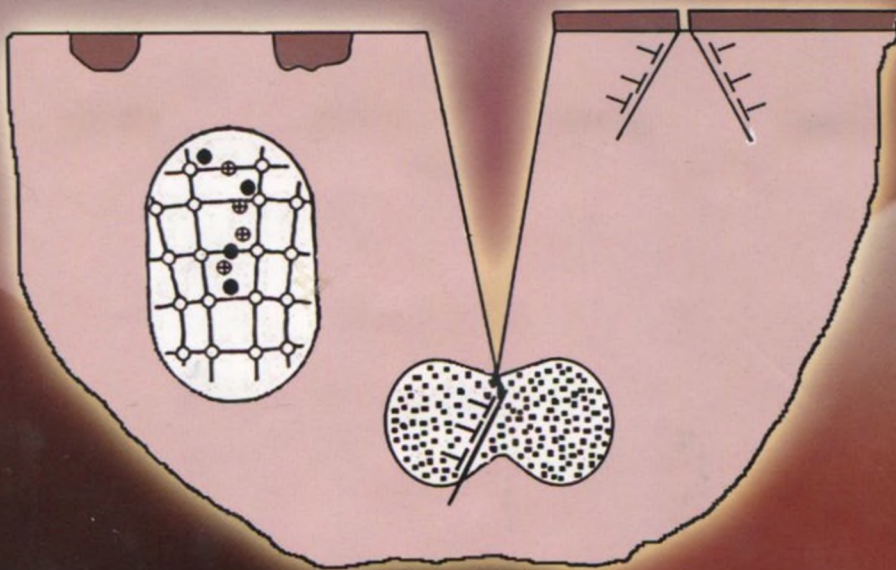


620.193  
Н 19



З.Т. Назарчук, В.Р. Скальський,  
Т.В. Селівончик

# АКУСТИКО-ЕМІСІЙНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ КОРОЗІЙНО- ВОДНЕВОГО РОЗТРІСКУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ



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

З. Т. НАЗАРЧУК, В. Р. СКАЛЬСЬКИЙ,  
Т. В. СЕЛІВОНЧИК

**АКУСТИКО-ЕМІСІЙНЕ  
ДІАГНОСТУВАННЯ  
КОРОЗІЙНО-ВОДНЕВОГО  
РОЗТРИСКУВАННЯ  
КОНСТРУКЦІЙНИХ  
СТАЛЕЙ**

---

*ПРОЕКТ  
«НАУКОВА КНИГА»*

---

КИЇВ • НАУКОВА ДУМКА • 2019

УДК 620.193:620.179.17

У монографії викладено результати досліджень щодо побудови методологічних засад акустико-емісійного діагностування технічного стану елементів конструкцій тривалого експлуатування, які працюють у корозивних і водневмісних середовищах. Запропоновано нові ефективні методики як лабораторного, так і прикладного застосування. Останні апробовано в різних галузях промисловості України. Вони мають перспективу стати базовими для розроблення відповідних галузевих стандартів держави, а також діагностично-вимірювальних засобів з метою їх реалізації у виробничих умовах. Наведено приклади математичного моделювання докритичного росту воднево-механічних тріщин під дією прикладеного навантаження.

Для наукових працівників та інженерів, які працюють у галузі проектування і експлуатації сучасних технічних засобів у різних галузях промисловості, створення нових методів технічного діагностування, а також для студентів, аспірантів і викладачів вищих навчальних закладів відповідних спеціальностей.

The monograph presents the results of researches on the methodological foundations of acoustic emission diagnostics applying to the structural elements prolonged operating in corrosive and hydrogen-containing environments. Numbers of new effective methods of both laboratory and industrial application have been created. The latest ones have been tested in various domestic industries. They have the prospect to become the basis for development of different sectorial standards, as well as for creating the diagnostic and measuring tools for their implementation in the performance tests. The examples of mathematical modelling of hydrogen-mechanical cracks subcritical growth under the action of an applied load are given.

For scientists and engineers who work in the field of designing and operating the modern technical means for various industries and creating new methods of technical diagnostics as well as for students, postgraduates and teachers of the corresponding specialties in higher education institutions.

**Рецензенти:**

академік НАН України, доктор технічних наук,  
професор *Л. М. Лобанов*,  
член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук,  
професор *М. С. Хома*

*Друкується за ухвалою вченої ради  
Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України  
(протокол № 7 від 05.09.2018 р.)*

**Видання здійснено за кошти Цільової комплексної програми  
«Створення та розвиток науково-видавничого комплексу  
НАН України»**

Науково-видавничий відділ  
фізико-математичної та технічної літератури  
Редактор *О. А. Микитенко*

© З. Т. Назарчук, В. Р. Скальський,  
Т. В. Селівончик, 2019  
© НВП «Видавництво «Наукова думка»  
НАН України», дизайн, 2019

ISBN 978-966-00-1694-1

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ .....	4
<b>Р О З Д І Л 1 АКУСТИКО-ЕМІСІЙНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ КОРОЗІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ МАТЕРІАЛІВ .....</b>	<b>7</b>
1.1. Деякі аспекти ефективного застосування АЕ для виявлення корозійних процесів .....	7
1.2. Зумовлені корозією джерела АЕ .....	9
1.3. Корозійне розтріскування сталей .....	13
1.4. АЕ-оцінювання впливу зовнішнього середовища на механізм і кінетику електрохімічної корозії .....	17
1.5. Випромінювання АЕ під час корозії під напруженням .....	23
1.6. Застосування АЕ в лабораторних дослідженнях корозійного розтріскування металів і сплавів .....	24
1.7. АЕ-оцінювання корозійної втоми металів .....	35
1.8. Промисловий АЕ-контроль корозійного розтріскування .....	41
<b>Р О З Д І Л 2 ОКРЕМІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ ВОДНЮ З МЕТАЛАМИ .....</b>	<b>48</b>
2.1. Взаємодія з поверхнею та розчинність водню в металах.....	48
2.2. Дифузія абсорбованого водню .....	57
2.3. Типи водневої деградації металів .....	59
2.4. Вплив водню на деформування та руйнування металів .....	61
2.5. Зв'язок водневого окрихчення з мікроструктурою і зміною механічних характеристик металів .....	67
<b>Р О З Д І Л 3 АЕ-ОЦІНКА СТАДІЙ РОЗВИТКУ КОРОЗІЙНОГО РОЗТРІСКУВАННЯ .....</b>	<b>73</b>
3.1. Моделі корозійно-водневого розтріскування металів.....	73
3.2. Оцінка стадій корозійного розтріскування сталей .....	78
3.3. Діагностування корозійного деградування ресорної сталі .....	82
3.4. Експрес-методика визначення $K_{Isc}$ конструкційних матеріалів за сигналами АЕ .....	84
3.5. Комплексний АЕ-метод діагностування корозійного розтріскування металів .....	92
<b>Р О З Д І Л 4 АЕ-ДІАГНОСТУВАННЯ МІКРОТРИЩИНОУТВОРЕННЯ ТА КОРОЗІЙНОГО РОЗТРІСКУВАННЯ ЗА ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОГО НАВОДНЮВАННЯ СТАЛЕЙ .....</b>	<b>98</b>
4.1. Особливості генерування сигналів АЕ під час електролітичного наводнювання сталі 20 із кислотного електроліту.....	98
4.2. Оцінювання мікророзтріскування сталей, наводнених із лужного електроліту, методом магнетопружної АЕ.....	106
4.3. Вплив електролітичного водню на зміну модуля Юнга .....	115

## Зміст

---

<b>Р О З Д І Л 5 АЕ-ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЕРМОЦИКЛУВАННЯ У ВОДНІ НА ЗАРОДЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК РУЙНУВАННЯ СТАЛЕЙ</b> .....	136
5.1. Оцінювання ступеня насичення газоподібним воднем зразків різного поперечного перерізу під час їх термоциклування .....	136
5.2. Методика випробувань .....	140
5.3. Розрахунок частотних характеристик хвилеводу пружних хвиль АЕ та підбір його геометричних розмірів .....	143
5.4. Результати експериментів та їх інтерпретування .....	150
<b>Р О З Д І Л 6 ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВОДНЕВО-МЕХАНІЧНОГО ЧИННИКА НА ОБ'ЄМНУ ПОШКОДЖЕНІСТЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ</b> .....	161
6.1. Обґрунтування доцільності проведення досліджень .....	161
6.2. Методика досліджень.....	164
6.3. Експериментальні дослідження та обговорення їх результатів .....	166
<b>Р О З Д І Л 7 ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АЕ-ДІАГНОСТУВАННЯ ВПЛИВУ АБСОРБОВАНОГО ВОДНЮ</b> .....	170
7.1. АЕ-діагностування окрихчення металу після нанесення гальванопокриттів .....	170
7.2. Моделювання оцінювання впливу водню на ріст тріщин.....	186
7.3. АЕ-діагностування водневого деградування промислових трубопроводів .....	197
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	227