

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Ю.В. Борисенко

**Матеріали сучасної техніки та захист від
руйнування**

Навчальний посібник

Київ КНУТД 2016

УДК 621.35:620.193(075.8)

ББК 24.57

Б 82

Рекомендовано Вченою Радою Київського національного
університету технологій та дизайну як навчальний посібник
для самостійної роботи студентів напрямку 6.051301 «Хімічна технологія»
спеціальності «Технічна електрохімія»
(протокол № від березня 2015)

Рецензенти:

Ниркова Л.І. – канд. хім. наук, ст.н.с. групи корозійних випробувань
відділу №28 Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Усенко Н.І. – канд. хім. наук, доцент кафедри фізичної хімії Київського
Національного університету ім. Т. Шевченка.

Борисенко Ю. В.

Б 82 Матеріали сучасної техніки та захист від руйнування : навчальний
посібник / Ю. В. Борисенко. – К. : КНУТД, 2016. – 111 с.

ISBN

В навчальному посібнику приділяється велика увага самостійній роботі студентів. Зважаючи на специфічність дисципліни, яка включає в себе не тільки розділи по корозії металів та захисту від неї, але й елементи матеріалознавства, створення допоміжної літератури з дисципліни «Матеріали сучасної техніки та захист від руйнування» є актуальним, бо сприятиме кращому засвоєнню теоретичного матеріалу дисципліни.

В посібнику міститься теоретичний матеріал для самостійного опрацювання з усіх розділів дисципліни. Велика увага приділяється сучасним композитним матеріалам та сплавам різного призначення, їх стійкості до корозійного руйнування. Наведено теоретичні відомості про хімічну та електрохімічну корозію металів і сплавів, а також методи боротьби з нею. Після кожної теми наведено контрольні питання для кращого засвоєння матеріалу, а також тестові питання для підсумкового контролю з дисципліни.

УДК 621.35:620193(075.8)
ББК 24.57

ISBN _____

© Ю. В. Борисенко, 2016
© КНУТД, 2016

Матеріали сучасної техніки та захист від руйнування

Зміст

	Передмова	5
	Рекомендована література	6
Тема 1.	Матеріали сучасної техніки	7
1.1.	Полімерні матеріали	7
1.2.	Композиційні матеріали, властивості, стійкість до руйнування	10
1.2.1.	Структура композиційних матеріалів	11
1.2.2.	Полімерні композиційні матеріали (ПКМ)	11
1.2.3.	Композиційні матеріали з металевою матрицею	15
1.2.4.	Композиційні матеріали на основі кераміки	16
	Контрольні питання до теми 1	16
Тема 2.	Сучасні сплави, їх властивості та застосування	17
2.1.	Сплави, одержання, загальні властивості, класифікація	17
2.2.	Залізні сплави	17
2.2.1.	Маркування сталей	18
2.3.	Алюмінієві сплави	22
2.4.	Магнієві сплави	22
2.5.	Мідні сплави	23
2.6.	Кобальтові сплави	23
2.7.	Нікелеві сплави	23
2.8.	Титанові сплави	23
2.9.	Ніобієві сплави	24
2.10.	Вольфрамові сплави	24
2.11.	Танталові сплави	24
2.12.	Бабіти	24
2.13.	Інші сплави	24
	Контрольні питання до теми 2	25
Тема 3.	Поняття про корозію металів, класифікація корозійних процесів	25
3.1.	Корозія металів, загальні відомості	25
3.2.	Класифікація корозійних процесів	27
	Контрольні питання до теми 3	29
Тема 4.	Показники швидкості корозії	30
	Контрольні питання до теми 4	33
Тема 5.	Хімічна корозія металів	33
5.1.	Газова корозія	33
5.2.	Термодинаміка процесу газової корозії	33

5.3.	Вплив температури і складу газового середовища на швидкість корозії металів	35
5.4.	Плівки на металах, їх класифікація та захисні властивості	36
5.5.	Закони росту плівок на металах	37
5.5.1.	Ріст пористої (незахисної) плівки	37
5.5.2.	Ріст суцільної (захисної) плівки	39
5.6.	Напруги в захисних плівках та їх руйнування	43
	Контрольні питання до теми 5	44
Тема 6.	<i>Захист від газової корозії</i>	45
6.1.	Жаростійке легування	45
6.2.	Захисні металічні та неметалічні покриття	46
6.2.1.	Металічні покриття	46
6.2.2.	Неметалічні покриття	46
6.2.3.	Покриття з тугоплавних сполук	47
6.2.4.	Металокерамічні покриття	47
6.3.	Захисні або контрольовані атмосфери	47
6.3.1.	Захисні атмосфери, застосовувані для деяких металів та сплавів	47
6.3.2.	Захисні атмосфери для сталей	48
	Контрольні питання до теми 6	49
Тема 7.	<i>Електрохімічна корозія металів</i>	49
7.1.	Корозійні гальванічні елементи	49
7.2.	Поляризація електродних процесів та її причини	51
7.3.	Вторинні процеси і продукти електрохімічної корозії металів	56
7.4.	Корозійний процес з водневою деполяризацією	57
7.4.1.	Методи боротьби з корозією з водневою деполяризацією	60
7.5.	Корозійний процес з кисневою деполяризацією	60
	Контрольні питання до теми 7	63
Тема 8.	<i>Захист металів від електрохімічної корозії</i>	63
8.1.	Легування	64
8.2.	Обробка корозійного середовища	64
8.3.	Кількісна характеристика дії інгібіторів	65
8.4.	Захисні покриття	66
8.5.	Електрохімічний захист	67
8.5.1.	Катодний захист	67
8.5.1.1.	Катодний протекторний захист	69
8.5.1.2.	Катодний захист зовнішнім струмом	70
8.5.2.	Анодний захист	71
8.6.	Раціональне конструювання	72
8.7.	Атмосферна корозія та захист від неї	73

8.8.	Корозія при нерівномірній аерації та захист від неї	76
8.9.	Морська корозія та захист від неї	78
8.10.	Корозія під дією мадрівних струмів та захист від неї	82
	Контрольні питання до теми 8	84
	Підсумковий контроль за темами 1-8	85
	ДОДАТКИ	96
	<i>Таблиця 1.</i> Хімічна стійкість та застосовуваність еластомерів в різних середовищах	96
	<i>Таблиця 2.</i> рН побутових речовин, матеріалів та продуктів Електрохімічний ряд напруг металів	99 100
	<i>Таблиця 3.</i> Стандартні електродні потенціали деяких окисно-відновних систем	100
	<i>Таблиця 4.</i> Стандартні електродні потенціали	102
	<i>Таблиця 5.</i> Розчинність кисню в прісній воді	102
	<i>Таблиця 6.</i> Розчинність кисню в солоній (морській) воді (солоність ~ 35 г/кг води)	103
	<i>Таблиця 7.</i> Десятибальна шкала корозійної стійкості металів	103
	<i>Таблиця 8.</i> Сумісність металів та сплавів (оцінка ризику гальванічної корозії)	104
	<i>Таблиця 9.</i> Корозійна стійкість металів і сплавів за нормальних умов	105
	<i>Таблиця 10.</i> Захисні суміші при фарбуванні, нанесенні металічного покриття, лакуванні, травленні	110

Передмова

Навчальний посібник «Матеріали сучасної техніки та захист від руйнування» призначено для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньої програми «Технічна електрохімія». Посібник повністю відповідає робочій програмі навчальної дисципліни «Матеріали сучасної техніки та захист від руйнування», метою якої є надання студентам повноцінних уявлень про сучасні матеріали, застосовувані в техніці, та про принципи протидії корозії за допомогою сучасних методів захисту при виборі необхідних некородуючих матеріалів. Основними завданнями вивчення дисципліни є формування у студентів цілісних, систематизованих уявлень про корозію як явища; методи боротьби з корозією за допомогою активних засобів (покриття, інгібіторний захист і т.п.); причини виникнення корозійних руйнувань та методи запобігання дії корозії. Студенти повинні: знати спектр новітніх матеріалів конструкцій: метали, полімери, комбіновані матеріали; фактори руйнування матеріалів; методи електрохімічного захисту матеріалів; склади корозійностійких сплавів та сфери їх практичного застосування; закономірності хімічного та електрохімічного руйнування чистих металів та сплавів; схеми катодного та анодного захисту; універсальні інгібітори руйнівних процесів; вміти активно користуватись знаннями, отриманими при