

## Діагностика технічного стану газопроводу для забезпечення надійності транспортування газу

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*На основі класичних уявлень теорій надійності та нечіткої логіки розроблено методи та засоби діагностики технічного стану газопроводів для забезпечення надійності транспортування газу з виявленням та врахуванням різних типів дефектів, що дасть можливість оцінити залишковий ресурс діючої системи газопостачання.*

**Ключові слова:** діагностика, надійність, система газопостачання, залишковий ресурс, безпека.

### Abstract

*Based on the classical concepts of reliability and fuzzy logic theory, methods and means of diagnostics of the technical state of gas pipelines have been developed to ensure the reliability of gas transportation with detection and taking into account different types of defects, which will enable to estimate the residual life of the existing gas supply system.*

**Keywords:** diagnostics, reliability, gas supply system, residual resource, safety.

### Вступ

Однією з найважливіших проблем розвитку газової промисловості є підвищення рівня забезпечення встановленими нормативами технічного стану газопроводів для їх нормальної роботи з метою поставки запланованих обсягів газу вітчизняним і зарубіжним споживачам. Головне завдання в транспорті газу – забезпечення надійного та безпечного функціонування системи газопроводів за рахунок комплексу планових заходів. У відповідності з Енергетичною стратегією України [1], затвердженою Постановою КМУ №605-р від 18.08.2017 р., прогнозується помірне щорічне зростання обсягів видобутку традиційного природного газу. Загальні перспективи видобутку газу в Україні значною мірою залежатимуть від використання новітніх технологій, інтенсифікації видобутку традиційного та розвитку видобутку нетрадиційного (сланцевого, гідратного, тощо) газу. Прогнозується, що сукупний видобуток зросте і до 2035р. Україна зможе вийти на рівень самозабезпеченості природним газом на рівні 42 млрд. м<sup>3</sup>. Частка газу в паливно-енергетичному балансі держави становитиме дещо більше 25%. Основними споживачами природного газу будуть теплова енергетика (39% від загального обсягу), населення (27%). Відповідно, технічний стан газорозподільних і газотранспортних систем України має пріоритетне значення для безпеки і незалежності держави.

### Результати дослідження

Проблеми безпеки об'єктів газотранспортних систем є всезагальними: аварії та катастрофи, що мають місце в різних технологічних складних системах, якою є система газопостачання, доволі часто наносять значний екологічний та економічний збиток, вимагають великих додаткових витрат на ліквідацію та наслідки; різноманіття потенційних причин та умов виникнення незапланованих ситуацій на технологічних об'єктах (особливо старіючих) вимагає неперервного вдосконалення та поліпшення методів та засобів діагностики, контролю та аналітичного прогнозування технічного стану об'єктів систем газопостачання, а також створення консолідованих систем та засобів оперативної підготовки рішень на всіх рівнях її життєвого циклу. Переважна більшість існуючих газотранспортних і газорозподільних мереж України побудована у 70...80-х рр. минулого століття. На той час економіка держави споживала понад 110 млрд. м<sup>3</sup> природного газу на рік. Потужність газотранспортної мережі на вході становила майже 300 млрд. м<sup>3</sup>/рік. Сьогодні продуктивність вказаних систем суттєво зменшилася (за підсумками 2016 року споживання природного газу в Україні не перевищило 35 млрд. м<sup>3</sup>). Система газопостачання, як і будь-яка інша інженерна система,

має певний термін своєї експлуатації, протягом якого забезпечуються її функціональні характеристики, у тому числі надійність і безпеку. На стадії проектування закладався період у 20...25 років безаварійного функціонування систем. Сьогодні до складу газорозподільних мереж входять приблизно 300 тис. км газопроводів тиском до 1,2 МПа і 50 тис. газорегуляторних пунктів і установок. З них близько 10 і 15 %, відповідно, відпрацювали гарантійний термін експлуатації. Майже 60 % газопроводів, як правило, підземного прокладання, експлуатуються від 10 до 35 і більше років та працюють з обмеженнями по робочому тиску через корозійні пошкодження [2].

При цьому по мірі продовження гарантійного строку експлуатації газопроводів динамічно змінюється сам характер причин аварій, їх багатofакторність, множинність, новизна появ та процеси розвитку. Так, після 15...20 років експлуатації газопроводів більша половина аварій викликана корозійними та механічними пошкодженнями, тому даний аналіз показує, що абсолютної безпеки розподільних газопроводів та повсюдна практика ліквідації аварій зі значними затратами не можуть принести нічого, окрім великих матеріальних, землекористувальних та екологічних втрат. Для вирішення поставлених проблем забезпечення надійності та безпеки транспортування газу до споживачів необхідно активно розвивати новий фундаментальний підхід: методологічно, технічно та економічно переходити від так званої «ліквідації аварій» до філософії «їх попередження» в системах газопостачання [3, 4].

Сутність такого підходу у виявленні етапів та комплексу дослідження, аналізі та прогнозуванні технічного стану елементу системи газопостачання – газопроводу: повний та динамічний статистичний аналіз дефектів та відмов; доцільна в часі та умовам прокладання варіація методів діагностики траси з врахуванням їх компонентів; динамічний моніторинг траси газопроводу з врахуванням реального ландшафту; останнє – аналітичний моніторинг експлуатації в часі всіх потенційно небезпечних ділянок та ділянок з дефектами на основі їх адекватно ймовірнісно-статистичних моделях з можливістю виводу програмно-аналітичного рішення актуальних задач управління ризиками та розрахунку ймовірнісного залишкового ресурсу реального існуючого газопроводу. Для втілення в життя запропонованого підходу запропоновано метод інноваційного організаційно-технологічного забезпечення надійності транспортування газу, який потребує застосування комп'ютеризованих систем інтелектуальної підтримки прийняття рішень [5]. Для аналізу та формування альтернативних рішень в системах підтримки прийняття рішень використовуються різні теоретичні підходи, зокрема, інтелектуальний аналіз даних, імітаційне та нечітке моделювання, генетичні алгоритми, нейронні мережі, теорія прийняття рішень, теорія нечітких множин та нечітка логіка і т.д. Використання нечіткої логіки в системах підтримки прийняття рішень набуло поширення, адже побудова моделей мислення людини і впровадження їх в інтерактивні комп'ютерні системи є сьогодні однією з важливих задач штучного інтелекту [6, 7]. Для попередження виникнення аварійних ситуацій в системах транспортування газу запропоновано методику оцінювання ризиків виникнення на них аварійної ситуації з використанням експертно-лінгвістичної інформації відповідно до структурної схеми розвитку аварії за допомогою побудови узагальненого дерева відмов [8]. Методика дозволяє відстежити причинно-наслідковий розвиток аварійної ситуації з ймовірністю виникнення подій. Таким чином відбувається інженерне рішення поставленої задачі при переході від вузькоспеціалізованих баз даних відносно проблеми надійності транспортування газу до інтегрованих мережевим системам управління баз даних комплексної оцінки, аналізу та прогнозування технічного стану системи газопостачання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Розпорядження Кабінету міністрів України від 18.08.2017 №605-р “Енергетична стратегія України на період до 2035 року. Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=250250456>.
2. Розпорядження Кабінету міністрів України від 15.03.2006 №145-р “Енергетична стратегія України на період до 2030 року”. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>.
3. Ратушняк Г. С. Управління 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.
4. Ващев Ю.В.. Диагностика и мониторинг технического состояния газопроводов при обеспечении надежности, экологической безопасности и управляемости транспорта газа / Под ред. Костюкова В.Е.. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского университета, 2007. – 204 с.
5. Ратушняк Г.С. Особенности моделирования иерархической системы поддержки принятия решений на основе нечеткой логики для оценки технического состояния системы газоснабжения / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // East European Scientific Journal, Warsaw – 2016. – №1(5). – С. 51-60.

6. Ратушняк Г. С. Моделювання надійності систем газопостачання на основі лінгвістичної інформації / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2009. – № 6. – С. 97–103.
7. Ратушняк Г. С. Модель багатофакторної оцінки технічного стану системи газопостачання / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2010. – № 1. – С. 125–131.
8. Ратушняк Г. С. Лінгвістична логіко-ймовірна оцінка ризиків аварій в системах газопостачання / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2011. – № 2(21). – С. 73–78.

*Ободянська Ольга Ігорівна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету, email: olha.obodyanska@i.ua.*

*Obodyanska Olga – PhD, senior lecturer of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: olha.obodyanska@i.ua.*