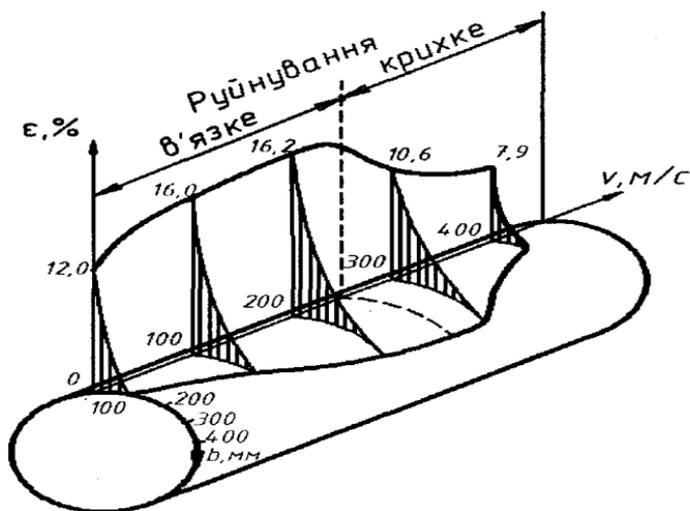


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«КИЇВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ім. ІГОРЯ СКОРСЬКОГО»  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ЮЛГАНСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

МАКАРЕНКО В.Д., МАКАРЕНКО Ю.В.,  
ЧИГИРИНЕЦЬ О.Е., ВИННИКОВ Ю.Л.  
ВОЙТОВИЧ О.А., ГОЦ В.І., МАТЯШ О.В., ПША В.В.

# ТРУБОПРОВОДИ: ПРОБЛЕМИ, МЕХАНІЗМИ, РЕСУРС, УДОСКОНАЛЕННЯ ТРУБ, РЕМОТ



**Рецензенти:**

**Клидрічук М. В.** – професор, доктор техн. наук;

**Ахонін С.** – д-р техн. наук, професор, академік НАН України;

**Бондиренко С.** – доктор економічних наук, професор Київського національного транспортного університету

Надруковано згідно рішення Вченої ради Київського національного університету будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України (Протокол № 8 від 02 січня 2024р)

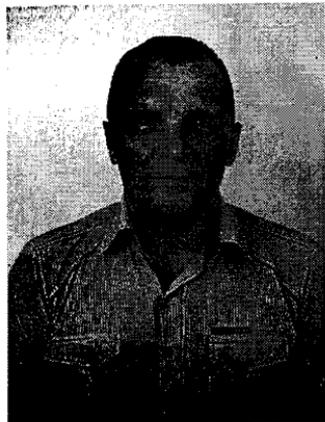
**Трубопроводи:** проблеми, механізми, ресурс, удосконалення трубу, ремонт : монографія / В. Д. Макаренко, Ю. Л. Винников, О. Е. Чигиринець та ін. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя. – 2024. – 179с.

**ISBN 5-8365-1274-93**

В монографії викладені результати багаторічних досліджень деформативного старіння конструкційних сталей. Наведені результати досліджень служать підручням для більш глибокого розуміння механізму і природи можливості несучої здатності від зовнішніх і внутрішніх факторів, що закладає основи для правильного і оптимального вибору матеріалів та технології виконання складних і відповідальних інженерних споруд, а також надає можливість проводити більш достовірну прогнозну оцінку експлуатаційного (безаварійного) ресурсу.

© Макаренко В.Д., Макаренко Ю.В.,  
Чигиринець О.Е., Винников Ю.Л.,  
Войтович О.А., Гоц В.І.,  
Матяш О.В., Піпа В.В., 2024

## Наші автори



**МАКАРЕНКО**  
Валерій Дмитрович

професор,  
доктор технічних наук,  
професор Херсонського  
національного технічного  
університету



**МАКАРЕНКО Юлія Валеріївна**  
**YULIA MAKARENKO**

student of biochemistry  
of University Manitobo (Canada)



**ЧИГИРИНЕЦЬ**  
Олена Едуардівна

доктор технічних наук,  
професор Національного технічного  
університету України  
"Київський політехнічний інститут  
ім. Ігоря Сікорського"



**ВИННИКОВ**  
**Юрій Леонідович**

доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри буріння та  
геології Навчально-наукового  
інституту нафти і газу  
Національного університету  
«Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка».



**ГОЦ**  
**Володимир Іванович**

доктор технічних наук, професор  
Київського національного  
університету будівництва і  
архітектури



**ВОЙТОВИЧ**  
**Ольга Андріанівна**

Кандидат технічних наук,  
доцент Херсонського  
національного технічного  
університету



## **МАТЯШ**

**Олександр Васильович**

Кандидат технічних наук, доцент  
Національного університету  
«Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка»



## **ППА**

**Володимир вікторович**

Кандидат технічних наук, доцент  
Київського національного  
університету будівництва і  
архітектури

## З М І С Т

<b>Вступ</b> .....	7
<b>Розділ 1.</b> Експериментальні дослідження взаємозв'язку характеру корозійного руйнування із структурою трубних сталей.....	11
<b>Розділ 2.</b> Експериментальні дослідження розтріскування трубних сталей в корозійно-агресивному середовищі .....	23
<b>Розділ 3.</b> Дослідження корозійного розтріскування трубних сталей в агресивному середовищі пасе .....	35
<b>Розділ 4.</b> Системно-технологічний аналіз працездатності зварювальних з'єднань з різною вязкістю трубних сталей.....	49
<b>Розділ 5.</b> Експериментальні дослідження зварювальних з'єднань трубних сталей при двовісному згині в умовах повторно-статичного навантаження .....	61
<b>Розділ 6.</b> Оцінка залишкового ресурсу зварювальних трубопроводів за результатами випробувань с-образних зразків	71
<b>Розділ 7.</b> Комплексні гідравлічні дослідження зварних труб з різними вязко-пластичними характеристиками.....	84
<b>Розділ 8.</b> Експериментальні дослідження впливу водню і сірки на сульфідно-корозійне руйнування під напруженням (скрн)трубопроводів.....	97
<b>Розділ 9.</b> Експериментальні дослідження впливу водню і сірки на тривалу міцність (втомленість) трубних сталей газопроводів тривалої експлуатації в корозійно-агресивних середовищах .....	110
<b>Розділ 10.</b> Вплив водню і корозійного середовища на витривалість трубних сталей підвищеного класу міцності.....	121
<b>Розділ 11.</b> Аналіз конструктивних і монтажних дефектів виникнення аварій нафтових резервуарів .....	134
<b>Розділ 12.</b> Аналіз результатів досліджень сейсмічної поведінки нафтових резервуарів .....	152
<b>Розділ 13.</b> Особливості експериментальних випробувань на втомну міцність (втомленість) трубних економічно модифікованих сталей трубопроводів тривалої експлуатації в корозійно-агресивних середовищах .....	166

## ВСТУП

Відомо [1-20], що корозія наносить великі втрати світовій економіці Збитки від корозії: тільки в нашій країні складають сотні мільйонів гривень. В результаті її дії річна втрата металів складає в середньому до 2% загального тонуажу залученого до виробничих потреб металевої продукції [5-9]. У нашій країні проблемами корозії займаються багато науково-дослідних інститутів, наприклад, Інститут металофізики НАНУ, Інститут електрозварювання ім.С.О.Патона НАНУ, Інститут фізико-механічних досліджень НАНУ, а також ряд навчально-наукових закладів, зокрема, Львівська політехніка, Київська політехніка, Полтавська політехніка, Херсонський національний технічний університет та ін.

Корозія металів, перш за все, обумовлена складом і властивостями як самих металів, так і корозійного середовища. В залежності від характеру розрізняють водневу, зірчасто-водневу, хлоридну корозію та інші види, а також специфічні види корозії, зокрема сульфідне-корозійне руйнування під напруженнями (СКРН) та воднем ініційоване розтріскування (ВІР), яке може відбуватися без прикладення навантаження і яке спричиняє безпосередньо водень.

Таким чином, аналіз літературних джерел [1-20], власні спостереження і багаторічний досвід будівництва нафтогазопроводів у важких природно-кліматичних і інженерно-геологічних умовах в присутності корозійно-активних середовищ, які містили сірку, водень, солі, лужні розчини та ін. свідчить, що до цих пір нема єдиної думки стосовно механізму і основних чинників, які спричиняють специфічні види корозійного руйнування СКРН і ВІР [3]. Окремі відомості щодо корозійного руйнування, на жаль, отримані на різних