

## Експлуатаційна надійність трубопровідного транспорту

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

<sup>2</sup>Національний університет “Львівська політехніка”

### Анотація

*Основним фактором забезпечення безвідмовної роботи трубопровідного транспорту є експлуатаційна надійність. Проведено аналіз забезпечення надійності системи газопостачання протягом всього їх життєвого циклу. Представлено підходи до формування стратегій забезпечення надійної експлуатації газопроводів.*

**Ключові слова:** експлуатаційна надійність, трубопровід, безвідмовність, газорозподільна система.

### Abstract

*The main factor in ensuring the trouble-free operation of pipelines is operational reliability. The analysis of reliability of the gas supply system during the whole life cycle has been carried out. The approaches to forming strategies for ensuring the reliable operation of gas pipelines are presented.*

**Keywords:** operational reliability, pipeline, fail-safe, gas distributing system.

Трубопровідний транспорт – це вид транспорту, який здійснює передачу на відстані по трубопроводах рідинних, газоподібних середовищ та твердих і сипучих матеріалів. В залежності від середовища, яке транспортується виділяють нафтопроводи, газопроводи, водопроводи, пневмотранспорт та інші. Надійність є основним показником будь-якого обладнання та споруди, які є складовими трубопровідного комплексу. Від надійності залежать якість, безвідмовність, ефективність, ризик та ряд інших важливих показників. Особливу увагу приділяють проблемам забезпечення експлуатаційної надійності у газовій промисловості, так як відмови та аварії на них ведуть до екологічних катастроф, людських жертв та економічного збитку.

Сучасні газорозподільні системи представляють собою складний комплекс газових мереж під різними тисками, який включає в себе споруди на них та газорозподільні станції, а також засоби захисту трубопроводів від корозії. Газорозподільні системи призначені для подачі та розподілу газу між споживачами, які використовують газ для комунальних, побутових та промислових цілей. На зниження надійності трубопровідних систем газової промисловості впливає їх ріст потужності, так як збільшується їх складність. Разом з цим вимоги до надійності складних систем зростають [1].

Під надійністю розподільних систем газопостачання розуміють її здатність транспортувати та розподіляти газ між споживачами в необхідній кількості з дотриманням заданих параметрів при нормальних умовах експлуатації. Надійність обладнання та споруд газової промисловості повинна бути забезпечена на всіх етапах життєвого циклу системи. Надійність на етапі проектування забезпечується конструктивно, за рахунок резервування обладнання та споруд або використання спеціальних пристроїв та систем. При цьому обов'язково необхідно враховувати способи підвищення безвідмовності та довговічності газопроводів з врахуванням умов навколишнього середовища місцевості прокладання газової мережі. На цьому етапі формуються перші показники надійності газопроводів з врахуванням особливостей та конструктивних схем окремих елементів та лінійних ділянок. Під час будівництва забезпечують технічну експлуатацію, яка вирішує питання розробки технічного контролю будівельно-монтажних процесів та методів проведення пускових випробувань лінійної частини газопроводів підвищеним тиском для виявлення виробничих дефектів. Експлуатаційна надійність газорозподільних систем повинна бути забезпечена на третьому етапі під час їх експлуатації. Вирішення задач, які пов'язані з розробкою методів, засобів та способів оцінки технічного стану лінійної частини газопроводів та підтримка сформованих на етапі проектування показників надійності передбачено на даному етапі. Етап експлуатації включає в себе збір та обробку статистичних даних про роботу та відмови елементів трубопровідної мережі системи газопостачання,

побудову моделей надійності системи в цілому, виявлення законів відмов та тривалість відновлення, а також розробку методів забезпечення надійності експлуатації та розрахунку її показників з отриманням основних критеріїв та прогнозу. Четвертим етапом, який безпосередньо пов'язаний з найбільшою економічною ефективністю на якому особливо важливим є врахування надійності системи є етап розвитку та реконструкції. Даний етап частково поєднує перших три етапи життєвого циклу газопроводів та включає в себе наступні завдання: визначення необхідного рівня надійності системи газопостачання, забезпечення заданого рівня надійності газопроводу та системи в цілому, а також оптимізація рівня надійності даних систем [2].

Експлуатаційна надійність трубопроводних систем газопостачання передбачено виконанням основної вимоги надійності – забезпечення її безвідмовної роботи. Оцінка надійності газопроводів, які експлуатуються, базується на статистичних методах виявлення показників та критеріїв їх працездатності та безвідмовної роботи. Для цього в якості об'єкту дослідження розглядають лінійну частину конкретного газопроводу, який є специфічним, тому що діючий газопровід повністю виключає можливість поставки на випробування серії однотипних об'єктів, як це, наприклад, є можливим для секцій трубопроводів ще не вкладених у ґрунт. Дана специфіка передбачає неможливість проведення планування експерименту, тому ускладнюється використання ймовірнісно-статистичних методів виявлення показників надійності та проведення їх оцінки для лінійної частини трубопроводної мережі, тому що для об'єктів, що введені в експлуатацію отримують оцінку надійності на основі статистики наявних відмов, тобто спочатку допускають аварійні ситуації, а потім оцінюють надійність. Збір даних про зносні відмови є підставою для розроблення методик проведення диференціальної оцінки безвідмовної роботи об'єктів газорозподільної системи, що передбачає вивчення фізичних причин руйнування трубопроводів. Однак даний варіант вирішення проблеми забезпечення експлуатаційної надійності обумовлений двома проблемами, які ускладнюють опис процесу руйнування лінійної частини газової мережі. З одного боку, методика значно спрощується, що в повній мірі не показує процес руйнування газопроводу та фактори, що передують цьому, а з іншої сторони навпаки, адже методика занадто ускладнена і має скоріше теоретичне значення, так як ґрунтується на інформації, яку важко отримати [2].

Особливість визначення надійності газопроводів є недостатність первинних даних, що не дозволяє отримати вихідну інформацію в повному обсязі. Тому виникає необхідність у розробці моделей прийняття рішень в умовах різної повноти даних про надійність елементів трубопроводів системи газопостачання. Для покращення існуючих методик запропоновано експертно-моделюючу систему прийняття управлінських рішень в процесі забезпечення експлуатаційної надійності трубопроводів газорозподільних систем. Для цього класифіковано та обґрунтовано ієрархічну класифікацію та формалізацію кількісних та якісних факторів впливу на їх технічний стан. Побудована ієрархія дає можливість побудувати функції належності оцінок впливу кожного фактору на прогнозований технічний стан газорозподільних систем. Це дає можливість розробити математичну модель інтелектуальної підтримки оцінювання надійності систем газопостачання з використанням теорії нечіткої логіки та лінгвістичних змінних, що утворюють зв'язок між факторами впливу на технічний стан за допомогою нечітких логічних рівнянь [3].

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кодекс газорозподільних систем: станом на 30 верес. 2015 р. / Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. – Офіц. вид. – К., 2015 р. – 176 с.
2. Дейнеко С. В. Обеспечение надежности систем трубопроводного транспорта нефти и газа. / С. В. Дейнеко. – М.: Издательство «Техника», ТУМА ГРУПП, 2011. – 176 с.
3. Ратушняк Г. С. Управление змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.

*Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, декан факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету, академік Академії будівництва України.*

*Желих Василь Михайлович – д.т.н., професор, завідувач кафедри теплогазопостачання та вентиляції Національного університету "Львівська політехніка".*

*Ratushnyak Georgiy – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Dean of the Faculty building, heating and gas supply in Vinnytsia National Technical University, Academician in the Ukrainian Academy of building.*

*Zhelykh Vasul – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation of the National University "Lviv Polytechnic".*