

**І.В. Федорович, асп.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## Результати дослідження впливу чинників на аварійність лінійної частини газопроводів

Стаття присвячена дослідженню впливу чинників на аварійність лінійної частини магістральних газопроводів, з метою подальшого керування ними за допомогою ефективного процесу відтворення, що являється запорукою надійної експлуатації газотранспортної системи загалом. Вплив чинників аварійності досліджено на основі експертного методу. Це служить основою подальшого управління процесами відтворення, що дозволить збільшити термін експлуатації газопроводів.

**лінійна частина магістральних газопроводів, аварія, відмова, відтворення, надійність, втрати, ізоляційне покриття, термін експлуатації**

**Постановка проблеми.** Розвиток економіки у великій мірі зв'язаний з успішним вирішенням проблеми відтворення основних виробничих засобів усіх сфер національної економіки, в тому числі і газової промисловості. В теперішній час проблема відтворення основних засобів набуває особливо гострого значення, оскільки велика частина обладнання промисловості є застарілою. В таких умовах господарювання одна із основних задач підприємств полягає в швидкому процесі відтворення основних засобів, що дозволить в свою чергу забезпечити випуск конкурентоздатної продукції, впровадження нової техніки і технології.

**Аналіз останніх досліджень.** Проблема відтворення основних виробничих засобів знайшла відображення у наукових працях багатьох провідних вчених-економістів, зокрема Танасюка І.М., Решетюка Г.М., Цибулько Т.Л., Свірідової Н.Д., Губаревої І.О., Селюченко Н.Є, Котковського В.С., Бондаренко О.А., Бобрової О.Г., Шурди Л.Д., Павлюченкової О.Б., Радченко М.Ю., Швець Н.В., Кулаковської Т.А., Сівашенко Т.В, Бакай Й.В., Заволоки С. М., Щебликіної І.О., Утенкової К.О., Белікова Н.В., Клебан О.Л. та інших, проте питанню відтворення лінійної частини магістральних газопроводів не було приділено уваги.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Основним завданням даної статті є дослідження міри впливу чинників, котрі впливають на виникнення відмов та аварій на магістральних газопроводах для подальшого керування ними за допомогою ефективного процесу відтворення, що являється запорукою надійної експлуатації газотранспортної системи загалом.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Статистичні дані експлуатації лінійної частини ДК "Укртрансгаз" підтверджують те, що понад 40% газопроводів експлуатуються понад 30 років (збудовані в період з 1966-1970р.), в межах від 21 до 30 років експлуатується 30% від загальної кількості та від 16 до 21 року – 12%. Негативним є той факт, що тільки 9% газопроводів використовується із терміном експлуатації менше 15 років [1]. Дана ситуація має негативний характер для надійності газотранспортної системи України, вказує на значну зношеність та потребує негайного її відновлення та реконструкції. Такий стан експлуатаційної надійності лінійної частини магістральних газопроводів передбачає те, що ще кілька років вона зможе пропрацювати в задовільному стані, проте потреба в капітальному ремонті набуває гострого значення. Понад 90% відмов об'єктів газотранспортної системи відбувається на магістральних газопроводах, причому від 15 до 35% цих відмов відбувається через корозію металу [2, ст.48].

З огляду на це, підвищення ефективності процесу відтворення лінійної частини магістральних газопроводів (далі ЛЧ МГ) призведе до зменшення втрат, спричинених відмовами та аваріями на газопроводах, як у газовій промисловості загалом, так і в газотранспортній системі зокрема, дасть можливість підвищити ефективність не тільки даної галузі, але й усієї економіки країни.

Аварії та відмови на лінійній частині магістральних газопроводів призводять до значних втрат газу, витрат, пов'язаних з проведенням ліквідаційних та ремонтно-відновних робіт та недопоставок газу. Середньорічні втрати газу при аваріях становлять 240,1 млн.м<sup>3</sup> при загальному обсязі заміни труб у 5031 пог. м. Сумарний річний час простою газопроводів у ході ліквідації аварій становить 3554 години [3, ст.225].

Основною причиною (54%) виникнення аварій та відмов на магістральних газопроводах є корозія металу труби [1]. За період 2002-2008 років в ДК «Укртрансгаз» з причини корозійного руйнування газопроводу виникло 119 відмов [4]. Тому впровадження протикорозійних заходів є ключовим щодо забезпечення надійності та довговічності експлуатації магістральних газопроводів.

Варто відзначити позитивну тенденцію зменшення кількості відмов у системі газопроводів ДК "Укртрансгаз" із 31 у 2008 році до 24 у 2009 році завдяки виконанню капітальних та поточних ремонтів проведених за допомогою власних ЛЕС. Як і в попередні роки, значну частку відмов склали відмови внаслідок корозії [4].

Сьогодні необхідно звернути велику увагу на ефективність управління технічним станом та надійністю ЛЧ МГ з метою попередження аварій та відмов на газопроводах, що в свою чергу призведе до зменшення фінансових втрат підприємства.

Статистична інформація про відмови та втрати, які спостерігалися протягом 2002-2009 років на газопроводах УМГ "Прикарпаттрансгаз" подано в табл. 1.

Таблиця 1 – Відмови на газопроводах та відгалуженнях УМГ «Прикарпаттрансгаз»

Роки	Кількість відмов	Втрати		
		газу, млн. м <sup>3</sup>	часу на ліквідацію, год.	Фінансові втрати за газ, тис.грн
2002	3	1,879	278	519,073
2003	-	-	-	-
2004	-	-	-	-
2005	1	0,018	24	6,042
2006	2	0,379	36	188,136
2007	2	0,569	60	407,427
2008	-	-	-	-
2009	1	0,039	48	47,943

На основі статистичних відмов та аварій на ЛЧ МГ, а також на основі аналізу виникнення і розвитку дефектів труб нами було виявлено ряд чинників, які спричиняють можливості виникнення аварій на магістральних газопроводах.

Для глибшого вивчення причин виникнення відмов та аварій на ЛЧ МГ нами було досліджено ряд чинників, які їх спричиняють. Для оцінки міри впливу основних чинників було проведено соціологічне дослідження у вигляді опитування, яке охоплювало лінійні ланки управління на рівні структурних підрозділів УМГ «Прикарпаттрансгаз» таких як Долинське, Богородчанське, Закарпатське, Одеське та Хустське лінійно-виробниче управління магістральних газопроводів (далі ЛВУМГ), що виступали експертами в процесі анкетування. Також до анкетування були залучені експерти будівельно-монтажного управління №4, що являється структурною одиницею Будівельно-монтажна фірма «Укргазпромбуд», функція якої полягає у проведенні масштабних ремонтних та відновних робіт в ролі власної підрядної організації ДК «Укртрансгаз». В опитуванні також взяли участь науковці Івано-Франківського національного університету нафти і газу, які

займалися безпосередньо вивченням питань пов'язаних із дослідженнях відновних процесів магістральних газопроводів.

Процес опитування фахівців передбачав заповнення анкети, в якій наводився ряд досліджених та відібраних найважливіших чинників та за допомогою бального методу респондент оцінював його вплив на результуючий показник в 5-ти бальній системі (5 – найбільший вплив, 1-найменший вплив).

Після опрацювання інформації були отримані наступні результати: в процесі експертного дослідження можна відзначити, що максимально близькими за значеннями бальних оцінок (4-5) відзначені такі чинники, як якість виконання робіт з будівництва газопроводів; якість ремонтного обслуговування; рівень придатності ізоляційного покриття газопроводу; рівень корозійного руйнування газопроводу; рівень кваліфікації робітників-ремонтників та інженерно-технічних працівників; рівень досконалості прийняття управлінських рішень щодо відновлення магістральних газопроводів.

На основі результатів, отриманих за допомогою експертної оцінки міри впливу чинників на аварійність ЛЧ МГ нами було запропоновано методика визначення комплексного коефіцієнта готовності, який характеризує надійність газотранспортної мережі. Для визначення бальної оцінки коефіцієнта готовності газопроводів за основу взято методика, розроблену компанією Dow Chemical Co, на основі якої в якості критерія (рівня) ризику вводиться відносний показник надійності газопроводу (*relative index of pipeline safety – RIPS*) [5, ст. 193]. Даний критерій визначається за допомогою 5-ти індексів. Чотири з них ( $F_1, \dots, F_4$ ) характеризують найбільш характерні причини відмов лінійної частини, до яких відносяться антропогенні впливи, корозія, помилки проектуванн, помилки оперативного управління. П'ятий  $\alpha$ , характеризує важкість наслідків при аварійних ситуаціях.

Нами було вдосконалено та деталізовано даний методичний підхід для оцінки надійності лінійної частини і використано показники, котрі характеризують найбільш часті причини відмов на газопроводах Західного регіону України.

Схема бальної оцінки чинників, а також значення їх вагових коефіцієнтів були визначені методом експертних оцінок з врахуванням даних статистичних відмов та аварій вітчизняних магістральних газопроводів.

Таким чином, виходячи із запропонованої нами оцінки надійності лінійної частини магістральних газопроводів отримаємо комплексний показник готовності ЛЧМГ, який характеризує надійність та розраховується за допомогою формули:

$$K_2 = \beta (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8 + F_9 + F_{10} + F_{11}),$$

де  $\beta$  – ймовірність виникнення аварійної ситуації

$F_1$  – якість виконання робіт з будівництва газопроводу;

$F_2$  – якість ремонтного обслуговування газопроводів;

$F_3$  – стан ізоляційного покриття газопроводу;

$F_4$  – рівень корозійного руйнування газопроводу;

$F_5$  – природньо-географічне розташування та середовище пролягання газопроводу;

$F_6$  – рівень та якість діагностування і очистки газопроводу;

$F_7$  – рівень кваліфікації робітників-ремонтників та інженерно-технічних працівників;

$F_8$  – рівень озброєності технічними засобами;

$F_9$  – рівень досконалості прийняття управлінських рішень щодо експлуатації та відновлення магістральних газопроводів;

$F_{10}$  – рівень браку труби;

$F_{11}$  – рівень захищеності газопроводів.

Застосувавши визначення оцінки надійності ЛЧМГ для аналізованих об'єктів дослідження та результати досліджень за допомогою експертних оцінок та їх вагових коефіцієнтів отримаємо наступний розрахунок:

- для Долинського ЛВУМГ:

$$K_{\Sigma_{\text{ЛВУМГ}}} = 0,11F_1 + 0,1F_2 + 0,1F_3 + 0,1F_4 + 0,07F_5 + 0,09F_6 + 0,1F_7 + 0,09F_8 + 0,09F_9 + 0,08F_{10} + 0,07F_{11};$$

- для Богородчанського ЛВУМГ:

$$K_{\Sigma_{\text{БЛВУМГ}}} = 0,11F_1 + 0,09F_2 + 0,1F_3 + 0,09F_4 + 0,09F_5 + 0,09F_6 + 0,09F_7 + 0,08F_8 + 0,1F_9 + 0,1F_{10} + 0,07F_{11};$$

- для Хустського ЛВУМГ:

$$K_{\Sigma_{\text{ХЛВУМГ}}} = 0,14F_1 + 0,1F_2 + 0,1F_3 + 0,1F_4 + 0,05F_5 + 0,07F_6 + 0,07F_7 + 0,09F_8 + 0,07F_9 + 0,14F_{10} + 0,07F_{11};$$

- для Закарпатського ЛВУМГ:

$$K_{\Sigma_{\text{ЗЛВУМГ}}} = 0,11F_1 + 0,1F_2 + 0,11F_3 + 0,1F_4 + 0,07F_5 + 0,08F_6 + 0,1F_7 + 0,09F_8 + 0,1F_9 + 0,08F_{10} + 0,07F_{11};$$

- для Одеського ЛВУМГ:

$$K_{\Sigma_{\text{ОЛВУМГ}}} = 0,12F_1 + 0,09F_2 + 0,12F_3 + 0,12F_4 + 0,07F_5 + 0,07F_6 + 0,08F_7 + 0,08F_8 + 0,08F_9 + 0,11F_{10} + 0,05F_{11}.$$

Опрацювання результатів експертних оцінок дало можливість зробити наступні узагальнення:

- п'ять із семи опитаних організацій, відзначили найбільшим впливом «якість виконання робіт по будівництву газопроводу». Такий рейтинг оцінки даного чинника говорить про те, що при будівництві газопроводів мало місце недотримання будівельно-монтажних норм, рівень науки, техніки та технології знаходився на значно нижчому рівні в порівнянні з теперішнім часом. Проте, необхідно відзначити те, що на даному етапі господарювання і в майбутньому підприємства не мають впливу на даний чинник, оскільки будівництво газотранспортної системи вже відбулося в минулому. Аналіз даного чинника дозволить використати досвід і недопустити помилок при будівництві газопроводу в майбутньому, що призведе до зростання коефіцієнта надійності газопроводу;

- більше половини експертів практиків та науковців вказали на високу залежність надійності ЛЧМГ від рівня корозійного руйнування газопроводу та рівня придатності ізоляційного покриття. Під час тривалої експлуатації газопроводів захисне ізоляційне покриття поступово втрачає свої експлуатаційні властивості і виникають умови, що активізують процеси корозії металу труб. У результаті цих процесів на поверхні металу починають розвиватися корозійні дефекти у вигляді виразок, каверн або суцільної корозії [6]. Корозійне руйнування сталі приводить до втрат металу і транспортованого продукту, перебоїв у роботі транспортних підприємств і забруднення навколишнього середовища;

- до найважливіших чинників впливу на надійність ЛЧ МГ віднесли також якість ремонтного обслуговування та рівень кваліфікації робітників-ремонтників та інженерно-технічних працівників. Спираючись на те, що велика частина газопроводів вже експлуатується довший час, то саме якість проведення ремонтів дозволяє прогнозувати її ресурс. Даний чинник залежить від умов проведення робіт, якості матеріалів, наявності техніки та технології, дотримання норм та інструкцій з ремонту ЛЧ МГ. Рівень кваліфікації робітників-ремонтників та інженерно-технічних працівників залежить від освіти працівника, досвіду роботи та професійних навичок;

- рівень досконалості прийняття управлінських рішень щодо відновлення ЛЧ МГ в галузі оцінений експертами-практиками та науковцями також як один із найважливіших. Це свідчить про те, що управлінські рішення повинні бути прийняті на основі глибокого аналізу проблеми, вчасно, правильно та виважено, з проведенням контролю за їх виконанням, а самі управлінці повинні характеризуватися професіоналізмом, здатністю до креативного мислення, готовністю до прийняття правильних рішень, дисциплінованістю, авторитетом у підлеглих.

**Висновки.** Узагальнюючи результати даного дослідження приходимо до наступних висновків:

- зниження ймовірності виникнення аварій на магістральних газопроводах за допомогою врегулювання найбільш впливових чинників дозволить підвищити надійність газотранспортної системи України;

- більшість проблемних питань, які можна вдосконалювати вже сьогодні полягає в напрямках покращення придатності ізоляційного покриття газопроводів та покращення його якості, що призведе до зменшення кількості корозійних руйнувань газопроводів, підвищення якості ремонтного обслуговування, досконалість прийняття управлінських рішень у процесі відновлення ЛЧМГ, забезпеченість належного рівня кваліфікації робітників-ремонтників та інженерно-технічних працівників, підвищення рівня озброєності технічними засобами.

В зв'язку з такими висновками, першочерговими змінами в діяльності підприємств галузі повинні стати:

1. Розвиток процесу відновлення ЛЧ МГ на основі проведення якісного капітального та поточного ремонтного обслуговування газопроводів шляхом інтенсивного впровадження у відновний процес вискоелективних технологій, новітніх методів та способів захисту газопроводів від корозії.

2. Підвищення надійності ЛЧ МГ, яке можна досягнути на основі обов'язкового ефективного та інтелектомотивуючого процесу управління персоналом, пов'язаним з процесом відновлення ЛЧ МГ, що дозволить підвищити якість та ефективність відновних робіт.

Виявлені нами резерви для вирішення проблеми надійності газотранспортної системи України в сфері відновлення ЛЧ МГ та узагальнені на цій основі напрямки їх вирішення дозволяють підтвердити свою дієвість та результативність в практичному застосуванні на підприємстві.

## Список літератури

1. Технічний паспорт ДК "Укртрансгаз" НАК "Нафтогаз України" станом на 01.01.2008р.
2. Шишківський В.А. Діагностування технічного стану засобів протикорозійного захисту та корозійного стану ГТС ДК "Укртрансгаз" / В.А. Шишківський, В.Б. Гаврильцев // Нафтова і газова промисловість . – 2000. – №4 – С.48-51.
3. Обслуговування і ремонт газопроводів / [Грудз В.Я., Тимків Д.Ф., Михалків В.Б., Костів В.В.]. – Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2009. – 711с.
4. Банахевич Ю.В. Технічний стан і рівень експлуатації МГ і ГРС ДК "Укртрансгаз" / Матеріали науково-технічної наради "Підвищення надійності та ефективності роботи ЛЧМГ газотранспортної системи Дк "Укртрансгаз" м.Яремча, 2010р.
5. Похмурський В. Протикорозійний захист металофонду України // Вісник.– 2003.– №2.
6. Мазур І.І., Иванцов О.М. Безопасность трубопроводных систем. / И.И. Мазур, О.М. Иванцов. – М.: ИЦ "Елима", 2004. – 1104с.

*І.Федорович*

### **Повышение эффективности процесса воссоздания ЛЧ МГ – залог надежности газотранспортной системы**

Статья посвящена исследованию влияния факторов на аварийность линейной части магистральных газопроводов, с целью последующего управления ими с помощью эффективного процесса воссоздания, которое является залогом надежной эксплуатации газотранспортной системы в целом. Влияние факторов аварийности исследовано на основе экспертного метода. Это служит основой последующего управления процессами воссоздания, которое позволит увеличить срок эксплуатации газопроводов.

*I.Fedorovych*

### **An increase of efficiency of process of recreation of LCH MG is a mortgage of reliability of the gas-transport system**

The article is devoted research of influencing of factors on the accident rate of linear part of main gas pipelines, with the purpose of subsequent management by them by the effective process of recreation which is the mortgage of reliable exploitation of the gas-transport system on the whole. Influencing of factors of accident rate is probed on the basis of expert method. It serves as a subsequent government of recreation which will allow to increase the term of exploitation of gas pipelines processes base.

Одержано 18.11.10