НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В. КАРПЕНКА

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Директор Фізико-механічного інституту
ім. Г.В. Карпенка НАН України
академік НАН України

_____ Зіновій НАЗАРЧУК
03.04.2025

ПРОГРАМА
вступного іспиту до аспірантури
зі спеціальності G1 Хімічні технології та інженерія

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)
Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво
Освітньо-наукова програма: Хімічні технології та інженерія

СХВАЛЕНО
Вченою радою Фізико-механічного інституту ім.
Г.В. Карпенка НАН України
протокол № 2 від 03 квітня .2025 р.

Львів–2025

Головним завданням вступного іспиту за програмою вступного іспиту за спеціальністю **G1 Хімічні технології та інженерія** є визначення в абітурієнтів на навчання за освітньо-науковою програмою «**Хімічні технології та інженерія**» третього рівня освіти їх рівня знань з хімічних технологій, хімічного опору матеріалів, захисту від корозії та споріднених галузей.

Мета вступного іспиту в аспірантуру Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України за спеціальністю **G1 Хімічні технології та інженерія** полягає в оцінюванні рівня знань абітурієнта в ключових темах в галузі хімічних технологій та інженерії, корозії та протикорозійного захисту та відборі найкращих кандидатів, які мають потенціал і мотивацію досягти успіху у вивченні та застосуванні знань з хімічних технологій та споріднених галузей при проведенні власних наукових досліджень та реалізації інноваційних проєктів.

Програма вступного іспиту для вступу на освітньо-наукову програму «Хімічні технології та інженерія» на здобуття освітнього ступеня доктор філософії за спеціальністю **G1 Хімічні технології та інженерія** складена на основі типових освітніх програм з хімічних технологій закладів вищої освіти України. Іспит проводиться за такими основними темами, а саме: теоретичні основи та загальні аспекти проблеми корозії металів, види корозії, методи та засоби захисту від корозії.

Виконання завдань вступного іспиту зі спеціальності G1 Хімічні технології та інженерія передбачає необхідність неухильного дотримання норм і правил академічної доброчесності. За їх порушення абітурієнти притягаються до відповідальності відповідно до правил і положень Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України та вимог чинного законодавства.

Вступний іспит проводиться у терміни передбачені правилами прийому в аспірантуру Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України https://www.ipm.lviv.ua/aspirantura/admission_rules.php.

На іспит вступник з'являється з документом, який підтверджує його особу. Вступник одержує варіант білету з 4 запитаннями з Програми фахового вступного іспиту. Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Максимальна сума балів за відповідь на кожне запитання - 25 балів.

ПРОГРАМА
вступного іспиту зі спеціальності
G1 Хімічні технології та інженерія
Хімічний опір матеріалів і захист від корозії

1. Вступ

1.1. Загальні аспекти проблеми корозії металів. Втрати від корозії у різних галузях промисловості. Організаційні заходи з покращення боротьби з корозією в країні.

1.2. Наука про корозію металів. Класифікація корозійних процесів. Види корозійних руйнувань. Показники швидкості корозії. Основи термодинаміки корозійних процесів.

2. Хімічна корозія металів.

2.1. Загальна характеристика хімічної корозії металів. Закони росту плівок на металах. Теорії окиснення металів. Корозія металів в рідинах-неелектролітах та газова корозія. Структура металів та її вплив на корозійні процеси. Жаростійкість та жароміцність металів.

2.2. Фізико-хімічні закономірності газової корозії. Термодинамічна імовірність утворення продуктів окисненняна поверхні металів. Основні стадії газової корозії. Адсорбція газів на поверхні металів.

2.3. Кінетика газової корозії металів. Вплив внутрішніх та зовнішніх факторів на швидкість газової корозії (температура, тиск, швидкість руху середовища, хімічний склад сплаву, деформація). Методи захисту металів від газової корозії.

3. Властивості розчинів електролітів

3.1. Основні положення теорії електролітичної дисоціації. Ступінь дисоціації електролітів. Сильні і слабкі електроліти. Типи електролітів. Закони Фарадея.

3.2. Сольватація іонів в розчинах і причина дисоціації електролітів. Гідроліз солей. Буферні розчини. Іонний добуток води. Водневий показник середовища. Комплексні сполуки.

3.3. Теорія міжіонної взаємодії. Активність і коефіцієнт активності. Іонна сила розчинів. Основи теорії міжіонної взаємодії.

3.4. Електропровідність розчинів електролітів. Методи визначення електропровідності розчинів електролітів. Числа переносу. Вплив різних факторів на електропровідність електролітів.

4. Електродна рівновага

4.1. Природа стрибків потенціалів на границі метал-електроліт. Рівноважні електродні потенціали. Стандартні електродні потенціали. Таблиця стандартних електродних потенціалів. Електроди порівняння і електроди для визначення pH розчинів.

4.2. Подвійний електричний шар на межі електрод-електроліт. Теорія конденсованого подвійного електричного шару. Теорія дифузного подвійного електричного шару. Адсорбційна теорія подвійного електричного шару.

4.3. Електрокапілярні явища. Потенціал точки нульового заряду. Рівняння Ліппмана. Вплив адсорбції на електрокапілярну криву. Ізотерма адсорбції Гіббса.

5. Електрохімічна корозія металів

5.1. Явища на межі розділу метал-електроліт. Термодинаміка електрохімічної корозії. Діаграми Пурбе. Діаграма Пурбе системи залізо-вода.

5.2. Поляризація, перенапруга та їх класифікація. Концентраційна поляризація: дифузійна та реакційна перенапруги. Активаційна поляризація: електрохімічна иа фазова перенапруги. Основи дифузійної кінетики. Основи електрохімічної кінетики.

5.3. Поляризаційні криві. Залежність між швидкістю електродної реакції і потенціалом. Рівняння Фольмера. Струм обміну. Коефіцієнт переносу. Формула Тафеля. Температурна залежність швидкості електродної реакції і енергії активації.

5.4. Загальна характеристика катодного виділення водню. Стадійність перебігу процесу катодного виділення водню. Механізми процесу виділення водню.

5.5. Загальна характеристика катодного відновлення кисню. Можливі шляхи відновлення кисню.

5.6. Поняття про суміщені реакції. Корозійні процеси з водневою деполяризацією. Корозійні процеси з кисневою деполяризацією. Анодна реакція розчинення металів. Закономірності розчинення металів в активному стані. Корозійні діаграми. Гальмуючий фактор корозійних процесів. Залежність швидкості корозії від складу розчинів.

5.7. Закономірності розчинення металів в пасивному стані. Механізм і теорія пасивного стану металів. Перепасивація металів. Практичне значення пасивності металів.

6. Локальні види корозії

6.1. Пітінгова корозія. Виразкова корозія. Міжкристалічна корозія. Щілинна корозія та вплив на неї конструктивних факторів. Розчинення двох металів за їх контакту. Корозія сплавів.

7. Корозія металів в природних і технологічних середовищах.

7.1. Атмосферна корозія металів. Морська корозія металів. Грунтова корозія металів. Біологічна корозія. Радіаційна корозія.

7.2. Зневуглечення сталей. Воднева корозія. Карбонільна корозія. Корозія в сульфідних та сульфатних середовищах. Корозія в середовищі хлору та хлоридної кислоти. Вплив конструктивних факторів на розвиток корозійних пошкоджень машин та апаратів.

8. Корозійно-механічне руйнування металів

8.1. Класифікація видів корозії металів під напруженням. Загальна характеристика різних видів корозії металів під напруженням. Загальна корозія напруженого металу.

8.2. Механічні властивості металів. Основні характеристичні точки на кривих розтягу. Пластична деформація і деформаційне зміцнення. Механізм пластичної деформації. Механізм зародження тріщин. Руйнування. Основні положення механіки корозійного руйнування.

8.3. Корозійне розтріскування металів. Окремі випадки корозійного розтріскування. Розтріскування сталей в розчинах кислот. Розтріскування сталей в сірководневих середовищах. Корозійне розтріскування сталей у воді і парі. Розтріскування сталей в розчинах хлоридів. Лужне розтріскування сталей. Механізми корозійного розтріскування сталей. Методи захисту від корозійного розтріскування.

8.4. Корозійна втома металів. Загальні положення. Методи дослідження корозійної втоми. Критерії оцінки корозійної втоми. Стадійність корозійної втоми. Вплив агресивності середовища на корозійну витривалість металів. Механізм корозійної втоми. Методи захисту від корозійно-втомного руйнування.

8.5. Корозійна статична і циклічна тріщиностійкість металів. Кінетичні діаграми корозійного статичного і циклічного руйнування металів. Методи підвищення корозійної тріщиностійкості.

8.6. Кавітаційна, ерозійна та тертьова корозія металів. Фретинг корозія. Методи захисту від цих видів корозії.

9. Методи захисту металів від корозії

9.1. Принципи створення корозійностійких металів шляхом їх легування.

9.2. Обробка для зменшення корозійної агресивності середовища. Інгібування середовища. Класифікація інгібіторів корозії.

9.3. Захисні покриття, їх класифікація, способи їх нанесення і області застосування. Фосфатні та оксидні захисні плівки. Металічні покриття. Гальванічні покриття. Термодифузійні покриття.

9.4. Електрохімічний захист. Катодний захист. Протекторний захист. Анодний захист.

9.5. Раціональне конструювання обладнання і елементів конструкцій для їх роботи у корозійних середовищах.

9.6. Неметалічні корозійностійкі матеріали та захисні покриття. Полімерні та лакофарбові покриття.

9.7. Комбіновані методи захисту.

10. Методи корозійних досліджень

10.1. Десятибальна шкала корозійної тривкості металів.

10.2. Прискорені та натурні випробування корозійної тривкості металів.

10.3. Визначення корозійної тривкості металів в електролітах.

10.4. Електрохімічні методи досліджень корозійних процесів.

10.5. Методи досліджень металів на стікість проти пітінгової корозії. Методи досліджень металів на стікість проти міжкристалічної корозії.

10.6. Визначення корозійно-механічної тривкості металів. Визначення опору металів корозійному розтріскуванню, втомі та тріщиностійкості.

10.7. Експлуатаційні дослідження для визначення корозії і корозійно-механічної стійкості виробів.

10.8. Загальна характеристика корозійного моніторингу конструкцій та обладнання. Методи корозійного моніторингу.

11. Корозійна характеристика металів та сплавів

11.1. Конструкційні метали на основі заліза. Сталі та чавуни. Легування сталей, як спосіб підвищення їх корозійної тривкості. Жаростійкі та жароміцні сплави на основі заліза.

11.2. Конструкційні матеріали на основі кольорових металів. Алюміній та його сплави. Магній та його сплави. Мідь та її сплави. Нікель та його сплави. Титан та його сплави.

Основна література

1. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. – Київ: Либідь, 1993. – 540 с.
2. Сахненко М.Д., Ведь М.В., Ярошко Т.П. Основи корозії та захисту металів. Харків. Вид. НТУ «Харківський політехнічний інститут», 2005. – 300 с.
3. Г.С. Францевич, А.А. Чернов Методи боротьби з корозією металів.- Київ: Наукова думка, 2000.
4. В.А. Зайцев, О.В. Коваль Сучасні методи боротьби з корозією.- Харків: Техніка, 2014.
5. Большаніна С.Б. Корозія металів та захист від неї. СумДУ, 2012. – 54 с.
6. Дурягіна З.А., Алімов В.І.. Корозія та захист металів від корозії/ Навчальний посібник, Вид-во «Східний видавничий дім», Донецьк, 2012. – 326 с.
7. Похмурський В.І., Хома М.С. Корозійна втома металів та сплавів. – Львів: СПОЛОМ, 2008. – 301 с.
8. Погребова І. С. Інгібітори корозії металів: Навчальний посібник. – К.: «Хай-Тек Прес», 2012. – 296 с.
9. Бондаренко, О.М. Барановський Корозія і захист металевих конструкцій у нафтогазовидобувній промисловості. - Київ: Наукова думка, 2010.
10. В.Ф. Москаленко, О.О. Савченко. Корозійно-механічне руйнування та методи захисту обладнання. - Київ: ІМФЕ ім. Г.В. Курдюмова НАН України, 2015.
11. David Talbot and James Talbot. Corrosion science and technology. Boca Raton: CRC Press LLC, 1998. – 390 p.
12. Corrosion Mechanisms in Theory and Practice. Third Edition. Edited by Philippe Marcus. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2012. – 929 p.

Додаткова література

1. Корозія металів і сплавів. Терміни та визначення основних понять. ДСТУ 3830-98 (Розр. ФМІ ім. Г. В. Карпенка НАН України). В. І. Похмурський, О. М. Крохмальний, Г. М. Круцан.
2. Дмитрах І.М., Панасюк В.В. Вплив корозійних середовищ на локальне руйнування металів біля концентраторів напружень. Львів: Вид. ФМІ НАН України, 1999. – 341 с.

3. В.С. Осипов, І.П. Кириленко Корозійно-механічні руйнування в енергетичній промисловості. - Київ: ІЕЕ НАН України, 2011.
4. Ю.М. Тартаковський, О.В. Драга, В.П. Самойленко Корозійно-механічне руйнування обладнання хімічної промисловості. - Київ: Хімічна інженерія, 2012.
5. В.П. Сидоренко, В.В. Лисенко Захист від корозії у нафтогазовидобувній промисловості. - Київ: Вид-во КПІ, 2014.
6. Кузюков А.М. Теорія і практика корозії і захисту металів і обладнання хімічних і нафтохімічних виробництв. - Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2004.
7. Електрохімічний моніторинг техногенних середовищ / В.П. Чвірук, С.Г. Поляков, Ю.С. Герасименко – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2009.
8. Branko N. Popov. Corrosion engineering. Principles and solved problems. Oxford: Elsevier, 2015. – 768 p.
9. Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection. ASM Handbook. V.13A / Editors Stephen D. Cramer and Bernard S. Covino, Jr. / ASM International, 2003.