

ШВИДКІСТЬ КОРОЗІЇ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ ТРУБНИХСТАЛЕЙ У РІЗНИХ АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Петрина Дмитро Юрійович

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація. Низьковуглецеві сталі є основним матеріалом для виробництва магістральних нафто- і газопроводів. В даний час у світовій практиці використовуються сталі нового покоління типу X70, X80, проте трубопроводи, які експлуатуються більше 45 років виготовлялися зі сталей 17Г1С (X50, X52). Корозія внутрішньої і зовнішньої частин труб є основним фактором виходу з ладу трубопроводів. Досліджено вплив агресивних середовищ на швидкість корозії низьковуглецевих сталей різних поколінь. Встановлено, що для більш агресивного середовища різниця в швидкості корозії для різних сталей стає більш істотною, а сталь X80 показала найкращі показники корозійної стійкості в різних агресивних середовищах.

Ключові слова: *трубні сталі, корозія металів, газонафтопроводи, електрохімічні показники, швидкість корозії, корозійна проникність.*

Ключовою причиною виходу з ладу трубопроводів є зовнішня і внутрішня корозія матеріалу труб і термін безпечної експлуатації в значній мірі залежить від корозійної тривкості матеріалів, що експлуатуються. Як відомо основними чинниками, які впливають на швидкість корозії є температура середовища, тиск у трубах, концентрація агресивного середовища [1]. Також впливатимуть чинники, такі як час експозиції, перемішування розчину, термін експлуатації труб, матеріал та технологія виготовлення [1-4]. Тому рівноцінно дослідити швидкість корозії для різних трубних сталей і комплексно врахувати всі фактори є достатньо складно.

В статті порівняно швидкість корозії для трьох сталей 17Г1С, X70, X80 з впливом трьох типів середовищ [1-4]. Перша сталь є основним матеріалом труб на території України і на певних ділянках трубопроводів термін експлуатації складає більше 50 років. Сталі X70 та X80 за стандартом API є основними сталями, які використовуються для виготовлення труб на території Америки, Канади, Європи.

Таблиця 1.

Хімічний склад досліджуваних сталей

| Сталь | C | P | S | Si | Mn | Cu | Al | Ni | Mo | Nb |
|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|
| 17Г1С | 0,2 | 0,01 | 0,04 | 0,4 | 1,3 | 0,1 | 0,04 | 0,15 | - | - |
| X70 | 0,06 | 0,08 | 0,01 | 0,25 | 1,65 | 0,2 | 0,026 | 0,18 | 0,1 | 0,04 |
| X80 | 0,04 | 0,06 | 0,002 | 0,22 | 1,88 | 0,23 | 0,04 | 0,26 | 0,29 | 0,1 |

Як видно з таблиці 1 сталь 17Г1С має найвищий процентний вміст вуглецю, у сталях X70 та X80 збільшений процентний вміст марганцю, що буде суттєво підвищувати показники міцності. Основною відмінністю між цими сталями є технологія прокату листів. Для сталей новішого покоління застосовується сучасний високотемпературний прокат з додаванням легуючого елементу ніобію, який буде створювати структуру голчастого фериту. Такий процес виготовлення буде сприяти отриманню кращих механічних характеристик, а невисокий процентний вміст вуглецю покращить зварюваність таких сталей.

Порівняння швидкості корозії проводили з можливим відбором однакових характеристик середовищ, які будуть впливати на швидкість корозії. Використовували 3% розчин NaCl, водну емульсію продуктів транспортування нафти (концентрація H_2S від 1 до 5 mg/m^3) та ґрунтовий розчин з концентрацією сірководню від 7 до 20 mg/m^3 . Температуру дослідження брали в межах від 300К до 340К, тиск в трубах $p=0,1MPa$. Результати порівнянь представлені на рис. 1

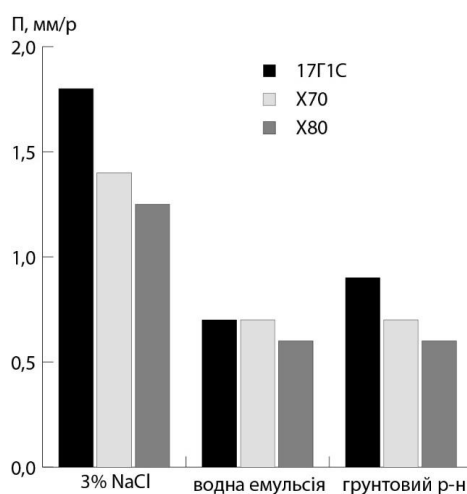


Рисунок 1 - Швидкість корозії трубопровідних сталей у різних середовищах

По результатах порівнянь можна зробити висновки, що найбільший рівень швидкості корозії виникає в більш агресивному середовищі, як і очікувалося, також спостерігається найбільша різниця цих показників для різних сталей. Менш агресивні середовища дають менший вплив на різницю корозійної тривкості для різних матеріалів і у водній емульсії продуктів транспортування нафти вона майже однакова для всіх матеріалів.

Висновки. Швидкість корозії залежить від багатьох чинників, але ключовими є агресивність середовища та його температура. Сталі новішого покоління завдяки сучасному процесу технології прокатування показали кращі показники корозійної тривкості. Сталь X80 показала найкращі показники швидкості корозії, а у поєднанні з високими показниками міцності та зварюваності вона є основним матеріалом для виготовлення трубопроводів великого діаметру в цілому світі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петрина Д. Ю. Вплив тривалої експлуатації на корозійну стійкість трубної сталі 17Г1С / Д. Ю. Петрина // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2010. – №3(36). – С. 17–22.
2. Xinhua Wang, Xuting Song, Yingchun Chen, Zuquan Wang, Liuwei Zhang Corrosion Behavior of X70 and X80 Pipeline Steels in Simulated Soil Solution. Int. J. Electrochem. Sci., - 13 (2018) 6436 – 6450, doi: 10.20964/2018.07.12
3. Chengqiang Ren, Li Liu, Feng Yi, Minglin Guo, Tao Zou, and Ning Xian. Internal Corrosion Behaviors of API X80 Welding Pipeline. – ICPTT 2009: Advances and Experiences with Pipelines and Trenchless Technology for Water, Sewer, Gas, and Oil Applications. [https://doi.org/10.1061/41073\(361\)170](https://doi.org/10.1061/41073(361)170)
4. Zhenguang Liu, Xiuhua Gao, Linxiu Du, Jianping Li, Ping Li, Chi Yu, R.D.K. Misra, Yuxin Wang Comparison of corrosion behaviour of low-alloy pipeline steel exposed to H₂S/CO₂-saturated brine and vapour-saturated H₂S/CO₂ environments. Electrochimica Acta. – Volume 232, 1 April 2017, Pages 528-541. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2017.02.114>
5. Петрина, Д. Ю., Петрина, Л. Г. Вплив корозійного середовища на сучасні сталі магістральних трубопроводів. Prospecting and Development of Oil and Gas Fields, - 2(83), p. 95–104. [https://doi.org/10.31471/1993-9973-2022-2\(83\)-95-104](https://doi.org/10.31471/1993-9973-2022-2(83)-95-104)

CORROSION RATE OF LOW-CARBON PIPES STEEL IN VARIOUS AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

Dmytro Petryna

Abstract. *Low-carbon steels are the main material for the production of main oil and gas pipelines. Currently, new generation steels of the X70, X80 type are used in global*

practice, however long-term pipelines are made of 17Г1С steels (X50, X52). Corrosion of the inner and outer parts of pipes is the main factor in the failure of pipelines. The study examines the influence of aggressive environments on the corrosion rate of low-carbon steels of different generations. It was found that for a more aggressive environment the difference in corrosion rate for different steels becomes more significant, and X80 steel showed the best indicators of corrosion resistance in various aggressive environments.

Keywords: *pipe steels, corrosion of metals, gas and oil pipelines, electrochemical indicators, corrosion rate, corrosion permeability.*

REFERENCE

1. Petryna D.Yu. Effect of long-term operation on the corrosion resistance of pipe steel 17G1S / D.Yu. Petryna // Exploration and development of oil and gas fields. – 2010. – No. 3(36). – P. 17–22.
2. Xinhua Wang, Xuting Song, Yingchun Chen, Zuquan Wang, Liuwei Zhang Corrosion Behavior of X70 and X80 Pipeline Steels in Simulated Soil Solution. Int. J. Electrochem. Sci., - 13 (2018) 6436 – 6450, doi: 10.20964/2018.07.12
3. Chengqiang Ren, Li Liu, Feng Yi, Minglin Guo, Tao Zou, and Ning Xian. Internal Corrosion Behaviors of API X80 Welding Pipeline. – ICPTT 2009: Advances and Experiences with Pipelines and Trenchless Technology for Water, Sewer, Gas, and Oil Applications. [https://doi.org/10.1061/41073\(361\)170](https://doi.org/10.1061/41073(361)170)
4. Zhenguang Liu, Xiuhua Gao, Linxiu Du, Jianping Li, Ping Li, Chi Yu, R.D.K. Misra, Yuxin Wang Comparison of corrosion behaviour of low-alloy pipeline steel exposed to H₂S/CO₂-saturated brine and vapour-saturated H₂S/CO₂ environments. Electrochimica Acta. – Volume 232, 1 April 2017, Pages 528-541. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2017.02.114>
5. Petryna, D. Yu., Petryna, L. G. Influence of a corrosive environment on modern steel main pipelines. Prospecting and Development of Oil and Gas Fields, - 2(83), p. 95–104. [https://doi.org/10.31471/1993-9973-2022-2\(83\)-95-104](https://doi.org/10.31471/1993-9973-2022-2(83)-95-104)