



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**76-ї НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ПРОФЕСОРІВ,
ВИКЛАДАЧІВ, НАУКОВИХ ПРАЦІВНИКІВ,
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

ТОМ 1

14 травня – 23 травня 2024 р.

РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ЛІНІЙНИХ ЧАСТИН МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ З КОРОЗІЙНИМИ ПОШКОДЖЕННЯМИ

Лінійна частина нафтопроводу складається із сталевих труб, об'єднаних у цілісну систему для сумісної роботи. Кожна труба є окремим виробом з власними випадковими механічними характеристиками, але усі вони працюють під одним і тим же внутрішнім тиском продукту, що транспортується. Фактично в кожній конструкції наявні дефекти виготовлення, які не мають критичних розмірів завдяки контролю якості при виготовленні труб і монтажі трубопроводу. У процесі експлуатації утворюються локальні корозійні пошкодження, які характеризуються випадковими значеннями глибини та поверхневих розмірів, а також випадковим розміщенням уздовж трубопроводу [1]. Виходячи із загальноприйнятих підходів до оцінювання показників надійності сталевих конструкцій та особливостей роботи лінійних частин магістральних нафтопроводів, сформульовані такі передумови розрахунків надійності:

окремим елементом нафтопроводу вважається секція, що складається з однієї заводської труби;

початкова товщина стінок труб вважається детермінованою величиною, визначеною за паспортом нафтопроводу;

характеристики міцності окремих труб є незалежними випадковими величинами з нормальним законом розподілу;

довжина пошкодження є випадковою величиною з логнормальним законом розподілу, параметри якого встановлені шляхом статистичної обробки результатів внутрішньотрубної діагностики трубопроводу;

глибина й довжина пошкодження є незалежними випадковими величинами.

Статистичні характеристики межі міцності матеріалу труб встановлені за характеристичним опором сталі 17Г1С, який згідно з ГОСТ 1981-90 дорівнює $R_{un}=490$ МПа. При відомому коефіцієнті варіації межі міцності високоміцних сталей $V_R=0,12$ та встановленій нормами забезпеченості характеристичного опору $0,95$ характеристичний опір визначається за формулою:

$$R_{un} = M_R - 1,64S_R = M_R(1 - 1,64V_R) = 0,8M_R \quad (1)$$

Тоді необхідні для розрахунку статистичні характеристики межі міцності дорівнюють:

$$M_R = 1,25R_{un} = 612 \text{ МПа}; \quad S_R = 0,12M_R = 73 \text{ МПа} \quad (2)$$

Розрахунковий опір сталі визначено за таблицями та формулою СНиП 2.05.06-85, яка в сучасних позначеннях має вигляд:

$$R_u = \frac{R_{un}\gamma_c}{\gamma_m\gamma_n} = \frac{490 \times 0,75}{1,34 \times 1,0} = 274 \text{ МПа} \approx 275 \text{ МПа}, \quad (3)$$

де $\gamma_c=0,75$ – коефіцієнт умов роботи нафтопроводу II класу; $\gamma_m=1,34$ – коефіцієнт надійності за матеріалом; $\gamma_n=1,0$ – коефіцієнт надійності за призначенням. У подальших розрахунках у запас надійності враховується найменша з усіх використаних труб товщина стінки $\delta_0=9$ мм. Статистичні характеристики внутрішнього тиску в трубопроводі визначені, виходячи з того, проектний робочий тиск, рівний згідно з паспортом нафтопроводу 5,4 МПа, має забезпеченість близько 0,95 при коефіцієнті варіації $V_p=0,1$. Такі параметри відповідають коефіцієнту надійності за навантаженням $\gamma_{fp}=1,15$ [2]. Отже, механічні характеристики матеріалу труб можна вважати взаємно незалежними випадковими величинами, зміни яких обумовлені природною мінливістю властивостей будівельних матеріалів. Максимальні в межах кожної секції значення розмірів корозійних пошкоджень також є взаємно незалежними випадковими величинами. Залежність відмов секцій трубопроводу обумовлюється тим, що усі вони працюють під одним і тим же навантаженням, викликаним внутрішнім тиском продукту, що транспортується [3]. При аналізі надійності окремої труби, яка вважається окремою секцією трубопроводу, слід враховувати конкретне корозійне пошкодження, найбільше в межах цієї секції. Тоді розміри цього пошкодження для конкретної секції приймають певні детерміновані значення, урахування яких дасть оцінку надійності саме цієї секції. В окремому випадку, при нульових значеннях глибини та довжини корозійних пошкоджень, отримуємо показники надійності непошкоджених секцій трубопроводу, які можна вважати характеристикою проектного рівня надійності. Результати досліджень показали, що при виявленні корозійних пошкоджень необхідно використовувати індивідуальний підхід до кожного випадку з урахуванням типу пошкоджень, їх розміру та розташування на трубопроводі. Важливо також враховувати умови експлуатації та оцінку міцності матеріалу труб.

Література

1. *Zyma Oleksandr* *Забезпечення надійної корозійно-механічної стійкості трубопроводів та сталевих конструкцій нафтогазових комплексів / Oleksandr Zyma, Valeriia Steblianko, Roman Pahomov // ACADEMIC JOURNAL Industrial Machine Building, Civil Engineering. – Полтава: ПНТУ, 2023. – Т. 1 (60). – С. 54-59. – doi:https://doi.org/10.26906/znp.2023.60.3187.*
2. *Надійність лінійних частин магістральних трубопроводів – Reliability of Main Pipelines Linear Parts [Текст]: монографія / С.Ф. Пічугін, В.А. Пашинський, О.Є. Зима, П.Ю.Винников, Ж.Ю.Біла – Полтава: ПП «Астрая», 2018.-439 с.*
3. *Пічугін С. Ф. Про надійність металевих лінійних частин магістральних трубопроводів С. Ф. Пічугін, В. А. Пашинський, Ж. Ю. Бескровна Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - 2012. - Вип. 47. - С. 275-279.*