



УДК 621.643

АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕНОСТІ ТРИВАЛО ЕКСПЛУАТОВАНОЇ СТАЛІ ОДНІЄЇ З ДІЛЯНОК МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ «СОЮЗ»

П.О. Марущак¹, Р.Т. Біцак², О.В. Марущак²

*1 Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя
46001, м. Тернопіль, вул. Руська 56. e-mail: Maruschak@tu.edu.te.ua*

*2 Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15. e-mail: laboratory22b@gmail.com*

Відомо, що тривала експлуатація магістральних газопроводів понад 30 років знижує твердість і відносно звуження сталей, спричиняє збільшення дисперсії міцнісних властивостей. Неоднозначні процеси з міцністю зумовлені вичерпуванням пластичності сталей, накопиченням структурних дефектів [1]. Відомо також, про неоднозначну зміну характеристик пластичності тривалоексплуатованих трубних сталей: відносно звуження після експлуатації знижується, а відносно видовження зростає. Разом з тим, відомі праці у яких структурна деградація майже не впливає на механічні властивості матеріалу труби, хоча тривала експлуатація спричиняє перерозподіл цементиту, а наводнювання зумовлює знеуглецювання матеріалу. Деформаційне старіння таких сталей є незначним й проявляється виділенням дрібнодисперсних карбідів в об'ємі зерен, які спричиняють зниження ударної в'язкості. Значні відмінності механізмів руйнування сталей магістральних газопроводів у вихідному та тривало експлуатованому станах зумовлені різномайттям їх експлуатаційних пошкоджень. Отже, існуючі підходи їх фрактодіагностування потребують вдосконалення та конкретизації. Крім того, вивчення дефектності тривало експлуатованих трубних сталей є основою створення сталей підвищеної міцності з різними типами мікроструктур. Слід відзначити, що систематизація експлуатаційної пошкодженості є важливим науковим та інженерним завданням, а її опис потребує подальших досліджень.

Метою даних досліджень було оцінювання стану металу магістрального газопроводу «Союз» після тривалого напрацювання та виявлення впливу накопичених структурних дефектів на його тримку здатність та тріщиностійкість.

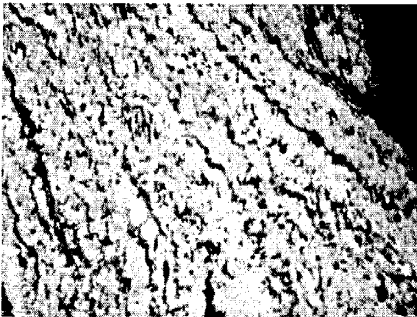
Аналізували фрагмент магістрального газопроводу «Союз» діаметром 1420 мм, з товщиною стінки 16 мм вирізаний в околі КС-20 «Гусятин» (с. Суходіл) Тернопільської області.



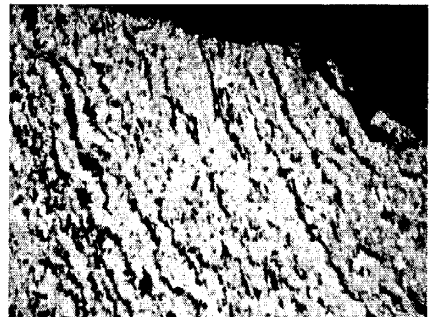
Кінетику деформування та руйнування зразків досліджували за методом повних діаграм деформування. Це дозволило забезпечити такі умови випробувань, за яких можна оцінити стабільність деформаційного процесу та руйнування на різних стадіях, зокрема й при макроруйнуванні. Використовували циліндричні зразки діаметром 5 мм, з робочою ділянкою 25 мм. Їх випробовували на модернізованій гідравлічній установці для статичних випробувань ZD-100Pu. Модифікована версія установки містила два контури – зовнішній (навантажувальну раму випробувальної машини) і внутрішній, що дозволяє будувати повні діаграми руйнування.

Статичну тріщиностійкість сталі оцінювали за параметром K_{Ic} , за концепцією повних діаграм деформування пластичних матеріалів, запропонованою проф. М.Г. Чаусовим в якості експрес-методу визначення в'язкості руйнування [2].

Показано, що ферито-перлітна сталь магістральноготрубопроводу протягом експлуатації під впливом робочих напружень та факторів впливу середовища майже не змінює свої властивості.



а



б

Рисунок 1 – Структура деформованої сталі X65 після 30 років напрацювання магістрального газопроводу «Союз» (x100)

Хоча й виявлено певну структурну деградацію та накопичення мікрodefektів в стінці труби, проте, вони є розпорoшеними, тобто матеріал зберігає достатню пластичність, що дозволяє йому опиратись процесам руйнування та зародження макротріщин, рис. 1. Порівняно з вихідним матеріалом умовна межа міцності знизилась на 4,3 %, а межа текучості на 11 %, табл. 1. Це свідчить про накопичення незначних розпорoшених структурних пошкоджень, які незначно впливають на зміну механічних властивостей металу труби магістрального газопроводу. На спадаючій ділянці повної діаграми зробили кілька розвантажень, що дозволило виявити деградацію модуля пружності внаслідок накопичення структурних defektів та пор.



Таблиця 1 – Початкові механічні характеристики сталі Х65 магістрального газопроводу «Союз»

Магістральний газопровід	Завод виробник труб, ГОСТ, ТУ	Зовнішній діаметр труб, мм	Нормативні характеристики основного металу труб		
			Марка сталі	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа
«Союз», КС «Гусятин» (нова)	Японія, TU-1975	1420	Х-65	654	561
Експлуатована				626	500

В якості параметрів оцінювання пошкодженості та статичної тріщиностійкості матеріалу приймали питому роботу руйнування Ар:

$$A_p = \frac{F_K \cdot \Delta l_p}{S_K^2} = \frac{6.975 \cdot 0.364}{5.725^2} = 0.0774631 \quad \text{кН} \cdot \text{мм}^3,$$

де S_k – дійсний опір матеріалу відриву;

Δl_p – видовження зразка на стадії росту відривної макротріщини, нормалізоване до площі поперечного перерізу стандартного зразка; E – модуль Юнга матеріалів.

Обчислювали параметр тріщиностійкості K_I та K_{IC} за методом А.О. Лебедева та М.Г. Чаусова [2]:

$$K_I = \sqrt{S_0 A_p E} = \sqrt{17.78622 \cdot 0.0774631 \cdot 1.7 \cdot 10^2} = 15.3043 \text{ кН} \cdot \text{мм}^{3/2} \\ = 483.9 \text{ МПа} \sqrt{\text{м}}.$$

Значення параметрів тріщиностійкості аналізованої сталі узагальнено у табл. 2.

Таблиця 2 – Значення параметрів тріщиностійкості K_I та K_{IC} для сталі Х65 після тривалого напруження

Сталь	Експериментальні дані			Результати обчислень	
	$\overline{\Delta l_p}$, мм	Fk, кН	E, ГПа	K_I , МПа $\sqrt{\text{м}}$	K_{IC} , МПа $\sqrt{\text{м}}$
Х65	0,364	5,725	110	483,922	111,3021

Виявлено основні закономірності деформування та руйнування трубної сталі Х65, на основі випробувань зразків виготовлених з фрагменту труби, вирізаного при ремонті магістрального газопроводу «Союз» після 30 років експлуатації. Встановлено, що незважаючи на наявні локальні мікроструктурні дефекти експлуатована сталь має рівень пластичності, міцності та тріщиностійкості достатній для подальшої експлуатації.



Літературні джерела

- 1 Е. І. Kryzhanivskyi, Н. М. Nykyforchyn Specific features of hydrogen- induced corrosion degradation of steels of gas and oil pipelines and oil storage reservoirs, Materials Science, 2011, Vol. 47, Iss. 2, P. 127-136.
- 2 Новые методы оценки деградации механических свойств металлоструктур в процессенаработки: Моногр. / А. А. Лебедев, Н. Г. Чаусов, Ин-т пробл. прочностим. Г.С. Писаренко НАН Украины, К., 2004. - 133 с.

УДК 629.33-585.862:621.789

ВІДНОВЛЕННЯ ОСІ КОЛОДОК ЗАДНЬОГО ГАЛЬМА АВТОМОБІЛЯ ЗИЛ-130 ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО НАРОЩУВАННЯ

І.М. Богатчук, І.Б. Прунько

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15,
igorprynko@gmail.com*

Вступ. Підприємства нафтогазового технологічного транспорту експлуатують різноманітну спецтехніку на шасі автомобілів. Характерною для даних підприємств є велика різноманітність використовуваних марок автомобілів, а також різний термін експлуатації зазначених автотранспортних засобів.

Багато автомобілів нафтогазових підприємств нашого регіону були випущені ще в 90-ті роки минулого століття. Деякі моделі уже зняті з виробництва, тому питання забезпечення запасними частинами для ремонту є актуальним. Ремонтні майстерні нафтогазового технологічного транспорту не завжди оснащені сучасним технологічним обладнанням та забезпечені кадрами відповідної кваліфікації. Актуальним є підбір технологічних процесів реставрації деталей в умовах цих майстерень з точки зору їх простоти, дешевизни та продуктивності.

Необхідно використовувати такі процеси реставрації автомобільних деталей, які б не вимагали високої кваліфікації ремонтних робітників, одночасно забезпечуючи високу якість виконаної роботи.

Актуальність досліджень. Однією з відповідальних деталей є вісь колодок заднього гальма. Хрестовини карданних валів виготовляють зі сталі 45 [1]. Їх піддають гартуванню і відпуску до твердості HRC, 50...62.