

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної роботи

з навчальної дисципліни «Теорія та технологія хіміко-термічної обробки»
для студентів денної та заочної форм навчання
за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 19.02.2026 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2026

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Теорія та технологія хіміко-термічної обробки» для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 132 «Матеріалознавство» / уклад.: О. Є. Бармін, Г. А. Федоренко. – Харків : НТУ «ХП», 2026. – 36 с.

Укладачі: О. Є. Бармін
Г. А. Федоренко

Рецензент: В. В. Дмитрик

Кафедра «Матеріалознавство»

ВСТУП

Самостійна робота студента (СРС) – це навчальна діяльність студента, яка планується та виконується за завданням під методичним керівництвом і контролем викладача, але без його прямої участі. Самостійна робота студента, яка є суттєвим елементом навчального процесу поряд з аудиторним навчанням, набуває великого значення, особливо в умовах навчання відповідно до вимог до навчального процесу. СРС формує навички безперервної освіти та самостійної діяльності взагалі, що є конче необхідним у будь-якій професійній діяльності, виробляє здатність самостійно приймати оптимальні рішення.

Програмою навчальної дисципліни «Теорія та технологія хіміко-термічної обробки» передбачено виконання самостійної позааудиторної роботи студентів. Під час вивчення запропонованих питань студенти вчаться працювати з літературними та нормативними джерелами інформації, узагальнювати та стисло викладати вивчене. Запропоновані форми виконання самостійної роботи сприяють формуванню творчого відношення до навчання.

Процес виконання самостійної позааудиторної роботи студентів можна умовно поділити на два етапи:

- 1) пошук та опрацювання рекомендованої літератури;
- 2) узагальнення обробленої інформації у вигляді схем, конспектів, планів-характеристик, тез, таблиць; виконання лабораторних робіт.

Для виконання самостійної роботи студентам рекомендована література з навчальної дисципліни «Теорія та технологія хіміко-термічної обробки».

В процесі опрацювання літератури бажано робити нотатки на окремих аркушах паперу або в електронному вигляді. При цьому необхідно зазначити відомості про літературні джерела: автора, назву, видавництво, рік видання, сторінки. Зазначені дані необхідно занести до переліку використаної літератури.

1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Згідно з освітньою програмою «Прикладне матеріалознавство, новітні технології та комп'ютерний дизайн матеріалів» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 132 «Матеріалознавство» передбачена самостійна робота з навчальної дисципліни «Теорія та технологія хіміко-термічної обробки».

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Теорія та технологія хіміко-термічної обробки» для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 132 «Матеріалознавство» складені відповідно до навчального плану та робочої програми вивчення навчальної дисципліни.

Метою самостійної роботи з навчальної дисципліни «Теорія та технологія хіміко-термічної обробки» є закріплення теоретичних знань, розвиток навичок самостійної роботи зі спеціальною літературою, оволодіння і поглиблення практичного досвіду з вирішенням поставлених завдань, а також формування навичок самостійного творчого пошуку, інтерпретації та використання інформації для вирішення окремих практичних питань.

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студента включає: вивчення лекційного матеріалу; опрацювання рекомендованої літератури; вивчення основних термінів та понять за темами навчальної дисципліни; підготовку до практичних занять, тестування, проміжний та підсумковий контроль; виконання індивідуального завдання (розрахункового завдання); контрольну перевірку кожним студентом особистих знань за допомогою питань для самоконтролю.

2. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Тема 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ХІМІКО-ТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ.

Мета лекції

1. Ознайомитися із загальними положеннями, сутністю процесів хіміко-термічної обробки, характеристикою зовнішнього середовища при хіміко-термічній обробці.

План лекції (навчальні питання):

- 1.1 Загальні положення.
- 1.2 Сутність процесів хіміко-термічної обробки.
- 1.3 Характеристика зовнішнього середовища при хіміко-термічній обробці.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Процеси дегазації та очищення середовища.

Рекомендована література: [1, 2].

Питання і завдання

1. Що таке хіміко-термічна обробка (ХТО), і яка її мета?
2. Які типи зовнішніх середовищ використовуються під час ХТО?
3. Як впливають умови середовища на процес насичення поверхні металів?
4. Що таке активні та пасивні компоненти середовища, і яка їхня роль?
5. Як визначають оптимальні параметри середовища для ХТО?
6. Які методи контролю складу середовища використовуються?
7. Чому важливо підтримувати сталість параметрів середовища?
8. Як зовнішнє середовище впливає на екологічність процесу?

Тема 2. ПРОЦЕСИ ДИФУЗІЇ В СПЛАВАХ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з процесами дифузії в сплавах, основними законами дифузії.

План лекції (навчальні питання):

2.1 Процеси дифузії в сплавах.

2.2 Основні закони дифузії.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Обчислення енергетичного бар'єру для дифузії.

Рекомендована література: [3, 4, 8].

Питання і завдання

1. Що таке дифузія, і яка її роль у ХТО?
2. Які механізми дифузії існують у твердих тілах?
3. Як визначають коефіцієнт дифузії у сплавах?
4. Що таке градієнт концентрації, і як він впливає на процес дифузії?
5. Що таке взаємодія компонентів у багатокомпонентних сплавах?
6. Які матеріали мають найбільшу дифузійну здатність?

Тема 2. ПРОЦЕСИ ДИФУЗІЇ В СПЛАВАХ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з факторами, які визначають величину коефіцієнту дифузії, структурою дифузійного шару.

План лекції (навчальні питання):

2.3 Фактори, які визначають величину коефіцієнту дифузії.

2.4 Структура дифузійного шару.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Математичне моделювання дифузії в твердих металах.

Рекомендована література: [3, 4, 8].

Питання і завдання

1. Як впливає температура на швидкість дифузії?
2. Як легуючі елементи змінюють процеси дифузії?
3. Як дефекти кристалічної ґратки впливають на дифузію?
4. Що таке дифузія у неоднорідних структурах?
5. Які методи експериментального дослідження дифузії використовуються?
6. Що таке дифузійні стрибки, і як вони відбуваються?
7. Як прогнозувати процеси дифузії в нових матеріалах?

Тема 3. ТЕХНОЛОГІЯ ХТО У ТВЕРДИХ СЕРЕДОВИЩАХ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з порошковими насичуючими середовищами, способами ХТО в порошкових середовищах.

План лекції (навчальні питання):

3.1 Порошкові насичуючі середовища.

3.2 Способи ХТО в порошкових середовищах.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Рівномірне насичення поверхні металів у твердих середовищах.

Рекомендована література: [3, 5, 11].

Питання і завдання

1. Що таке тверді середовища для ХТО, і які їх особливості?
2. Які матеріали використовуються як тверді середовища?
3. Як підготовка твердих середовищ впливає на процес ХТО?
4. Що таке активатори в твердих середовищах?
5. Які переваги має використання твердих середовищ порівняно з іншими?
6. Що таке повторна регенерація твердих середовищ?

Тема 3. ТЕХНОЛОГІЯ ХТО У ТВЕРДИХ СЕРЕДОВИЩАХ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з способами електро-ХТО в порошкових середовищах.

План лекції (навчальні питання):

3.3 Способи електро-ХТО в порошкових середовищах.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Проблеми що виникають при використанні твердих середовищ.

Рекомендована література: [3, 5, 11].

Питання і завдання

1. Як контролюється склад середовища під час ХТО?
2. Які температурні режими характерні для роботи з твердими середовищами?
3. Що таке контактне насичення, і як його реалізують?
4. Які особливості застосування твердих середовищ у цементації?
5. Як впливає щільність завантаження на ефективність процесу?
6. Як впливають розміри частинок середовища на дифузійний процес?
7. Які перспективи розвитку технологій ХТО у твердих середовищах?

Тема 4. ТЕХНОЛОГІЯ ХТО В РІДКИХ СЕРЕДОВИЩАХ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з електролізним та рідинним (безелектролізним) насиченням.

План лекції (навчальні питання):

- 4.1 Електролізне насичення.
- 4.2. Рідинне (безелектролізне) насичення.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Етапи підготовки рідкого середовища до ХТО.

Рекомендована література: [3, 6, 11].

Питання і завдання

1. Що таке рідкі середовища для ХТО, і які їх особливості?
2. Які основні типи рідких середовищ використовуються для ХТО?
3. Що таке сольові ванни, і як вони застосовуються в ХТО?

4. Як забезпечується рівномірність насичення поверхні металів у рідких середовищах?
5. Які основні переваги рідких середовищ у порівнянні з іншими?
6. Як уникнути корозії обладнання під час роботи з рідкими середовищами?
7. Які особливості екологічного утилізування відпрацьованих рідких середовищ?
8. Які ризики пов'язані з використанням високотемпературних рідких середовищ?
9. Які обмеження мають рідкі середовища в технологіях ХТО?

Тема 5. ТЕХНОЛОГІЯ ХТО В ОБМАЗКАХ.

Мета лекції

1. Ознайомитися зі способами насичення в обмазках, видами та складом обмазок.

План лекції (навчальні питання):

- 5.1 Способи насичення в обмазках.
- 5.2 Види та склад обмазок.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Готування обмазки для нанесення на вироби.

Рекомендована література: [3, 6, 11].

Питання і завдання

1. Що таке обмазки, і як вони застосовуються в ХТО?
2. Які основні компоненти входять до складу обмазок?
3. Що таке активатори в обмазках, і яка їхня роль?

4. Як вибирають тип обмазки для конкретного виду ХТО?
5. Які основні способи нанесення обмазок на поверхню металів?
6. Які переваги обмазок у порівнянні з іншими середовищами?
7. Які недоліки мають технології ХТО в обмазках?

Тема 6. ТЕХНОЛОГІЯ ХТО В ГАЗОВИХ СЕРЕДОВИЩАХ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з газовими середовищами насичення, прямоточним та циркуляційним способами насичення.

План лекції (навчальні питання):

- 6.1 Газові середовища насичення
- 6.2 Прямоточний спосіб насичення
- 6.3 Циркуляційний спосіб насичення

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою.

Вивчити такі питання:

1. Технологія ХТО у плазмі.

Рекомендована література: [3, 5, 11].

Питання і завдання

1. Які газові середовища використовуються для ХТО?
2. Як забезпечується стабільність складу газової атмосфери?
3. Як здійснюється регулювання складу газової атмосфери під час ХТО?
4. Що таке парціальний тиск, і як він впливає на процес дифузії?
5. Які переваги мають газові середовища у порівнянні з іншими?
6. Які основні способи подачі газу у камеру для ХТО?
7. Які ризики пов'язані з використанням газових середовищ?
8. Які вимоги до обладнання для ХТО в газових середовищах?

9. Як забезпечується безпека при роботі з горючими газами?

Тема 7. ЦЕМЕНТАЦІЯ СТАЛІ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з технологією цементації, сталями для цементації, структурою цементованого шару.

План лекції (навчальні питання):

7.1 Технологія цементації.

7.2 Сталі для цементації.

7.3 Структура цементованого шару.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Вплив легуючих елементів на поведінку сталі при цементації.

2. Обладнання для цементації.

Рекомендована література: [2-4, 7, 11].

Питання і завдання

1. Що таке цементація, і яка її мета?

2. Які матеріали найкраще підходять для цементації?

3. Що таке глибина цементованого шару, і від чого вона залежить?

4. Які типи цементації існують (газова, тверда, рідка)?

5. Як контролюється склад насичуючого середовища під час цементації?

6. Які недоліки може мати процес цементації?

Тема 7. ЦЕМЕНТАЦІЯ СТАЛІ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з термообробкою цементованих деталей, властивостями цементованих сталей.

План лекції (навчальні питання):

7.4 Термообробка цементованих деталей.

7.5 Властивості цементованих сталей.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Термоциклічна цементация.

Рекомендована література: [2-4, 7, 11].

Питання і завдання

1. Як час і температура впливають на глибину шару?
2. Що таке післяцементацийна термічна обробка?
3. Як оцінюють якість цементованого шару?
4. Які переваги цементация порівняно з іншими методами ХТО?
5. Які недоліки може мати процес цементация?
6. Як впливає легування сталі на процес цементация?
7. Які методи контролю глибини цементованого шару використовуються?
8. Які нові методи підвищення ефективності цементация застосовуються?

Тема 8. АЗОТУВАННЯ.

Мета лекції

1. Ознайомитися технологією азотування, сталями для азотування, структурою азотованого шару, властивостями азотованих сталей.

План лекції (навчальні питання):

- 8.1 Технологія азотування.
- 8.2 Сталі для азотування.
- 8.3 Структура азотованого шару.
- 8.4 Властивості азотованих сталей.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Особливості азотування легованих сталей.

Рекомендована література: [3, 10, 11].

Питання і завдання

1. Що таке азотування, і які його основні завдання?
2. Які сталі найкраще підходять для азотування?
3. Які типи азотування існують (газове, плазмове, іонне)?
4. Як вибирають оптимальний метод азотування для конкретного виробу?
5. Як температура впливає на процес азотування?
6. Як азотування впливає на твердість і зносостійкість поверхні сталі?
7. Що таке залишкове напруження після азотування, і як вона впливає на матеріал?
8. Які недоліки процесу азотування?

Тема 9. НІТРОЦЕМЕНТАЦІЯ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з видами нітроцементациї, особливостями спільного насичення азотом та вуглецем, технологіями нітроцементациї, ціанування та карбонітрації.

План лекції (навчальні питання):

- 9.1 Види нітроцементациї.
- 9.2 Особливості спільного насичення азотом та вуглецем.
- 9.3 Технологія нітроцементациї.
- 9.4 Технологія ціанування.
- 9.5 Технологія карбонітрації.

Завдання для самостійної роботи

- 1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

- 1. Комплексний дифузійний шар і його структура.

Рекомендована література: [3, 6, 11].

Питання і завдання

- 1. Що таке нітроцементация, і яка її основна мета?
- 2. Які матеріали найкраще підходять для нітроцементациї?
- 3. Як відрізняється нітроцементация від класичної цементациї та азотування?
- 4. Які середовища використовуються для нітроцементациї?
- 5. Які переваги надає використання нітроцементациї для виробів?
- 6. Як впливає нітроцементация на механічні властивості сталі?
- 7. Що таке післяробка нітроцементованих шарів?

Тема 10. БОРУВАННЯ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з технологією буровання, термічною обробкою борованих сталей, структурою та властивостями борованого шару.

План лекції (навчальні питання):

- 10.1 Технологія буровання.
- 10.2 Термічна обробка борованих сталей.
- 10.3 Структура борованого шару.
- 10.4 Властивості борованих сталей.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Сучасні тенденції розвитку технології буровання.

Рекомендована література: [3, 5, 11].

Питання і завдання

1. Що таке буровання, і яка його мета?
2. Які матеріали підходять для буровання?
3. Які середовища використовуються для буровання?
4. Як буровання впливає на твердість і зносостійкість матеріалу?
5. Що таке боридний шар, і яка його структура?
6. Як визначають товщину та однорідність боридного шару?
7. Як буровання впливає на корозійну стійкість матеріалу?
8. Які основні переваги буровання порівняно з іншими методами ХТО?
9. Які недоліки має процес буровання?

ТЕМА 11. АЛІТУВАННЯ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з технологією алітування, структурою та властивостями алітованого шару.

План лекції (навчальні питання):

11.1 Технологія алітування.

11.2 Структура алітованого шару.

11.3 Властивості алітованих сталей.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Особливості алітування сталей з високим вмістом легуючих елементів.

Рекомендована література: [3, 11].

Питання і завдання

1. Що таке алітування, і для яких цілей воно застосовується?
2. Які матеріали найкраще підходять для алітування?
3. Які основні середовища використовуються для алітування?
4. Як алітування впливає на стійкість до високотемпературного окиснення?
5. Що таке алітований шар, і яка його структура?
6. Які переваги надає алітування порівняно з іншими методами ХТО?
7. Які недоліки має технологія алітування?

Тема 12. БАГАТОКОМПОНЕНТНІ ДИФУЗІЙНІ ПОКРИТТЯ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з особливостями багатокомпонентного насичення, хромоалітуванням та хромосиліціюванням.

План лекції (навчальні питання):

12.1 Особливості багатокомпонентного насичення.

12.2 Хромоалітування.

12.3 Хромосиліціювання.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Градієнтна структура багатокомпонентного шару і її переваги.

Рекомендована література: [5, 11].

Питання і завдання

1. Що таке багатокомпонентні дифузійні покриття, і яка їх мета?
2. Які матеріали підходять для нанесення багатокомпонентних покриттів?
3. Які основні методи отримання багатокомпонентних дифузійних покриттів існують?
4. Як поєднання різних елементів впливає на властивості дифузійного шару?
5. Які типи середовищ (тверді, рідкі, газові) використовуються для багатокомпонентних покриттів?
6. Як оцінюється адгезія багатокомпонентного шару до основного матеріалу?
7. Які переваги багатокомпонентних покриттів порівняно з одноелементними?

8. Як багатокомпонентні покриття підвищують довговічність і корозійну стійкість виробів?

Тема 13. КЛАСИФІКАЦІЯ ДИФУЗІЙНИХ ШАРІВ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ.

Мета лекції

1. Ознайомитися з класифікацією дифузійних шарів за структурою та властивостями, основними принципами вибору процесу ХТО для зміцнення виробів.

План лекції (навчальні питання):

13.1 Класифікація дифузійних шарів за структурою та властивостями.

13.2 Основні принципи вибору процесу ХТО для зміцнення виробів.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою

Вивчити такі питання:

1. Залишкові напруження у дифузійних шарах.

Рекомендована література: [6, 11].

Питання і завдання

1. Як класифікують дифузійні шари за хімічним складом?
2. Які типи дифузійних шарів виділяють за структурою?
3. Як визначають функціональні властивості дифузійних шарів?
4. Які методи використовуються для визначення твердості дифузійних шарів?
5. Як визначають корозійну стійкість дифузійних шарів?
6. Що таке зносостійкість дифузійних шарів, і як її вимірюють?
7. Як оцінюється адгезія дифузійного шару до основного матеріалу?
8. Як порівнюють ефективність різних типів дифузійних шарів?

3. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. З якою метою проводять хіміко-термічну обробку?

- a. з метою насичення поверхні металу (сплаву) певними елементами
- b. з метою насичення обсягу металу (сплаву) певними елементами
- c. з метою зміни хімічного складу поверхні металу (сплаву)

2. Який із стадій лімітується швидкість процесу ХТО?

- a. реакція у насичуючому середовищі
- b. адсорбція
- c. дифузія

3. За яким механізмом дифундують у залізі атоми Al?

- a. краудіонним механізмом
- b. вакансійним механізмом
- c. циклічним механізмом
- d. міжвузельним механізмом

4. За яким механізмом дифундують у залізі атоми C?

- a. краудіонним механізмом
- b. вакансійним механізмом
- c. циклічним механізмом
- d. міжвузельним механізмом

5. За яким механізмом дифундують у залізі атоми Si?

- a. краудіонним механізмом
- b. вакансійним механізмом
- c. циклічним механізмом
- d. міжвузельним механізмом

6. За яким механізмом дифундують у залізі атоми N?

- a. краудіонним механізмом
- b. вакансійним механізмом
- c. циклічним механізмом
- d. міжвузельним механізмом

7. У якому з трьох напрямків дифузія у металах відбуватиметься швидше?

- a. на поверхні
- b. у зерні
- c. по границям зерен

8. З якою метою до порошкових насичувальних середовищ додають компонент баластові добавки?

- a. для запобігання спіканню суміші
- b. для зміни швидкості хімічних реакцій
- c. для абсорбції залишкових газів у контейнері, що герметизується
- d. для прискорення нагріву при ХТО

9. З якою метою до порошкових насичувальних середовищ додають компонент каталізатор?

- a. для запобігання спіканню суміші
- b. для зміни швидкості хімічних реакцій
- c. для абсорбції залишкових газів у контейнері, що герметизується
- d. для прискорення нагріву при ХТО

10. З якою метою до порошкових насичувальних середовищ додають компонент гетер?

- a. для запобігання спіканню суміші
- b. для зміни швидкості хімічних реакцій
- c. для абсорбції залишкових газів у контейнері, що герметизується
- d. для прискорення нагріву при ХТО

11. Яким механізмом дифузії пояснюється ефект Кіркендалла?

- a. краудіонним механізмом
- b. вакансійним механізмом
- c. циклічним механізмом
- d. міжвузельним механізмом

12. Як впливає температура на адсорбуючу здатність поверхні?

- a. зі збільшенням температури адсорбуюча здатність знижується
- b. зі збільшенням температури адсорбуюча здатність збільшується
- c. температура не впливає на адсорбуючу здатність поверхні

13. Як впливає температура процесу ХТО на коефіцієнт дифузії?

- a. збільшує
- b. зменшує
- c. практично не впливає

14. Розставте стадії процесу ХТО у порядку їх проходження

- a. реакція у насичуючому середовищі
- b. адсорбція
- c. дифузія

15. Насичувальну здатність порошкових середовищ...

- a. оцінюють за швидкістю формування дифузійного шару при ідентичних режимах ХТО
- b. оцінюють при багаторазовому повторенні процесу ХТО в ідентичних умовах, при цьому результати не повинні відрізнятися більш ніж величину середньоквадратичного відхилення їх визначення.
- c. оцінюють за вартістю, дефіцитністю та витратою компонентів, а також можливістю регенерації суміші.

16. Що таке псевдокиплячий (псевдозріджений) шар?

- a. це шар дрібнозернистого сипучого матеріалу, який за певних умов набуває деяких властивостей, властивих рідини.
- b. це шар дрібнозернистого сипучого матеріалу, який при нагріванні стає рідиною.
- c. це шар рідини над дрібнозернистим сипучим матеріалом

17. Які активні середовища не застосовують при електролізному способі насичення?

- a. металеві розплави
- b. розплави солей
- c. розплави оксидів
- d. оксидно-сольові розплави

18. Який із перерахованих компонентів не є обов'язковим у складі активної обмазки?

- a. інертний наповнювач
- b. постачальник насичувального елемента

- c. флюс
- d. зв'язуюче

19. Яка має бути товщина шару активної обмазки?

- a. у 5–10 разів більше необхідної товщини дифузійного шару
- b. у 10–15 разів більше необхідної товщини дифузійного шару
- c. у 15–20 разів більше необхідної товщини дифузійного шару

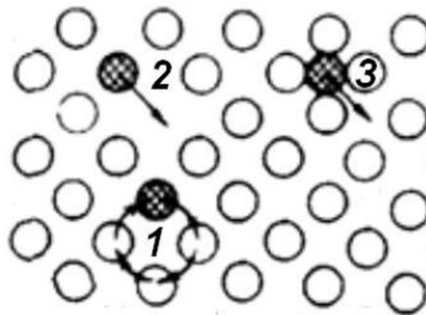
20. За якого способу насичення можливе використання швидкісного електронагріву?

- a. насичення в обмазках
- b. рідинне (безелектролізне) насичення
- c. прямоточному способі насичення з газового середовища

21. За якого способу насичення можливе використання швидкісного електронагріву?

- a. насичення в порошкових середовищах
- b. електролізне насичення
- c. циркуляційному способі насичення з газового середовища

22. Які механізми дифузії позначені цифрами рисунку?



- a. 2 – обмінний, 1 – вакансійний, 3 – міжвузельний
- b. 1 – обмінний, 2 – вакансійний, 3 – міжвузельний
- c. 2 – обмінний, 3 – вакансійний, 1 – міжвузельний
- d. 1 – обмінний, 3 – вакансійний, 2 – міжвузельний

23. Як впливає тиск на адсорбуючу здатність поверхні?

- a. зі збільшенням тиску адсорбуюча здатність знижується
- b. зі збільшенням тиску адсорбуюча здатність збільшується

с. тиск не впливає на адсорбуючу здатність поверхні

24. Як впливають дефекти кристалічної будови коефіцієнт дифузії?

d. зі збільшенням кількості дефектів коефіцієнт дифузії знижується

e. зі збільшенням кількості дефектів коефіцієнт дифузії збільшується

f. дефекти кристалічної будови не впливають на коефіцієнт дифузії

25. Виходячи з концентраційної залежності коефіцієнта дифузії:

$$D = D_0 C_m / (C_m - C_x)$$

a. можна зробити висновок

b. коефіцієнт дифузії збільшується при наближенні концентрації дифузного елемента до межі розчинності

c. коефіцієнт дифузії зменшується при наближенні концентрації дифузного елемента до межі розчинності

d. коефіцієнт дифузії практично не змінюється при зміні концентрації дифузного елемента

26. Яка мікроструктура цементованого шару формується за повільного охолодження від серцевини до поверхні?

a. 1. Ф + Ц₂ 2. П 3. П + Ц₂

a. 1. Ф + П 2. П 3. П + Ц₂

b. 1. П + Ц₂ 2. П 3. Ф + Ц₂

c. 1. П + Ц₂ 2. П 3. Ф + П

27. Яка з фаз, що утворюються в поверхневому шарі при азотуванні, відповідає за підвищення корозійних властивостей?

a. α

b. γ

c. γ'

d. ε

28. Які шари формуються при рідинному боруванні в розплаві 35 % SiC + 65 % Na 2B₄O₇?

a. FeB, Fe₂B

b. FeB

c. Fe₂B

29. Які шари формуються при боруванні в порошковому середовищі 99,5 % [70 % Al_2O_3 + 30 % (25 % Al + 75 % B_2O_3)] + 0,5 % NaF ?

- a. FeB , Fe_2B
- b. FeB
- c. Fe_2B

30. Для низьковуглецевих сталей (нелегованих, низько- та середньолегованих) максимально допустима товщина боридної зони дифузійного шару не повинна перевищувати:

- a. 250–300 мкм
- b. 200–250 мкм
- c. 50–100 мкм
- d. 300–350 мкм

31. Для середньовуглецевих сталей (нелегованих, низько- та середньолегованих) максимально допустима товщина боридної зони дифузійного шару не повинна перевищувати:

- a. 250–300 мкм
- b. 200–250 мкм
- c. 50–100 мкм
- d. 300–350 мкм

32. Для високолегованих сталей з будь-яким вмістом вуглецю максимально допустима товщина боридної зони дифузійного шару не повинна перевищувати:

- a. 250–300 мкм
- b. 200–250 мкм
- c. 50–100 мкм
- d. 300–350 мкм

33. Якому виду хіміко-термічної обробки можна піддати сталь 35ХГСА?

- a. цементації
- b. боруванню
- c. азотуванню
- d. всім переліченим

34. Які фази забезпечують високу твердість азотованого шару?

- a. $\alpha + \gamma$
- b. $\alpha + \gamma'$
- c. $\alpha + \varepsilon$
- d. $\gamma + \varepsilon$

35. Чим викликаний дефект азотування - плямиста твердість?

- a. погана підготовка поверхні під азотування
- b. пересичення шару азотом до утворення ξ або ε -фази
- c. знеуглецьовування поверхні
- d. мала активність середовища

36. Як за потреби захищають ділянки деталі від азотування?

- a. рідким склом (зануренням із сушінням при 100 °C)
- b. оловом гальванічно
- c. нікелем гальванічно
- d. все перераховане

37. Як за потреби захищають ділянки деталі від цементації?

- a. міддю гальванічно
- b. оловом гальванічно
- c. нікелем гальванічно
- d. все перераховане

38. Недоліком при цементації є виділення вільного цементиту у вигляді сітки, які є способи її усунення?

- a. низькотемпературний відпал
- b. повний відпал
- c. неповний відпал
- d. гартування + високий відпуск
- e. нормалізація

39. При азотуванні азотний потенціал атмосфери можна регулювати

- a. розбавляючи аміак азотом
- b. розбавляючи аміак воднем
- c. розбавляючи аміак інертним газом

d. все перераховане

40. Який вміст вуглецю рекомендується на поверхні цементованого шару?

- a. 1,1–1,2 %
- b. 0,8–1,0 %
- c. 1,2–1,3 %

41. Яку термічну обробку застосовують для сталей перед азотуванням?

- a. низькотемпературний відпал
- b. гартування + низький відпуск
- c. гартування + середній відпуск
- d. гартування + високий відпуск
- e. термічна обробка застосовується після азотування

42. Яку термічну обробку використовують для сталей після азотування?

- a. низькотемпературний відпал
- b. гартування + низький відпуск
- c. гартування + середній відпуск
- d. гартування + високий відпуск
- e. термічна обробка не застосовується після азотування

43. Яку термічну обробку застосовують для сталей перед цементацією?

- a. низькотемпературний відпал
- b. гартування + низький відпуск
- c. гартування + середній відпуск
- d. гартування + високий відпуск
- e. термічна обробка застосовується після цементації

44. Яку термічну обробку застосовують для сталей після цементації?

- a. низькотемпературний відпал
- b. гартування + низький відпуск
- c. гартування + середній відпуск
- d. гартування + високий відпуск

e. термічна обробка не застосовується після цементації

45. Яку термічну обробку застосовують для сталей перед боруванням?

- a. низькотемпературний відпал
- b. гартування + низький відпуск
- c. гартування + середній відпуск
- d. гартування + високий відпуск
- e. термічна обробка застосовується після борування

46. Яку термічну обробку застосовують для сталей після борування?

- a. низькотемпературний відпал
- b. гартування + низький відпуск
- c. гартування + середній відпуск
- d. гартування + високий відпуск
- e. термічна обробка залежить від необхідних властивостей серцевини

47. У скільки стадій зазвичай проводять іонне азотування?

- a. 1
- b. 2
- c. 3

48. З якою метою сталі, що азотують, легують алюмінієм?

- a. з метою підвищення поверхневої твердості
- b. з метою збільшення в'язкості
- c. з метою підвищення втомної міцності

49. Для підвищення окалиностійкості сталеві вироби піддають

- a. азотуванню
- b. цементації
- c. ціануванню
- d. алітуванню

50. Визначте вид зміцнювальної обробки (термічної або хіміко-термічної) для шестерні зі сталі марки 38Х2МЮА, щоб поверхня зубів стала твердою та зносостійкою, а серцевина залишилася м'якою та в'язкою.

- a. покращення, азотування
- b. цементація, гартування

- c. поверхнєве гартування, відпуск
- d. азотування, гартування
- e. гартування, відпуск

51. Виберіть правильне твердження:

- a. після цементації вміст вуглецю у виробі досягає 0,8–1,2 %
- b. після цементації вміст вуглецю до середини деталі зберігається в межах 1,2–2,0 %
- c. після цементації вміст вуглецю у поверхневих шарах досягає 0,8–1,2 %, поступово зменшуючись до середини
- d. після цементації вміст вуглецю у поверхневих шарах збільшується до 3 %

52. Фактори, що впливають на товщину дифузійного шару

- a. температура нагріву
- b. тривалість витримки при насиченні
- c. концентрація дифузійного елемента на поверхні
- d. вміст легуючих елементів
- e. все перераховане

53. Інтенсивність процесу дифузійного насичення при хіміко-термічній обробці залежить від

- a. теплоти активації
- b. температури ХТО
- c. швидкості нагрівання
- d. все перераховане

54. Інтенсивність процесу дифузійного насичення при хіміко-термічній обробці залежить від

- a. теплоти активації
- b. часу витримки
- c. швидкості нагрівання
- d. все перераховане

55. Марки сталей, що піддають азотуванню

- a. будь-які сталі
- b. тільки сталі леговані хромом, алюмінієм

- c. конструкційні сталі
- d. вуглецеві сталі

56. Для виготовлення азотованих деталей, від яких потрібна висока твердість, доцільно використовувати:

- a. сталь 38ХМЮА
- b. сталь 20Х
- c. У10
- d. сталь 45
- e. сталь 15

57. Цементацію можна рекомендувати для сталей:

- a. 18ХГТ, 20
- b. Х12М, У8А
- c. 60, 65Г
- d. 08Х18Н18Т, Х28
- e. 45, 55П

58. Нітроцементация – це насичення поверхневих шарів металу...

- a. азотом та вуглецем
- b. нікелем та вуглецем
- c. нікелем
- d. нікелем та азотом
- e. алюмінієм

59. Ціанування – це насичення поверхневих шарів металу...

- a. азотом та вуглецем
- b. нікелем та вуглецем
- c. нікелем
- d. нікелем та азотом
- e. алюмінієм

60. Активним вуглецем під час проведення цементації у твердому карбюризаторі є:

- a. атомарний вуглець
- b. сажа
- c. карбонати металів

- d. графіт
- e. цементит

61. Яку структуру матиме сталь 30ХГСА перед азотуванням

- a. сорбіт відпуску
- b. троостит відпуску
- c. бейніт
- d. мартенсит відпуску
- e. ферит + перліт

62. Яка мікроструктура цементованого шару формується при повільному охолодженні від поверхні до серцевини?

- a. 1. $\Phi + \text{Ц}_2$ 2. П 3. П + Ц_2
- b. 1. $\Phi + \text{П}$ 2. П 3. П + Ц_2
- c. 1 П + Ц_2 2. П 3. $\Phi + \text{Ц}_2$
- d. 1 П + Ц_2 2. П 3. $\Phi + \text{П}$

63. Якому виду хіміко-термічної обробки доцільніше піддати сталь 38ХМЮА для отримання високої твердості та зносостійкості?

- a. цементації
- b. алітуванню
- c. азотуванню
- d. хромуванню

64. Які легуючі елементи стали уповільнюють дифузію вуглецю в аустеніті?

- a. карбідоутворюючі елементи
- b. некарбідоутворюючі елементи
- c. легуючі елементи не впливають на дифузію

65. Які легуючі елементи стали прискорюють дифузію вуглецю в аустеніті?

- a. карбідоутворюючі елементи
- b. некарбідоутворюючі елементи
- c. легуючі елементи не впливають на дифузію

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Технічне регулювання та контроль на підприємстві : підручник / А. М. Должанський, О. С. Максакова, К. О. Черноіваненко, Т. А. Аюпова, Н. В. Полякова, О. А. Бондаренко, І. М. Ломов; за ред. А. М. Должанського. Дніпро : Свідлер А.Л., 2023. Т. 2 : Технології та дефекти продукції металургії. 632 с. URL: <https://crust.ust.edu.ua/bitstreams/d0c75f11-88e5-433e-bf1c-1541e384b5a7/download>
2. Погребна Н. Е., Куцова В. З., Котова Т. В. Способи зміцнення металів. Навч. посіб. Дніпро : НМетАУ, 2021. 89 с. URL: http://nmetau.edu.ua/file/sposobi_zmitsnennya_metaliv.pdf
3. Гожій С. П. Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування. Навч. посіб. з вибіркової компоненти «Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування» для студентів галузі знань 13 Механічна інженерія, спеціальностей 131 Прикладна механіка усіх форм навчання. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,89 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 104 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/24f7ac44-4cd2-4c07-b567-95c119263dd5/download>
4. Вакуленко І. О. Конспект лекцій з дисципліни «Термічна обробка металів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 132 Матеріалознавство, за освітньо-професійною програмою «Матеріалознавство» всіх форм навчання. Кам'янське : ДДТУ, 2024. 121 с. URL: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/28/5-28-kl54.pdf>
5. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, розділ Матеріалознавство : Навч. посіб. / Л. Г. Бодрова, Г. М. Крамар, Я. О. Ковальчук, І. В. Коваль. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2023. 157 с. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41575/1/ba.pdf>
6. Кондрашев П. В. Технологія конструкційних матеріалів. Конспект лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг пакувань та пакувального обладнання» спеціальності 131 Прикладна механіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл:

5,14 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 174 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/99170f52-83ca-4248-b475-a34415eee306/download>

7. Дробот О. С. Теорія і технологія термічної обробки : методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 132 «Матеріалознавство». Хмельницький : ХНУ, 2022. 35 с. URL: https://tam.khmnmu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/37/teoriya_to_drobot_22.pdf

8. Сидоренко С. І., Волошко С. М. Термодинаміка та кінетика дифузії. Практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітньої програми «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 110 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/316720dc-dcd3-4fed-90b2-165b2b0e3691/download>

9. Гапонова О. П., Говорун Т. П. Інженерне матеріалознавство : навч. посіб. Суми : Сумський державний університет, 2024. 403 с. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/98383/3/Haponova_materialoznavstvo.pdf

10. González J. I. V., Fernández-González D., González L.F.V. Physical metallurgy and heat treatment of steel. Springer, 2023. 343 p. URL:

11. Mittemeijer Eric J., Somers Marcel A.J. Thermochemical Surface Engineering of Steels. Woodhead Publishing, 2015. 827 p.

12. Кодекс етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» СУЯ ХПІ-ВЗЯОД-МР/10.1:2023. URL: <https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/43/2024/04/Kodeks-etyky-akademichnyh-vzayemovidnosyn-ta-dobrochesnosti-Natsionalnogo-tehnichnogo-universytetu-Harkivskyj-politehnicnyj-institut-.pdf>

13. СТЗВО-ХПІ-3.01-2021. Система стандартів з організації навчального процесу. Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання / Є. Сокол, Р. Мигущенко, С. Радогуз, В. Пильов, С. Хазієва, Г. Крупа. – На заміну СТЗВО-ХПІ-3.01-2018 ; [чинний з 2022-01-01]. Харків : НТУ «ХПІ», 2021. 52 с. URL: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2021/12/STZVO-HPI-3.01-2021-SSONP.-Tekstovi-dokumenti-u-sferi-navchalnogo-protsesu.-Zagalni-vimogi-do-vikonannya.pdf>

Додаткова література

1. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в матеріало-

знавстві та термічній обробці металів та сплавів : метод. посіб. / Р. В. Подольський, О. І. Бабаченко, Г. А. Кононенко, Н. С. Романова, А. О. Сафронова, Е. С. Клемешов, Україн. держ. ун-т науки і технол. Дніпро : 2022. 66 с. URL: https://nmetau.edu.ua/file/metodichniy_posibnik_podolskiy_ta_in_.pdf

2. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство» Розділ «Технологія конструкційних матеріалів» для здобувачів бакалаврського ступеня вищої освіти за спеціальностями 131 «Прикладна механіка» (групи МП) 133 «Галузеве машинобудування» (групи ММ) 274 «Автомобільний транспорт» (групи МА) 208 «Агроінженерія» (групи МГ). Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. 108 с. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/44831/1/Lab_rob_TKM_2024.pdf

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. <https://studfiles.net/>

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
2. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ.....	5
3. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ.....	20
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	32
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	32
ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ.....	34

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання до виконання самостійної роботи
з навчальної дисципліни «Теорія та технологія хіміко-термічної обробки»
для студентів денної та заочної форм навчання
за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»

Укладачі :

БАРМІН Олександр Євгенович

ФЕДОРЕНКО Ганна Анатоліївна

Відповідальна за випуск проф. Субботіна В. В.

Роботу до видання рекомендувала проф. Пономаренко О. І.

В авторській редакції

План 2026 р., поз. 251

Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк.

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2.

Електронне видання