



МЕТАЛОЗНАВСТВО (ПО8)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти *Перший (бакалаврський)*

Галузь знань	<i>Механічна інженерія¹</i>
Спеціальність	<i>136 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин, 5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит (письмовий), модульна контрольна. За умови дистанційного навчання – 10 тематичних контрольних робіт.</i>
Розклад занять	https://Rozklad.kpi.ua
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Бобіна Марина Миколаївна, ² Лабораторні: к.т.н., доцент, Бобіна Марина Миколаївна
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google classroom, тощо)</i>

Програманавчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Деталі сучасних машин та механізмів (автомобілебудування, ракетобудування, авіаційна техніка, атомна енергетика, магістральні трубопроводи та ін.) працюють у складних умовах, а тому матеріали, які використовуються для їх виготовлення повинні характеризуватися високим комплексом властивостей.

Отримати необхідні властивості конструкційних матеріалів можливо за умови знань будови матеріалів та можливості вливу за допомогою різних факторів з метою формування цих властивостей. Цей механізм дозволяє розкрити металознавство та термічна обробка, яка вивчає взаємозв'язок між складом, будовою і властивостями методів та сплавів і закономірності їх зміни під дією зовнішніх факторів: теплових, хімічних, механічних електромагнітних, радіоактивних та ін.

Дана дисципліна є самостійною, яка в сукупності з теорією металургійних процесів, теплофізикою призначена сформуванню теоретичний базис металургійної підготовки.

Передбачається, що в результаті вивчення металознавства та термічної обробки студент набуває інженерні знання, які дозволять самостійно вибрати конструкційний матеріал для заданої

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану.

Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

деталі та технологію термічної обробки для отримання необхідних поверхневих твердості, міцності, в'язкості серцевини.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей.

Загальні компетентності (ЗК)	
ЗК 9	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
Фахові компетентності (ФК)	
ФК3	Критично осмислювати наукові факти, концепції, теорії, принципи і методи, необхідні для професійної діяльності в сфері металургії.
ФК10	Здатність визначити характеристики специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації.
ФК14	Здатність забезпечувати якість продукції.
ФК19	Здатність використовувати професійні знання властивостей металів та сплавів для конструювання продукції в ливарному виробництві з заданими.
ФК20	Здатність обирати та застосовувати стандартні методи випробувань та розрахунків для визначення властивостей матеріалів та готової продукції і здійснювати їх контроль.
ФК25	Здатність розробляти технологічні процеси виплавляння сплавів їх легування, модифікування.
Програмні результати навчання	
ПР 02	Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх досягненнях.
ПР 06	Вміння обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.
ПР 11	Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.
ПР 27	Розуміння особливостей впливу хімічного складу металів і сплавів та технологічних процесів їх плавлення на експлуатаційні властивості ливарної продукції.

1. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дана дисципліна базується на вивченні та знанні природничо – наукових курсів як фізика, хімія, математика, фізична хімія. Вивченню дисципліни «Металознавство» повинно передувати глибоке засвоєння з курсів:

- з курсу хімії: матеріалу по електронній будові металів, природі хімічних зв'язків, хімічної взаємодії між металами, неметалами та їх сполуками ;
- курсу фізики: матеріалу по вивченню основних фізичних законів та закономірностей суцільного середовища ;
- курсу фізичної хімії: фізико – хімічних основ металургійних процесів, термодинаміки рівноважних та нерівноважних систем, основ побудови діаграм стану.

Металознавство є основною дисципліною технологічної лінії підготовки бакалавра, і характерне для формування загальної вищої освіти і одночасно має виразні риси професійного напрямку. Металознавча лінія повинна бути безперервною під час вивчення всіх технічних дисциплін . Особливо це стосується дисциплін технологічної лінії підготовки.

Дисципліна «Металознавство» належить до циклу професійно – практичної підготовки . Набуті знання і уміння використовуються в подальшому при вивченні дисциплін цього ж циклу та вибіркових професійно – орієнтованих дисциплін за спеціальністю.

2. Зміст навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 195 годин/6,5 кредитів ECTS.

Розділ 1 Вступ.

Розділ 2. Атомно кристалічна будова металів і сплавів.

Розділ 3. Пластична деформація та рекристалізація металів.

Розділ 4. Кристалізація металів .

Розділ 5. Дифузія в металевих сплавах .

Розділ 6. Фази і фазові перетворення у металевих сплавах.

Розділ 7. Залізо та його сплави.

Розділ 8. Фазові перетворення в сплавах на основі заліза.

Розділ 9. Хіміко – термічна обробка.

Розділ 10. Основи легування сталі та чавуну.

Розділ 11. Кольорові метали та сплави на їх основі.

3. Навчальні матеріали та ресурси

Конспекти лекцій. Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Рекомендована література

Основна

1. Конспект лекцій. <https://www.sikorsky-distance.org>.
2. 1.Бялік О.М. , В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. Металознавство . - :ІВЦ „ Політехніка “, 2002 – 384с.
3. Металознавство та термічна обробка металів [Текст] : підручник для студ. вищ. навч. закладів / О. А. Кузін, Р. А. Яцюк ; Національний ун-т "Львівська політехніка". - Л. : Афіша, 2002. - 304 с.: рис. - Бібліогр.: с. 299-300. - ISBN 966-7760-36-7
4. Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань [Текст] : підруч. для студ. вищих навч. закл. зварювальних спец. / М. Г. Єфіменко, Н. О. Радзівілова. - Х. : [б.в.], 2003. - 488 с.: рис., табл. - Бібліогр.: с. 470-474. - ISBN 966-8004-21-3

Додаткова

1. Ю.М. Лахтин Материаловедение . – М. : Машиностроение 1990, - 528 с.
2. И.И. Новиков. Теория термической обработки металлов . М.: Металлургия , 1986 , - 480 С.
3. Ю.А.Геллер, А.Г.Рахштадт. Материаловедение. М; Металлургия, 1986, - 456с.
4. Ю.М.Лахтин. Металловедение и термическая обработка металлов. М.: Металлургия, 1984.- 360с.
5. А.П.Гуляев.Термическая обработка стали. М.:Машгиз.1966.-496с.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);

2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання «аналіз ситуацій», дискусія, навчальні дебати),

3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів,

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт. За умови дистанційного навчання при читанні лекцій застосовуються засоби для відео конференцій (Meet, Zoom тощо). Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

Модуль 1. Металознавство

№ з/п	Опис лекції
1	<p>ВСТУП Предмет і задачі дисципліни. Історія розвитку металознавства та термічної обробки, роль науки та вчених металознавців у розвитку сучасного матеріалознавства, у створенні нових конструкційних матеріалів. Взаємозв'язок між структурою.</p>
2	<p>РОЗДІЛ 2. Атомно-кристалічна будова металів і сплавів. Параметри кристалічної будови. Поняття про періоди , кути, комірку, координаційне число, коефіцієнт компактності, атомний радіус. Типи кристалічних ґраток , їх характеристика . Поліморфізм, анізотропія. Завдання на СРС: Ознайомитися: З кристалічними ґратками заліза, їх характеристиками. Література: основна–1 ..- 13-34; 2 ..- 8-28;</p>
3	<p>Дефекти кристалічної будови. Класифікація дефектів. Характеристика точкових і лінійних дефектів. Механізм виникнення дефектів, їх вплив на властивості. Завдання на СРС. Розглянути: Механізм виникнення дефектів, їх вплив на властивості металів. Типи зв'язків. ЛІТЕРАТУРА ОСНОВНА 1 - 60-85 ; 2 - 41 -77;</p>
4	<p>РОЗДІЛ 3. Пластична деформація і рекристалізація. Деформація, види деформації, механізм пластичної деформації, вплив деформації, на структуру та властивості. Рекристалізація. Завдання на СРС. Розглянути: Технологію гарячої та холодної деформації, діаграми рекристалізації, механізм руйнування металів. Література: основна - [1] – 149...180, 230...262 с., [2] – 32...78 с., [3] – 67...99, 112...116 с.</p>
5	<p>РОЗДІЛ 4. Кристалізація металів. Характеристика рідкого стану. Модельні уявлення про будову рідини. Термодинамічні умови кристалізації. Завдання на СРС. Ознайомитися: Характеристика аморфного стану. Література: основна -1 - 35 – 60 ; 2 - 28-41 ;</p>
6	<p>Кінетика кристалізації. Термічний аналіз. Гомогенне та гетерогенне зародкоутворення. Вплив переохолодження на параметри кристалізації. Завдання на СРС: Розглянути: Теорія Таммана, будова металевого зливку. Усадка. Гази в металі Література: основна - [1] – 416...420 с., [2] – 98...114 с, [5] – 280... 372 с.</p>
7	<p>Ріст кристалів. Форма і розміри кристалів. Ліквіація, усадкова раковина, пористість. Гази та газові пухирі. Неметалеві включення. Завдання на СРС. Розглянути: Дефекти литого металу</p>
8	<p>РОЗДІЛ 5. Дифузія в металевих сплавах. Роль дифузійних процесів у фазових перетвореннях. Механізм дифузії. Параметри дифузії. Закони Фіка. Завдання на СРС :</p>

	<p>Розглянути: Ефект Кіркендалла. Градієнт хімічного потенціалу, особливості дифузії в твердих розчинах. Література: основна - [2] – 125...135 с., [3] – 178...196 с.</p>
9	<p>РОЗДІЛ 6. Фази в металевих сплавах. Діаграми стану подвійних та потрійних систем Теорія фаз у сплавах. Умови утворення твердих розчинів заміщення та проникнення. Хімічні сполуки в металевих сплавах. Фази Лавіса і інтерметалідні сполуки. Упорядковані тверді розчини. Завдання на СРС : Розглянути: Упорядковані тверді розчини. Література: основна 1 - 85 – 195 ; 2 - 77 – 116 ;-</p>
10	<p>Діаграми стану подвійних систем. Правило фаз. Необмежена розчинність у рідкому та твердому станах. Евтектичне перетворення. Завдання на СРС : Розглянути: Особливості нерівноважних фазових перетворень Література: основна - [2] – 147...181 с., [3] – 226...306 с.; додаткова: [1] – 4...71 с.</p>
11	<p>Діаграми стану подвійних систем. Перитектичне та евтектоїд не перетворення. Монотектичне перетворення.. Природа мікроліквації. Закони Курнакова. Завдання на СРС : Розглянути: Особливості діаграм фазових рівноважень із хімічними сполуками та поліморфним перетворенням. Література: основна - [2] – 147...181 с., [3] – 226...306 с.; додаткова: [1] – 4...71 с.</p>
12	<p>Діаграми стану потрійних систем. Властивості концентраційного трикутника. Рівновага в потрійній системі із нерозчинністю компонентів у твердому стані. Горизонтальні та вертикальні перерізи. Завдання на СРС : Розглянути: Рівновага в потрійній системі із необмеженою розчинністю компонентів. Подвійні та потрійні хімічні сполуки. Література: основна - [2] – 147...181 с., [3] – 226...306 с.; додаткова: [1] – 4...71 с.</p>
13	<p>РОЗДІЛ 7. Залізо та його сплави. Діаграма стану залізо - цементит, фазовий та структурний стан, перитектичне, евтектичне та евтектоїдне перетворення. Формування структур при повільному охолодженні. Завдання на СРС. Побудувати криві охолодження сплавів: 0,003% С; 0,01% С; 0,05%С; 0,12% С; 0,18 % С; 0,4 % с; 0,6% С; 0,8 % с; 1,2 % С; 2,5% С; 4,3% С; 5,0 % С. Література: основна - 1 - 198 – 224 ; 2 - 116 – 152</p>
14	<p>Вплив вуглецю та постійних домішок на властивості залізо-вуглецевих сплавів. Класифікація сталей по структурі, якості, способу виробництва. Завдання на СРС : Розглянути: Маркування сталей Література: основна - 1 – 198-224; 2 – 116 -152.</p>
15	<p>Конструкційні та інструментальні вуглецеві сталі. Властивості застосування та маркування . Завдання на СРС : Дослідити: Вплив вуглецю та постійних домішків на властивості інструментальних сталей. Література: основна - 1 – 198-224; 2 – 116 -152.</p>

16	<p>Білі та сірі чавуни. Умови формування структури білих чавунів. Термодинаміка та кінетика процесу графітизації. Схеми структуроутворення вуглецевих сплавів .сірі чавуни.</p> <p>Завдання на СРС :</p> <p>Розглянути: Вплив постійних домішок на властивості чавунів.</p> <p><u>Література: основна - [2] – 147...181 с., [3] – 226...306 с.; додаткова: [1] – 4...71 с.</u></p>
17	<p>Ковкі та високоміцні чавуни. Графітизуючий відпал. Вплив хімічного складу та режимів термічної обробки на формування металевої основи чавунів, їхні властивості. Маркування. Модифікування для отримання чавуну із кульовим графітом.</p> <p>Завдання на СРС :</p> <p>Розглянути: Діаграма стану залізо-кремній-вуглець. Структурні діаграми для чавунів. Теорія модифікування. Діаграма залізо - графіт</p> <p><u>Література: основна - [2] – 147...181 с., [3] – 226...306 с.;</u></p>
18	<p>РОЗДІЛ 8. Фазові перетворення в сплавах на основі заліза. (Теорія термічної обробки сталі .)</p> <p>Основи теорії термічної обробки сталі .</p> <p>Фазові перетворення при нагріві : схема утворення аустеніту, структурна спадковість сталі, природна дрібнозернистість. Загальна характеристика перетворення переохолодженого аустеніту. Фактори, що визначають розмір зерна аустеніту.</p> <p>Завдання на СРС :</p> <p>Побудувати: Діаграму ізотермічного перетворення аустеніту.</p> <p><u>Література: основна - : 1 2 - 152 – 191 ; 224-241</u></p>
19	<p>ТЕОРІЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ.</p> <p>Перлитне, бейнітне та мартенітне перетворення продуктів дифузійного та бездифузійного розпаду переохолодженого аустеніту.</p> <p>Перетворення мартенситу та залишкового аустеніту при нагріві.</p> <p>Завдання на СРС :</p> <p>Побудувати: Термокінетичні діаграми перетворення переохолодженого аустеніту.</p> <p><u>Література: основна - [2] – 147...181 с., [3] – 226...306 с.; додаткова: [1] – 4...71 с.</u></p>
21	<p>Практика термічної обробки. Гартування сталі. Відпуск сталі. Термомеханічна обробка. Поверхнєве гартування.</p> <p>Завдання на СРС :</p> <p>Розглянути: Дефекти, що виникають при термічній обробці сталей та чавунів. Метод торцевого гартування.</p> <p><u>Література: основна - [2] – 147...181 с., [3] – 226...306 с.; додаткова: [1] – 4...71 с.</u></p>
22	<p>РОЗДІЛ 9. ХІМІКО-ТЕРМІЧНА ОБРОБКА СТАЛІ (ХТО)</p> <p>Загальна характеристика хіміко-термічної обробки сталей. Цементизація, азотування, нітроцементизація.</p> <p>Завдання на СРС :</p> <p>Розглянути: Дифузійна металізація.</p> <p><u>Література: основна - [2] – 227 – 248</u></p>
23	<p>РОЗДІЛ 10. Леговані сталі та сплави.</p> <p>Основи легування сталей.</p> <p>Вплив легувальних елементів на поліморфізм заліза. структуру та властивості сталі. Класифікація легуваних сталей. Маркування легуваних сталей.</p> <p>Завдання на СРС :</p> <p>Розглянути:</p>

	Класифікація та маркування легованих чавунів. Мікролегування чавунів. <u>Література: основна - [2]–2 - 2487 – 312</u>
24	Конструкційні леговані сталі. Конструкційні будівельні , автоматні, цементуємі, поліпшувані, ресорно-пружинні, кулькопідшипникові, сталі для лиття. Завдання на СРС : Розглянути: Вплив легуючих елементів на властивості литої сталі. Основи раціонального вибору сталі та чавуну і методів зміцнення деталей машин. <u>Література: основна - [2]– 147...181 с., [3] – 226...306 с.; додаткова: [1] – 4...71 с.</u>
25	Інструментальні леговані сталі. Сталі для різального інструменту , штампіві сталі для деформування у гарячому стані. Завдання на СРС : Розглянути: Режими термічної обробки інструменту із вуглецевої та легованої інструментальної сталі. <u>Література: основна - [2]– 147...181 с., [3] – 226...306 с.; додаткова: [1] – 4...71 с.</u>
26	Сталі та сплави з особливими властивостями. Корозійно - стійкі, зносостійкі та жароміцні сталі та сплави. Сталі та сплави з особливими фізичними властивостями. Завдання на СРС: Розглянути: Класифікація жароміцних сплавів та їх термічна обробка, сплави з високим електричним опором для нагрівачів, сплави із заданим температурним коефіцієнтом лінійного розширення. <u>Література: основна - [2]– 147...181 с., [3] – 226...306 с.; додаткова: [1] – 4...71 с.</u>
27	РОЗДІЛ 11. КОЛЬБОРОВІ МЕТАЛИ ТА СПЛАВИ НА ЇХ ОСНОВІ Мідь та сплави на її основі (латуні, бронзи). Алюміній і сплави на його основі. Титан і сплави на його основі. Завдання на СРС: Розглянути: Термічна обробка сплавів на основі міді, алюмінію. Підшипникові сплави. <u>Література: основна: 1 – 241 – 374 ; 2 - 313 – 359 ;</u>

Лабораторні роботи по курсу «Металознавство» мають на меті закріпити теоретичні знання, отримані на лекціях, ознайомитися з методами макро- та мікроаналізу, основними структурами сталей у відпаленому стані, чавунів , навчити студентів схематично зображуватися мікроструктури, навчитись працювати на металографічному обладнанні, термічних печах, навчитись проводити термічну обробку сталей, чавунів, вивчити мікроструктури сплавів на основі кольорових металів, уміти визначити фазовий склад, параметри технологічних процесів. При проведенні лабораторних робіт студентам видаються методичні розробки , в яких наведені практичні рекомендації по виконанню лабораторних робіт і оформленню протоколів. До екзамену допускаються тільки ті студенти, які виконали в повному обсязі всі лабораторні роботи.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Техніка безпеки при роботі з високими температурами, наднизькими температурами, електричними та оптичними приборами. Мікроструктурний аналіз (будова мікроскопу, виготовлення мікрошліфів)	2
2	Макроскопічний аналіз	4
3	Термічний аналіз	4
4.	Пластична деформація та рекристалізація	4

5	Діаграми подвійних систем	4
6	Колоквіум по діаграмі стану залізо – цемент	2
7	Структури відпалених сталей та білих чавунів	2
8	Структури сірих чавунів	2
9	Гартування сталі	2
10	Відпуск сталі	2
11	Структури сталей після гартування та відпуску	2
12	Відпал, нормалізація сталей та чавунів	2
13	Структура литої та перегрітої	2
14	Нормалізація сталей та чавунів	2
15	Структура зварного з'єднання	2
16	Визначення прогартуваності та загартуваності сталі	2
17	Метод торцевого гартування	2
18	Термічна обробка чавунів	2
19	Структура сплавів на основі міді	2
20	Структура сплавів на основі алюмінію	2
21	Структура антифрикційних сплавів	2
22	Металографічний аналіз сірих чавунів	4
ВСЬОГО		54

Захист лабораторних робіт проводиться кожної роботи в продовж останніх 15 хвилин, а також на консультаціях.

5. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання протоколів для проведення лабораторних робіт, розрахунків на заняттях, оформлення звітів з лабораторних робіт, виконання домашньої контрольної роботи, підготовка до захисту лабораторних робіт та домашньої контрольної роботи, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид самостійної роботи студента	Кількість робіт	Норма часу на роботу, год.	Термін часу, год.
Підготовка до лабораторних робіт, результати роботи опрацьовуються на заняттях.	22	0,45	10
Підготовка до МКР	1	2	2
Підготовка до екзамену	1	30	30
Всього			42

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Meet, ZOOM тощо, лабораторні роботи – в лабораторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Meet, ZOOM. Відвідування лекцій є бажаним, лабораторних робіт – обов'язковим.

На початку лекції може проводитися опитування за матеріалами попередніх лекцій. Після закінчення чергової теми лектор може провести експрес контроль з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості. У випадку дистанційного навчання проводиться 10 тематичних контрольних для визначення освоєння матеріалу студентами.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які приймали участь у виконанні лабораторної роботи, правильно оформили протокол, представили повний та вичерпний висновок (при неправильно виконаних роботах їх слід виправити).
2. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Пропуск лабораторної роботи без поважної причини штрафуються 1 балом, роботу потрібно відпрацювати; У разі пропуску з поважної причини необхідно попередити викладача і дізнатись про шляхи відпрацювання.
2. За модернізацію лабораторних робіт за завданням викладача (оновлення колекцій шліфів, стендів, підготування презентацій за темами лабораторних робіт тощо) нараховується 1 бал;
3. Участь в екскурсіях на підприємства – до 1,5 бали.
4. За активну роботу на лекції нараховується 0,5 заохочувальних балів (але не більше 5 балів на семестр).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та *іншими* положеннями Кодексу честі університету.

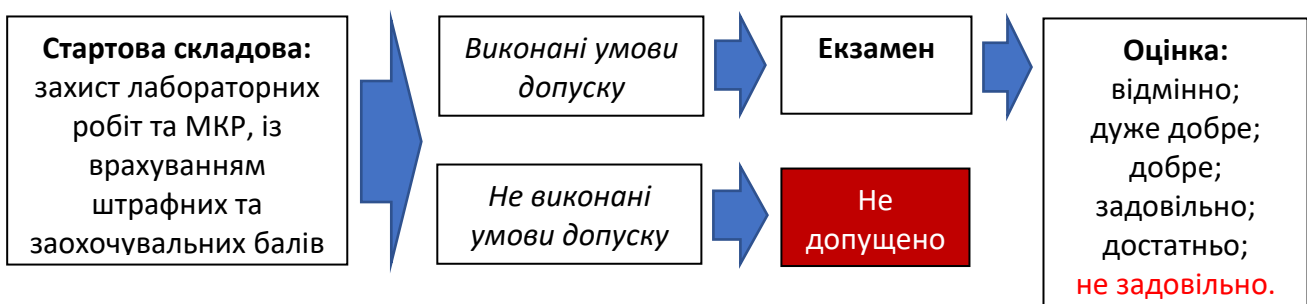
7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на лабораторних роботах, МКР. В умовах дистанційного навчання – 10 тематичних контрольних.
2. Календарний контроль: атестації проводяться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Оцінювання результатів навчання слухачів відбувається за схемою:



Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

4. Поточний контроль: опитування та здача лабораторних роботах, МКР. В умовах дистанційного навчання – 10 тематичних контрольних.
5. Календарний контроль: атестації проводяться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
6. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

Вид контролю	Кількість	Максимальна кількість балів на 1	Максимальна кількість балів
Захист лабораторних робіт	22	2	44
МКР	1	16	16
Екзамен	1	40	40
Всього			100

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Лабораторна робота Ваговий бал 4. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 2 бали x 22 = 44 бали

повне виконання всіх завдань (участь у роботі, наявність правильно оформленого протоколу, своєчасний захист) 2 бали

невиконання хоча б однієї умови 1,5 бали

недоліки у підготовці та/або виконанні роботи 1 балів

повне невиконання всіх завдань 0 балів

Виконання роботи:

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – **1 бал**;
- робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має незначні неточності – 0,75 балів;
- робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – 0,5 балів;
- робота виконана протягом відведеного часу менше, ніж наполовину, результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – 0.

Якість захисту роботи:

- студент вірно і повністю виконав всі надані до захисту завдання (відповів на запитання) – **1 бали**;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 0,75 бали;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив ряд суттєвих неточностей – 0,5 балів;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив суттєві неточності – 0.

2.2. Модульний контроль (додаток 2).

Модульна контрольна проводиться у вигляді тестів з 30 питаннями. Кожне питання -0,3 бали.

Ваговий бал за МКР – **16 балів**.

Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 16-15 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 14-12 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 11-10 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0.

2.4 За умови дистанційного навчання – 10 тематичних контрольних робіт 4 бали кожна

Контрольна робота містить 1 завдання, в якому поєднуються теоретичне обґрунтування та практичне використання відповідних процесів та перетворень в матеріалах.

Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 4 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 3 балів;

- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 2 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 22^3 = 11$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 38^4 = 19$ балу.

4. **На екзамені** студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Кожне теоретичне питання оцінюється у 13 балів, а практичне – 14 балів .

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 13–12 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11 – 10 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 9– 7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – менше 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

- «відмінно», повне безпомилкове виконання завдання – 14–13 балів;
- «добре», повне виконання завдання з несуттєвими неточностями – 12 –11 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 10–8 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – менше 10 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{\text{пр}} + r_{\text{мкр}} = 44 + 16 = 50 \text{ балів (1)}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, виконання МКР, кількість рейтингових балів не менше 36.

При дистанційному навчанні $RC = r_{\text{пр}} + r_{\text{мкр}} + r_{\text{ткр}} = 44 + 16 + 40 = 100$ балів (2)

Рейтинг студента може бути перерахований як екзаменаційний за згодою студента (письмовою) та дозволом деканату. Якщо студент не дає згоди на перерахунок, екзамен проходить на загальних умовах, причому бали за тематичні контрольні знімаються і початковий бал вираховується за формулою (1).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

³Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

⁴ Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль– надається на останньому лекційному занятті;
- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою – якщо тематика дистанційних чи онлайн курсів повністю відповідає розділам та темам дисципліни і студент засвоїв відповідні знання;
- інша інформація для студентів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни – активність та креативність на лекціях і лабораторних заняттях, участь в науковій тематиці, яка включає елементи теорії та практики термічної обробки може бути оцінена заохочувальними балами (10% від СРС на підготовку до аудиторних занять).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., доцент, БОБІНА Марина Миколаївна.

Ухвалено кафедрою фізичного матеріалознавства та термічної обробки (протокол № 5 від 01.07.2022р.)

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім.Є.О.Патона (протокол № 10/22 від 10.07.2022р.)

Завдання на індивідуальну роботу студентів ДКР (модуль 1)

Варіант №1

1. У структурі вуглецевої сталі 40 після гартування не виявляється залишкового аустеніту. У структурі вуглецевої сталі У12 після гартування виявляється до 30% залишкового аустеніту. Поясніть причину такого явища у зв'язку з мартенситними кривими для даних сталей.
2. Зобразіть графічно режим відпалу для отримання феритного ковкого чавуну. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в процесі відпалу і вкажіть механічні характеристики чавуну після термообробки.
3. Яким способом можна попередити виріб від утворення гартувальних тріщин?
4. Дайте короткий опис наступним процесам Хіміко-термічної обробки: цементація, ціанування, азотування.

Варіант №2

1. Вкажіть, який вид термічної обробки необхідно застосувати до сплавів, які мають структуру твердого розчину для усунення ліквіації.
2. Назначте режим термічної обробки (температура гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) штампів для холодного штампування із сталі У8. Опишіть суть процесів перетворення, мікроструктуру і твердість інструменту після термообробки.
3. Як можливо попередити виробу від знеуглецювання? У чому полягає шкідливість процесу знеуглецювання?
4. Які сталі застосовують для цементації, ціанування, азотування? (Поясніть причини вибору сталі даних складів для кожного виду хіміко-термічної обробки).

Варіант №3

1. Після гартування і відпуску вуглецевої сталі отримана структура: цементит + мартенсит відпуску. Нанести на діаграму стану залізо – карбід заліза ординату заданої сталі(приблизно) і вкажіть температуру нагріву цієї сталі під гартування. Назвіть температуру відпуску, яка б забезпечила отримання структури цементит + мартенсит відпуску і опишіть усі перетворення, які відбулися у сталі в процесі гартування та відпуску.
2. У чому полягає негативний вплив цементитної сітки на властивості інструментальної сталі У10 та У12? Якою термічною обробкою можна її знищити? Дайте обґрунтування вибраного режиму термообробки.
3. Вироби із сталі 45 були перегріті при гартуванні. Чим шкідливий перегрів і як можна виправити цей дефект?
4. Якій термічній обробці піддають вироби після цементації? Дайте обґрунтування вибраного режиму термообробки.

Варіант №4

1. Вуглецеві сталі 35 та У8 мають після гартування і відпуску структуру – мартенсит відпуску і твердість - перша HRC 54, друга HRC60. Використовуючи діаграму стану залізо – карбід заліза і враховуючи перетворення, які відбуваються при відпуску, вкажіть температуру гартування і температуру відпуску для кожної сталі. Опишіть усі перетворення, які проходять у цих сталях в процесі гартування та відпуску, і поясніть, чому мартенсит відпуску сталі У8 має більшу твердість, чим мартенсит відпуску сталі 35.
2. Шестерні із сталі 45 загартовані: перша – від температури 740⁰С, а друга – від температури 830⁰С. Використовуючи діаграму стану залізо – карбід заліза, поясніть, яка з цих шестерень має більш високу твердість і кращі експлуатаційні властивості.
3. Вироби із сталі 45 були перегріті при гартуванні. Чим шкідливий перегрів і як можна виправити цей дефект?
4. При якій температурі проходить процес азотування? Дайте обґрунтування вибраного режиму. Які властивості азотованого шару?

Варіант №5

1. Для усунення стану перегріву вуглецевої сталі 40 слід проводити повний підпал. Опишіть структуру сталі після перегріву і її механічні властивості. Вкажіть режим повного відпалу. В чому полягає суть перетворень, які проходять в сталі при такій термообробці, чому при цьому усувається стан перегріву і яка утвориться структура?
2. За допомогою діаграми залізо-карбід заліза (ділянка для сталі) визначте температуру повного и неповного відпалу і нормалізації для сталі 20 і дайте короткий опис мікроструктури і властивостей сталі після кожного виду термічної обробки.
3. Яким способом можна попередити виробу від знеуглецювання? У чому полягає шкідливість процесу знеуглецювання?
4. Укажіть температуру при якій проходить процес ціанування. Поясніть, при яких температурах сталь насичується азотом, а при яких – вуглецем і чому.

Варіант №6

1. Вуглецева сталь У12 після нормального гартування в одному охолоджувачі і додаткової обробки отримала структуру цементит – мартенсит гартування. Використовуючи діаграму стану залізо - карбід заліза, вкажіть температуру нагріву даної сталі під гартування. Опишіть перетворення, які проходять в процесі гартування, і структуру, яка утворилась. Якій додатковій обробці була піддана загартована сталь для усунення залишкового аустеніту і які перетворення відбулися при цьому?

2. Назначте режим термічної обробки (температура гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) фрез із сталі У12. Опишіть суть процесів перетворення, мікроструктуру і твердість інструменту після термообробки.
3. Вироби після нормального гартування і наступного відпуску мають твердість більш низьку, ніж зазначено технічними умовами. Чим викликаний цей дефект і як можна його усунути?
4. Коротко викласти суть процесу цементації в твердому карбюризаторі і укажіть режим, який застосовується після цементації, термічної обробки.

Варіант №7

1. Вуглецева сталь після одного виду термообробки отримала структуру пластичного перліту, а після другого – структуру зернистого перліту. Вкажіть, який вид термообробки був застосований у першому випадку і які перетворення у сталі забезпечили отримання структури пластинчатого перліту; яка термообробка була використана в другому випадку і які перетворення в сталі забезпечили отримання структури зернистого перліту.
2. За допомогою діаграми залізо-карбід заліза (ділянка для сталі) визначте температуру повного и неповного гартування для сталі 45 і дайте короткий опис мікроструктури і властивостей сталі після кожного виду термічної обробки.
3. Як здійснюється на практиці ступінчате гартування і з якою метою воно використовується?
4. У чому полягають переваги і недоліки поверхневого гартування струмами високої частоти в порівнянні із рідинним та газовим ціануванням? Назвіть сталі, які використовуються для цих видів термообробки.

Варіант №8

1. Нарисуйте діаграму ізотермічного перетворення аустеніту для сталі 50, нанесіть на неї криву режиму ізотермічної обробки, яка б забезпечила отримання твердості НВ 180. Вкажіть, як цей режим називається, опишіть суть перетворень і яка структура отримується у даному випадку.
2. Назначте режим термічної обробки, температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску ресор із сталі 65, які повинні мати твердість 40-45 HRC. Опишіть її мікроструктуру та властивості.
3. Як практично здійснюється ізотермічне гартування і з якою метою воно застосовується?
4. Поясніть фізичну суть процесу поверхневого гартування струмами високої частоти.

Варіант №9

1. Нарисуйте діаграму ізотермічного перетворення аустеніту для сталі 50, нанесіть на неї криву режиму ізотермічної обробки, яка б забезпечила отримання твердості НВ 400. Вкажіть, як цей режим називається, опишіть суть перетворень і яка структура отримується у даному випадку.
2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) фрез для сталі У12. Опишіть суть перетворень, мікроструктуру та твердість інструменту після термообробки.
3. З якою метою проводять обробку холодом загартованих виробів? Опишіть зміни структури і властивостей після такого виду термічної обробки.
4. Які сталі застосовують для азотування з метою підвищення зносостійкості? Які сталі застосовують для азотування з метою підвищення антикорозійної стійкості? Опишіть режими обох процесів.

Варіант №10

1. Нарисуйте діаграму ізотермічного перетворення аустеніту для сталі 50, нанесіть на неї криву режиму ізотермічної обробки, яка б забезпечила отримання твердості 500 НВ . Вкажіть, як цей режим називається, опишіть суть перетворень і яка структура отримується у даному випадку.
2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) метчиків і плашок із сталі У10. Опишіть суть перетворень, мікроструктуру та твердість інструменту після термообробки.
3. В чому закладається відмінність звичайного гартування від ступеневої та ізотермічної?
4. Коротко викласти суть процесів, які проходять при дифузійній металізації і приведіть конкретний приклад одного із видів такої обробки.

Варіант №11

1. Нарисуйте діаграму ізотермічного перетворення аустеніту для сталі 40, нанесіть на неї криву режиму ізотермічної обробки, яка б забезпечила отримання твердості НВ 450 . Вкажіть, як цей режим називається, опишіть суть перетворень і яка структура отримується у даному випадку.
2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) штампів для холодного штампування із сталі У8. Опишіть суть перетворень, мікроструктуру та твердість інструменту після термообробки.
3. Які причини викликають утворення тріщин при гартуванні?
4. Опишіть процес дифузії, який проходить при хіміко - термічній обробці металів, і вплив основних факторів на цей процес.

Варіант №12

1. Після гартування вуглецевої сталі 40 зі швидкістю охолодження вище критичної була отримана структура, яка складається з фериту та мартенситу. Проведіть на діаграмі стану залізо-карбід заліза ординату, яка б відповідала складу заданої сталі, вкажіть прийняту в даному випадку температуру нагріву під гартування і опишіть усі перетворення, які відбуваються в сталі при нагріві і охолодженні. Як називається такий вид гартування?

2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) зубил із сталі У7. Опишіть суть перетворень, мікроструктуру та твердість інструменту після термообробки.
3. Ріжучий інструмент із сталі У10 був перегрітий при гартуванні. Чим шкідливий перегрів і як можна виправити цей дефект?
4. Поясніть фізичну суть процесів хіміко – термічної обробки.

Варіант №13

1. При неперервному охолодженні сталі У8 отримана структура тростит + мартенсит. Нанесіть на діаграму ізотермічного перетворення аустеніту криву охолодження, яка б забезпечила отримання даної структури. Укажіть інтервал температури перетворення і опишіть характер перетворення в кожному із них.
2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) різьбових калібрів із сталі У9. Опишіть суть перетворень, мікроструктуру та твердість інструменту після термообробки.
3. В чому суть ступеневого гартування і в чому його переваги та недоліки в порівнянні із звичайним гартуванням.
4. Для яких цілей використовують цементацію, ціанування та азотування? Опишіть переваги та недоліки таких видів хіміко – термічної обробки.

Варіант №14

1. Вкажіть, який вид термічної обробки необхідно застосувати до сплавів, які мають структуру твердого розчину, для усунення ліквіації.
2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) виробів із сталі 45, які повинні мати твердість 228-250НВ. Опишіть суть перетворень, мікроструктуру та твердість інструменту після термообробки.
3. В чому полягають недоліки гартування сталі у воді в порівнянні із гартуванням у маслі?
4. В чому полягає відмінність процесу цементації в твердому карбюризаторі від процесу газової цементації? Як можна виправити крупнозернисту структуру перегріву у цементованих виробах?

Варіант №15

1. До евтектична вуглецева сталь має крупнозернисту структуру перегріву. Який вид термічної обробки слід застосувати для усунення перегріву і які зміни відбуваються в структурі сталі при цій термообробці?
2. Назначте режим термічної обробки шестерень із сталі 20 з твердістю зуба 56-62 HRC. Опишіть мікроструктуру і властивості металу після термічної обробки.
3. Як попередити вироби від утворення окалини при нагріві? У чому полягає шкідливість окалиноутворення?
4. Які сталі застосовують для цементації, ціанування, азотування? Поясніть причини вибору сталі даних складів для кожного виду хіміко – термічної обробки.

Варіант №16

1. Після гартування і відпуску вуглецевої сталі отримана структура цементит + мартенсит відпуску. Нанести на діаграму стану залізо – карбід заліза (приблизно) ординату заданої сталі і вкажіть температуру нагріву цієї сталі під гартування. Назвіть температуру відпуску, яка б забезпечила отримання структури цементит + мартенсит відпуску, і опишіть усі перетворення, які відбулися в процесі гартування і відпуску.
2. Як змінюються структура і властивості сталі 45 і У10 в результаті гартування від температур 750⁰С і 850⁰С ? Поясніть зміну структури за допомогою діаграми стану залізо – карбід заліза.
3. Вироби із сталі 40 були не догріті при гартуванні. Чим шкідливий недогрів і як виправити цей дефект?
4. Як впливає температура цементації і час витримки при цій температурі на глибину цементованого шару і вміст у шарі вуглецю?

Варіант №17

1. Використовуючи діаграму стану залізо-карбід заліза і криву зміни твердості в залежності від температури відпуску, назначте для вуглецевої сталі 40 температури гартування і відпуску, необхідні для забезпечення твердості 400НВ. Опишіть перетворення які відбулися в сталі в процесі гартування і відпуску, і отриману після термообробки структуру.
2. Як можна виправити крупнозернисту структуру кованої вуглецевої сталі 35? Дайте обґрунтування вибраному режиму термічної обробки.
3. При якій температурі проводять відпуск загартованих ресор із сталі 65? Опишіть суть перетворень, що відбулися, мікроструктуру і властивості сталі після відпуску.
4. Теорія, технологія і завдання процесу азотування.

Варіант №18

1. Використовуючи діаграму стану залізо-карбід заліза і криву зміни твердості в залежності від температури відпуску, назначте для вуглецевої сталі 40 температури гартування і відпуску, необхідні для забезпечення твердості 550НВ. Опишіть перетворення які відбулися в сталі в процесі гартування і відпуску, і отриману після термообробки структуру.
2. Якою термообробкою можна відновити пластичні властивості холоднодеформованої сталі 20? Укажіть режим вибраної термообробки.
3. Яким способом можна попередити вироби від утворення гартувальних тріщин?
4. Вкажіть температуру, при якій проводять процес ціанування. Поясніть, при яких температурах сталь насичується азотом, а при яких – вуглецем, і чому.

Варіант №19

1. У структурі вуглецевої сталі 40 після гартування не виявляється залишкового аустеніту. В структурі вуглецевої сталі У12 після гартування спостерігається до 30% залишкового аустеніту. Поясніть причини цього явища у зв'язку з мартенситними кривими для даних сталей.
2. У чому виявляється негативний вплив цементитної сітки на властивості інструментальної сталі У10 і У12. Якою термічною обробкою можна її знищити? Дайте обґрунтування вибраного режиму термообробки.
3. Як попередити виробу від короблення при її нагріві і охолодженні (гартуванні)? Укажіть причини короблення виробів при гартуванні.
4. У чому полягають переваги і недоліки рідинного і газового ціанування у порівнянні із газовою цементацією і цементацією у твердому карбюризаторі?

Варіант №20

1. Вуглецева сталь 35 і У8 мають після гартування і відпуску структуру – мартенсит відпуску і твердість: перша 54 HRC, друга 60 HRC. Використовуючи діаграму стану залізо-карбід заліза і враховуючи перетворення, які відбуваються при відпуску, вкажіть температуру гартування і відпуску для кожної сталі. Опишіть усі перетворення, які відбуваються у цих сталях у процесі гартування і відпуску, поясніть, чому мартенсит відпуску сталі У8 має більшу твердість, ніж мартенсит відпуску сталі 35.
2. Шестерні із сталі 45 загартовані: перша – від температури 740⁰С, а друга – від температури 830⁰С. Використовуючи діаграму стану залізо-карбід заліза, поясніть, яка із цих шестерень має більш високу твердість і кращі експлуатаційні властивості.
3. У чому переваги гартування у маслі в порівнянні із гартуванням у воді?
4. Коротко опишіть суть процесу цементації в твердому карбюризаторі і вкажіть режим термічної обробки після цементації.

Варіант №21

1. Сталь 40 піддають відпалу при температурах 840⁰С і 1000⁰С з однаковою витримкою при цих температурах і наступним охолодженням з піччю. Опишіть перетворення, які проходять при даних режимах відпалу, вкажіть, які утворюються структури і поясніть причини отримання різних структур.
2. Як можна визначити критичні точки Ас₁ і Ас₃ у сталі 45 методом пробного гартування?
3. Які причини викликають утворення тріщин при гартуванні?
4. Коротко розкрийте суть процесу рідинного високотемпературного ціанування і термічної обробки, яка застосовується після ціанування.

Варіант №22

1. Вуглецева сталь У8 після одного виду термічної обробки отримала структуру пластинчатого перліту, а після другого – структуру зернистого перліту. Укажіть, який вид термічної обробки був використаний у першому випадку і які перетворення у сталі забезпечили отримання структури пластинчатого перліту, яка термообробка була застосована у другому випадку і які перетворення в сталі забезпечили отримання структури зернистого перліту.
2. Мечики із сталі У10 загартовані: перший – від температури 760⁰С, а другий – від температури 850⁰С. Використовуючи діаграму стану залізо-карбід заліза, поясніть, який із цих мечиків загартований правильно, має більш високі ріжучі властивості і чому.
3. Вироби після нормального гартування і наступного відпуску мають твердість, яка перевищує зазначену технічними умовами. Чим викликаний цей дефект і як можна його виправити?
4. Коротко розкрийте суть процесу високотемпературного ціанування у газовому середовищі і вид термічної обробки, яка застосовується після ціанування.

Варіант №23

1. Нарисуйте діаграму ізотермічного перетворення аустеніту для сталі 50, нанесіть на неї криву режиму ізотермічної обробки, яка б забезпечила отримання твердості 150 НВ. Вкажіть, як цей режим називається, опишіть суть перетворень і яка структура буде в даному випадку.
2. Сталь 30 піддають перегріву і має крупнозернисту будову. Назначте температуру нормального відпалу для отримання дрібного зерна в цій сталі і поясніть, чому даний режим відпалу забезпечує отримання дрібнозернистої будови сталі?
3. Вироби після нормального гартування і наступного відпуску мають твердість, яка значно менша зазначеної технічними умовами. Чим викликаний цей дефект і як можна його виправити?
4. У чому полягають переваги і недоліки поверхневого гартування струмами високої частоти у порівнянні із цементацією у твердому карбюризаторі і газової цементації? Назвіть сталі, які використовуються для даних видів термообробки.

Варіант №24

1. Нарисуйте діаграму ізотермічного перетворення аустеніту для сталі 50, нанесіть на неї криву режиму ізотермічної обробки, яка б забезпечила отримання твердості 500 НВ. Вкажіть, як цей режим називається, опишіть суть перетворень і яка структура буде в даному випадку.
2. За допомогою діаграми залізо-карбід заліза (ділянка для сталі) визначте температуру повного и неповного гартування для сталі 45 і дайте короткий опис мікроструктури і властивостей сталі після кожного виду термічної обробки.
3. Як практично здійснюється ізотермічне гартування і з якою метою вона використовується?
4. Які сталі використовують для поверхневого гартування струмами високої частоти. Дайте обґрунтування вибору марок сталі і наведіть опис структури, яка утворюється після обробки струмами високої частоти.

Варіант №25

1. Нарисуйте діаграму ізотермічного перетворення аустеніту для сталі 50, нанесіть на неї криву режиму ізотермічної обробки, яка б забезпечила отримання твердості 350 НВ. Вкажіть, як цей режим називається, опишіть суть перетворень і яка структура буде в даному випадку.
2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) пружин із сталі 70, які повинні мати твердість 40-45 HRC. Опишіть суть перетворень, мікроструктуру сталі після термообробки.
3. Опишіть режими прискореного відпалу ковкого чавуну і причини прискорення цього процесу. Охарактеризуйте отриману в результаті відпалу структуру чавуну.
4. Дайте опис процесів термічної обробки, яка застосовується після цементації. Опишіть структуру і властивості цементованих виробів.

Варіант №26

1. Нарисуйте діаграму ізотермічного перетворення аустеніту для сталі 50, нанесіть на неї криву режиму ізотермічної обробки, яка б забезпечила отримання твердості 500 НВ. Вкажіть, як цей режим називається, опишіть суть перетворень і яка структура буде в даному випадку.
2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) деталей сталі 50, які повинні мати твердість 40-45 HRC. Опишіть суть перетворень, мікроструктуру сталі після термообробки.
3. У чому полягає різниця звичайного відпалу від ізотермічного відпалу і нормалізації?
4. При якій температурі проводять процес цементації? Дайте пояснення вибраного режиму і поясніть, як впливає температура цементації на глибину шару і властивості виробів.

Варіант №27

1. Після гартування вуглецевої сталі 40 зі швидкістю охолодження вище критичної була отримана структура, яка складається з фериту та мартенситу. Проведіть на діаграмі стану залізо-карбід заліза ординату, яка б відповідала складу заданої сталі, вкажіть прийнятну в даному випадку температуру нагріву під гартування і опишіть усі перетворення, які відбуваються в сталі при нагріві і охолодженні. Як називається такий вид гартування?
2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) затяжних гвинтів із сталі Мст. 5, які повинні мати твердість 207-230 НВ.. Опишіть їх мікроструктуру і властивості.
3. Ріжучий інструмент із сталі У10 був перегрітий при гартуванні. Чим шкідливий перегрів і як можна виправити цей дефект?
4. Опишіть режим і призначення низькотемпературного ціанування. Які сталі піддають такій термообробці?

Варіант №28

1. До евтектична вуглецева сталь має крупнозернисту структуру перегріву. Який вид термічної обробки слід застосувати для усунення перегріву і які зміни відбуваються в структурі сталі при цій термообробці?
2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) фрез із сталі У12. Опишіть суть перетворень, мікроструктуру і твердість інструменту після термообробки.
3. З якою метою проводять гартування у двох середовищах (переривчасте) і як воно здійснюється практично?
4. Коротко описати суть процесу азотування, яке проводиться для підвищення зносостійкості виробів.

Варіант №29

1. Використовуючи діаграму стану залізо-карбід заліза і криву зміни твердості в залежності від температури відпуску, назначте для вуглецевої сталі 40 температури гартування і відпуску, необхідні для забезпечення твердості 400 НВ. Опишіть перетворення які відбулися в сталі в процесі гартування і відпуску, і отриману після термообробки структуру.
2. Назначте режим термічної обробки (температуру гартування, охолоджуюче середовище і температуру відпуску) мечиків і плашок із сталі У10. Опишіть суть перетворень, мікроструктуру і твердість інструменту після термообробки.
3. З якою метою проводять гартування з само відпуском і як вона практично здійснюється?
4. Коротко описати суть процесу азотування, яке проводиться для покращення антикорозійних властивостей виробів.

Варіант №30

1. Використовуючи діаграму стану залізо-карбід заліза і криву зміни твердості в залежності від температури відпуску, назначте для вуглецевої сталі 40 температури гартування і відпуску, необхідні для забезпечення твердості 550 НВ. Опишіть перетворення які відбулися в сталі в процесі гартування і відпуску, і отриману після термообробки структуру.
2. Як можна виправити крупнозернисту структуру кованої вуглецевої сталі 35? Дайте обґрунтування вибраного режиму термічної обробки.
3. Як попереджують вироби від утворення окалини при нагріві? У чому полягає шкідливість окалиноутворення?
4. Опишіть спосіб поверхневого гартування виробів струмами високої частоти. Як можна регулювати глибину прогартованого шару?

МКР Модуль 1 Теорія та практика термічної обробки вуглецевих сталей

Питання до контрольної роботи №2 з дисципліни «Теорія та практика термічної обробки вуглецевих та легированих сталей», модуль 1		
1	Температура нагрівання евтектоїдної сталі – 750 °С, охолодження в воді. Який це вид термообробки?	Відпал
		Гартування
		Відпускання
2	Що називається мартенситом?	Твердий розчин вуглецю в α -залізі
		Твердий розчин вуглецю в γ -залізі
		Пересичений твердий розчин вуглецю в α -залізі
3	Як можна усунути залишковий аустеніт в структурі загартованої сталі?	Обробленням холодом
		Нагріванням до 200°С
		Ізотермічним гартуванням
4	На які фази розпадається мартенсит під час відпускання?	Аустеніт + цементит
		Ферит + цементит
		Аустеніт + ферит
5	При якій температурі закінчується розпадання мартенситу в вуглецевих сталях?	300°С
		200°С
		400°С
6	Чим відрізняються етапи відпускання середньо вуглецевої сталі від високовуглецевої сталі?	Відсутністю другого перетворення при відпусканні
		Відсутністю третього перетворення при відпусканні
		Появою четвертого перетворення при відпусканні
7	Чим відрізняється сорбіт відпускання і троостит відпускання?	Різними фазами, що входять в їх склад
		Дисперсністю фаз
		Це різні фази
8	Чим пояснюється зниження твердості загартованої сталі зі збільшенням температури відпускання вище 450 °С?	Ростом зерна перліту
		Зменшенням кількості цементиту
		Коагуляцією цементитних часток
9	З яких операцій складається термічне поліпшення сталі?	Відпал та гартування
		Гартування та низьке відпускання
		Гартування та високе відпускання
10	Які гартівні середовища використовують при термообробці вуглецевих сталей?	Повітря
		Воду та масло
		Охолодження з піччю
11	Які недоліки сталі з вмістом вуглецю 1,2 % після гартування від 950 °С?	Мала твердість та велика крихкість
		Мала крихкість та велика твердість
		Мала твердість та велика пластичність
12	Яким способом можливо уникнути утворення гартувальних тріщин?	Провести наступне відпускання
		Охолоджувати повільно
		Провести ізотермічне гартування
13	Яка структура сталі після ізотермічного гартування?	Верхній бейніт
		Мартенсит
		Нижній бейніт
14	Яка основна мета проведення	Зняти напруження після гартування

	відпускання?	Зменшити пластичність
		Збільшити твердість
15	Які недоліки має сталь У12 після гартування з аустенітної області?	Мала твердість та велика крихкість
		Мала крихкість та велика твердість
		Мала твердість та велика пластичність
16	Який вид браку при гартуванні зустрічається найбільш часто?	«М'які» плями
		Тріщини та короблення
		Мала твердість
17	Як слід гартувати заевтектоїдні сталі?	У воді
		В маслі
		Через воду в масло
18	Яка мінімальна кількість вуглецю повинна бути в сталі для гартування?	0,03
		0,3
		0,8
19	Як впливає перегрів аустеніту на прогартуваність сталі?	Не впливає
		Збільшує
		Зменшує
20	Яку швидкість охолодження в практиці термічної обробки називають критичною?	Найбільшу, при якій ще утворюється евтектоїд в структурі
		Найменшу, при якій не протікає дифузійного розпаду аустеніту
		Ту, що забезпечує утворення мартенситу
21	Яка структура забезпечує максимальну твердість сталі?	Мартенсит гартування
		Мартенсит відпускання
		Нижній бейніт
22	Яка структура сталі У8 після гартування і низького відпускання?	Бейніт+залишковий аустеніт
		Мартенсит відпускання+залишковий аустеніт+вторинний цементит
		Мартенсит відпускання+залишковий аустеніт
23	Яка структура сталі У12 після гартування і низького відпускання?	Бейніт+залишковий аустеніт
		Мартенсит відпускання+залишковий аустеніт+вторинний цементит
		Мартенсит відпускання+залишковий аустеніт
24	Яка структура сталі У8А після гартування и середнього відпускання?	Мартенсит відпускання+залишковий аустеніт
		Троостит відпускання+залишковий аустеніт
		Троостит відпускання
25	Яка структура сталі 45 після гартування і високого відпускання?	Сорбіт відпускання
		Троостит відпускання
		Зернистий перліт
26	Яка структура є вихідною перед гартуванням заевтектоїдних сталей?	Перліт пластинчастий
		Перліт зернистий
		Будь-яка
27	Яке відпускання забезпечує максимальну пружність?	Низьке
		Середнє
		Високе
28	Яким видом відпускання борються зі старінням заевтектоїдних сталей?	Низьким
		Ізотермічним
		Стабілізуючим
29	Що таке загартовуваність сталі?	Здатність сталі прогартуватися наскрізь
		Здатність сталі отримувати високу твердість на поверхні при гартуванні
		Властивості загартованої сталі
30	Що таке прогартуваність сталі?	Глибина загартованого шару в певному гартівному середовищі
		Швидкість охолодження для отримання загартованого шару певної товщини
		Хімічний склад загартованого шару

Контрольна робота

Питання до модульної контрольної роботи з дисципліни «Теорія та практика термічної обробки вуглецевих та легованих сталей»,
модуль 2 «Леговані сталі».

1. Дисперсійне зміцнення та вторинне гартування при відпусканні.
2. Вплив схованих домішок в сталях.
3. Класифікація сталей за способом отримання, якістю.
4. Способи виведення негативних домочків зі сталі.
5. Класифікація сталей за хімічним складом та маркування сталей.
6. Класифікація сталей за структурою у відпаленому стані.
7. Класифікація сталей за структурою у нормалізованому стані.
8. Вплив легуючих елементів на поліморфізм заліза
9. Вплив легуючих елементів на критичні точки сталі.
10. Фактори, що впливають на зміцнення конструкційних сталей.
11. Зміцнення за рахунок перлітної складової.
12. Зміцнення за рахунок легування фериту.
13. Зміцнення за рахунок виділення дисперсної фази, за рахунок щільності дислокацій
14. Зміцнення за рахунок розмірів зерен та субзерен.
15. Технологічні домішки в сталях.
16. Вплив сірки в сталях.
17. Вплив фосфору в сталях.
18. Вплив газів на властивості сталей.
19. Фази в легованих сталях: легований ферит.
20. Вплив легуючих елементів на ударну в'язкість та поріг хладноломкості.
21. Фази в легованих сталях: легований аустеніт
22. Фази в легованих сталях: карбіди та нітриди перехідних металів IV та V груп.
23. Фази в легованих сталях: карбіди та нітриди перехідних металів VI та VII груп
24. Фази в легованих сталях: інтерметаліди.
25. Невпорядкований механізм утворення аустеніту при нагріванні.
26. Впорядкований механізм утворення аустеніту.
27. Вплив легуючих елементів на критичні точки сталі A_{c1} та A_{c3} .
28. Вплив легуючих елементів на ріст аустенітного зерна при аустенізації.
29. Спадкова зернистість зерна.
30. Структурна спадковість в легованих сталях..
31. Вплив легуючих елементів на стійкість переохолодженого аустеніту
32. Перлітне перетворення в легованих сталях.
33. Особливості карбідоутворення при перлітному перетворенні в легованих сталях..
34. Бейнітне перетворення в легованих сталях. Будова та властивості верхнього та нижнього бейніту, безкарбідний бейніт.
35. Мартенситне перетворення в легованих сталях. Вплив л.е. на точку M_n
36. Вуглецевий та без вуглецевий мартенсит, мартенсит деформації
37. Відпускання загартованої сталі: утворення спеціальних карбідів та їх коагуляція
38. Відпускання загартованої сталі: розпадання залишкового аустеніту.
39. Вплив легуючих елементів на відпускну крихкість I роду.
40. Вплив легуючих елементів на відпускну крихкість II роду.