

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ДЕГРАДАЦІЇ МЕТАЛУ АМІАКОПРОВІДУ ТОЛЬЯТІ-ОДЕСА

О. В. Любимова-Зінченко, к. т. н., доц.

*Технологічний Інститут Східноукраїнського Національного
університету ім. Володимира Даля*

Аміакопровід Тольяті-Одеса знаходиться в експлуатації понад 30 років. За цей час труби аміакопроводу виготовлені зі сталі A333 Grade 6 за стандартом ASTM піддалися численним корозійним пошкодженням, зафіксовані випадки аварій. Враховуючи важливе значення цієї магістралі для хімічної промисловості України метал труб аміакопроводу було піддано ретельному дослідженню. На цей час для характеристики старіння металу і оцінювання ступеню деградації сталей після тривалої експлуатації в агресивному середовищі нема загальних підходів. Використовується для цього цілий ряд механічних і електрохімічних характеристик [1,2,3]. З метою визначення інформативності і адекватності для оцінювання ступеня деградації серед багатьох механічних характеристик було запропоновано дослідити зміни величини утяжки перерізу зразка при ударі. Утяжка є величина, що характеризує пластичну деформацію при утворенні ізлому. Вона оцінюється величиною максимальної деформації за двома боковими площинами, що паралельні напрямку прикладеного навантаження. Вимірюється в міліметрах, залежить від абсолютних розмірів зразка і пропорцій, механічних характеристик металу і температури при проведенні експериментів. Дослідження за різних температур випробування проводилися на стандартних зразках з типом надрізу KCV і KCU. Використовувались стандартні зразки розміром 55×10×10 мм. Величину утяжки вимірювали штангенциркулем з точністю 0,05 мм.

Аналіз змін інших характеристик за час тривалої експлуатації для сталей схожих за хімічним складом викладено в [4, 5].

Хімічний склад сталі A333 Grade 6 за стандартом ASTM в стані поставки і після тривалої експлуатації наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічний склад сталі ASTM A333 Grade 6

	C	Si	Mn	S	P
Стандарт ASTM	≤0,30	≤0,10	0,29-1,06	≤0,058	≤0,048
Після тривалої експлуатації	0,167	0,18	0,58	0,023	0,012

Після тривалої експлуатації хімічний склад труб відповідав вимогам до цієї сталі.

Дослідженню для визначення величини утяжки підлягав метал вирізаний з 4 труб, які мали наступні геометричні характеристики: труба №3 - Ø273×10,31 мм, №4 - Ø323,8×17,4 мм; труба №5 - Ø317×17,4 мм, №6 - Ø355,6×7,92 мм. Для металу труби №4 досліджувались зразки ще і з поперечним напрямком волокон. Крім того з труби №5 додатково були виготовлені зразки, що містили зварний шов. Труби були виготовлені з наступних марок

сталі: труба №3,4,5 – оцаднолегована сталь А333 Gr6, труба №6 - оцаднолегована сталь Х46. Труби № 3,4,6 були закопані в землю і відпрацювали за середньої робочої температури від 0 °С до +21,5 °С близько 262800 годин в умовах транспортування рідкого аміаку. Труба №5 знаходиться на поверхні і відпрацювала той же термін.

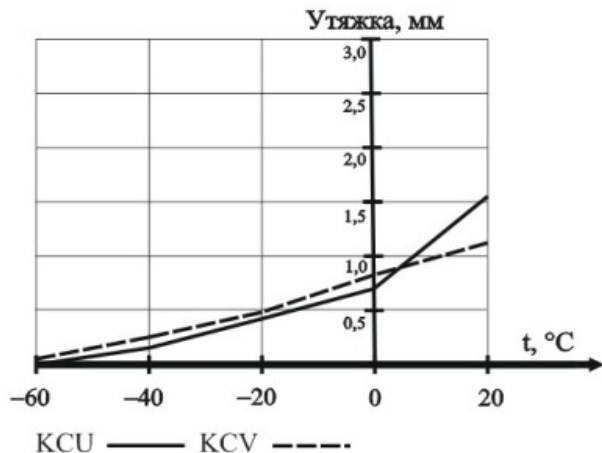


Рис. 1. Утяжка труби №3

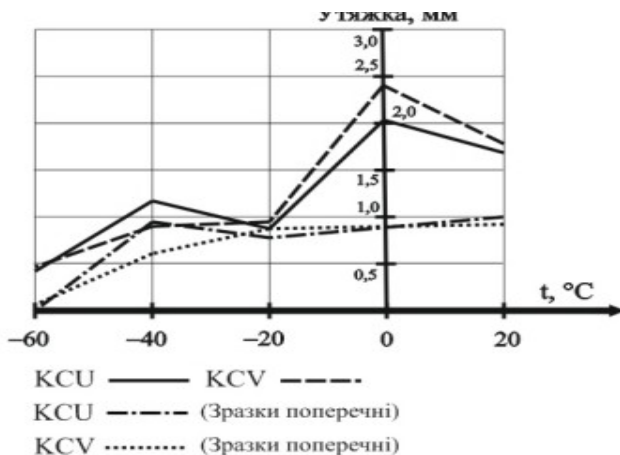


Рис. 2. Утяжка труби №4

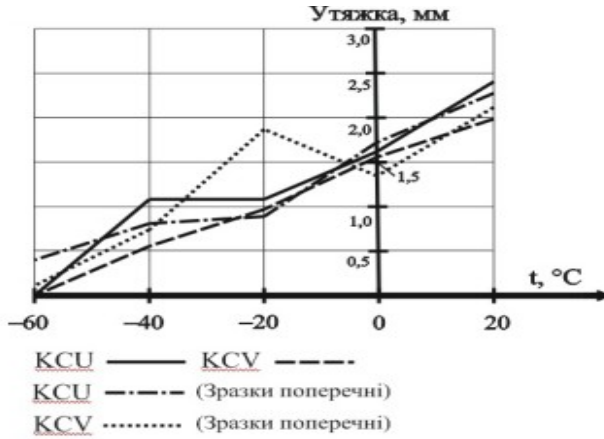


Рис. 3. Утяжка труби №5: * - зразок зі зварним швом

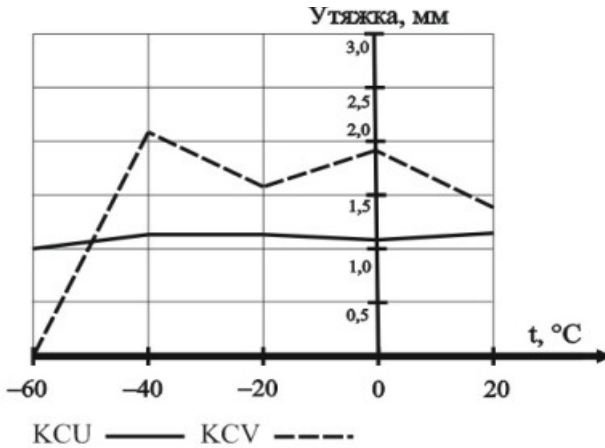


Рис. 4. Утяжка труби №6

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки. За час тривалої експлуатації сталей A333 Gr6 і X46 утяжка залишається характерною чутливою до зміни температури. Метал труби №3 (рис. 1) має практично лінійну залежність у всьому діапазоні змін температури як за KCV так і за KCU. Інтервал значень утяжки складає 1,5 мм і чутливість зберігається у всьому температурному діапазоні від +20°C до -60°C.

Для труби №4 інтервал змін величини утяжки складає близько 2,5 мм. Додаткові дослідження % вмісту волокнистості в перерізі зламу досволив пояснити перелам на графіку (рис. 2) за температури - 20°C тим, що за цієї температури відбувається перехід характеру зламу від в'язкого до крихкого. При зьому змінюється механізм руйнування.

Для труби №5 (рис. 3) інтервал зміни величини утяжки теж приблизно дорівнює 2,5 мм. Перелам на графіку за температури - 20°C, як і для труби №4 пояснюється зміною механізму руйнування за цієї температури.

Труба №6 зроблено з металу іншого хімічного складу. Можна відмітити, що за характеристика КСУ (рис. 4) при зміні температури залишається практично однаковою, тобто є нечутливою до зміни температури. Більш гострий концентратор напружень (характеристика KCV) дозволив підвищити чутливість утяжки до зміни температури. Але для сталі X46 проведено невелику кількість експериментів, тому остаточні висновки ще попереду.

Щодо використання величини утяжки для оцінювання деградації сталей можна зробити наступні висновки. Утяжка залишається чутливою характеристикою для сталі A333 Gr6 і після тривалої експлуатації. За умов наявності для досліджених металів аналогічних характеристик на момент початку експлуатації їх порівняння дозволило б більш повно оцінити ступінь деградації металу за час експлуатації. При аналізі змін утяжки слід враховувати те, що верхня критична температура крихкості T_v для цих сталей має досить велике значення. При проведенні досліджень в інтервалі температур від +20°C до -60°C за температури близько - 20°C відбувається зміна механізму руйнування від в'язкого до крихкого. Отже необхідно при аналізі характеристик пов'язаних з випробуваннями на удар враховувати цю суттєву особливість.

Список использованных источников

1. Горынин Н. В. Старение материалов оборудования атомных электростанций после проектного ресурса / Н. В. Горынин, Б. Т. Тимофеев // Фіз.- хім. механіка матеріалів. – 2006. - № 2. – С. 13 – 27.
2. Никифорчин Г. М. Аномальный прояв високотемпературної деградації металу шву зварного з'єднання ошаднолегованої сталі / Г. М. Никифорчин, О. З. Студент, А. Д. Марков // Фіз. – хім. механіка матеріалів. – 2007. - № 1. – С. 73 – 80.
3. Кеннеди А.Д. Ползучесть и усталость в металлах / М.: Металлургия. 1965. - 361 с.
4. Бугай Н.В. Работоспособность и долговечность металла энергетического оборудования / Бугай Н.В., Березина Т.Г., Трунин Н.И. – М.: Энергоиздат, 1994. – 214 с.
5. Архипов О., Борисенко В., Ліпко Г. [та ін.] / Дослідження змін механічних характеристик сталі 12Х1МФ після тривалої експлуатації // Фіз.- хім. Механіка матеріалів. Спец. Вип. – 2010. - №8., Т.2 – С. 708–711