

# НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВЕ ОБЛАДНАННЯ

УДК 621.673.001

## МЕТОД ЗМІЦНЕННЯ НАСОСНИХ ШТАНГ ПОЛІМЕРНОЮ СТРІЧКОЮ

Б.В.Копей, О.О.Онищук, С.Ю.Онищук, В.Б.Копей

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42166,  
e-mail: kopeyb@nung.edu.ua

*Розглянуто метод зміцнення насосних штанг склотканинною стрічкою. Метою методу є підвищення ресурсу штанг та зниження парафіноутворення. Запропоновано опис пристрою для зміцнення. Виконано аналіз методу зміцнення і вказано основні його переваги.*

*Рассматривается метод упрочнения насосных штанг стеклотканевой лентой. Целью метода является повышение ресурса штанг и снижения парафинообразования. Предложено описание устройства для упрочнения. Произведен анализ метода упрочнения и указаны основные его преимущества.*

*The method of sucker rods reinforcement by a fibreglass tape is considered. The purpose of method is life increase of sucker rods and diminishing of paraffinisation. Description of machine for reinforcement is offered. The analysis of method of reinforcement is executed and his basic advantages are considered.*

Метою статті є опис пропонованого авторами методу зміцнення насосних штанг, виділення його переваг в порівнянні із сучасними методами зміцнення та формулювання висновку про застосовність методу на нафтових промислах. Формулюється також опис технології зміцнення, установки для намотування стрічки та фізико-механічні параметри такого покриття.

Корозійні процеси на поверхнях обладнання підземної частини штангових насосних установок для видобування нафти є причиною значних витрат коштів і часу на ремонт, заміну обладнання і виконання спуско-підіймальних операцій. Це пояснюється високою концентрацією кислих газів в продукції пласта, застосуванням корозійно-агресивних рідин, що закачуються в свердловину. Їх дія, в поєднанні із втомними механічними навантаженнями, на обладнання призводить до швидкого спрацювання металоемнісних частин установки і, відповідно, до високовартісного ремонту або заміни певних вузлів.

Боротьба з відкладеннями парафіну є однією з основних проблем нафтовидобувної промисловості. Нафтовики — учені і практики — протягом багатьох років працюють над її вирішенням [1]. У свердловинах з штанговими насосами відкладення парафіну виявляють на штангах, стінках насосних труб. Цей процес викликає багато ускладнень в роботі нафтопромислів: створюється додатковий опір рухові рідини і штанг, збільшується вага штангової

колоні — а це призводить до погіршення умов роботи верстата-гойдалки, підвищення витрати електроенергії, частішого випадків обриву штанг і виходу з ладу двигуна верстата-гойдалки. Крім того, підвищується тиск в колоні, що збільшує витрати рідини через плунжер і клапани насоса і зменшує коефіцієнт подачі насоса. [2]

Отже, корозія і парафінізація підземної частини обладнання установки штангових насосів — важливі проблеми, вирішення яких дає змогу знизити витрати на експлуатацію та ремонт обладнання. Навіть побіжне знайомство з сучасною ситуацією на нафтовидобувних промислах України дає підставу стверджувати, що затребуваними на сьогодні методами профілактики та боротьби із корозійним руйнуванням та парафінізацією є:

- технологічно простими;
- за якими, що можуть здійснюватись роботи в умовах промислу без передавання обладнання в капремонт чи замовлення спецтехніки;
- недорогі (маловитратні).

Відомі методи боротьби із вказаними вище шкідливими явищами, такі як введення в закачувану воду інгібіторів корозії [3], застосування труб із низьколегованих та легованих сталей [4], застосування склопластикових труб [5], захист поверхні труб протикорозійними покриттями [4], є високовартісними або такими, що вимагають закупівлі додаткового обладнання,

технологічно складними і важко відновлюваним в умовах промислу.

Враховуючи названі вище чинники, що впливають на вибір того чи іншого способу профілактики корозійного спрацювання та парафінізації, дамо опис технології зміцнення насосних штанг, як однієї із найбільш вразливих частин обладнання ШСНУ, – зміцнення склотканиною стрічкою із епоксидним зв'язувачем.

Пропонована технологія зміцнення призначена для підвищення стійкості до корозійної втоми та корозійного спрацювання матеріалу тіла штанг, зниження інтенсивності відкладання парафіну і, певною мірою, підвищення захищеності від механічних пошкоджень.

Завдяки відмінним антикорозійним властивостям склотканинного матеріалу, щільне покриття (приклеювання) ним поверхні тіла штанги, що контактує з корозійним середовищем, забезпечує якісний захист матеріалу від корозійної втоми та спрацювання. Епоксидний зв'язувач, який використовується при зміцненні штанги, забезпечує потрібні механічні характеристики з'єднання метал-склотканинний шар.

Зміцненню можуть підлягати як нові штанги, так і ті, що вже відпрацювали певний термін.

Технологія зміцнення передбачає виконання таких етапів роботи.

1 Перед початком робіт проводиться візуальний огляд штанг на наявність механічних пошкоджень (тріщин, каверн, рисок) та ультразвукова дефектоскопія тіла штанг. Якщо величина виявлених дефектів перевищує допустиму, штанги підлягають відбракуванню.

2 Бажаним є проведення дробоструменевої обробки поверхні тіла насосної штанги. Допускається механічне зачищення зміцнюваної ділянки дротяними щітками.

3 Проводиться знежирювання поверхні тіла штанги, яка підлягає зміцненню. Поверхні повинні бути протерті і знежирені тканиною, просоченою ацетоном або уайт-спіритом.

4 Далі оброблені поверхні (за необхідності) просушуються безвогневим методом.

Температура просушування – 40-60°C. За температури повітря нижче +5°C просушування ділянки зміцнення поверхні штанги є обов'язковим.

5 Готується склотканина для зміцнення. Для цього перевіряється відповідність до технічних вимог щодо механічних характеристик, розмірів, густини стрічки. Якщо матеріал замаслений – виконується операція розшліхтування – видалення замаслювача з поверхні стрічки шляхом нагрівання до температури 200-450°C або застосуванням хімічних реагентів.

6 Підготовлюється зв'язувач. Перед використанням перевіряється термін його придатності. Для того, щоб зв'язувач мав необхідну технологічну в'язкість, до нього вводиться розчинник або розріджувач. Розчинник (леткі речовини) розчиняють смоли та інші компоненти зв'язувача. Як розчинник використовують ацетон, бензол, толуол, діхлоретан, чотирихлорис-

тий вуглець, метиловий спирт тощо. Розріджувачі одночасно виконують роль пластифікатора. Як розріджувач високов'язких епоксидних смол можна використовувати низьков'язкі епоксидні смоли (ДЕГ, ТЕГ та ін.).

7 Виконується операція просочування. Це передбачає суміщення наповнювача (склотканини) зі зв'язувачем шляхом нанесення компаунда на поверхню стрічки. Намотування зміцнюючої стрічки може відбуватись двома способами: "мокрим" і "сухим". "Мокрий спосіб" передбачає, що стрічка просочується рідким зв'язувачем безпосередньо перед намотуванням, тобто просочування технологічно суміщене з формуванням зміцнюючого покриття. „Сухий спосіб” передбачає застосування стрічки, яка вже просочена, підсушена і частково затужавіла ще до процесу намотування. „Сухе” намотування – більш ефективний спосіб завдяки ширшому вибору смол для просочування, кращим міцнісним характеристикам та однорідності утвореного зміцнюючого покриття. Цей спосіб допускає вищі швидкості намотування стрічки.

8 Виконується намотування в такій послідовності:

- фіксується початок зміцнювальної стрічки на тілі штанги;

- створюється натяг стрічки за допомогою спеціального пристрою натягування;

- намотується стрічка на поверхню тіла штанги з нанесенням зв'язувача між витками. При цьому намотування може відбуватись різними методами: по спіралі, паралельно осі широкою смугою склотканини, в один або декілька шарів. Вибором методу намотування стрічки можна впливати на механічні параметри захисного покриття;

- фіксується кінець зміцнюючої стрічки.

Під час зміцнення штанг не допускається потрапляння вологи, масел і забруднень на тіло штанги та склотканину. Перед намотуванням початок стрічки фіксується за допомогою попередньо нанесеного на тіло штанги клею або наклеюється за допомогою двосторонньої самоклеючої стрічки. Закріплення початку зміцнюючої стрічки не повинно допускати її прокручування навколо тіла штанги.

Для забезпечення щільного прилягання зміцнюючої стрічки до тіла штанги, проводиться додаткове натягування стрічки, що виконується за допомогою спеціального пристрою. Після натягування стрічки видимі локальні проміжки між склотканиною і поверхнею штанги, а також між шарами стрічки повинні заповнюватись зв'язувачем. Натяжний пристрій після натягування стрічки знімається.

Для зміцнення насосних штанг описаним вище способом пропонується застосування установки, що складається з електричного двигуна привода 1 (рисунок 1), який через муфту 2 з'єднується з редуктором 3, який передає обертання на патрон на станині 4, в якому закріплена штанга 5. Епоксидний зв'язувач із ванни 6 подається на штангу щіткою 8, яка обертається незалежним приводом 8. Між двома напрямни-

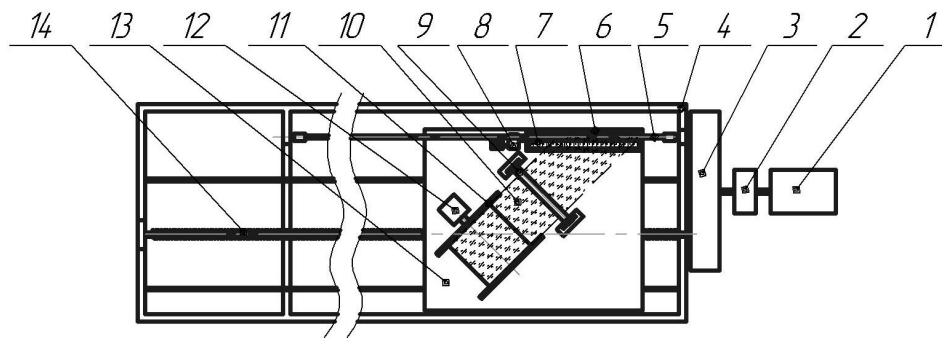


Рисунок 1 – Схема установки для зміцнення насосних штанг склотканинною стрічкою

ми валиками 9 проходить зміцнююча стрічка 10, що змотується з барабану 11. Для створення потрібного натягу стрічки до барабану приєднано гальмо 12. Переміщення станини 13, на якій змонтовано барабан, напрямні валики і ємність із зв'язувачем, забезпечується черв'яком 14, який з'єднано з редуктором 3.

Перед ввімкненням установки початок зміцнюючої стрічки 10 закріплюється на штанзі 5 за допомоги двосторонньої клеючої стрічки. Ванна 6 заповнюється епоксидним зв'язувачем, вмикається привод шітки 8, що забезпечує її обертання та нанесення клею на поверхню тіла штанги і стрічку. Після ввімкнення головного двигуна 1 штанга 5 почне обертатися, намотуючи на поверхню склотканинну стрічку 10. Одночасно обертання черв'яка 14 забезпечить переміщення станини 13 разом із барабаном зміцнюючої стрічки. Натяг стрічки забезпечується гальмом 12.

Намотування стрічки 10 на штангу із одночасним переміщенням станини 13 паралельно осі штанги і промашуванням епоксидним зв'язувачем при натягнутій стрічці забезпечить щільне та рівномірне покриття стрічкою поверхні тіла штанги. Після покриття стрічкою всієї поверхні тіла штанги, стрічка обрізається паралельно осі штанги, при недостатньому просоченні епоксидним зв'язувачем зміцнену штангу можна промастити клеєм, повернувши установку у вихідне положення (ввімкнувши реверс основного двигуна) і повторивши весь цикл роботи без з'єднання із стрічкою на барабані.

Як зв'язуючий компаунд для зміцнюючої стрічки пропонується використовувати епоксидний зв'язувач ЕДТ-10 ОСТ 92-0957, в який можна додавати прискорювач полімеризації 2,4,6-три (діметиламіно) (метил) фенол УПО 60612 згідно з ТУ 6-00209817.035, каталізатор диметиланілін технічний згідно з ГОСТ 2168-78.

Матеріал стрічки – конструкційна склотканина структури 10 на замаслювачі №80 Т-10-80 згідно з ГОСТ 19170-73.

Зміцнююче покриття на основі вказаних вище матеріалів повинне забезпечувати фізико-хімічні характеристики, наведені в таблиці 1. Звичайно, можна використовувати й інші полімерно-композитні матеріали, які забезпечать виконання основних фізико-механічних параметрів. Показники цих параметрів наведено в таблиці 2.

Зміцнені склотканинною стрічкою насосні штанги порівняно із звичайними сталевими штангами володіють значно кращими показниками стійкості до корозійного спрацювання завдяки відмінним ізоляційним характеристикам покриття, крім того, на утвореній поверхні парафін відкладається менш інтенсивно. Фізико-механічні параметри зміцнюючого покриття уможливають застосування зміцнених штанг в умовах промислового видобутку.

На основі поданого вище опису технології покриття штанг та аналізу існуючих методів зміцнення, сформулюємо переваги описуваного методу:

- технологічна простота;
- високі показники підвищення стійкості до корозійної втоми і спрацювання;
- підвищена стійкість до механічного спрацювання;
- значно менш інтенсивне відкладання парафіну на насосних штангах завдяки фізико-хімічним особливостям покриття;
- невисока вартість як матеріалів для зміцнення, так і самого процесу зміцнення.

Описаний метод зміцнення насосних штанг дає змогу при невисоких капітальних затратах підвищити стійкість до корозійної втоми та спрацювання як нових, так і відпрацьованих певний час насосних штанг, знизити інтенсивність відкладання парафіну на поверхні штанг, підвищити ресурс обладнання підземної частини насосної установки. При цьому немає потреби у дорогих матеріалах і обладнанні, процес зміцнення є технологічно простим і може виконуватись навіть в умовах промислу, всі необхідні матеріали є доступними та дешевими і метод може застосовуватись на нафтовидобувних промислах.

Отже, в статті описується пропонована авторами технологія зміцнення насосних штанг. Зміцнення склотканинною стрічкою із епоксидним зв'язувачем призначено для підвищення стійкості до корозійного спрацювання та втоми матеріалу насосних штанг, зниження інтенсивності відкладання парафінових сполук на їх поверхні. Наводиться опис процедури та установки для зміцнення. Метод володіє низкою переваг перед сучасними методами зміцнення насосних штанг, а головне – вартість методу є низкою і при цьому відсутня потреба у високоякісному специфічному обладнанні.

Таблиця 1 – Властивості конструкції склотканинного покриття на основі наповнювача склотканини Т-10-80, зв'язувача ЕДТ-10, адгезія до металу на основі клею К-153

№ п/п	Параметри	Один. вимір.	Значення параметрів
1	Густина зміцнюючого покриття	кг/м <sup>3</sup>	1900
2	Границя міцності на розтяг	МПа	100
3	Границя міцності на стискання	МПа	240
4	Модуль пружності	МПа	46400
5	Питомий об'ємний електричний опір	Ом·м	1,3·10 <sup>13</sup>
6	Ударна в'язкість	кДж/м <sup>2</sup>	874
7	Водопоглинання	%	0,04
8	Твердість за Брінелем	Нь, МПа	487
9	Час затвердіння	год	24
10	Коефіцієнт лінійного розширення	1/К	4,1·10 <sup>-6</sup> -8,1·10 <sup>-6</sup>
11	Коефіцієнт Пуассона		0,24
12	Перехідний електричний опір	Ом·м <sup>2</sup>	10 <sup>8</sup>
13	Міцність адгезії склопластикового покриття до матеріалу штанги зі сталі:		
	а) за руйнуючим напруженням при рівномірному відриві за 20°С	МПа	10-10,9
	б) за руйнуючим напруженням при зсуві, за 20°С	МПа	10,5-12,8
14	Температура адгезії	°С	18-20
15	Робоча температура експлуатації з'єднання на основі клею К-153	°С	-40÷+90
16	Електрична міцність адгезійного з'єднання	кВ/мм	24,9
17	Термін служби адгезійного з'єднання	років	25
18	Суцільність покриття	кВ/мм	не менше 5,0
19	Товщина покриття	м	0,01
20	Термін служби покриття	років	25
21	Міцність під час удару	Дж	не менше 10

Таблиця 2 – Основні фізико-механічні параметри, які повинні забезпечуватись склотканинним покриттям

№ з/п	Параметри	Один. вимір.	Значення параметрів
2	Питомий об'ємний електричний опір	Ом·м	не менше 10 <sup>6</sup>
3	Перехідний електричний опір	Ом·м <sup>2</sup>	не менше 10 <sup>8</sup>
4	Міцність адгезії склотканинної стрічки до матеріалу штанги зі сталі:		
	а) за руйнуючим напруженням у випадку рівномірного відриву за Т = 20°С	МПа	не менше 10
	б) за руйнуючим напруженням у випадку зсуву, за Т = 20° С	МПа	не менше 10
5	Робоча температура експлуатації	°С	-40÷+90
6	Термін служби клейового з'єднання	років	25
7	Суцільність зміцнюючого покриття	кВ/мм	не менше 5,0
8	Термін служби зміцнюючого покриття	років	25
9	Міцність під час удару	Дж	не менше 10

### Література

- 1 Борьба с отложениями парафина / Под ред. д.т.н. Г.А. Бабаляна. – М.: Недра, 1965.
- 2 Борьба с отложениями парафина при добыче нефти / [С.Ф. Люшин, В.А. Рассказов, Д.М. Шейн-Али, Р.Р. и др.]. – М.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1961.
- 3 Шкандратов В.И. Антикоррозионная защита. / В.И. Шкандратов, С. Ким // Нефтегазовая Вертикаль. – 2006. – № 9-10. – С. 18-22.
- 4 Проскуркин Е.. Защитные покрытия. Качество и долговечность труб / Е. Проскуркин // Национальная металлургия. – 2003. – № 5. – С. 86-97.

- 5 Насосні штанги та труби з полімерних композитів: проектування, розрахунок та випробування / [Б.В. Копей, О.В. Максимук, Н.М. Щербина, та ін.]. – Львів: ППІММ ім. Я.С. Підстригача НАН України, 2003.
- 6 Проскуркин Е.В. Цинкование / [Е.В. Проскуркин, В.А. Попович, А.Т. Мороз]. – М.: Металлургия, 1988.
- 7 Протасов В.Н. Полимерные покрытия нефтепромыслового оборудования: Справочное пособие / В.Н. Протасов. – М.: Недра, 1994.
- 8 Смирнов Л. Эмаль и сталь / Л.Смирнов // Металлы Евразии. – 2002. – №5. – С. 38-39.

Стаття поступила в редакційну колегію  
20.02.09