341 с

15. Рекомендовані інформаційні джерела

1. Google Академія <http://scholar.google.com.ua/>
2. Матеріалознавство і технологія матеріалів. - URL.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/node/773>
3. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій. - URL.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/924/MZTM_KONSP_LEK.pdf
4. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів (М і ТКМ). - URL.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tsatu.edu.ua/tkm/course/materialoznavstvo-i-tehnolohija-konstrukciynh-materialiv-m-i-tkm/>
5. Шиліна О.П., Шиповалова О.В. Матеріалознавство. - URL.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://posibnyky.vntu.edu.ua/pdf/000725.pdf>
6. Основи матеріалознавства. Навчальний посібник. - URL.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gurt.org.ua/uploads/news/files/2016-BE-min.pdf>