

Технічні науки

УДК 621.622

Стасюк Роман Богданович

кандидат технічних наук, доцент

доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтоосховищ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Стасюк Роман Богданович

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Stasiuk Roman

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the

Department Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Белей Оксана Ігорівна

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Белей Оксана Игоревна

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры информационно-телекоммуникационных технологий и систем

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Belei Oksana

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the

iDepartment of Information and Telecommunication Technology and Systems

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Мірзоєва Олександра Юріївна

асистент кафедри

інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Мирзоева Александра Юрьевна

ассистент кафедры

информационно-телекоммуникационных технологий и систем

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Mirzoieva Oleksandra

Assistant of the Department of

Information and Telecommunication Technology and Systems

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Зібаров Кирил Петрович

студент кафедри газонафтопроводів та газонафтохранилищ

Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Зибаров Кирилл Петрович

студент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа

Zibarov Kirill

Student of the Department Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

**АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ НАПРУЖЕНЬ І ДЕФОРМАЦІЙ ПРИ
РЕМОНТІ ТРУБОПРОВОДІВ**

**АНАЛИЗ ПУТЕЙ ПОНИЖЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ
ПРИ РЕМОНТЕ ТРУБОПРОВОДОВ**

**ANALYSIS OF WAYS TO REDUCE STRESSES AND STRAINS IN THE
REPAIR OF PIPELINES**

Анотація. Зростаючі об'єми ремонту дефектних ділянок вимагають розробки і застосування більш економічних і менш трудомістких способів відновлення їх несучої здатності, що виключають вирізку труб, а в певних ситуаціях і зупинку перекачування газу.

Останніми роками акцент у світовій практиці методів ремонту зміщується в напрямку ширшого використання муфтових технологій, що дозволяють виключити вирізки трубних катушок плітей труб із дефектами. В цілому ряді випадків ремонт із використанням муфт є безальтернативним методом, наприклад, при витіках газу з порожнини і трубопроводу або як тимчасовий засіб при неможливості зупинки перекачування продукту.

Ключові слова: трубопровід, витікання газу, тиск, врізка.

Аннотация. Возрастающие объемы ремонта дефектных участков требуют разработки и применения более экономичных и менее трудоемких способов восстановления их несущей способности, исключающих вырезку труб, а в определенных ситуациях и остановку перекачки газа.

В последние годы упор в мировой практике методов ремонта смещается в направлении более широкого использования муфтовых технологий, позволяющих исключить вырезки трубных катушек плит труб с дефектами. В целом ряде случаев ремонт с использованием муфт является безальтернативным методом, например при утечках газа из полости и трубопровода или как временное средство при невозможности остановки перекачки продукта.

Ключевые слова: трубопровод, утечка газа, давление, врезка.

Summary. Increasing volumes of repair of defective areas require the development and application of more economical and less time-consuming ways to restore their load-bearing capacity, eliminating the cutting of pipes, and in certain situations, and stop the pumping of gas.

In recent years, the emphasis in the world practice of repair methods has shifted towards the wider use of coupling technologies, which allow to exclude cuttings of pipe coils of pipe plates with defects. In a number of cases, repair using couplings is a non-alternative method, for example, in case of gas leaks from the cavity and the pipeline or as a temporary means when it is impossible to stop the pumping of the product.

Key words: *pipeline, gas leakage, pressure, inset.*

Сучасні методи ремонту передбачають технологію капітального ремонту газопроводів у траншеї без припинення транспорту газу.

Найважливішим у згаданій технології є відповідність чинним нормативним документам у частині безпеки виконання робіт. Відповідно до проекту виконання робіт виконуються земляні роботи з розкриття ділянки газопроводу та формування траншеї із застосуванням екскаваторної та бульдозерної техніки за умови наближення ріжучих крайок на відстань не ближче, ніж 0,5 м до твірної трубопроводу з усіх сторін [1]. Залишки ґрунту видаляються ручним обкопуванням на відстань не ближче, ніж 0,1 м до твірної трубопроводу без застосування ударних інструментів, а остаточне очищення виконується водоструминним інструментом [1].

Земляні роботи здійснюються послідовно на окремих котлованах завдовжки 25 м. Довжина котловану визначається для кожного трубопроводу за розробленою спеціальною аналітичною методикою, яка забезпечує запобігання появі пластичних деформацій труби як балки, затиснені з двох боків, враховує залежність від діаметру труб, товщини стінок, типу ґрунтів, тиску газу у трубі та інших параметрів [2].

Крокова схема виконання робіт зумовлюється необхідністю «жорсткого» зберігання попереднього положення трубопроводу та повного виключення появи додаткових повздовжньо-поперечних напружень у тілі труби.

Технологічний процес виконання капітального ремонту окремих локальних ділянок трубопроводу виконується зі зниженням тиску не менше, ніж на 10% від максимального робочого тиску за останній рік експлуатації, а під час ремонту тіла труби – не менше, ніж на 30% від максимально дозволеного [3].

Слід зауважити, що ремонтні роботи у зонах земляних призм-перемичок мають проводитись не раніше, ніж через 4-6 місяців після ремонту основних ділянок. Цей термін зумовлюється часом природного ущільнення ґрунту, що дає можливість виконувати роботи без деформації трубопроводу. Під час роботи у зонах утримання трубопроводу баластувальними обтяжувачами схема демонтажу-монтажу обтяжувачів розраховується окремо для кожного випадку.

Попередньо місця розташування земляних призм-перемичок рекомендується визначати у відповідності з цим розрахунком [4]. При цьому потрібно відрізнити середні та крайні прогони.

Крайнім вважається прогін, що примикає до нерухомої опори. Довжина крайніх прогонів не повинна перевищувати 80% від довжини середніх.

Відстань між проміжними земляними перемичками визначається із розрахунку трубопроводу як нерозрізної багатопрогоної балки, навантаженої рівномірно-розподіленим навантаженням. Для будь-якого середнього прогону повинні одночасно виконуватись дві умови: міцності та допустимого провису.

Умова міцності: напруження вигину від ваги трубопроводу не повинні перевищувати допустимих напружень як при роботі, так і при випробуваннях

$$l_{cp} = \sqrt{\frac{12W[\sigma]\varphi_w}{q}}, \quad (1)$$

де $[\sigma]$ - допускне напруження від ваги трубопроводу; q - розрахункове погонне навантаження від власної ваги трубопроводу в робочому стані чи в стані випробувань; φ_w - коефіцієнт зниження міцності поперечного зварного з'єднання на вигин; W - момент опору перерізу труби

$$W = \frac{\pi}{4}(D-s)^2 \cdot s . \quad (2)$$

У робочому стані допускне напруження складає

$$\sigma = 1,1[\sigma] - \frac{P_{роб}(D-2s)^2}{4(D-s)s\varphi} . \quad (3)$$

А при випробуваннях

$$\sigma = 1,5[\sigma] - \frac{P_{вип}(D-2s)^2}{4(D-s)s\varphi} . \quad (4)$$

Таким чином, при розрахунку за формулою (1) отримуємо два значення l_{cp} для робочого стану та для стану випробувань.

Для визначення допустимого прогону l_{cp} за умовою обмеження провису $\Delta_{max} \leq 0,02D_N$, яке може привести до створення «мішків» при застиганні трубопроводу (рисунок 2), працює система рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{q}{24El}(l_{cp}^2 x^2 - 2l_{cp} x^3 + x^4) - ix = 0,02D_N \\ \frac{q}{24El}(2l_{cp}^2 x - 6l_{cp} x^2 + 4x^3) - i = 0 \end{cases} , \quad (5)$$

Із двох значень l_{cp} , отриманих за умовами міцності (в робочому стані та при випробуванні), та допустимого провису, вибирається найменше.

Найважливішим у згаданій технології є відповідність чинним нормативним актам у частині безпеки виконання робіт. Це стало можливим завдяки розробці технології та вітчизняного обладнання, а також новим матеріалам для ремонту ізоляційного покриття. Особливістю є застосування обладнання, яке не створює механічного навантаження на поверхню трубопроводу і не має механічного контакту робочих інструментів під час очищення, підготування поверхні й ізолювання труб.

Література

1. Технічна діагностика трубопроводних систем / [В.Я. Грудз, Я.В. Грудз, В.В. Костів та ін.]. Івано-Франківськ: Лілея-НВ. 2012. 511 с.
2. Грудз В.Я. Обслуговування і ремонт газопроводів / В.Я. Грудз, Д.Ф. Тимків, В.Б. Михалків та ін. Івано-Франківськ: Лілея-НВ. 2009. 711 с.
3. Фейчук В.В. Ремонт трубопроводів без зупинки перекачування / В. В. Фейчук, Я. В. Дорошенко // Обслуговування і ремонт газопроводів / Грудз В.Я., Тимків Д.Ф., Михалків В.Б., Костів В.В. Івано-Франківськ: Лілея, 2009. 750 с.
4. Стасюк Р.Б., Дрінь Н.Я. Дослідження процесу витікання газу під тиском при нестационарному процесі переміщення його в трубопроводі. Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". 2021. №7. С. 42-50.
5. Emergency situations impact on transient processes behavior in gas networks / R. B. Stasiuk, V. B. Zapukhlyak, O. V. Ivanov, N. Ya. Drin // Journal of hydrocarbon power engineering. 2021. № 1(8).