

КОРОЗІЯ та ЗАХИСТ МЕТАЛІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 (G8) Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна) прискорена</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3.5 кредити ECTS / 105 годин: лекцій – 36 год; лабораторних занять – 18 год; СРС -51 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к. х. н., ст.викладач, Шемет Володимир Жданович, volodymyrshemet@gmail.com, 096 293 8746</i> Лабораторні роботи : <i>Ph. D., асистент Втерковський Михайло Ярославович, e-mail: m.vterkovskiy@gmail.com</i>
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Наука про корозію і захист від неї вивчає закономірності і механізм корозійних процесів, розробляє методи захисту, охоплюючи також і питання матеріалознавства, що мають відношення до проблем корозійної стійкості. Захист від корозії є найважливішою проблемою в системі заходів, спрямованих на зниження матеріалоємності конструкцій, витрати дефіцитних матеріалів і сплавів і заощадження матеріальних і природних ресурсів. У зв'язку з цим вивчення дисципліни «Корозія і захист металів» займає важливе місце у підготовці інженерів за фахом металургія і матеріалознавство, а також необхідно для вивчення спеціальних дисциплін, що охоплюють практичні завдання створення надійних машин і апаратів і забезпечення їх тривалої експлуатації.

Даний курс розширює знання студентів про нові сплави і матеріали, що з'явилися за останній час, механізми їх зміцнення, класифікацію композитів і технології їх одержання. З погляду на це дана дисципліна має суттєве значення для формування майбутнього спеціаліста за фахом матеріалознавства збільшує технологічні можливості інженера-дослідника.

Вивчення дисципліни базується на знанні студентами курсів «Фізика», «Фізична хімія», «Фізика конденсованого стану матеріалів» та «Кристалографія, кристалохімія та мінералогія».

Теоретичний матеріал викладається на лекційних заняттях, а практичні знання здобуваються під час виконання лабораторних робіт. Набуті знання і вміння використовуються в подальшому у вивченні дисциплін цього ж та інших циклів, в яких передбачається поглиблення знань про нові сплави і композиційні матеріали.

105 годин обсягу дисципліни “Корозія і захист металів” включають 36 годин лекційних занять, 18 годин лабораторних робіт, а також 51 годин самостійної роботи студентів.

Метою дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти **фахових компетентностей (ЗК)** у відповідності до ОПП «Нанотехнології та комп’ютерний дизайн матеріалів», а саме:

КС.02. Здатність забезпечувати якість матеріалів та

КС.07. Здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства.

КС.08. Здатність застосовувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів у професійній діяльності.

КС.09. Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем.

КС.10. Здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань.

Відповідно до вимог ОПП «Нанотехнології та комп’ютерний дизайн матеріалів», студенти після засвоєння кредитного модулю мають продемонструвати такі **програмні результати навчання (ПРН)**:

ПРН.10. Уміти поєднувати теорію і практику для розв’язування завдань матеріалознавства.

Предмет навчальної дисципліни “Корозія та захист металів” – вивчення термодинаміки і кінетики високотемпературної та електрохімічної корозії металевих матеріалів у середовищі агресивних газів і розчинів електролітів.

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

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення дисципліни “Корозія і захист металів”:

- Фізика
- Фізична хімія
- Кристалографія, кристалохімія та мінералогія.

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Корозія і захист металів» необхідні у виконанні курсових та дипломних робіт (проєктів) та як складова інтегральної компетентності підготовки за освітньо-професійною програмою. Знання англійської мови буде перевагою під час вивчення дисципліни.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ. Організація очного/дистанційного навчання

Розділ 1. Класифікація корозійних процесів. Термодинаміка хімічної корозії металів

Розділ 2. Високотемпературна корозія металів і сплавів

Розділ 3. Електрохімічна корозія металів і сплавів

Розділ 4. Методи захисту металів і сплавів

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові:

1. *Корозія та захист металів [Електронний ресурс] : презентація лекцій / уклад. В. Ж. Шемет. – Електронні текстові дані (11 файл: 32 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.*
2. *Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Корозія і захист металів» / В. Ю. Сухенко, С. В. Жук, К. О. Сергеева. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2012. – 34 с.*
3. *Алімов В. І. Корозія та захист металів від корозії / В. І. Алімов, З. А. Дурягіна. – Донецьк-Львів : ТОВ «Східний видавничий дім», 2012. – 328 с.*
4. *Сахненко М. Д. Основи теорії корозії та захисту металів : навч. посіб. / М. Д. Сахненко, М. В. Ведь, Т. П. Ярошок. – Харків : НТУ «ХПІ», 2005. – 240 с.*

Додаткові:

5. *Young David J. High Temperature Oxidation and Corrosion of Metals, 2016 Elsevier Ltd., 733pages<https://doi.org/10.1016/C2014-0-00259-6>.*
6. *Pettit Frederick S., Birks Neil, Meier Gerald H., Introduction to the High Temperature Oxidation of Metals, Cambridge University Press, 2006, 352 pages.<https://doi.org/10.1017/CBO9781139163903>*

Монографії зазначені у списку додаткових навчальних матеріалів знаходяться у бібліотеці НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського і надаються для ознайомлення і глибшого розуміння природи високотемпературного окислення і електрохімічної корозії і захисту від неї.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

5.1. Лекційні заняття

Вступ. Організація очного/дистанційного навчання

Заняття 1. Вступ. Організація очного/дистанційного навчання. Проведення лекційних і лабораторних занять. Вимоги до протоколу лабораторних робіт. Рейтингова система оцінювання. Загальні відомості про корозію металів металів і сплавів. Предмет та задача курсу. Приклади застосування знань по корозії при розробці жаростійких сплавів для сучасного машинобудування.

Розділ 1. Класифікація корозійних процесів. Термодинаміка хімічної корозії металів.

Заняття 2. Класифікація корозійних процесів. Термодинаміка хімічної корозії металів. Окислення металів при високих температурах. Діаграма **Еллінгема** (англ. Ellingham diagram). Діаграми стану. Випаровування оксидів.

Література [1], [2], [5-6].

Розділ 2. Високотемпературна корозія металів і сплавів

Заняття 3. Оксидні плівки на металах, їх класифікація та умови суцільності. Теорія Піллінга і Бедвордса. Механічні напруги в оксидних плівках. Кінетика високотемпературного окислення металів..

Література. [1], [2-6].

Заняття 4. Залежність швидкості газової корозії від температури. Методи та обладнання для дослідження високотемпературної корозії в газових сумішах.

Література. [1], [2-5].

Заняття 5. Механізм окислення чистих металів. Дефекти кристалічної ґратки. Дифузія в оксидах. Теорія Мота и Кабрера. Основні положення теорії Вагнера. Окислення сплавів. Теорії

жаростійкості Архарова, Смирнова, Мровека та Вагнера-Хауффе. Сучасні жаростійкі сплави на основі нікелю, заліза та титану.

Література. [1], [2], [4-6].

Заняття 6. Тематична контрольна робота 1 (зразок завдання у Додатку А). Окислення сплавів. Теорії жаростійкості Архарова, Смирнова, Мровека та Вагнера-Хауффе. Сучасні жаростійкі сплави на основі нікелю, заліза та титану. Література. [1], [2], Література. [1], [2], [5-6].

Заняття 7. Продовження. Окислення сплавів. Теорії жаростійкості Архарова, Смирнова, Мровека та Вагнера-Хауффе. Сучасні жаростійкі сплави на основі нікелю, заліза та титану. Література. [1], [2], Література. [1], [2], [5-6].

Заняття 8. Високотемпературне окислення сплавів в присутності водяного пару і при низьких парціальних тисках кисню. Література. Література. [1], [2], [5-7].

Заняття 9. Роль R.E.-елементів у формуванні захисних окалин з Al_2O_3 , Cr_2O_3 на сплавах. Кінетика окислення Fe-Cr та Ni-Cr супер сплавів легованих R.E елементами. Література. [1], [2], [5-7].

Заняття 10. Високотемпературне окислення композиційних матеріалів на основі сіліцидів. Сучасні жаростійкі металеві і керамічні матеріали в вузлах авіаційних і стаціонарних турбінах. Література. [1], [2], [5-6].

Розділ 3. Електрохімічна корозія металів і сплавів

Заняття 11. Електрохімічна корозія металів.. Стандартний електродний потенціал. Формула Нернста. Термодинаміка електрохімічної корозії металів. Діаграми Пурбе. Література. [1-4].

Заняття 12. Поляризаційні корозійні діаграми для основних випадків контролю процесу електрохімічної корозії. Пасивність металів. Активатори та інгібітори корозії. Література. [1-4].

Заняття 13. Катодний та анодний процеси. Електрохімічна корозія заліза з покриттям з олова і цинку. Корозія металевих конструкцій під впливом блукаючого струму. Література. [1-4].

Заняття 14. Тематична контрольна робота 2 (зразок завдання у Додатку А).

Розділ 4. Методи захисту металів і сплавів

Основні способи захисту металевих конструкцій від електрохімічної корозії. Класифікація методів захисту від корозії. Катодні та анодні металеві покриття. Література. [1-4].

Заняття 15. Хімічні захисні покриття (Оксидування. Фосфатування). Захист металів від корозії методом обробки агресивного середовища (інгібітори корозії) Література: [1-4].

Заняття 16. Захист металів і сплавів від високотемпературної корозії. Металічні і неметалічні захисні покриття. Взаємна дифузія компонентів покриття і сплаву. Основна характеристика покриттів в залежності від властивостей і призначення. [1,4-6].

Заняття 17. Продовження. Захист металів і сплавів від високотемпературної корозії. Металічні і неметалічні захисні покриття. Взаємна дифузія компонентів покриття і сплаву. Основна характеристика покриттів в залежності від властивостей і призначення. [1,4-6].

Заняття 18. Термобарерні покриття в ракето- та турбіно будівництві. Основні фактори, які впливають на довготривалу працездатність захисних покриттів. Сучасні методи нанесення захисних і термобарерних покриттів. Література: [1-4].

5.2. Лабораторні заняття

Корозійну стійкість металів і сплавів треба обов'язково оцінювати в конкретних умовах експлуатації. Для цього кількісно оцінюють не тільки швидкість корозійного процесу, але також параметри середовища у якому відбуваються процеси корозії такі, як вологість, температура, хімічний склад атмосфери і т.п. Експерименти проводять в лабораторії, яка оснащена приборами та обладнанням для кількісної оцінки параметрів процесу корозії в газових атмосферах, а також в розчинах електrolітів. Ознайомлення майбутніх інженерів з найпоширенішими методами корозійних досліджень є метою проведення лабораторного практикуму з цієї дисципліни. Наведені лабораторні роботи дають уяву про основні механізми корозійних руйнувань, вплив зовнішніх чинників на характер і швидкість корозії, методи дослідження корозійних процесів.

Заняття 1. Лабораторна робота №1. Кінетика ізотермічного окислення металів у повітрі.

Заняття 2. Лабораторна робота №1. Кінетика ізотермічного окислення металів у повітрі.

Заняття 3. Лабораторна робота №2. Вплив температури на швидкість окислення металів у повітрі.

Заняття 4. Лабораторна робота № 3. Жаростійкість металів і сплавів у повітрі..

Заняття 5. Лабораторна робота № 4. Визначення швидкості електрохімічної корозії об'ємним методом.

Заняття 6. Лабораторна робота № 5. Визначення швидкості електрохімічної корозії масовим методом.

Заняття 7. Лабораторна робота № 6. Електролітичне нікелювання міді.

Заняття 8. Лабораторна робота №7. Анодне окисдування алюмінію.

Заняття 9. Лабораторна робота №8. Сповільнення корозії сталі в кислотах методом обробки агресивного середовищ.

6. Самостійна робота студента

Вид самостійної роботи студента	Кількість годин	Норма часу на підготовку, год.	Термін часу, год.
Підготовка до лекцій та засвоєння додаткових питань	36		5
Підготовка до лабораторних робіт та опрацювання результатів	18		12
Підготовка до МКР (ТКР1 і ТКР2)	1	4	4
Підготовка до екзамену	1	30	30
Всього			51

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять.

Відвідування лекційних занять є бажаним, хоча і не обов'язковим. Відвідування лекційних занять дозволить студентам не тільки опановувати знання безпосередньо на лекції, але і задати викладачу питання, що виникають під час викладання матеріалу лекції.

Відвідування лабораторних занять є обов'язковим.

Правила поведінки на заняттях.

На усіх заняттях, лекційних і лабораторних, вітається відключення звукових сигналів телефонів.

На лабораторних заняттях не забороняється користування конспектами лекцій, підручниками, електронними гаджетами для пошуку інформації, що відповідає темі лабораторного заняття.

Умовою допуску до виконання лабораторної роботи є наявність у студента написаного протоколу, який складається із:

- Номера лабораторної роботи;
- Назви лабораторної роботи;
- Меті лабораторної роботи;
- Теоретичних відомостей, до яких включають основні визначення та умовні позначення;
- Порядку виконання.

Перевірка правильності виконання завдань і підсумок роботи проводиться викладачем безпосередньо на занятті.

Під час проведення лабораторних занять у очному режимі в лабораторіях студенти повинні суворо дотримуватись правил техніки безпеки

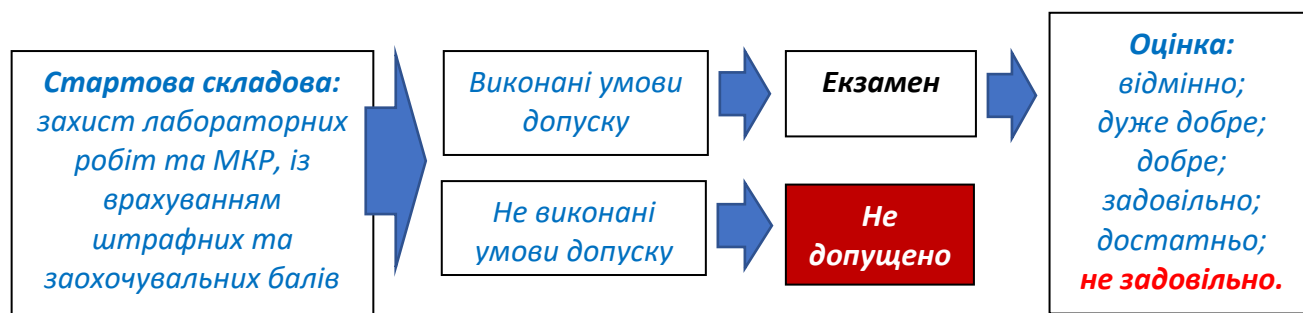
Студенти можуть опрацювати не виконані на лабораторному занятті підрахунки самостійно вдома і надати їх на перевірку викладачу на наступному занятті.

Перескладання ТКР проводиться за взаємною домовленістю студентів і викладача.

Перескладання екзамену проводиться під час додаткової сесії за положенням НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" відповідно до графіку перескладань оприлюдненому на сайті ІМЗ ім. Є. О. Патона.

Усі учасники освітнього процесу: викладачі і здобувачі в процесі вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

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



Контрольні заходи:

1. Поточний контроль: виконання і захист лабораторних робіт, МКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: екзамен.

Таблиця видів контролю та максимальної кількості балів за них.

<i>Вид контролю</i>	<i>Кількість</i>	<i>Максимальна кількість балів на 1</i>	<i>Максимальна кількість балів</i>
<i>Виконання лабораторних робіт</i>	<i>8</i>	<i>2</i>	<i>16</i>
<i>МКР</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>24</i>
<i>Екзамен</i>	<i>1</i>	<i>60</i>	<i>60</i>
<i>Всього</i>			<i>100</i>

Оцінювання виконання лабораторних робіт:

<i>Критерії</i>	<i>Бали</i>
<i>До виконаного завдання немає зауважень, дані правильні відповіді при перевірці.</i>	<i>2</i>
<i>Є не принципові зауваження до виконаного завдання та/або дані відповіді з помилками при перевірці.</i>	<i>1</i>
<i>Є принципові зауваження до виконаного завдання та/або не дані відповіді (дані неправильні) при перевірці</i>	<i>робота не здана</i>

Модульна контрольна робота (МКР) поділена на дві тематичні роботи (**ТКР1 і ТКР2**) та відбувається у вигляді проходження тестів. Кожна тематична контрольна робота (ТКР) складається з 4 питань. За кожну правильну відповідь студент отримує 3 бали. Максимально можлива оцінка за **ТКР** складає **12 балів**. Якщо сумарна кількість правильних відповідей менше 7, то ця **ТКР** вважається не зданою, при цьому бали не нараховуються. За 2 тематичні контрольні роботи (**МКР**) – **24 бали**.

Календарний контроль проводиться двічі на семестр 7 та 13 тижнях навчання. Умовою позитивної оцінки із календарного контролю є наявність у здобувачів балів сумарно більше 50 % від максимально можливої на момент проведення контролю.

Екзамен.

Максимальний семестровий рейтинг складає 40 балів. Умовою допуску до екзамену є виконання всіх лабораторних робіт, здані 2 частини МКР та сумарний семестровий рейтинг більше 24 балів. Семестровий рейтинг можна підвищити за рахунок заохочувальних балів (максимум на 6) шляхом виконання додаткових індивідуальних завдань (видає викладач).

Максимальна оцінка на екзамені складає 60 балів. На екзамені здобувачу необхідно дати розгорнуті відповіді на 4 питання, кожне з яких оцінюється за такими критеріями:

<i>Критерії</i>	<i>Бали</i>
<i>правильна відповідь, можливо з несуттєвими зауваженнями, повнота відповіді більша 90%</i>	<i>15</i>
<i>є не принципові зауваження, повнота відповіді більша 75%</i>	<i>10-12</i>
<i>є принципові зауваження, але можна вважати що суть питання розкрита, повнота відповіді не менша 60%</i>	<i>9</i>
<i>суть питання не розкрита та/або повнота відповіді менша 60%</i>	<i>Менше 9 (незадовільно)</i>

У випадку, коли сумарна оцінка за екзамен менше 36 балів, екзамен вважається не зданим, при цьому бали не нараховуються. Для перескладання екзамену є дві додаткові спроби. Отриманні слухачем рейтингові бали переводять в університетські оцінки за шкалою.

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)

- Перелік питань, які виносяться на залікову контрольну роботу наведено у додатку Б;
- Студенти можуть отримати 10 балів за сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни.
- Результати навчання за даним освітнім компонентом, здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних онлайн курсів (Prometeus, Coursera тощо), визнаються за умови одержання відповідних сертифікатів. При цьому може бути перезарахований як освітній компонент повністю, так і його окремі складові (окремі теми, окремі лабораторні 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" (<https://osvita.kpi.ua/node/179>)."

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складеност. викладачем, к. х. н., Шеметом Володимиром Ждановичем

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 17 від 25 червня 2025 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є. О. Патона
(протокол № 11/25 від 26 червня 2025 р.)

**Приклад модульної контрольної роботи (МКР)
ТКР1**

1. Типи фазових діаграм. Склад-Температура. Склад-Парціальний тиск компонентів. Нведіть приклади.
2. Дефекти кристалічної ґратки; В яких випадках швидкість окислення залежить або не залежить від парціального тиску кисню.
3. Теорія Мота и Кабрера
4. Високотемпературне окислення сплавів в присутності водяного пару. Вплив водню на формування окалин на основі Cr_2O_3

ТКР2

1. Механізм електрохімічної корозії. Запишіть рівняння анодної і катодної поляризації. Що таке деполяризатор.
2. Термодинаміка електрохімічної корозії. Діаграма Пурбе для заліза. Запишіть реакції рівноваги на кордоні фаз.
3. Запишіть рівняння кисневої і водневої деполяризації. Як змінюється електродний потенціал деполяризації при зміні концентрації водневих йонів у розчині.
4. Корозія заліза під краплею води. Запишіть рівняння анодного і катодного процесу.

Приклад завдання екзаменаційної роботи

1. Хімічна корозія металів, види. Наведіть приклади реакцій хімічної корозії в неелектролітах.
2. Термодинаміка хімічної корозії, зміни енергії Гібса, зміна стандартної вільної енергії реакції окислення.
3. Що таке електродний потенціал, коли він виникає і чому дорівнює електродний потенціал у розчинах води (формулою Нернста)
4. Теорія Мота и Кабрера.

Додаток Б

Перелік питань, що виносяться на екзамен

1. Класифікація корозійних процесів. Які Ви знаєте показники корозії?
2. Хімічна корозія металів, види. Наведіть приклади реакцій хімічної корозії в неелектролітах.
3. Що таке жаростійкість і жароміцність?
4. Термодинаміка хімічної корозії, зміни енергії Гібса, зміна стандартної вільної енергії реакції окислення.
5. Діаграми Еллінгема, Лінії в діаграмах Еллінгема.
6. Критерій Піллінга і Бедвордса.
7. Типи фазових діаграм. Склад-Температура. Склад-Парціальний тиск компонентів. Нведіть приклади.
8. Закони росту окисних плівок, залежність швидкості газової корозії від температури.

9. Дефекти кристалічної ґратки; В яких випадках швидкість окислення залежить або не залежить від парціального тиску кисню.
10. Теорія Мота і Кабрера
11. Перший і другий закон Фіка, в чому різниця?
12. Теорія жаростійкості Вагнера-Хауффе. Вплив легуючих елементів на дефектну структуру окисної плівки.
13. Що таке внутрішнє окислення сплавів. Залежність глибини внутрішнього окислення від концентрації, рівняння Вагнера.
14. Перехід від внутрішнього окислення до зовнішнього (критерій переходу до зовнішнього окислення, формула Вагнера).
15. Механізм утворення багатофазних окалини на прикладі окислення Ni-Cr сплавів. Залежність константи швидкості окислення Ni-Cr сплавів від концентрації хрому.
16. Високотемпературне окислення сплавів в присутності водяного пару. Вплив водню на формування окалини на основі Cr₂O₃.
17. Роль R.E.-елементів у формуванні захисних окалини з Al₂O₃, Cr₂O₃ на сплавах. Які хімічні елементи називають R.E. Наведіть приклади механізму окислення сплавів легуваних Y і La.
18. На поверхні феритної сталі Fe-22Cr-2Ni-0.5Al- 0.4Mn-0.2Si-1.2Ti (вагові %) при окисленні утворюється суцільна захисна окалина з оксиду хрому. Оксиди яких металів можуть утворюватись під оксидною плівкою ?
19. При якому парціальному тиску кисню буде утворюватись оксид на поверхні металу при 800°C (Хром, залізо)
20. Дефекти кристалічної ґратки; В яких випадках швидкість окислення залежить або не залежить від парціального тиску кисню.
21. Чому високотемпературні нагрівачі на основі кремнію не використовуються у вакуумних високотемпературних печах?
22. На поверхні суперсплаву IN 718 на основі нікелю Ni-17Cr-0.2Al- 2.8Mo-4.7Nb-0.6Ti (вагові %) при окисленні утворюється суцільна захисна окалина з оксиду хрому. Оксиди яких металів можуть утворюватись під оксидною плівкою ?
23. При якому парціальному тиску кисню буде утворюватись оксид на поверхні металу при 800°C (алюміній, марганець)
24. Що таке електродний потенціал, коли він виникає і чому дорівнює електродний потенціал у розчинах води (формулою Нернста)
25. Механізм електрохімічної корозії. Запишіть рівняння анодної і катодної поляризації. Що таке деполяризатор.
26. Запишіть рівняння кисневої і водневої деполяризації. Як змінюється електродний потенціал деполяризації при зміні концентрації водневих йонів у розчині.
27. Термодинаміка електрохімічної корозії.
28. Діаграма Пурбе для заліза. Запишіть реакції рівноваги на кордоні фаз.
29. Діаграма Пурбе для цинка. Запишіть реакції рівноваги на кордоні фаз.
30. Вплив складу і концентрації агресивного середовища на корозію металів. Що таке активатори і інгібітори корозії. Приведіть приклади.
31. Корозія заліза під краплею води. Запишіть рівняння анодного і катодного процесу і покажіть схематично механізм. Які продукти утворюються у цьому випадку.

32. Корозія контакту заліза і міді під краплею води. Запишіть рівніння анодного і катодного процесу і покажіть схематично механізм . Які продукти утворюються у цьому випадку.
33. Корозія контакту заліза і цинку під краплею води. Запишіть рівніння анодного і катодного процесу і покажіть схематично механізм . Які продукти утворюються у цьому випадку.
34. Методи захисту металевих конструкцій від атмосферної корозії.
35. Методи напilenня захистних покриттів на сплави.
36. Захисні покриття для сплавів що працюють при високих температурах. Інтердифузія.
37. Термобар'єрні покриття на сучасних суперсплавах.
38. Механізм окислення керамічних матеріалів на основі нітриду і карбіду кремнію.
39. Високотемпературне окислення композиційних матеріалів на основу вуглецю. Застосування композитів на основі вуглецю. Принцип захищення таких матеріалів.
40. Механізм окислення тугоплавких силіцидів.