

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

О. В. Кондращенко, А. А. Баранова

Методичні вказівки

для виконання практичних занять, лабораторних,
самостійної та контрольної робіт

з дисципліни

КОРОЗІЯ І ЗАХИСТ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ

(для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліст галузі знань 0601 «Будівництво та архітектура» напряму підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво»)

ХАРКІВ

ХНАМГ

2010

Методичні вказівки для виконання практичних занять, лабораторних, самостійної та контрольної робіт з дисципліни «Корозія і захист будівельних матеріалів та конструкцій» (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліст галузі знань 0601 «Будівництво та архітектура» напряму підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. В. Кондращенко, А. А. Баранова. – Х: ХНАМГ, 2010. – 38 с.

Укладачі: О. В. Кондращенко,
А. А. Баранова

Рецензент: доц., к.т.н. С. В. Шаповал

Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва і будівельних матеріалів,
протокол № 2 від 07.10.2009 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
I. Практичні заняття	5
1. Оцінка агресивності експлуатаційних середовищ	5
1.1. Корозія у газоповітряних середовищах	5
1.2. Корозія у рідких середовищах	7
1.3. Корозія у твердих середовищах	9
2. Оцінка довговічності будівельних матеріалів	10
3. Корозія металів	13
3.1. Хімічна корозія металів	13
3.2. Електрохімічна корозія металів	17
II. Лабораторні роботи	18
Лабораторна робота № 1. Моделювання хімічної корозії деяких видів будівельних матеріалів	18
Лабораторна робота № 2. Визначення водневого показника та окисно- відновлювального потенціалу проб води	19
Лабораторна робота № 3. Моделювання процесів електрохімічної корозії	23
Лабораторна робота № 4. Дослідження агресивності експлуатаційних середовищ	25
Лабораторна робота № 5. Вибір захисту будівельних матеріалів від впливу радіоактивного та нейтронного випромінювань	27
III. Запитання до самостійної роботи студентів	30
IV. Завдання для виконання контрольної роботи	36
Список літератури для вивчення дисципліни та виконання контрольної роботи	38

ВСТУП

Термін «**корозія**» означає процес руйнування, який шляхом фізико-хімічних реакцій між матеріалом та довкіллям призводить до погіршення властивостей матеріалу. Інколи цей процес може бути корисним, наприклад, при утилізації відходів та їх переробці. Але частіше корозія приносить шкоду матеріалам, забруднює навколишнє середовище продуктами корозії, знижує надійність конструкцій, призводить до порушення функцій різних виробничих та технологічних систем, що відбивається на життєзабезпеченні суспільства. Оцінка витрат, пов'язаних з корозією складається з витрат на захист матеріалів та конструкцій, на заміну пошкоджених частин, збитків від аварій і зупинки виробничих процесів, а іноді й нещасних випадків.

Враховуючи соціальне значення корозії, важливо, щоб кожний фахівець будівельних спеціальностей був обізнаний з питаннями, які виникають через корозію, міг швидко і кваліфіковано дати оцінку пошкодженню і за допомогою нормативної документації дати рекомендації щодо захисту матеріалів або конструкцій в даному агресивному середовищі.

Метою цих вказівок є навчання студентів вмінню грамотно оцінювати агресивність різних агресивних середовищ за їх властивостями і вибирати способи захисту за нормативними документами.

При вивченні дисципліни «Корозія і захист будівельних матеріалів та конструкцій» велика увага приділяється системному підходу і самостійній роботі студентів. Для цього у вказівках наведено приклади задач для визначення цілого ряду показників корозії, схеми приладів для визначення практичних характеристик корозійних процесів, даються теми для самостійної роботи студентів і список необхідної літератури.

I. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

1. Оцінка агресивності експлуатаційних середовищ

1.1. Корозія у газоповітряних середовищах

Звичайне повітряне середовище є неагресивним по відношенню до щільних штучних будівельних матеріалів неорганічного походження, наприклад, бетонного каменя, цегли, але для залізобетону вже треба враховувати температурно-вологісні умови експлуатації, особливо коли матеріали експлуатуються у промислових приміщеннях. Температурно-вологісний режим газоповітряного середовища приміщень можна оцінити за табл. 1.

Таблиця 1 – Температурно-вологісні режими приміщень

Режим	Відносна вологість повітря, %, при температурі, °C		
	до 12	понад 12 до 24	понад 24
Сухий	до 60	до 50	до 40
Нормальний	понад 60 до 75	понад 50 до 60	понад 40 до 50
Вологий	понад 75	понад 60 до 75	понад 50 до 60
Мокрий	—	понад 75	понад 60

Агресивність газоповітряного середовища підвищується не тільки у приміщеннях, на території промислових підприємств, де в технологічних процесах можуть мати місце різні види газів, але і у відкритій місцевості у прибережних районах, де в повітрі присутні аерозолі солей морської води. В атмосфері підземних споруд теж можливий підвищений вміст газів різної концентрації, що викликає корозійні процеси в будівельних матеріалах, які там розташовані. Щоб оцінити ступінь агресивності газоповітряного середовища, треба зробити хімічний аналіз повітря, встановити види газів та їх концентрацію, встановити групу агресивності газу відповідно до СНіП 2.03.11-85. Причому при наявності в середовищі декількох газів до уваги беруть найбільш агресивну групу.

Визначити групу агресивності газів залежно від їх виду та концентрації можна за табл. 2.

Таблиця 2 – Групи агресивності газів залежно від їх виду та концентрації

Найменування газу	Концентрація, мг/м ³			
	A	B	C	D
Вуглекислий газ	до 2000	> 2000	–	–
Аміак	до 0,2	> 0,2 до 20	> 20	–
Сірчаний ангідрид	до 0,5	> 0,5 до 10	> 10 до 200	> 200 до
Фтористий водень	до 0,05	> 0,05 до 5	> 5 до 10	> 10 до 100
Сірководень	до 0,01	> 0,01 до 5	> 5 до 100	> 100
Оксид азоту	до 0,1	> 0,1 до 5	> 5 до 25	> 25 до 100
Хлор	до 0,1	> 0,1 до 1	> 1 до 5	> 5 до 10
Хлористий водень	до 0,05	> 0,05 до 5	> 5 до 10	> 10 до 100

Примітка: коли концентрація газу перевищує межі, вказані у графі D, використання матеріалів для виготовлення конструкцій слід визначати відповідно до експериментальних даних.

Агресивність зовнішнього повітря оцінюють з урахуванням ще середньорічної температури даної місцевості (t_c °C) і середньої температури найбільш холодної п'ятиденки (t_x °C). Для різних регіонів України ці дані наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Показники середньорічної температури t_c й середньої температури найбільш холодної п'ятиденки t_x для деяких міст України

Місто	t_c °C	t_x °C	Місто	t_c °C	t_x °C
Київ	7,2	-25	Донецьк	7,5	-25
Харків	6,9	-22	Одеса	9,8	-21
Ялта	13	-7	Вінниця	6,7	-25
Суми	6	-27	Полтава	7	-26
Львів	6,7	-20	Ужгород	9,6	-20
Херсон	9,8	-23	Чернігів	6,5	-26

Завдання 1. Визначити вологісний режим приміщення при показниках повітря, наведених у табл. 4.

Таблиця 4 – Показники повітря

Показник	Значення				
Температура, °C	5	10	15	20	25
Відносна вологість повітря, %	55	65	55	65	65

Завдання 2. Визначити ступінь агресивності газоповітряного середовища на бетонні, залізобетонні, металеві конструкції й огорожувальні конструкції з силікатної та керамічної цегли, використовуючи СНіП 2.03.11-85, за даними, наведеними у табл. 5.

Таблиця 5 – Експериментальні значення показників повітря

Показники повітря	Експериментальні значення				
	1	2	3	4	5
Температура, °С	18	65	20	15	25
Відносна вологість повітря, %	80	30	65	75	60
Хімічний склад повітря, мг/м ³ :					
вуглекислий газ	600	1700	–	250	350
аміак	0,1	–	0,1	–	0,1
сірчаний ангідрид	–	8	17	5	10
сірководень	6	–	2,5	–	8
молекулярний хлор	2	2	–	5	4

1.2. Корозія у рідких середовищах

Оцінка ступеня агресивності води або іншого рідкого середовища залежить від хімічного складу рідини і умов, при яких відбувається взаємодія середовища й матеріалу (швидкість руху потоку, температура, тиск тощо). Агресивність води поділяється на три категорії за європейськими нормами, що наведено в табл. 6.

Таблиця 6 – Ступені агресивності води

Вид іона і pH	Хімічна агресивність, мг/л		
	Слабка	Середня	Сильна
SO ₃ ²⁻	200-600	600-3000	3000-6000
CO ₂	15-40	40-100	> 100
NH ₄ ⁺	15-30	30-60	60-100
Mg ²⁺	300-1000	1000-3000	> 3000
pH	6,5-5,5	5,5-4,5	4,5-5,0

Завдання 3. Визначити ступінь агресивності води на повністю занурені у воду металеві конструкції, використовуючи СНіП 2.03.11-85, при наступних даних хімічного аналізу води, наведених у табл. 7.

Таблиця 7 – Дані хімічного аналізу води

Показники	Величина показника		
Водневий показник (рН)	7	6,5	3
Сульфати (SO_4^{2-}), мг/л	500	1700	3000
Хлориди (Cl^-), мг/л	1000	4500	3500

Примітка: для перерахунку сульфатів на хлориди треба ввести коефіцієнт 0,25.

Завдання 4. Визначити ступінь агресивності ґрунтових вод на залізобетонні блоки фундаменту, виготовлені на портландцементному бетоні W4, використовуючи СНіП 2.03.11-85. Блоки розташовані в рівні ґрунтових вод, при наступних показниках ґрунту й ґрунтових вод, наведених у табл. 8.

Таблиця 8 – Показники ґрунту й ґрунтових вод

Показник	Величина показника				
1	2	3	4	5	6
Коефіцієнт фільтрації ґрунту (K_f), м/добу	0,15	0,15	0,15	0,05	0,05
Бікарбонатна лужність (HCO_3^-), мг-екв/л	1,0	1,0	1,0	–	–
Водневий показник (рН)	3	6,6	6	3	6
Іони магнію (Mg^{2+}), мг/л	750	2500	700	3500	2400
Луги (Na^+ , K^+), мг/л	5,0	2,0	7,5	5,0	2,0
Сумарний вміст солей (за сухим залишком)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0

Завдання 5. Визначити ступінь агресивності води на залізобетонні стіни ємкісної споруди з бетону W4, що піддаються гідростатичному тиску, використовуючи СНіП 2.03.11-85, при наступних даних аналізу води, наведених у табл. 9.

Таблиця 9 – Дані аналізу води

Показник	Величина показника			
Бікарбонатна лужність (HCO_3^-), мг-екв/л	0,5	1,5	0,7	1,2
Жорсткість води, град	–	–	2	5

1.3. Корозія у твердих середовищах

Корозійні процеси в твердих середовищах (грунти, хімікати у вигляді гранулятів або порошків) при звичайній температурі без впливу рідкої фази не відбуваються. Агресивність, наприклад, сухих ґрунтів обумовлена кількістю і складом солей, які вони вміщують, умовами зволоження, кліматом тощо. Агресивність зволжених ґрунтів залежить від складу розчинних солей та їх концентрації. Відносно сталевих конструкцій корозійна агресивність ґрунту характеризується також величиною питомого електричного опору ґрунту і середньої густини катодного струму при зміщенні потенціалу на 100 мВ в більш негативний бік в порівнянні з потенціалом корозії сталі. Ступені агресивності ґрунту визначають за результатами лабораторних чи польових вимірювань. Дані таких вимірювань наведено в табл. 10.

Таблиця 10 – Ступені агресивності ґрунтів

Вид агресивності ґрунту	Питомий електричний опір ґрунту Ом·м	Середня густина катодного струму, А/м ²
Низька	понад 50	до 0,05
Середня	20-50	0,05-0,20
Висока	до 20	понад 0,20

Корозійна небезпека порошкоподібних матеріалів визначається зволоженням внаслідок конденсації вологи повітря, а це залежить від капілярної конденсації та гігроскопічності порошку.

Завдання 6. Визначити ступінь агресивності ґрунту на розташовані в ньому елементи фундаментів з бетону та залізобетону, виготовлені на портландському цементі з маркою за водонепроникністю W4, використовуючи СНіП 2.03.11-85, при наступних даних аналізу ґрунту, наведених у табл. 11.

Таблиця 11 – Дані аналізу ґрунту

Показник	Величина показника		
Зона вологості	нормальна	нормальна	волога
Вміст хлоридів, мг/кг	1300	1700	1500
Вміст сульфатів, мг/кг	900	800	1100

Завдання 7. Визначити ступінь агресивності ґрунту (вище рівня ґрунтових вод) на розташовані в ньому сталеві конструкції при наступних даних аналізу ґрунту, наведених у табл. 12.

Таблиця 12 – Дані аналізу ґрунту

Показник	Величина показника		
Зона вологості	нормальна	нормальна	волога
Питомий електричний опір, Ом·м	60	40	10
Середня густина струму, А/м ²	0,06	0,04	0,15

Завдання 8. Визначити ступінь агресивності пилу на залізобетонні й металеві ферми і на огорожувальні конструкції з силікатної та керамічної цегли заводського корпусу при наступних даних аналізу хімічного складу пилу та температурно-вологісного режиму повітря, наведених у табл. 13.

Таблиця 13 – Дані хімічного аналізу пилу та властивості повітря

Показник	Величина показника				
Температура, °С	20	20	18	23	25
Відносна вологість, %	65	70	60	65	70
Вид солі в пилу	CaCO ₃	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	NaCl
Рівноважна вологість солі (при 20 °С)	–	–	50	35	30
Розчинність солі пилу, г/л	0,01	133,9	168,3	731,9	328,6

2. Оцінка довговічності будівельних матеріалів

Забезпечення довговічності й корозійної стійкості будівельних матеріалів закладається ще на стадії їх виготовлення. Всі засоби, що використовуються для цього: підбір складу, вибір додатків, визначення форми й розмірів виробів або конструкцій відносяться до первинних заходів захисту. Захист також залежить від умов експлуатації матеріалу, бо треба враховувати всі фактори, які мають зовнішній вплив. Зовнішні фактори поділяються на фізичні, хімічні, біологічні, електрохімічні тощо. Так, найбільш поширеним є вплив такого фізичного фактору, як вилуговування (корозія першого виду за класифікацією В. М. Москвіна).

Кількісну оцінку цього виду корозії на бетон та конструкції з нього можна виконувати за допомогою розрахунків швидкості процесу розчинення вапна та допустимого коефіцієнта фільтрації води. Розрахунки базуються на такій залежності:

$$\tau = \frac{q_{\text{CaO}}}{V_{\text{об}}} \times C_{\text{CaO}}^{-1}, \quad (1)$$

де τ – час впливу води до критичної межі вмісту вапна, роки;

q_{CaO} – кількість розчиненого вапна, г/см³;

$V_{\text{об}}$ – кількість води, що фільтрує за одиницю часу (об'ємна швидкість води), см³/(см³·с);

C_{CaO} – середня концентрація вапна у воді протягом експлуатації конструкції, г/см³.

Значення q_{CaO} встановлюють на підставі даних про склад бетону та припустимому відсотку вилугування K , який можна прийняти за 10%:

$$q_{\text{CaO}} = K \times \Pi \times \alpha, \quad (2)$$

де Π – вміст цементу в бетоні, г/см³;

α – вміст вапна в цементі (визначають в частках, наприклад, для портланд-цементу – 0,65).

Об'єм води, що фільтрує, дорівнює:

$$V_{\text{об}} = \Delta H \times K_{\text{ср}},$$

де $\Delta H = H/h$ – градієнт напору води;

$K_{\text{ср}}$ – гранично допустимий коефіцієнт фільтрації бетону.

Завдання 9. Визначити довговічність бетонної конструкції, яка зазнає руйнівної дії корозії першого виду при наступних даних, наведених в табл. 14.

Таблиця 14 – Вихідні дані для визначення довговічності

Показники	Значення показників
Вміст цементу, г/см ³	0,3
Відсоток вилугування К, %	10
Вміст вапна в цементі	0,65
Об'ємна швидкість води, см ³ /(см ³ ·с)	$2,57 \times 10^{-9}$
Градiєнт напору води	20
Середня концентрація вапна, г/см ³	0,0012

Послідовність розрахунків:

1. Оцінити допустиму кількість розчиненого вапна q_{CaO} .
2. Визначити час надійної роботи бетонної конструкції τ .

Завдання 10. Визначити гранично допустимий коефіцієнт фільтрації портландцементного бетону K_f для конструкції, яка експлуатується протягом часу τ при $C_{CaO} = 1,2$ г/л та $\alpha = 0,65$. Вихідні дані наведені в табл. 15. Розрахунки вести за формулою: $K_f = \frac{V_{об}}{\Delta H}$.

Таблиця 15 – Вихідні дані для визначення K_f

№ п/п	Т, роки	К	Ц, г/см ³	Н/н
1	50	0,1	0,28	5/0,25
2	100	0,1	0,32	6/0,25
3	150	0,1	0,36	7/0,25
4	200	0,1	0,40	8/0,25
5	250	0,1	0,44	9/0,25
6	50	0,13	0,28	10/0,25
7	100	0,13	0,32	11/0,25
8	150	0,13	0,36	12/0,25
9	200	0,13	0,40	13/0,25
10	250	0,13	0,44	14/0,25

3. Корозія металів

3.1. Хімічна корозія металів

Хімічна корозія виникає внаслідок хімічної взаємодії металу з неелектролітами і процес руйнування відбувається за хімічним механізмом без виникнення електричного струму. Такий вид корозії може також виникати при контакті металів з сухими газами. Вірогідність протікання корозійного процесу визначається знаком термодинамічного потенціалу, який може змінюватися. Критерієм в цьому випадку є ізобарно-ізотермічний потенціал Z . Коли $\Delta Z < 0$, процес є можливим, коли $\Delta Z > 0$ – процес неможливий, а якщо $\Delta Z = 0$ – система знаходиться у рівновазі. Для процесу корозії металів при умові, що $P = \text{const}$ і $T = \text{const}$, використовують наступне рівняння:

$$\Delta Z_m = 4,575T \times \lg \frac{1}{P_{O_2} \times \frac{mn}{4}} + \Delta Z^0 \times m, \quad (3)$$

де P_{O_2} – парціальний тиск кисню, відповідно стану системи, атм;

m – число атомів металу в молекулі оксиду;

n – валентність металу;

$\Delta Z_m = -4,575 \lg K_p$ – стандартна зміна ізобарно-ізотермічного потенціалу, кал;

K_p – константа хімічної рівноваги.

Як правило, продуктами хімічної корозії металів є захисні плівки, завдяки чому відбувається гальмування корозійного процесу. Але захисну дію мають тільки суцільні плівки з щільною будовою. Суцільність плівки буде забезпечена, якщо об'єм оксиду є більшим ніж об'єм металу, що був використаний на цей процес. Коли ця умова не виконується, плівка не буде вкривати всю поверхню металу, а її будова буде пухкою. Це можна виразити таким співвідношенням:

$$\frac{V_{ок}}{V_{ме}} = \frac{M \times d_{ме}}{X \times d_{ок} \times A} < 1, \text{ плівка не має суцільності}; \quad (4)$$

$$\frac{V_{\text{ок}}}{V_{\text{ме}}} = \frac{M \times d_{\text{ме}}}{X \times d_{\text{ок}} \times A} > 1, \text{ плівка може бути суцільною}, \quad (5)$$

де $V_{\text{ок}}$ – об'єм оксиду;

$V_{\text{ме}}$ – об'єм металу, що був використаний;

M – молекулярна вага оксиду;

A – атомна вага металу;

$d_{\text{ок}}$ – густина оксиду;

$d_{\text{ме}}$ – густина металу;

X – число атомів металу в молекулі оксиду.

У реальних умовах захисні властивості навіть суцільних плівок можуть зменшитися внаслідок виникнення в них внутрішнього напруження, що призводить до їх руйнування. Наприклад, у плівок $V_{\text{ок}}/V_{\text{ме}} > 1$ захисні властивості відсутні. Граничною величиною, при якій ще зберігаються захисні властивості є $V_{\text{ок}}/V_{\text{ме}} = 2,5-3,0$, а при умові $1 < V_{\text{ок}}/V_{\text{ме}} < 2,5-3,0$ – плівки мають захисні властивості.

Для визначення величини швидкості корозії існують такі показники корозії:

- ваговий показник – характеризує зміну маси зразка внаслідок корозії за одиницю часу по відношенню до площі поверхні металу;
- об'ємний показник – характеризується об'ємом поглинутого газу за одиницю часу, віднесеного до площі поверхні металу;
- глибинний показник – характеризує зменшення товщини металу внаслідок корозії за одиницю часу.

Ваговий показник корозії поділяють на негативний і позитивний:

$$K_{\text{ваг}}^- = \frac{D_0 - D_1}{S_0 \times \tau}, \text{ г/м}^2 \cdot \text{год.}; \quad (6)$$

$$K_{\text{ваг}}^+ = \frac{D_2 - D_0}{S_0 \times \tau}, \text{ г/м}^2 \cdot \text{год.}, \quad (7)$$

де D_0 – початкова маса зразка, г;

D_1 – маса зразка після видалення продуктів корозії, г;

D_2 – маса зразка з продуктами корозії, г;

S_0 – площа поверхні зразка, м^2 ;

τ – час, за який протікав процес корозії, год.

Об'ємний показник корозії визначають за формулою

$$K_{об} = \frac{V_o}{S_0 \times \tau}, \text{ см}^3/\text{см}^2 \cdot \text{год.}, \quad (8)$$

де V_o – об'єм поглинутого газу, приведенного до нормальних умов ($T = 0^\circ\text{C}$,

$P = 760$ мм рт. ст.), см^3 ;

τ – час, за який протікав процес корозії, год.

Глибинний показник корозії використовують для порівняння металів з різною густиною і розраховують за формулою

$$\Pi = \frac{K_{\text{ваг}}^- \times 8,76}{\rho_{\text{ме}}}, \text{ мм/рік}, \quad (9)$$

де $\rho_{\text{ме}}$ – густина металу, г/см^3 .

Для оцінки корозійної стійкості використовують 10-тибальну шкалу корозійної стійкості, яка наведена в табл. 16.

Таблиця 16 – Шкала корозійної стійкості

№ п/п	Група стійкості	Швидкість корозії, мм/рік	Бали
1	Повністю стійкі	$< 0,001$	1
2	Дуже стійкі	$> 0,001$ до $0,005$ $> 0,005$ до $0,01$	2 3
3	Стійкі	$> 0,01$ до $0,05$ $> 0,05$ до $0,1$	4 5
4	Зниженої стійкості	$> 0,1$ до $0,5$ $> 0,5$ до $1,0$	6 7
5	Малостійкі	$> 1,0$ до $5,0$ $> 5,0$ до $10,0$	8 9
6	Нестійкі	$> 10,0$	10

Величини густини деяких металів наведені в табл. 17.

Таблиця 17 – Густина деяких металів

Метал	Густина, г/см ³	Метал	Густина, г/см ³
Магній	1,74	Цинк	7,14
Алюміній	2,7	Залізо	7,87
Хром	7,1	Мідь	8,94

Завдання 11. Встановити корозійну стійкість цинкового зразка площею S при температурі повітря T , коли до випробування зразок важив m_1 , а після випробування його вага склала m_2 . Вихідні дані для розрахунків наведені в табл. 18.

Таблиця 18 – Вихідні дані для завдання № 11

№ п/п	m_1 , г	m_2 , г	S_0 , см ²	τ , діб
1	42, 2171	42, 2190	30	10
2	42, 2165	42, 2180	33	15
3	42, 2152	42, 2160	39	18
4	42, 2135	42, 2140	40	20
5	42, 2131	42, 2125	52	25

Послідовність вирішення завдання:

- визначити позитивний показник корозії;
- визначити негативний показник корозії за формулою

$$K_{\text{ваг}}^- = K_{\text{ваг}}^+ \times \frac{A_{\text{ме}}}{A_{\text{O}_2}}, \quad (10)$$

де $A_{\text{ме}}$ і A_{O_2} – атомні маси відповідно цинку і кисню, г;

- визначити глибинний показник корозії.

Завдання 12. Знайти об'ємний показник корозії і оцінити корозійну стійкість міді в повітряному середовищі при температурі 700 °С. Мідний зразок з площею поверхні $L \times L$ см² після τ годин окислення при 700 °С поглинув об'єм кисню V см³ при нормальних умовах ($T = 0$ °С; $P = 760$ мм рт. ст.). Вихідні дані для розрахунків подані в табл. 19.

Таблиця 19 – Вихідні дані

№ п/п	Об'єм кисню, см ³	Розміри зразка, см	Час, год.
1	14,1	5 × 5	1,5
2	14,5	5 × 5	1,5
3	14,7	5 × 5	2,0
4	14,9	5 × 6	2,0
5	15,3	6 × 6	2,5
6	15,7	6 × 7	2,5
7	15,9	7 × 7	3,0
8	15,4	6 × 8	3,0
9	16,5	6 × 9	3,5
10	16,8	7 × 8	3,5

Послідовність вирішення завдання:

- знайти об'ємний показник корозії;
- розрахувати позитивний показник корозії:

$$K_{\text{ваг}}^{+} = K_{\text{об}} \times \frac{M_{\text{O}_2}}{V_o} 10^{-4}; \quad (11)$$

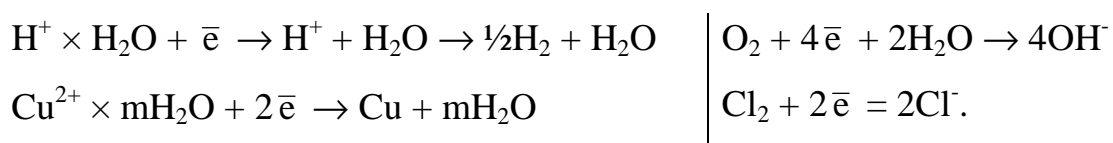
- визначити негативний показник корозії за формулою (8);
- визначити глибинний показник корозії;
- зробити висновок щодо корозійної стійкості металу.

3.2. Електрохімічна корозія металів

При електрохімічній корозії відбувається руйнування металу з виникненням електричного струму. Цей процес складається з таких стадій:

- анодний процес: $\text{Me} + m\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Me}^{n+} + m\text{H}_2\text{O} + \bar{e}$;
- катодний процес: $\text{D} + ne \rightarrow [\text{D} \times ne]$.

При електрохімічній корозії має місце процес кисневої деполяризації, який можна описати наступними рівняннями:



При електрохімічній корозії на катоді відбувається той процес, потенціал якого має більш позитивне значення.

Швидкість електрохімічної корозії оцінюють струмовим показником корозії, який показує анодну густину струму:

$$i = K_{\text{ваг}}^- \times \frac{n}{A} \times 2,68 \times 10^{-3}, \quad (12)$$

де i – струмовий показник корозії, А/см²;

$K_{\text{ваг}}^-$ – негативний ваговий показник корозії, г/м²·год.;

n – валентність іону металу;

A – атомна маса металу, г.

II. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Лабораторна робота № 1

«Моделювання хімічної корозії деяких видів будівельних матеріалів»

Одним з найпоширеніших видів хімічної корозії будівельних матеріалів є їх загальнокислотна корозія, що виникає при впливі на матеріали різних видів кислот як неорганічного, так і органічного походження. Швидкість цього виду корозії знаходиться в межах від 0,001 до 10 мм/рік. Критерієм оцінки нанесеного збитку є ваговий показник корозії, що визначається за формулою (6).

Для випробування вибирають зразки з гіпсу, портландцементу, мармуру, крейди, силікатної та керамічної цегли. Перед випробуванням всі зразки треба зважити і записати результати в табл. 24. Потім зразки занурюють у 20% розчин сірчаної і соляної кислот і витримують протягом 20 хв. Після цього їх виймають, промивають чистою водою, сушать до постійної маси і зважують вдруге. Всі дані заносять до табл. 20.

Таблиця 20 – Експериментальні дані з оцінки хімічної корозії

№ п/п	Вид матеріалу	Д ₀ , г	S ₀ , м	Д ₁ , г	Вид кислоти	K _{ваг}
1	Гіпсовий камінь					
2	Цементний камінь					
3	Мармур					
4	Крейда					
5	Силікатна цегла					
6	Керамічна цегла					

Після розрахунків зробити висновок щодо кислотостійкості будівельних матеріалів, які випробувались.

Контрольні запитання до лабораторної роботи № 1:

1. Назвати будівельні об'єкти, де переважає вплив загальнокислотної корозії.
2. У чому полягає механізм руйнування матеріалу під дією кислот?
3. Навести приклади первинного захисту будівельних матеріалів від загальнокислотної корозії.
4. Навести приклади вторинного захисту будівельних матеріалів від загальнокислотної корозії.

Лабораторна робота № 2

«Визначення водневого показника та окисно-відновлювального потенціалу проб води»

Кількісним показником активної реакції води (ступеня її кислотності або лужності) є величина концентрації в ній водневих іонів рН:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]. \quad (13)$$

Від величини рН залежить як протікання корозійних процесів у рідкому середовищі, так їх інтенсивність. За величиною рН, виходячи з умов формування природних вод їх (за даними А. І. Перельмана) поділяють на такі на чотири групи, які наведено в табл. 21.

Таблиця 21 – Групи води за даними А. І. Перельмана

№ п/п	Група води	Величина рН	Умови формування
1	Сильнокисла	< 3	HCl, SO ²⁻ , S
2	Кисла або слабкокисла	3-6,5	H ₂ CO ₃ , органічні кислоти
3	Нейтральна або слабколужна	6,5-8,5	Ca(HCO ₃) ₂
4	Сильнолужна	> 8,5	Na ₂ CO ₃

Для визначення ступеня агресивності води потрібно провести її хімічний аналіз, встановити бактеріальні складові, а також величини рН, Eh тощо.

Для визначення величини рН існує декілька методів: електрометричний (лабораторний) і польовий (за допомогою спеціальних індикаторів).

При електрометричному методі використовують прилад рН-метр (потенціометр) -150, загальна схема якого наведена на рис. 1.

Прилад має два електроди: скляний для вимірювання і каломельний – порівняльний. Каломельний електрод являє собою скляну ємність зі ртуттю (чиста каломель – HgCl₂) і розчин KCl. Як провідник використовують платиновий дротик. Це складна конструкція, при роботі з якою слід додержуватися правил безпеки. Підготовку приладу до роботи проводять за допомогою буферних розчинів з відомими значеннями рН. Потім в лабораторні стакани наливають проби води і в кожний по черзі занурюють електроди. Після випробування кожної проби води електроди треба промивати дистильованою водою і висушувати фільтрувальним папером. Величину рН встановлюють за шкалою приладу. Схема вимірювання величини рН наведена на рис. 2.

Крім визначення величини рН на приладі рН-150 можна вимірювати також показник Eh (схема наведена на рис. 3).

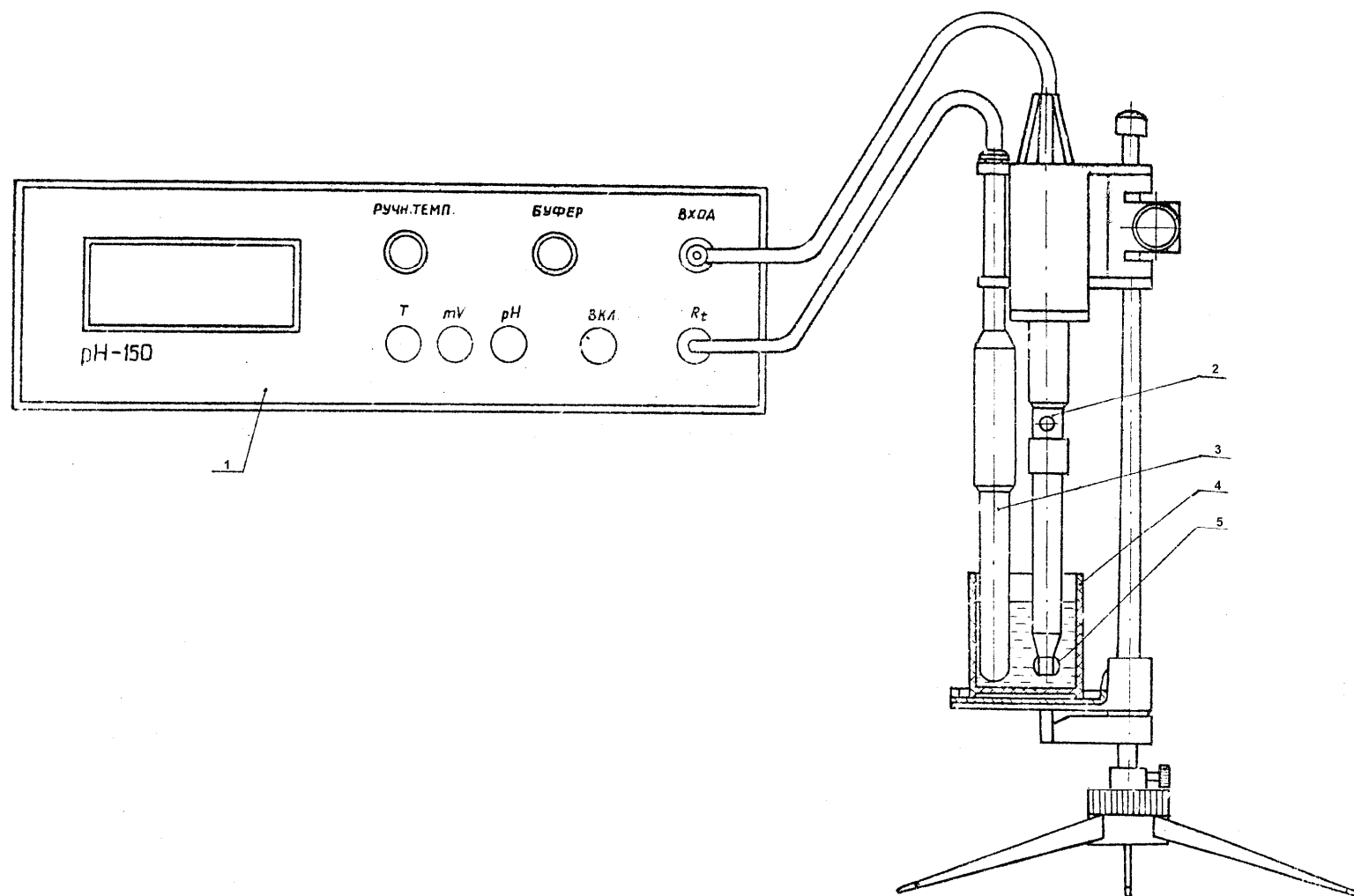


Рис. 1 – Схема приладу рН-150:

1 – перетворювач; 2 – допоміжний електрод; 3 – термокомпенсатор;
4 – склянка з розчином, який випробовують; 5 – вимірювальний електрод

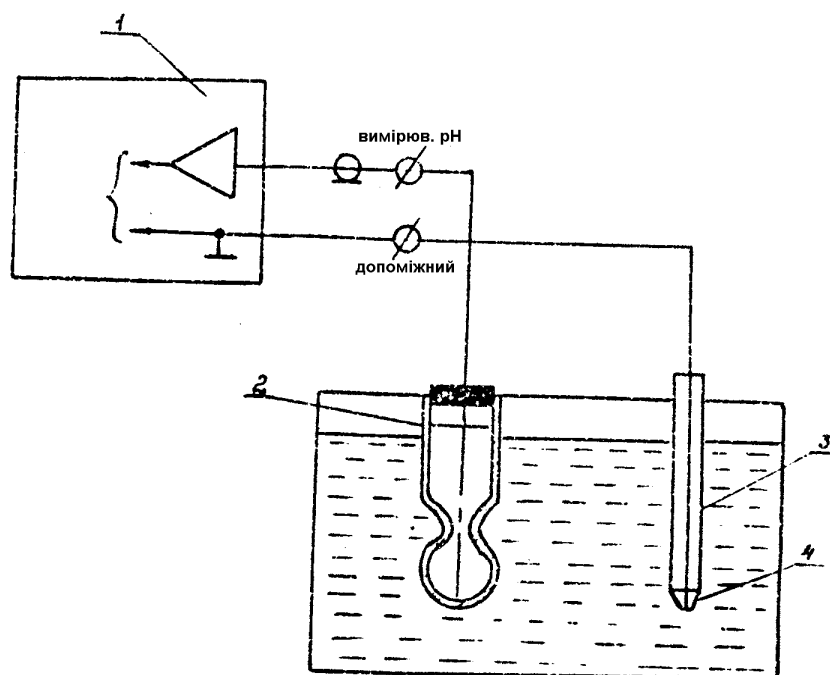


Рис. 2 – Схема визначення рН:

1 – перетворювач; 2 – скляний вимірювальний електрод;
3 - допоміжний електрод; 4 – електричний ключ

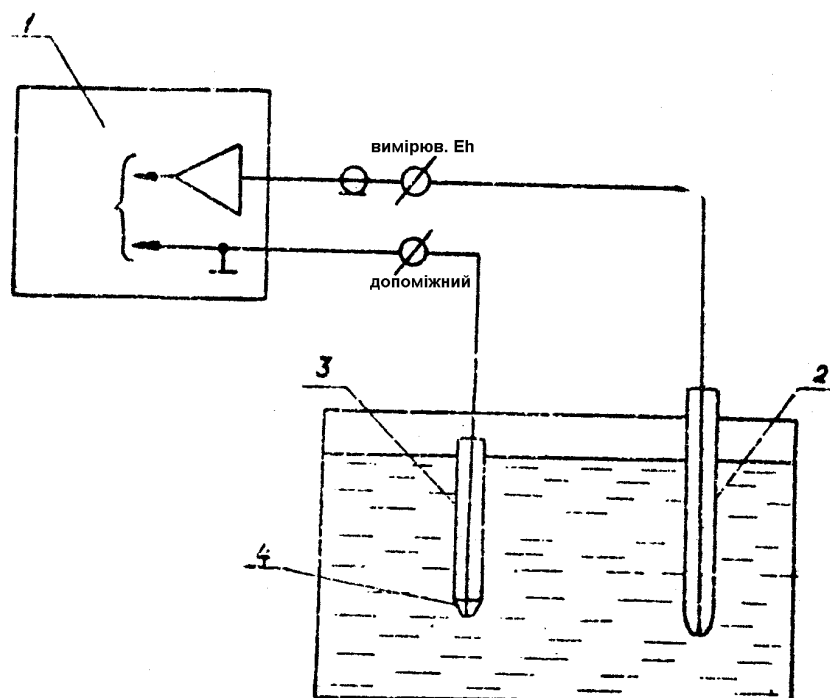


Рис. 3 – Схема визначення Eh:

1 – перетворювач; 2 – редоксметричний вимірювальний електрод;
3 – допоміжний електрод; 4 – електричний ключ

При польовому методі використовують універсальний індикаторний папір. Принцип цього методу полягає в зміні кольору індикаторного паперу залежно від величини рН. Для визначення величини рН смужку такого паперу після занурення в середовище, яке досліджують, порівнюють з кольоровими смужками еталону. За кольором на еталоні і визначають величину рН. Дані, отримані при випробуванні різних проб води заносять до табл. 22.

Таблиця 22 – Результати визначення рН води

№ проби	Величина рН (за електро-метричним методом)	Індикаторний метод	
		колір паперу	рН
1			
2			
3			

Контрольні запитання до лабораторної роботи № 2.

1. Дати класифікацію природних рідких середовищ.
2. Які основні показники стічних вод характеризують їх ступінь агресивності?
3. Дати характеристику показнику рН.
4. Як величина рН характеризує агресивність води?
5. Назвати методи визначення рН.

Лабораторна робота № 3

«Моделювання процесів електрохімічної корозії»

На практиці електрохімічна корозія виникає при умові контакту металу з розчинами електролітів, тобто середовищ, які є іонними провідниками електричного струму, наприклад водні розчини солей або кислот. При цьому виникає ЕРС (електрорушійна сила), яка прямо пропорційно залежить від величини стандартного електродного потенціалу металу. Величини стандартних електродних потенціалів деяких металів наведені в табл. 23.

Таблиця 23 – Величини стандартних електродних потенціалів

Реакція	Величина потенціалу E_0 , В
$Al^{3+} + 3e^- \leftrightarrow Al$	-1,65
$Zn^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Zn$	-0,65
$Fe^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Fe$	-0,44
$Cu^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Cu$	+0,34

Для моделювання такого процесу використовують декілька середовищ:

- водяний розчин соляної кислоти (pH = 4-5);
- водяний розчин хлористого натрію (pH = 8-9).

Як об'єкт корозії вибрані наступні металеві зразки із сталі (Ст-3 та Ст-20Х), міді, алюмінію і цинку.

Зразки з'єднують парами за допомогою дротів:

- 1 пара: Ст-3 – Ст-20Х;
- 2 пара: Ст-3 – мідь;
- 3 пара: Ст-3 – алюміній;
- 4 пара: Ст-3 – цинк.

Виводи дротів підключають до гальванометра. Потім послідовно занурюють пари металів до приготовлених розчинів і заміряють величину ЕРС. Схема експерименту подана на рис. 4.

Дані, отримані при випробуваннях, необхідно занести в табл. 24.

Таблиця 24 – Експериментальні дані, отримані в лабораторній роботі № 3

№ п/п	Пари металів	Показник гальванометра	
		у розчині HCl	у розчині NaCl
1	Ст-3 – Ст-20Х		
2	Ст-3 – Cu		
3	Ст-3 – Al		
4	Ст-3 – Zn		

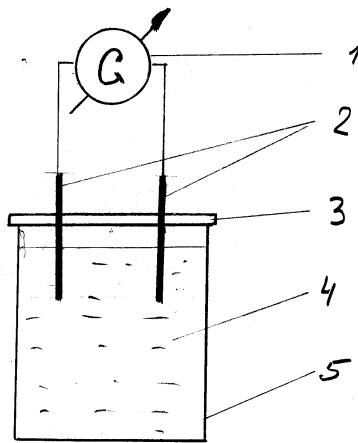


Рис. 4 – Схема моделювання електрохімічної корозії металів:

1 – гальванометр; 2 – зразки металів; 3 – ізолююча кришка;
4 – розчин електроліту; 5 – лабораторний стакан.

Лабораторна робота № 4

«Дослідження агресивності експлуатаційних середовищ»

Для моделювання і дослідження процесів корозії металів у різних експлуатаційних середовищах була застосована модель корозійного елемента. Така модель складається з 20 мідних і 20 залізних пластин розміром $40 \times 20 \times 0,5$ м, ізольованих одна від однієї і закріплених між собою у батарею, торець такої батареї відшліфовано. Через виводи дротів модель корозійного елемента з'єднана з гальванометром. Для проведення випробувань використовували три види експлуатаційних середовищ: ґрунт, зволожений 50%-ним розчином NaCl, 50%-ний розчин NaCl кімнатної температури ($\sim 20^\circ\text{C}$) та той же розчин NaCl, доведений до температури кипіння ($\sim 100^\circ\text{C}$). Модель корозійного елемента доводили до контакту з кожним з цих середовищ.

Схема випробування наведена на рис. 5.

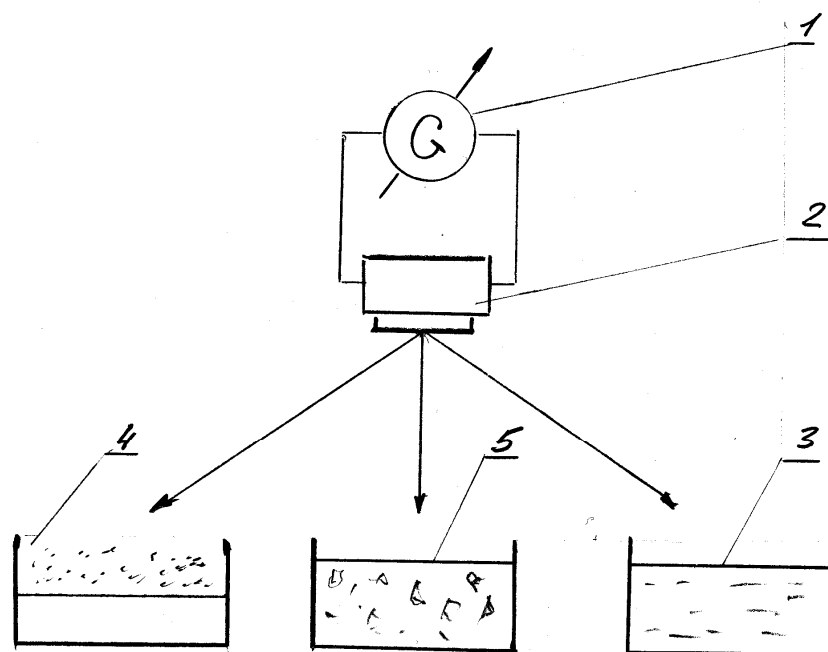


Рис. 5 – Схема дослідження агресивності експлуатаційних середовищ:

1 – гальванометр; 2 – модель корозійного елемента;
3, 4, 5 – ємкості із середовищами

Порівняльні показники, що характеризують агресивність різних експлуатаційних середовищ, фіксують за відхиленням стрілки гальванометра і заносять до табл. 25.

Таблиця 25 – Дані експерименту лабораторної роботи № 4

Вид експлуатаційного середовища	Показання гальванометра	Висновки
газоповітряне		
рідке		
тверде		

Контрольні запитання до лабораторних робіт № 3, 4:

1. Від яких факторів залежить ступінь агресивності експлуатаційного середовища?
2. Які види рідких середовищ відносять до електролітів?
3. У чому полягає суть катодного захисту металів?

Лабораторна робота № 5

«Вибір захисту будівельних матеріалів від впливу радіоактивного та нейтронного випромінювань»

Територія України розташована на кристалічному щиті з наявністю великих родовищ гірських порід, наприклад, граніту, лабрадориту, габро, мармуру, вапняку тощо, що містять природні радіонукліди. Ці гірські породи використовуються як мінеральна сировина для виготовлення більшості неорганічних будівельних матеріалів. Радіоактивність будівельних матеріалів обумовлена природними довгоіснуючими радіонуклідами, переважно радієм-226, торієм-232 і калієм-40. Це супроводжується виникненням значної кількості питомої активності природних радіонуклідів (ПРН) на поверхню і підвищенням дози γ -випромінювання в районах розробок. Крім того треба враховувати наявність радіоактивності у промислових відходах та техногенних продуктах, що активно застосовуються в будіндустрії, бо вони, як правило, більш радіоактивно небезпечні ніж природні матеріали. Дані про радіоактивність деяких будівельних матеріалів наведені в табл. 26.

Таблиця 26 – Радіоактивність деяких будівельних матеріалів України

Будівельний матеріал	Питома активність радіонуклідів, Бк/кг			
	радій-226	торій-232	калій-40	$A_{\text{еф}}$
Глина	41,0	78,0	574,0	204,0
Пісок	12,0	33,0	165,0	68,0
Щебінь	36,0	79,3	971,0	223,0
Гранітний відсів	43,0	118,2	1171,0	297,3
Вапно	58,0	44,0	139,0	127,0
Гіпс	38,0	8,0	194,0	65,0
Бетон	25,0	36,0	380,0	106,0
Цегла	44,0	51,0	704,0	171,0
Плитка керамічна	89,0	102,0	680,0	280,0
Гравій керамічний	37,0	28,0	658,0	130,0

Ефективна сумарна питома активність природних радіонуклідів ($A_{\text{еф}}$) є основною характеристикою радіоактивності будівельних матеріалів. Її величину визначають як виважену суму питомої активності радію-226 (A_{Ra}), торію-232 (A_{Th}) і калію (A_{K}) за формулою

$$A_{\text{еф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31A_{\text{Th}} + 0,085A_{\text{к}}, \text{ Бк/кг}, \quad (14)$$

де 1,31 і 0,085 – відповідно коефіцієнти активності торію-232 і калію-40 щодо радію-226.

За величиною ефективної сумарної питомої активності будівельні матеріали поділяють на класи, за якими визначають можливі області їх використання (табл. 27).

Таблиця 27 – Класи будівельних матеріалів за $A_{\text{еф}}$

Клас	$A_{\text{еф}}$, Бк/кг	Галузі використання
I	$He > 370$	Для всіх видів будівництва без обмежень.
II	370-740	Для об'єктів дорожнього і промислового будівництва.
III	740-1350	Для об'єктів промислового призначення, де виключається перебування людей; для об'єктів дорожнього призначення поза населеними пунктами; для об'єктів дорожнього призначення в межах населених пунктів за умови покриття шаром ґрунту або іншого матеріалу завтовшки не менше 0,5 м.

Будівельні об'єкти поділяють на дві категорії: обов'язкового й рекомендованого радіаційного контролю. Обов'язковому контролю підлягають деякі види матеріалів: природного походження (піски, глини, гравій, крейда, сланці, технічна вода); штучного походження (заповнювачі всіх видів, в'язучі речовини), арматура і конструкційна сталь; відходи промислового виробництва (золи, шлаки, пуста порода та ін.). До об'єктів рекомендованого радіаційного контролю відносять будівельні вироби і конструкції, оздоблювальні матеріали і вироби.

Підприємства, які видобувають сировину або виготовляють будівельні матеріали, що підлягають обов'язковому радіаційному контролю, повинні на кожну партію поставки своєї продукції видавати паспорт радіаційної якості з визначеним класом за величиною $A_{\text{еф}}$. Якщо будівельні матеріали мають величину $A_{\text{еф}} > 1350$ Бк/кг, то питання про можливі сфери використання їх у будівництві вирішується в кожному випадку окремо з дозволу Міністерства охорони здоров'я України.

Процеси корозії, тобто руйнування будівельних матеріалів під дією радіоактивного випромінювання пов'язані із змінами їх структури і властивостей, насамперед міцності, густини тощо. На жаль природа цього явища повністю ще не вивчена. Здатність послабляти радіаційне й нейтронне випромінювання мають багато природних і штучних матеріалів, але з часом (години, роки) вона послаблюється, або й зовсім зникає. Це залежить від хімічних та фізичних властивостей матеріалу і характеризується радіаційною стійкістю. Радіаційна стійкість – властивість матеріалу протистояти дії радіоактивного випромінювання в часі, яке змінює його структуру і властивості. Ступінь захисту залежить від виду випромінювання, природи захисного матеріалу і товщини огорожувальної конструкції. У першу чергу необхідно захищати від γ -променів й потоків нейтронів матеріали та конструкції споруд атомної енергетики, деяких науково-дослідних і лікувально-профілактичних установ. Для захисту від радіоактивних випромінювань застосовують матеріали з великою густиною, наприклад, свинець, барит, важкі бетони на спеціальних видах в'язучих із заповнювачами з металевих рудних матеріалів. На об'єктах, де мають вплив ще й високі температури, використовують алюмобарієвий цемент і бетон на його основі й бетони на основі рідкоземельних елементів. Для захисту від нейтронного випромінювання застосовують матеріали, які містять велику кількість хімічно зв'язаної води, наприклад, гідратні бетони.

Для порівняння радіаційно-захисних властивостей матеріалів введено термін «товщина шару подвійного послаблення», який показує товщину шару захисного матеріалу, що забезпечує послаблення радіоактивного випромінювання удвічі порівняно з початковим.

ІІІ. ЗАПИТАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Для самостійної роботи студенти повинні за основу брати лекційний курс дисциплін. Але кількість годин аудиторних занять мають обмежені можливості. Тому треба використовувати додатковий теоретичний матеріал, який спрямований за окремими темами. Для цього необхідно застосовувати літературу, яка додається списком у даних методичних вказівках. Для кращого засвоєння матеріалу треба ознайомитись з нижченаведеними запитаннями і спробувати на відповіді на них. Ці запитання охоплюють основні теоретичні теми дисципліни й дозволяють студентам самостійно знаходити відповіді й спрямовують їх до творчого мислення.

Запитання до 1 змістового модуля

«Характеристика експлуатаційних середовищ та хімічна корозія»

1. Перелічіть властивості, що забезпечують довговічність будівельних матеріалів.
2. Які фактори враховують при проектуванні довговічних матеріалів?
3. Наведіть фактори, що призводять до фізичної корозії.
4. До яких наслідків призводить фізична корозія?
5. Яким будівельним об'єктам або конструкціям притаманна корозія, викликана циклічними нагріванням і охолодженням?
6. Від чого залежать температурні деформації бетонів?
7. Який механізм фізичної корозії внаслідок циклічного насичення водою та висихання?
8. Механізм морозного руйнування бетону.
9. Вплив структури бетону на його морозостійкість.
10. Принципи проектування морозостійкого бетону.
11. Як впливає присутність солей при циклічному заморожуванні й розморожуванні бетону?
12. Як призначають марку за морозостійкістю для бетонів?
13. Заходи підвищення морозостійкості бетонів.

14. Причини виникнення сольової фізичної корозії.
15. Механізм протікання сольової фізичної корозії.
16. Заходи захисту від сольової фізичної корозії.
17. Механічний знос будівельних матеріалів, як різновид фізичної корозії.
18. Перелічіть види рідких середовищ, в яких слугують будівельні матеріали.
19. Наведіть основні характеристики рідких середовищ, які враховують при оцінці їх агресивності.
20. Характеристика природних поверхневих вод.
21. Характеристика природних підземних вод.
22. Характеристика стічних і промислових вод.
23. Наведіть приклади складових газоповітряних середовищ.
24. Які показники треба врахувати при будівництві об'єкта для оцінки газоповітряного середовища?
25. Як оцінити ступінь агресивності газоповітряного середовища?
26. Наведіть приклади твердих середовищ, де слугують будівельні матеріали.
27. Як оцінити ступінь агресивності твердого середовища?
28. Дайте класифікацію хімічної корозії будівельних матеріалів.
29. Механізм корозії вилуговування.
30. Наведіть приклади первинного захисту від корозії вилуговування.
31. Наведіть приклади вторинного захисту від корозії вилуговування.
32. Механізм протікання вуглекислотної корозії.
33. Заходи захисту від вуглекислотної корозії.
34. Механізм протікання сірчаноокислої корозії.
35. Заходи захисту від сірчаноокислої корозії.
36. Механізм протікання магнезійної корозії.
37. Заходи захисту від магнезійної корозії.
38. Механізм корозійної дії органічних кислот.
39. Способи захисту від дії органічних кислот.
40. Механізм корозії у лужних середовищах.
41. Способи захисту бетону від дії лугів.

Запитання до 2 змістового модуля

«Корозія металів»

1. У чому особливість корозії залізобетону?
2. Від чого залежить швидкість корозії арматури залізобетону?
3. Перелічіть умови протікання електрохімічної корозії залізобетону.
4. Чим пояснюється пасивність арматури в новому залізобетоні?
5. Поясніть механізм протікання електрохімічної корозії залізобетону.
6. Що сприяє протіканню анодного процесу арматури?
7. Особливості катодного процесу арматури.
8. Як пасивність металу залежить від величини потенціалу?
9. Як склад оксидних плівок арматури впливає на процес корозії залізобетону?
10. Назвіть критичні значення рН, при яких ще зберігається пасивність арматури.
11. Що є мірою швидкості електрохімічної корозії?
12. Як нестабільність фізико-хімічних властивостей бетону в залізобетоні впливає на процеси електрохімічної корозії?
13. Яка роль інгібіторів? Наведіть приклади.
14. Наведіть способи захисту арматури в залізобетоні.
15. Як впливає температура на процеси корозії залізобетону?
16. Наведіть приклади контракційних пар при корозії залізобетону.
17. Заходи захисту залізобетону від електрохімічної корозії.
18. Наведіть приклади об'єктів із залізобетону, які підпадають під вплив блукаючого струму.
19. Якими показниками оцінюють корозійний стан залізобетонних споруд, які підпадають під вплив блукаючого струму.
20. За якими складовими залізобетону протікає струм і чому? Де анод і катод?
21. При яких умовах в залізобетонних конструкціях струм протікає по тілу бетону? До чого це призводить?
22. У чому полягає механізм протікання електрокорозії залізобетону?
23. Наведіть заходи захисту залізобетону від електрокорозії.
24. Наведіть види металоконструкцій, в яких може виникати електрохімічна корозія.

25. Механізм протікання електрохімічної корозії сталі.
26. У чому полягає процес поляризації?
27. Які внутрішні фактори впливають на швидкість корозії металів?
28. Які зовнішні фактори впливають на швидкість корозії металів?
29. Назвіть причини виникнення атмосферної корозії металів.
30. Особливості корозії металів у морському повітрі.
31. Захист металів від атмосферної корозії.
32. Причини виникнення підземної корозії металів.
33. Які фактори визначають інтенсивність підземної корозії металів.
34. Способи захисту металів від підземної корозії.
35. Особливості корозії металів у рідких середовищах.
36. Якими показниками характеризується агресивність води до металів?
37. Порівняйте ступінь агресивності води малої і великої жорсткості на метали.
38. Наведіть методи захисту металів від корозії в рідких середовищах.
39. Дайте характеристику анодних і катодних інгібіторів.
40. Механізм газової корозії металів.
41. Що таке процес знезуглерожування, як цьому протистояти?
42. Методи захисту металів від газової корозії.
43. Дайте визначення жаростійкості й жароміцності?
44. Чи підлягають метали корозії в середовищі неелектролітів?
45. Які домішки нафтопродуктів призводять до корозії металів?
46. Назвіть методи захисту металів від корозії в неелектролітах.
47. У чому полягає принцип катодного захисту металів?
48. У чому полягає принцип протекторного захисту металів?

Запитання до 3 змістового модуля

«Біокорозія будівельних матеріалів»

1. Які будівельні об'єкти зазнають ураження біокорозією?
2. Назвіть зовнішні ознаки біокорозії.

3. Назвіть фактори, що сприяють розвитку біокорозії.
4. В чому полягає механізм біокорозії, яка викликана мікроорганізмами?
5. У чому полягає механізм протікання біокорозії, яка викликана впливом діні-тріфікуючих бактерій?
6. У чому полягає механізм протікання біокорозії, яка викликана впливом азо-тфіксуючих бактерій?
7. У чому полягає механізм протікання біокорозії, яка викликана впливом уро-літичних бактерій?
8. У чому полягає механізм протікання біокорозії, яка викликана впливом тіо-нових бактерій?
9. Як пори року впливають на розвиток процесів біокорозії?
10. Особливості протікання біокорозії в трубах?
11. Наведіть методи пасивного захисту від біокорозії?
12. Наведіть методи активного захисту від біокорозії?
13. Особливості протікання біокорозії в градирнях.
14. Навести способи боротьби з біокорозією на підприємствах харчової промисло-вості?
15. Наведіть об'єкти ураження біокорозією на підприємствах харчової промисло-вості.
16. У чому полягає небезпека стічної води харчової промисловості?
17. Наведіть приклади біостійких будівельних матеріалів, які застосовують на підприємствах харчової промисловості.
18. Наведіть заходи захисту будівельних матеріалів, які застосовують на підпри-ємствах харчової промисловості.
19. Поясніть принцип впливу гідрофобізаторів на будівельні матеріали.
20. Дайте класифікацію гідроізоляційних будівельних матеріалів.
21. Які компоненти полімерних будівельних матеріалів зазнають руйнування під впливом біокорозії?
22. Охарактеризуйте механізм біокорозії полімерних матеріалів.
23. Назвіть зовнішні признаки біокорозії полімерних матеріалів.

24. Наведіть заходи захисту полімерних матеріалів від біокорозії.
25. У чому полягає біокорозія герметиків і їх захист.
26. Назвіть види лакофарбової продукції, які зазнають руйнуючу дію біокорозії.
27. Наведіть приклади прямого і непрямого ураження лакофарбових матеріалів біокорозією.
28. Наведіть заходи захисту лакофарбових матеріалів від біокорозії.
29. Назвіть умови, що викликають біокорозію деревини.
30. Зовнішні ознаки біокорозії деревини.
31. Назвіть види грибів, які уражають будівельну деревину, які види уражень це викликає.
32. У чому полягає механізм руйнування деревини грибами?
33. Назвіть комах, які уражають будівельну деревину.
34. Назвіть заходи захисту деревини від біокорозії.
35. Назвіть конструкційні заходи захисту деревини від біокорозії.
36. При яких умовах конденсується волога в деревині, які її різновиди?
37. Наведіть приклади систематичної конденсації вологи в деревних конструкціях?
38. Як запобігти зволоженню деревини при влаштуванні з неї підлоги?
39. У чому полягає хімічний захист деревини.
40. Назвіть вимоги до антисептиків.
41. Що таке пестициди, для чого їх застосовують?
42. Наведіть види пестицидів.
43. Яка кількість пестицидів називається бактерицидною?
44. Яка кількість пестицидів називається бактеріостатичною?
45. У чому полягає комплексний захист деревини і конструкцій з неї?

IV. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Для виконання контрольної роботи студентами-заочниками необхідно ознайомитись з теоретичним курсом за допомогою конспекту лекцій з даної дисципліни. Розв'язати задачі, які викладені у розділах методичних вказівок (номер табличних даних повинен відповідати останній цифрі номера залікової книжки студента) й відповісти на теоретичне запитання. Схеми розв'язання задач надає викладач на установчих лекціях. Нижче наведено три десятка теоретичних запитань, які охоплюють всі основні теми даної дисципліни. Запитання до контрольної роботи видає викладач.

1. Вимоги до будівельних матеріалів для забезпечення їх довговічності.
2. Класифікація руйнівних факторів будівельних матеріалів і конструкцій.
3. Характеристика бетону і залізобетону як об'єкта корозії.
4. Корозійна стійкість залізобетонних конструкцій в агресивному промисловому середовищі.
5. Різновиди фізичної корозії будівельних матеріалів.
6. Характеристика природних і промислових рідких агресивних середовищ відносно бетонних конструкцій.
7. Характеристика твердих агресивних середовищ відносно бетонних і металевих конструкцій.
8. Корозія і захист арматури в залізобетонних конструкціях.
9. Атмосферна корозія у промислово-цивільному будівництві.
10. Фізико-хімічні процеси протікання хімічної корозії бетону і залізобетону.
11. Принцип дії інгібіторів для захисту будівельних конструкцій від корозії.
12. Класифікація видів хімічної корозії бетону і механізм її протікання.
13. Магнезіальна корозія бетону і способи захисту від неї.
14. Електрохімічна корозія арматури в залізобетонних конструкціях та захист від неї.
15. Електрокорозія бетону та залізобетону. Методи захисту.

- 16.Корозія залізобетонних конструкцій у нафтохімічної промисловості.
- 17.Корозія і захист арматури залізобетонних трубопроводів.
- 18.Способи забезпечення довговічності залізобетонних конструкцій при реконструкції.
- 19.Проектування захисту металевих будівельних конструкцій від корозії.
- 20.Антикорозійний захист металевих конструкцій.
- 21.Діагностика пошкоджень і методи відновлення експлуатаційних властивостей будівельних матеріалів і конструкцій.
- 22.Способи боротьби з біокорозією конструкцій з деревини.
- 23.Гідрофобізація – як засіб захисту від біокорозії.
- 24.Захист устаткування від біопошкодження у харчовій промисловості.
- 25.Корозія полімерних і гумових будівельних матеріалів і виробів.
- 26.Види біопошкоджень промислової продукції будівельного призначення.
- 27.Протикорозійні покриття в будівництві.
- 28.Класифікація і властивості антикорозійних лакофарбових покриттів.
- 29.Механізм дії біогенних видів корозії.
- 30.Захисна дія антикорозійних ґрунтовок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

для вивчення дисципліни та виконання контрольної роботи

1. Москвин В. М. и др. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М., 1980.
2. Бабушкин В. И. Защита строительных конструкций от коррозии, старения и износа. – Харьков, 1989.
3. Чехов А. П., Глущенко В. М. Захист будівельних конструкцій від корозії. – К., 1994.
4. Сафрончик В. І. Захист від корозії будівельних конструкцій і технологічного устаткування. – Л., 1988.
5. Игнатьев Г. А., Михайлова А. А. Защита техники от коррозии, старения и био-повреждений. Справочник. – М., 1987.
6. Чернявський В. Л. Підвищення антикорозійних властивостей бетону. – К., 1983.
7. Коррозия. Справочник под ред. Л. Л. Шрайдера. – М., 1981.
8. Балалаев Г.А.и др. Производство антикоррозионных работ в промышленном строительстве. – М., 1973.
9. Герасимов В. В. Прогнозирование коррозии металлов. – М., 1989.
10. Юхневич Р. и др. Техника борьбы с коррозией. – Л., 1978.
11. Полак А. Ф. Физико-химические основы коррозии железобетона. – Уфа, 1982.
12. Шнейдерова В.В. Исследование проницаемости лакокрасочных покрытий в агрессивных средах. – Труды НИИЖБ. – М., 1977, № 23.
13. Бланчик Р., Занова В. Микробиологическая коррозия. – М.: Химия, 1965.
14. Горшин С. Н. Экологические аспекты биоразрушений и меры защиты деревянных конструкций. – М.: Стройиздат, 1984.
15. Штарк И., Вихт Б Долговечность бетона. – К.: Оранта, 2004.

Навчальне видання

Кондращенко Олена Володимиріна

Баранова Анна Андріївна

**КОРОЗІЯ І ЗАХИСТ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ
ТА КОНСТРУКЦІЙ**

Методичні вказівки
для виконання практичних занять, лабораторних,
самостійної та контрольної робіт з дисципліни

для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-
кваліфікаційного рівня спеціаліст галузі знань 0601 «Будівництво та
архітектура» напряму підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво»

Редактор М. З. Аляб'єв
Комп'ютерне верстання Г. О. Павлова

План 2010, поз. 39 М

Підп. до друку 15.02.2010 р.
Друк на ризографі.
Тираж 50 пр.

Формат 60×84 1/16
Ум. друк. арк. 1,7
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК № 731 від 19.12.2001 р.