

## ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ І ПРОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ БЕЗПЕЧНОГО ЕКСПЛУАТУВАННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

**Р. Т. Мартинюк, М. Р. Шиян**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;  
тел. +380 (342) 72-71-38; e-mail: snp@nupq.edu.ua*

*Масштаби трубопровідної системи України, велике різноманіття складних гідрогеологічних умов прокладання трубопроводів та значна кількість таких, що відпрацювали, зумовлюють особливе ставлення до робіт із забезпечення їх надійного функціонування. Продовження ресурсу безпечного експлуатування металокопструкцій в даний час набула гострої актуальності у всіх промислово розвинутих країнах. Для України важливість їх вирішення обумовлена зниженням об'ємів виробництва металокопструкцій на заміну тих, що виводяться з експлуатації. Це, в першу чергу, відноситься до об'єктів енергетики, нафтогазопроводів, хімічної промисловості, наземного і повітряного транспорту та будівництва.*

**Ключові слова:** *транспортування енергоресурсів, технічна діагностика, термін експлуатації, продовження ресурсу металокопструкцій, термін експлуатації.*

Забезпечення безперебійного транспортування енергоресурсів територією України є однією зі складових її енергетичної безпеки. Україна є основним транзитером російського газу у Європу. Газотранспортна система України – це 22,2 тис. км магістральних газопроводів, 72 компресорні станції, 13 підземних сховищ газу з активним об'ємом більше 32 млрд. м<sup>3</sup>. Пропускна здатність української ГТС на вході складає 287 млрд. м<sup>3</sup>, а на виході – 178 млрд. м<sup>3</sup> в рік [1].

Більшу частину магістральних газопроводів (близько 30%) було побудовано у період з 1966 до 1970 рр., тобто від 39 до 43 років тому. Близько 21% усіх газопроводів мають термін експлуатування, що перевищує нормативний. Згідно норм експлуатування до 2010 року повній заміні підлягає 1,7 тис. км з 13,2 тис. км основних магістральних трубопроводів; 0,8 тис. км із 9,5 тис. км інших магістральних трубопроводів та 0,3 тис. км із 13,8 тис. км трубопроводів-відведень.

Розподіл газопроводів за терміном експлуатування за даними ДК “Укртрансгаз” подано на рис. 1.



Рис. 1. Розподіл газопроводів за термінами експлуатування

Система магістральних нафтопроводів України включає в себе 19 нафтопроводів діаметром до 1220 мм включно, загальною довжиною 4766,1 км в одну нитку, 51 нафтоперекачувальну станцію, 11 резервуарних парків з 79 резервуарами загальною номінальною ємністю 1083 м<sup>3</sup> [2].

Розподіл нафтопроводів за терміном експлуатування (згідно даних ВАТ "Укрнафта") подано на рис. 2.

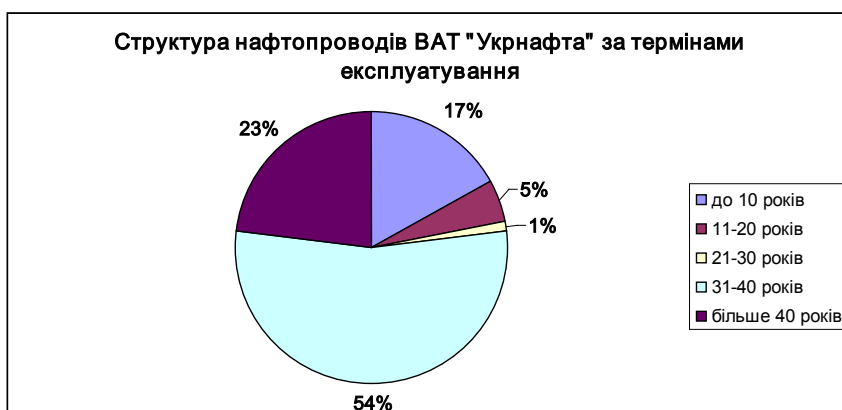


Рис. 2. Структура нафтопроводів за термінами експлуатування

Як видно зі структури трубопроводів за термінами експлуатування, 33% магістральних газопроводів та 77% магістральних нафтопроводів експлуатуються понад 30 років. Зі збільшенням терміну експлуатування трубопроводів, що мають високі експлуатаційні параметри – діаметр, тиск, протяжність тощо, з'являються нові науково-технічні проблеми, серед яких, перш за все, необхідно виділити проблему оцінювання та подовження безпечного терміну експлуатування.

На сьогодні умови експлуатування нафтогазопроводів характеризуються такими особливостями:

– відбувається природне старіння металу магістральних трубопроводів. Старіння – це явище, що призводить до змін у структурі матеріалів, з яких виготовлені трубопроводи, і, відповідно, до зниження їх експлуатаційних характеристик [3];

– база нормативних документів знаходиться у стані постійних змін. З'являються нові вимоги до надійності і безпеки. Багато із раніше прийнятих технічних рішень не відповідають сучасним вимогам стандартів та усталеної практики;

– підвищуються вимоги до екологічної безпеки нафтогазопроводів. Практично будь-які аварії, пов'язані з розгерметизацією трубопроводу і виходом транспортованого продукту, ведуть до значних витрат. Велика частина витрат йде на штрафи і на відновлення навколишнього середовища (очищення ґрунтів, води, утилізацію забрудненого ґрунту);

– об'єми ремонтно-відновлювальних робіт досі обмежуються фінансовими ресурсами підприємств, що експлуатують нафтогазопроводи.

Ураховуючи всі наведені обставини у забезпеченні безпеки та надійної роботи нафтогазопроводів можна виокремити два аспекти:

– необхідність моніторингу реального стану матеріалу нафтогазопроводів, що експлуатуються понад нормативний ресурс або близькі до його завершення;

– необхідність оцінки фактичного стану матеріалу трубопроводів з метою розрахунку безпечного терміну експлуатування.

Сучасна концепція оцінювання залишкового ресурсу нафтогазопроводів включає в себе такі основні етапи (рис. 3):

– аналіз вихідної інформації, її обробка, накопичення, вибір потенційно небезпечних ділянок;

– інструментальний етап – обстеження ділянки з дефектами методами неруйнівного контролю застосованими до конкретного дефекту: тріщина – ультразвуковий контроль, зменшення товщини стінки – товщиномір, оцінювання рівня НДС – електромагнітний контроль тощо;

– розрахунковий етап – оцінювання небезпеки дефекту і безпечності потенційно небезпечної ділянки. Використовують розрахункові методики і програмні засоби. Особливу увагу приділяють класифікації дефектів за ступенем критичності, а також оцінюванні ймовірності виявлення дефекта на обстежуваній ділянці трубопроводу;

– розрахунок залишкового ресурсу трубопроводу та складання експертного висновку для експлуатаційної організації.

Для прийняття обґрунтованих рішень стосовно терміну подальшого експлуатування трубопроводу, порядку та обсягів проведення ремонтних робіт, встановлення придатних термінів до найближчих діагностичних обстежень або експлуатаційного моніторингу параметрів, що є критичними, проводять оцінювання фактичного технічного стану трубопроводу, а за його результатами – розрахунок залишкового ресурсу. Розрахунок залишкового ресурсу полягає у перевірці виконання умови пере-

ходу конструкції (з дефектом чи без) у критичний стан за максимальних робочих параметрів навантажувань та врахування швидкості росту дефектів з плином часу (зміни розмірів дефекту), зміни механічних характеристик матеріалу. Розрахунковий залишковий ресурс визначається мінімальним проміжком часу від поточного стану до кінцевого, який відповідає руйнуванню конструкції. Виходячи з цього, поняття ресурсу допускає різне пояснення у залежності від вибраного критерію. За відсутності макродефектів (типу тріщин) граничний стан визначається критичними величинами локальних напружень або деформацій з урахуванням зон концентрації напружень та виділення характерних місць і величин напружень. Необхідно відзначити, що значний вплив на накопичення пошкоджень, а відповідно і на ресурс, здійснюють як конструкційні фактори, включаючи концентратори напружень, так і технологічні, що визначаються механічними властивостями матеріалу.



Рис. 3. Структурна схема оцінювання залишкового ресурсу нафтогазопроводу

Світовий досвід подовження терміну безпечного експлуатування трубопроводів викладено у міжнародному стандарті ISO 13623 Нафтова і газова промисловість – трубопровідні системи (Petroleum and natural gas industries – pipeline transportation systems). Процедура подовження терміну експлуатування трубопроводу складається з таких етапів (рис. 4).

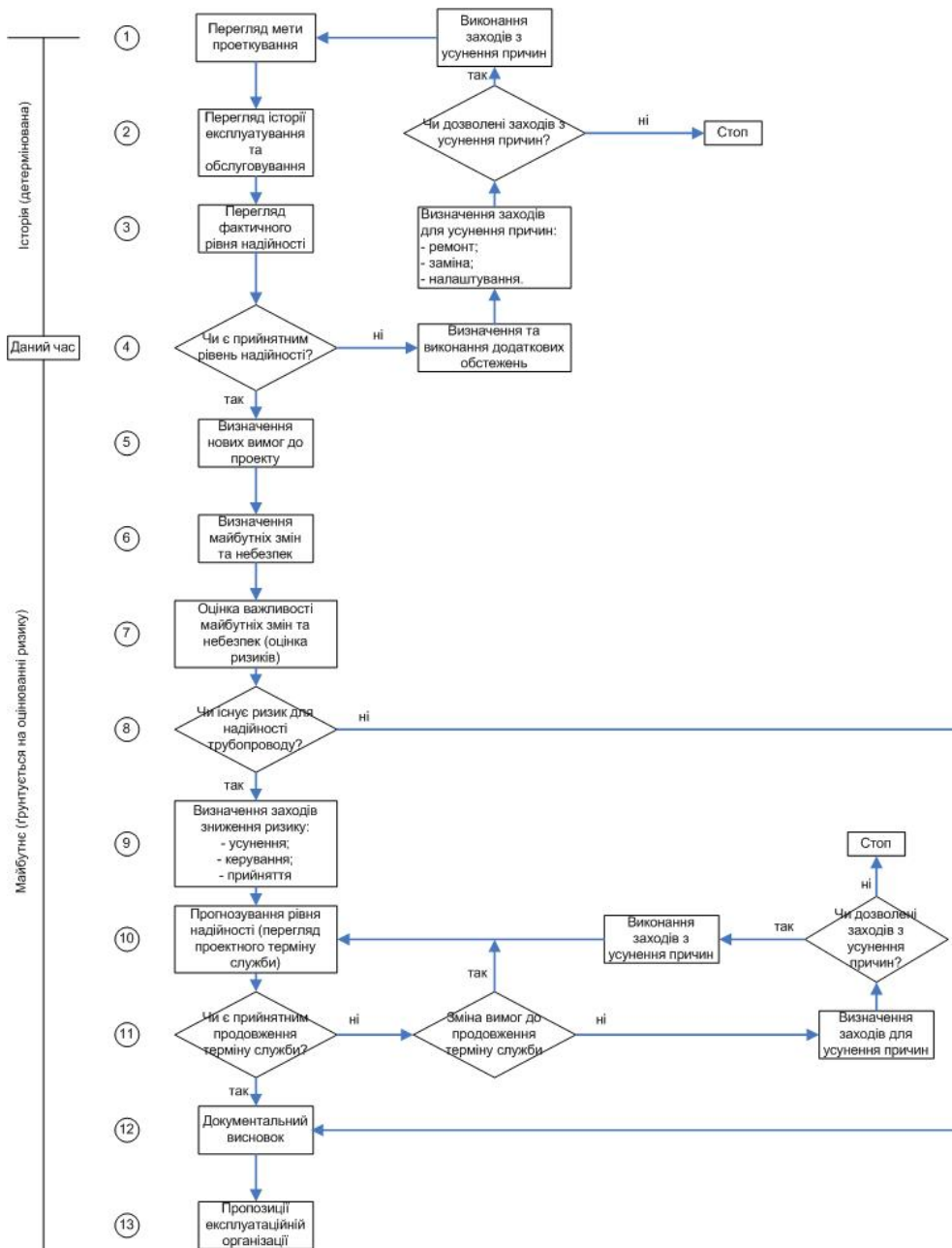


Рис. 4. Процедура подовження терміну експлуатування трубопроводу

*Література*

1. Розподіл трубопроводів за термінами експлуатування: станом на 25.05. 2009 р. / Офіційний сайт ДК “Укртрансгаз”.
2. Василюк В. Підвищення надійності роботи магістральних нафтопроводів ВАТ “Укртранснафта” / В. Василюк // Вісник НГСУ. – 2004. – № 4. – С. 11-14.
3. Гумеров А.Г. Старение труб нефтепроводов / А.Г. Гумеров, Р.С. Зайнуллин, К.М. Ямалеев, А.В. Росляков – М.: Недра, 1995. – 222с. – ISBN 5-247-03080.

*Стаття надійшла до редакційної колегії 16.08.2019 р.  
Рекомендовано до друку д.т.н., професором Грудзом В.Я.  
д.т.н., професором Говдяком Р.М. (м. Київ)*

**PROBLEMS OF DETERMINATION AND CONTINUATION  
OF THE RESOURCE OF SECURITY OPERATION  
OF MAIN PIPELINES**

**R. T. Martyniuk, M. R. Shyian**

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;  
76019, Ivano-Frankivsk, Carpathians str., 15;  
ph. +380 (3422) 72-71-38; e-mail: snp@nunq.edu.ua*

*The scale of the Ukrainian pipeline system, the large variety of complex hydrogeological conditions for pipe laying, and a significant number of those that have worked, predetermine a particular attitude to the work to ensure their reliable functioning. The continuation of the resource for the safe exploitation of steel structures has now become acute in all industrialized countries. For Ukraine, the importance of their solution is due to a decrease in the volumes of production of metal structures to replace those that are being decommissioned. This primarily concerns the objects of energy, oil and gas pipelines, the chemical industry, land and air transport and construction.*

**Key words:** *transportation of energy resources, technical diagnostics, service life, continuation of the resource of metal structures, service life.*