

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

МАКАРЕНКО В.Д., СТОГНІЙ О.В., КОРОБКО Б.О.,
ГОЦ В.І., МАКАРЕНКО Ю.В., ЧИГИРИНЕЦЬ О.Е.,
САВЕНКО В.І., ВИННИКОВ Ю.Л.

НАТУРНІ ВИПРОБУВАННЯ ТРУБОВОДІВ

МОНОГРАФІЯ

2023

УДК 621.791.11.693

ББК 39.71-042

M15

Рецензенти:

Кіндрачук М. В. – професор, доктор техн. наук;

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

Бондаренко Є. В. – 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 травня 2023 р.)

**Макаренко В. Д., Стогній О. В., Коробко Б.О., Гоц В. І.,
Макаренко Ю. В., Чигиринець О. Е., Савенко В. І., Винников Ю. Л.**

M15 **Натурні випробування трубопроводів: Монографія.** – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя. – 2023. – 154 с.

ISBN 5-8365-1268-84

В монографії викладені результати багаторічних досліджень деформаційного старіння конструкційних сталей. Особливу увагу приділено експериментальному обґрунтуванню зниженню несучої здатності сталевих конструкцій при одночасній дії циклічних навантажень і внутрішніх напружень, температури та ін. чинників, які сприяють зниженню циклічної (втомної) міцності металу та впливу терміну експлуатації та циклічних навантажень, а також неметалевих включень і газів на несучу здатність конструкцій, яку оцінювали за параметрами тріщиностійкості із залученням сучасної механіки руйнувань. Наведені результати досліджень служать підґрунтям для більш глибокого розуміння механізму і природи залежності несучої здатності від зовнішніх і внутрішніх факторів, що закладає основи для правильного і оптимального вибору матеріалів та технології зведення складних і відповідальних інженерних споруд, а також надає можливість проводити більш достовірну прогнозу оцінку експлуатаційного (безаварійного) ресурсу.

Монографія призначена для фахівців, що працюють в області проектування, будівництва та технічного обслуговування (ремонт) інженерних металоконструкцій, машинобудівництва, а також для науковців, аспірантів, докторантів, магістрів та викладачів ВНЗ інженерних спеціальностей відповідного профілю.

УДК 621.791.11.693

© Макаренко В. Д., Стогній О. В., Коробко Б.О.,
Гоц В. І., Макаренко Ю. В., Чигиринець О. Е.,
Савенко В. І., Винников Ю. Л., 2023

ISBN 5-8365-1268-84

З М І С Т

Вступ	5
Розділ 1. Комплексний аналіз працездатності зварювальних з'єднань труб газопроводів з різною вязкістю	9
Розділ 2. Комплексний аналіз відмови труб в процесі натурних випробувань трубопроводів	18
Розділ 3. Аналіз відмов труб, спричинених впливом зварних з'єднань, в процесі натурних випробувань трубопроводів	23
Розділ 4. Експериментальні дослідження кінетики росту тріщин під дією знакозмінних навантажень конструкційних сталей тривалої експлуатації	31
Розділ 5. Аналіз тріщиноутворення в трубах, спричинених впливом зварних з'єднань, в процесі полігонних випробувань трубопроводів.....	47
Розділ 6. Аналіз впливу умов експлуатації трубних секцій на тріщиноутворення в зварних з'єднань, в процесі полігонних випробувань трубопроводів	58
Розділ 7. Дослідження впливу пружної енергії в металі на працездатність газопроводів.....	67
Розділ 8. Дослідження вязко-крихких руйнувань магістральних газопроводів при натурних випробуваннях секцій труб	80
Розділ 9. Дослідження вязко-крихких руйнувань експериментальних труб різних технологій виготовлення при натурних випробуваннях.....	89

Розділ 10. Експериментальні дослідження механічних властивостей трубних сталей 06Г2БА і 09Г2С в корозійно-агресивному середовищік	101
Розділ 11. Експериментальні дослідження механічних властивостей трубних сталей 06Г2БА і 09Г2С в корозійно-агресивному середовищік	110
Розділ 12. Експериментальні дослідження механічних властивостей трубних сталей 06Г2БА і 09Г2С в корозійно-агресивному середовищік	120
Розділ 13. Експериментальні дослідження тріщиноутворення в трубних сталях при динамічному навантаженні.....	130
Розділ 14. Експериментальні дослідження впливу контрольованої прокатки і прискореного регульованого охолодження на механічні характеристики модифікованих трубних сталей в широкому діапазоні температур.....	140
Література	151

ВСТУП

Натурні пневматичні випробування відрізків газопроводів супроводжуються в окремих випадках зривами великої потужності, а тому вимагають дотримання правил і норм санітарно-пожежної і екологічної безпеки. А тому, параметри руйнування (швидкість, тиск, значення пластичної зони пдеформації, температура та ін.) визначають дистанційними методами.

Відомо [1-6], що середня швидкість переміщення хвилі пониженого тиску вздовж осі трубопроводу складає для природного газу приблизно 400м/с. А тому це значення приймають при визначенні оптимальної довжини випробуваних секцій. Розрахунки показують, що при такій швидкості хвилі швидкість розповсюдження тріщини буде 200м/с, а отже трубна секція повинна бути довжиною не менше 150 м. Такі зварні секції труб виготовляли безпосередньо на експериментальній ділянці Інституту електрозварювання імені Є.О.Патона ІАНУ.

В той же час теоретичні і лабораторні дослідження не завжди з достатньою повнотою відповідають на питання, пов'язані безпосередньо із забезпеченням довговічності і безаварійної працездатності. Вірогідно, що в лабораторних умовах підприємств чи наукових закладів важко відтворити і урахувати всі фактори, які характеризують зростання і розповсюдження руйнування в реально діючому газопроводі. Тому дані лабораторних досліджень потрібно перевіряти і обов'язково уточнювати по результатах пневматичних випробувань довгомірних трубних секцій, тобто в теперішній час гостро намірилась необхідність поєднання лабораторних і натурних випробувань труб газопровідної мережі. Такі випробування не є масовими, але в результаті їх виконання отримують важливу інформацію стосовно поведінки і властивостей металу в умовах навантаження і експлуатації, найбільш наближених до експлуатаційних.

Натурні випробування відрізків газопроводів великих діаметрів 800-1200мм дозволяють узагальнити дані по цьому питанню, які представляють науковий і практичний інтерес.

НАШІ АВТОРИ



МАКАРЕНКО
Валерій Дмитрович

професор,
доктор технічних наук,
професор Херсонського
національного технічного
університету



СТОГНІЙ
Олексій Вадимович

кандидат технічних наук, доцент.
Івано-Франківський нафтогазовий
університет



КОРОБКО
Богдан Олегович

професор, доктор технічних наук,
Проректор національного
університету «Полтавська
політехніка імені Юрія
Кондратюка»



ГОЦ

Володимир Іванович

доктор технічних наук, професор
Київського національного
університету будівництва і
архітектури



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"



**САВЕНКО
ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ**

професор кафедри організації і управління будівництвом КНУБА, доктор технічних наук, академік Академії будівництва України (АБУ), Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, дійсний член і член Президії Академії будівництва України (АБУ).



**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».