



ТЕРМІЧНА ОБРОБКА МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС / 120 академічних годин: лекції – 36 годин; лабораторні – 36 годин; самостійна робота (СРС) – 48 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота (МКР), домашня контрольна робота (ДКР)</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н, доцент, Бобіна Марина Миколаївна Лабораторні: к.т.н, доцент, Бобіна Марина Миколаївна, bobinatn@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Кампус</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Значення цього курсу обумовлене необхідністю якісної теоретичної та технологічної підготовки спеціалістів в області створення та вибору матеріалу у відповідності до експлуатаційних вимог, визначенню термічної обробки сталей та сплавів, впливу легуючих елементів на структуру та властивості.

Метою освітнього компонента є формування у студентів таких загальних та фахових (спеціальних) компетентностей освітньої програми як:

КЗ 4 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми

КЗ 8 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

КЗ 9 Здатність спілкуватися іноземною мовою

КЗ 10 Здатність працювати автономно

КЗ 12 Прагнення до збереження навколишнього середовища

КЗ 13 Здатність реалізувати свої права та обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина України

КЗ 14 Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя

КС 02 Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів

КС 04 Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства

КС 06 Здатність використовувати практичні інженерні навички для вирішення професійних завдань

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі ВО після засвоєння освітнього компонента мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

ПРН 1 Застосовувати логіку та методологію наукового пізнання

ПРН 2 Використовувати знання фундаментальних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми

ПРН 3 Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій

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 Дотримуватись вимог галузевих нормативних документів

ПРН 7 Володіти навичками, які дозволяють продовжуватись вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ПРН 8 Застосовувати свої знання для вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі

ПРН 9 Експериментувати та аналізувати дані

ПРН 10 Поєднувати теорію і практику для розв'язання завдань матеріалознавства

ПРН 13 Кваліфіковано обрати матеріали для виробів різного призначення на підставі знань впливу на структуру і властивості матеріалів методів модифікації

ПРН 14 Використовувати у професійній діяльності експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів

ПРН 15 Застосовувати у професійній діяльності принципи проектування нових матеріалів

ПРН 17 Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них

ПРН 18 Виявляти, формулювати і вирішувати літературознавчі завдання відповідно до спеціальності із врахування впливу нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, охорона навколишнього середовища, економіка, промисловість) обмежень

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

Освітній компонент "Термічна обробка металів та сплавів" базується на курсах: "Фізика", "Хімія", "Фізична хімія", "Основи металознавства".

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Тема 1.1 Вступ. Визначення термічної обробки. Роль термічної обробки в промисловості. Економічна ефективність термічної обробки підвищення надійності та довговічності деталей машин, зниження їх маси. Роль вітчизняних і закордонних інженерів та вчених в розвитку термічної обробки. Д.К.Чернов - засновник теорії термічної обробки. Основні види термічної обробки сталі, їх класифікація: відпал I-го роду, відпал II-го роду, гартування без поліморфного перетворення, гартування з поліморфного перетворенням, старіння, відпуск, термомеханічна обробка, хіміко-термічна обробка.

Тема 1.2. Загальні закономірності структурних перетворень при термічній обробці. Основні закономірності структурних змін при термічній обробці. Структурні зміни в

границях однієї фази. Зв'язок між будовою границь зерен та механізм їх міграції. Перетворення зі зміною складу фаз. Гомогенне та гетерогенне зародження фаз. Роль границь зерен, дислокацій, дефектів кристалічної ґратки під час зародження фаз. Закономірності фазових перетворень.

Тема 1.3. Перетворення при нагріванні сталі. Перетворення при нагріванні до т.А1. Старіння термічне та деформаційне. Коагуляція цементиту. Механізм та кінетика перлітно-аустенітного перетворення. Вплив швидкості нагрівання на перлітно-аустенітне перетворення. Розчин фериту та цементиту. Гомогенізація та рекристалізація аустеніту. Явище структурної спадковості. Вплив розміру зерна на механічні властивості сталі.

Тема 1.4. Перетворення аустеніту при охолодженні. Перлітне перетворення. Перетворення аустеніту при охолодженні. Перлітне перетворення. Діаграма ізотермічного перетворення переохолодженого аустеніту в вуглецевих сталях. Зародження та ріст перлітних колоній. Фактори, що впливають на перлітне перетворення, структура та властивості перліту, сорбіту і троститу.

Тема 1.5. Мартенситне перетворення. Термодинаміка мартенситного перетворення, вплив на неї швидкості охолодження. Кінетика мартенситних перетворень. Структури мартенситу. Вплив деформації вихідної фази на кінетику мартенситного перетворення. Зміна властивостей сплавів при гартуванні на мартенсит. Зміцнення при гартуванні, його природа. Загартовуваність сталей.

Тема 1.6. Бейнітне перетворення. Бейнітне перетворення переохолодженого аустеніту. Кінетика та механізм бейнітного перетворення. Структура бейніту, верхній і нижній бейніт. Механічні властивості сталі з структурою бейніту

Тема 1.7. Розпад аустеніту при безперервному охолодженні. Розпад аустеніту при безперервному охолодженні термокінетичні діаграми перетворення аустеніту. Вплив швидкості охолодження на критичні точки, структура і властивості сталі.

Тема 1.8. Відпускання сталі. Характеристика перетворень при відпуску сталей. Зміни в твердому розчині. "Двухфазний розпад". Утворення проміжних карбідів і цементиту, коагуляція карбідної фази. Розпад залишкового аустеніту. Три перетворення при відпуску вуглецевих сталей.

Тема 1.9. Відпал сталі. Відпал сталей. Види відпалу сталей. Повний, неповний, сфероїдизуючий, ізотермічний відпал. Гомогенізуючий відпал. Основні та додаткові структурні зміни при гомогенізуючим відпалі. Відпал для зникнення водню. Нормалізація сталі. Порівняння структури і властивостей нормалізованої та відпаленої сталі. Рекристалізаційний відпал сталі. Стабілізуючий відпал. Відпал для зняття напружень.

Тема 1.10. Гартування сталі. Гартування сталі. Температури нагрівання для гартування до- і заевтектоїдних сталей. Швидкості охолодження в перлітному і мартенситному інтервалах при використанні різних охолоджуючих середовищ. Прогартовуваність і критична швидкість охолодження. Вплив різних факторів на прогартовуваність. Види гартування: в воді, в двох середовищах, в маслі, в соляній ванні, в штампі, ізотермічне, на бейніт, у повітрі, обдуванням повітрям, з підстужуванням, переривчасте, із само відпусканням, ступінчасте. Залишковий аустеніт в загартованій сталі. Оброблення холодом. Термічні та структурні напруження. Вибір температури та тривалості відпускання. Стабілізація розмірів точних виробів. Дефекти гартування: недогрів, перегрів, м'які плями

Тема 1.11. Відпуск сталі. Види відпуску: низький, середній та високий. Оборотно і необоротно відпускна крихкість. Старіння сталей.

Тема 1.12. Термомеханічна обробка. Термомеханічне оброблення сталі. Види термомеханічного оброблення. Наслідкування мартенситом дислокаційної структури деформованого аустеніту. Явище спадковості зміцнення при повторному гартуванні. Патентування сталі.

Тема 1.13. Поверхнєве гартування. Поверхнєве гартування сталі. Вплив швидкості нагрівання сталі на перелітно-аустенітне перетворення. Види поверхнєвого гартування. Гартування з нагріванням струмом високої частоти. (гартування СВЧ). Полумнєве гартування. Електронопроменєве гартування. Гартування в електроліті.

Тема 1.14. Хіміко-термічна обробка. Механізм формування дифузійних шарів. Основні стадії процесу ХТО. Реакції в газовому середовищі та поверхні металу. Цементация сталі. Хімічні реакції при цементации сталі за допомогою твердого карбюризатора. Температура і тривалість процесу. Склад і структура дифузійного шару. Термічна обробка сталей після цементации. Азотування сталі. Діаграма стану залізо-азот. Основні хімічні реакції при азотуванні сталі. Структури та властивості дифузійного шару після азотування. Нітроцементация і ціанування сталей. Особливості сумісної дифузії азоту та вуглецю. Властивості і структура дифузійних шарів після нітроцементации та ціанування. Ціанування в газовому, твердому і рідкому середовищах. Борування сталей. Діаграма стану залізо-бор. Температура та тривалість процесу. Структура і властивості дифузійного шару. Дифузійна металізація сталі. Механізм та кінетика росту дифузійних шарів при хромуванні, алітуванні, титануванні сталей. Структура і властивості дифузійних шарів. Карбідні покриття на сталях. Умови формування карбідних покриттів. Температури та тривалість процесів карбідізації. Структури і властивості дифузійних шарів на основі карбідів титану, цирконію, ванадію, ніобію та хрому. Области їх використання. Багатокомпонентне насичення сталей. Сульфідкування та сульфоціанування сталей. Властивості дифузійних шарів. Насичення сталей бором та перехідними металами.

Тема 1.15. Термічна обробка чавунів. Розпад аустеніту в сірих чавунах. Особливості розпаду переохолодженого аустеніту в чавунах. Перша, проміжна і друга стадії графітизації. Термічна обробка чавунів. Відпал в чавунах для зменшення залишкових напружень. Графітизуючий відпал білого чавуну. Механізм графітизації. Відпал для усунення відбілювання. Нормалізація чавунів. Ізотермічне гартування чавунів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

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.

Базова література:

- 1. Теорія термічної обробки [Електронний ресурс]: конспект лекцій / укладач: М. М. Бобіна; – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. - Режим доступу через систему Електронний кампус.*
- 2. 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*
- 3. 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 література:

4. Науково-технічний журнал «Металознавство та обробка металів» - ФТІМС, Київ.
5. Науково-технічний журнал «Фізика і хімія твердого тіла» - Національний технічний університет, Івано-Франківськ.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Освоєнню дисципліни “Термічна обробка металів і сплавів” сприяє виконання 1 домашньої контрольної роботи з визначення режимів термічної обробки, її впливу на структуру та властивості вуглецевих сталей. При виконанні ДКР студенти знайомляться з методами визначення технологічних параметрів термічної обробки в залежності від матеріалу та призначення виробів, мають можливість обґрунтувати зміни структури та властивостей, що зумовлені особливостями хімічного складу та способу оброблення.

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.

№ з/п	Опис лекції
1	Вступ. Визначення термічної обробки. Роль термічної обробки в промисловості. Економічна ефективність термічної обробки підвищення надійності та довговічності деталей машин, зниження їх маси. Роль вітчизняних і закордонних інженерів та вчених в розвитку термічної обробки. Д.К.Чернов -засновник теорії термічної обробки.
2	Основні види термічної обробки сталі, їх класифікація: відпал I-го роду, відпал II-го роду, гартування без поліморфного перетворення, гартування з поліморфного перетворенням, старіння, відпуск, термомеханічна обробка, хіміко-термічна обробка. Завдання на СРС. Основні види старіння сталей.
3	Основні закономірності структурних змін при термічній обробці. Структурні зміни в границях однієї фази. Зв'язок між будовою границь зерен та механізм їх міграції Вплив кристалографічних флуктуацій під час зародження фаз.
4	Перетворення зі зміною складу фаз. Гомогенне та гетерогенне зародження фаз. Середня швидкість перетворення при нагріванні та охолодженні
5	Роль границь зерен, дислокацій, дефектів кристалічної ґратки під час зародження фаз. Закономірності фазових перетворень. Вплив макродефектів під час зародження фаз.

6	<i>Перетворення при нагріванні до т.А1. Старіння термічне та деформаційне. Коагуляція цементиту. Механізм та кінетика перлітно-аустенітного перетворення.</i>
7	<i>Вплив швидкості нагрівання на перлітно-аустенітне перетворення. Розчин фериту та цементиту. Гомогенізація та рекристалізація аустеніту. Явище структурної спадковості. Вплив розміру зерна на механічні властивості сталі. Спадкове та дійсне зерно.</i>
8	<i>Перетворення аустеніту при охолодженні. Перлітне перетворення. Діаграма ізотермічного перетворення переохолодженого аустеніту в вуглецевих сталях. Зародження та ріст перлітних колоній. Фактори, що впливають на перлітне перетворення, структура та властивості перліту, сорбіту і троститу. Утворення зернистого перліту при повільному охолодженні.</i>
9	<i>Мартенситне перетворення. Термодинаміка мартенситного перетворення, вплив на неї швидкості охолодження. Кінетика мартенситних перетворень. Структури мартенситу. Морфологія мартенситу.</i>
10	<i>Вплив деформації вихідної фази на кінетику мартенситного перетворення. Зміна властивостей сплавів при гартуванні на мартенсит. Зміцнення при гартуванні, його природа. Загартовуваність сталей. Вплив деформації вихідної фази на мартенситний інтервал та кількість Азалиш.</i>
11	<i>Бейнітне перетворення переохолодженого аустеніту. Кінетика та механізм бейнітного перетворення. Структура бейніту, верхній і нижній бейніт. Механічні властивості сталі з структурою бейніту. Механічна стабілізація аустеніту.</i>
12	<i>Розпад аустеніту при безперервному охолодженні термокінетичні діаграми перетворення аустеніту. Вплив швидкості охолодження на критичні точки, структура і властивості сталі. Перетворення аустеніту в мартенсит при нагріванні.</i>
13	<i>Відпускання сталі. Характеристика перетворень при відпуску сталей. Зміни в твердому розчині. "Двухфазний розпад". Утворення проміжних карбідів і цементиту, коагуляція карбідної фази. Явище повернення при відпусканні</i>
14	<i>Розпад залишкового аустеніту. Три перетворення при відпуску вуглецевих сталей. Види відпуску: низький, середній та високий. Оборотна і необоротна відпускна крихкість Старіння доевтектоїдної та заевтектоїдної сталі</i>
15	<i>Відпал сталей. Види відпалу сталей. Повний, неповний, сфероїдизуючий, ізотермічний відпал. Гомогенізуючий відпал. Основні та додаткові структурні зміни при гомогенізуючим відпалі. Ізотермічний та маятниковий відпал</i>
16	<i>Відпал для зникнення водню. Нормалізація сталі. Порівняння структури і властивостей нормалізованої та відпаленої сталі. Рекристалізаційний відпал сталі. Стабілізуючий відпал. Відпал для зняття напружень. Інші способи зняття напружень (вібробробка, термоудар, термрцікування)</i>
17	<i>Гартування сталі. Температури нагрівання для гартування до- і заевтектоїдних сталей. Швидкості охолодження в перлітному і мартенситному інтервалах при використанні різних охолоджуючих середовищ. Прогартовуваність і критична швидкість охолодження. Вплив різних факторів на прогартовуваність. Види гартування: в воді, в двох середовищах, в маслі, в соляній ванні, в штампі, ізотермічне, на бейніт, у повітрі, обдуванням повітрям, з підстужуванням, переривчасте, із само відпусканням, ступінчасте. Залишковий аустеніт в</i>

	<i>загартованій сталі. Оброблення холодом. Термічні та структурні напруження. Вибір температури та тривалості відпускання. Стабілізація розмірів точних виробів. Дефекти гартування: недогрів, перегрів, м'які плями</i> <i>Способи гартування, види дефектів при гартуванні</i>
18	Залік

Метою лабораторних робіт є закріплення лекційних знань, отримання студентами підтвердження окремих теоретичних положень, набуття досвіду роботи з лабораторним обладнанням, оволодіння методикою експериментальних досліджень та обробки отриманих результатів та придбання практичних вмінь при виконанні термічної обробки вуглецевих сталей та визначення їх структури та властивостей .

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
	<i>Вступне заняття. Техніка безпеки при роботі з високими температурами, наднизькими температурами, електричними та оптичними приборами. Організаційні питання проведення лабораторних робіт та їх захисту.</i>	2
1	<i>Визначення критичних точок сталі методом пробного гартування і розрахунковим шляхом.</i>	4
2	<i>Побудова діаграми ізотермічного перетворення переохолодженого аустеніту методом визначення твердості та структури</i>	4
3	<i>Відпал і нормалізація низьковуглецевих сталей</i>	2
4	<i>Відпал і нормалізація високо вуглецевих сталей</i>	2
5	<i>Термічна обробка вуглецевих сталей (гартування)</i>	4
6	<i>Термічна обробка вуглецевих сталей (відпуск)</i>	2
7	<i>Структура і властивості термообробленої вуглецевої сталі</i>	2
8	<i>Вивчення прогартуваності сталі методом торцевого гартування</i>	4
9	<i>Цементація і термічна обробка цементованої сталі</i>	4
10	<i>Термічна обробка чавунів</i>	2
	<i>МКР</i>	2
	<i>Захист ДКР</i>	2
ВСЬОГО		36

Захист лабораторних робіт проводиться в кожній роботі в продовж останніх 45 хвилин

6. 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 СРС	Кількість годин на підготовку
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання протоколів для проведення лабораторних робіт, оформлення звітів з лабораторних робіт.</i>	<i>2 – 3 години на тиждень. 0,5-1 год. – підготовка до лекції, 1 год. – підготовка до лабораторної роботи та оформлення протоколу.</i>
<i>Виконання домашньої контрольної роботи</i>	<i>10 годин</i>
<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>4 години</i>
<i>Підготовка до заліку</i>	<i>6 годин</i>

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- 1. У разі спізнення на заняття, студенту необхідно, не заважаючи іншим, зайти в клас та зайняти своє місце. Користуватись мобільним телефоном під час занять можна тільки з дозволу викладача. Звук мобільного телефону повинен бути вимкнений. У разі важливих вхідних дзвінків необхідно спитати дозволу викладача, вийти в коридор і провести розмову там.*
- 2. Працюючи на лекційних заняттях студент повинен вести конспект. Пропущені лекційні заняття студенту необхідно опрацювати та законспектувати самостійно (у випадку змішаного/дистанційного навчання робиться відеозапис лекцій). Теми або окремі питання, які виносяться на самостійний розгляд, також повинні бути опрацьовані та законспектовані.*
- 3. Результати лабораторних робіт студенту необхідно оформити у вигляді протоколу та захистити його. У разі пропуску занять з лабораторних робіт необхідно попередити викладача і домовитись про відпрацювання.*
- 4. Під час проведення контрольних заходів забороняється користуватися мобільними телефонами, і допомогою інших. У випадку пропуску контрольних заходів, необхідно за домовленістю з викладачем пройти їх в інший час.*
- 5. У разі змішаного/дистанційного навчання, студент повинен забезпечити себе персональним комп'ютером з доступом до інтернету і встановленим програмним забезпеченням ZOOM, та будь-яким браузером.*
- 6. Під час навчання студенту необхідно дотримуватись Правил внутрішнього розпорядку (<https://kpi.ua/admin-rule>) та політики академічної доброчесності, які визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>).*

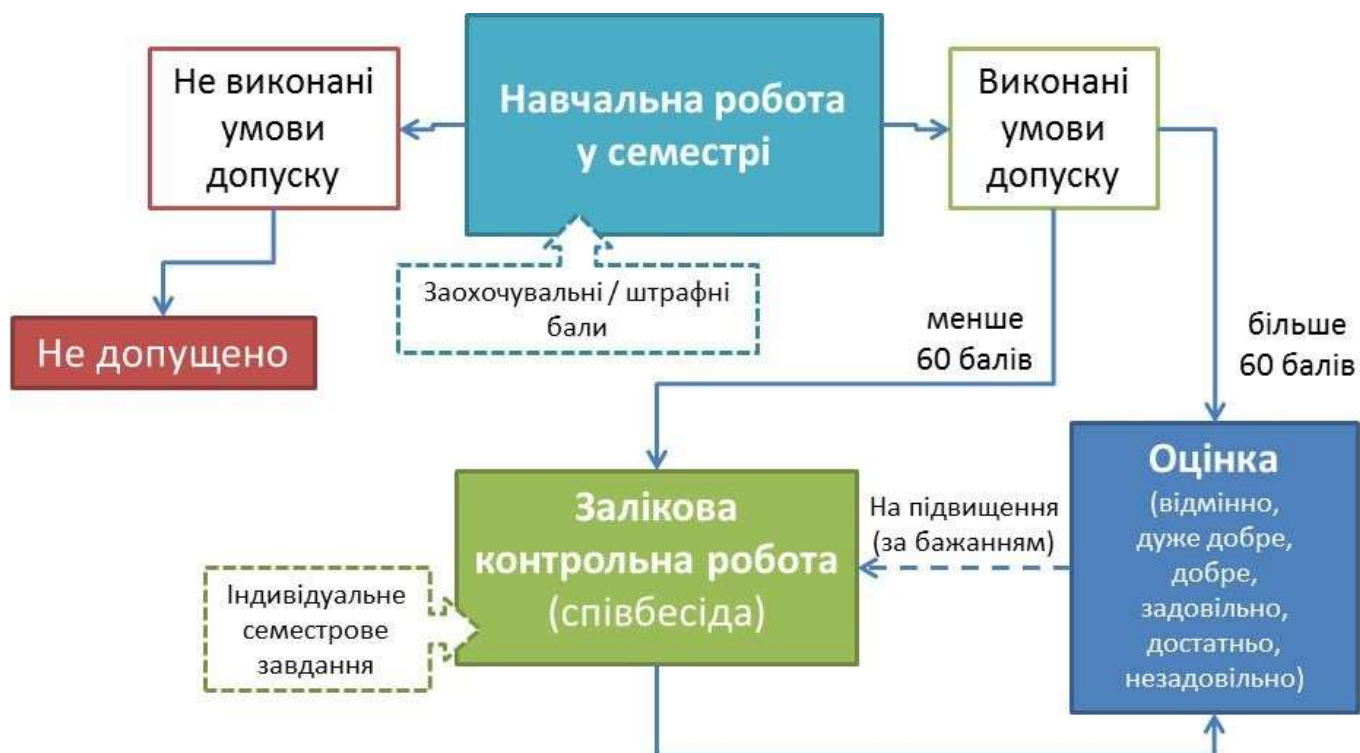
8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Контрольні заходи:

- 1. Поточний контроль:** МКР, ДКР, виконання та захист лабораторних робіт.
- 2. Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

3. Семестровий контроль: залік.

Оцінювання результатів навчання відбувається за схемою:



Таблиця видів контролю та максимальної кількості балів за них.

Вид контролю	Кількість	Максимальна кількість балів за кожну	Максимальна кількість балів
Виконання та захист лабораторних робіт	10	4	40
МКР	1	40	40
ДКР	1	20	20
Всього			100

Всього проводиться 10 лабораторних робіт, кожна з яких оцінюється за критеріями:

Критерії	Бали
до оформлення роботи немає зауважень, дані правильні відповіді при захисті роботи	4
є не принципові зауваження до оформлення роботи та/або дані відповіді з помилками при захисті роботи	3
є принципові зауваження до оформлення роботи та/або не дані відповіді (дані неправильні) при захисті роботи	робота не здана

МКР складається з 20 тестових питань. Правильна відповідь на кожне питання оцінюється в 2 бали. У випадку коли студент отримує за одну частину МКР менше 24 балів вона не зараховується, бали не ставляться (необхідно перездати). Таким чином за МКР здобувач може отримати максимум 40 балів.

Програма передбачає написання 1 ДКР. ДКР оцінюється за критеріями:

Критерії	Бали
<i>Завдання виконано правильно, можливі несуттєві зауваження</i>	<i>18-20</i>
<i>Хід виконання завдання правильний, але отримані результати не повністю вірні та/або є непринципові помилки (похибки обчислень)</i>	<i>15-17</i>
<i>Хід виконання завдання в цілому правильний, але є принципові помилки які не дозволяють отримати правильний результат</i>	<i>12-14</i>
<i>Хід виконання завдання не правильний</i>	<i>0</i>

Перший календарний контроль проводиться на 8 тижні і на момент його проходження здобувач може отримати максимально $5(\text{лаб}) \times 4 = 20$ балів. Здобувач вважається атестованим якщо набрав більше 10 балів.

Другий календарний контроль проводиться на 14 тижні і на момент його проходження здобувач може отримати максимально $7(\text{лаб}) \times 4 = 28$ балів. Здобувач вважається атестованим якщо набрав більше 14 балів.

Сумарно за роботу в семестрі здобувач може отримати $40(\text{лаб}) + 40(\text{МКР}) + 20(\text{ДКР}) = 100$ балів. Умовою допуску до заліку є захист всіх лабораторних робіт та зараховані МКР та ДКР. Семестровий рейтинг можна підвищити за рахунок заохочувальних балів (максимум на 10) шляхом виконання додаткових індивідуальних завдань (видає викладач).

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи. Залікова контрольна робота складається з 5 запитань, кожне з яких оцінюється за критеріями:

Критерії	Бали
<i>Правильна відповідь, можливо з несуттєвими зауваженнями, повнота відповіді більша 90%</i>	<i>18-20</i>
<i>Є непринципові зауваження, повнота відповіді більша 75%</i>	<i>14-17</i>
<i>Є принципові зауваження, але можна вважати що суть питання розкрита, повнота відповіді не менша 60%</i>	<i>12-13</i>
<i>суть питання не розкрита (повнота відповіді менша 60%)</i>	<i>0</i>

Якщо сумарна кількість отриманих балів менше 60, то залік вважається не зданим (незадовільно). Для перескладання заліку є дві додаткові спроби.

У випадку успішного виконання залікової контрольної роботи (кількість балів 60 і більше), якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, застосовується «жорстка» РСО – попередній рейтинг здобувача скасовується і він отримує оцінку залікової контрольної роботи.

У випадку змішаного/дистанційного навчання залікова контрольна робота може бути замінена на співбесіду (ті самі 5 запитань, але в усному режимі).

Отриманні слухачем рейтингові бали переводять в університетські оцінки за 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Весь контроль здійснюється через відповідні розділи в системі "Електронний кампус". Відомості для контролю відкриваються та закриваються в певний час, про який заздалегідь повідомляють. Для перескладання семестрового контролю студент має дві спроби, які також лімітовані по часу.*
- *У разі змішаного/дистанційного навчання спілкування з викладачем відбувається через Telegram та Viber.*
- *Результати навчання за даним освітнім компонентом, здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних он-лайн курсів (Prometeus, Coursera тощо), визнаються за умови одержання відповідних сертифікатів. При цьому може бути перерахований як освітній компонент повністю, так і його окремі складові (окремі теми, окремі лабораторні заняття). Можливість перерахування (відповідність змісту дисципліни) та обсяг навчальних годин визначається викладачем для кожного конкретного випадку і здійснюється за процедурою, яка відповідає "Положенню про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті" (<https://osvita.kpi.ua/node/179>).*
- *Перелік питань до МКР та семестрового контролю наведено в Додатках.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено:

кафедрою Фізичного матеріалознавства та термічної обробки НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 11/25 від 12 лютого 2025 р.)

кафедрою Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 9 від 14 лютого 2025 р.)

Погоджено:

Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 6/25 від 19 лютого 2025 р.)

Завдання на індивідуальну роботу студентів ДКР

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 вироби 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 утворюється 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 HB 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 HB . 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 HB 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 змінюється 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 виробу 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 цементациєю і цементациєю 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 цементациї в твердому карбюризаторі і вкажіть режим термічної обробки після цементациї.

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 і 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 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) 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?

Питання до модульної контрольної роботи		
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		Верхній бейніт

	Яка структура сталі після ізотермічного гартування?	Мартенсит Нижній бейніт
14	Яка основна мета проведення відпускання?	Зняти напруження після гартування 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 заевтектійних сталей?	Низьким
		Ізотермічним
		Стабілізуючим
29	Що таке загартовуваність сталі?	Здатність сталі прогартовуватися наскрізь
		Здатність сталі отримувати високу твердість на поверхні при гартуванні
		Властивості загартованої сталі
30	Що таке прогартовуваність сталі?	Глибина загартованого шару в певному гартівному середовищі
		Швидкість охолодження для отримання загартованого шару певної товщини
		Хімічний склад загартованого шару