



УДК 622.276.054

РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ НАСОСНИХ ШТАНГ

В.В. Михайлюк, І.Ф. Концур, Р.О. Дейнега, І.Я. Петрик, Р.С. Кравчук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна, вул. Карпатська, 15, 76019 e-mail: myhajlyukv@ukr.net

Досвід експлуатації показує [1-4], що більшість руйнувань різьбових з'єднань насосних штанг відбувається внаслідок недосконалості їх конструкції, менша частина поломок викликана технологічними і експлуатаційними чинниками. Тому основні напрями підвищення ефективності експлуатації різьбових з'єднань спрямовані на вдосконалення інженерних методів їх розрахунку, технології виготовлення і монтажу.

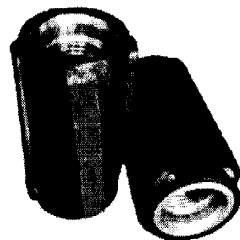
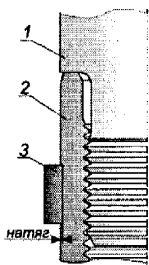
З метою забезпечення безвідмовної роботи у свердловині, різьбове з'єднання насосної штанги повинно бути: міцним, причому важливими є не статичні показники його міцності, а – циклічні; щільним, не допускати проникнення робочого середовища до його робочої частини; легко згвинчуватись; технологічним і економічно вигідним у масовому виробництві; з мінімальною кількістю деталей.

Встановлення розподілу навантажень по робочих витках різьби – одна з важливих задач для вдосконалення динамічно навантажених різьбових з'єднань. Досвід показує [5], що зменшивши навантаження на найбільш навантаженому витку можна збільшити термін експлуатації з'єднання в цілому у процесі циклічного навантажування.

Відомо, що при навантаженні різьбових з'єднань зусилля між витками різьби розподіляються нерівномірно [1, 2]. На розподіл зусиль впливають наступні конструктивні параметри з'єднання: висота різьбової частини, що знаходиться в контакті; товщина стінки муфти; крок різьби; профіль різьби; матеріал, з якого виготовлені ніпель та муфта.

Конструктивна форма муфти значно впливає на розподіл зусиль між витками різьби. Існують наступні конструктивні форми муфт [5]: стиснено-розтягнені; муфта з кроком різьби, відмінним від кроку різьби ніпеля; розтягнені змінного перерізу.

Розглянемо окремо муфту зі змінним середнім діаметром різьби. Отримати рівномірний розподіл зусиль по витках різьби можна внаслідок попереднього збільшення зазорів у різьбі, які можна отримати за рахунок збільшення середнього діаметра різьби муфти (рис. 1).



1 – ніпель штанги; 2 – муфта; 3 – кільце
Рисунок 1 – Різьбове з'єднання насосної штанги і муфти з встановленим на її зовнішній поверхні кільцем

Рисунок 2 – Муфта з встановленим на поверхні протектором

Виготовлення різьби, геометрія середнього діаметру якої змінювалась б за законом гіперболи є складно. Тому з метою забезпечення зміни геометрії різьби насосної муфти запропоновано встановити гладке кільця з натягом на зовнішню поверхню муфти (рис. 1).

Встановлення гладкого циліндричного кільця на поверхню муфти збільшує габаритний розмір муфти (діаметр), що з одного боку є недоліком, оскільки зменшується кільцевий простір між насосно-компресорною трубою і колоною штанг, через який нафта подається на поверхню. Проте встановлення кільця має і суттєву перевагу, оскільки кільце відіграє роль протектора, зменшуючи зношення муфти насосної штанги. В світовій практиці видобування нафти відомі муфти з встановленими на їх поверхні протекторами (рис. 2). Такі муфти виготовляє ВАТ "Очерский машиностроительный завод" [6].

Для визначення необхідної величини натягу застосована методика, наведена у [7]. Згідно виконаних розрахунків за наведеною методикою для з'єднання насосних штанг діаметром 19 мм, необхідний контактний тиск, для створення радіальної деформації внутрішньої поверхні муфти на величину 0,023 мм, становить 82 МПа. Для забезпечення такої величини деформації необхідно створити натяг величиною 0,076 мм.

Міцність кільця товщиною 5 мм, встановленого з натягом на поверхні муфти забезпечується, оскільки в ньому виникають напруження величиною 137 МПа, які є значно меншими величини допустимого напруження.

Для порівняння картини розподілу еквівалентних напружень, що виникають в різьбовому з'єднанні насосної штанги з встановленим на поверхні муфти кільцем, побудовано та проведено розрахунок осесиметричної кінцево-елементної моделі стандартного різьбового



з'єднання з аналогічними геометричними та фізичними параметрами та без встановленого кільця з натягом [7].

В табл. 1 приведено числові значення еквівалентних напружень, які виникають в небезпечних зонах муфтового з'єднання. На рис. 3 зображені графічні залежності розподілу еквівалентних напружень вздовж впадин витків різьби.

Таблиця 1 – Розподіл еквівалентних напружень в небезпечних зонах з'єднання насосних штанг і муфт діаметром 19 мм

Небезпечні зони	Еквівалентні напруження, МПа	
	Стандартна насосна штанга	Стандартна насосна штанга з кільцем на муфті
Перший радіус канавки	439	401
Другий радіус канавки	329	400
Перша впадина різьби ніпеля	454	420

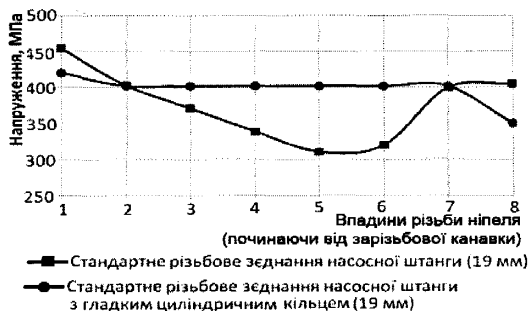


Рисунок 3 – Розподіл еквівалентних напружень по впадинах різьби

Розподіл еквівалентних напружень по впадинах різьби ніпеля стандартного з'єднання відбувається наступним чином (рис. 3): в першому витку різьби величина напружень найбільша, в подальшому відбувається зменшення величини напружень, а по останніх впадинах різьби ніпеля – зростають.

У випадку використання циліндричного гладкого кільця, яке встановлюється на поверхню муфти з натягом, розподіл еквівалентних напружень відбувається рівномірно, тільки у першій впадині витка величина напружень на 30 МПа більша в порівнянні з іншими впадинами витків, а в останій впадині витка – менша на 50 МПа. Спад напружень на останній впадині різьби ніпеля пояснюється неповним профілем витка різьби.

Проте, під час використання муфти з гладким циліндричним кільцем може виникнути явище фретинг-корозії на поверхні контакту муфти та кільця. Складний взаємозв'язок процесів фретинг-корозії та вплив значної кількості факторів, які визначають активність цих процесів, ускладнює розроблення методів захисту. Боротьба із цим

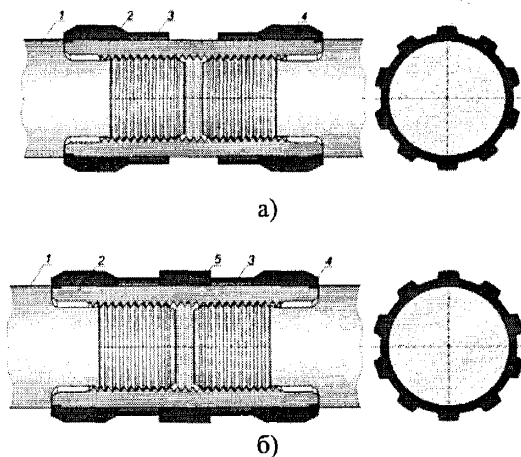


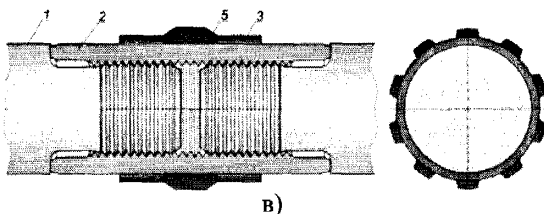
видом руйнування проводиться різними шляхами: підбором відповідних пар контактуючих матеріалів, використанням різних гальванічних і дифузійних покриттів, використанням рідких і твердих мастил, неметалевих прокладок та покриттів тощо.

Одним із сучасних засобів захисту від фретинг-корозії є використання анаеробних клеїв [8]. Анаеробний клей – це рідина, яка перетворюється в термоактивну пластмасу при відсутності кисню і наявності контакту з «активним» металом. Первинним промисловим використанням анаеробних клеїв була фіксація різьби. Анаеробні продукти в наш час використовуються для наступних цілей: встановлення підшипників в корпуси або на вали; фіксації шестерень, зірочок та шківів на валах; встановлення циліндричних втулок та гільз у корпуси; використання взамін шпонкових та різьбових з'єднань; відсутність необхідності використання точних інструментів та верстатів.

Виходячи з вищенаведених відомостей, пропонується використання анаеробного клею для встановлення гладкого циліндричного кільця на поверхню насосної муфти із гарантованим натягом.

Отже, забезпечення профілю різьби шляхом використання гладкого циліндричного кільця, встановленого на зовнішню поверхню муфти з натягом, позитивно впливає на розподіл напружень по витках різьбового з'єднання. Застосування анаеробного клею для з'єднання з натягом спряжених поверхонь муфти та гладкого кільця збільшить міцність з'єднання і буде запобігати виникненню фретинг-корозії. Для запобігання зношуванню встановленого кільця на муфті пропонується використання протекторів, варіанти встановлення яких зображені на рис. 4.





1 – ніпель штанги; 2 – муфта; 3 – кільце; 4, 5 – протектори

Рисунок 4 – Різьбове з'єднання насосної штанги і муфти з встановленим на її зовнішній поверхні кільцем та протекторами

Літературні джерела

1 Фаерман И. Л. Штанги для глубинных насосов / И.Л. Фаерман. – Баку: Азнефтеиздат, 1955. – 323 с.

Круман Б.Б. Глубинно-насосные штанги / Б.Б. Круман. – М.: Недра, 1977. – 181с.

3 Уразаков К.Р. Эксплуатация наклонно-направленных скважин штанговыми глубинными насосами / К.Р. Уразаков –М.: ВНИИОЭНГ, 1988.

4 Тараевский С. Анализ поломок глубиннонасосных штанг в НГДУ «Долинанефтегаз» / С. И. Тараевский, Б.В. Копей // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений. Респ. межвед.научн.-техн. сборник. Вып.19. –Львов.: Вища школа, 1982, – С.104-107.

5 Биргер И. А. Резьбовые и фланцевые соединения / И. А. Биргер, Г. Б. Иосилевич // – М.: Машиностроение, 1990. – 368 с.: ил.

6 Муфты штанг насосных с протектором [Электронный ресурс]: ОАО "Очерский Машиностроительный завод". – Электрон.дан.- Очер, 2010. – Режим доступа <http://www.ocher.ru>: –Загл. с экрана

7 Михайлюк В.В. Розроблення різьбового з'єднання насосних штанг з рівномірним розподілом зусиль між витками різьби / Михайлюк В.В.// Науковий вісник ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ: – 2010. – №4(26). – С. 61-65.

8 Фиксаторы резьбы Loctite [Электронный ресурс]: ООО "Индастриал Партнер". – Электрон.дан.- Москва, 2010. – Режим доступа <http://loctite.indpart.ru>: – Загл. с экрана.