

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БАНДАЖІВ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

А.М.Найда, Б.В.Копей, В.Б.Копей

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 46067

e-mail: koreyb@iifng.edu.ua

Розглядається експериментальна методика для визначення стану композитного бандажа нафтогазо-промислових трубопроводів, які піддаються дії внутрішнього тиску та згинального зусилля

Рассматривается экспериментальная методика для определения состояния композитного бандажа нефтегазопромысловых трубопроводов, которые подвергаются воздействию внутреннего давления и усилия изгиба

An experimental method is examined for determination of oilfield pipelines state which are exposed to internal pressure and bending forces

За весь час експлуатації нафтопроводів труба може піддаватися навантаженню від дії внутрішнього тиску до 10 тисяч циклів, що часто призводить до зародження і росту втомних тріщин [1]. Для зменшення ймовірності руйнування трубопроводів запропоновано до застосування технології зміцнення труб з дефектами бандажами із полімерних композитів [2]. Експериментальне дослідження бандажів з полімерно-композитних матеріалів полягало в проведенні гідравлічного випробовування балонів з намотаним бандажем, на поверхню якого монтували давачі тензовимірювальної апаратури. Випробовування проводилось на кисневому і газовому вуглекислотному балонах, товщина стінки і матеріал були такими ж, як і на трубі, тому не було необхідності у монтуванні спеціальних сферичних днищ на трубі для безпеки проведення дослідження.

Випробовування проводилось так. На балон за добу до проведення експерименту намотували бандаж. З'єднання бандажа з тілом балона проводилась за допомогою епоксидного клею. Намотування бандажа проводилось в декілька шарів. Випробовування проводилось на стенді для гідравлічного випробовування балонів (рис. 1 і 2). Балон 3 наповнювали водою і за допомогою штуцера 1 приєднували до насоса 5, який приводився в рух за допомогою електродвигуна. Стенд був оснащений електроконтактним манометром, який відключав насос за тиску в балоні 10-16МПа і включав насос за тиску в балоні 0.5МПа. Тиск в кисневому балоні піднімали до 16,0МПа і через кожні 2,0МПа знімали покази з тензодавачів. В газовому вуглекислотному балоні тиск піднімали до 10,0МПа і покази знімали також через кожні 2,0МПа. Балони мали такі характеристики:

а) кисневий балон: тип балона – 150Л; умовний тиск – 15,0МПа; гідравлічний тиск (випробовувальний) – 22,5МПа; зовнішній діаметр – 219 мм; товщина стінки – 7мм; довжина корпусу балона – 1390 мм.

б) балон газовий вуглекислотний: тип балона – 100; умовний тиск – 10,0МПа; гідравлі-

чний тиск (випробовувальний) – 15МПа; зовнішній діаметр – 150 мм; товщина стінки – 5,2мм; довжина корпусу балона – 850 мм.

Гідравлічне випробовування балона з намотаним склопластиковим бандажем проводилось у відділенні наповнювання балонів цеху розділення повітря виробництва вінілхлориду ТОВ "Карпатнафтохім". Метою випробовувань було визначення стану бандажа в результаті дії циклічних навантажень. Як дослідний зразок використовувався балон, оскільки перед нами стояло завдання визначення стану бандажа після дії на нього циклічних навантажень, а також напружень, що виникають в тілі труби з намотаним бандажем.

Бандажі намотували на балон у двох різних місцях товщиною 8 і 10 мм відповідно. Під час випробовувань було проведено 10 000 опресувань балона до тиску 20МПа. Під час проведення випробовувань і після них ніяких розшарувань, порушення міцності бандажів виявлено не було.

З 13 лютого по 19 березня 2007 року в в тому ж самому місці проводилось гідравлічне випробовування балона з дефектами з намотаним полімерно-композитним бандажем при одночасній дії згинаючих зусиль на тіло бандажа.

Використовували конструкцію бандажу на основі:

наповнювача – склотканини Т-10-80 ГОСТ 19170-73;

зв'язуючого – ЕДТ-10 ОСТ 92-0957;

Адгезію бандажа до тіла балона здійснювали на основі клею К-153 ОСТ 92-0949.

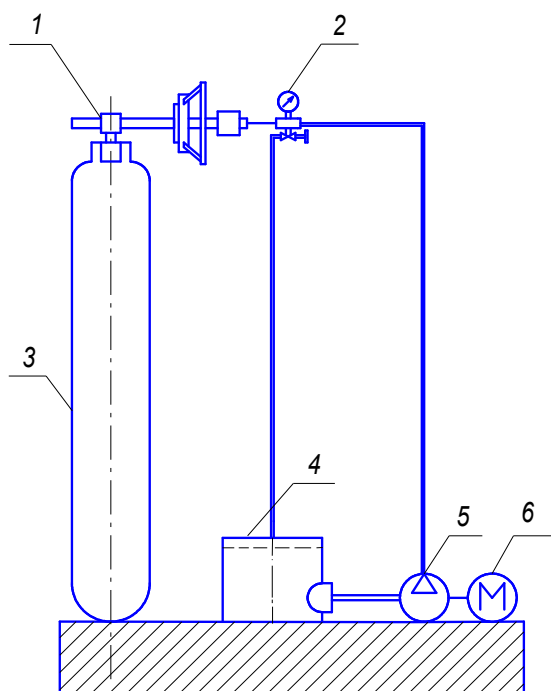
На балон було нанесено вм'ятини глибиною 0,5 мм, шириною 5,0 мм, довжиною 40 мм в кількості 2 шт., розміщених діаметрально одна відносно одної.

Випробовування проводилось на стенді для випробовування балонів.

В тілі полімерно-композитного бандажа виникали такі напруження від дії експлуатаційних зусиль:



Рисунок 1 – Стенд гідравлічного випробування



1 - штуцер; 2 - манометр; 3 - балон; 4 - бак для води; 5 - гідравлічний насос; 6 - електродвигун

Рисунок 2 – Схема стенду гідравлічного випробування

- радіальні, колові напруження – від дії внутрішнього тиску в балоні $P=20\text{МПа}$;
 - напруження згину – від дії поршня гідроциліндра зусиллям $P=23\text{кН}$.

Товщина бандажу 3 мм.
 Проведено 10000 опресувань балона до тиску 20МПа. Під час випробовувань і після них ніяких розшарувань, порушення міцності бандажа виявлено не було.

Фотографії проведення випробовувань зображені на рис. 3 - 5.

Промислові випробовування експериментально-дослідних зразків проводили в НПС «Долина» Дрогобицького НУ філії МН «Дружба», а також на нафтохімічних підприємствах ЗАТ «ЛУКОР» і ТОВ «Карпатнафтохім».



Рисунок 3 – Стенд для випробування балона з намотаним полімерно-композитним бандажем



Рисунок 4 – Процес випробування балона з намотаним полімерно-композитним бандажем



Рисунок 5 – Стан бандажу після випробувань балона з намотаним полімерно-композитним бандажем при одночасній дії згинаючих навантажень і внутрішнього тиску

11 листопада 2003 року в цеху розділення повітря виробництва хлорвінілу ЗАТ «ЛУКОР» було проведено намотування бандажу на дефектні ділянки трубопроводів, якими транспортували конденсат, утворений з пари, що поступає в цех під тиском 1,0 МПа (дефект - вм'ятина глибиною 0,5 мм, шириною 7,0 мм, довжиною 40 мм), а також повітря технологічне з тиском 0,5-0,8 МПа (дефект - вм'ятина глибиною 0,6 мм, шириною 6,0 мм, довжиною 30 мм). Фотографії трубопроводів з намотаними бандажимами 11 листопада 2003 р. зображені на рис. 6-8. Використовувалась така конструкція бандажів на основі:

наповнювача – склотканини Т-10-80 ГОСТ 19170-73;

зв'язуюче – ЕДТ-10 ОСТ 92-0957;

Адгезія бандажу до труби – на основі клею К-153 ОСТ 92-0949.

Температури експлуатації бандажів:

– для трубопроводу, яким транспортувався конденсат, утворений з пари, що поступає в цех під тиском 1,0 МПа – 80°C.

– для трубопроводу, яким транспортувалось повітря технологічне під тиском 0,5-0,8 МПа – мінус 20 °С – плюс 30 °С.

Для визначення доцільності використання бандажів із полімерно-композитних матеріалів 12 листопада 2007 року було створено комісію в складі професора кафедри нафтогазового обладнання Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, доктора технічних наук Копея Б.В., аспіранта кафедри нафтогазового обладнання Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, начальника цеху розділення повітря Найдю А.М., заступника начальника цеху розділення Кизимишина М.М., яка після огляду бандажів, що були намотані на вищевказані трубопроводи, зробила такі висновки:



Рисунок 6 – Естакада трубопроводів, де проводились випробування експериментально-дослідних зразків бандажів з полімерно-композитних матеріалів



Рисунок 7 – Трубопровід технологічного повітря з намотаним бандажем 11 листопада 2003 р.

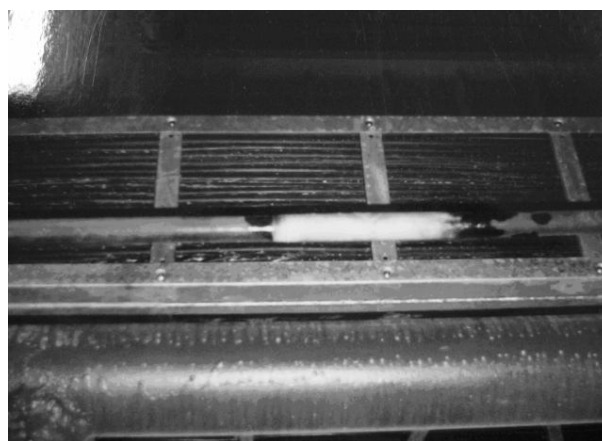


Рисунок 8 – Трубопровід конденсату, утвореного з пари під тиском $P=1,0$ МПа, з намотаним бандажем 11 листопада 2003 р.

- за весь період експлуатації трубопроводів подачі технологічного повітря і конденсату, утвореного з пари, а саме: з 11 листопада 2003р. по 12 листопада 2007р. порушень цілості бандажу, розшарувань, відставання адгезійного матеріалу не спостерігали;

- промислові випробовування дослідних зразків бандажів з полімерно-композитних матеріалів, намотаних на трубопроводи, пройшли успішно і можуть використовуватись для ремонту, відновлення працездатності пошкоджених трубопроводів.

Фотографії трубопроводів з намотаними бандажами 11 листопада 2003 р. станом на 12 листопада 2007 р. зображені на рис. 9-10.



Рисунок 9 – Трубопровід технологічного повітря з намотаним бандажем (12 листопада 2007 р.)



Рисунок 10 – Трубопровід конденсату, утвореного з пари під тиском $P=1,0$ МПа, з намотаним бандажем (12 листопада 2007р.)

Аналогічні результати випробовувань дослідних зразків полімерно-композитних бандажів, намотаних на пошкоджені трубопроводи транспортування нафти, були отримані і в НПС «Долина» Дрогобицького НУ філії МН «Дружба».

Література

1 Бородавкін П.П. Березин В.Л. Сооружение магистральных трубопроводов: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 471 с.

2 Б.В.Копей, В.В.Розгонюк, В.Максимук, Н.В.Щербина, А.М.Найда. Зміцнення пошкодженої сталеві труби композитним бандажем: модель і розрахунок // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2003. – №5(5). – С. 31-36.

*Стаття поступила в редакційну колегію
09.04.09*

*Рекомендована до друку професором
Петриною Ю.Д.*