



1 – нити-излучатели; 2 – магнит; 3 – магнитопроводы; 4 – крепежная вставка; 6 – поверхность объекта контроля

Рис. 5 Функциональная схема ЭМА преобразователя с подвижным магнитом (а) и зависимость магнитной индукции от высоты подъема магнита (б)

1. Сазонов Ю.И., Шкарлет Ю.М. Исследование бесконтактных методов возбуждения и регистрации ультразвуковых колебаний: Ультразвуковые методы контроля. – Дефектоскопия, 1969, №5. – С. 2. 2. Эйчина В.Г., Кеслер Н.А. Влияние магнитного поля на затухание ультразвуковых колебаний. – Дефектоскопия, 1972, №3. – С. 53-58. 3. Малинка А.В., Дранкин И.А., Коломоец Н.Т. Электромагнитно-акустический метод контроля

ферромагнитных листов и труб. – Дефектоскопия, 1972, №4. – С. 44-48. 4. Глухов Н.А., Бобров В.Т., Веремченко С.В., Дружаев Ю.А., Колмогоров В.Н., Лебедева Н.А. Электромагнитно-акустические преобразователи для упругих волноводов. – Дефектоскопия, 1972, №4. – С. 38-45. 5. Патент Японии 2004-177267, G01N29/04. 6. Подолян А.А. ЭМА преобразователь. Патент Украины на полезную модель № 17947, опуб. 15.10.2006 г., бюл. 10.

УДК 621.179.052.539.4 + 620.193.4

ОСОБЛИВОСТІ МОНІТОРИНГУ ТРУБОПРОВІДІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ СІРКОВОДНЕВОВІСНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

© Берник З.А., Бойко Р.В., Чопань С.В., 2006
ГПУ „Львівгазвидобвання”

Запропоновано регламент моніторингу промислових трубопроводів, які транспортують сірководнево-вмісний природний газ, який включає певні види робіт на стадіях проектування, монтажу і експлуатації таких трубопроводів з метою попередження негативних змін у їх матеріалах

Значна частина нафтогазопроводів експлуатуються в умовах дії корозійнонебезпечних технологічних і природних середовищ. Відмова такого роду зварних конструкцій приводить до величезних економічних втрат і часто до незворотних екологічних наслідків. Аналіз цих

відмов показує про переважне зародження руйнувань в зоні зварних з'єднань. Це вимагає розробки системи моніторингу з урахуванням специфіки зварювання, середовища експлуатації, типів відмов. Регламент такого моніторингу газопроводів до цього часу не розроблено.

Метою даної роботи є вирішення системної задачі моніторингу газопроводів Локачеського газового родовища (ГР), які транспортують газ з тиском до 6,0 МПа і вмістом сірководню не більше 2% (об'ємних), а також розроблення та впровадження системи діагностування металу та зварних швів таких газопроводів та середовища.

За основу для вирішення вказаної задачі взято системний аналіз умов і факторів, які визначають опірність газопроводів руйнуванню в системі "метал – корозійний стан – середовище" на різних рівнях їх функціонування (проектування, монтаж, експлуатація). Це реалізується тривірневим моніторингом, схема якого зображена на рис. 1.

При проектуванні установки комплексної підготовки газу (УКПГ) Локачеського ГР для виготовлення трубопроводів і запірної арматури в результаті розрахунків напружено-деформованого стану, дослідження агресивності технологічного і природного середовищ з урахуванням захисту обґрунтовано і вибрано марку сталі. По стандарту *API-5L* технічним вимогам до сталей, призначених до експлуатації в контакт з природним газом, що містить сірководень, відповідає сталь A-106 Grade "B".

Вагомий вклад щодо попередження негативних змін у матеріалі трубопроводів і технологічного обладнання зроблено на стадії їх монтажу. Дотримання проектних рішень у процесі будівництва, зварювання трубних конструкцій

включає діагностику (контроль якості) матеріалів і зварних швів в процесі монтажу.

Зварювання трубопроводів здійснюється з використанням ручного дугового зварювання [1] штучними електродами з основним видом покриття типу E706 або E7018 (*Linkoln 16P, LB-52U* і ін.) по *AWS – ASTM*.

Всі стики (100 %) контролюються рентгенографічним методом з використанням рентгенівського імпульсного апарату АРИНА-3 і рентгенівської плівки *KODAK INDUSREX CX* у відповідності з традиційними вимогами [2, 3]. Для просвічування зварних з'єднань на висоті більше 1,5 м з метою розміщення рентгенівського блоку в лабораторії ГПУ "Львівгазвидобування" розроблено спеціальне обладнання. Контроль якості зварних швів прямих вірзок виконується за методикою, описаною в роботі [4].

Проконтрольовані та відремонтовані (у випадку необхідності) зварні з'єднання підлягають місцевій термічній обробці (високий відпуск). Термообробка після зварювання проводиться для того, щоб знизити внутрішні напруження і усунути перевищення твердості окремих зон зварних з'єднань. В польових умовах високий відпуск проводиться за допомогою пересувної установки *Weldotherm VAS 120-12*. В процесі термообробки записується діаграма автоматичної реєстрації температури нагріву і охолодження металу труби та зварного шва.



Рис. 1. Схема системи моніторингу газопроводів

Після проведення термообробки поверхні зварних швів та основного металу підлягають підготовці для ультразвукового контролю (УЗК), контролю твердості та механічних випробувань. Для

виявлення тріщин у зварних швах проводиться ультразвуковий контроль в об'ємі 20% [1]. Контроль проводиться згідно вимог [2] за допомогою ультразвукового дефектоскопа УД2-12.

Типорозміри труб по стандарту *API 5L* відрізняються від типорозмірів труб по *ГОСТ* чи *ДСТУ*. Тому перед проведенням контролю протектор п'єзоелектричних перетворювачів необхідно старанно притерти до поверхні труби з урахуванням її кривизни. З метою гарантованого виявлення тріщини в металі шва контроль проводиться за схемою прямого прозвучування та однократно відбитим променем.

Контроль твердості зварних з'єднань виконується в монтажних умовах в об'ємі 10% стиків динамічним ультразвуковим універсальним твердоміром 54-459 М. Замір твердості проводиться в 3 точках: на металі шва, в зоні термічного виливу (на віддалі 2 мм від лінії сплавлення) і на основному металі (на віддалі 50 мм від шва). Величина твердості не повинна перевищувати 220 одиниць по шкалі Брінелля [3].

Механічні випробування зварних з'єднань проводять на зразках згідно вимог [1]. Зразки вирізають із стиків, які пройшли термообробку. Кількість контрольних стиків для механічних випробувань не повинна перевищувати 0,5% від загальної кількості зварених стиків. Проводять такі види випробувань зразків: на розтяг, на вигин кореня шва всередину і зовні, на вигин бокової поверхні, на злом з надрізом і ударний вигин (на зразках Шарпі з гострим надрізом) і на макрошліфах (замір твердості в зонах зварного з'єднання).

З метою реалізації регламенту моніторингу корозійного стану газопроводів в процесі експлуатації під час монтажних робіт проводиться

ультразвукова товщинометрія їх стінок (початкова товщина). Товщина вимірюється в різних напрямках пронумерованих точках за складеною схемою для кожної свердловини, що охоплює метал стінок фонтанно-запірної арматури (ФЗА), трубопроводів обв'язки гирла свердловини, вхідних трубопроводів на установках комплексної підготовки газу (УКПГ), колектора, трубопроводів та посудин УКПГ. Контроль товщини проводиться за допомогою ультразвукового приладу ТУЗ-2.

Для гравіметричного дослідження швидкості корозії встановлюються зразки-свідки в обіймах на ФЗА свердловин, на УКПГ з купонів корозії на вході колектора та перед сепаратором газу регенерації V-4.

В процесі експлуатації газопроводів Локачинського ГР система спостережень за змінами об'єкту вибрана з акцентом на корозійний стан матеріалу трубопроводу, який перебуває в контакті із сірководнем (корозійне розтріскування) і включає тестове, модельне та функціональне діагностування. На прикладі трубопроводів свердловини №53 та УКПГ покажемо практичне використання діагностичного обстеження об'єкту. Тестове діагностування (ультразвуковий контроль зміни товщини металу стінки трубопроводів) проводиться шоквартально за схемою контрольних точок, започаткованою в передпусковий період. В таблиці 1 приведено результати товщинометрії стінок трубопроводів свердловини №53. Товщинометрія проводилась ультразвуковим товщинометром ТУЗ-2

Таблиця 1 – Значення товщини стінок газопроводу свердловини №53 за період з 16.03.03 по 01.01.12.05 р.

Вузол	№ точки	Початкова товщина, мм	Товщина, мм					
			2003 р.		2004 р.		2005 р.	
			16.09	16.12	01.04	01.12	01.04	01.12
Фонтанна запірна арматура (ФЗА)	1	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	111,9
	2	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	111,9
	3	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	111,9
	4	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	51,9
Обв'язка гирла свердловини	5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,7
	6	5,3	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1
	7	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,4
	8	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,1
	9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
	10	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
	11	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,9
12	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,9	
Вузол вхідних ниток на УКПГ	1	7,0	7,0	7,0	6,9-7,0	6,9	6,8	6,8
	2	5,8	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,6
	3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Колектор	1	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,9
	2	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,9

Порівняння отриманих результатів з попередніми свідчать про те, що помітних змін товщин стінки труб за звітний період не відбулося.

Модельне діагностування – це гравіметричні вимірювання швидкості корозії на зразках-свідках. За період часу, який співпадає з часом ультразвукової товщинометрії стінок газопроводу,

зняті зразки-свідки на свердловинах, в т.ч. свердловині №53, з місць, вказаних вище. Результати розрахунку швидкості корозії наведені в табл.2. Використано зразки із сталі А-106 Grade "B" і сталі Ст.20, площа поверхні зразка – 0,0011 м², для купона корозії – 0,0009 м².

Таблиця 2 – Результати розрахунку швидкості та глибини корозії металу стінок газопроводів свердловини №53 і колектора УКПГ

Вузол	Дата проведення вимірювань	Місце вимірювання	Швидкість корозії, г/м ²	Глибинний показник, мм/рік
ФЗА	21.05.03– 26.04.04	Обойма на ФЗА	0,0010	0,0011
УКПГ	06.11.03– 26.04.04	Колектор на вході	0,0010	0,0011

Дані модельного діагностування за звітний період показують, що швидкість корозії не перевищує корозійно-небезпечну межу 0,1 мм/рік. У порівнянні з попередніми значеннями не спостерігається змін швидкості корозії.

Функціональне діагностування – хімічний аналіз вмісту сірководню в природному газі. Аналіз проводиться для контролю за можливими змінами як в сторону збільшення концентрації H₂S та

прийняття відповідних заходів, так і в сторону зменшення.

Реалізація створеного регламенту моніторингу газопроводів, які транспортують природний газ із сірководнем, впровадження ефективного комплексного діагностування змін властивостей металу труб за вихідним станом при монтажі і експлуатації, оцінка корозійного стану з урахуванням внутрішньої корозії забезпечують надійність таких газопроводів і технологічного устаткування.

Для ефективного функціонування системи моніторингу необхідно розробити та впровадити методи та засоби діагностування напружено-деформованого стану трубопроводів і створити комп'ютерні банки даних.

1. ВСН 006-89. *Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Сварка.* 2. ВСН 12-88, ч. 1. *Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Контроль качества.* 3. ВСН 005-88. *Строительство промышленных стальных трубопроводов. Технология и организация.* 4. Берник З.А. *Проблеми неруйнівного контролю зварних з'єднань магістральних трубопроводів//Методи та прилади контролю якості.* – 1999, №4. – С. 20-22.

УДК 538.935

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ СТРУКТУРНИХ ДЕФЕКТІВ У ВИХІДНИХ ТА ОПРОМІНЕНИХ РЕАКТОРНИМИ НЕЙТРОНАМИ ФОСФІДО-ГАЛІЄВИХ СВІТЛОДІОДАХ

© Конорева О. В., Отлат В. Я., Пінковська М. Б., Попов В. Ю., Решетнік М. С., Тартачник В. П., 2006

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

Встановлено, що для червоних світлодіодів характерним є різкий розподіл домішок в межах p-n переходу, у зелених переважно лінійний. У досліджуваних структурах формується два механізми пробоя: тунельний та лавинний. Опромінення швидкими нейтронами реактора (Есер = 2 MeV) спричиняє зростання імовірності тунельного пробоя в зелених діодах, лавинного – у червоних

Квантова ефективність твердотільних джерел світла визначається якістю p-n переходу та досконалістю структури випромінюючої області напівпровідникових елементів. Завдяки розвитку сучасної епітаксильної технології сьогодні можна вирощувати однорідні шари матеріалу з добре контрольованими товщиною, рівнем легування,

створювати багатошарові плівки різного складу та необхідного профілю та ін [1]. Водночас, незважаючи на досягнення методу, серійні прилади містять певну кількість дефектів, локалізованих як у збідненій області p-n переходу, так і в перехідних і периферійних частинах, що погіршує якість готових виробів. Ця обставина однаковою мірою стосується