

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



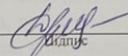
ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету інженерії,
транспорту та архітектури
проф. Олександренко В.П.
29.08.2025р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Теорія і технологія термічної обробки

Галузь знань 13 Механічна інженерія
Спеціальність 132 Матеріалознавство
Рівень вищої освіти - Перший бакалаврський
Освітньо - професійна програма - Відновлення та технічний сервіс автомобілів
Обсяг дисципліни - 6 кредитів ЄКТС
Шифр дисципліни - ОПП.11
Мова навчання - українська
Статус дисципліни: обов'язкова (цикл професійної підготовки)
Факультет – інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра – Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни Кредити ЄКТС	Кількість годин						Форма семестрового контролю			
				Аудиторні заняття						Курсовий проєкт	Курсова робота	Залік	Іспит
				Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, у т.ч. ІРС				
Д	2	3	6	180	32	32	-		116			+	
З	2	3	6	180	6	6	-		168			+	

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки *бакалаврів*

Програма складена  Ольга ДРОБОТ
Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства
Протокол № 1 від 28.08.2025р.

Зав. кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства  Олександр ДИХА
Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою
факультету інженерії, транспорту та архітектури,
Протокол № 1 від 29.08.2025 р.

/ Голова Вченої ради  Олег ПОЛШЧУК
Ініціали, прізвище

Хмельницький 2025

Теорія і технологія термічної обробки

Тип дисципліни	Обов'язкова
Освітній рівень	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	3
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	6,0
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Денна, заочна

Результати навчання

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: досконало володіти професійною термінологією та основними поняттями з дисципліни, володіти логікою та методологією наукового пізнання. (ПРН 2). Визначати екологічно небезпечні та шкідливі фактори професійної діяльності шляхом попереднього аналізу та коригувати зміст діяльності з метою попередження негативного впливу на навколишнє середовище. ПРН 5. Визначати екологічно небезпечні та шкідливі фактори професійної діяльності шляхом попереднього аналізу та коригувати зміст діяльності з метою попередження негативного впливу на навколишнє середовище. ПРН 6. Дотримуватися вимог галузевих нормативних документів.

ПРН 12. 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 ПРН 14. Використовувати у професійній діяльності експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів. ПРН 17. Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них. ПРН 18. Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі завдання відповідно до спеціальності; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, охорона навколишнього середовища, економіка, промисловість) обмежень. ПРН 20. Знаходити потрібну інформацію у літературі, консультуватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації. ПРН 23. Володіти методами забезпечення та контролю якості матеріалів. ПРН 26. Знання основних технологій одержання, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування. ПРН 31. Розробляти технологічні процеси відновлення зношених поверхонь деталей автомобіля .

Зміст навчальної дисципліни . Загальні відомості про фазові і структурні перетворення, які відбуваються в сталі при нагріванні та охолодженні, їх вплив на властивості. Фактори, що впливають на результат термічної обробки. Вплив температури та швидкості нагрівання на зерно аустеніту. Перетворення, що відбуваються при охолодженні сталі – неперервному та ізотермічному. Мартенсит, особливості утворення, будова та властивості. Перетворення при нагріванні мартенситу. Вплив легуючих елементів на

перетворення при нагріванні та охолодження сталі. Технологія проведення основних видів термічної обробки: відпалу, нормалізації, гартування, відпуску. Нагрівальні пристрої. Охолоджувальні середовища. Поверхнєве гартування: види та режими. Технологія проведення хіміко-термічної обробки: цементації, азотування, ціанування, борування.

Пререквізити. Дисципліна базується на знаннях з ОЗП.02 – фізики; ОЗП.03. - хімії, ОЗП.06. – Інженерна і комп'ютерна графіка. ОЗП.09. – «Технологія конструкційних матеріалів», ОПП. 07. - «Вступ до спеціальності», ОПП.08. – «Матеріалознавство».

Кореквізити ОПП.04. «Деталі машин», ОПП.14. «Наплавлення і напилення». ОПП.15 - «Вузли тертя», ОПП.16. «Ремонт і відновлення машин».

Запланована навчальна діяльність: лекцій 32 год., лабораторні роботи 32 год., практичні не заплановані, самостійна робота 116 год., разом 180 год.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів структурного аналізу; самостійна робота (індивідуальні завдання).

Форми оцінювання результатів навчання: захист лабораторних робіт; презентація результатів виконання індивідуальних завдань; письмове опитування (тестування).

Вид семестрового контролю: залік – 3 семестр.

Навчальні ресурси:

1. Дяченко С.С., Дощечкіна І. В., Мовлян А.О., Плешаков Е.І. Матеріалознавство.: Підручник / За ред. проф. С.С. Дяченко. - Харків: ХНАДУ, 2007. – 440 с.
2. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. к.1. Львів. 2000. –264 с.
3. Гарнець В.М. Матеріалознавство. Підручник. - К. Кондор. 2009. 386 с.
4. Дробот О.С. Макро - і мікроструктура металів та сплавів / О.С. Дробот, О.П. Бабак, О.О. Нікітін. - Вид. 2-ге, випр., допов. - Хмельницький: ХНУ, 2016. - 55с.
5. Мохорт А.В., Чумак М.Г. Термічна обробка металів: Навчальний посібник. –К.: Либідь. 2002. –512с.
6. Теорія і технологія термічної обробки: методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 132 «Матеріалознавство» / О.С. Дробот. - Хмельницький: ХНУ. 2022. 35 с.
7. Матеріалознавство: методичні вказівки з дисципліни до самостійної роботи студентів інженерно - технічних напрямів підготовки / Дробот О.С. - Хмельницький: ХНУ, 2016. 140с.
8. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
9. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
Модульний курс для дистанційної форми навчання Доступ до ресурсу: http://dn.khnu.km.ua/dn/k_list.aspx?bk=T.

Викладач: канд. техн. наук, доцент Дробот О.С.

2. ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва факультету	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства, д-р техн. наук, проф.	Факультет інженерії, транспорту та архітектури		Олександр ДИХА
Гарант освітньо-професійної програми, д-р техн. наук, проф.	Факультет інженерії, транспорту та архітектури		Павло КАПЛУН
Декан	Факультет інженерії, транспорту та архітектури		Олег ПОЛЩУК

2. Пояснювальна записка

Дисципліна «Теорія і технологія термічної обробки» є фундаментальною при підготовці фахівців за спеціальністю «Матеріалознавство». Знання закономірностей зміни структури сталі при нагріванні та охолодженні дозволить інженерам під час ремонту та обслуговування техніки розробляти ефективні режими термічної обробки деталей машин для формування заданих експлуатаційних властивостей. Дисципліна «Теорія і технологія термічної обробки» є обов'язковою дисципліною навчальних планів і займає провідне місце у підготовці бакалаврів за спеціальністю «Матеріалознавство».

Вивчення дисципліни дозволяє здобувачам вищої освіти зрозуміти теоретичні основи фазових та структурних перетворень, які відбуваються в сталях під час термічної та хіміко-термічної обробки; технології виконання операцій відпалу, нормалізації, гартування та відпуску для формування експлуатаційних властивостей конструкційних та інструментальних матеріалів.

Пререквізити: Дисципліна базується на знаннях з ОЗП.01- математики ОЗП.02 – фізики; ОЗП.03 - хімії, ОЗП.09- «Технології конструкційних матеріалів», ОПП. 07 - «Вступ до спеціальності». ОПП. 08 «Матеріалознавство»

Кореквізити: ОПП.04 «Деталі машин», ОПП.14 «Наплавлення і напилення», ОПП.15 - «Вузли тертя», ОПП.16 «Ремонт і відновлення машин».

Компетентності - Загальні компетентності (ЗК) ЗК.02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК.06. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації. ЗК.12. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК) ФК.01. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань ФК.02. Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів. ФК.03. Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства. ФК.06. Здатність використовувати практичні інженерні навички при вирішенні професійних завдань. ФК.09. Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем. ФК.10. Здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань ФК.11. Здатність організувати роботу відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці. ФК.13. Здатність враховувати екологічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень. ФК.14. Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів.

Програмні результати навчання (ПРН). (ПРН 2). Визначати екологічно небезпечні та шкідливі фактори професійної діяльності шляхом попереднього аналізу та коригувати зміст діяльності з метою попередження негативного впливу на навколишнє середовище. ПРН 5. Визначати екологічно небезпечні та шкідливі фактори професійної діяльності шляхом попереднього аналізу та коригувати зміст діяльності з метою попередження негативного впливу на навколишнє середовище. ПРН 6. Дотримуватися вимог галузевих нормативних документів.

ПРН 12. 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 ПРН 14. Використовувати у професійній діяльності

експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів. ПРН 17. Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них. ПРН 18. Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі завдання відповідно до спеціальності; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, охорона навколишнього середовища, економіка, промисловість) обмежень. ПРН 20. Знаходити потрібну інформацію у літературі, консультиватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації. ПРН 23. Володіти методами забезпечення та контролю якості матеріалів. ПРН 26. Знання основних технологій одержання, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування. ПРН 31. Розробляти технологічні процеси відновлення зношених поверхонь деталей автомобіля .

Мета дисципліни - підготовка фахівців, здатних до вивчення теоретичних основ перетворень, які відбуваються в сталі при нагріванні та охолодженні, особливостей мартенситного та бейнітного перетворень, суті процесів, які відбуваються під час відпуску сталі для подальшого практичного застосування під час розробки технологічних процесів та впровадження їх у виробництво.

Підготовка фахівців, здатних розв'язувати теоретичні та практичні завдання, пов'язані з впровадженням основних видів термічної обробки.

Предмет дисципліни. предметом дисципліни є теоретичні основи термічної обробки та технологія виконання різних видів термічної обробки деталей машин та інструментів, основні види термічної обробки матеріалів, з яких виготовляють деталі автомобільної техніки (сталі, чавуни, латуні, бронзи, силуміни), види хіміко - термічної обробки, методи діагностики в галузі термічної обробки. Наукові результати та здобутки сьогоденного стану теорії та технології термічної обробки.

Завдання дисципліни : орієнтувати ЗВО на підготовку з застосування прогресивних технологічних процесів термічної та хіміко-термічної обробки для відновлення та підвищення зносостійкості деталей автомобілів; розкрити фізичну суть процесів, які відбуваються в сталях при нагріванні та охолодженні; вплив швидкості нагрівання та охолодження, температури, нагрівального середовища на властивості деталей; вивчити основні види та режими проведення термічної обробки.

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: вміло *використовувати* сталі для виготовлення деталей авто. Призначати вид та технологію проведення термічної обробки, забезпечити формування структури з високими показниками механічних характеристик; призначати вид та режими хіміко-термічної обробки для забезпечення експлуатаційних властивостей деталям машин.

3. СТРУКТУРА І ЗМІСТ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу	Кількість годин, відведених на :					
	Денна форма			Заочна форма		
Семестр	третій			другий		
	Лекц.	Лаб.	СРС	Лекц.	Лаб.	СРС
Розділ 1. Предмет і задачі курсу «Теорія і технологія термічної обробки»	2	2	6	2		10
Розділ 2. Перетворення в сталях при нагріванні.	2	2	6	2	2	10
Розділ 3. Перетворення в сталях при охолодженні. Діаграма ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту	2	2	6			10
Розділ 4. Мартенситне перетворення в сталях.	2	4	8	2		10
Розділ 5. Перетворення в загартованій сталі при її нагріванні.	2	4	8			10
Розділ 6. Технологія термічної обробки. Розрахунки тривалості нагрівання при термічній обробці. Відпал та його види.	2		8			10
Розділ 7. Призначення та особливості проведення відпалу другого роду.	2		6			10
Розділ 8. Технологія проведення гартування. Структура та властивості сталі після гартування.	2		8		2	10
Розділ 9. Технологія проведення відпуску. Види відпуску. Вплив відпуску на властивості сталі.	2		6			10
Розділ 10. Способи гартування сталі.	2	2	6		2	10
Розділ 11. Гартування сплавів без поліморфних перетворень.	2	2	8			10
Розділ 12. Обладнання для термічної обробки.	2	4	6			10
Розділ 13. Термічна обробка після цементації, азотування, нітроцементації, ціанування, борування	2	2	8			10
Розділ 14. Поверхнєве гартування.	2	2	8			8
Розділ 15. Види та технологія проведення термічної обробки зварних з'єднань.	2	4	8			10
Розділ 16. Термомеханічна обробка (ТМО).	2	4	8			10
Підсумкове заняття		2				
Разом за семестр	32	32	116	6	6	168

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСИПЛІНИ

4.1. Зміст лекційного курсу

№ п/п	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	2	3
Розділ1	Предмет і задачі курсу «Теорія і технологія термічної обробки». Основи термічної обробки. Термічна обробка та діаграма стану «Залізо-цементит». Критичні точки сталей. Класифікація видів термічної обробки. [1, с. 127-132, 173].	2
Розділ2	Перетворення в сталях при нагріванні: фазові перетворення в сталях при нагріванні: чотири основні перетворення в сталі. Утворення аустеніту. Зміна розміру аустенітного зерна. Структурна спадковість. Перегрів та перепал сталей. [1, с.157-162] .	2
Розділ3	Перетворення в сталях при охолодженні. Діаграма ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту: дифузійне перетворення аустеніту при охолодженні . Побудова діаграми ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту. Перлітне перетворення в сталях. Продукти перлітного розпаду аустеніту, їх морфологія та властивості. Бейнітне перетворення. [1, с.163 -169] .	2
Розділ4	Мартенситне перетворення в сталях. Термодинаміка мартенситних перетворень. Особливості мартенситного перетворення вуглецевих сталей: механізм процесу, будова та властивості мартенситу. Мартенситна діаграма. Вплив легуючих елементів на кінетику мартенситного перетворення. Ефект пам'яті форми в сплавах. [1, с.166, 167- 170] .	2
Розділ 5	Перетворення в загартованій сталі при її нагріванні. Перетворення при нагріванні мартенситу (перетворення під час відпуску). Вплив температури відпуску на структуру та властивості сталі. [1, с.186 -190] .	2
Розділ6	Технологія термічної обробки. Відпал та його види. Відпал першого роду: гомогенізуючий відпал. Відпал для зменшення внутрішніх напружень, рекристалізаційний , відпал для усунення внутрішніх напружень. [1, с.173-178] .	2

7	Відпал другого роду: повний , неповний, сфероїдизуючий, ізотермічний, нормалізаційний, технологія проведення, властивості сталі. Дефекти відпалу та нормалізації [1, с.176 - 188].	2
8	Гартування сталі. Вибір температури нагрівання. Режими нагрівання сталі. Критична швидкість охолодження. Загартуваність та прогартуваність сталі. Вплив легуючих елементів на прогартуваність сталі. Охолоджувальні середовища для гартування. Внутрішні напруження при гартуванні сталі. Дефекти гартування. [1, с.177 -181 , 190 - 195; 201 -203].	2
9	Відпуск сталі. Призначення та види відпуску сталі. Структурні зміни при відпусканні сталі. Вплив легуючих елементів на процеси, що відбуваються під час відпуску. Види браку після відпуску сталі. Обробка холодом - суть процесу та призначення. [1, с.184 -190].	2
10	Способи гартування сталі. Гартування в двох середовищах, сходинокве, ізотермічне. Поверхневе гартування. Призначення та види поверхневої термічної обробки. Поверхневе індукційне гартування. Гартування в електроліті. Лазерне гартування. Дефекти поверхневої термічної обробки виробів. [1, с.204 -211].	2
11	Гартування сплавів без поліморфних перетворень. Особливості гартування сплавів на основі алюмінію та міді. Вплив температури гартування на структуру і властивості сплавів. Старіння сплавів. Термодинаміка процесів виділення з пересиченого твердого розчину. Структурні зміни при старінні. Типи виділень, їх форма та розміри. Зміни властивостей при старінні. Вибір режимів старіння. [1, с.275 - 277].	2
12	Обладнання для термічної обробки. Печі для нагрівання. Соляні ванни. Обладнання для охолодження. Захисні атмосфери: склад, застосування. [1, с.179-188].	2
13	Хіміко-термічна обробка. Цементация сталей: призначення, технологія проведення, структура та властивості насиченого шару. Режими термічної обробки цементованих деталей. [1,	2

	с.213 -219].	
14	Термічна обробка при проведенні азотування, нітроцементзації, ціанування, борування. Призначення, технологія проведення, властивості насиченого шару. Лазерна хіміко-термічна обробка [1, с.220 -226].	2
15	Суть дифузійної металізації: силіціювання, алітування, хромування. Призначення та технологія проведення. [1, с.226 - 228].	2
16	Термомеханічна обробка (ТМО): Високотемпературна і низькотемпературна термомеханічна обробка сталей, що загартовуються на мартенсит. [1, с.197 -201].	2
	Разом	32

Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми навчання

Номер лекції	Тема лекції	Кількість годин
1	Предмет і задачі курсу «Теорія і технологія термічної обробки». Термічна обробка та діаграма стану «Залізо-цементит». Критичні точки сталей. Класифікація видів термічної обробки [1, с. 127-132, 173].	2
2	Перетворення в сталях при нагріванні: фазові перетворення в сталях при нагріванні: чотири основні перетворення в сталі. Утворення аустеніту. Перегрів та перепал сталей. [1, с.157-162].	2
3	Технологія термічної обробки. Відпал та його види. [1, с.176 -188]. Гартування сталі. Вибір температури нагрівання. Режими нагрівання сталі. Критична швидкість охолодження. [1, с.177 -181 , 190 - 195; 201 -203].	2
	Разом за семестр	6

4.2 Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних занять для студентів *денної* форми навчання

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кільк-ть годин
1	2	3
1	Лабораторна робота № 1. Визначення критичних точок в сталі 45 методом пробного гартування. [1, с. 127-132, 173].	4
2	Лабораторна робота № 2. Дослідження впливу виду термічної обробки на твердість вуглецевої сталі. [1, с.157-162].	4
3	Лабораторна робота № 3. Дослідження впливу температури нагрівання на твердість доевтектоїдних та заевтектоїдних вуглецевих сталей після гартування. [1, с.166, 167- 170].	4
4	Лабораторна робота № 4 . Дослідження впливу легуючих елементів на властивості сталі після відпалу. [1, с.176 -178].	4
5	Лабораторна робота № 5. Дослідження впливу температури відпуску на властивості загартованої сталі [1, с.184 -190].	4
6	Лабораторна робота № 6 . Дослідження впливу температури відпуску на структурні перетворення та механічні властивості легованих сталей. [1, с.184 -190].	4
7	Лабораторна робота № 7. Дослідження дефектів сталі після термічної обробки [1, с.204 -211].	4
8	Лабораторна робота № 8. Дослідження структури сталі після термічної обробки [5, с.34 -42]. [6, с.19 -23].	4
	Разом за семестр	32

Перелік лабораторних занять для студентів *заочної* форми навчання

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кільк-ть годин
-------	----------------------------	-------------------

1	2	3
1	Дослідження впливу виду термічної обробки на твердість вуглецевої сталі. [1, с.157-162].	2
2	Дослідження впливу температури нагрівання на твердість доєвтектоїдних та заєвтектоїдних вуглецевих сталей після гартування. [1, с.166, 167- 170].	4
	Разом за семестр	6

4.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Об'єм самостійної роботи з дисципліни становить 112 годин для денної форми навчання. До його складу входить:

1. Опрацювання теоретичного матеріалу (конспекту лекцій, навчально методичної літератури).
2. Підготовка до аудиторних занять (лекцій, лабораторних тощо).
3. Підготовка і виконання індивідуальних завдань, передбачених програмою.
4. Підготовка до захисту лабораторних робіт та поточного і підсумкового контролів.
5. Робота у проведенні наукових експериментів.
6. Участь у роботі факультативів, наукових та науково-практичних конференцій, олімпіадах тощо.

Студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу. Вимоги до її виконання та варіанти визначаються методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт, які кожний студент отримує на кафедрі у період установчої сесії.

Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання

№ тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1	Тема 1. Повторення діаграми стану «Залізо-цементит», опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи № 1, [1, с. 127-132, 173].	10
2	Тема 2. Спадково дрібнозернисті та спадково-грубозернисті сталі. [1, с. 159-162]	6
3	Тема 3. Опрацювання лекційного матеріалу. Аналіз діаграм ізотермічного розпаду аустеніту легованих сталей. [1, с. 169-172]	10
4	Тема 4. Опрацювання лекційного матеріалу. Ефект пам'яті форми в сплавах. [1, с.166, 167- 170].	6
5	Тема 5. Опрацювання лекційного матеріалу. Вплив легуючих елементів на процеси, що відбуваються під час відпуску. Крихкість	6

	після відпуску: різновиди та причини виникнення.[1, с.186 -190].	
6	Тема 6. Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до тестування Т1 по темам (1-5). [1, с. 127-132, 173 - 178].	6
7	Тема 7. Опрацювання лекційного матеріалу. Аналіз дефектів сталі після відпалу 2 роду. [1, с.176 -178].	10
8	Тема 8. Вибір тривалості нагрівання виробів у печі при проведенні гартування. [1, с.184 -190].	6
9	Тема 9. Обробка сталі холодом. Підготовка до виконання лабораторної роботи. [1, с.184 -190].	8
10	Тема 10. Поверхнєве гартування з нагріванням лазерним променем. Підготовка до тестування Т2 (по темам 6-10) . [1, с.200-210].	6
11	Тема 11 Старіння алюмінієвих сплавів [1, с.275 - 277].	8
12	Тема 12. Конструкція установок для одержання захисних атмосфер. [1, с.179-182].	8
13	Тема 13. Цементация в твердому карбюрізаторі. [1, с.213 -219].	8
14	Тема 14. Азотування в тліючому розряді. [1, с.220 -226].	
15	Тема 15. Опрацювання лекційного матеріалу. Обладнання для термічної обробки [1, с.226 -228].	10
16	Заключне заняття. Аналіз вивченого матеріалу. Підготовка до пісумкового контролю.	8
	Разом за семестр	116

Керівництво самостійною роботою та контроль за виконанням індивідуального завдання здійснюється викладачем за розкладом консультацій у позаурочний час.

5. ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій, зокрема: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття, самостійна робота (індивідуальні завдання), і мають за мету – оволодіння студентами спеціальною термінологією і набуття ними практичних навичок з проведення мікроструктурного аналізу, дослідження властивостей металів та сплавів за різними методиками, у т.ч. з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій.

Необхідні інструменти, обладнання, нормативні документи: металографічні мікроскопи , твердоміри, комп'ютерна техніка, електропечі для термічної обробки, ДСТУ на сталі, чавуни, кольорові метали та сплави.

Програма дисципліни передбачає застосування активних форм проведення навчального процесу, що розвиває просторову уяву слухача, навички самостійної роботи і вміння знаходити оптимальні рішення проблем. В навчальному процесі застосовуються наочні засоби, макети, плакати, слайди, відео та комп'ютерна техніка.

На заняттях необхідно розвивати у студентів вміння виділяти головне, узагальнювати результати, робити висновки. Слід заохочувати творчі здібності та

ініціативу, чому в значній мірі сприяють макро і мікроструктурні дослідження, робота з атласами та нормативними документами.

6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю: усне опитування перед допуском до лабораторного заняття; захист лабораторних робіт і формування портфоліо; тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми; презентація і захист індивідуальних завдань. При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу, який проводиться методом тестування з усього матеріалу дисципліни. **Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід, вважається невстигаючим.**

7. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СЕМЕСТРІ

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за *чотирибальною* шкалою. 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. Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за національною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; вміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обгрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і у письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення роботи. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> . Під час опитування студент показав високий рівень знань.
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватися на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно	Студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим набув навичок, необхідних для

	виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Студент виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Семестровий контроль	
Третій семестр											
Лабораторні роботи								Тестовий контроль ТК*		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	ТК1	ТК2	24 - 40	
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум- максимум)											
3- 5	3- 5	3- 5	3- 5	3- 5	3- 5	3- 5	3- 5	6-10	6-10		
24 - 40								12 -20		24 - 40	60 - 100

Примітка *ТК – поточний тестовий контроль;

** За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС»

Оцінювання результатів захисту лабораторних робіт

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання методики виконання завдання; дотримання стандартів при оформленні креслень тощо.

Результат виконання та захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти та рівня досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей з присвоєнням йому відповідної суми балів.

Кожна з лабораторних робіт оцінюється однаковою кількістю балів від 3 до 5 балів. При цьому отримання 3 балів – свідчить про достатній рівень досягнення результатів, 4 бали – середній рівень і 5 балів – високий. В семестрі оцінюються 8 робіт (лабораторні

роботи в аудиторії). Відповідно, оцінювання результатів виконання вказаних робіт - від 24 до 40 балів для лабораторних робіт в аудиторії.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів навчання з теоретичного матеріалу (тестовий контроль)

Кожний з двох тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 20 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, за тематичне тестування (ТК1, ТК2) складає 10.

Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тематичне тестування (ТК1, ТК2) здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 6 до 10 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання з ТК 1 і ТК 2

Кількість вірних відповідей	0-11	12	13	14	15	16-17	18	19-20
Відсоток вірних відповідей	0-55	60	65	70	75	80-85	90	95-100
Кількість отриманих балів	0	6	6	7	7	8	9	10

На тестування відводиться 20 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну *наступного* контролю. Зараховується краща оцінка з двох спроб.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання здобувачів заочної форми здобуття освіти

Аудиторна робота		Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль	Разом
<i>Третій семестр</i>					
Лабораторні роботи* №:		Контрольна робота		Іспит	Сума балів
1	2	Повнота відповіді та якість виконання	Захист роботи		
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)					
3-5	3-5	18-30	6-10	30-50	60-100

6-10	24-40	30-50	
-------------	--------------	--------------	--

Примітка. *Вимоги до оцінювання аудиторних робіт здобувача-заочника аналогічні вимогам, що висуваються до здобувачів освіти денної форми.

Оцінювання контрольної роботи здобувачів, які навчаються за заочною формою здобуття освіти

Контрольна робота передбачає виконання шести завдань. Варіанти контрольних робіт і зміст завдань наводяться у модульному середовищі. При оцінюванні контрольної роботи враховуються: повнота відповіді на теоретичні питання; якість виконання контрольної роботи та повнота відповідей під час її захисту. Кожне з завдань оцінюється від 3 до 5 балів, а захист контрольної роботи 6-10 балами, загальна сума балів на позитивну оцінку становить від 24 до 40.

Таблиця – Розподіл балів при оцінюванні завдань контрольної роботи

Види завдань	Кількість балів для певного рівня досягнення результатів навчання		
	Достатній	Середній	Високий
Теоретичне питання та індивідуальне завдання № 1	3	4	5
Теоретичне питання та індивідуальне завдання № 2	3	4	5
Теоретичне питання та індивідуальне завдання № 3	3	4	5
Теоретичне питання та індивідуальне завдання № 4	3	4	5
Теоретичне питання та індивідуальне завдання № 5	3	4	5
Теоретичне питання та індивідуальне завдання № 6	3	4	5
Захист роботи	6	7- 8	9 -10

Примітка. *Позитивний бал за контрольну роботу, відмінний від мінімального (24 балів) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) контрольної роботи.

Кожне завдання контрольної роботи здобувача вищої освіти оцінюється викладачем з використанням таблиці критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти (щодо визначення достатнього, середнього та високого рівня досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей).

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (ЗАЛК)

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий залік виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав здобувач з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене

позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

8. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗДОБУТИХ СТУДЕНТАМИ ЗНАНЬ

1. Що таке термічна обробка?
2. Основні перетворення, що відбуваються при термічній обробці сталі.
3. Пояснити діаграму ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту.
4. Особливості мартенситного перетворення.
5. Перетворення при нагріванні мартенситу.
6. З якою метою та за якими режимами проводять відпал, нормалізацію та гартування доевтектоїдних та заевтектоїдних сталей?
7. З якою метою проводять відпуск сталі? Види відпуску та їх режими?
8. Як впливає температура відпуску на твердість та в'язкість сталі?
9. Які охолоджуючі середовища використовують для гартування?
10. Які властивості набуває сталь після відпалу, нормалізації та гартування?
11. Поясніть, який режим термічної обробки забезпечує найкращу оброблюваність різанням.
12. Поясніть, який режим термічної обробки сталі забезпечить високу зносостійкість.
13. Особливості гартування з поліморфним перетворенням?
14. Особливості гартування без поліморфного перетворення?
15. Механізм та особливості мартенситного перетворення?
16. Види відпуску сталі.
17. Що таке поліпшення?
18. Які процеси відбуваються під час відпуску сталі
19. Які процеси відбуваються при розпаді залишкового аустеніту?
20. Властивості троституу відпуску.
21. Які фізико-хімічні процеси відбуваються під час хіміко-термічної обробки.
22. Що таке цементация, з якою метою її проводять.
23. Яку термічну обробку проводять після цементации.
24. Як визначають глибину насиченої зони після цементации.
25. Що таке азотування, з якою метою його проводять.
26. Охарактеризуйте процеси рідкого та газового азотування.
27. Які режими термічної обробки рекомендовані при азотуванні.
28. В чому суть дифузійної металізації, де її використовують.

29. Що таке старіння?
30. Які параметри термічної обробки вибирають при старінні?
31. Що називають природним старінням?
32. Що називають штучним старінням?
33. Яке призначення обробки холодом?
34. Поясніть, що таке критична швидкість охолодження.
35. В чому суть перегріву сталі?
36. В чому суть перепалу сталі?
37. Яких властивостей набуває вуглецева сталь після нормалізації?
38. Яких властивостей набуває середньо легована сталь після нормалізації?
39. Яка сталь буде мати меншу критичну швидкість охолодження: вуглецева чи легована?
40. Після якого відпуску сталь буде мати вищу твердість: високого чи низького.
41. Після якого відпуску сталь буде мати вищу в'язкість: високого чи низького.
42. Як сформувати в сталі 60 структуру сорбіту відпуску?
43. Як сформувати в сталі 40 структуру сорбіту відпуску?
44. Яку обробку проводять для одержання у сталі У12 зернистого перліту?
45. Яку термічну обробку потрібно провести для формування структури мартенситу у сталі 40Х?
46. Чим ферит відрізняється від мартенситу?
47. У якій сталі буде вища в'язкість: у сталі 40 з структурою сорбіту чи у сталі 40 з структурою сорбіту відпуску? Чому?
48. Яка обробка потрібна для сталі 10, щоб покращити її оброблюваність різанням?
49. Яка обробка потрібна для надання сталі 20 для покращення пластичності?
50. Чи однакову твердість будуть мати сталь 40 та сталь 40Х після гартування?

9. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни «Матеріалознавство» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Дробот О.С. Макро - і мікроструктура металів та сплавів / О.С. Дробот, О.П. Бабак, О.О. Нікітін. - Вид.2-ге, випр., допов. - Хмельницький: ХНУ, 2016. - 55с.
2. Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань. Методичні вказівки до вивчення курсу. / О.С.Дробот,- Хмельницький:ХНУ. 2012 р.-71с.
- 3.Матеріалознавство: методичні вказівки з дисципліни до самостійної роботи студентів інженерно-технічних напрямів підготовки / Дробот О.С. , Каплун П.В. - Хмельницький : ХНУ, 2020. 140с.
4. Матеріалознавство: методичні вказівки з дисципліни до лабораторних робіт / Дробот О.С. , Посонський С.Ф. - Хмельницький : ХНУ, 2019. 62 с.

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Дяченко С.С., Дощечкіна І. В., Мовлян А.О., Плешаков Е.І. Матеріалознавство.: Підручник / За ред. проф. С.С. Дяченко. - Харків: ХНАДУ, 2007. – 440с
- 2.Лисенко О.Б. Конспект лекцій. «Термічна обробка металів» – Кам'янське: ДДТУ, 2019. – 104 с.
3. Таран Ю.М, Калінушкін Є.П., Куцова В.З. та ін. Металознавство і термічна обробка металів і сплавів із застосуванням комп'ютерних технологій навчання. Навч. посібник. К. 2002. - 320 с.
4. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство.к.1.Львів. 2000. –264с.
5. Гарнець В.М. Матеріалознавство. Підручник.- К. Кондор.2009. 386 с.
6. Мохорт А.В., Чумак М.Г. Термічна обробка металів: Навчальний посібник. –К.: Либідь. 2002. –512с.

Допоміжна

1. Афтанділянц Є. Г. Матеріалознавство: підручник / Є.Г. Афтанділянц, О.В. Зазимко, К. Г. Лопатьмо. - Херсон: ОЛДІ - плюс; К.: Ліра -К, 2013.- 612с.
2. Інженерне матеріалознавство: підручник для студентів ВНЗів / О.М.Дубовий, Ю.О. Казимиренко, Н.Ю. Лебедева, С.М. Самохін В.О. Нац. ун-т кораблебудув. ім. адмірала Макарова. - Миколаїв: НУК, 2009. - 444с.

11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
2. Модульний курс для дистанційної форми навчання Доступ до ресурсу: http://dn.khnu.km.ua/dn/k_list.aspx?bk=T.
3. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php.
4. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.

