

# Monitoring and Expert Analysis Evaluation of Reliability and Durability of External Gas- Distributing Networks Facilities

Georgiy Ratushnyak<sup>1</sup>, Olha Obodyanska<sup>2</sup>

Heat and Gas Supply Department,  
Vinnitsia national technical university,  
UKRAINE, Vinnitsia, Khmelnytske shose, 95,  
E-mail: <sup>1</sup>ratushnyak@inbtegp.vstu.vinnica.ua  
<sup>2</sup>olha.obodyanska@i.ua

The monitoring and expert-analytical evaluation of reliability and durability of buildings of external gas-distributing networks with large proportion of undetermined of primary data suggested to use expert linguistic logic evaluation on the basis of theory of fuzzy logic and linguistic variables. The mathematical design of risk management has been executed on gas networks with the help Fault Tree Analysis method and method of Pareto, that allows to select actual threats and choose the substantial factors of influence, which serve as reasons to conduct the monitoring of the technical state of buildings of external gas-distributing networks with the purpose of increase their reliability and durability. It was determined by means of the above enumerated mathematical methods, that the most influential factor of the technical state of gas networks is the state of metal, which is used in gas pipelines. Except for the state of metal, the substantial factors of influence, which must also be taken into account during the monitoring and expert-analytical evaluation in the process of evaluation the reliability and durability of buildings of external gas network are mistakes made in dynamic calculations; state of isolating covering; mechanical damages while transporting and assembling gas pipelines; errors in hydraulic calculations; technical level of quality level the personnel. The results of the research showed that monitoring and expert-analytical evaluation of the technical state of gas pipelines will be more objective in case, when they will be carried out on the basis of the set hierarchy of factors of influence.

# Моніторинг та експертно- аналітична оцінка надійності та довговічності споруд зовнішніх газорозподільних мереж

Георгій Ратушняк<sup>1</sup>, Ольга Ободянська<sup>2</sup>

Кафедра теплогазопостачання,  
Вінницький національний технічний університет,  
УКРАЇНА, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95,  
E-mail: <sup>1</sup>ratushnyak@inbtegp.vstu.vinnica.ua  
<sup>2</sup>olha.obodyanska@i.ua

*Виконано математичне моделювання управління ризиком на газових мережах з використанням теорії нечіткої логіки та лінгвістичних змінних методом "дерева відмов" (Fault Tree Analysis) та методом Парето, що дозволяє виділити актуальні загрози та вибрати суттєві фактори впливу, які служать причинами для проведення моніторингу технічного стану споруд зовнішніх газорозподільних мереж з метою підвищення їх надійності та довговічності.*

**Ключові слова** – моніторинг, надійність, довговічність, газорозподільна мережа, нечітка логіка, дерево відмов, метод Парето.

## Вступ

Газова промисловість нашої країни розвивається і функціонує у вигляді єдиної системи газопостачання, яка являє собою цілісність окремих взаємозалежних елементів: об'єктів видобутку, магістрального транспорту газу, споруд та обладнання, арматури та газової апаратури.

Забезпечення надійності споруд зовнішніх газорозподільних мереж є пріоритетним в діяльності підприємств газового господарства і можливе шляхом постійного вдосконалення методів оцінювання і прогнозування технічного стану їх складових [1].

## Основна частина

Однією із причин низького енергозбереження ресурсу в системі газопостачання є відсутність надійного комплексного інструменту з контролю її технічного стану та управління системними компонентами та процесами з врахуванням кількісних та якісних факторів. У зв'язку з цим, достатньо актуальною є проблема розробки методу оперативного диспетчерського моніторингу технічного стану газорозподільної системи з використанням сучасних засобів математичного моделювання. Вирішення цієї задачі можливе з використанням математичної моделі прийняття управлінських рішень, розробленої з використанням теорії нечіткої логіки та лінгвістичних змінних, яка дозволяє враховувати кількісні та якісні збуджуючі параметри впливу на надійність та довговічність технічного стану системи газопостачання [2, 3].

Моніторингу технічного стану споруд зовнішніх газорозподільних мереж підлягають такі фактори впливу: науково-технічний рівень проектних рішень

(помилки у гідравлічних розрахунках, помилки у динамічних розрахунках, механічна надійність труб), якість будівельно-монтажних робіт (механічні пошкодження при транспортуванні та монтажу газопроводів, якість зварних стиків, стан антикорозійного ізоляційного покриття, відхилення фактичних значень від проектних) та технічні умови експлуатації системи (стан металу, технічне зношення елементів, технічний рівень обслуговуючого персоналу, планово-запобіжні огляди і ремонти газопроводів) [4].

З метою розробки моніторингу споруд зовнішніх газорозподільних мереж з врахуванням вище наведених факторів для його проведення було використано метод оцінки ризику виникнення аварій в системах газопостачання на основі теорії надійності. Для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між випадковими подіями, які впливають на надійність та довговічність споруд зовнішніх газорозподільних мереж використано ймовірнісний метод аналізу "дерева відмов" (Fault Tree Analysis) [5]. Узагальнене дерево відмов дозволяє аналізувати й оцінювати ймовірність виникнення аварійних ситуацій на газових розподільних мережах, що допомагає передбачити основні засади та напрямки проведення моніторингу. В результаті використання методу "дерева відмов" визначено фактори впливу на технічний стан газопроводів, які характеризуються найбільшим ризиком. Це дозволяє визначити напрямок створення експертно-аналітичних управлінських заходів з оцінки надійності та довговічності зовнішніх газопроводів.

Для встановлення пріоритетності факторів впливу на виникнення аварій на спорудах зовнішніх підземних газорозподільних мереж використано методи Парето та ABC-аналізу [6]. Після використання даних методів виявлено, що найбільш впливовим фактором на технічний стан підземних газових розподільчих мереж та на виникнення аварійних ситуацій на них є стан металу газопроводу, тому він є ключовим фактором і підлягає розгляду в першу чергу. Окрім стану металу суттєвими факторами впливу, які необхідно враховувати при проведенні моніторингу та експертно-аналітичній оцінці надійності та довговічності споруд зовнішньої газової мережі є помилки у динамічних розрахунках, стан антикорозійного ізоляційного покриття, механічні пошкодження при транспортуванні та монтажу газопроводів, помилки у гідравлічних розрахунках, технічний рівень обслуговуючого персоналу.

За результатами дослідження виявлено, що моніторинг технічного стану газопроводів буде об'єктивнішим в тому разі, коли він та експертно-аналітична оцінка споруд зовнішніх газових розподільчих мереж будуть базуватися з врахуванням встановленої ієрархії факторів впливу. Не врахування одного з факторів впливу на технічний стан газових мереж може призвести до виникнення аварії стратегічного значення, які істотно впливають

на функціонування системи газопостачання. За результатами проведеного моніторингу необхідно розробити організаційно-технологічні управлінські заходи та засоби, які запобігатимуть запобігатимуть або суттєво обмежуватимуть ризик аварії на спорудах зовнішніх газорозподільних мереж.

Не врахування результатів моніторингу стану газових мереж може призвести до пошкодження споруд елементів системи газопостачання, що може стати причиною пожеж, вибухів, виходу з ладу та незшкодження коштовного обладнання, травмування та загибелі людей.

## Висновок

При моніторингу та експертно-аналітичній оцінці надійності та довговічності споруд зовнішніх газорозподільних мереж з великою невизначеністю вихідних даних, запропоновано використовувати експертну лінгвістичну логіко-ймовірну оцінку на базі теорії нечіткої логіки та лінгвістичних змінних. Методами для визначення найвагоміших факторів для проведення моніторингу газорозподільної мережі є метод Парето та метод "дерева відмов". За допомогою них, було визначено, що найбільш впливовим фактором на технічний стан газових мереж та на проведення їх моніторингу є стан металу газопроводу.

## Література

- [1] Сідак В.С. / Інноваційні технології в діагностиці та експлуатації систем газопостачання / В.С. Сідак. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 227 с.
- [2] 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.
- [3] Ротштейн А.П. / Нечеткая надежность алгоритмических процес сов / А. Ротштейн, С. Штовба. – Винница: Континент – ПРИМ, 1997. – 142 с.
- [4] Ратушняк Г.С. / Моделювання надійності систем газопостачання на основі лінгвістичної інформації / Г.С. Ратушняк, О.І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції і будівництві. – 2009. – №1. – с. 97-103.
- [5] Ветошкин А.Г. / Надежность и безопасность технических систем / А. Ветошкин, В. Марунин. – Пенза, 2002. – 125 с.
- [6] Івакіна І. Стратегічний аналіз: підручник для студ. вищ. навч. закл. / І. Івакіна. – Х.: Фактор, 2008. – 256 с.