

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни

«Наноматеріали та нанотехнології у ливарному виробництві»

для студентів денної та заочної форм навчання

за спеціальністю G10 «Металургія»

Затверджено редакційно—
видавничою радою університету
протокол №2 від 26.06. 2025 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2025

Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Наноматеріали та нанотехнології у ливарному виробництві» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності G10 «Металургія» / уклад. Пономаренко О. І. –Х.: НТУ «ХП», 2025 – 35 с.

Укладач: Пономаренко О. І .

Рецензент: Берлізева Т. В.

Кафедра «Ливарне виробництво»

ВСТУП

Самостійна робота студента – це навчальна діяльність студента, яка планується, виконується за завданням під методичним керівництвом і контролем викладача, але без його прямої участі. Самостійна робота здобувача вищої освіти, яка є суттєвим елементом освітнього процесу, формує навички безперервної освіти та самостійної роботи в цілому, що є необхідним в будь – якій професійній діяльності, виробляє здатність самостійно приймати рішення

Програмою курсу «Наноматеріали та нанотехнології у ливарному виробництві» передбачено виконання самостійної поза аудиторної роботи здобувачів освіти. Під час вивчення запропонованих питань здобувачі освіти вчаться працювати з інформаційними джерелами, узагальнювати та стисло викладати вивчений матеріал. Запропоновані форми виконання самостійної роботи сприяють формуванню творчого відношення до навчальної діяльності.

Процес виконання самостійної роботи можна умовно поділити на такі етапи:

- 1) пошук та опрацювання рекомендованих інформаційних джерел;
- 2) узагальнення отриманої інформації у вигляді схем, конспектів, тез, таблиць;
- 3) виконання розрахункового завдання за індивідуальною темою;
- 4) самоперевірка отриманих знань;
- 5) виконання контрольних робіт.

1. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Тема 1. Фундаментальні властивості наноматеріалів.

Елементи стандартизації для наномасштабного рівня структурної організації. Шляхи формування наноструктур. Класифікація наноматеріалів. Нанокристалічний структурний стан. Структура та функціональні особливості міжкристалітної границі в наноматеріалах. Фізичні причини специфіки властивостей наночастинок і наноструктурних матеріалів. Класифікація нанооб'єктів. Класифікація нанооб'єктів за їх розмірністю. Кластери. Зародження та зростання кластерів. Структурні особливості нанокластерного стану матеріалу. Особливості формування структури у нерівноважних умовах.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Які фундаментальні фізико-хімічні властивості наноматеріалів відрізняють їх від макроскопічних матеріалів? (залежність властивостей від розміру, квантові ефекти, висока питома поверхня).
2. Які існують елементи стандартизації та термінології для опису наномасштабного рівня структурної організації матеріалів? (нормативні підходи ISO, класифікація за розміром, морфологією, структурою).
3. Які основні шляхи формування наноструктур у матеріалах? (механічна обробка, конденсація з парової фази, хімічні методи, плазмові технології, швидке охолодження розплавів).
4. Які існують класифікації наноматеріалів і за якими ознаками вони здійснюються?(нанопорошки, нанокристали, нанокомпозити; класифікація за складом, фазовим станом, функціональним призначенням).
5. Що характеризує нанокристалічний структурний стан і які його відмінності від крупнозернистих матеріалів? (середній розмір зерна <100 нм, роль міжкристалітних меж у зміцненні та дифузійних процесах).
6. Які фізичні причини зумовлюють специфіку властивостей наночастинок і наноструктурних матеріалів? (ефект розмірної залежності, поверхнева енергія, квантове обмеження, зміна фазових рівноваг).
7. Як класифікують нанооб'єкти за їх розмірністю та структурними особливостями? (0D – точки, кластери, наночастинки; 1D – нанотрубки,

нанодропи; 2D – наноплівки, графен; 3D – нанопористі та масивні наноматеріали).

8. Які особливості зародження, зростання та структурної організації кластерів у наноматеріалах, особливо в нерівноважних умовах (наприклад, у ливарному виробництві)? (механізми нуклеації, швидке охолодження, формування метастабільних фаз, вплив кластерів на подальшу еволюцію структури).

Питання для самоперевірки:

1. Які основні напрями прикладних досліджень, що визначають модель розвитку техніки та технології?
2. Назвіть основні напрями еволюції матеріалознавчого базису.
3. Пояснити структуру термінології в галузі нанотехнологій.
4. Дати пояснення термінам «нанонаука», «наносистема», «наноматеріали», «наночастинка», «нанодіагностика», «наносистемотехніка», «нанотехніка», «нанотехнологія».
5. Назвати основні етапи розвитку нанотехнологій.
6. Описати шляхи формування наноструктур, та на яких принципах вони базуються.
7. Привести класифікацію наноматеріалів.
8. Написати формулу для оцінки долі міжзеренних границь розділу у загальному об'ємі часток у наближенні для сферичної форми зерна.
9. Пояснити фізичні причини специфіки властивостей наночастинок і наноструктурних матеріалів.
10. Що таке «кластер»?
11. Які передумови створення кластерів?
12. Назвіть структурні особливості нанокластерного стану матеріалу.
13. Визначте, що називається магічним числом атомів у кластері та наведіть приклади.
14. Які особливості формування структури в нерівноважних умовах?
15. Дати визначення самоорганізації та дисипативної структури.
16. Назвати дві можливості спонтанного виникнення упорядкованих наноструктур та описати типи структур, які можуть утворюватися.

Тема 2. Аморфні матеріали.

Властивості аморфних металевих систем. Аморфні сплави.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Які структурні особливості аморфних металевих систем та механізми їх утворення? (відсутність далекого порядку, швидке охолодження розплавів, метастабільний стан).
2. Які основні фізико-механічні та функціональні властивості аморфних сплавів? (висока міцність і твердість, корозійна стійкість, магнітні властивості, електропровідність).
3. Які методи отримання аморфних металевих систем застосовуються у ливарному виробництві? (методи швидкого охолодження розплаву, розпилення, газова та плазмова атомізація, спінінг).
4. Яке практичне застосування аморфних сплавів у ливарному виробництві та машинобудуванні? (зміцнювальні покриття, магнітні матеріали, деталі з високою зносостійкістю, антикорозійні елементи).

Питання для самоперевірки:

1. Дайте визначення аморфного стану твердого тіла.
2. Схарактеризуйте близький і дальній порядок у твердому тілі.
3. Назвіть основні умови склоутворення.
4. Назвіть основні способи отримання аморфних сплавів.
5. Назвіть основну відмінність понять «аморфний стан» і «склоподібний стан».

Тема 3. Наноконпозиційні матеріали. Нанопористі матеріали

Наноконпозиційні матеріали. Нанопористі матеріали

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Які принципи побудови та класифікація наноконпозиційних матеріалів? (матриця + нанонаповнювач; металеві, керамічні, полімерні композити; методи отримання у ливарному виробництві).
2. Які механізми зміцнення та покращення властивостей реалізуються у наноконпозиційних матеріалах? (дисперсійне зміцнення, блокування дислокацій, підвищення зносостійкості та теплостійкості).
3. Які структурні особливості та властивості нанопористих матеріалів? (надвелика питома поверхня, висока сорбційна здатність, низька густина, унікальні каталізаторні та теплоізоляційні властивості).

4. Яке практичне застосування наноконпозиційних і нанопористих матеріалів у ливарному виробництві та суміжних галузях? (нанодобавки до розплавів, легкі конструкційні матеріали, фільтри для очищення розплавів, каталізатори, антикорозійні покриття).

Питання для самоперевірки:

1. Що таке наноконпозиційний матеріал?
2. У чому полягає відмінність металевого наноконпозиту від полімерного?
3. Які існують типи наноконпозитів?
4. Як змінюються магнітні властивості полімерних композитів?
5. Наведіть приклади формування металополімерних наноконпозитів.
6. Перерахуйте типи нанопористих матеріалів.
7. Чим характеризується пористість?
8. Визначте сучасну ключову проблему у створенні нанопористих матеріалів.
9. Назвіть і схарактеризуйте види взаємодії нанопористих матеріалів з навколишнім середовищем.
10. Що таке цеоліти і де вони застосовуються?

Тема 4. Вуглець і вуглецеві матеріали.

Вуглець як хімічний елемент. Поширеність вуглецю в природі. Коротка історія відкриття та вивчення атомарного вуглецю. Будова атому вуглецю, гібридизація його атомних орбіталей та характер утворюваних ним зв'язків. Алотропні форми вуглецю та матеріали на їх основі. Алмаз. Загальна характеристика алмазу. Історія отримання штучних алмазів. Карбін – наноалотропна форма вуглецю.

Фулерени. Історія відкриття фулеренів. Види фулеренів, їх позначення та термінологія. Будова і властивості молекул фулеренів C₆₀ та C₇₀. Кристалічна будова і основні фізичні властивості фулеритів C₆₀ та C₇₀. Основні хімічні властивості фулеренів. Природні фулерени. Синтез похідних фулеренів. Виділення та розділення фулеренів.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Які особливості поширення вуглецю в природі та його роль у формуванні різних матеріалів? (вуглецеві копалини, карбонати, органічні сполуки, біосфера).
2. Яка будова атома вуглецю, які типи гібридизації його орбіталей можливі та як вони впливають на хімічні зв'язки? (sp , sp^2 , sp^3 – формування лінійних, площинних і тетраедричних структур).
3. Які алотропні форми вуглецю відомі та як вони класифікуються? (алмаз, графіт, графен, фулерени, нанотрубки, карбін, аморфний вуглець).
4. Які основні фізико-механічні та оптичні властивості алмазу і які його промислові застосування?
5. Яка історія та сучасні методи отримання штучних алмазів? (НРНТ – високий тиск і температура; CVD – хімічне осадження з парової фази).
6. Які особливості структури та унікальні властивості карбіну як наноалотропної форми вуглецю? (лінійні ланцюги атомів, надвисока міцність, передбачувані електронні властивості).
7. Яка історія відкриття фулеренів та які існують їх види і класифікація? (C_{60} , C_{70} та інші багатогранні структури).
8. Які будова та властивості молекул фулеренів C_{60} і C_{70} ? (геометрія, симетрія, електронна структура, стабільність).
9. Яка кристалічна будова та основні фізичні властивості фулеритів C_{60} і C_{70} ? (тип ґратки, електропровідність, механічні характеристики).
10. Які методи синтезу, виділення, розділення та функціоналізації фулеренів застосовуються та які сфери їх використання? (дуговий розряд, лазерна абляція, хроматографія; застосування у нанотехнологіях, каталізі, електроніці, біомедицині).

Питання для самоперевірки:

1. У чому суть теорії флогістону, що існувала в хімії у XVIII столітті? Як з позицій цієї теорії тоді пояснювали природу вугілля?
2. Хто з відомих вчених вніс значний внесок у спростування теорії флогістону і доказ того, що різні вуглецеві речовини (вугілля, графіт, алмаз) складаються з однакових атомів вуглецю?
3. З яких двох стабільних ізотопів складається природний вуглець і яке їх кількісне співвідношення в природі?
4. Для чого використовується метод радіовуглецевого датування і в чому полягає його суть?
5. Яку електронну конфігурацію має атом вуглецю в основному і збудженому станах? Яка у нього валентність у цих станах?
6. Що таке гібридизація атомних орбіталей? Які типи гібридизації атомних

орбіталей мають атоми вуглецю в карбіні, графіті, алмазі? Зобразіть схематично взаємну орієнтацію в просторі гібридизованих орбіталей у цих вуглецевих матеріалах.

7. За рахунок чого утворюється σ - і π - зв'язок між атомами вуглецю? Як перекриваються атомні орбіталі при утворенні цих зв'язків?
8. Що таке алотропія? Які алотропні модифікації відомі для вуглецю?
9. Схарактеризуйте структуру графіту. Кристалічні решітки яких типів може мати графіт?
10. Що таке нанографіт?
11. Назвіть галузі застосування графіту і нанографіту.
12. Кристалічні решітки яких типів може мати алмаз? Чим обумовлена особлива міцність алмазу?
13. Що таке наноалмази і яку розмірність вони можуть мати?
14. Назвіть галузі застосування алмазів і наноалмазів.
15. Викладіть стисло історію отримання штучних алмазів. Чим у цьому контексті відомі імена В. Н. Каразіна, О. І. Лейпунського, Е. Лундблада, Л. Ф. Верещагіна?
16. Що таке карбін і ким його вперше було штучно синтезовано? У чому суть дискусій учених щодо карбіну як самостійної алотропної форми вуглецю? Чому висунуто пропозицію вважати карбін наноалотропною формою вуглецю?
17. Викладіть стисло історію відкриття фулеренів і в якому фізичному експерименті це було зроблено?
18. Дайте визначення таких термінів: фулерени, фулерити, фулериди, ендофулерени, екзофулерени, гетерофулерени.
19. Яку форму має усічений ікосаедр і яке відношення до нього має молекула фулерену C_{60} ?
20. Які елементи симетрії має молекула фулерену C_{60} ?
21. У чому полягає правило ізольованих п'ятикутників?
22. Які типи кристалічних решіток може мати фулерит C_{60} ?
23. Схарактеризуйте основні фізичні і хімічні властивості фулеренів і матеріалів на їх основі.
24. Що таке метод Кретчмера і в чому він полягає?
25. Які різновиди має плазмовий метод отримання фулеренів?
26. Які методи нагрівання і випаровування вуглецю використовуються в технологіях отримання фулеренів?
27. У чому суть отримання фулеренів у полум'ї і CVD-синтезу фулеренів?
28. В яких земних породах виявлені фулерени?
29. Як отримують похідні фулеренів – ендофулерени, екзофулерени, гетерофулерени?
30. Які відомі методи виділення фулеренів з сажі і поділу їх за молекулярною масою?
31. Де і як можуть застосовуватися фулерени?

Тема 5. Сучасний стан та основні напрями застосування ультрадисперсних порошків тугоплавких сполук у металургії, ливарному виробництві та композиційному матеріалознавстві.

Оцінка ефективності застосування ультрадисперсних порошків у технології модифікування сплавів.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Які основні методи синтезу та характеристики ультрадисперсних порошків тугоплавких сполук? (механохімічні, плазмові, газофазні методи; розмір частинок, морфологія, чистота).
2. Які напрями застосування УДП у металургії, ливарному виробництві та композиційному матеріалознавстві є найбільш перспективними? (зміцнення сплавів, отримання нанокомпозитів, покриття, жаростійкі та зносостійкі матеріали).
3. Які механізми впливу ультрадисперсних порошків на процеси модифікування сплавів? (гетерогенне зародження кристалів, подрібнення зерна, зменшення ліквації, покращення механічних властивостей).
4. Які критерії та методи оцінки ефективності застосування УДП у модифікуванні сплавів? (структурний аналіз, фазовий склад, механічні випробування, показники міцності, пластичності, зносостійкості).

Питання для самоперевірки:

1. Які основні методи отримання ультрадисперсних порошків тугоплавких сполук застосовуються в сучасній металургії та матеріалознавстві?
2. У чому полягають особливості впливу ультрадисперсних порошків на структуру та властивості ливарних сплавів?
3. Які тугоплавкі сполуки найчастіше використовуються у вигляді ультрадисперсних порошків для модифікування металевих розплавів?
4. Як ультрадисперсні порошки впливають на процеси кристалізації та формування мікроструктури сплавів?
5. Які переваги й недоліки застосування ультрадисперсних порошків у порівнянні з традиційними методами модифікування сплавів?

6. У яких напрямках композиційного матеріалознавства найбільш ефективно використовуються ультрадисперсні порошки тугоплавких сполук?
7. Які критерії оцінки ефективності використання ультрадисперсних порошків у технології модифікування сплавів?
8. Які сучасні тенденції та перспективи розвитку технологій застосування ультрадисперсних порошків у металургії та ливарному виробництві?

Тема 6. Загальна характеристика ультрадисперсного стану тугоплавких карбідів та борідів.

Кристалічна структура. Фазовий склад. Форма і розмір частинок. Властивості ультрадисперсних порошків, пов'язані зі станом поверхні. Особливості стану поверхні УДП. Взаємодія УДП з атмосферними газами. Забезпечення стабільності фазового і хімічного складу УДП під час зберігання.

Коалесценція УДП у розчинах електролітів та способи її обмеження. Коагуляція УДП у розчинах електролітів та способи її запобігання. Термостійкість УДП до окиснення. Корозійна стійкість УДП.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Які особливості кристалічної структури та фазового складу ультрадисперсних порошків і як вони впливають на їхні властивості?
2. Як форма і розмір частинок УДП визначають їхні фізико-хімічні та технологічні характеристики?
3. Які властивості ультрадисперсних порошків пов'язані зі станом їх поверхні? (висока питома поверхня, поверхнева енергія, активність).
4. Які особливості стану поверхні УДП формуються під час синтезу та подальшого зберігання?
5. Як відбувається взаємодія ультрадисперсних порошків з атмосферними газами та які наслідки це має для їх стабільності?
6. Які методи забезпечення стабільності фазового і хімічного складу УДП під час зберігання застосовуються? (пасивація, інертні середовища, стабілізуючі покриття).
7. Що таке коалесценція УДП у розчинах електролітів, які її механізми та як обмежити цей процес?
8. Які причини та механізми коагуляції УДП у розчинах електролітів і які способи запобігання цьому існують?

9. Якою є термостійкість ультрадисперсних порошків до окиснення та від чого вона залежить?
10. Які фактори визначають корозійну стійкість УДП і які методи її підвищення застосовуються у технології матеріалів?

Питання для самоперевірки:

1. Які основні структурні особливості ультрадисперсних порошків (УДП) тугоплавких карбідів та боридів?
2. Як кристалічна структура впливає на фізико-механічні властивості УДП карбідів і боридів?
3. Які фактори визначають фазовий склад ультрадисперсних порошків та його стабільність під час зберігання?
4. Які методи використовуються для дослідження форми і розмірів частинок УДП?
5. Які властивості ультрадисперсних порошків безпосередньо пов'язані зі станом їх поверхні?
6. У чому полягають особливості стану поверхні УДП карбідів та боридів у порівнянні з іншими тугоплавкими сполуками?
7. Як відбувається взаємодія ультрадисперсних порошків з атмосферними газами і які процеси при цьому переважають?
8. Які механізми коалесценції УДП у розчинах електролітів і які методи застосовуються для її обмеження?
9. У чому полягає різниця між коалесценцією та коагуляцією УДП у розчинах електролітів та як запобігти цим процесам?
10. Які фактори визначають термостійкість УДП до окиснення та їх корозійну стійкість у різних середовищах?

Тема 7. Взаємодія частинок УДП з металевими розплавами.

Утворення суспензії. Фізична модель будови суспензії. Аналіз стійкості суспензії з частинками, плакованими металом. Ступінь гетерогенності розплаву під час утворення суспензії. Поведінка тугоплавкої частинки у перегрітому розплаві.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Які основні механізми взаємодії ультрадисперсних порошків (УДП) з металевими розплавами?(змочування, розчинення, реакційна взаємодія на межі поділу фаз).
2. Які умови сприяють утворенню стабільної суспензії УДП у розплаві металу?
(температура перегріву, перемішування, змочуваність частинок).
3. Якою є фізична модель будови суспензії у металевих розплавах із частинками УДП?
(частинки як центри гетерогенного зародження, взаємодія з потоками розплаву).
4. Які фактори впливають на стійкість суспензії УДП у розплаві?
(розмір і густина частинок, в'язкість розплаву, швидкість перемішування).
5. Як аналізується стійкість суспензії з частинками, плакованими металом?
(роль плакування у покращенні змочуваності й запобіганні агрегації).
6. Що визначає ступінь гетерогенності розплаву під час утворення суспензії?
(рівномірність розподілу частинок, тенденція до коагуляції чи осадження).
7. Яка поведінка тугоплавких частинок у перегрітому розплаві?
(розчинність, дифузійні процеси, реакції з компонентами розплаву).
8. Які методи диспергування та рівномірного розподілу частинок УДП у розплаві застосовуються? (механічне та ультразвукове перемішування, газове перемішування, введення з носіями).
9. Які фактори сприяють агрегації частинок у розплавах та як цьому запобігти?
(поверхнева енергія, змочуваність, модифікування поверхні частинок).
10. Яке практичне значення має контроль стійкості суспензій УДП у розплавах для ливарного виробництва? (покращення структури сплавів, зменшення ліквациї, підвищення механічних властивостей відливок).

Питання для самоперевірки:

1. Які основні механізми взаємодії частинок ультрадисперсних порошків (УДП) з металевими розплавами?
2. Які фактори визначають умови утворення суспензії УДП у розплавленому металі?
3. У чому полягає фізична модель будови суспензії з УДП у металевому розплаві?
4. Як впливає розмір і форма частинок УДП на стійкість утвореної суспензії?

5. Яким чином плакування частинок металом змінює їх поведінку у розплаві?
6. Як оцінюється стійкість суспензії з плакованими металом частинками?
7. Які чинники визначають ступінь гетерогенності металевих розплавів при введенні в нього УДП?
8. Які процеси відбуваються на межі розділу «тугоплавка частинка – перегрітий розплав»?
9. Як температура перегріву розплавів впливає на диспергування та розподіл частинок УДП у суспензії?
10. Які практичні методи застосовуються для підвищення рівномірності розподілу і стабільності суспензії УДП у металевих розплавах?

Тема 8. Підготовка порошків до введення в розплав

Методи активації частинок порошків. Аналіз режимів твердофазної активації порошків. Вплив умов введення УДП у розплав на структуру металу. Введення УДП у нікелеві сплави під час порційного плавлення і розливання у вакуумі. Введення УДП при відкритому плавленні і розливанні сталей та чавунів.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Які основні цілі підготовки ультрадисперсних порошків (УДП) перед введенням у металеві розплави? (забезпечення чистоти, стабільності та активності частинок, запобігання агрегації).
2. Які методи активації частинок порошків застосовуються для підвищення їх ефективності? (механічна, термічна, хімічна, плазмова, ультразвукова активація).
3. Які особливості твердофазної активації УДП та які режими є найбільш ефективними? (інтенсивність подрібнення, тривалість, середовище активації).
4. Які фізико-хімічні зміни відбуваються у порошках під час процесів активації?
(збільшення питомої поверхні, поява дефектів кристалічної ґратки, підвищення реакційної здатності).
5. Який вплив мають умови введення УДП у розплав на структуру металу? (гетерогенне зародження, подрібнення зерна, формування рівномірної мікроструктури).

6. Які технологічні труднощі виникають при введенні УДП у розплави та як їх подолати? (агломерація частинок, нерівномірний розподіл, низька змочуваність).
7. Які особливості введення УДП у нікелеві сплави під час порційного плавлення та розливання у вакуумі? (переваги вакуумного середовища, чистота сплаву, контроль газового складу).
8. Які відмінності у введенні УДП при відкритому плавленні та розливанні сталей і чавунів? (контакт з атмосферою, окиснення порошків, потреба у захисних флюсах або покриттях).
9. Які методи забезпечення рівномірного розподілу УДП у розплаві застосовуються?
(інтенсивне перемішування, газова продувка, використання лігатур).
10. Яке практичне значення має правильна підготовка та введення УДП для властивостей готових відливок? (підвищення міцності, пластичності, корозійної та жаростійкої стійкості, зменшення дефектності).

Питання для самоперевірки:

1. Які основні етапи підготовки ультрадисперсних порошків (УДП) перед введенням у металеві розплави?
2. У чому полягає сутність методів активації частинок порошків перед їх використанням?
3. Які відмінності між механічною, хімічною та термічною активацією порошків?
4. Що розуміють під твердофазною активацією УДП та які її основні механізми?
5. Які режими твердофазної активації застосовуються у металургії та як вони впливають на властивості частинок?
6. Як умови введення УДП у розплави впливають на зародження і ріст кристалів у металі?
7. Яким чином УДП змінюють структуру та властивості металу під час кристалізації?
8. Які особливості введення УДП у нікелеві сплави при порційному плавленні у вакуумних умовах?
9. Чому вакуумне плавлення є більш ефективним для введення УДП у високолеговані сплави?
10. Які технологічні труднощі виникають при введенні УДП під час відкритого плавлення сталей та чавунів?
11. Які методи використовуються для забезпечення рівномірного розподілу УДП у сталях і чавунах під час відкритого плавлення?
12. Який вплив введення УДП у металеві розплави на кінцеві властивості литих виробів (механічні, корозійні, термостійкі)?

Тема 9. Вплив ультрадисперсних порошків на властивості чорних та кольорових сплавів.

Сплави на основі заліза. Сірий чавун. Зносостійкий високо-хромистий чавун. Середньо- та низьковуглецеві сталі. Нержавіючі хромонікелеві сталі. Властивості виливків зі сталі типу EI-268Л. Властивості виливків зі сталі 08X18H9БЛ.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Який вплив ультрадисперсних порошків (УДП) на структуру і механічні властивості сплавів на основі заліза? (зміцнення, подрібнення зерна, зменшення дефектів).
2. Як введення УДП змінює властивості сірого чавуну та зносостійкого високо-хромистого чавуну? (підвищення твердості, зносостійкості, контроль графітової морфології).
3. Який ефект УДП на середньо- та низьковуглецеві сталі щодо механічних характеристик та структури відливок? (покращення міцності, пластичності, однорідності мікроструктури).
4. Як УДП впливають на нержавіючі хромонікелеві сталі? (підвищення корозійної стійкості, контролювання зернової структури та фазового складу).
5. Які зміни властивостей відливок зі сталі типу EI-268Л спостерігаються при введенні УДП? (міцність, ударна в'язкість, рівномірність структури).
6. Який ефект УДП на властивості відливок зі сталі 08X18H9БЛ? (покращення жаростійкості, корозійної стійкості та довговічності деталей).

Питання для самоперевірки:

1. Який загальний вплив ультрадисперсних порошків (УДП) на властивості чорних та кольорових сплавів?
2. Як змінюються структура та механічні властивості сплавів на основі заліза при введенні УДП?
3. Який вплив мають УДП на процес графітизації та механічні властивості сірого чавуну?
4. Як введення УДП впливає на зносостійкість високо-хромистого чавуну?
5. Які зміни спостерігаються у структурі та міцності середньо- та низьковуглецевих сталей під дією УДП?

6. Як ультрадисперсні порошки впливають на корозійну стійкість та пластичність нержавіючих хромонікелевих сталей?
7. Які особливості мікроструктури та експлуатаційних властивостей виливків зі сталі типу EI-268Л при використанні УДП?
8. Як змінюються механічні та технологічні властивості сталі 08X18H9БЛ під впливом ультрадисперсних порошків?
9. Які фактори визначають ефективність модифікування сталей та чавунів за допомогою УДП?
10. Які перспективні напрями використання УДП для покращення властивостей чорних і кольорових сплавів у ливарному виробництві?

Тема 10. Жароміцні нікелеві сплави.

Властивості сплаву ЖС-6У.. Властивості сплавів ЖС-6К, ЗМІ-3 і ЦНК-7. Властивості сплаву ЖС-3ДК. Властивості сплаву ЖС-32 у виливках із монокристалічною структурою.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Які основні фізико-механічні та високотемпературні властивості жароміцних нікелевих сплавів і як вони забезпечуються? (міцність, жаростійкість, корозійна стійкість, стабільність при експлуатаційних температурах).
2. Які властивості сплаву ЖС-6У та його призначення у ливарному виробництві? (застосування в турбінних лопатках, тепло- та жароміцність).
3. Які характеристики відзначають сплави ЖС-6К, ЗМІ-3 і ЦНК-7? (структура, висока температура плавлення, стійкість до окиснення, механічні властивості).
4. Які властивості має сплав ЖС-3ДК і як він використовується в деталях, що працюють при високих температурах? (жароміцність, тривала експлуатаційна стабільність, опір ползучості).
5. Які особливості властивостей сплаву ЖС-32 у виливках із монокристалічною структурою? (підвищена механічна міцність, відсутність границь зерен, підвищена жаростійкість).
6. Як наноструктурні та ультрадисперсні добавки впливають на властивості жароміцних нікелевих сплавів? (зміцнення, контроль зернової структури, підвищення жароміцності та корозійної стійкості).

Питання для самоперевірки:

1. Які основні властивості відрізняють жароміцні нікелеві сплави від інших конструкційних матеріалів?
2. Які легуючі елементи забезпечують високу жароміцність та жаростійкість нікелевих сплавів?
3. Які характеристики мікроструктури визначають експлуатаційні властивості сплаву ЖС-6У?
4. У чому полягають відмінності властивостей сплавів ЖС-6К, ЗМІ-3 і ЦНК-7?
5. Які експлуатаційні характеристики роблять сплав ЖС-3ДК придатним для роботи у високотемпературних умовах?
6. Які переваги має сплав ЖС-32 у виливках із монокристалічною структурою?
7. Як монокристалічна структура впливає на жароміцність і довговічність нікелевих сплавів?
8. Які технологічні труднощі виникають при отриманні виливків із монокристалічних жароміцних сплавів?
9. У яких галузях техніки (енергетика, авіакосмічна промисловість тощо) знаходять застосування сплави ЖС-6У, ЖС-6К, ЗМІ-3, ЦНК-7, ЖС-3ДК та ЖС-32?
10. Які сучасні напрями вдосконалення жароміцних нікелевих сплавів пов'язані з використанням наноматеріалів?

Тема 11. Сплави на основі алюмінію.

Спосіб введення УДП в алюмінієві сплави. Властивості напівбезперервних злитків з алюмінієвих сплавів. Властивості лігатурного сплаву алюміній-титан. Властивості ливарних алюмінієвих сплавів.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Які основні типи алюмінієвих сплавів та їх структурні і фізико-механічні властивості? (чистий алюміній, леговані та лігатурні сплави, напівбезперервні злитки).
2. Які методи введення ультрадисперсних порошків (УДП) у алюмінієві сплави застосовуються? (порційне введення, механічне перемішування, газове диспергування).

3. Які особливості властивостей напівбезперервних злитків з алюмінієвих сплавів?(однорідність структури, розмір зерна, механічні характеристики).
4. Які властивості характеризують лігатурний сплав алюміній-титан і його застосування? (підвищена міцність, жароміцність, зносостійкість, застосування у литих деталях).
5. Які фізико-механічні та технологічні властивості ливарних алюмінієвих сплавів? (твердість, пластичність, стійкість до корозії, литтєві характеристики).
6. Який вплив УДП має на структуру та властивості алюмінієвих сплавів? (гетерогенне зародження кристалів, подрібнення зерна, покращення міцності і зносостійкості).

Питання для самоперевірки:

1. Які основні особливості структури та властивостей сплавів на основі алюмінію?
2. Які методи введення ультрадисперсних порошків (УДП) застосовуються в алюмінієві сплави?
3. Як умови введення УДП впливають на рівномірність їх розподілу у розплаві алюмінію?
4. Який вплив УДП на кристалізацію та мікроструктуру алюмінієвих сплавів?
5. Які властивості напівбезперервних злитків з алюмінієвих сплавів мають ключове значення для подальшої обробки?
6. Як введення УДП змінює механічні властивості напівбезперервних злитків алюмінієвих сплавів?
7. Які особливості складу та властивостей лігатурного сплаву алюміній–титан?
8. Яким чином лігатурний сплав Al–Ti використовується для модифікування алюмінієвих сплавів?
9. Які основні властивості ливарних алюмінієвих сплавів визначають їх застосування в промисловості?
10. Які переваги використання УДП у ливарних алюмінієвих сплавах щодо поліпшення їх механічних і технологічних характеристик?

2. ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Однією з форм самостійної роботи здобувача вищої освіти є виконання домашніх контрольних робіт, передбачених навчальним планом. Ці

рекомендації допоможуть студентам заочної форми навчання організувати їх самостійну роботу.

Номер варіанту контрольної роботи відповідає порядковому номеру за списком студентів. Домашня контрольна робота повинна бути зареєстрована та здана на перевірку в установленний термін.

До екзамену допускаються студенти, що мають зараховані та виправлені контрольні роботи, що надаються викладачу на екзамені. Контрольна робота, виконана не за своїм варіантом, не допускається до перевірки.

Якщо робота зарахована, але виконана з помилками, студент повинен розглянути всі зауваження рецензента, усвідомити їх сутність та внести відповідні виправлення, доповнення в текст самої роботи.

Якщо робота не зарахована, студент повинен заново виконати контрольне завдання з врахуванням зауважень і представити роботу на повторну перевірку разом з незарахованою роботою.

Перш ніж розпочати виконання домашньої контрольної роботи необхідно:

- 1) ознайомитись з програмою курсу;
- 2) вивчити навчальний матеріал з відповідних тем, використовують конспект лекцій, рекомендовані джерела інформації, інтернет - ресурси;
- 3) скласти конспект матеріалу, винесеного на самостійне вивчення, словник основних понять;
- 4) дати відповіді на питання для самоперевірки;
- 5) вивчити методичні рекомендації щодо виконання контрольної роботи, звернувши увагу на оформлення контрольної роботи.

Загальні вимоги до змісту та оформлення контрольної роботи

Контрольна робота повинна мати таку структуру:

- титульний лист (зразок оформлення наведено в додатку А);
- зміст;
- безпосередньо текст роботи;
- список джерел інформації;
- додатки (за необхідності).

1 Контрольну роботу виконують на аркушах друкарського паперу формату А4 (297 мм x 210 мм). Під час виконання таблиць, ілюстрацій та

додатків дозволено використовувати формат А3 (297 мм х 420 мм). Аркуш формату А3 підшивається по стороні 297 мм та складається до формату А4.

На аркушах мають бути залишені береги: лівий, нижній та верхній – не менше 20 мм, правий – не менше 10 мм.

2 Аркуші документа нумерують арабськими цифрами, проставляючи їх у правому верхньому кутку аркуша без будь-яких знаків. Нумерація аркушів повинна бути наскрізною для всього документа. На титульному аркуші (ТА), що є першим аркушем документа, номер не ставлять, але зараховують його у загальну нумерацію.

3 Текст документа виконують на одному боці аркуша одним зі способів:

а) за допомогою комп'ютерної техніки – через півтора інтервалу кегль шрифту 14 п., для елементів тексту (таблиць, приміток тощо) допускається шрифт 12 п., рекомендований шрифт – Times New Roman;

б) рукописним – чітким, розбірливим почерком або креслярським 4 шрифтом за ДСТУ 2.304 з висотою літер і цифр не менше 2,5 мм. Щільність запису повинна бути однаковою.

4. Помилки, описки та графічні неточності дозволено виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою

Вимоги щодо оформлення списку джерел інформації

Список джерел інформації – це список цитованих, згадуваних та використовуваних джерел інформації.

Джерелами інформації є: книги, статті, нормативно-технічні документи (НТД), звіти про науково-дослідну роботу, дисертації, техніко-економічні нормативи та норми, прейскуранти, реферати і рецензії, опубліковані у вигляді окремих документів.

У списку джерел бібліографічні описи джерел інформації розташовують у тому порядку, в якому джерела вперше згадуються у тексті. Порядкові номери описів у списку є номерами посилань на них.

Приклад виконання бібліографічного опису джерел інформації наведено у додатку В.

Критерії оцінювання контрольної роботи наведено в додатку С.

ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Модульна контрольна робота № 1

1. Які історичні передумови зумовили появу потреби у використанні наноматеріалів у науці та техніці?
2. Які основні досягнення у сфері металургії та ливарного виробництва, пов'язані з наноматеріалами, отримано за останні роки?
3. У яких галузях металургії та ливарного виробництва наноматеріали знайшли найбільше застосування?
4. Які перспективні напрями подальшого використання наноматеріалів у металургії та матеріалознавстві можна визначити сьогодні?
5. Які основні напрями прикладних досліджень, що визначають модель розвитку техніки та технологій?
6. Назвіть основні напрями еволюції матеріалознавчого базису.
7. Пояснити структуру термінології в галузі нанотехнологій.
8. Дати пояснення термінам «нанонаука», «наносистема», «наноматеріали», «наночастинка», «нанодіагностика», «наносистемотехніка», «нанотехніка», «нанотехнологія».
9. Назвати основні етапи розвитку нанотехнологій.
10. Описати шляхи формування наноструктур, та на яких принципах вони базуються.
11. Привести класифікацію наноматеріалів.
12. Написати формулу для оцінки долі міжзеренних границь розділу у загальному об'ємі часток у наближенні для сферичної форми зерна.
13. Пояснити фізичні причини специфіки властивостей наночастинок і наноструктурних матеріалів.
14. Що таке «кластер»?
15. Які передумови створення кластерів?
16. Назвіть структурні особливості нанокластерного стану матеріалу.
17. Визначте, що називається магічним числом атомів у кластері та наведіть приклади.
18. Які особливості формування структури в нерівноважних умовах?
19. Дати визначення самоорганізації та дисипативної структури.
20. Назвати дві можливості спонтанного виникнення упорядкованих наноструктур та описати типи структур, які можуть утворюватися.
21. Дайте визначення аморфного стану твердого тіла.
22. Схарактеризуйте близький і дальній порядок у твердому тілі.
23. Назвіть основні умови склоутворення.
24. Назвіть основні способи отримання аморфних сплавів.
25. Назвіть основну відмінність понять «аморфний стан» і «склоподібний стан».
26. Що таке наноконпозиційний матеріал?
27. У чому полягає відмінність металевих наноконполімерів від полімерних?
28. Які існують типи наноконполімерів?
29. Як змінюються магнітні властивості полімерних композитів?
30. Наведіть приклади формування металополімерних наноконполімерів.

31. Перерахуйте типи нанопористих матеріалів.
32. Чим характеризується пористість?
33. Визначте сучасну ключову проблему у створенні нанопористих матеріалів.
34. Назвіть і схарактеризуйте види взаємодії нанопористих матеріалів з навколишнім середовищем.
35. Що таке цеоліти і де вони застосовуються?
36. У чому суть теорії флогістону, що існувала в хімії у XVIII столітті? Як з позицій цієї теорії тоді пояснювали природу вугілля?
37. Хто з відомих вчених вніс значний внесок у спростування теорії флогістону і доказ того, що різні вуглецеві речовини (вугілля, графіт, алмаз) складаються з однакових атомів вуглецю?
38. З яких двох стабільних ізотопів складається природний вуглець і яке їх кількісне співвідношення в природі?
39. Для чого використовується метод радіовуглецевого датування і в чому полягає його суть?
40. Яку електронну конфігурацію має атом вуглецю в основному і збудженому станах? Яка у нього валентність у цих станах?
41. Що таке гібридизація атомних орбіталей? Які типи гібридизації атомних орбіталей мають атоми вуглецю в карбіні, графіті, алмазі? Зобразіть схематично взаємну орієнтацію в просторі гібридизованих орбіталей у цих вуглецевих матеріалах.
42. За рахунок чого утворюється σ - і π - зв'язок між атомами вуглецю? Як перекриваються атомні орбіталі при утворенні цих зв'язків?
43. Що таке алотропія? Які алотропні модифікації відомі для вуглецю?
44. Схарактеризуйте структуру графіту. Кристалічні решітки яких типів може мати графіт?
45. Що таке нанографіт?
46. Назвіть галузі застосування графіту і нанографіту.
47. Кристалічні решітки яких типів може мати алмаз? Чим обумовлена особлива міцність алмазу?
48. Що таке наноалмази і яку розмірність вони можуть мати?
49. Назвіть галузі застосування алмазів і наноалмазів.
50. Викладіть стисло історію отримання штучних алмазів. Чим у цьому контексті відомі імена В. Н. Каразіна, О. І. Лейпунського, Е. Лундблада, Л. Ф. Верещагіна?
51. Що таке карбін і ким його вперше було штучно синтезовано? У чому суть дискусій учених щодо карбіну як самостійної алотропної форми вуглецю? Чому висунуто пропозицію вважати карбін наноалотропною формою вуглецю?
52. Викладіть стисло історію відкриття фулеренів і в якому фізичному експерименті це було зроблено?
53. Дайте визначення таких термінів: фулерени, фулерити, фулериди, ен-

- дофулерени, екзофулерени, гетерофулерени.
54. Яку форму має усічений ікосаедр і яке відношення до нього має молекула фулерену C₆₀?
 55. Які елементи симетрії має молекула фулерену C₆₀?
 56. У чому полягає правило ізольованих п'ятикутників?
 57. Які типи кристалічних решіток може мати фулерит C₆₀?
 58. Схарактеризуйте основні фізичні і хімічні властивості фулеренів і матеріалів на їх основі.
 59. Що таке метод Кретчмера і в чому він полягає?
 60. Які різновиди має плазмовий метод отримання фулеренів?
 61. Які методи нагрівання і випаровування вуглецю використовуються в технологіях отримання фулеренів?
 62. У чому суть отримання фулеренів у полум'ї і CVD-синтезу фулеренів?
 63. В яких земних породах виявлені фулерени?
 64. Як отримують похідні фулеренів – ендофулерени, екзофулерени, гетерофулерени?
 65. Які відомі методи виділення фулеренів з сажі і поділу їх за молекулярною масою?
 66. Де і як можуть застосовуватися фулерени?
 67. Які основні методи отримання ультрадисперсних порошків тугоплавких сполук застосовуються в сучасній металургії та матеріалознавстві?
 68. У чому полягають особливості впливу ультрадисперсних порошків на структуру та властивості ливарних сплавів?
 69. Які тугоплавкі сполуки найчастіше використовуються у вигляді ультрадисперсних порошків для модифікування металевих розплавів?
 70. Як ультрадисперсні порошки впливають на процеси кристалізації та формування мікроструктури сплавів?
 71. Які переваги й недоліки застосування ультрадисперсних порошків у порівнянні з традиційними методами модифікування сплавів?
 72. У яких напрямках композиційного матеріалознавства найбільш ефективно використовуються ультрадисперсні порошки тугоплавких сполук?
 73. Які критерії оцінки ефективності використання ультрадисперсних порошків у технології модифікування сплавів?
 74. Які сучасні тенденції та перспективи розвитку технологій застосування ультрадисперсних порошків у металургії та ливарному виробництві?
 75. Які основні структурні особливості ультрадисперсних порошків (УДП) тугоплавких карбідів та боридів?
 76. Як кристалічна структура впливає на фізико-механічні властивості УДП карбідів і боридів?
 77. Які фактори визначають фазовий склад ультрадисперсних порошків та його стабільність під час зберігання?

78. Які методи використовуються для дослідження форми і розмірів частинок УДП?
79. Які властивості ультрадисперсних порошків безпосередньо пов'язані зі станом їх поверхні?
80. У чому полягають особливості стану поверхні УДП карбідів та боридів у порівнянні з іншими тугоплавкими сполуками?
81. Як відбувається взаємодія ультрадисперсних порошків з атмосферними газами і які процеси при цьому переважають?
82. Які механізми коалесценції УДП у розчинах електролітів і які методи застосовуються для її обмеження?
83. У чому полягає різниця між коалесценцією та коагуляцією УДП у розчинах електролітів та як запобігти цим процесам?
84. Які фактори визначають термостійкість УДП до окиснення та їх корозійну стійкість у різних середовищах?
85. Які основні механізми взаємодії частинок ультрадисперсних порошків (УДП) з металевими розплавами?
86. Які фактори визначають умови утворення суспензії УДП у розплавленому металі?
87. У чому полягає фізична модель будови суспензії з УДП у металевому розплаві?
88. Як впливає розмір і форма частинок УДП на стійкість утвореної суспензії?
89. Яким чином плакування частинок металом змінює їх поведінку у розплаві?
90. Як оцінюється стійкість суспензії з плакованими металом частинками?
91. Які чинники визначають ступінь гетерогенності металевого розплаву при введенні в нього УДП?
92. Які процеси відбуваються на межі розділу «тугоплавка частинка – перегрітий розплав»?
93. Як температура перегріву розплаву впливає на диспергування та розподіл частинок УДП у суспензії?
94. Які практичні методи застосовуються для підвищення рівномірності розподілу і стабільності суспензії УДП у металевих розплавах?
95. Які основні етапи підготовки ультрадисперсних порошків (УДП) перед введенням у металеві розплави?
96. У чому полягає сутність методів активації частинок порошків перед їх використанням?
97. Які відмінності між механічною, хімічною та термічною активацією порошків?
98. Що розуміють під твердофазною активацією УДП та які її основні механізми?
99. Які режими твердофазної активації застосовуються у металургії та як вони впливають на властивості частинок?

100. Як умови введення УДП у розплави впливають на зародження і ріст кристалів у металі?
101. Яким чином УДП змінюють структуру та властивості металу під час кристалізації?
102. Які особливості введення УДП у нікелеві сплави при порційному плавленні у вакуумних умовах?
103. Чому вакуумне плавлення є більш ефективним для введення УДП у високолеговані сплави?
104. Які технологічні труднощі виникають при введенні УДП під час відкритого плавлення сталей та чавунів?
105. Які методи використовуються для забезпечення рівномірного розподілу УДП у сталях і чавунах під час відкритого плавлення?
106. Який вплив введення УДП у металеві розплави на кінцеві властивості литих виробів (механічні, корозійні, термостійкі)?

Модульна контрольна робота № 2

1. Які основні методи отримання ультрадисперсних порошків тугоплавких сполук застосовуються в сучасній металургії та матеріалознавстві?
2. У чому полягають особливості впливу ультрадисперсних порошків на структуру та властивості ливарних сплавів?
3. Які тугоплавкі сполуки найчастіше використовуються у вигляді ультрадисперсних порошків для модифікування металевих розплавів?
4. Як ультрадисперсні порошки впливають на процеси кристалізації та формування мікроструктури сплавів?
5. Які переваги й недоліки застосування ультрадисперсних порошків у порівнянні з традиційними методами модифікування сплавів?
6. У яких напрямках композиційного матеріалознавства найбільш ефективно використовуються ультрадисперсні порошки тугоплавких сполук?
7. Які критерії оцінки ефективності використання ультрадисперсних порошків у технології модифікування сплавів?
8. Які сучасні тенденції та перспективи розвитку технологій застосування ультрадисперсних порошків у металургії та ливарному виробництві?
9. Які основні структурні особливості ультрадисперсних порошків (УДП) тугоплавких карбідів та боридів?
10. Як кристалічна структура впливає на фізико-механічні властивості УДП карбідів і боридів?
11. Які фактори визначають фазовий склад ультрадисперсних порошків та його стабільність під час зберігання?
12. Які методи використовуються для дослідження форми і розмірів частинок УДП?

13. Які властивості ультрадисперсних порошків безпосередньо пов'язані зі станом їх поверхні?
14. У чому полягають особливості стану поверхні УДП карбідів та боридів у порівнянні з іншими тугоплавкими сполуками?
15. Як відбувається взаємодія ультрадисперсних порошків з атмосферними газами і які процеси при цьому переважають?
16. Які механізми коалесценції УДП у розчинах електролітів і які методи застосовуються для її обмеження?
17. У чому полягає різниця між коалесценцією та коагуляцією УДП у розчинах електролітів та як запобігти цим процесам?
18. Які фактори визначають термостійкість УДП до окиснення та їх корозійну стійкість у різних середовищах?
19. Які основні механізми взаємодії частинок ультрадисперсних порошків (УДП) з металевими розплавами?
20. Які фактори визначають умови утворення суспензії УДП у розплавленому металі?
21. У чому полягає фізична модель будови суспензії з УДП у металевому розплаві?
22. Як впливає розмір і форма частинок УДП на стійкість утвореної суспензії?
23. Яким чином плакування частинок металом змінює їх поведінку у розплаві?
24. Як оцінюється стійкість суспензії з плакованими металом частинками?
25. Які чинники визначають ступінь гетерогенності металевого розплаву при введенні в нього УДП?
26. Які процеси відбуваються на межі розділу «тугоплавка частинка – перегрітий розплав»?
27. Як температура перегріву розплаву впливає на диспергування та розподіл частинок УДП у суспензії?
28. Які практичні методи застосовуються для підвищення рівномірності розподілу і стабільності суспензії УДП у металевих розплавах?
29. Які основні етапи підготовки ультрадисперсних порошків (УДП) перед введенням у металеві розплави?
30. У чому полягає сутність методів активації частинок порошків перед їх використанням?
31. Які відмінності між механічною, хімічною та термічною активацією порошків?
32. Що розуміють під твердофазною активацією УДП та які її основні механізми?
33. Які режими твердофазної активації застосовуються у металургії та як вони впливають на властивості частинок?
34. Як умови введення УДП у розплави впливають на зародження і ріст кристалів у металі?

35. Яким чином УДП змінюють структуру та властивості металу під час кристалізації?
36. Які особливості введення УДП у нікелеві сплави при порційному плавленні у вакуумних умовах?
37. Чому вакуумне плавлення є більш ефективним для введення УДП у високолеговані сплави?
38. Які технологічні труднощі виникають при введенні УДП під час відкритого плавлення сталей та чавунів?
39. Які методи використовуються для забезпечення рівномірного розподілу УДП у сталях і чавунах під час відкритого плавлення?
40. Який вплив введення УДП у металеві розплави на кінцеві властивості литих виробів (механічні, корозійні, термостійкі)?

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальний контент, плани практичних занять, індивідуальні завдання, кейси поточних та підсумкового контролю, завдання для комплексної контрольної роботи розміщені на сайті кафедри: <http://web.kpi.kharkov.ua/lv>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Металургія рідкісних металів: підручник / І.Ф.Червоний, І.В. Пітак, О.І. Пономаренко та інші. – Харків: «Друкарня Мадрид», 2019. – 162с.
2. Ponomarenko, O., Yevtushenko, N., Akimov, O., Vasilets, V., Lopes, H. (2025). Study of the Laws of Random Fluctuations in the Parameters of Foundry Processes and the Quality of Castings. In: Machado, J., Trojanowska, J., Ottaviano, E., Xavior, M.A., Valášek, P., Basova, Y. (eds) Innovations in Mechanical Engineering IV. 2025. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93554-1_36
3. Пантейков С.П. Спеціальна металургія сталей і сплавів. Т.2. Процеси спеціальної металургії: навч. посібник. / С.П. Пантейков, М.А. Кащев – Кам'янське: ДДТУ. 2022. – 273с.
4. Пантейков С.П. Спеціальна металургія сталей і сплавів. Т.1. Процеси спеціальної металургії: навч. посібник. / С.П. Пантейков, М.А. Кащев – Кам'янське: ДДТУ. 2021. – 118с.
5. Позапічне оброблення сталі: способи, процеси, технології [Текст] / В.О. Шаповалов, Ф.К. Біктагіров, В.Г. Могилатенко - К.: Хімджест, 2023. – 360с.

6. Тренъов М. С. Аналіз способів вводу наночасток в сплави на основі алюмінія. / М.С. Тренъов, О.І. Пономаренко, Князев С.А. //Метал та лиття України –2025. – Том 33. – № 1 (340). – С. 25-31.
DOI: <https://doi.org/10.15407/steelcast2025.01.025>

Додаткова література

7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Синтез ливарних сплавів» [Електронний ресурс] : для студентів денної та заочної форми навчання за спец. G10 "Металургія" / уклад.: Пономаренко О. І., Масалітіна О. В, Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ "ХПІ", 2025. –?? с.
- 8.Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Синтез ливарних сплавів» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності G10 «Металургія» / уклад. Пономаренко О. І. –Х.: НТУ «ХПІ», 2025 – 24с.
- 9.Tatiana Lysenko, Kyryll Kreitser, Evgeny Kozishkurt, Vadym Dotsenko, Olga Ponomarenko (2022) [New Technology for Producing Castings from Magnesium Alloys with Increased Corrosion Resistance](#) (Новая технология получения отливок из магниевых сплавов с повышенной коррозионной стойкостью). International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2022, June 7–10, 2022, Poznan, Poland – Volume 1: Manufacturing and Materials Engineering. Pages 445-454. Springer, Cham. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85131956683&origin=resultslist&sort=plf-f>
10. Калініна Н. Є. Дослідження процесу модифікування ливарних алюмінієвих сплавів./
- Н. Є. Калініна, Т. В Носова., С. І Мамчур., Н. І. Цокур, М. О.Комаров. //Вісник ХНАДУ–2021. – Вип.94. – С. 55-58. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2021.94.0.55
11. Структурування гетерофазних сплавів на основі чавунів, легованих міддю: колективна монографія / Д.А. Гусачук, І.О. Парфентьева, М.В. Дмитріюк, Ю.П. Фещук. – Луцьк : ЛНТУ, 2022. – 177 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

<http://archive.kpi.kharkov.ua/>
<http://repository.kpi.kharkov.ua/>
<http://web.kpi.kharkov.ua/lv/>

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра «ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО»

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №
з навчальної дисципліни
«Наноматеріали та нанотехнології у ливарному виробництві»

Роботу виконав студент

П.І.Б.

підпис

Група

Варіант

Роботу прийняв викладач

Проф. Пономаренко О.І.

П.І.Б.

підпис

Харків 20__

Додаток В

Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

Рейтингова Оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
90-100	A	Відмінно	- Глибоке знання навчального матеріалу, що містяться в основних і додаткових літературних джерелах; - вміння аналізувати явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку; - вміння проводити теоретичні розрахунки; - відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні; - вміння вирішувати складні практичні задачі.	Відповіді на запитання можуть містити незначні неточності
82-89	B	Добре	- Глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу, - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати складні практичні задачі.	Відповіді на запитання містять певні неточності;
			- Міцні знання матеріалу, що	- невміння використовувати

75-81	С	Добре	вивчається, та його практичного застосування; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати практичні задачі.	теоретичні знання для вирішення складних практичних задач.
64-74	Д	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування; - вміння вирішувати прості практичні задачі.	Невміння давати аргументовані відповіді на запитання; - невміння аналізувати викладений матеріал і виконувати розрахунки; - невміння вирішувати складні практичні задачі.
60-63	Е	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень - вміння вирішувати найпростіші практичні задачі.	Незнання окремих (непринципових) питань з матеріалу модуля; - невміння послідовно і аргументовано висловлювати думку; - невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач

35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	Додаткове вивчення матеріалу може бути виконане в терміни, що передбачені навчальним планом.	Незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - невміння розв'язувати прості практичні задачі.
1-34	F (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно	-	- Повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; -незнання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач

Приклади бібліографічного опису джерел інформації

С.1 Бібліографічний опис джерела інформації (ДІ) містить бібліографічні відомості про нього і складається з областей, елементи яких приводяться в визначеній послідовності з використанням визначеної пунктуації (граматичних розділових знаків і розпізнавальних знаків).

С.2 Бібліографічний опис ДІ в загальному випадку можна подавати у вигляді схеми:

Основний заголовок : відомості, що відносяться до заголовка / відомості про відповідальність. – Відомості про видання. – Область специфічних відомостей. – Місце видання : Ім'я (найменування) видавця, рік видання. – Номер випуску (для серіальних видань). – Область фізичної характеристики.

Приклади:

1. Пелих В.Ф., Пономаренко О.І. Теплотехнічні розрахунки ливарних печей : навч. посіб. Харків : НТУ"ХП", 2007. 223 с.

2. Пономаренко О.І., Євтушенко Н.С., Берлізева Т.В. Екологічні аспекти виробництва ХТС в ливарному виробництві. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : Ч.2 : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф, м. Харків, 01–03 червня 2011 р. Харків, 2011. С. 36.

3. Гурія І.М., Лютий Р.В., Кеуш Д.В., Смольская В.С. Стержневі суміші з новими еорганічними в'язучими на основі ортофорфорної кислоти та солей лужних металів. Ливарне виробництво. 2014. № 5. С. 28–31.

4 Деклараційний патент на корисну модель № 9003. Застосування живичного скипидару як розчинника для відходів пінополістиролу / О. Й. Шинський, Е. В. Терліковський, А. О. Стрюченко, І. О. Шинський, Ю. Ю. Ладарев. Оpubл. 15.09.2005. Бюл. № 9, 2005

Навчальне видання
Методичні вказівки до виконання самостійних робіт
з навчальної дисципліни «Ресурсозберігаючі технології та плавка
сплавів зі спеціальними властивостями»
для студентів денної та заочної форм навчання
за спеціальністю G10 Металургія
Українською мовою

Укладач:
ПОНОМАРЕНКО Ольга Іванівна

Відповідальний за випуск проф. Пономаренко О. І.

Роботу до видання рекомендувала доц. Мезенцева І.О.

В авторській редакції

План 2025 р., поз.674.

Підп. до друку 2025 р. Гарнітура Times New Roman

Видавничий центр НТУ «ХПІ»,
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

Електронна версія