



Термічна обробка та покриття

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 – Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технології машинобудування</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/очна(вечірня)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, 7 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,0 кредити 120 годин, лекції – 36 год., лабораторні – 36 год., СРС 48 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>лекції та лабораторні роботи виконуються за розкладом https://kpi.ua/web_rozklad</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.ф.-м.н., доцент Ключников Юрій Валентинович yu.kliuchnikov@kpi.ua , +380 50 351 74 68 Лабораторні: ст.. викладач Дубнюк Віктор Леонідович, vdubnyuk@ukr.net
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTQ1NzA5MjQ0NDk2?cjc=pnc7sim Електронний кампус https://do.ipk.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни “ Термічна обробка та покриття” складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності 131 «Технології машинобудування».

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної та практичної підготовки. Предмет навчальної дисципліни: особливості термічних, хіміко-термічних методів обробки матеріалів, нанесення покриттів з використанням висококонцентрованих потоків енергії та електрохімічних покриттів, фізичні та фізико-хімічні процеси зміни властивостей поверхні при електроерозійній, електрохімічній, ультразвуковій, електронно-променевої, лазерній, плазмовій

та комбінованих методах обробки матеріалів, технологічні операції і режими їх виконання, технологічні характеристики процесів, робочі середовища, інструмент та обладнання.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей визначати технологічні характеристики процесів оброблення матеріалів і нанесення покриттів із застосуванням термічних, хіміко-термічних, електричних, електрохімічних, акустичних, хімічних і комбінованих методів, а також технологічних процесів, що змінюють структуру, стан і властивості поверхні, з використанням висококонцентрованих потоків енергії, електричного розряду, анодного насичення, коливань ультразвукової частоти або їх комбінованої дії, що включає таку послідовність дій для стандартних виробничих ситуацій:

- попередня порівняльна оцінка можливостей існуючих методів обробки, що стосується розмірних, якісних, показників продуктивності та собівартості та експлуатаційних характеристик покриттів для обґрунтування вибору методу;
- аналіз придатних технологічних схем обробки з цією ж метою;
- режимне забезпечення обраної схеми обробки з урахуванням вимог технічного завдання (ТЗ) та можливостей технологічного обладнання взагалі або до якого є доступ.

Таким чином, **предметом дисципліни** є технологічне забезпечення обраного процесу термічної, хіміко-термічної, поверхневої обробки або нанесення покриттів. В результаті вивчення навчальної дисципліни студент навчиться вирішувати системи типових задач діяльності для виконання виробничих функцій.

Вивчення освітнього компонента передбачає підсилення та розвиток у студентів компетентностей, передбачених освітньою програмою «Технології машинобудування», яка розроблена з урахуванням Стандарту вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 13 – Механічна інженерія, спеціальність 131 – Прикладна механіка.

Вивчення дисципліни сприяє підсиленню наступних компетентностей:

ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК3. Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів.

ФК11 Здатність обирати оптимальні типові технологічні процеси при виготовленні виробів та конструкцій

Результати навчання освітнього компонента деталізують такі програмні результати навчання, передбачені освітньою програмою «Технології машинобудування»:

РН2. Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань.

РН23 Вибирати необхідне обладнання для заданих умов виробництва, виконувати за відомими методиками розрахунок конструктивних елементів та параметрів налаштування верстатів.

РН25 Проектувати окремі технологічні операції та технологічні процеси оброблення деталей.

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

Базується на знаннях, які засвоїв студент при вивченні фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін: «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Загальна фізика», «Механіка матеріалів і конструкцій», «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин і основи конструювання», «Електротехніка та електроніка», «Вища математика», «Технологія конструкційних матеріалів, «Матеріалознавство». У свою чергу дисципліна може бути

корисною для подальшої підготовки з дисциплін: «Переддипломна практика», «Дипломне проектування».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Теорія термічної обробки

1.1. Загальна характеристика курсу. Основні види термічної обробки (ТО) сплавів. Утворення аустеніту.

1.2. Перетворення переохолодженого аустеніту. Перлітні перетворення.

1.3. Мартенситне перетворення. Бейнітне перетворення.

1.4. Перетворення при відпуску загартованої сталі. Вплив ТО на властивості.

Розділ 2. Технологія термічної обробки

2.1. Відпал I роду. Відпал II роду.

2.2. Гартування.

2.3. Відпуск.

2.4. Термомеханічна обробка. Дефекти, що виникають при гартуванні.

Термічна обробка алюмінієвих та магнієвих сплавів.

Розділ 3. Поверхнєве зміцнення

3.1. Поверхнєве гартування.

3.2. Хіміко-термічна обробка. Цементация. Азотування.

3.3. Ціанування й нітроцементация. Карбонітрація.

3.4. Дифузійне насичення металами і неметалами.

Розділ 4. Покриття і методи нанесення покриттів на поверхні виробів

4.1. Класифікація покриттів. Покриття і методи нанесення функціональних покриттів.

4.2. Технологічні операції електроерозійної, електрохімічної, ультразвукової, гідроабразивної обробки. Властивості поверхні після електроерозійної, електрохімічної, ультразвукової, вібраційної обробки.

4.3. Технологічні операції променевих методів обробки матеріалів. Властивості покриттів, що наносяться з використанням висококонцентрованих потоків енергії.

4.4. Плазмові методи поверхнєвої обробки матеріалів. Лазерна наплавка і нанесення покриттів.

4.5. Захисні покриття деталей і конструкцій літаків. Покриття чистими металами.

4.6. Гальванічні і хімічні покриття. Оксидування. Фосфатування. Інші покриття. Емалеві покриття. Лакофарбові покриття. Покриття полімерами.

1. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Термічна обробка та покриття. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти за освітньою програмою «Технології машинобудування» спеціальності 131 Прикладна механіка / Ю. В. Ключников, О. Т. Сердітов, В. Л. Дубнюк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. <https://lftf.kpi.ua/ua/studentam/navchalno-metodychna-dokumentatsiia.html>
2. Термічна обробка та покриття. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти за освітньою програмою «Технології машинобудування» спеціальності 131 Прикладна механіка / Ю. В. Ключников, О. Т. Сердітов, В. Л. Дубнюк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. <https://lftf.kpi.ua/ua/studentam/navchalno-metodychna-dokumentatsiia.html>

Додаткова література

1. Металознавство та термічна обробка металів. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Підручник. – К.: Основа, 2005. – 324 с.
2. Конструкційне матеріалознавство. Гарнець В.М., Коваленко В.М. Підручник. – К.: Либідь, 2007. – 384 с.
3. Ю. В. Ключников, А. М. Лутай, О. Т. Сердітов. Методичні вказівки з лабораторних робіт до вивчення дисципліни «Матеріалознавство» (Електронний ресурс). Навчальний посібник НТУУ КПІ, 2012р.
4. Технологія лазерної поверхневої обробки матеріалів. Курс лекцій \ Головка Л.Ф. НТУУ «КПІ», 2015. <http://lftf.kpi.ua/documents/PLPO/PLPO-lec.pdf>
5. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки поверхонь деталей у машинобудуванні: [навчальний посібник]. - Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2011.- 412 с. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І.
6. Advanced Machining Processes. Copyright © 2005 by The McGraw-Hill Companies. All rights reserved. Manufactured in the United States of America.
7. Manufacturing, Engineering & Technology, Fifth Edition, by Serope Kalpakjian and Steven R. Schmid. ISBN 0-13-148965-8. © 2008 Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, NJ.
8. Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials / F.C. Campbell / First edition 2006. Library of Congress Control Number: 2006927672; ISBN-13: 978-1-85-617495-4; ISBN-10: 1-85-617495-6

Інформаційні ресурси

1. lftf.kpi.ua (сайт кафедри ЛТ та ФТТ)
2. login.kpi.ua (сайт КАМПУС'у)
3. library.ntu-kpi.kiev.ua (сайт науково – технічної бібліотеки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
4. <https://classroom.google.com> (курс у Гугл класі)

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальний матеріал освітнього компоненту викладається на заняттях згідно з наступною структурою (табл. 1).

Табл. 1. Структура викладання освітнього компоненту

Назви розділів та тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5
Вступ. Загальна характеристика електрофізичних та електрохімічних методів обробки матеріалів				
Розділ 1. Теорія термічної обробки				
Тема 1.1. Загальна характеристика курсу. Основні види термічної обробки (ТО) сплавів. Утворення аустеніту.	8	2	4	2

Тема 1.2. Перетворення переохолодженого аустеніту. Перлітні перетворення.	6	2		4
Тема 1.3. Мартенситне перетворення. Бейнітне перетворення.	6	2		4
Тема 1.4. Перетворення при відпуску загартованої сталі. Вплив ТО на властивості.	8	2	4	2
Всього за розділом 1	28	8	8	12

Розділ 2. Технологія термічної обробки				
Тема 2.1. Відпал I роду. Відпал II роду.	8	2	4	2
Тема 2.2. Гартування.	10	4	4	2
Тема 2.3. Відпуск.	7	1	4	2
Тема 2.4. Термомеханічна обробка. Дефекти, що виникають при гартуванні. Термічна обробка алюмінієвих та магнієвих сплавів.	7	1	4	2
Всього за розділом 2	32	8	16	8
Розділ 3. Поверхнєве зміцнення				
Тема 3.1. Поверхнєве гартування.	7	2	2	4
Тема 3.2. Хіміко-термічна обробка. Цементация. Азотування.	7	2	2	4
Тема 3.3. Ціанування й нітроцементация. Карбонітрація.	6	2		4
Тема 3.4. Дифузійне насичення металами і неметалами.	6	2		2
Всього за розділом 3	26	8	4	14
Розділ 4. Покриття і методи нанесення покриттів на поверхні виробів				
Тема 4.1. Класифікація покриттів. Покриття і методи нанесення функціональних покриттів.	5	2		2
Тема 4.2. Технологічні операції електроерозійної, електрохімічної, ультразвукової, гідроабразивної обробки. Властивості поверхні після електроерозійної, електрохімічної, ультразвукової, вібраційної обробки.	6	2	2	2
Тема 4.3. Технологічні операції променевих методів обробки матеріалів. Властивості покриттів, що наносяться з використанням висококонцентрованих потоків енергії.	5	2		4
Тема 4.4. Плазмові методи поверхневої обробки матеріалів. Лазерне наплавлення і нанесення покриттів.	5	2		2
Тема 4.5. Захисні покриття деталей і конструкцій літаків. Покриття чистими металами.	6	2	2	2
Тема 4.6. Гальванічні і хімічні покриття. Оксидування. Фосфатування. Інші покриття. Емалеві покриття. Лакофарбові покриття. Покриття полімерами.	7	2	4	2
Всього за розділом 4	34	12	8	14
Всього годин	120	36	36	48

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	<p>Загальна характеристика курсу. Основні види термічної обробки (ТО) сплавів. Утворення аустеніту.</p> <p>Загальна характеристика курсу. Критичні точки. Основні види термічної обробки сплавів. Відпал і нормалізація. Зміни в сталі при нагріванні Перлітне перетворення. Ріст зерен. Вплив розміру зерна на властивості сталі. Визначення розміру зерна. Перегрівання і перепалювання. Виникнення внутрішніх напружень під час нагрівання. Зневуглецювання поверхні.</p>
2.	Перетворення переохолодженого аустеніту. Перлітні перетворення.

	Аустенітне перетворення. Побудова діаграми ізотермічного перетворення аустеніту. Перлітні перетворення.
3.	Мартенситне перетворення. Бейнітне перетворення. Мартенситне перетворення. Основні характеристики мартенситного перетворення. Бейнітне (проміжне) перетворення. Ізотермічне перетворення аустеніту в легованих сталях.
4	Перетворення при відпуску загартованої сталі. Вплив ТО на властивості. Області перетворення аустеніту і критична швидкість охолодження. Перетворення аустеніту при неперервному охолодженні. Перетворення мартенситу і залишкового аустеніту при нагріванні (відпуск загартованої сталі). Крихкість при відпуску легованих сталей. Старіння вуглецевої сталі.
5	Відпал I роду. Відпал II роду. Відпал I роду. Гомогенізація. Рекристалізаційний відпал. Відпал для зняття залишкових напружень. Відпал II роду (фазова перекристалізація). Повний відпал. Ізотермічний відпал. Патентування. Неповний відпал. Сфероїдизація. Нормалізація.
6	Гартування. Гартування. Вибір температури гартування. Тривалість нагрівання при аустенізації сталі. Середовище для нагріву при термічній обробці. Охолоджуючі середовища для гартування. Загартовуваність і прогартовуваність сталей. Критичний діаметр. Внутрішні напруження в загартованій сталі. Способи гартування.
7	Відпуск. Низькотемпературний (низький) відпуск Відпуск при середніх температурах Виськотемпературний (високий) відпуск
8	Термомеханічна обробка. Дефекти, що виникають при гартуванні. Виськотемпературна термомеханічна обробка (ВТМО) і низькотемпературна (НТМО). Механіко-термічна обробка (МТО). Дефекти, що виникають при гартуванні. Термічна обробка алюмінієвих та магнієвих сплавів.
9	Поверхнєве гартування. Поверхнєве гартування. Гартування з індукційним нагріванням. Гартування з газополум'яним нагріванням. Лазерне поверхнєве зміцнення.
10	Хіміко-термічна обробка сталей. Хіміко-термічна обробка сталей. Цементация. Режими термічної обробки після цементации сталі Азотування. Іонне азотування. Азотування в рідких середовищах (низькотемпературне ціанування) (теніфер-процес)
11	Ціанування й нітроцементация. Ціанування. Нітроцементация (газове ціанування) Карбонітрація. Переваги технології карбонітрації.
12	Дифузійне насичення металами і неметалами Дифузійне насичення неметалами. Борування. Силіціювання. Дифузійне насичення металами. Алітування. Хромування. Цинкування. Лазерна хіміко-термічна обробка.
13	Покриття і методи нанесення покриттів на поверхні виробів Процеси адгезії і когезії в поверхневому шарі матеріалів підкладинки і покриття. Класифікація покриттів за характером розташування на поверхні.

	<p>Класифікація за методами нанесення покриттів</p> <p>Класифікація методів отримання покриттів, заснована на відмінностях агрегатного та фізичного стану речовини, що наноситься</p> <p>Методи нанесення функціональних покриттів</p> <p>Отримання покриттів з парогазової фази</p> <p>Отримання покриттів з розплавів і напіврозплавів. Занурення в розплав. Емалеві покриття. Крапельне напилення.</p> <p>Наплавлення на металеві вироби сплавів інших металів</p> <p>Отримання покриттів з твердих речовин і їх аеросумішей.</p> <p>Отримання покриттів з розчинів і тонких суспензій.</p> <p>Нанесення твердо-рідких речовин з наступною термообробкою.</p> <p>Гальванічні і хімічні покриття.</p> <p>Катодне формування.</p>
14	<p>Технологічні операції електроерозійної, електрохімічної, ультразвукової, гідроабразивної обробки.</p> <p>Властивості поверхні після електроерозійної, електрохімічної, ультразвукової, вібраційної обробки.</p> <p>Електроерозійне покриття металів.</p> <p>Процес електроіскрового легування металів</p> <p>Процес електроіскрового зміцнення металів</p>
15	<p>Технологічні операції променевих методів нанесення покриттів. Властивості покриттів, що наносяться з використанням висококонцентрованих потоків енергії.</p> <p>Фізичні методи напилення покриттів випаровуванням тугоплавких матеріалів у вакуумі</p> <p>Електронно-променеве осадження</p> <p>Методи поверхневої обробки матеріалів прискореними пучками (іонно-променева технологія, іонна імплантація)</p> <p>Напилення поверхонь матеріалів керуємим пучком іонів</p>
16	<p>Плазмові методи поверхневої обробки матеріалів</p> <p>Плазмова наплавка</p> <p>Плазмове напилення поверхонь деталей</p> <p>Іонно-плазмова технологія</p> <p>Лазерне наплавлення і нанесення покриттів</p> <p>Зміцнення без фазового перетворення</p> <p>Лазерний відпал (відпуск)</p> <p>Зміцнення з фазовим перетворенням</p> <p>Лазерне легування</p> <p>Лазерне наплавлення (напилення)</p> <p>Аморфізація поверхні</p> <p>Шокове зміцнення</p>
17	<p>Захисні покриття деталей і конструкцій літаків.</p> <p>Захисні покриття деталей і конструкцій ЛА.</p> <p>Покриття чистими металами.</p> <p>Покриття цинком. Порівняльні характеристики гарячого, гальванічного та інших способів цинкування.</p> <p>Покриття кадмієм.</p> <p>Покриття міддю.</p> <p>Нікелювання.</p> <p>Покриття хромом.</p> <p>Покриття оловом.</p>
18	<p>Оксидування. Фосфатування. Інші покриття. Види і призначення лакофарбового покриття. Покриття полімерами.</p> <p>Анодне оксидування алюмінієвих сплавів</p> <p>Оксидування титанових сплавів</p> <p>Інші покриття.</p>

Фосфатування Види і призначення лакофарбового покриття. Покриття полімерами.

5.2. Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять.

Метою циклу лабораторних робіт є практичне закріплення головних тем освітнього компоненту, які вивчено теоретично. Його головним завданням є надання знань з вибору оптимальних матеріалів для деталей і елементів конструкцій з урахуванням їх структури, фізичних, механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей, а також економічних факторів та умінь розробляти технологічні процеси оброблення матеріалів. В зв'язку з цим, всі лабораторні роботи пов'язано з цією діяльністю.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин	Кількість балів (разом з тестом)
1.	Визначення структури матеріалів методами мікроаналізу.	4	6
2.	Відпал і нормалізація вуглецевої сталі.	4	6
3.	Вплив швидкості охолодження на структуру і твердість сталі.	2	3
4.	Визначення прогартовуваності сталей.	4	6
5.	Гартування сталі. Аналіз діаграми ізотермічного перетворення аустеніту. Відпуск загартованої сталі.	4	9
6.	Мікроструктура і властивості сталі після хіміко-термічної обробки.	4	6
7.	Термічна обробка алюмінієвих сплавів.	2	3
8.	Аналіз закономірностей лазерної поверхневої термообробки сплавів та вибір режимів лазерного зміцнення.	4	6
9.	Термічна обробка легованих сталей.	2	3
10.	Вибір виду покриття та методу його нанесення.	6	12

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	<p>Тема 1.1. Основні види термічної обробки (ТО) сплавів. Утворення аустеніту. Перелічіть етапи перетворення феритно-карбідної структури в аустеніт при нагріванні. Як впливає величина зерна на σ_b, $\sigma_{0,2}$, δ, ψ, КСУ, КСТ, K_{1c} і t_{50}? Як отримати у сталі дрібне зерно аустеніту? [1, 2, Д1, Д2].</p> <p>Тема 1.2. Перетворення переохолодженого аустеніту. Перлітні перетворення. Чим відрізняється за структурою та властивостями перліт від сорбіту та троститу? Як отримати ці структури?</p> <p>Тема 1.3. Мартенситне перетворення. Бейнітне перетворення. Як отримати структуру бейніту і мартенситу в вуглецевій сталі з 0,45% С? Чим пояснюється висока твердість мартенситу? [1, 2, Д1, Д2].</p> <p>Тема 1.4. Перетворення при відпуску загартованої сталі. Вплив термічної обробки на властивості [1, 2, Д1, Д2].</p>	<p>2</p> <p>4</p> <p>4</p> <p>2</p>
2	<p>Тема 2.1. Встановіть температуру повного відпалу сталі, що містить 0,30 і 0,6% С. Яке призначення відпалу?</p> <p>Як змінюються величина зерна і характер структури після повного відпалу? Яку сталь потрібно при відпалі охолоджувати повільніше - вуглецеву чи леговану? Чому?</p> <p>Навіщо і як проводиться процес сфероїдизації заевтектоїдних вуглецевих і легованих сталей?</p>	

	<p>Як можна знизити твердість легованих сталей, що мають задовільну структуру після прокатки (кування)?</p> <p>У яких випадках рекомендується процес нормалізації? [1, 2, Д1, Д2].</p> <p>Тема 2.2. На діаграмі Fe-Fe₃C покажіть температури гартування доєвтектоїдних і заєвтектоїдних сталей. Чому нагрівають до цих температур? [1, 2, Д1, Д2].</p> <p>Тема 2.3. Сталь, що містить 0,4% C, 1,5% Cr і 2,0% Ni, була загартована і піддана відпуску при 550 °С. Яке охолодження повинно бути після відпуску для отримання високих значень КСУ і КСТ?</p> <p>Чому при низьких температурах відпуску (до 200 °С) зберігаються високі твердість і міцність (σ_s)?</p> <p>Які причини викликають необоротну і оборотну відпускну крихкість?</p> <p>Тема 2.4. Дефекти, що виникають при гартуванні. Термічна обробка алюмінієвих, магнієвих та алюмінієвих сплавів [1, 2, Д1, Д2].</p>	2
		2
		2
3	<p>Тема 3.1. Поверхнєве гартування.</p> <p>1. Лазерне гартування. Визначення режимів зміцнення лазерним випромінюванням інструментальних сталей [Д4, Д5].</p> <p>2. Які переваги перед звичайним гартуванням має термомеханічна обробка та чому?</p> <p>3. Для яких деталей рекомендується поверхнєве гартування при індукційному і лазерному нагріванні?</p> <p>4. Чому після поверхнєвого гартування підвищується межа витривалості?</p> <p>5. Чому температура під загартування при індукційному нагріванні вище, ніж при нагріванні в печі? В якому випадку буде більш дрібне зерно аустеніту?</p> <p>6. Як проводиться і які переваги гартування при глибокому індукційному нагріванні? [1, 2, Д1, Д2].</p> <p>Тема 3.2. Мікроструктура і властивості сталі після хіміко-термічної обробки. [1, 2, Д1, Д2].</p> <p>Тема 3.3. Ціанування й нітроцементация. Карбонитрація.</p> <p>1. В яких випадках застосовують цементацию, нітроцементации і азотування?</p> <p>2. Яку будову (структуру) має цементований і азотований шар? Пов'язати будову шару з діаграмою стану Fe-Fe₃C і Fe-N.</p> <p>3. Вкажіть переваги газової цементации перед цементацией в твердому карбюраторі.</p> <p>4. Потрібно отримати дифузійний шар товщиною 1,5 мм і твердістю 60 HRC. Який процес забезпечить ці вимоги? Опишіть технологію прийнятого процесу.</p> <p>5. При яких температурах проводиться процес цементации? Чому?</p> <p>9. Яка термічна обробка і навіщо проводиться після цементации і нітроцементации?</p> <p>6. Яка структура цементованного шару після термічної обробки?</p> <p>7. В яких випадках застосовують нітроцементацию? [1, 2, Д1, Д2].</p> <p>Тема 3.4. Дифузійне насичення металами і неметалами.</p> <p>Які основні способи дифузійної металізації? [1, 2, Д1, Д2].</p>	4
		4
		4
		4
		2
4	<p>Тема 4.1. Класифікація покриттів. Покриття і методи нанесення функціональних покриттів.</p> <p>Тема 4.2. Методика розрахунку основних параметрів електрохімічної обробки.</p>	2
		2

	<p><i>Дослідження властивостей і розмірних характеристик поверхневого шару при електроіскровому легуванні сплавів.</i></p> <p><i>Визначити основні закономірності вібраційної обробки виробів із чорних і кольорових металів; визначити вплив складу й характеристик робочого середовища на продуктивність та якість поверхонь оброблюваних виробів.</i></p> <p><i>Тема 4.3. Технологічні операції променевих методів обробки матеріалів.</i></p> <p><i>Властивості покриттів, що наносяться з використанням висококонцентрованих потоків енергії.</i></p> <p><i>Тема 4.4. Аналіз закономірностей та вибір режимів лазерного зміцнення.</i></p> <p><i>Тема 4.5. Захисні покриття деталей і конструкції літаків.</i></p> <p><i>Тема 4.6. Характеристики і марки покриттів</i></p>	4 2 2 2
8	Всього годин	48

Політика та контроль

- 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Викладання освітнього компоненту базується на загально прийнятих нормах та за традиційними правилами, які спонукають студентів бути зацікавленими в отриманні знань з дисциплін, що визначають їх професійні компетенцію та придатність. Серед цих правил важливим, але не визначальним, є **правило відвідування** усіх видів занять, як умови тісного контакту з викладачами для безпосереднього засвоєння їх знань, перейняття досвіду творчого життя, культури та принципів гідного поведіння, вигляду та відношенням до собі рівних та послідовників (або противників). Не завжди кількість відвідувань занять пропорційні якості засвоєння матеріалів дисципліни, більш визначальним є **активність, цікавість, творчість** при виконанні завдань, вирішенні тривіальних задач, що проявляється у пошуку та знаходженні оригінальних рішень системного виду та прикладного характеру. Тому у заслугу студенту повинна ставитися не тупа відсидка за партою на заняттях, а творча непосидливість, активна праця над заданими даними та при пошуку нетрадиційних відповідей та рішень. Велика кількість пропозицій, вимога частих та глибоких пояснень під час засвоєння матеріалу лекцій, на практичних заняттях та при виконанні лабораторних робіт на відповідному обладнанні більш цінні та корисні, ніж вивчені заздалегідь тривіальні основи загально відомих знань, цитування абзаців підручників, конспектів лекцій, тобто повинні оцінюватися викладачами більшою відзнакою.

Що стосується правил пристойної поведінки на заняттях, зокрема, підтримання зв'язку із зовнішнім середовищем, то не **заборона використання відповідних гаджетів** може привести до корисного результату, а зацікавлення студента такою якістю викладання матеріалу, що б йому не було цікаво відволікатися на інші справи. Такий підхід дозволяє широко залучати до творчого процесу навчання можливості **бази даних інтернету**, засобів обчислювальної техніки та наочних матеріалів.

Деякі види навчання, такі як **лабораторні роботи**, мають суттєву відмінність від інших видів занять тим, що потребують прискіпливого приготування до них за межами навчального закладу. Тому крім присутності та активної поведінки студентів в лабораторіях, повинна вимагатися **готовність відповідного рівня** до мети роботи, **наявність** у студента вихідних даних, бланків відповідності та витратних матеріалів у визначеному вигляді. Порядок, умови захисту лабораторних робіт та відповідна його оцінка повинні враховувати особливості виду занять та знайти відбиття в рейтинговій системі оцінювання (PCO).

Визначні за змістом, якістю рішень та оформленням відповідних текстових та графічних матеріалів роботи (індивідуальні та лабораторні), а також ті, що гірші за усіма показниками можуть оцінюватися додатковими **заохочувальними або штрафними** балами, що також повинно відображатися в PCO.

Інші правила та етапи засвоєння освітнього компоненту, включаючи проведення перевірки на **плагіат**, дотримання **академічної доброчесності**, а також досягнення позитивного результату при різних видах контролю повинні відповідати нормативним документам **Університету** та не суперечити законодавству **України**

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

Поточний контроль.

За темою лекційних занять проводяться **експрес опитування** за пройденими раніше темами, які спонукають кращому розумінню матеріалу, що викладається, та **опитування за темою** лекції або заняття.

Календарний контроль.

Для контролю поточного стану виконання вимог **силабусу** двічі на семестр за графіком навчального процесу Університету або Інституту проводяться модульні контрольні роботи, тема яких викладена в Додатку Б до сидабусу, а система оцінювання наведена в PCO освітнього компоненту.

Семестровий контроль.

В якості контролю знань, опанованих студентами за семестр викладання освітнього компоненту, навчальним планом передбачено складання екзамену, умови допуску до якого та принцип оцінювання викладено в PCO освітнього компоненту.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання студентів

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань освітнього компоненту згідно з робочим навчальним планом кредитного модуля.

Семестр	Всього (кредит /годин)	Розподіл годин за видами занять			Кількість МКР	Семестрова атестація
		Лекції	Лабораторні роботи	СРС		
6	4.0/120	36	36	48	1	залік

1. Рейтинг студента з освітнього компоненту розраховується виходячи із 100-бальної шкали включає оцінювання заходів поточного контролю з дисципліни впродовж семестру і складається з балів, що студент отримує за:

- виконання лабораторних робіт (**10 робіт**);
- модульну контрольну роботу (**1 робота з 4х частин**);
- а також, заохочувальних та штрафних балів.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання лабораторних робіт:

Ваговий бал однієї лабораторної роботи – 6 балів. Мінімальна кількість балів, яка повинна бути набраною, щоб лабораторна робота вважалась зарахованою складає 3.6 бали, тобто 60% від максимальної кількості за одну роботу.

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

Бали	Критерії оцінювання
6,0	Робота виконана повністю, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
5,4	Робота виконана з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
4,8	Робота виконана з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань .
4,2	Робота виконана з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
3,6	Робота виконана із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0,0	Робота не виконана, звіт не представлений.

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи:

$$r_{л.р. min} = 3.6 \text{ балів} \times 10 = 36 \text{ балів.}$$

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи:

$$r_{л.р.} = 6 \text{ балів} \times 10 = 60 \text{ бали.}$$

Звіт з лабораторних робіт захищається на останньому лабораторному занятті до початку заліку за курсом.

2.2. Модульна контрольна робота МКР (до 40 балів, або 4 МКР по 10 балів):

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді чотирьох контрольних робіт по 0,5 години кожна.

Одна контрольна робота складається з кількох завдань. Завдання оновлюються кожного семестру. Ваговий бал однієї контрольної роботи – 10 балів.

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці:

Рейтингові бали за одну контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
10,0	Вірна відповідь більш, ніж на 95 % питань
8,5	Вірна відповідь більш, ніж на 85 % питань
7,5	Вірна відповідь більш, ніж на 75 % питань
6,5	Вірна відповідь більш, ніж на 65 % питань
6,0	Вірна відповідь більш, ніж на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш, ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи відповідно складає:

$$r_{мкр} = 10 \text{ балів} \times 4 = 40 \text{ балів}$$

2.3. Штрафні та заохочувальні бали за (не більше 10% від **RD**):

- штрафні бали не передбачені.
- участь у конференції, олімпіаді з дисципліни, модернізації лабораторних робіт, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 5 до 10 заохочувальних балів.

2.4 Умови рубіжної атестації

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

2.5 Критерії залікового оцінювання

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних робіт (після їх захисту), виконання завдань самостійної роботи та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі. Розрахунок шкали рейтингу:

$$RD = \sum(r_{лр} + r_{мкр}) = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

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 або співбесіди. У цьому випадку бали, отримані за індивідуальну роботу залишаються, а бали отримані за модульні контрольні роботи скасовуються.

На заліку студенти повинні виконати *письмову контрольну роботу* або *дати усну відповідь*. Кожне завдання повинно містити чотири теоретичних запитання (завдання) і одне практичне(задачу). Кожне завдання складено з Переліку запитань до заліку (П.9) з освітнього компоненту. Кожне запитання оцінюється **у 8 балів** за такими критеріями:

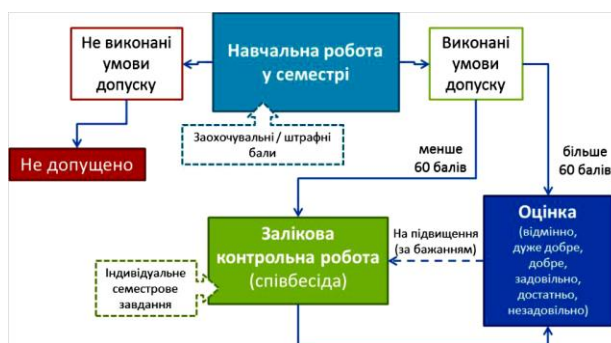
Кількість балів за завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
8,0	повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання)
6,8	майже повна відповідь, не менше 85% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання)
6,0	достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями)
5,2	неповна відповідь, не менше 65% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками)
4,8	неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками)
0	відповідь не відповідає умовам до «достатньо», менше 60% , або вона відсутня

До відомості семестрового контролю викладач заносить рейтингові бали, отримані здобувачем у семестрі або за результатами виконання залікової контрольної роботи, та оцінку (залікову) відповідно до цих балів згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи	Не допущено

Схема функціонування РСО з дисципліни із семестровим контролем у вигляді заліку (ПОЛОЖЕННЯ про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського. Наказ № 1/273 від 14.09.2020 р.



На письмовий або усний залік виносяться питання, які викладено у П. 9 силабусу. Білет складається з 4 питань по кожному розділу (1; 2; 3; 4) і задачі.

9. Додаткова інформація з освітнього компоненту

Тематика завдань модульних контрольних робіт та питань заліку

Розділ 1, 2

1. Що таке термічна обробка, її основні параметри?
2. Яка мета застосування різних методів термічної обробки металів і сплавів?
3. Як класифікують основні види термообробки?
4. У чому полягає фазове перетворення в сталях у процесі нагрівання до аустенітного стану?
5. Назвіть основні перетворення, які відбуваються при нагріванні і охолодженні сталі.
6. Які основні структури можуть утворюватися при термічній обробці сталі?
7. Які основні групи термічної обробки?
8. Що таке відпал сталі?
9. Чим відрізняються відпал першого і другого роду?
10. Що таке гартування сталі та які існують види гартування?
11. Як легуючі добавки впливають на процес аустенізації?
12. Як впливають температура й швидкість нагрівання на процес перлітно-аустенітного перетворення?
13. Які перетворення аустеніту відбуваються під час охолодження?
14. Як впливають вміст вуглецю й ступінь переохолодження на характер перетворення аустеніту під час охолодження?
15. Що характеризує діаграма ізотермічного перетворення аустеніту?
16. Що таке старіння сталі? У чому його особливості?
17. Чим відрізняється кінетика перетворення феритно-карбідної структури в аустеніт при ізотермічній витримці і безперервному нагріванні? Коли температура аустенізації і розмір зерна будуть більше при повільному або швидкому нагріванні?
18. Перелічіть етапи перетворення феритно-карбідної структури в аустеніт при нагріванні.
19. Як впливає величина зерна на σ_b , $\sigma_{0,2}$, δ , ψ , КСЧ, КСТ, K_{1c} і t_{50} ?
20. Як отримати у сталі дрібне зерно аустеніту?
21. Чим відрізняється механізм перлітного перетворення від проміжного і мартенситного?
22. Чим відрізняється за структурою та властивостями перліт від сорбіту та трооститу? Як отримати ці структури?
23. Яку будову (рейкову або пластинчасту) має мартенсит в сталі з температурою мартенситних точок $M_n = 200^\circ \text{C}$, а $M_k = -50^\circ \text{C}$?
24. Скільки залишкового аустеніту в сталі з 0,3%С і 1,0%С? Як звільнитися від залишкового аустеніту?
25. Що визначає стійкість переохоложеного аустеніту? Перелічіть фактори, що впливають на критичну швидкість гартування.
26. Як впливають легуючі елементи на діаграму ізотермічного розпаду аустеніту? Дайте якісну і кількісну характеристику.
27. Як отримати структуру бейніту і мартенситу в вуглецевій сталі з 0,45% С?
28. Чим пояснюється висока твердість мартенситу?
29. У чому полягає відмінність між ізотермічною і термокінетичною діаграмами розпаду переохоложеного аустеніту? У яких випадках слід користуватися кожною з цих діаграм?
30. Опишіть фазовий склад сталі після завершення першого перетворення при відпуску.
31. Перерахуйте основні процеси, що відбуваються при першому, другому і третьому перетвореннях при відпуску. Як впливають на відпуск легуючі елементи?

32. Сталь, що містить 0,4% С, 1,5% Cr і 2,0% Ni, була загартована і піддана відпуску при 550 °С. Яке охолодження повинно бути після відпуску для отримання високих значень КСЧ і КСТ?
33. Чому при низьких температурах відпуску (до 200 ° С) зберігаються високі твердість і міцність (σ_B)?
34. Які причини викликають необоротну і оборотну відпускну крихкість?
35. Чому з підвищенням температури відпуску знижуються тимчасовий опір (σ_B), межа плинності ($\sigma_{0,2}$) і підвищується пластичність (δ , ψ)?
36. Які структурні складові утворюються в результаті переохолодження аустеніту?
37. Що таке критична швидкість охолодження і як вона визначається?
38. Який вплив легуючих елементів на процес перетворення аустеніту?
39. Які фазові перетворення відбуваються під час вторинного нагрівання загартованих сталей (відпускання)?
40. Як впливають легуючі елементи на процес відпускання?
41. Які послідовність і режими основних видів термообробки?
42. Чим зумовлюються гартівні напруження?
43. Які характеристики основних гартівних середовищ?
44. Що таке загартовуваність і прогартовуваність? Як визначити глибину прогартовуваності й критичний діаметр?
45. Для чого використовують поняття ідеального критичного діаметра?
46. Які є методи визначення прогартовуваності?
47. У чому полягає процес відпалу? Які його види й призначення?
48. З яких етапів складається процес гартування?
49. Які основні способи гартування, їхні режими й призначення?
50. Що таке відпускання й які його види?
51. Які особливості термічної обробки чавунів?
52. У чому полягає термомеханічна обробка сталі? Які є її види й режими?
53. Які найпоширеніші дефекти внаслідок термообробки?
54. Встановіть температуру повного відпалу сталі, що містить 0,30 і 0,6% С. Яке призначення відпалу?
55. Як змінюються величина зерна і характер структури після повного відпалу?
56. Яку сталь потрібно при відпалі охолоджувати повільніше - вуглецеву чи леговану? Чому?
57. Навіщо і як проводиться процес сфероїдизації заевтектоїдних вуглецевих і легованих сталей?
58. Як можна знизити твердість легованих сталей, що мають задовільну структуру після прокатки (кування)?
59. У яких випадках рекомендується процес нормалізації?
60. На діаграмі Fe-Fe₃C покажіть температури гартування доевтектоїдних і заевтектоїдних сталей. Чому нагрівають до цих температур?
61. На діаграмі ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту накладіть криві охолодження для різних способів загартування. Навіщо застосовується гартування?
62. Яким вимогам повинні відповідати гартівні рідини? Які застосовують рідини для загартування, які їхні переваги і недоліки?
63. Встановіть режим загартування сталі, що містить 0,4 і 1,0% С (Температура аустенізації, час нагрівання, середовище нагріву, охолоджуюче середовище).
64. Як впливає температура аустенітизації на стійкість переохолодженого аустеніту, загартовуваність і прогартовуваність сталі?
65. Яка сталь прогартовується на більшу глибину: 1) 0,45% С; 2) 0,45% С і 1,0% Cr; 3% Ni; 3) 0,45% С, 1,0% Cr, 2,0% Ni і 0,4% Mo? Чому?
66. Визначте критичний діаметр для структур 50 і 95% мартенситу сталей, зазначених на рис. 67, після гартування у воді і маслі.
67. Тонка фреза зі сталі, що містить 1% С, зазнає жолоблення (викривлення) при загартуванні у воді. Який метод гартування слід застосувати, щоб уникнути жолоблення?

68. Яку структуру повинна мати сталь після ізотермічного гартування для забезпечення високої конструктивної міцності?

69. Які переваги перед звичайним гартуванням має термомеханічна обробка та чому?

Розділ 3, 4

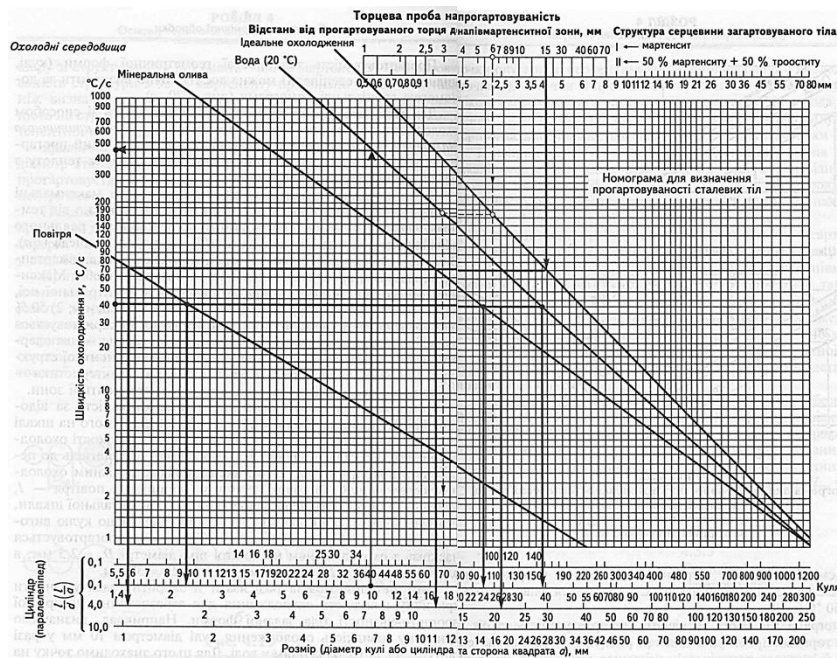
1. Для яких деталей рекомендується поверхнєве гартування при індукційному і лазерному нагріванні?
2. Чому після поверхневого гартування підвищується межа витривалості?
3. Чому температура під загартування при індукційному нагріванні вище, ніж при нагріванні в печі? В якому випадку буде більш дрібне зерно аустеніту?
4. Як проводиться і які переваги гартування при глибинному індукційному нагріванні?
5. Встановіть режим відпуску для різця зі сталі, що містить 1% С і шатуна зі сталі з 0,45%С.
6. У чому полягає хіміко-термічна обробка сталей і з яких етапів складається?
7. Які основні види ХТО та яке їх призначення?
8. Які структурні перетворення відбуваються в процесі цементації і як вони впливають на механічні властивості сплавів?
9. У чому полягає технологія процесу азотування?
10. Які особливості процесів ціанування й нітроцементації?
11. Які основні способи дифузійної металізації?
12. Які найпоширеніші дефекти внаслідок термообробки?
13. Чим відрізняється хіміко-термічна обробка від термічної обробки сталі?
14. Насичення заліза проводиться при температурі 1000 ° С протягом 6 годин вуглецем і хромом. В якому випадку буде більше товщина шару і чому?
15. Що розуміють під терміном «ефективна товщина шару»?
16. В яких випадках застосовують цементацію, нітроцементації і азотування?
17. Яку будову (структуру) має цементований і азотований шар? Пов'язати будову шару з діаграмою стану Fe-Fe₃C і Fe-N.
18. Вкажіть переваги газової цементації перед цементацією в твердому карбюризаторі.
19. Потрібно отримати дифузійний шар товщиною 1,5 мм і твердістю 60 HRC. Який процес забезпечить ці вимоги? Опишіть технологію прийнятого процесу.
20. При яких температурах проводиться процес цементації? Чому?
21. Яка термічна обробка і навіщо проводиться після цементації і нітроцементації?
22. Яка структура цементованного шару після термічної обробки?
23. В яких випадках застосовують нітроцементацію?
24. Яка основна перевага ендотермічної атмосфери для цементації (нітроцементації)?
25. Коли будуть більше товщина і твердість азотованого шару: після азотування при 520°C 24 години або при 600°C 24 години?
26. Дифузійне насичення неметалами. Борування. Силіціювання.
27. Дифузійне насичення металами. Алітування. Хромування. Цинкування.
28. Лазерна хіміко-термічна обробка.
29. Покриття і методи нанесення покриттів на поверхні виробів
30. Процеси адгезії і когезії в поверхневому шарі матеріалів підкладки і покриття.
31. Класифікація покриттів за характером розташування на поверхні.
32. Класифікація за методами нанесення покриттів
33. Класифікація методів отримання покриттів, заснована на відмінностях агрегатного та фізичного стану речовини, що наноситься
34. Методи нанесення функціональних покриттів
35. Отримання покриттів з парогазової фази
36. Отримання покриттів з розплавів і напіврозплавів. Занурення в розплав. Емалеві покриття. Крапельне наплення.
37. Наплавлення на металеві вироби сплавів інших металів

38. Отримання покриттів з твердих речовин і їх аеросумішей.
39. Отримання покриттів з розчинів і тонких суспензій.
40. Нанесення твердо-рідких речовин з наступною термообробкою.
41. Гальванічні і хімічні покриття.
42. Катодне формування.
43. Технологічні операції електроерозійної, електрохімічної, ультразвукової, гідроабразивної обробки.
44. Властивості поверхні після електроерозійної, електрохімічної, ультразвукової, вібраційної обробки.
45. Електроерозійне покриття металів.
46. Процес електроіскрового легування металів
47. Процес електроіскрового зміцнення металів
48. Технологічні операції променевих методів нанесення покриттів. Властивості покриттів, що наносяться з використанням висококонцентрованих потоків енергії.
49. Фізичні методи напилення покриттів випаровуванням тугоплавких матеріалів у вакуумі
50. Електронно-променеве осадження
51. Методи поверхневої обробки матеріалів прискореними пучками (іонно-променева технологія, іонна імплантація)
52. Напилення поверхонь матеріалів керуємим пучком іонів
53. Плазменні методи поверхневої обробки матеріалів
54. Плазмова наплавка
55. Плазмове напилення поверхонь деталей
56. Іонно-плазмова технологія
57. Лазерна наплавка і нанесення покриттів
58. Зміцнення без фазового перетворення
59. Лазерний відпал (відпуск)
60. Зміцнення з фазовим перетворенням
61. Лазерне легування
62. Лазерне наплавлення (напилення)
63. Аморфізація поверхні
64. Шокове зміцнення
65. Захисні покриття деталей і конструкцій літаків.
66. Покриття цинком. Порівняльні характеристики гарячого, гальванічного та інших способів цинкування.
67. Покриття кадмієм.
68. Покриття міддю.
69. Нікелювання.
70. Покриття хромом.
71. Покриття оловом.
72. Анодне оксидування алюмінієвих сплавів
73. Оксидування титанових сплавів
74. Фосфатування
75. Види і призначення лакофарбового покриття. Покриття полімерами.

Типові задачі

1. Встановіть режим відпуску для різця зі сталі, що містить 1% С і шатуна зі сталі з 0,45%С.
2. Сталь, що містить 0,4% С, 1,5% Cr і 2,0% Ni, була загартована і піддана відпуску при 550 °С. Яке охолодження повинно бути після відпуску для отримання високих значень КСУ і КСТ?
3. Потрібно отримати дифузійний шар товщиною 1,5 мм і твердістю 60 HRC. Який процес забезпечить ці вимоги? Опишіть технологію прийнятого процесу.

4. Коли будуть більше товщина і твердість азотованого шару: після азотування при 520°C 24 години або при 600°C 24 години?
5. Тонка фреза зі сталі, що містить 1% С, зазнає жолоблення (викривлення) при загартуванні
6. Яка сталь прогартується на більшу глибину: 1) 0,45% С; 2) 0,45% С і 1,0% Сг; 3% Ni; 3) 0,45% С, 1,0% Сг, 2,0% Ni і 0,4% Мо? Чому?
7. Як отримати структуру бейніту і мартенситу в вуглецевій сталі з 0,45% С?
8. Встановіть температуру повного відпалу сталі, що містить 0,30 і 0,6% С. Яке призначення відпалу?
9. Встановіть режим загартування сталі, що містить 0,4 і 1,0% С (Температура аустенізації, час нагрівання, середовище нагріву, охолоджуюче середовище).
10. Насичення заліза проводиться при температурі 1000 ° С протягом 6 годин вуглецем і хромом. В якому випадку буде більше товщина шару і чому?
11. При експериментальному визначенні прогартуваності однієї плавки сталі 40Х способом торцевого гартування відстань до зони з напівмартенситною структурою складала 12 мм. Визначити на підставі цих даних і по номограмі (див. рис.) критичний діаметр зразка цієї



плавки для випадків охолодження в маслі і в воді. Розрахунок зробити для циліндричного зразка з відношенням $L: D = 10$.

12. При експериментальному визначенні прогартуваності однієї плавки сталі 35ХГС способом торцевого гартування відстань до зони з напівмартенситною структурою складала 9 мм. Визначити на підставі цих даних і по номограмі (див. рис.) критичний діаметр зразка цієї плавки для випадків охолодження в маслі і в воді. Розрахунок зробити для циліндричного зразка з відношенням $L: D = 5$.

13. При експериментальному визначенні прогартуваності однієї плавки заевтектної сталі 9ХС довжина зони з мартенситною структурою була 25 мм. Визначити по номограмі (див. рис. 3.2 і 3.4) критичний діаметр цієї плавки для зразків з відношенням $L: D = 10$ (довгий циліндричний зразок) і $L: D = 0,5$ (плоска шайба). Прийняти, що зразки були охолоджені в маслі.

14. При експериментальному визначенні прогартуваності двох плавки сталі 40ХН, виконаному з нагріванням до однакової температури, відстань до напівмартенситної зони складала 18 мм для зразка однієї плавки і 20 мм для зразка іншої плавки. Визначити по номограмі рис. критичний діаметр для цих двох плавки при охолодженні в маслі і вказати можливі

причини неоднакової прогартовуваності різних плавків однієї марки сталі. Розрахунок зробити для циліндричного зразка з відношенням $L: D = 10$.

15. При експериментальному визначенні прогартовуваності однієї плавки сталі 35Г2 способом торцевого гартування відстань до зони з напівмартенситною структурою склала 6 мм. Визначити на підставі цих даних і по номограмі (див. рис.) критичний діаметр зразка цієї плавки для випадків охолодження в маслі і в воді. Розрахунок зробити для циліндричного зразка з відношенням $L: D = 10$.

16. При експериментальному визначенні прогартовуваності однієї плавки заевтектоїдної сталі 9ХС протяжність мартенситної зони зросла з 25 до 28 мм в результаті підвищення температури гартування з 860 до 900 °С. Визначити за номограмою рис. критичний діаметр для цих двох випадків гартування для циліндричного зразка при $L: D = 5$. Пояснити причини, за якими в результаті підвищення температури гартування зросла прогартовуваність.

17. При визначенні прогартовуваності заевтектоїдної сталі Х протяжність мартенситної зони була 8 мм при охолодженні в маслі і 10 мм при охолодженні у воді. Визначити за номограмою (рис.) критичний діаметр для цих двох випадків гартування для циліндричного зразку при $L: D = 5$.

18. При визначенні прогартовуваності сталей 35Г2 і 35ХГС відстань до зони з напівмартенситною структурою склала 6 мм для першої сталі і зросла до 9 мм для другої. Вказати причини більшої прогартовуваності сталі 35ХГС. Визначити за номограмою (див. рис.) критичний діаметр двох сталей для циліндричного зразку при $L: D = 3$.

Порядок проведення модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у 4 етапи (22 хв. - кожна) – після кожного розділу.

Робочу програму освітнього компоненту (силабус):

Складено: доцент, к.ф.-м.н., доцент Ключников Юрій Валентинович

Ухвалено: кафедрою ЛТФТТ (протокол № 14 від «8» червня 2022 р.)

Погоджено Методичною комісією інституту НН ММІ

(протокол № 1 від 30.08.2022.)