



ПОВЕРХНЕВІ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ
Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	132 Матеріалознавство
Освітня програма	Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів
Статус дисципліни	Вибірковий
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити /120 год: лекції – 36 год., практичні заняття –36 год, СРС– 48 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР.
Розклад занять	згідно rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор Смирнов Ігор Володимирович; Практичні заняття: д.т.н, професор Смирнов Ігор Володимирович,
Розміщення курсу	classroom

Програма навчальної дисципліни

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

В результаті навчання студент набуває знання щодо засвоєння основних положень і уявлень про поверхневі фізико-хімічні процеси, що обумовлені наявністю поверхневої енергії, складом, структурою поверхневих шарів; засвоєння знань щодо змочування, розтікання, адгезії, когезії, тертя, фізичної та хімічної адсорбції; отримання навичок щодо методів визначення основних параметрів, що супроводжують поверхневі фізико-хімічні процеси і відповідають за адгезійну чи адгезійно-когезійну міцність з'єднання

Метою дисципліни є формування у студентів уявлень і знань щодо сукупності явищ, що мають місце безпосередньо під час спікання порошків, напилення покриттів, наплавлення та зварювання і пов'язані з особистими властивостями поверхневих шарів контактуючих тіл і речовин, поверхневими фізико-хімічними процесами, які протікають у міжфазній зоні і суттєво впливають на якість з'єднання та властивості композиційних матеріалів.

Вивчення навчальної дисципліни є підсилення у студентів фахових компетенцій спеціальності таких як:

- Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем.

Поверхневі фізико-хімічні процеси

- *Здатність обирати технологічний процес та його оптимальні умови для отримання виробів з композиційних, наноструктурованих та порошкових матеріалів.*
- *Здатність застосовувати сучасні підходи оптимізації та дизайну матеріалів для удосконалення їх властивостей залежно від умов експлуатації.*

***Предмет** навчальної дисципліни: поверхневі фізико-хімічні процеси, що відбуваються під час спікання порошків, напилення покриттів, наплавлення, зварювання тощо.*

Результати навчання:

- 1. Вміти провести аналіз основних характеристик поверхневих явищ таких, як поверхнева енергія, поверхневий натяг, змочування, адсорбція, адгезія в умовах контактування різних матеріалів;*
- 2. Вміти оцінити повноту протікання реакції на поверхні твердого тіла в умовах конкретного технологічного процесу з метою визначення його основних показників продуктивності і оптимізації;*
- 3. Уміти оцінювати такі основні параметри, як адгезійно – когезійна міцність, сила зчеплення, термо-напружений стан поверхневих шарів системи, що відповідають за підвищення міцності чи руйнування композицій;*
- 4. Уміти використати одержані відомості і знання для рекомендацій щодо управління параметрами, відповідними за поверхневі фізико-хімічні процеси під час взаємодії контактуючих тіл та речовин.*

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

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення дисципліни:

- *Фізика;*
- *Хімія;*
- *Фізика конденсованого стану матеріалів;*
- *Математичне і комп'ютерне моделювання.*

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Поверхневі фізико-хімічні процеси» необхідні студентам для підготовки звітів з переддипломної практики та дипломного проектування. Результати вивчення дисципліни є складовою інтегральної компетентності підготовки за освітньо-професійною програмою першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ. Особливості поверхні твердого тіла.

Розділ 2. Явища адсорбції, змочування, дифузії в об'ємі та на поверхні твердих тіл.

Розділ 3. Фізика міцності й пластичності поверхневих шарів.

Розділ 4. Вплив плівок і покриттів на фізико-механічні властивості поверхневих шарів та композиційних матеріалів.

Розділ 5. Фізико-хімічні процеси на поверхні твердих тіл під час гозотермічного нанесення покриттів

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові:

- 1. Копилов В. І. Поверхневі фізико-хімічні процеси : навч. посібник / Копилов В. І., Смирнов І. В. – Київ : Вид-во «КПІ», 2012. – 230 с.*

Поверхневі фізико-хімічні процеси

2. Поверхневі фізико-хімічні процеси : курс дистанційного навчання / сертифікат ЦДО, 20.06.2013, №10
3. Нанесення покриття : навч. посібник / В. М. Корж, В. Д. Кузнецов, Ю. С. Борисов, К. А. Ющенко ; за ред. К. А. Ющенко. – Київ : Арістей, 2005. – 204 с.
4. Поверхневі фізико-хімічні процеси : метод. вказівки до практ. занять / уклад.: В. І. Копилов, І. В. Смирнов. – Київ : ВПІ ВПК «Політехніка», 2005. – 56 с.

Додаткові:

5. Більченко О. В. Матеріалознавство [Текст] : навч. посібник / О. В. Більченко, О. І. Дудка, П. І. Лобода. – Київ : Кондор, 2020. – 154 с.
6. Yavorskyi Yu. Aerospace Materials Science : Laboratory practicum [Electronic resource] / Yu. Yavorskyi, O. Dudka, O. Solovar. – Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2023. – 106 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

5.1. Лекційні заняття

Розділ 1. Вступ. Особливості поверхні твердого тіла.

Лекція 1. Загальна характеристика поверхні. Фізична та хімічна неоднорідність. Склад і будова поверхні. Поверхнева енергія і поверхневий натяг.

Лекція 2. Електрична модель поверхневого шару. Робота виходу електронів з металів. Контакт двох металів. Контактна різниця потенціалів, вимірювання контактної різниці потенціалів

Лекція 3. Характеристичні функції і термодинамічні потенціали. Фундаментальні рівняння для аналізу поверхневих шарів і об'ємних фаз.

Лекція 4. Оцінка можливості і спрямованості перебігу процесів. Розрахунок стандартної зміни енергії Гіббса.

Розділ 2. Явища адсорбції, змочування, дифузії в об'ємі та на поверхні твердих тіл.

Лекція 5. Адсорбовані атоми на поверхні. Ізотерма Ленгмюра. Рівняння Гіббса для адсорбції. Фізична адсорбція. Хімічна адсорбція (хемосорбція). Енергія активації.

Лекція 6. Основні закони капілярності. Змочування і розтікання. Рівняння Юнга. Рівноважний крайовий кут. Адгезія і когезія. Робота адгезії. Поверхнева енергія на границі зерен металу

Лекція 7. Механізм процесу кристалізації. Зародкоутворення, критичний розмір зародку.

Лекція 8. Загальні положення теорії дифузії. Закони дифузії Фіка. Коефіцієнт дифузії та енергія активації дифузії. Деякі рішення законів Фіка.

Лекція 9. Дифузія по поверхні кристалічних тіл. Дифузія адсорбованих атомів. Поверхнева самодифузія. Механізми поверхневої дифузії.

Розділ 3. Фізика міцності й пластичності поверхневих шарів.

Лекція 10. Елементи механіки деформованого твердого тіла. Теоретична міцність твердих тіл при відриві та зсуві. Технічна міцність металів і сплавів.

Лекція 11. Загальні відомості з теорії дислокацій. Вплив зовнішньої поверхні на процес пластичної деформації. Аномалії пластичної течії поверхневих шарів. Динаміка дислокацій у приповерхневому шарі при наявності плівок і покриттів.

Лекція 12. Загальні уявлення про взаємодію металів з газами. Характеристика середовищ за механізмом їхнього впливу на фізико-механічні властивості металів. Зниження поверхневої енергії і зміна механічних властивостей твердих тіл під впливом оточуючого середовища (адсорбційний ефект Ребіндера).

Розділ 4. Вплив плівок і покриттів на фізико-механічні властивості поверхневих шарів та композиційних матеріалів.

Поверхневі фізико-хімічні процеси

Лекція 13. Характеристика методів нанесення плівок і покриттів та класифікація за станом матеріалу, що осаджується на поверхню. Осадження в рідкій фазі твердих фаз. Осадження з парової фази. Стадії процесів вакуумного конденсаційного нанесення покриттів (PVD метод). Хімічне осадження із парової фази (CVD метод).

Лекція 14. Вплив плівок і покриттів на властивості твердих тіл знеміцнюючі і зміцнюючі ефекти. (Ефекти Крамера, Роско, Іоффе, Ребіндера)

Лекція 15. Адгезія й адгезійна міцність плівок. Особливості кількісної оцінки адгезійної міцності плівок.

Розділ 5. Фізико-хімічні процеси на поверхні твердих тіл під час газотермічного нанесення покриттів

Лекція 16. Стадійність фізико-хімічних процесів при формуванні газотермічних покриттів. Утворення фізичного контакту при плазмовому напиленні. Перший етап взаємодії при напиленні.

Лекція 17. Термічний режим у зоні контакту при плазмовому напиленні.

Лекція 18. Активація процесів газотермічного напилення. Другий етап при плазмовому напиленні – хімічна взаємодія. Третій етап - об'ємна взаємодія.

5.2. Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять є отримання практичних навичок для розрахунку енергетичних та термодинамічних процесів, що мають місце у напиленні покриттів.

№ з/п	Назва практичної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1.	Організація очного/дистанційного навчання. Рейтингова система оцінювання.	2
2.	Розрахувати зміну поверхневої енергії та поверхневого натягу матеріалів у сфероїдизації рідкого і твердого тіла. Визначити площу границь зерен та їх енергію.	4
3.	Розрахувати енергію утворення зародка нової фази та критичний радіус утворення зародку за певних умов кристалізації.	4
4.	Визначити роботу адгезії рідкої фази з поверхнею твердого тіла в умовах відповідного технологічного процесу утворення з'єднання.	4
5.	Визначити тепловий ефект і зміну ентропії за даними теплоємності компонентів певної реакції	4
6.	Розрахунок стандартної зміни енергії Гіббса і оцінка можливості утворення зв'язків в процесах адсорбції газів, адгезії рідких металів, насиченні поверхневих шарів легуючими елементами, спіканні, осажденні твердих плівок і покриттів.	6
7.	Визначити стандартну зміну енергії Гіббса за певні температури з використанням першого, другого і третього наближення	4
8.	Оцінка основних параметрів дифузійних процесів, що протікають у поверхневих шарах, під час взаємодії контактуючих матеріалів	4
9.	Модульна контрольна робота.	2
10.	Залік.	2

6. Самостійна робота студентів

1. Підготовка до лекцій – 9 год.
2. Підготовка до практичних занять – 7 год.
3. Підготовка до модульної контрольної роботи – 4 год.
4. Підготовка до заліку – 6 год.
5. Робота над темами, що виносяться на самостійне опрацювання – 22 год.

Всього на СРС $9+7+4+6+22=48$ год

№	Тема для самостійного опрацювання
1.	Термодинамічний опис роботи виходу електронів із металів
2.	Фундаментальні рівняння для аналізу поверхневих шарів і об'ємних фаз
3.	Термодинамічне обґрунтування фазових перетворень під час нагрівання та охолодження металу.
4.	Механізм припікання твердих тіл, що контактують у точці.
5.	Особливості переміщення дефектів поблизу вільної поверхні тіла.
6.	Структурні рівні пластичної деформації

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Вивчення кредитного модуля відбувається згідно графіку навчального процесу з обов'язковим відвідуванням практичних занять. Студенти можуть опанувати кредитний модуль у змішаному режимі: ознайомлюватись з теоретичним матеріалом лекцій – самостійно, з можливістю проведення консультацій викладачем.

Правила поведінки на заняттях.

Правила поведінки на заняттях регламентуються етичними нормами: всі учасники освітнього процесу в університеті повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», загальноприйнятих моральних принципів, підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності, дбайливо ставитися до університетського майна.

Під час аудиторних занять студенти повинні дотримуватись діючих правил охорони праці, безпеки життєдіяльності і правил пожежної безпеки, а в разі навчання за дистанційною формою виконувати вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я під час роботи з екранними пристроями.

Політика щодо академічної доброчесності докладно описана у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/code>) і передбачає повну відповідальність студента за те, що всі виконані ним завдання відповідають принципам академічної доброчесності.

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

Види контролю

- Поточний контроль: практичні роботи, модульна контрольна робота (МКР).

Поверхневі фізико-хімічні процеси

- *Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*
- *Семестровий контроль: залік.*

Умови допуску до семестрового контролю: виконання практичних занять та написання МКР щонайменше на 60 балів.

Поточний контроль

- *Активність на лекціях оцінюється ваговим балом – 2. Максимальна кількість балів на всіх лекціях складає: 2 бали × 17= 34 бали.*
- *Виконання практичних заняттях оцінюється ваговим балом – від 1 до 6. Максимальна кількість балів за всі практичні заняття складає: 6 балів× 7 = 42 бали.*
- *Виконання модульної контрольної роботи оцінюється – від 1 до 24 балів. На проведення роботи відводиться 2 академічні години. Студенти отримують завдання, що складається із 2 теоретичних питань (Додаток А). За дистанційної форми навчання студенти отримують доступ до тестового завдання у GoogleClassRoom, куди ж завантажують виконане завдання для перевірки. Відповідь на кожне питання оцінюється від 1 до 12 балів. Максимальна кількість балів за МКР складає: 12 балів×2=24 бали.*

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$RC=34 + 42 + 24 = 100 \text{ балів.}$$

Календарний контроль

Календарний контроль (КК) проводиться на 7-8 та 14-15 тижнях семестру навчання. Для позитивного оцінювання 1-го КК студенту необхідно оформити та захистити практичні роботи та написати МКР №1. Для позитивного оцінювання 2-го КК студенту необхідно написати позитивно МКР №2.

Залік

Умовою допуску до заліку є виконання усіх практичних робіт і написання МКР щонайменше на 60 балів. Студенти, що набрали упродовж семестру не менше 60 балів, як середнє від суми усіх виконаних завдань, мають можливість отримати оцінку, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

***Залікова семестрова контрольна робота** пропонується у разі набору студентом недостатньої для семестрової атестації кількості балів (від 40 до 59 балів) або у разі незгоди студента із кількістю балів набраних протягом семестру.*

Критерії оцінки :

Залікова контрольна робота складається з 10 теоретичних та практичних питань.

Правильна відповідь на кожне оцінюється в 10 балів (10 x 10=100 балів).

Шкала оцінювання кожного із 10 теоретичних питань:

0 - відповідь невірна або відсутня;

1-3 – відповідь частково (на 30%) вірна.

4-6 – відповідь частково (на 60%) вірна.

7-9 – відповідь частково (на 90%) вірна.

10 - відповідь правильна і повна.

Величина шкали залікової контрольної роботи R = 100 балів.

Для підвищення рейтингової оцінки студент може скласти залікову контрольну роботу, але у цьому випадку попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів тільки залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності

Поверхневі фізико-хімічні процеси

рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Залікова контрольна робота проводиться усно. Студент отримує 2 питання, відповіді на які максимально оцінюються у 100 балів (50 балів за правильну відповідь на кожне питання), відповідно:

- 100-95 балів – повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- 90-85 балів – достатньо повна відповідь, не менше 80 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями);
- 85-70 балів – неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- 0 балів – відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Питання до модульної контрольної роботи наведено у Додатку А.
- Питання, які виносяться на залікову контрольну роботу наведені у Додатку Б.
- Результати навчання за даною дисципліною здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних он-лайн курсів (Prometeus, Coursera тощо), визнаються за умови одержання відповідних сертифікатів. При цьому може бути перезарахований як освітній компонент повністю, так і його окремі складові (змістовні модулі, окремі теми, окремі практичні заняття). Можливість перезарахування (відповідність змісту дисципліни) та обсяг навчальних годин визначається викладачем для кожного конкретного випадку і здійснюється за процедурою, яка відповідає "Положенню про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті".

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор, д.т.н. Смирнов Ігор Володимирович

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 9 від 14 лютого 2025 р.)

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

**Приклади завдань
для Модульної контрольної роботи**

Варіант №1

1. Основні поняття і особливості стану поверхні твердого тіла, суть поверхневих перекручувань.
2. Поверхнева дифузія при спіканні твердих тіл, приповерхневий шар.

Варіант №2

1. Поняття фізичної і хімічної неоднорідності поверхні твердого тіла.
2. Механізми спікання твердих тіл, що контактують у точці.

Варіант №3

1. Порівняльна характеристика поверхневої енергії і поверхневого натягу, їхня розмірність.
2. Коефіцієнт дифузії, фактори, що впливають на коефіцієнт дифузії.

Варіант №4

1. Поверхневий шар твердого тіла, згущення поверхневої енергії.
2. Основні параметри, що характеризують дифузію.

Варіант №5

1. Поняття поверхневої та повної енергії кристалічних тіл.
2. Поверхнева дифузія, самодифузія, гетеродифузія.

Варіант №6

1. Основні поняття з термодинаміки, термодинамічні параметри, функції стану.
2. Закони дифузії Фіка.

Варіант №7

1. Основні термодинамічні рівняння для опису енергії поверхневих шарів.
2. Поняття зародкоутворення. Критичний розмір зародку.

Варіант №8

1. Характеристичні функції, термодинамічні потенціали, оцінка спрямованості протікання реакції.
2. Обґрунтувати умови можливості протікання процесу кристалізації.

Варіант №9

1. Загальна характеристика методів розрахунку вільної енергії Гіббса.
2. Енергія границь зерен кристала.

Варіант №10

1. Охарактеризувати поняття адсорбції. Основне рівняння адсорбції.
2. Розтікання, рівняння Юнга.

Варіант №11

1. Фізична і хімічна адсорбція. Відміна між ними.
2. Хімічна адсорбція, перехід від фізичної до хімічної адсорбції.

Варіант №12

1. Змочування і розтікання рідини на поверхні твердих тіл.
2. Умова рівноваги при контакті рідини з твердим тілом. Міра змочувальної здатності рідини.

Варіант №13

1. Адгезія, робота адгезії рідини.
2. Порівняльний аналіз явищ адгезії і когезії.

Варіант №14

1. Основні поняття фізики міцності та пластичності поверхневих шарів твердих тіл. Теоретична та реальна міцність твердих тіл.
2. Формування хімічних зв'язків і міжфазної зони при плазмовому напилюванні

Варіант №15

1. Типи дефектів твердих тіл. Поверхневі дефекти.
2. Температурний режим у міжфазній зоні в умовах плазмового напилювання.

Варіант №16

1. Дислокації, їх види, взаємодія і переміщення дислокацій.
2. Механізми активації при газотермічному напилюванні (канали активації).

Варіант №17

1. Вплив поверхні на процес пластичної деформації твердих тіл.
2. Плазмове напилення, утворення фізичної площі контакту при ударній взаємодії частинок з поверхнею твердого тіла.

Варіант №18

1. Дати оцінку поведінки поверхневих шарів при пластичній деформації.
2. Класифікація методів нанесення газотермічних покриттів.

Варіант №19

1. Особливості переміщення дефектів поблизу вільних поверхонь; градієнт щільності та швидкості дислокацій поблизу поверхні тіла.
2. Загальна характеристика процесів утворення контакту при газотермічному напилюванні.

Варіант №20

1. Стадії мікропластичної деформації в приповерхневих шарах кристалів.
2. Теоретичні критерії адгезії та контактної активності плівок і покриттів.

Варіант №21

1. Бар'єрний ефект поверхневих шарів при деформуванні матеріалів.
2. Визначити основні процеси, що супроводжують відрив плівок. Складові, від яких залежить адгезійна міцність та сила зчеплення плівок до твердих тіл.

Варіант №22

1. Загальна характеристика середовищ, групи середовищ.
2. Адгезія і когезія плівок і покриттів. Робота адгезії.

Варіант №23

1. Елементарні процеси взаємодії металів з газами.
2. Вплив плівок на фізико-механічні властивості матеріалів (ефекти Роско, Крамера і інш.).

Варіант №24

1. Адсорбційний ефект Ребіндера (зміна механічних властивостей тіл під дією адсорбційно-активних середовищ).
2. Осадження із твердої фази.

Варіант №25

1. Загальна класифікація методів нанесення покриттів; поняття процесів осадження плівок.
2. Характеристика процесів випаровування та розпилення металів.

Варіант №26

1. Класифікація методів нанесення покриттів за станом матеріалу, що наноситься на поверхню твердого тіла..
2. Фізичне і хімічне осадження із парової фази, стадії процесу осадження плівок і покриттів.

Питання, що виносяться на залік

1. Основні поняття і особливості стану поверхні твердого тіла, суть поверхневих перекручувань.
2. Поняття фізичної і хімічної неоднорідності поверхні твердого тіла.
3. Порівняльна характеристика поверхневої енергії і поверхневого натягу, їхня розмірність.
4. Поверхневий шарт твердого тіла, згущення поверхневої енергії.
5. Поняття поверхневої та повної енергії кристалічних тіл.
6. Основні поняття з термодинаміки, термодинамічні параметри, функції стану.
7. Основні термодинамічні рівняння для опису енергії поверхневих шарів.
8. Характеристичні функції, термодинамічні потенціали, оцінка спрямованості протікання реакції.
9. Загальна характеристика методів розрахунку вільної енергії Гіббса.
10. Охарактеризувати поняття адсорбції. Основне рівняння адсорбції.
11. Фізична і хімічна адсорбція. Відміна між ними.
12. Хімічна адсорбція, перехід від фізичної до хімічної адсорбції.
13. Змочування і розтікання рідини на поверхні твердих тіл.
14. Умова рівноваги при контакті рідини з твердим тілом. Міра змочувальної здатності рідини.
15. Розтікання, рівняння Юнга.
16. Адгезія, робота адгезії рідини.
17. Порівняльний аналіз явищ адгезії і когезії.
18. Енергія границь зерен кристала.
19. Обґрунтувати умови можливості протікання процесу кристалізації.
20. Поняття зародкоутворення. Критичний розмір зародку.
21. Закони дифузії Фіка.
22. Поверхнева дифузія, самодифузія, гетеродифузія.
23. Основні параметри, що характеризують дифузію.
24. Коефіцієнт дифузії, фактори, що впливають на коефіцієнт дифузії.
25. Механізми спікання твердих тіл, що контактують у точці.
26. Поверхнева дифузія при спіканні твердих тіл, приповерхневий шар.
27. Основні поняття фізики міцності та пластичності поверхневих шарів твердих тіл. Теоретична та реальна міцність твердих тіл.
28. Типи дефектів твердих тіл. Поверхневі дефекти.
29. Дислокації, їх види, взаємодія і переміщення дислокацій.
30. Вплив поверхні на процес пластичної деформації твердих тіл.
31. Дати оцінку поведінки поверхневих шарів при пластичній деформації. Особливості переміщення дефектів поблизу вільних поверхонь; градієнт щільності та швидкості дислокацій поблизу поверхні тіла.
32. Стадії мікропластичної деформації в приповерхневих шарах кристалів.
33. Бар'єрний ефект поверхневих шарів при деформуванні матеріалів.
34. Загальна характеристика середовищ, групи середовищ.
35. Елементарні процеси взаємодії металів з газами.
36. Адсорбційний ефект Ребіндера (зміна механічних властивостей тіл під дією адсорбційно-активних середовищ).
37. Загальна класифікація методів нанесення покриттів; поняття процесів осадження плівок і покриттів.
38. Класифікація методів нанесення покриттів за станом матеріалу, що наноситься на поверхню твердого тіла.

Поверхневі фізико-хімічні процеси

39. Фізичне і хімічне осадження із парової фази, стадії процесу осадження плівок і покриттів.
40. Характеристика процесів випаровування та розпилення металів.
41. Осадження із твердої фази.
42. Вплив плівок на фізико-механічні властивості матеріалів (ефекти Роско, Крамера і інш.).
43. Адгезія і когезія плівок і покриттів. Робота адгезії.
44. Визначити основні процеси, що супроводжують відрив плівок. Складові, від яких залежить адгезійна міцність та сила зчеплення плівок до твердих тіл.
45. Теоретичні критерії адгезії та контактної активності плівок і покриттів.
46. Класифікація методів нанесення газотермічних покриттів. Загальна характеристика процесів утворення контакту при газотермічному напилюванні.
47. Плазмове напилювання, утворення фізичної площі контакту при ударній взаємодії частинок з поверхнею твердого тіла.
48. Механізми активації при газотермічному напилюванні (канали активації).
49. Температурний режим у міжфазній зоні в умовах плазмового напилювання.
50. Формування хімічних зв'язків і міжфазної зони при плазмовому напилюванні
51. Роль поверхневої енергії і дефектів у підвищенні контактної температури при плазмовому напилюванні.