

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-енергетичний факультет
Кафедра загальнотехнічних дисциплін

«ПОГОДЖЕНО»

Декан факультету ТВППТСБ

Михайло ГИЛЬ

« 07 » 07 2025 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

Дмитро БАБЕНКО

« 07 » 07 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Матеріалознавство та теплотехніка

освітньо-професійна програма «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня 3-го року денної форми здобуття вищої освіти на 2025-2026 навчальний рік за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

Освітній ступінь: бакалавр

Галузь знань: 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність: 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

Кваліфікація: «Бакалавр з технології виробництва і переробки продукції тваринництва»

Факультет: Інженерно-енергетичний факультет

Кафедра: загальнотехнічних дисциплін

Курс: 3

Семестр: 5

Мова навчання: українська мова

Миколаїв
2025

Програма відповідає меті та особливостям освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 року денної форми навчання за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», затвердженою Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 28.02.2023 р. (протокол №7).

Розробник програми:

Полянський П.М., в.о. зав. кафедри, кандидат економічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ.

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ.

Протокол № 9 від « 19 » травня 2025 року.

В.о. завідувача кафедри загальнотехнічних дисциплін, канд. екон. наук, доцент



Павло ПОЛЯНСЬКИЙ

Розглянуто та схвалено науково-методичною комісією інженерно-енергетичного факультету МНАУ.

Протокол № 9 від « 20 » травня 2025 року.

Голова науково-методичної комісії ІЕФ МНАУ,
канд. техн. наук, доцент



Володимир МАРТИНЕНКО

Гарант освітньої програми



Галина КАЛИНИЧЕНКО

© МНАУ, 2025 рік

© МНАУ, 2026 рік

1. Анотація

Навчальна дисципліна «Матеріалознавство та теплотехніка» дає здобувачам вищої освіти необхідні відомості про сучасні методи добування і обробки металів та інших конструкційних матеріалів, про їх властивості і будову, способи обробки шляхом лиття, зварювання, кування, різання тощо для надання їм заданої форми і розмірів. Вивчення даного курсу є передумовою до успішного засвоєння ряду спеціальних дисциплін, формуючих технічний кругозір інженера-технолога. Ознайомлення з сучасними способами отримання чорних і кольорових металів та інших конструкційних матеріалів, знання їх основних властивостей і методів обробки, що дають їм потрібні експлуатаційні властивості, необхідні для правильного вибору і використання цих матеріалів.

Вивчення дисципліни ґрунтується на засвоєнні емпіричного закону збереження енергії. Розумінні фізичного змісту функцій стану: внутрішньої енергії, ентальпії та ентропії. Оволодінні поняттями оборотних та необоротних процесів, першого та другого начал термодинаміки з використанням понять ентропії, ексергії та анергії, що є основою для розуміння процесів теплообміну, теплопередачі, принципів роботи теплових машин, холодильників, компресорів та вентиляторів.

Annotation

Academic discipline «Materials and Heat engineering» provides students with the necessary information about modern methods of extraction of metals and other construction materials, their properties and structure, methods of processing by casting, welding, forging, cutting, etc. to give them the desired shape and size. The study of this course is a prerequisite for successful learning a number of special subjects, forming technical minded engineer. Introduction of modern methods of obtaining ferrous and nonferrous metals and other construction materials, knowledge of their basic properties and methods of giving them necessary performance properties required for the proper selection and use of these materials.

The study of the subject is based on mastering the empirical law energy conservation, comprehension of physical content of state functions; internal energy, enthalpy and entropy; acquiring the concept of circulated and no circulated processes and formulation of the second principle of thermodynamics using the notions of entropy, exergy and anergy; comprehension of the foundations of heat exchange and heat transfer processes. These notions of thermodynamics, in particular, the second principle and the foundations of heat transfer are basis for comprehension of the principle of performance of heat machines, coolers and ventilators in particular.

2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: 20 «Аграрні науки та продовольство»	за вибором) ВБ-16
	Освітня спеціальність: 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»	
Модулів – 2	Кваліфікація: технолог з виробництва і переробки продукції тваринництва	Рік підготовки:
Загальна кількість годин - 90		2025-2026 -й
		Семестр
		5-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4, самостійної роботи здобувача вищої освіти – 3	Освітній ступінь: «Бакалавр»	Лекції
		30 год.
		Практичні
		30 год.
		Лабораторні
		-
		Самостійна робота
		30 год.
		Індивідуальні завдання: - год.
Вид контролю: 5 семестр - залік		

Короткий опис

Під час вивчення навчальної дисципліни застосовуються інноваційні педагогічні технології навчання, які включають системний набір прийомів та засобів з організації освітньої діяльності, охоплюють процес навчання від мети до програмних результатів. У освітньому процесі використовується освітня платформа Moodle, яка дозволяє використовувати дистанційні підходи у опанування навчального матеріалу, технології Jitsi Meet, а також презентаційні матеріали. Робоча програма щорічно оновлюється з урахуванням пропозицій усіх груп стейкхолдерів. Якісні зміни до робочої програми включають наступні складові: у 2025 році порівняно із 2024 роком було розширено теоретичний матеріал щодо сфери використання новітніх видів інструментів на підприємствах.

Інформація представлена у освітній платформі Moodle.

Підстава: результати опитування здобувачів вищої освіти, рекомендації роботодавців.

У процесі навчання всі учасники освітнього процесу зобов'язані дотримуватися принципів академічної доброчесності – сукупності етичних принципів та визначених правил провадження освітньої та наукової діяльності, які є обов'язковими для всіх учасників такої діяльності та мають на меті забезпечувати довіру до результатів навчання та наукової діяльності, з урахуванням вимог Закону України «Про вищу освіту», «Про освіту», методичних рекомендацій Міністерства освіти і науки України для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності, Кодексу академічної доброчесності у Миколаївському національному аграрному університеті та інших документів. Усі академічні тексти (освітні та наукові) здобувачів вищої освіти обов'язково перевіряються щодо їх відповідності принципам академічної доброчесності, у т. ч. за допомогою програми Unicheck.

Дотримання вимог академічної доброчесності під час створення академічних текстів. Автором (співавтором) освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору є особа, яка зробила особистий інтелектуальний внесок до проведення дослідження, безпосередньо брала участь у його створенні та несе відповідальність за його зміст. Під час оприлюднення освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору мають бути зазначені всі його автори. Не допускається зазначати як автора освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору особу, яка не відповідає критеріям, визначеним абзацом першим цієї частини. Якщо у проведенні дослідження або створенні освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору брали участь інші особи, що не вказані як його автори, це має бути зазначено у творі із визначенням внеску кожної такої особи.

Освітній (освітньо-науковий, науковий) твір має містити достовірні відомості про використані методи, джерела даних, результати дослідження та отримані наукові (науково-технічні) результати. Якщо під час проведення дослідження та/або створення освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору були використані розробки, наукові (науково-технічні) результати, що належать іншим особам, це має бути зазначено в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі з посиланням на джерело їх оприлюднення. Використання загальновідомих фактів чи ідей не потребує окремого зазначення. Усі текстові запозичення, що використовуються в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі (окрім стандартних текстових кліше), мають бути позначені з посиланням на джерело запозичення. Текстові запозичення мають бути позначені у спосіб, який дозволяє чітко відокремити їх від власного тексту автора (авторів). У разі використання автором (авторами) власних, розробок, наукових (науково-технічних) результатів, які були оприлюднені раніше, він (вони) мають зазначити це в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі.

Дотримання вимог академічної доброчесності для здобувачів освіти. Здобувачі освіти зобов'язані виконувати вступні, навчальні, контрольні, кваліфікаційні, конкурсні та інші види завдань самостійно. Самостійність у виконанні завдання означає, що воно має бути виконане: для індивідуальних завдань – особисто здобувачем, а для групових завдань – лише визначеною групою здобувачів, без втручання інших осіб, під керівництвом та контролем викладачів, що визначені як керівники, та затверджені відповідно до нормативної документації закладу вищої освіти з урахуванням індивідуальних потреб і можливостей осіб з особливими освітніми потребами; якщо умови або характер завдання передбачають обмеження у можливих джерелах інформації – без використання недозволених джерел інформації. Здобувачі вищої освіти зобов'язані поважати гідність, права, свободи та законні інтереси всіх учасників освітнього процесу, дотримуватися етичних норм. Дотримання вимог академічної доброчесності під час оцінювання. Оцінювання у сфері вищої освіти і науки відповідає вимогам об'єктивності, валідності та справедливості. Оцінювання є об'єктивним, якщо воно ґрунтується на заздалегідь визначених критеріях. Оцінювання є валідним, якщо воно здійснюється відповідно до критеріїв, що визначаються законодавством України та суб'єктом внутрішнього забезпечення якості освіти. Оцінювання є справедливим, якщо воно проводиться за відсутності конфлікту інтересів, дискримінації та неправомірного впливу на оцінювача.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: дати відомості про властивості і методи виробництва конструкційні матеріалів; вивчення теорії і практики термічної обробки, інших засобів зміцнення матеріалів, що дають високу надійність, довговічність деталям машин, інструменту; ознайомити з основними технологічними методами одержання деталей і заготовок; можливостями машинобудування і перспективами розвитку технології обробки конструкційних матеріалів; відкриття фізичної сутності явищ, що протікають в матеріалах при дії на них різноманітних чинників в умовах виробництва і експлуатації.

Навчити здобувачів вищої освіти основам знань з технічної термодинаміки та теплотехніки, акцентуючи на законах збереження і перетворення енергії, розумінні напрямів протікання технологічних процесів та перетворення енергії та її якості в природних та технічних процесах.

Завдання: вивчення будови та основних механічних властивостей металів і сплавів; засвоєння загальної класифікації основних промислових сплавів та їхнього призначення; вивчення теоретичних основ термообробки сплавів та їх вплив на основні механічні і технологічні характеристики сплавів; вивчення основ, методів, закономірностей технологічної обробки матеріалів: одержання здобувачами вищої освіти теоретичних і практичних навичок з вибору і обробки матеріалу виходячи з умов роботи деталей.

Засвоєння законів теплопередачі, розуміння принципів роботи теплотехнічних пристроїв, оволодіння знаннями необхідними для успішного засвоєння профільюючих дисциплін.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен:

знати: будову, а також фізичні, механічні і технологічні властивості металевих і не металевих матеріалів; існуючі матеріали їх загальну класифікацію та маркування і методи їх зміцнення; сучасні методи одержання і технології

обробки конструкційних матеріалів литвом, тиском, іншими прогресивними засобами формоутворення з метою одержання заготовок і деталей машин високої якості; положення по дотриманню сучасних екологічних вимог при проведенні технологічних процесів, пов'язаних із виготовленням і обробкою конструкційних матеріалів.

Суть основних понять термодинаміки; фізичний зміст функцій стану: внутрішньої енергії, ентальпії, ентропії; перший, другий та третій закони термодинаміки, складати теплові баланси процесів; основні термодинамічні процеси з ідеальним газом; закономірності перетворення енергії – форми передачі енергії у вигляді теплоти і роботи; розуміти суть еквівалентності теплоти і роботи та принципову різницю між цими формами обміну енергії; особливості незворотних термодинамічних процесів і формулювання другого закону термодинаміки для зворотних та незворотних процесів на мові ентропії; особливості поведінки реальних газів порівняно з ідеальним; особливості розрахунку процесів з вологим повітрям; особливості циклічних процесів та характеристики теплових машин, зокрема теплових двигунів, холодильників та теплових насосів; основні закони теплопередачі та види теплотехнічних пристроїв.

вміти: вибрати матеріал згідно класифікації і маркування, назначити режим термообробки виходячи із умов експлуатації деталей; розробляти режими, умови і термін експлуатації виробів; визначати основні характеристики матеріалів; раціонально підходити до технології виготовлення металів і сплавів.

Кількісно описувати та розраховувати термодинамічні процеси з ідеальним газом; розраховувати процеси з вологим повітрям; складати теплові (енергетичні баланси) процесів; оцінювати ефективність роботи теплових машин, використовуючи енергетичні баланси та поняття енергетичного ККД; вміти записувати ексергічні баланси процесів; оцінювати ефективність роботи теплових машин, використовуючи ексергічні баланси та поняття ексергічного ККД; порівнювати різнотипні процеси та оцінювати їх з точки зору втрат енергії та ексергії одночасно; вибирати та конструювати пристрої з мінімальними втратами тепла та ексергії.

Об'єктом вивчення дисципліни є будова та властивості металів, сплавів і інших матеріалів; є закономірності взаємного перетворення теплоти і роботи.

Організація навчального процесу включає наступні **форми**: лекції, практичні, семінарські, лабораторні, лабораторно-практичні заняття; самостійна робота студентів; екскурсії, навчальні конференції; консультації; індивідуальні заняття; навчальна практика; контроль і оцінювання та обліку знань, умінь і навичок студентів (заліки, іспити); організація науково-дослідної роботи студентів (науково-дослідні гуртки).

Методи навчання які використовуються в залежно від дидактичних цілей:

а) методи усного викладу знань і активізації пізнавальної діяльності: розповідь, пояснення, лекція, ілюстрування і демонстрування;

б) методи закріплення навчального матеріалу: бесіда, робота з підручником;

в) методи самостійної роботи щодо осмислення і засвоєння нового матеріалу: робота з підручником, лабораторно-практичні роботи;

г) методи навчальної роботи щодо застосування знань на практиці із формування умінь та навичок: практичні роботи, лабораторні заняття;

д) методи перевірки і оцінки знань, умінь та навичок: постійне спостереження за роботою студентів, усне опитування (індивідуальне, фронтальне, уцільнене), контрольні роботи, перевірка розрахунково-графічних робіт, програмований контроль, перевірка самостійного опрацювання контрольних питань.

Основні методи навчання які використовуються:

1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності: словесні, наочні і практичні (аспект передачі і сприймання навчальної інформації); індуктивні та дедуктивні (логічний аспект); репродуктивні та проблемно-пошукові (аспект мислення); самостійної діяльності та роботи під керівництвом викладача (аспект управління умінням).

2. Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності.

3. Методи контролю і самоконтролю за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності: усний, письмовий, лабораторно-практичний.

4. Логічні методи навчання – моделювання, абстрагування, аналізу і синтезу, формалізації, індуктивний, дедуктивний.

4. Місце дисципліни у структурі навчальних дисциплін

Дисципліна та її розділи, що передують вивченню дисципліни	Наступна дисципліна в якій використовуються матеріали даної дисципліни
Хімія. Будова металу.	Технологічне обладнання цехів по переробці продукції тваринництва
Фізика. Механіка. Електрика та електромагнетизм	
Вища математика. Похідні та диференціал. Дослідження функцій. Визначений інтеграл.	
Нарисна геометрія та машинобудівне креслення. Виконання машинобудівних креслень	

6. Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

Семестр	всього	у тому числі:				
		ЛК	сп	ЛР	ПЗ	СР
5-й	90	30			30	30

7. Зміст навчальної дисципліни: загальний розподіл годин і кредитів

№ п/п	Найменування розподілу	Кількість годин/кредитів			
		Лекції	ПЗ	СР	Всього
1	Модуль 1. Матеріалознавство	15/0,5	15/0,5	15/0,5	45/1,5
2	Модуль 2. Теплотехніка	15/0,5	15/0,5	15/0,5	45/1,5
	Всього	30/1,0	30/1,0	30/1,0	90/3,0

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	всього	у тому числі				
		лк	пз	лаб	інд	с.р.
Модуль 1. Матеріалознавство						
Тема 1. Вступ. Загальні поняття про метали. Класифікація матеріалів.	6	4				2
Тема 2. Алотропія та ізотропія металів. Властивості металів та сплавів.	4	2				2
Тема 3. Теорія сплавів.	4	2				2
Тема 4. Залізовуглецеві сплави.	16	2	12			2
Тема 5. Легування залізовуглецевих сплавів. Кольорові метали і сплави. Неметалеві матеріали.	4	2				2
Тема 6.Термічна обробка.	11	3	3			5
Разом за модулем 1	45	15	15			15
Модуль 2. Теплотехніка						
Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення термодинаміки. Перший та другий закони термодинаміки.	8	2	4			2
Тема 2. Суміші ідеальних газів.	5	1	2			2
Тема 3. Термодинамічні процеси.	6	2	2			2
Тема 4. Стаціонарна теплопровідність.	5	1	2			2
Тема 5. Конвективний теплообмін.	5	1	2			2
Тема 6. Складний теплообмін та теплопередача.	9	1	3			5
Разом за модулем 2	45	15	15			15
Всього	90	30	30			30

8. Перелік та короткий зміст лекцій

Модуль 1. Матеріалознавство

Лекція 1. Вступ. Загальні поняття про метали. Класифікація металів.

Типи кристалічних ґраток та їх основні параметри. Типи зв'язків в кристалічних і поліморфних речовинах. Загальні поняття про дефекти кристалічної будови кристалів. Термодинамічні основи фазових перетворень металів.

Ключові слова: Метал, класифікація, хімічний елемент, агрегатний стан, залізо, кристалічні ґратки, період, щільність упаковки, зв'язки в металах, дефекти, аморфний стан.

Key words: Metal, classification, chemical element, aggregate state, iron, crystal lattices, period, packing density, metal bonds, defects, amorphous state.

Лекція 2. Алотропія та ізотропія металів. Властивості металів та сплавів.

Ізотропія, анізотропія в кристалах і металах. Процеси кристалізації в металах і вплив зовнішніх факторів на їх протікання. Кристалічно-дендритна будова зливка. Поняття про механічні, фізичні, хімічні та технологічні властивості металів та сплавів.

Ключові слова: алотропія, поліморфізм, метал, теплопровідність, ізотропія, анізотропія, зварюваність, процес, кристалізація, будова, злиток, зерно, центр, коефіцієнт лінійного розширення, теплопровідність, ковкість, різання, міцність, твердість.

Key words: allotropy, polymorphism, metal, thermal conductivity, isotropy, anisotropy, weldability, process, crystallization, structure, ingot, grain, center, linear expansion coefficient, thermal conductivity, slickness, cutting, strength, hardness.

Лекція 3. Теорія сплавів.

Основні поняття: сплав, система, компонент, фаза. Механічні суміші. Тверді розчини. Хімічні сполуки. Особливості кристалізації сплавів за Черновим Д.К. Правило фаз. Закон Гіббса. Методи побудови діаграм стану сплавів. Діаграма стану сплаву з необмеженою розчинністю компонентів. Правило відрізків. Основні типи діаграм стану сплавів: з евтектикою чистих компонентів, з евтектикою твердих розчинів, з утворенням хімічних сполук.

Ключові слова: сплав, система, компонент, фаза, механічна суміш, твердий розчин, хімічна сполука, кристалізація, сплав, центр, зерно, Чернов Д.К., правило фаз, закон Гібса, метод, побудова, діаграма, сплав, твердий розчин, компонент, правило відрізків, ліквідус, солідус, евтектика.

Key words: Alloy, system, component, phase, mechanical mixture, solid solution, chemical compound, crystallization, alloy, center, grain, Chernov D.K., phase rules, Gibbs law, method, construction, diagram, alloy, solid solution, component, rule of sections, liquidwood, solidus, eutectic.

Лекція 4. Залізовуглецеві сплави.

Залізо і його взаємодії з вуглецем. Діаграма стану сплаву „залізо-вуглець”, фазовий склад, структурні складові залізовуглецевих сплавів та їх властивості. Вуглецеві сталі, їх склад, структура і властивості залежно від вмісту постійних домішок. Класифікація і маркування вуглецевих сталей і їх використання в машинобудуванні. Машинобудівні чавуни. Вплив домішок на структуру і властивості чавуну. Процеси графітизації в чавунах. Класифікація і маркування чавунів. Леговані чавуни та їх призначення.

Ключові слова: залізо, діаграма, сплав «залізо-вуглець», цементит, перліт, ферит, аустеніт, фазовий склад, чавун, графітизація, легування, маркування.

Key words: Iron, diagram, alloy "iron-carbon", cementite, perlite, ferrite, austenite, phase composition, cast iron, graphitization, doping, marking.

Лекція 5. Легування залізовуглецевих сплавів. Кольорові метали і сплави.

Класифікація, маркування, особливості обробки. Латунь, бронза, Дюралюміній, припої, антифрикційні сплави. Неметалеві матеріали.

Ключові слова: Легування, залізовуглецевий сплав, кольорові метали, сплави, бронза, латунь, ніхром, припої, антифрикційний сплав. Неметал.

Key words: Alloy, iron-carbon alloy, non-ferrous metals, alloys, bronze, brass, nichrome, solder, antifriction alloy. Non-metal.

Модуль 2. Теплотехніка

Лекція 1. Вступ. Основні поняття та визначення термодинаміки. Перший та другий закони термодинаміки.

Теплотехніка як розділ загальноінженерних наук. Термодинамічна система. Робочі тіла. Основні параметри, які характеризують стан термодинамічної системи. Термодинамічні властивості ідеальних газів. Рівняння стану. Закон Авогадро. Рівняння стану реальних газів. Внутрішня енергія. Механічна робота, PV-діаграма. Основні формулювання першого закону термодинаміки. Ентальпія як параметр стану. Основні формулювання другого закону термодинаміки. Ентропія системи. TS-діаграма. Кругові термодинамічні процеси і цикли. Межі використання другого закону термодинаміки.

Ключові слова: термодинаміка, робочі тіла, газ, закон, ентропія, процеси, діаграма. **Key words:** thermodynamics, working bodies, gas, law, entropy, processes, diagram.

Лекція 2. Суміші ідеальних газів. Поведінка ідеальних та реальних газів у суміші. Визначення фізичної суті парціального тиску, об'ємної та молярної долей. Газова стала суміші газів. Середня молярна маса суміші газів.

Ключові слова: ідеальний газ, реальний газ, парціальний тиск, суміш, молярна маса. **Key words:** ideal gas, real gas, partial pressure, mixture, molar mass.

Лекція 3. Термодинамічні процеси.

Ізобарний, ізохорний, ізотермічний та адіабатний процеси. Узагальнений політропний процес та його аналіз. Уявлення процесів в PV- та TS-діаграмах.

Ключові слова: термодинамічні процеси, ізобарний, ізохорний, ізотермічний, адіабатичний, політропний. **Key words:** thermodynamic processes, isobaric, isochoric, isothermal, adiabatic, polytropic.

Лекція 4. Стаціонарна теплопровідність. Основні поняття та визначення процесу теплообміну. Температурне поле, температурний градієнт, тепловий потік. Закон Фур'є. Теплопровідність плоскої та циліндричної стінки.

Ключові слова: теплообмін, температурне поле, температурний градієнт, тепловий потік, закон. **Key words:** heat exchange, temperature field, temperature gradient, heat flux, law.

Лекція 5. Конвективний теплообмін. Основні поняття. Закон Ньютона-Ріхмана.

Коефіцієнт тепловіддачі. Основи теорії подібності. Критеріальні рівняння.

Тепловіддача при вільному русі рідини. Теплообмін при вимушеному русі рідини у трубах. Теплообмін при зовнішньому обтіканні тіл.

Ключові слова: конвективний теплообмін, коефіцієнт тепловіддачі, рівняння, рух рідини, тіло. **Key words:** convective heat transfer, heat transfer coefficient, equation, fluid motion, solid.

Лекція 6. Складний теплообмін та теплопередача.

Основні поняття. Сумарний коефіцієнт тепловіддачі. Теплопередача між двома рідинами через розділяючу їх плоску стінку. Коефіцієнт теплопередачі. Теплопередача через циліндричну стінку. Лінійний коефіцієнт теплопередачі. Способи інтенсифікації теплопередачі. Теплова ізоляція.

Ключові слова: сумарний коефіцієнт, рідина, теплопередача, лінійний коефіцієнт, інтенсифікація, теплова ізоляція.

Key words: total coefficient, liquid, heat transfer, linear coefficient, intensification, thermal isolation.

9. Теми практичних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1. Метаріалознавство		
1	Визначення твердості металів та сплавів.	2
2	Макроструктурний аналіз металів і сплавів.	2
3	Вивчення вуглецевих сталей.	4
4	Дослідження мікроструктур та властивостей чавунів.	2
5	Аналіз діаграми стану сплавів «залізо-цементит»	2
6	Термічна обробка	3
Модуль 2. Теплотехніка		
1	Розрахунки параметрів стану.	2
2	Розрахунки процесів теплопередачі.	2
	Визначення середньої масової ізобарної теплоємності повітря.	2
	Визначення показника адіабати повітря.	2
	Вивчення роботи поршневого компресора.	2
	Тепловіддача експериментальної горизонтальної труби при вільному русі повітря.	2
	Визначення коефіцієнта теплопровідності теплоізоляційних матеріалів методом труби.	3
	Всього	15

10. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1. Матеріалознавство		
1	Вступ. Загальні поняття про метали. Класифікація матеріалів.	2
2	Алотропія та ізотропія металів. Властивості металів та сплавів.	2
3	Теорія сплавів.	2
4	Залізовуглецеві сплави.	2
5	Легування залізовуглецевих сплавів. Кольорові метали і сплави. Неметалеві матеріали.	2
6	Термічна обробка.	5
Модуль 2. Теплотехніка		
1	Термодинаміка. Перший та другий закони термодинаміки.	2
2	Суміші ідеальних газів.	2
3	Термодинамічні процеси.	2
4	Стаціонарна теплопровідність.	2
5	Конвективний теплообмін.	2
6	Складний теплообмін та теплопередача.	5
	Всього	30

11. Індивідуальні завдання

1. Розшифрувати марки сталі та чавунів, визначити їх хімічний склад та практичне застосування.
2. Викреслити діаграму стану залізо-карбід заліза. Укажіть структурні складові у всіх областях діаграми, опишіть перетворення і побудуйте криві нагрівання та охолодження в інтервалі температур від 0 до 1700 °С (із застосуванням правила фаз) для сталі та чавуну. Виберіть для заданого сплаву будь-яку температуру, лежачу між лініями ліквідуса і солідуса, і визначте: склад фаз, процентний вміст вуглеводу в фазах при цій температурі; кількісне співвідношення фаз.

12. Питання для проміжного та підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти:

Модуль 1. Матеріалознавство

1. Металевий сплав. Типи взаємодії двох компонентів при кристалізації сплавів.
2. Методи випробування і контролю якості металів і сплавів, області їх застосування.
3. Застосування правил фаз і відрізків.
4. Характеристика основних структурних складових залізовуглецевих сплавів: фериту, аустеніту, цементиту, перліту, ледебуриту.
5. Алотропічні перетворення: метали, що володіють ними.
6. Зв'язок між числом центрів і швидкості кристалізації в залежності від ступені переохолодження на структуру метала при кристалізації.
7. Схема кристалізації металів. Критична точка при охолодженні (кристалізація) чистих металів і сплавів, її фізичний зміст і знаходження на кривій охолодження.
8. Елементарна кристалічна решітка. Основні типи елементарних кристалічних решіток.
9. Твердість металів і способи її визначення.
10. Сутність переохолодження і її роль, величина зерна і її значення в процесі кристалізації металів.
11. Способи впливання сталі і їх співставлення.
12. Діаграма стану двокомпонентних систем з неперервним рядом твердих розчинів, з без граничною розчинністю компонентів один в одному.
13. Фазові перетворення в точках діаграми стану системи залізо - цементит.
14. Види випробувань технологічних властивостей металів.
15. Фазові перетворення на лініях діаграми стану системи залізо-цементит.
16. Види випробувань механічних властивостей металів і сплавів.
17. Класифікація чавунів СЧ 18-36, КЧ 33-8, КЧ 60-3, ВЧ 40-10.
18. Ковкий чавун і його отримання. Области застосування.
19. Різниця між білим і сірим чавуном.
20. Вплив домішок на властивості чавуну. Сутність класифікації чавунів

за структурою.

21. Признаки (види) класифікації вуглецевих сталей. Принцип їх маркування по ГОСТу.

22. Технологічна пластичність металів. Її залежність від параметрів процесу.

23. Вплив вуглецю і постійних домішків сталі на її структуру і властивості.

24. Характеристика структурних перетворень, які відбуваються при повільному охолодженні сплаву заліза з вуглецем, який містить: 0,6 %C, 0,8 %C, 1,3 %C, 4,1 %C, 5,5 %C.

25. Вплив на пластичність металу його хімічного складу і величини зерна (структури).

26. Діаграма стану системи залізо-цементит. Лінії ліквідусу і солідусу на ній. Лінії кристалізації і перекристалізації (первинної і вторинної кристалізації).

27. Наклеп і рекристалізація металів. Їх вплив на пластичність металів.

28. Дефекти будови кристалічних решіток, їх вплив на властивості металів.

29. Який метод визначення твердості слід застосувати при визначенні твердості загартованих деталей?

30. Яка розмірність твердості, що визначається різними способами?

31. Що називається твердістю матеріалу?

32. Як визначають твердість матеріалу за методом Брінеля?

33. Як визначають твердість матеріалу за методом Роквелла?

34. Які переваги і недоліки методу Брінеля?

35. Чому дорівнює твердість маловуглецевої сталі, якщо твердість за Брінелем $HV=180 \text{ кгс/мм}^2$?

36. Чому дорівнюють 4 великі поділки на шкалі лупи мікроскопа за методом Брінеля?

37. Що означає запис $HRC=80$. (який метод, для яких металів, який індентор, яке основне навантаження, що означають позначки H, R і C).

38. Вивести розрахункову формулу для метода Брінеля через діаметр відбитка.

39. Що називають макроструктурним аналізом?

40. Які основні методи макроструктурного аналізу і які дефекти можна виявити?

41. Що таке метод Баурмана?

42. Як визначити ліквіацію фосфору в сталі?

43. Що таке сталь?

44. Яка максимальна кількість вуглецю в сталях, що застосовуються на практиці?

45. Як класифікується сталь за структурою та кількістю вуглецю в ній?

46. Яка із названих вище марок сталей є конструкційні? Сталь 30, У 13, А-20, Ст. 3, Ст. 65, Сталь 45А, У13, У9А, Ст. 6, В Ст3пс.

47. Що таке червоноламкість сталі і чим вона викликана?

48. Від чого залежить структура і механічні властивості сталі?

49. Із яких сталей виготовляють дрібний інструмент – мітчики, плашки, розгортки?
50. Як позначається підвищений вміст марганцю в сталі?
51. Що таке холодноламкість і гарячолламкість?
52. Розшифруйте марки сталей: Сталь 45, Сталь 5, У 11, У 9А, Сталь 60Г.
53. Побудувати криві охолодження для сплавів із вмістом вуглецю 0,3%; 1,2%; 4,3%; проаналізувати ці сплави.
54. Побудувати криві охолодження для сплавів із вмістом вуглецю 0,8%; 3%; 5 % і проаналізувати ці сплави.
55. Побудувати криві охолодження для сплавів із вмістом вуглецю 0,2%; 1%; 4% і проаналізувати ці сплави.
56. Поясніть кристалічну будову металів. Наведіть основні типи кристалічних ґрат.
57. Чим відрізняється будова реальних кристалів від ідеальних (чистих)?
58. У чому полягає механізм процесу кристалізації сплавів?
59. Відобразіть основні типи діаграм стану. Поясніть їх теоретичне і практичне значення.
60. Хто з учених вважається основоположником діаграми залізо-вуглець?
61. Накресліть діаграму залізо-вуглець і покажіть, які структури існують у рівноважному стані у залізівуглецевих сталей за різних температур.
62. Наведіть класифікацію і маркування сталей і чавунів за ДСТУ.
63. Які величини характеризують механічні властивості залізівуглецевих сплавів і як вони визначаються?
64. Що називається міжзерний зломом?
65. Що таке транскристалічний злам?
66. Розшифруйте марки сталей: 30ХН3А, 15Х2ГН2ТА, 12Х18Н1Т, 10Г2, У12Х5ВФ, Р6М5.
67. Визначить у точці 2,3 % вуглецю за температури 1200 °С співвідношення (кількість) фаз, що перебувають у рівновазі, а також їх хімічний склад (кількість вуглецю і заліза).
68. Визначить за правилом фаз Гібса варіантність системи в точці 4,1 % вуглецю за температури 950 °С.
69. Які фазові перетворення відбуваються на лінії PSK за діаграмою з Fe–Fe₃C.
70. Дайте визначення ледеburиту?
71. Які фазові перетворення відбуваються в точках М, Р і Е за діаграмою Fe–Fe₃C?
72. Визначить у точці 0,3 % вуглецю за температури 768 °С співвідношення (кількість) фаз, що перебувають у рівновазі, а також їх хімічний склад (кількість вуглецю і заліза).
73. Визначить за правилом фаз Гібса варіантність системи в точці 0,6 % вуглецю за температури 1200 °С.
74. Які фазові перетворення відбуваються на лінії ECF за діаграмою Fe–Fe₃C.
75. Дайте визначення цементиту?

76. Які фазові перетворення відбуваються в точках G, A і Q за діаграмою з Fe–Fe₃C?

77. Визначить у точці 1,3 % вуглецю за температури 750 °C співвідношення (кількість) фаз, що перебувають у рівновазі, а також їх хімічний склад (кількість вуглецю і заліза).

78. Визначить за правилом фаз Гібса варіантність системи в точці 2,2 % вуглецю за температури 730 °C.

Модуль 2. Теплотехніка

1. Сучасний стан теплоенергопостачання. Вдосконалення конструкцій паросилових установок.

2. Предмет і мета технічної термодинаміки. Термодинамічна система.

3. Основні параметри стану робочого тіла.

4. Теплоємність. Рівняння Майєра. Рівняння показника адіабати.

5. Теплові параметри стану тіла. Поняття ентропії та ентальпії.

6. Теплота та питома теплота. Термодинамічний аналіз з використанням діаграм типу TS та PV.

7. Ідеальний газ. Рівняння Менделєєва-Клапейрона.

8. Перший закон термодинаміки. Аналітичний вираз першого закону термодинаміки.

9. Термодинамічні процеси зміни стану робочого тіла. Методика дослідження термодинамічних процесів зміни стану робочого тіла (ідеального газу).

10. Ізохорний термодинамічний процес.

11. Ізобарний термодинамічний процес.

12. Ізотермічний термодинамічний процес.

13. Адіабатичний ізотермічний процес.

14. Політропний термодинамічний процес.

15. Другий закон термодинаміки. Термодинамічний аналіз циклів машин.

16. Термічний ККД та холодильний коефіцієнт.

17. Цикл Карно. Теорема Карно.

18. Реальний газ. Суміші газів.

19. Фазова PV-діаграма води і водяної пари.

20. Принципова схема паросилової установки. HS-діаграма.

21. Вологе повітря. HD-діаграма вологого повітря.

22. Термодинаміки потоку. Рівняння руху через трубопровід змінного перерізу.

23. Сопло Лавалє. Схема сопла Лавалє.

24. Дроселювання газів і парів.

25. Машини для стиску та розширення газів.

26. Одноступеневий поршневий компресор. Індикаторна діаграма. 27. Багатоступеневий поршневий компресор.

28. Теплові двигуни. Цикл теплових двигунів. Цикли поршневих ДВЗ.

29. Термодинамічний аналіз поршневого ДВЗ з підводом теплоти при сталому об'ємі (цикл Отто, цикл бензинового двигуна).

30. Цикл поршневого ДВЗ з підводом теплоти при $P=\text{const}$. Цикл Дизеля компресорного дизельного двигуна.
31. Цикл поршневого ДВЗ із змінним підводом теплоти. Цикл Трінклера.
32. Цикли газотурбінних установок (ГТУ). Термічний ККД.
33. Цикл реактивних двигунів.
34. Цикли холодильних машин і теплових насосів.
35. Теорія тепломасообміну. Теплопередача.
36. Температурне поле. Градієнт температури.
37. Теплопровідність. Закон Фур'є.
38. Конвективний теплообмін. Рівняння Ньютона-Ріхмана.
39. Конвективний теплообмін. Критерій Нуссельта.
40. Основи теорії подібності і моделювання. Критерій Рейнольда.
41. Основи теорії подібності і моделювання. Критерій Прандтля.
42. Основи теорії подібності і моделювання. Критерій Грасгофа.
43. Теплове випромінювання. Поглинаюча, відбиваюча та пропускаюча здатність тіла.
44. Закон Планка. Закон Стефана-Больцмана.
45. Закон Кірхгофа. Поглинаюча здатність сірого тіла.
46. Процеси теплопередачі. Теплопередача через циліндричну стінку.
47. Теплообмінні апарати. Тепловий розрахунок рекуперативного поверхневого теплообмінника.
48. Палива, що застосовуються в теплотехніці. Класифікація палив. Елементний склад палив.

13. Форма підсумкового контролю, критерії оцінювання результатів навчання та рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни

Оцінювання знань здобувачів вищої освіти під час самостійних і практичних занять та виконання індивідуальних завдань проводиться за такими критеріями:

1) розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядаються;

2) вірність виконання розрахунків та побудови графіків і діаграм.

При оцінюванні індивідуальних завдань увага приділяється також рівню засвоєнню та розумінню матеріалу.

При оцінюванні результатів самостійної роботи здобувачів вищої освіти приділяється також рівню засвоєнню та розумінню матеріалу.

Оцінювання результатів навчання проводиться відповідно до Положення про організацію освітнього процесу у Миколаївському національному аграрному університеті СО 5.258.01-00.2018 та Положення про порядок оцінювання здобувачів вищої освіти у Миколаївському національному аграрному університеті СО 5.270.01-00.2020.

Підсумкове оцінювання результатів навчання в університеті здійснюється за єдиною 100-бальною шкалою. Оцінка здобувача вищої освіти відповідає відношенню встановленого при оцінюванні рівня сформованості професійних та загальних компетентностей до запланованих результатів навчання (у відсотках).

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти
Підрахунок рейтингової оцінки успішності здобувачів вищої освіти
з дисципліни «Матеріалознавство та теплотехніка»
2025-2026 н.р. 5-й семестр

Модуль №			Модуль №1-2												
Знач. модуля, %			100												
№ п/п	Прізвище, Ім'я, по-Батькові	Виконання	Лекція	Тест №1	Практичне заняття №1	Тест №2	Практичне заняття №2	Тест №3	Практичне заняття №3	Тест №4	Практичне заняття №4	Практичне заняття №5	Контрольна робота	Практичне заняття №6	Σ балів за модуль
Модуль 1. Матеріалознавство															
		план			10		5		10		5	10		10	50
		мінімум			6		3		6		3	6		6	30
1		факт													
Модуль 2. Теплотехніка															
		план		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		50
		мінімум		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		30
1		факт													

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Таблиця 2 Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання –
екзамен, залік, диференційований залік (курсова робота, звіт з виробничої практики),
підсумкова атестація здобувачів вищої освіти

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	5 (відмінно)	зараховано
82-89	B	4 (добре)	
75-81	C		
64-74	D	3 (задовільно)	
60-63	E		
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання 2 (незадовільно)*	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни 2 (незадовільно)*	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

***Оцінки FX та F у залікову книжку здобувача вищої освіти не виставляється відповідно до Положення про організацію освітнього процесу у МНАУ.**

14. Інтеграція здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами. Інклюзивна освіта

Інклюзивна освіта є системою освітніх послуг, що ґрунтується на принципі забезпечення основного права кожного на освіту, права здобувати її за місцем проживання, що передбачає навчання особистості з особливими освітніми потребами. Інклюзивний підхід – створення таких умов, за яких усі учасники освітнього процесу мають однаковий доступ до освіти, у тому числі здобувачі з особливими освітніми потребами. Одним із головних завдань інклюзії є відгук на широкий спектр освітніх потреб в освітньому середовищі та поза його межами. В основу інклюзивної освіти покладено ідеологію, яка виключає будь-яку дискримінацію, забезпечує однакове ставлення до усіх людей, створює спеціальні умови для осіб з особливими потребами.

Основний принцип інклюзивної освіти полягає у тому, що: усі здобувачі навчаються разом в усіх випадках, коли це виявляється можливим, не зважаючи на певні труднощі чи відмінності, що існують між ними; визнаються і враховуються різноманітні потреби здобувачів шляхом узгодження різних видів і темпів навчання; забезпечується якість освіти для усіх здобувачів вищої освіти через розробку відповідних навчальних планів, прийняття організаційних заходів, розробку стратегії викладання, використання відповідних інформаційно-комунікаційних ресурсів.

Особи з особливими освітніми потребами отримують додаткову допомогу, яка може знадобитися їм з метою забезпечення успішності освітнього процесу та отримання програмних результатів навчання.

Гарантується солідарність, співучасть, взаємоповага, розуміння між усіма учасниками освітнього процесу незалежно від їхніх особливих потреб. Можливості інклюзивної освіти можуть бути реалізовані кожним учасником освітнього процесу.

15. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Кабінет Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів кафедри ЗТД (48 м²).

Навчальний корпус № 2, вул. Крилова, 17а, №217

Спеціальне технічне обладнання:

Стенди -3 шт.

1.Діаграма сплаву сплавів Fe- Fe₃

2.Зони нагріву сплавів при термообробці

3.Металорізальні верстати для ремонту деталей сільськогосподарської техніки.

Мультимедійне обладнання.

Стіл викладача – 1 шт. Стілець викладача – 1 шт. Дошка – 1 шт.

Стіл учнівський – 15 шт. Стілець учнівський – 30 шт

16. Рекомендована література

16.1. Базова література

1. Бочков В.М., Сілін Р.І. Обладнання автоматизованого виробництва. Навчальний посібник / за ред Сіліна Р.І. - Львів: Виробництво державного університету "Львівська політехніка", 2000 р. - 380 с.
2. Види з'єднань : навч. посіб. для здобувач. освіти закл. проф. (проф.-тех.) освіти / Ігор Гуменюк, Ольга Гуменюк, Віктор Паржницький. — Київ : Грамота, 2021. — 272 с. : іл.
3. Власенко А. М. Матеріалознавство та технологія металів : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А. М. Власенко. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с.
4. Власенко, А. Матеріалознавство та технологія металів [Електронний ресурс] : підручник. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с.
5. Допуски, посадки та технічні вимірювання : підруч. для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / В. З. Набродов. — Київ : Літера ЛТД, 2019. — 224 с.
6. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с.: іл., фот.
7. Кольорові метали та сплави [текст]: навч.посіб. / за заг.ред. З. Дурягіної; Нац.ун-т «Львівська політехніка». Львів: Вид-во Львів. Політехніка, 2017. – Ч.1: Мідь та мідні сплави / А.Богун [та ін.]. – 2017. – 122с.
8. Марченко С. В. Технологія конструкційних матеріалів [Текст]: навч. посіб. / С.В. Марченко, О.П. Гапонова, Т.П. Говорун, Н.А. Харченко. Суми: СумДУ, 2016. 146 с.
9. Матеріалознавство і слюсарна справа [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. П. Федірко, В. І. Дуганець, В. О. Кроль [та ін.]; за ред. П. П. Федірка. 2-ге вид., випр. і допов. Кам'янець-Подільський : ПП Медобори-2006, 2012. 384 с.
10. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів [Електронний ресурс] : підручник / А. С. Опальчук, О. О. Котречко, Л. Л. Роговський [та ін.]. Київ : Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2015. 428 с.
11. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Лабораторний практикум: посібник для вищих навчальних закладів III-V рівнів акредитації/ Авт. колектив: Опальчук А.С., Котречко О.О., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є., Роговський І.Л. НУБіП, 2015. 428 с.
12. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Модуль №1 «Матеріалознавство»: методичні рекомендації до виконання практичних та самостійних робіт для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» 1 рівня (бакалаврський) спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання. / П.М. Полянський, Г.О. Іванов, С.М. Степанов, О.В. Баранова. Миколаїв : МНАУ, 2021. 60 ст.
13. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Модуль №2 "Термічна обробка" [Електронний ресурс] : метод. реком. до виконання практичних та самостійних робіт для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» 1 рівня (бакалаврський) спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання / уклад. П. М. Полянський, Г. О. Іванов, С. М. Степанов, О. В. Баранова. Миколаїв : МНАУ, 2021. 60 с.
14. Матеріалознавство та технологія матеріалів (у схемах і завданнях): навч. посіб. / Т.П. Говорун, О.П. Гапонова, С.В. Марченко. Суми: СумДУ, 2020. 163 с.
15. Матеріалознавство та технологія металів : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А. М. Власенко. – Київ : Літера ЛТД, 2019. – 224 с.
16. Матеріалознавство. Сталь: класифікація, виробництво, споживання, маркування.

За редакцією професора Я.А. Криля: Навчальний посібник. – Львів: «Новий Світ-2000», 2020. – 267[1] с.

17. Матеріалознавство. Тлумачний словник [Текст]. т.1 / Я. А. Криль, О. Р. Флюнт, К. Г.В. — Львів : Новий Світ-2000, 2019. — 476с.

18. Матеріалознавство. Тлумачний словник: в 2-х т. / за ред. проф. Я.А.Криля. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2020 – 432 с.

19. Муляр Ю. І., Дерібо О. В. Програмування токарної обробки на верстатах з ЧПК. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 91 с.

20. Опальчук А.С., Котречко О.О., Роговський Л.Л. Лабораторний практикум з технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства: Навч. Посібник / За ред. А.С. Опальчука. Київ : Вища освіта, 2006. 287 с.

21. Основи матеріалознавства [Електронний ресурс]: навчальний посібник / С. М. Високос, Ю. Ю. Глушко, В. М. Кузніченко [та ін.]; упорядник : Т. Б. Боброва. Київ : Ресурсний центр ГУРТ, 2016. 101 с.

22. Основи обробки та програмування на верстатах з числовим програмним керуванням : підруч. / Н.В.Онофрейчук. — Львів : Світ, 2019. — 352 с.

23. Основи слюсарної справи: навчальний посібник. А.Ф.Попов,Т.В.Пахар, О.В.Паржницький, Г.Ю.Шулепіна. Чернівці: Букрек, 2020. 224 с.: іл.

24. Прикладне матеріалознавство [Електронний ресурс]: підручник / О. В. Сушко, Е. К. Посвятенко, С. В. Кюрчев, С. І. Лодяков. Мелітополь : ТПЦ "Forward press", 2019. 352 с.

25. Теплотехніка [Електронний ресурс]: підруч. / Б. Х. Драганов, О. С. Бессараб, А. А. Долінський [та ін.]; за ред. Б. Х. Драганова. Київ : Фірма ІНКІОС, 2005. 400 с.

26. Теплотехніка [Текст]: метод. реком. для виконання самостійної роботи здобувачами вищої освіти ступеня "бакалавр" спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" денної та заочної форм навчання / уклад. О. С. Кириченко. Миколаїв : МНАУ, 2017. 36 с.

27. Теплотехніка та використання теплоти [Електронний ресурс]: навч. посібник / В. П. Шолудько, В. М. Боярчук, Я. В. Шолудько, М. А. Михалюк; за ред. В. П. Шолудька. Львів : СПОЛОМ, 2007. 190 с.

28. Технологія конструкційних матеріалів : навч. посіб. / за ред. М. А. Сологуба. Київ : Вища школа, 1993. 300 с.

29. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство (обробка металів різанням) : Пахаренко В.Л., Марчук М.М., Пахаренко О.В. Рівне : 2018. 252 с.

30. Технологія механоскладальних робіт : підручник для здобувач. проф. (проф.-тех.) освіти / І. В. Гуменюк, О. В. Гуменюк, В. В. Паржницький. — Київ : Грамота, 2020. — 256 с.: іл.

31. Токарна справа. Частина 1: навчальний посібник. Чернівці: Букрек, 2020. 232 с.: іл.

32. Токарна справа. Частина 2: навчальний посібник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. Чернівці: Букрек, 2021. 176 с.: іл.

16.2. Допоміжна література

1. Babenko D, Dotsenko N, Polyansky P, Baranova O. (2025). Application of a Learning Management System for the Formation of Agroecological Competence of Future Engineers. Modern Economics, 49(2025), 6-14. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V49\(2025\)-01](https://doi.org/10.31521/modecon.V49(2025)-01).

2. Babenko D., Dotsenko N., Gorbenko O., Polyansky P., Ivanov G. Implementation of the blended learning approach in the conditions of the learning management system of the higher education institution. Modern Economics, 44 (2024), 5-11.

3. Batsurovska, I.V., Dotsenko, N.A., Gorbenko, O.A., Polyansky, P.M. and Ivanov, G.O., 2024. Pedagogical technologies for teaching environmental engineering in the online learning system of higher education institution. Educational Dimension [Online]. Available from.
4. Carter, C. Barry Ceramic Materials. Science and Engineering [Електронний ресурс] = Керамічні матеріали. Наука та техніка / C. B. Carter, M. G. Norton. Massachusetts : Springer, 2013. 775 с.
5. Hlushkova, D. B., Volchuk, V. M., Demchenko, S. V., & Polyansky, P. M. (2024). Development of optimal technological parameters for plasma coating deposition. Problems of Atomic Science and Technology, 138–144. <https://doi.org/10.46813/2024-149-138>.
6. Ivanov, G., Polyansky, P. (2023). Failure Probability of Ship Diesel Parts Under Operating Conditions. In: Tonkonogyi, V., Ivanov, V., Trojanowska, J., Oborskyi, G., Pavlenko, I. (eds) Advanced Manufacturing Processes IV. InterPartner 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16651-8_39.
7. Ivanov, G., Polyansky, P. (2023). Failure Probability of Ship Diesel Parts Under Operating Conditions. In: Tonkonogyi, V., Ivanov, V., Trojanowska, J., Oborskyi, G., Pavlenko, I. (eds) Advanced Manufacturing Processes IV. InterPartner 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16651-8_39. 200 год.
8. Kar Kamal K. Composite Materials. Processing, Applications, Characterizations [Електронний ресурс] = Композиційні матеріали. Обробка, заявки, характеристики Massachusetts : Springer, 2017. 694 с.
9. Kernytskyi I, Hlinenko L, Yakovenko Y, Horbay O, Koda E, Rusakov K, Yankiv V, Humenuyk R, Polyansky P, Berezovetskyi S, Kalenik M, Szlachetka O. Problem-Oriented Modelling for Biomedical Engineering Systems. Applied Sciences. 2022; 12(15):7466. <https://doi.org/10.3390/app12157466>.
10. Kernytskyi, I.; Volchenko, A.; Szlachetka, O.; Horbay, O.; Skrypnyk, V.; Zhuravlev, D.; Bolonnyi, V.; Yankiv, V.; Humenuyk, R.; Polyansky, P.; Leśniewska, A.; Walasek, D.; Koda, E. Complex Heat Exchange in Friction Steam of Brakes. Energies 2022, 15, 7412. <https://doi.org/10.3390/en15197412>.
11. Kulkarni Sulabha K. Nanotechnology: Principles and Practices [Електронний ресурс] = Нанотехнології: принципи та практики. Massachusetts : Springer, 2015. 418 с.
12. Natalia Ponomarenko, Pavlo Polyansky. Ivan Shkurat, Mykhailo Romanenko, Svitlana Tolochko. Quality management of higher education for increasing the competitiveness of labour resources. International Journal for Quality Research, 16(3), 817–830, 2022, doi: 10.24874/IJQR16.03-11.
13. Nykyforov A., Antoshchenkov, R., Halych, I., Kis, V., Polyansky, P., Koshulko, V., Tymchak, D., Dombrovska, A., & Kilimnik, I. (2022). Construction of a regression model for assessing the efficiency of separation of lightweight seeds on vibratory machines involving measures to reduce the harmful influence of the aerodynamic factor. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(1 (116), 24–34.
14. Schijve, Jaap Fatigue of Structures and Materials [Електронний ресурс] = Утома конструкцій та матеріалів Massachusetts : Springer, 2009. 627 с.
15. Артюх В.О., Іванов Г.О., Полянський П.М., Баранова О.В., Степанов С.М. Заміна операції шліфування на поверхневу пластичну деформацію. Modern engineering and innovative technologies, Indexed in (INDEX COPERNICUS) ICV: 71.70. – Karlsruhe, Germany, 2018. Issue №5. Part 2. October 2018. P. 62 – 66.
16. Афтандіянц Є. Г. Матеріалознавство [Електронний ресурс] : підруч. / Є. Г. Афтандіянц, О. В. Зазимко, К. Г. Лопатько. Херсон : Олді-плюс, 2012. 612 с.
17. Афтандіянц Є.Г., Зазимко О.В., Лопатько К.Г. Матеріалознавство: Підручник.

Київ : Вища освіта, 2012. 548 с.

18. Баранова О. В. Дослідження формування параметрів якості поверхневого шару деталей / О. В. Баранова, П. М. Полянський // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 115-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 24-25 лют. 2022 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2022. С. 40-43.
19. Будівельне матеріалознавство [Електронний ресурс] : підруч. / П. В. Кривенко, К. К. Пушкарьова, В. Б. Барановський [та ін.]. Київ : Ліра-К, 2012. 624 с.
20. Василюк Г.Т., Мельничук П.П., Лоев В.Ю. Конструювання, розрахунок та специфікація токарних верстатів з ЧПК - Житимир. ЖІТІ, 2001. - 256 с.
21. Ivanov Gennady. Calculation of failure probability of ship diesels in conditions of operation / Gennady Ivanov, Pavlo Polyansky// Вісника аграрної науки Причорномор'я. Науковий журнал. Том 26, № 4 (). МНАУ, м. Миколаїв. 2022. Р. 62 –72.
22. Іванов Г.О. Розрахунок і вибір перехідних посадок / Г. О. Іванов, П. М. Полянський. Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 113-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віце-президента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лютого 2020 р., м. Київ. К. : 2020. – С. 231-235.
23. Криль Я. А. Матеріалознавство. Тлумачний словник [Електронний ресурс]. Т.2 : Н-Я / Я. А. Криль, О. Р. Флюнт, Г. В. Криль. Львів : Новий Світ-2000, 2012. 476 с.
24. Криль Я. А. Матеріалознавство. Тлумачний словник [Електронний ресурс]. Т.1 : А-М / Я. А. Криль, О. Р. Флюнт, Г. В. Криль. Львів : Новий Світ-2000, 2012. 432 с.
25. Марченко С.В. Основи виробництва матеріалів та формоутворення об'єктів технологій : навч. посіб. / С.В. Марченко, А.Ф. Будник, В.Б. Юскаєв. Суми: СумДУ, 2013. 242 с.
26. Матеріалознавство : навч. посіб. / Лапенко Г.О., Падалка В.В., Горбенко О.В., Ляшенко С.В. Полтава : ПДАА, 2011. 177 с.
27. Матеріалознавство і слюсарна справа [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. П. Федірко, В. І. Дуганець, В. О. Кроль [та ін.] ; за ред. П. П. Федірка. Кам'янець-Подільський : ПП Медобори-2006, 2012. 384 с.
28. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів [Електронний ресурс] : підручник / А. С. Опальчук, О. О. Котречко, Л. Л. Роговський [та ін.]. Київ : Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2015. 428 с.
29. Матеріалознавство тугоплавких металів та сполук. Навчальний посібник / А. Степанчук. Центр навчальної літератури. Київ : 2020. 336 с.
30. Металлорежущие станки. Курсовое и дипломное проектирование/ М.Л. Орликов, И.Г. Федоренко, В.Н. Шишкин. – К.: Вища шк., 1987. – 152 с.
31. Металознавство [Електронний ресурс] : підруч. / О. М. Бялік, В. С. Черненко, В. М. Писаренко, Ю. Н. Москаленко. Київ : Політехніка, 2010. 384 с.
32. Опальчук А. С. Лабораторний практикум з технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства [Електронний ресурс] : навч. посіб. / А. С. Опальчук, О. О. Котречко, Л. Л. Роговський. Київ : Вища освіта, 2006. 287 с.
33. Основи матеріалознавства [Електронний ресурс] : навчальний посібник / С. М. Високос, Ю. Ю. Глушко, В. М. Кузніченко [та ін.] ; упорядник : Т. Б. Боброва. Київ : Ресурсний центр ГУРТ, 2016. 101 с.
34. Пахаренко В. О. Пластмаси в будівництві : підруч. / В. О. Пахаренко, В. В. Пахаренко, Р. А. Яковлева. Київ : Ліра-К, 2012. 352 с.

35. Пекелис Г.Д., Гельберг Б.Т. Технология ремонта металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1984. – 239 с.
36. Полянський П. М. Вплив конструктивно – технологічних факторів на границю витривалості деталей машин / П. М. Полянський, Г. О. Іванов // Матеріали Причорноморської регіональної науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу «Розвиток українського села – основа аграрної реформи в Україні», 21-23 квітня 2021 р., м. Миколаїв / Міністерство освіти і науки України; Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв : МНАУ, 2021. С.
37. Полянський П. М. Залежність механічних властивостей і структури цементованих деталей від вмісту вуглецю / П. М. Полянський, Г. О. Іванов, О. О. Нагорний // Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди 112-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН КРАМАРОВА Володимира Савовича (1906-1987). «Крамаровські читання». – 21-22 лютого 2019 року, м. Київ. 3 стор.
38. Полянський П. М. Технологія зварювання монтажних стиків трубопроводів у стельовому положенні / М. Д. Гаврилюк, П. М. Полянський, Г. О. Іванов, О. В. Баранова // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 115-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 24-25 лют. 2022 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБІП України, 2022. С. 319-322.
39. Полянський П.М. Проектування поршневих кілець з вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів / П.М. Полянський // Техніка і технології АПК. – 2015. – № 10 (73). – С. 29-30.
40. Полянський П.М., Іванов Г.О. Застосування обміднення при виготовленні деталей. Матеріали Причорноморської регіональної науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу «Розвиток українського села – основа аграрної реформи в Україні» (19-21 квітня 2023р.). / Міністерство освіти і науки України; Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв: МНАУ, 2023. – С. 3-5
 $3\text{др.а.} = 0,1875/2$.
41. Прикладне матеріалознавство [Електронний ресурс]: підручник / О. В. Сушко, Е.К.Посвятенко, С.В.Кюрчев, С.І.Лодяков. Мелітополь: ТПЦ Forward press, 2019.352 с.
42. Сушко О.В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2010. 232 с.
43. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів. Навчальний посібник / Г. П. Кислая, П.І. Лобода, В. Е. Федорчук, Вячеслав Сысоев. Київ : Центр навчальної літератури, 2018. 320 с.
44. Теорія та практика формування професійних компетентностей фахівців аграрної галузі в умовах єдиного інформаційно-освітнього університетського простору: колективна монографія. / за загальною редакцією д-ра пед. наук О.М. Самойленко та канд. пед. наук І.В. Бацуровська. – Миколаїв: 2017. – 414 с.
45. Теплотехніка [Електронний ресурс]: метод. реком. для виконання самостійної роботи здобувачами вищої освіти ступеня "бакалавр" спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" денної та заочної форм навчання / уклад. О. С. Кириченко. Миколаїв : МНАУ, 2017. 36 с.
46. Цурпал, І. А. Механіка матеріалів і конструкцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. / І. А. Цурпал. Київ : Вища освіта, 2005. 367 с. : іл.

16.3. Інформаційні ресурси

До складу інформаційних ресурсів навчальної дисципліни «Матеріалознавство та теплотехніка» входять:

1. Освітньо-професійна програма за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва».

2. Web-сторінка (MOODLE) кафедри загальнотехнічних дисциплін <http://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=365>.

3. Бібліотека:

- МНАУ – 54020, м. Миколаїв, вул. Ген. Карпенко, 73, Навчальний корпус № 1, тел. (0512) 34-11-40;

- Миколаївська обласна універсальна наукова бібліотека ім. О. Гмирьова – 54000, м. Миколаїв, вул. Маріупольська, 9, тел. (0512) 37-34-20.

Робочу програму розробили:

Павло ПОЛЯНСЬКИЙ

Олена БАРАНОВА