

622.245.7
869

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Дорохов Максим Анатолійович



УДК 622.245.73:621.318.2

**ПІДВИЩЕННЯ ГЕРМЕТИЗАЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ
САМОУЩІЛЬНЮВАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИННИХ ПАКЕРІВ**

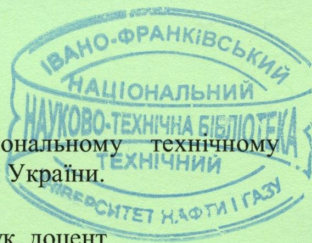
Спеціальність 05.05.12 – машини нафтової та газової промисловості

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2018

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.



Науковий керівник:

кандидат технічних наук, доцент

Костриба Іван Васильович,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, доцент кафедри нафтогазового обладнання.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор

Яким Роман Степанович,

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, м. Дрогобич, професор кафедри машинознавства та основ технологій;

кандидат технічних наук

Римчук Данило Васильович,

Національна акціонерна компанія «Нафтогаз України», ТОВ «ЛІКВО», м. Харків, директор.

Захист відбудеться «15» березня 2018 року о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.04 в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися у науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий "12" лютого 2018 року

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради Д 20.052.04

кандидат технічних наук, доцент

Л. Д. Пилипів



an2680

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. Ремонт свердловин є одним із етапів їх життєвого циклу і може тривати в часі від декількох днів до декількох місяців, залежно від складності ремонтних робіт.

Ведення ремонтних робіт на свердловинах передбачає дотримання правил і норм фонтанної безпеки. Особливо високі вимоги щодо безпеки мають місце при ремонті фонтанних нафтових і газових свердловин.

Згідно з правилами безпеки у нафтогазовидобувній промисловості України передбачено, що устя зазначених вище категорій свердловин при проведенні ремонтів мають бути оснащені противикидним обладнанням. Після його встановлення виникає потреба перевірки якості монтажу та працездатності загалом. Для цього передбачені гідравлічні випробування. Їх доводиться проводити в умовах відкритого ствола свердловини, що унеможливило дотримання існуючих вимог регламенту.

Сьогодні існує ряд методів і засобів для випробування устьового та противикидного обладнання. Однак найбільш виправданим як із технологічної, так і з економічної точки зору, і таким, що реалізується більшістю нафтогазовидобувних підприємств, є використання свердловинних випробувальних пакерів.

Ефективність випробування устьового та противикидного обладнання залежить від рівня герметизаційної здатності вузла ущільнення випробувального пакера. Оскільки численні спостереження за випробувальними пакерами різноманітної конструкції в процесі їх експлуатації свідчать про невідповідність окремих характеристик існуючим вимогам, актуальними є дослідження, спрямовані на підвищення їх герметизаційної здатності і самоущільнювальних свердловинних пакерів зокрема.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота має науково-прикладний характер, виконана в рамках програми НАК «Нафтогаз України» згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про схвалення енергетичної стратегії України на період до 2030 року» та є складовою частиною планової роботи Полтавської воєнізованої частини з попередження і ліквідації відкритих нафтових і газових фонтанів ПАТ «Укрнафта» на 2015 рік за темою «Розроблення пакера випробувального устьового».

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є підвищення герметизаційної здатності самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів шляхом їх удосконалення з урахуванням закономірностей впливу експлуатаційних та конструктивних факторів.

Досягнення поставленої мети вимагає вирішення таких завдань:

1. Вивчення умов експлуатації самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів.
2. Розроблення методики дослідження самоущільнювальних манжет

свердловинних випробувальних пакерів та оцінки їх герметизаційної здатності.

3. Встановлення закономірностей впливу силових факторів процесу випробування, геометричних характеристик та фізико-механічних властивостей матеріалу ущільнення на величину та характер розподілу контактних тисків у спряженні «манжета – обсадна труба».

4. Дослідження особливостей деформування самоущільнювальної манжети та її напружено-деформованого стану.

5. Вдосконалення самоущільнювальної манжети та розроблення пакера для випробування устьового та противикидного обладнання.

Об'єкт дослідження. Герметизаційна здатність самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів.

Предмет дослідження. Процес контактної взаємодії самоущільнювальної манжети свердловинного випробувального пакера зі стінкою обсадної колони за умов впливу експлуатаційних та конструктивних факторів.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є сумісне використання експериментального та чисельного моделювання об'єкта досліджень. Для підтвердження можливості використання чисельного моделювання при дослідженні вдосконаленої самоущільнювальної манжети використано експериментальний метод, що реалізований на виготовленій лабораторній установці і апробований під час дослідження прототипної манжети. Зокрема:

- експериментальним методом дослідження контактних тисків (метод Мюллера-Овандера) отримано закономірності розподілу контактних тисків у зоні спряження «манжета – обсадна труба» за умов впливу силових факторів процесу випробування, геометричних характеристик та фізико-механічних властивостей матеріалу ущільнення;

- чисельним моделюванням, а саме за допомогою методу скінченних елементів, досліджено процес контактної взаємодії вдосконаленої самоущільнювальної манжети свердловинного випробувального пакера зі стінкою обсадної колони та напружено-деформований стан манжети за умов, що відповідають експлуатаційним.

Положення, що виносяться на захист:

- оцінювання герметизаційної здатності самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів;

- оцінювання напружено-деформованого стану самоущільнювальних манжет випробувальних пакерів за умов впливу експлуатаційних та конструктивних факторів з використанням програмних продуктів на базі методу скінченних елементів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- обґрунтовано метод дослідження контактних тисків у спряженні «манжета – обсадна труба» за умов впливу експлуатаційних та конструктивних факторів;

– вперше встановлено закономірності впливу експлуатаційних та конструктивних факторів на характер розподілу контактних тисків у зоні герметизації «манжета – обсадна колона», що дало змогу обґрунтувати раціональні параметри самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів;

– вперше досліджено напружено-деформований стан гумових самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів за умов впливу силових факторів процесу випробування, геометричних характеристик та фізико-механічних властивостей матеріалу ущільнення;

– встановлено залежності коефіцієнта герметизації самоущільнювальних манжет випробувальних пакерів від конструктивних факторів впливу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх застосування для випробування устьового та противикидного обладнання, зокрема:

– розроблено обладнання та методику визначення контактних тисків у спряженні «манжета – обсадна труба» за умов впливу експлуатаційних та конструктивних факторів;

– за результатами експериментальних досліджень моделей визначені фізико-механічні властивості матеріалу самоущільнювальної манжети, що є основою для її чисельного дослідження;

– за результатами чисельних та експериментальних досліджень розроблено конструкцію вдосконаленої самоущільнювальної манжети та свердловинного устьового випробувального пакера, що характеризується підвищеною герметизаційною здатністю (патент № 110493);

– розроблено конструкторську документацію на свердловинний пристрій для підготовки місця пакерування випробувального пакера, метою застосування якого є зменшення впливу технологічних факторів на герметизацію в процесі випробування устьового та противикидного обладнання (патент № 105583).

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати дисертаційної роботи автор отримав самостійно. У працях, опублікованих у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає в наступному:

– проаналізовано сучасний стан проектування та дослідження свердловинних пакерів, у тому числі самоущільнювальних свердловинних пакерів для випробування устьового та противикидного обладнання [8, 13–15];

– проаналізовано умови експлуатації самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів [2, 16];

– розроблено експериментальну методику дослідження впливу експлуатаційних та конструктивних факторів на герметизаційну здатність самоущільнювальних манжет пакерів [1, 12, 17];

– експериментально досліджено фізико-механічні властивості матеріалу самоущільнювальної манжети випробувального пакера [3, 4, 10, 18];

– розроблено скінченно-елементні моделі для дослідження закономірностей розподілу контактних тисків у зоні герметизації «манжета – обсадна колона» та напружено-деформованого стану самоущільнювальної манжети пакера за умови комплексного впливу експлуатаційних та конструктивних факторів [5, 6, 9, 19];

– розроблено конструкцію свердловинного устьового випробувального пакера на базі вдосконаленої самоущільнювальної манжети [7, 20, 22];

– розроблено конструкторську документацію на свердловинний пристрій для підготовки місця пакування випробувального пакера [21, 23, 11].

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи доповідались та обговорювались на таких конференціях: Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Техніка і прогресивні технології у нафтогазовій інженерії – 2012» (5–7 лист. 2012, м. Івано-Франківськ); 65-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (22 квітня–15 травня 2013, м. Полтава), Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова енергетика – 2013» (7–11 жовтня 2013, м. Івано-Франківськ); 66-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (15 квітня – 15 травня 2014, м. Полтава); 67-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (2 квітня–22 травня 2015, м. Полтава); Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова енергетика – 2015» (21–24 квітня 2015, м. Івано-Франківськ); 68-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (19 квітня – 13 травня 2016, м. Полтава); Міжнародній науково-технічній конференції «Машини, обладнання і матеріали для нарощування вітчизняного видобутку та диверсифікації постачання нафти і газу ПМ – 2016» (16–20 травня 2016, м. Івано-Франківськ); VI Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова енергетика 2017» (15–19 травня 2017, м. Івано-Франківськ).

Публікації. За результатами досліджень за темою дисертації опубліковано 23 друковані праці, з яких: 2 статті у журналах, що індексуються у науково-метричних базах Scopus та Index Copernicus, 7 статей у вітчизняних фахових виданнях (одна одноосібна), 1 патент України на винахід та 1 патент України на корисну модель.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, що містить 128 найменувань, та 5 додатків. Основна частина дисертаційної роботи викладена на 139 сторінках і містить 70 рисунків та 9 таблиць. Загальний обсяг дисертації становить 171 сторінку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність, сформульовано мету і основні завдання дисертаційної роботи, висвітлено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача, апробацію роботи, її структуру та обсяг.

У **першому розділі** проведено аналіз проблематики випробування устьового та противикидного обладнання при підземному ремонті свердловин та сучасних методів і засобів для реалізації процесу.

Результати проведеного аналізу вказують на те, що найбільш ефективним при випробуванні устьового та противикидного обладнання є застосування самоущільнювальних свердловинних випробувальних пакерів. У той же час наявні конструкції самоущільнювальних пакерів характеризуються низькою герметизаційною здатністю основного елемента – ущільнення. Це спонукає до пошуку нових рішень для підвищення ефективності процесу випробування. Одним із шляхів є розроблення вузла ущільнення, який би відзначався високою герметизаційною здатністю за різних технологічних режимів та експлуатаційних умов.

Аналіз наукових праць Римчука Д. В., Ледяшова О. А., Яковлева А. С., Буялича Г. Д., Костриби І. В., Gölz J., Huang Y., Belforte G., Sukumar T., Myshkin N., Vaart P. вказує на недостатність інформації для системного визначення та комплексної оцінки герметизаційної здатності самоущільнювальних манжет випробувальних пакерів з урахуванням силових факторів, геометричних параметрів та фізико-механічних властивостей матеріалу манжети.

Враховуючи особливості умов експлуатації та наявні результати досліджень самоущільнювальних манжет випробувальних пакерів, можна стверджувати про необхідність виконання додаткових експериментальних та теоретичних досліджень для створення конструкції вузла ущільнення свердловинного випробувального пакера з високою герметизаційною здатністю.

За результатами проведеного аналізу сформульовано мету дисертаційної роботи та основні завдання для її досягнення.

У **другому розділі** проведено ранжування факторів за ступенем впливу на герметизаційну здатність самоущільнювальних манжет свердловинних пакерів у процесі випробування устьового та противикидного обладнання, а також обґрунтовано доцільність використання експериментальних і теоретичних методів на різних етапах досліджень.

У процесі випробування устьового та противикидного обладнання на герметизаційну здатність пакера впливає тиск випробувальної рідини, величина радіального зазору між опорною частиною вузла ущільнення та обсадною трубою, стан її внутрішньої поверхні та безпосередньо параметри ущільнюючого елемента. При цьому для комплексного оцінювання герметизаційної здатності самоущільнювальних манжет випробувальних

пакерів найбільш вагомими є максимальний початковий контактний тиск, максимальний контактний тиск у процесі випробування, коефіцієнт герметизації та коефіцієнт запасу міцності. Щодо коефіцієнта запасу міцності необхідно зазначити, що він характеризує працездатність ущільнення загалом. Використання наведених критеріїв дає можливість розроблення та вибору раціональної конструкції для відповідних експлуатаційних умов.

Враховуючи особливості експлуатації випробувальних пакерів та необхідність отримання результатів високої достовірності, в процесі дослідження герметизаційної здатності, а саме з метою визначення контактних тисків у зоні герметизації, необхідним є проведення ряду експериментів. Водночас дослідження напружено-деформованого стану самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів, зважаючи на відсутність на сьогодні аналітичних залежностей герметизаційної здатності від експлуатаційних та конструктивних факторів впливу, необхідно здійснювати з використанням чисельних методів.

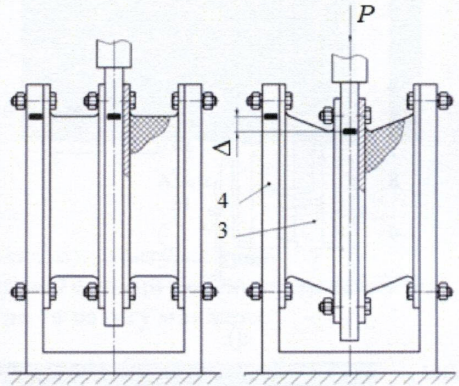
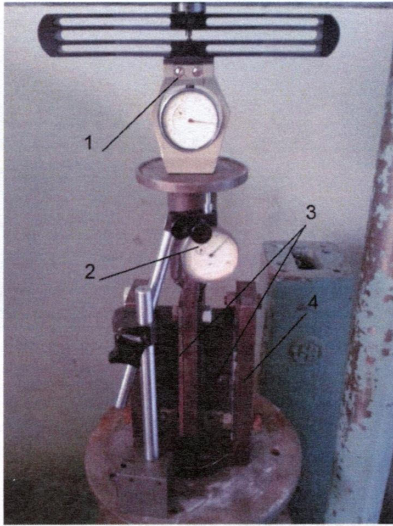
Враховуючи специфіку механічної поведінки матеріалу самоущільнювальних манжет, а також складність їх конфігурації, доцільно для чисельного дослідження застосовувати метод скінчених елементів. При цьому важливим є вибір моделі поведінки матеріалу манжети з достатньою кількістю параметрів, що характеризує його властивості. Оскільки манжети пакера для випробування устьового та противикидного обладнання зазвичай виготовляють з малотягистової гуми, для представлення поведінки такого матеріалу найбільш придатною є модель «Mooney-Rivlin».

У третьому розділі шляхом експериментальних досліджень встановлено залежності герметизаційної здатності самоущільнювальної манжети прототипного пакера типу УВЧ, виробництва спеціальної аварійно-рятувальної служби «ЛКВО» (Україна, м. Харків), від конструктивних та експлуатаційних факторів та здійснено її критеріальну оцінку.

Однією з умов отримання достовірних результатів експериментальних досліджень є врахування деформаційно-міцнісних властивостей матеріалу манжети. Буручи до уваги особливості умов роботи самоущільнювальної манжети, пріоритетним є визначення модуля зсуву матеріалу. Зважаючи на те, що його визначення за існуючими експериментальними методиками для натурної самоущільнювальної манжети складної конфігурації не є можливим, проведено ряд експериментів із дослідними зразками (гумометалевими блоками), що вулканізовані з аналогічної за складом гумової суміші ІРП-1293 (рис. 1). За їх результатами встановлено діапазон значень модуля зсуву, що складає $1,72 \div 2,93$ МПа.

Для проведення експерименту з визначення контактних тисків на базі Полтавської воєнізованої частини з попередження та ліквідації відкритих нафтових і газових фонтанів ПАТ «Укрнафта» (Україна, м. Полтава) розроблено та виготовлено лабораторний стенд. Його принципова схема та загальний вигляд наведені на рисунку 2. Використання стенду дає змогу проводити дослідження натурних зразків манжет, реалізуючи при цьому

відомий метод Мюллера-Оwandера («метод контрольних отворів»).



а)

б)

а) – загальний вигляд компонування складових експериментального стенду;

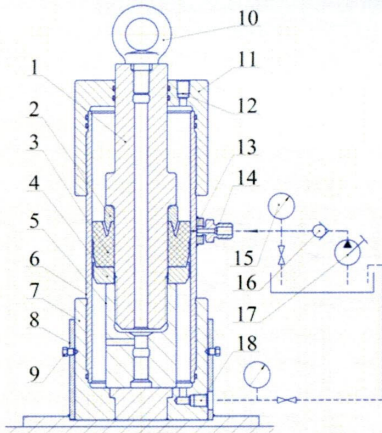
б) – схема навантаження дослідних зразків

1 – динамометр; 2 – індикатор годинникового типу; 3 – блоки гумометалеві;

4 – скоба

Рисунок 1 – Схема визначення деформаційно-міцнісних властивостей гумометалевих блоків

За цим методом контактний тиск на спряженій поверхні визначається тиском зовнішньої вимірювальної гідравлічної системи, з'єднаної з радіальним випробувальним отвором малого діаметра 13, вихід із якого закритий зовнішньою поверхнею самоущільнювальної манжети 3. Якщо тиск у зовнішній гідравлічній системі, до якої входять контрольний манометр 15, зворотний клапан 16, ручний гідравлічний насос 17, досягає рівня контактного тиску в зоні радіального отвору, між зовнішньою поверхнею манжети та внутрішньою поверхнею обсадної труби 6, з'являється мікрощілина, через яку рідина із вимірювальної зовнішньої гідравлічної системи потрапляє в порожнину зливу. Тиск зафіксований у момент відкриття щілини приймають рівним контактному тиску з деякою поправкою, визначеною з допомогою спеціальної тарувальної установки.



а)

а) – принципова схема:

1 – ствол пакера; 2 – опорна втулка; 3 – самоущільнювальна манжета;
4 – упор; 5 – опорна гайка; 6 – патрубок (відрізок обсадної труби); 7 – нижня кришка; 8 – опорний стакан; 9 – стопорні гвинти; 10 – рим-болт; 11 – верхня кришка; 12 – вхідний отвір для підводу випробувальної рідини;

13 – радіальний випробувальний отвір; 14 – перехідник;
15 – контрольний манометр; 16 – зворотний клапан; 17 – ручний гідравлічний насос; 18 – зливний отвір

б) – загальний вигляд

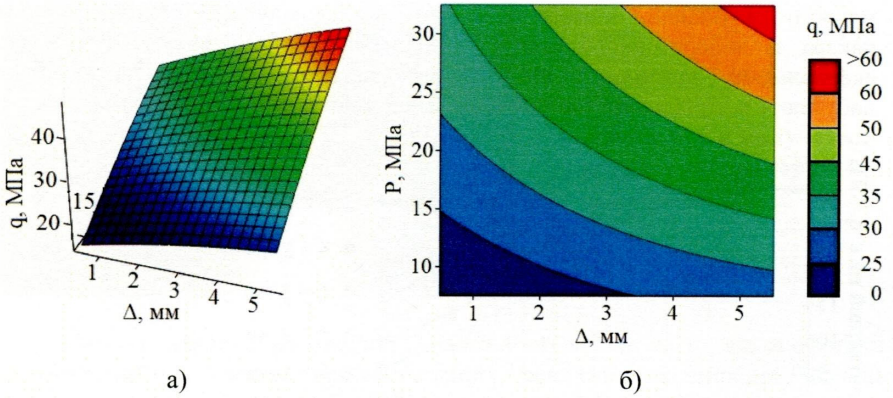


б)

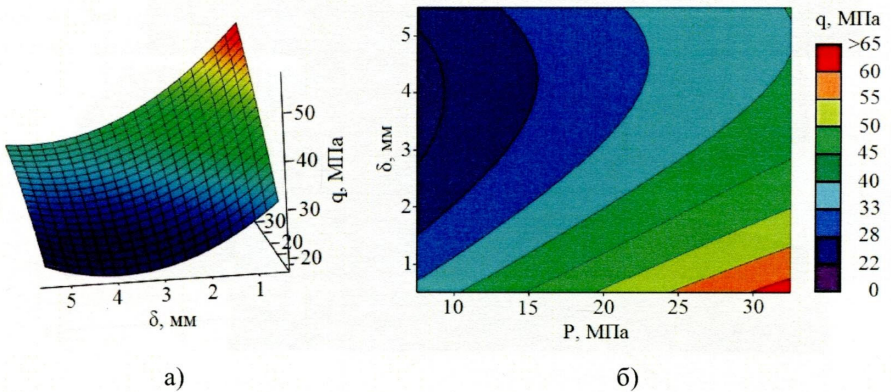
Рисунок 2 – Лабораторний стенд для дослідження контактних тисків

Для проведення експерименту застосоване повнофакторне планування на основі центрального композиційного ротатбельного плану другого порядку Бокса-Хантера і одержано статистичну математичну модель впливу діаметрального натягу Δ , тиску випробування P , радіального зазору δ між упором і обсадною трубою та модуля зсуву σ_{zc} матеріалу на величину контактного тиску, що представлена поліномом другого порядку. При цьому встановлено, що найбільш значущим фактором є тиск випробування. Наступні за значущістю є діаметральний натяг, радіальний зазор та модуль зсуву матеріалу манжети.

На основі отриманої моделі побудовані тривимірні графічні залежності величини контактного тиску від факторів впливу. Так, залежність контактного тиску від тиску випробування та натягу (рис. 3) є прямо пропорційною, а залежність контактного тиску від тиску випробування та радіального зазору (рис. 4) характеризується нелінійністю з тенденцією до екстремуму-мінімуму в межах факторного простору.



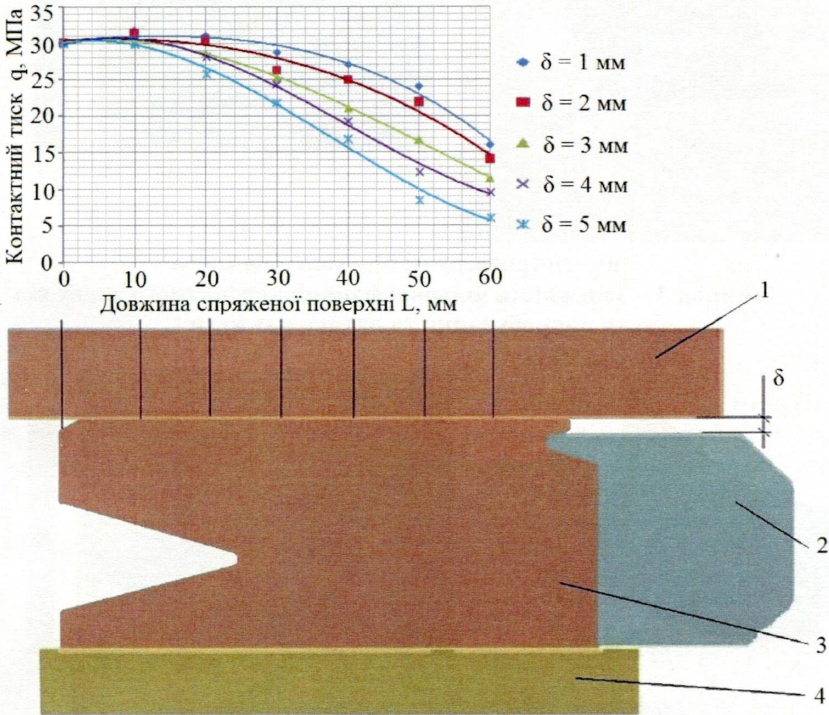
а) – гіперповерхня; б) – контурна крива
Рисунок 3 – Залежність цільової функції контактного тиску від тиску випробування та натягу манжети



а) – гіперповерхня; б) – контурна крива
Рисунок 4 – Залежність цільової функції контактного тиску від тиску випробування та радіального зазору

Також експериментально встановлено розподіл контактних тисків по довжині спряженої поверхні (рис. 5), що характеризується їх зменшенням від кромки робочої губи до опорної частини манжети (координата L). Виявлено локальний екстремум-максимум в зоні $L = 10 - 20$ мм для зазорів між упором та обсадною трубою, що становить $\delta = 1 - 3$ мм. Встановлено, що характер зміни контактних тисків по довжині спряженої поверхні за абсолютних значень $\delta \geq 3$ мм та $\delta = 1 - 2$ мм суттєво різний. Інтенсивність спаду контактних тисків за радіального зазору $\delta \geq 3$ мм збільшується, що спричинено збільшенням просторової зони для витискання матеріалу ущільнення. Підтвердженням цього є загальний вигляд опорної частини

манжети, витисненої в зазор $\delta = 3$ мм, що зафіксований після вилучення пакера із лабораторного стенду і наведений на рисунку 6. Результати експерименту засвідчили, що для всіх значень зазору контактні тиски набувають мінімального значення в зоні опорної частини манжети.



1 – обсадна труба; 2 – упор; 3 – самоущільнювальна манжета; 4 – ствол
Рисунок 5 – Розподіл контактних тисків по довжині спряженої поверхні «манжета – обсадна труба» в діапазоні радіальних зазорів δ від 1 до 5 мм при $\Delta = 1$ мм, $\sigma_{zc} = 2,47$ МПа, $P = 30$ МПа

За отриманими результатами експериментальних досліджень здійснено критеріальну оцінку герметизаційної здатності самоущільнювальної манжети шляхом визначення коефіцієнта герметизації для різних величин діаметрального натягу та радіального зазору.

На рисунках 7 – 8 наведені залежності коефіцієнта герметизації α від діаметрального натягу та радіального зазору.

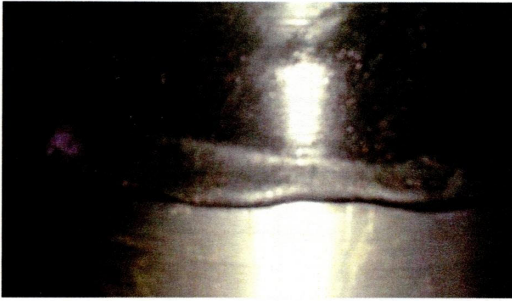


Рисунок 6 – Загальний вигляд опорної частини манжети після вилучення пакера із лабораторного стенду

Аналіз наведеної на рисунку 7 залежності вказує на те, що коефіцієнт герметизації α досягає рекомендованих для гумових виробів значень ($0,85 \div 1,2$) тільки при радіальному зазорі $\delta = 1$ мм. За інших зазорів коефіцієнт герметизації α є недостатнім. Проте радіальний зазор $\delta = 1$ мм не допустимий для конструкції самоущільнювального пакера через імовірні ускладнення в процесі його спуску в обсадній колоні до місця пакування. В той же час при радіальному зазорі $\delta = 3$ мм та натягу $\Delta = 1$ мм герметизаційна здатність самоущільнювальної манжети є недостатньою.

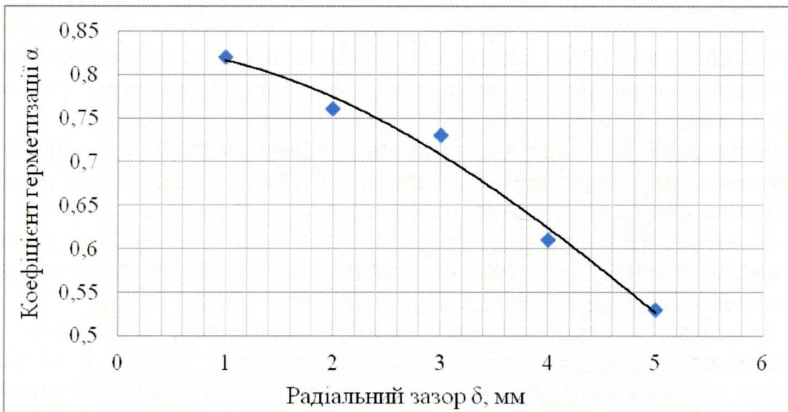


Рисунок 7 – Залежність коефіцієнта герметизації α від радіального зазору δ при $\Delta = 1$ мм, $P = 30$ МПа

Також встановлено, що для досягнення герметизації мінімально необхідним є діаметральний натяг $\Delta = 3$ мм (рис. 8). Враховуючи, що обсадні колони характеризуються значною овальністю та наявністю корозійних раковин, діаметральний натяг Δ рекомендовано прийняти рівним 4 мм.

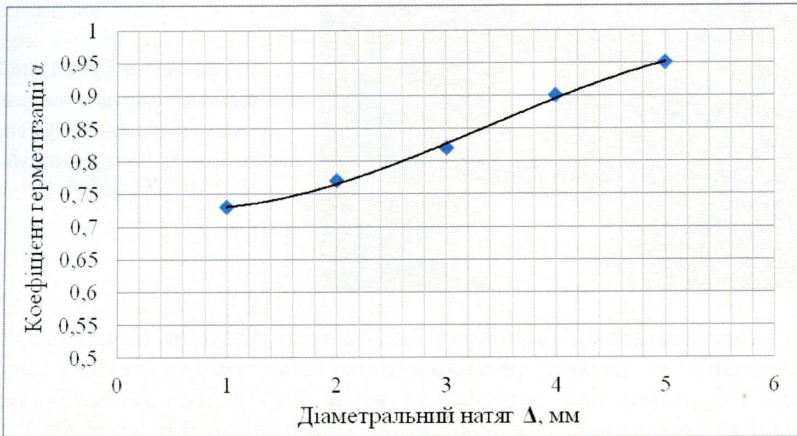


Рисунок 8 – Залежність коефіцієнта герметизації α від діаметрального натягу Δ при $\delta = 3$ мм, $P = 30$ МПа

Таким чином, проведені експериментальні дослідження дали змогу встановити раціональні конструктивні параметри, за яких забезпечується герметизація самоущільнювальної манжети в процесі випробування: $\Delta = 4$ мм, $\delta = 2$ мм. При цьому для забезпечення мінімально необхідних початкових контактних тисків модуль зсуву повинен становити $\sigma_{zc} = 2,47$ МПа.

Четвертий розділ присвячений чисельному дослідженню напружено-деформованого стану самоущільнювальної манжети за умов впливу експлуатаційних та конструктивних факторів.

З метою дослідження напружено-деформованого стану манжети методом скінчених елементів з використанням моделі поведінки матеріалу «Mooney-Rivlin» попередньо встановлено її константи.

Можливість використання методу скінчених елементів для дослідження герметизаційної здатності гумової самоущільнювальної манжети та оцінювання її напружено-деформованого стану підтверджена шляхом порівняння результатів моделювання із визначеними експериментальним шляхом початковими контактними тисками в спряженні «манжета – обсадна труба». Достовірність результатів чисельного дослідження є прийнятною, оскільки їх розбіжність із отриманими методом контрольних отворів (експериментальне дослідження) становить до 11 %, що є допустимим для механіки еластичних матеріалів (рис. 9).

За допомогою методу скінчених елементів проведено дослідження напружено-деформованого стану самоущільнювальної манжети на початковому етапі її роботи та безпосередньо в процесі випробування.

Результати досліджень, отримані за умов дії на встановлену з діаметральним натягом $\Delta = 1$ мм манжету при зазорі $\delta = 3$ мм між упором 4

та обсадною трубою 3 випробувального тиску 30 МПа, наведені у вигляді картини розподілу еквівалентних напружень на рисунку 10.

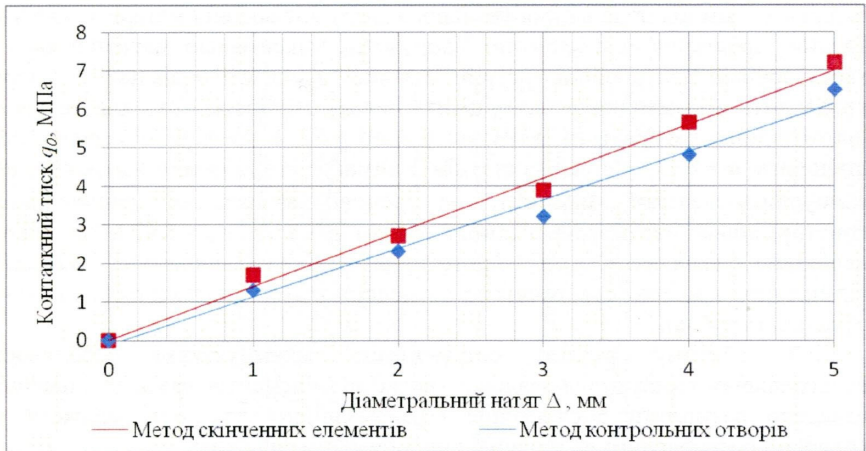
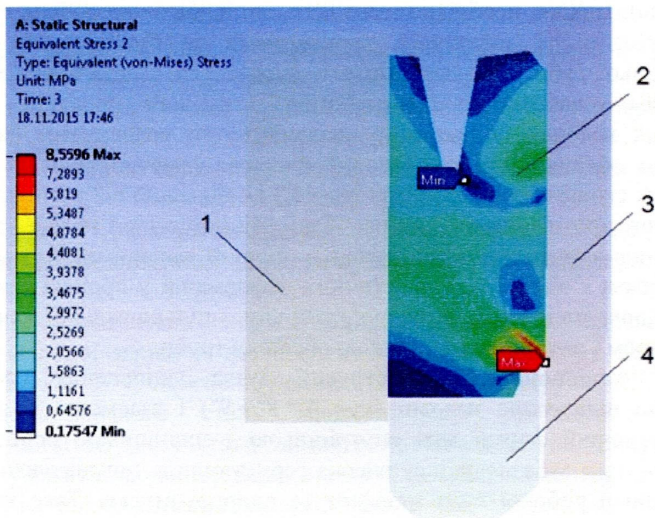


Рисунок 9 – Залежності початкових контактних тисків q_0 від діаметрального натягу Δ , отриманих чисельним і експериментальним методами



1 – ствол; 2 – самоущільнювальна манжета; 3 – обсадна труба; 4 – упор
Рисунок 10 – Розподіл еквівалентних напружень в перерізі манжети за умов дії випробувального тиску $P = 30$ МПа при $\Delta = 1$ мм, $\delta = 3$ мм, $\sigma_{3c} = 2,47$ МПа

Результати досліджень напружено-деформованого стану самоущільнювальної манжети вказують також на те, що при радіальному зазорі $\delta \geq 3$ мм під дією випробувального тиску витискання матеріалу суттєво зростає. Зростання еквівалентних напружень, максимальні значення яких є характерними для опорної частини манжети в області радіального зазору, призводить до зменшення коефіцієнту запасу міцності. Так, для манжети прототипного пакера типу УВЧ він рівний 1,92, а коефіцієнт герметизації становить $\alpha = 0,73$. Це є недостатнім і вимагає розроблення вдосконаленої самоущільнювальної манжети на основі визначених раціональних конструктивних параметрів, а саме: $\Delta = 4$ мм, $\delta = 2$ мм, $\sigma_{ze} = 2,47$ МПа. Також необхідно врахувати, що прототипна самоущільнювальна манжета відзначається малою еластичністю та недостатньою контактною площею з обсадною трубою.

У п'ятому розділі обґрунтовано конструктивні особливості вдосконаленої самоущільнювальної манжети і елементів вузла ущільнення, наведено результати дослідження герметизаційної здатності манжети та опрацювання розробленого на її основі випробувального пакера.

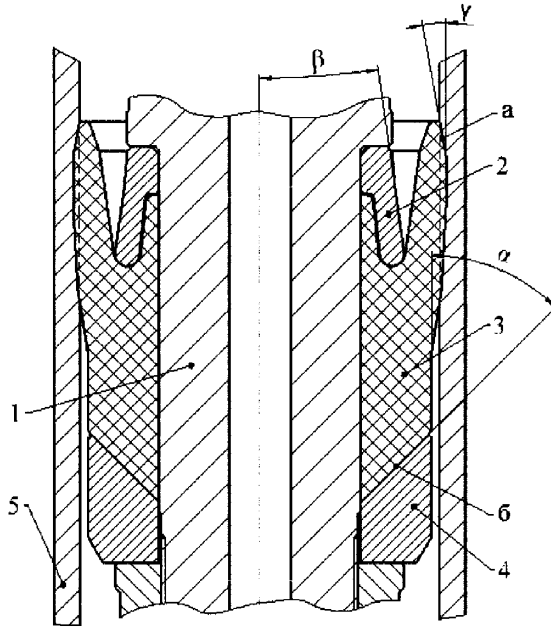
Вузол ущільнення, створений на основі вдосконаленої самоущільнювальної манжети, наведений на рисунку 11 і складається зі ствола 1, опорної втулки 2, самоущільнювальної манжети 3 та упора 4.

Щодо особливостей вдосконаленої манжети, на основі якої створено вузол ущільнення, необхідно зазначити, що її зовнішня робоча губа виконана із звуженими за товщиною закінченнями та більшою за висотою від внутрішньої губи. Завдяки цьому підвищується еластичність манжети, що гарантовано забезпечує герметизацію затрубного простору у зношених обсадних колонах (зі значною овальністю чи раковинами на внутрішній поверхні обсадної труби). Опорна частина самоущільнювальної манжети виконана скошеною назовні (кут $\alpha \approx 45^\circ$) і є більшою в 2 рази, ніж відповідна поверхня прототипного пакера. Такі конструктивні зміни забезпечують зменшення концентрації напружень в опорній частині манжети. Результатом цього також є зменшення пластичних деформацій у процесі експлуатації та, як наслідок, зменшення затікання гуми самоущільнювальної манжети в зазор між упором і внутрішньою стінкою обсадної труби.

У запропонованій конструкції вузла ущільнення опорна втулка виконана відігнутою назовні (кут $\beta \approx 8^\circ \div 9^\circ$) і взаємодіє із заглибленням напівсферичної форми між внутрішньою і зовнішньою робочими губами манжети, чим забезпечується висока герметичність контактуючих поверхонь внутрішньої робочої губи манжети та опорної втулки. Таке конструктивне рішення виключає імовірність пропусків робочої рідини між стволом пакера та внутрішньою губою манжети при випробуванні. Для полегшення ходу манжети під час підйому пакера на поверхню монтажна фаска зовнішньої губи виконана під кутом γ , який дорівнює $10^\circ \div 11^\circ$.

Загалом внесені конструктивні зміни значно збільшують контактну

площу в спряженні «манжета – обсадна труба» та підвищують герметизаційну здатність вузла ущільнення.



1 – ствол; 2 – опорна втулка; 3 – самоущільнювальна манжета; 4 – упор;
5 – обсадна труба;

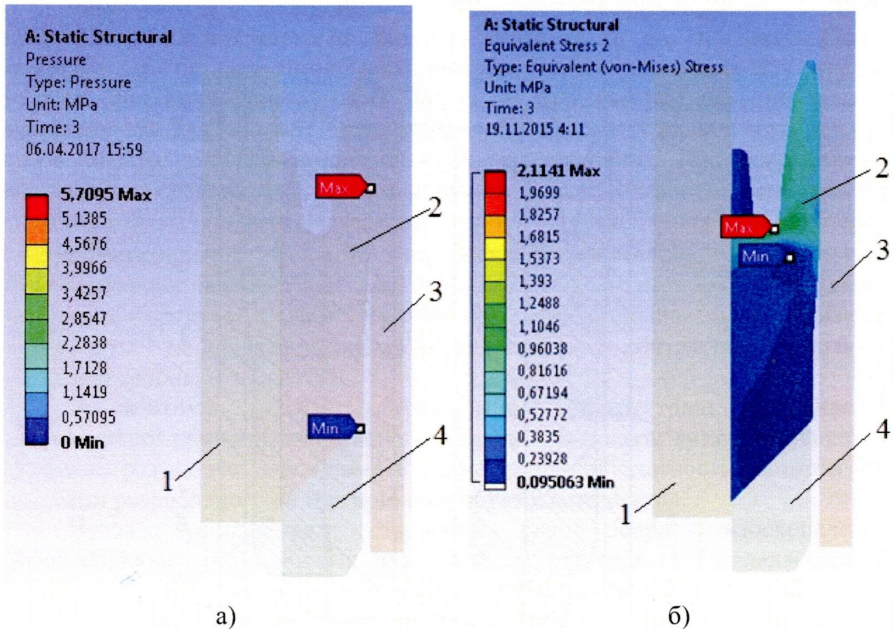
a – монтажна фаска; б – скошена спряжена поверхня «опорна частина манжети – упор»

α – кут опорної поверхні манжети; β – внутрішній кут робочої губи манжети;
 γ – кут монтажної фаски

Рисунок 11 – Схема створеного на основі вдосконаленої самоущільнювальної манжети вузла ущільнення пакера

У ході досліджень герметизаційної здатності вдосконаленої самоущільнювальної манжети встановлено характер розподілу початкових контактних тисків q_0 у спряженні «манжета – обсадна труба» та картину напружено-деформованого стану манжети, що зумовлені наявним попереднім натягом. Результати досліджень наведені на рисунку 12. Необхідно зауважити, що встановлені значення початкових контактних тисків є більшими, ніж для прототипної манжети пакера типу УВЧ.

Аналогічні дослідження, а саме дослідження контактних тисків у спряженні «манжета – обсадна труба» та напружено-деформованого стану манжети, виконано за умов, що відповідають дії на пакер робочого тиску, рівного $P = 30$ МПа (рис. 13).



а) – початкові контактні тиски q_0 ; б) – еквівалентні напруження

1 – ствол; 2 – самоущільнювальна манжета; 3 – обсадна труба; 4 – упор

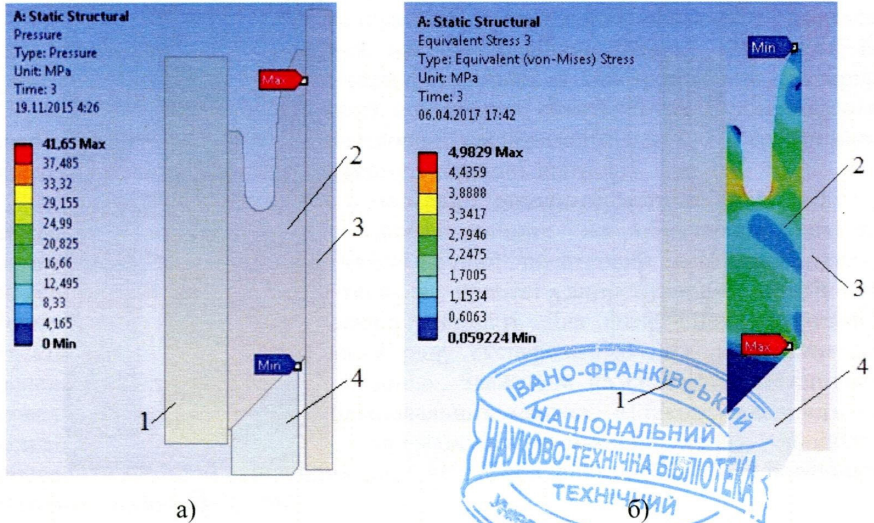
Рисунок 12 – Розподіл початкових контактних тисків та еквівалентних напружень за умов: $\Delta = 4$ мм, $\delta = 2$ мм, $\sigma_{sc} = 2,47$ МПа, $P = 0$ МПа

Аналіз епори розподілу контактних тисків у спряженні «манжета – обсадна труба» вказує на те, що контактні тиски, які виникають у процесі випробування, є більшими для вдосконаленої манжети, ніж для прототипної. Відповідно коефіцієнт герметизації вдосконаленої манжети складає $\alpha = 0,93$, в той час як для прототипної манжети $\alpha = 0,73$. Також необхідно зазначити, що за робочого тиску $P = 30$ МПа максимальні еквівалентні напруження в опорній частині вдосконаленої манжети в зоні радіального зазору між упором вузла ущільнення та обсадною трубою значно менші, ніж для прототипної манжети пакера типу УВЧ.

На основі вдосконаленої самоущільнювальної манжети та вузла ущільнення розроблено й виготовлено устєвий випробувальний пакер двох типорозмірів: ПВУ–168 (рис. 14) та ПВУ–146.

Устєвий випробувальний пакер складається зі ствола 1 з центральним осєвим каналом та буртом, опорної втулки 2, самоущільнювальної манжети 3 з внутрішньою та зовнішньою робочими губами і заглибленням між ними, в яке сїдає опорна втулка, упору 4, регулювальної гайки 5 та перехїдника 6.

Наявність в конструкції пакера регулювальної гайки сприяє підвищенню надійності нижньої приєднувальної різьби пакера. Це досягається шляхом її розвантаження від зусиль, створюваних унаслідок дії на манжету пакера тиску випробування. Завдяки такому конструктивному рішенню нижня приєднувальна різьба пакера зазнає дії тільки навантажень від ваги, яку складають підвишені знизу до пакера бурильні або насосно-компресорні труби.



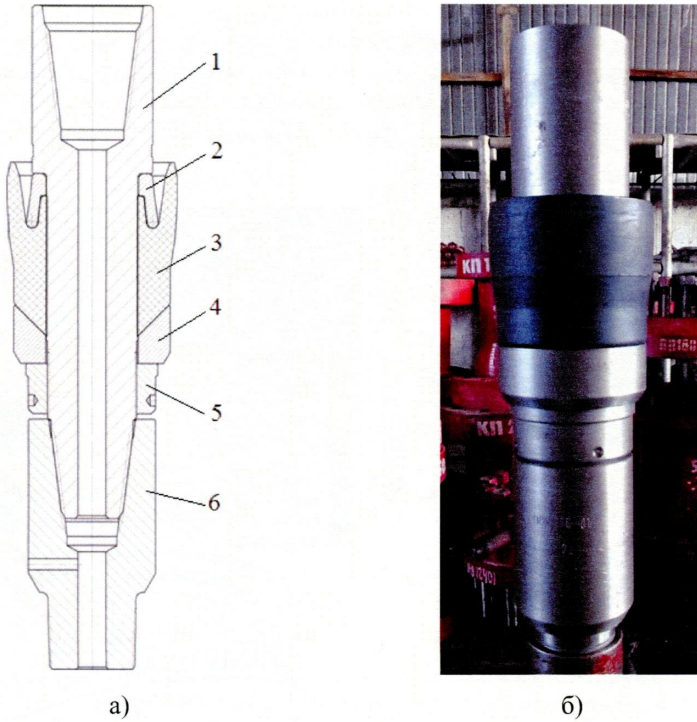
а) – контактні тиски q_0 ; б) – еквівалентні напруження

1 – ствол; 2 – самоущільнювальна манжета; 3 – обсадна труба; 4 – упор

Рисунок 13 – Розподіл контактних тисків та еквівалентних напружень за умов: $\Delta = 4$ мм, $\delta = 2$ мм, $\sigma_{zc} = 2,47$ МПа, $P = 30$ МПа

З метою підтвердження можливості використання розробленого пакера в експлуатаційних умовах проведено промислові випробування, що передбачали визначення його герметизаційної здатності у процесі випробування змонтованого на усті свердловини противикидного обладнання перед проведенням підземного ремонту свердловин. Випробування проведено на трьох свердловинах НГВУ «Охтирканафтогаз» ПАТ «Укрнафта»: №№ 334, 530 Бугруватівського родовища та № 173 Рибальського родовища.

Результати випробування противикидного обладнання засвідчили високу герметизаційну здатність та ефективність удосконаленого пакера. З урахуванням цього пакер рекомендовано до використання нафтогазовидобувними підприємствами для випробування устьового та противикидного обладнання при підземному ремонті свердловин.



а) – конструкція пакера; б) – загальний вигляд пакера
 1 – ствол, 2 – опорна втулка, 3 – манжета, 4 – упор; 5 – регулювальна гайка; 6 – перехідник

Рисунок 14 – Устьвий випробувальний пакер ПВУ–168

З метою підвищення ефективності застосування устьового випробувального пакера у свердловинах із дефектами внутрішньої поверхні обсадної колони розроблено пристрій для підготовки місця його встановлення. За його використання покращується контактна взаємодія гумової самоущільнювальної манжети та внутрішньої поверхні обсадної колони в процесі випробування.

Також встановлено, що одним із основних напрямів подальшого вдосконалення розробленого устьового випробувального пакера є підвищення зносостійкості самоущільнювальної манжети шляхом використання для її виготовлення сучасних зносостійких марок гумової суміші.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено важливу науково-практичну задачу, що полягає у підвищенні герметизаційної здатності свердловинних самоущільнювальних пакерів для випробування устьового та противикидного обладнання. Отримані автором результати теоретичних та експериментальних досліджень дають можливість зробити такі висновки:

1. Аналіз умов експлуатації самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів засвідчує суттєву залежність їх герметизаційної здатності від експлуатаційних та конструктивних факторів. Огляд наукових праць та аналіз практичних спостережень підтверджують необхідність проведення додаткових експериментальних і теоретичних досліджень для підвищення їх герметизаційної здатності.

2. Встановлено, що для комплексної оцінки герметизаційної здатності самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів вагомими є такі критерії: максимальний початковий контактний тиск, максимальний контактний тиск у процесі випробування; коефіцієнт герметизації та коефіцієнт запасу міцності. Для визначення контактних тисків необхідним є проведення ряду експериментальних досліджень на основі «методу контрольних отворів». Зважаючи на специфіку механічної поведінки матеріалу самоущільнювальних манжет, а також складність їх конфігурації, дослідження напружено-деформованого стану доцільно проводити методом скінченних елементів із використанням моделі поведінки матеріалу «Mooney-Rivlin».

3. За результатами повного факторного експерименту отримано статистичну математичну модель впливу експлуатаційних та конструктивних факторів на величину контактних тисків. Підтверджено, що найбільш значущим фактором є тиск випробування. Наступні за значущістю є діаметральний натяг, радіальний зазор та модуль зсуву матеріалу манжети. Експериментально встановлено, що розподіл контактних тисків за довжиною спряженої поверхні характеризується їх зменшенням від кромки робочої губи до опорної частини манжети. Нерівномірність розподілу є суттєво вираженою за радіального зазору 3 мм і більше. Забезпечення герметизації надпакерного простору на початковому етапі процесу випробування та за умови дії робочих тисків є можливим при діаметральному натязі 4 мм, радіальному зазорі 2 мм та модулі зсуву 2,47 МПа, які необхідно прийняти за раціональні.

4. Результати дослідження напружено-деформованого стану самоущільнювальної манжети засвідчили суттєву нерівномірність розподілу еквівалентних напружень по тілу манжети з концентрацією максимальних значень в опорній частині близько до зони радіального зазору. Доведено, що зі збільшенням радіального зазору витискання матеріалу суттєво зростає. Для прототипної манжети пакера з діаметральним натягом 1 мм та радіальним

зором 3 мм характерними є коефіцієнт запасу міцності 1,92 та низький коефіцієнт герметизації $\alpha = 0,73$. Цим доведено необхідність розроблення вдосконаленої самоущільнювальної манжети з урахуванням встановлених раціональних конструктивних параметрів.

5. Розроблено і виготовлено вдосконалені устьові випробувальні свердловинні пакери двох типорозмірів, промислові випробування яких підтвердили високу герметизаційну здатність та ефективність випробувальних робіт. Отримані результати дали змогу впровадити пакери на нафтогазовидобувних підприємствах ПАТ «Укрнафта». Для підвищення ефективності застосування устьового випробувального пакера розроблено пристрій для підготовки місця його встановлення.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Dorokhov M., Kostriba I, Biletskyi V. Experimental research on the sealing ability of borehole packers. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Т. 4, N 8(82). С. 56–62. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.74831 (**Scopus**).

2. Дорохов М. А., Костриба І. В. Дослідження герметизаційної здатності гумових ущільнень устьових випробувальних пакерів. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2016. № 2 (59). С. 22–30.

3. Дорохов М. А. Дослідження механічних властивостей гумових ущільнень свердловинних пакерів. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 2014. № 2 (37). С. 111–119.

4. Дорохов М. А., Агальцов Г. М., Новикова А. В. и другие Экспериментальные исследования реологии резин. *Геотехническая механика: межвед. сб. научн. тр.* 2015. № 121. С. 207–213.

5. Дорохов М. А., Костриба І. В., Михайлюк В. В. Аналіз герметизаційної здатності гумових ущільнень випробувальних пакерів у рамках САЕ-систем. *Зб. наук. праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво*. Полтава, 2016. № 2 (47). С. 303–313. (**Index Copernicus**).

6. Гребенюк С. Н., Решевская Е. С., Васько В. М., Дорохов М. А. Исследование напряженно-деформированного состояния резиновых уплотнений пакеров для испытания устьевого и противовыбросового оборудования. *Геотехническая механика: межвед. сб. научн. тр.* 2014. № 116. С. 174–179.

7. Дорохов М. А., Костриба І. В. Розробка свердловинного пакера для випробування устьового та противикидного обладнання. *Нафтогазова енергетика*. 2016. № 1(25). С. 12–21.

8. Костриба І. В., Дорохов М. А., Шульга А. М. Аналіз сучасного стану проектування свердловинних пакерів в Україні. *Питання розвитку газової промисловості України. УкрНДІгаз*. Вип. XL. 2012. С. 156–159.

9. Дорохов М. А., Костриба І. В. Комп'ютерне моделювання

напружено-деформованого стану ущільнення свердловинних пакерів. *Нафтогазова інженерія*. 2016. С. 103–109.

10. Dorokhov M., Kostriba I. A new approach to the calculation of rubber seals downhole packer. *Collection of scientific articles «Energy, energy saving and rational nature use»*. 2014. Vol. 2(3) P. 58–63.

11. Дорохов М. А., Троцький В. П., Шульга А. М. Аналіз сучасних пристроїв для установки та вилучення пакерів зі свердловин. *Питання розвитку газової промисловості України*. УкрНДГаз. Вип. XLI. 2013. С. 155–160.

12. Dorokhov M., Kostriba I., Betsun V., Piienko I. Experimental research of the process of probationary self-sealing packer during the construction of oil and gas wells. *Collection of scientific articles «Energy, energy saving and rational nature use»*. 2015. Vol. 2(5) P. 27–31.

13. Дорохов М. А., Костриба І. В. Аналіз досліджень вузлів ущільнень свердловинних пакерів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Техніка і прогресивні технології у нафтогазовій інженерії – 2012» (5–7 лист. 2012, м. Івано-Франківськ)*. Івано-Франківськ, 2012. С. 76–80.

14. Дорохов М. А., Костриба І. В. Аналіз теоретичних та експериментальних досліджень вузлів ущільнень свердловинних пакерів. *Матеріали 65-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (22 квітня–15 травня 2013, м. Полтава)*. Полтава, 2013. С. 300–301.

15. Костриба І. В., Дорохов М. А. Розроблення та дослідження пакерів для випробування противикидного обладнання. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Нафтогазова енергетика 2013», (7–11 жовтня 2013, м. Івано-Франківськ)*. Івано-Франківськ, 2013. С. 78–82.

16. Дорохов М. А., Костриба І. В. Дослідження контактних тисків на спряжених поверхнях вузла ущільнення пакера та обсадної колони. *Матеріали 67-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (2 квітня–22 травня 2015, м. Полтава)*. Полтава, 2015. С. 332–334.

17. Дорохов М. А., Костриба І. В. Дослідження герметизаційної здатності самоущільнювальних пакерів. *Тези Міжнародної науково-технічної конференції «Машини, обладнання і матеріали для нарощування вітчизняного видобутку та диверсифікації постачання нафти і газу ПМ – 2016» (16–20 травня 2016, м. Івано-Франківськ)*. Івано-Франківськ, 2016. С. 98–101.

18. Дорохов М. А. Дослідження деформаційно-міцнісних характеристик гумових ущільнень устьових випробувальних пакерів. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Нафтогазова енергетика 2015» (21–24 квітня 2015, м. Івано-Франківськ)*. Івано-

Франківськ, 2015. С. 283–287.

19. Дорохов М. А. Чисельний метод у дослідженні вузлів ущільнення випробувальних свердловинних пакерів. *Матеріали 68-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. (19 квітня – 13 травня 2016, м. Полтава).* Полтава, 2016. С. 332–334.

20. Костриба І. В., Мосора Ю. Р., Дорохов М. А. Розроблення та дослідження пакерів для випробування противикидного обладнання. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Нафтогазова енергетика 2017» (15–19 травня 2017, м. Івано-Франківськ).* Івано-Франківськ, 2017. С. 157–159.

21. Дорохов М. А. Вдосконалення пристрою для підготовки місця встановлення пакерів. *Матеріали 66-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (15 квітня – 15 травня 2014, м. Полтава).* Полтава, 2014. С. 396.

22. Пат. 110493 Україна. Пакер випробувальний гирловий / Угринчук Р. Б., Плигачов В. А., Ущенко О. В., Дорохов М. А., Костриба І. В.; заявник та патентовласник ПАТ «Укрнафта». № у 2016 04022; заявл. 13.04.2016; опубл. 10.10.2016.

23. Пат. 105583 Україна. Пристрій для підготовки місця встановлення пакера / Дорохов М. А., Троцький В. П., Шульга А. М.; заявник та патентовласник Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. № а2013 03729; заявл. 26.03.2013; опубл. 26.05.2014.

АНОТАЦІЯ

Дорохов М. А. Підвищення герметизаційної здатності самоущільнювальних свердловинних пакерів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.12 – машини нафтової та газової промисловості. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2017.

Дисертація присвячена вирішенню важливої науково-прикладної задачі підвищення герметизаційної здатності самоущільнювальних свердловинних пакерів.

У роботі встановлено закономірності впливу експлуатаційних та конструктивних факторів на характер розподілу контактних тисків у зоні герметизації «манжета – обсадна труба». Враховуючи отримані результати обґрунтовано раціональні параметри самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів. Досліджено напружено-деформований стан гумових самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів за умов впливу силових факторів процесу

випробування, геометричних характеристик та фізико-механічних властивостей матеріалу ущільнення. Встановлено залежності коефіцієнта герметизації самоущільнювальних манжет випробувальних пакерів від конструктивних факторів впливу.

На основі отриманих результатів теоретичних та експериментальних досліджень розроблено конструкцію вдосконаленої самоущільнювальної манжети та свердловинного устьового випробувального пакера, що характеризується підвищеною герметизаційною здатністю. Також розроблено конструкторську документацію на свердловинний пристрій для підготовки місця пакерування випробувального пакера, метою застосування якого є зменшення впливу технологічних факторів на герметизацію в процесі випробування устьового та противикидного обладнання

Ключові слова: випробування противикидного обладнання, свердловинний пакер, гумова самоущільнювальна манжета, контактні тиски, коефіцієнт герметизації, напружено-деформований стан манжети.

АННОТАЦИЯ

Дорохов М. А. Повышение герметизирующей способности самоуплотнительных скважинных пакеров. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.12 – машины нефтяной и газовой промышленности. Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа. Ивано-Франковск, 2017.

Диссертация посвящена решению важной научно-прикладной задачи повышения герметизирующей способности самоуплотнительных скважинных пакеров.

В работе проанализировано проблематику испытания устьевого и противовыбросового оборудования в процессе проведения подземного ремонта скважин. Рассмотрены современные конструкции самоуплотнительных испытательных пакеров. Проведен анализ условий эксплуатации основного элемента самоуплотнительного испытательного пакера, резиновой манжеты, который указал на зависимость герметизирующей способности от эксплуатационных, конструктивных и технологических факторов влияния.

Определены критерии, которые являются важными для комплексной оценки герметизирующей способности самоуплотнительных манжет скважинных испытательных пакеров: максимальное начальное контактное давление, максимальное контактное давление в процессе испытания, коэффициент герметизации и коэффициент запаса прочности.

В работе установлены закономерности влияния эксплуатационных и конструктивных факторов на характер распределения контактных давлений в зоне герметизации «манжета – обсадная труба». Учитывая полученные результаты, обосновано рациональные параметры самоуплотнительных

манжет скважинных испытательных пакеров.

По результатам исследования напряженно-деформированного состояния самоуплотнительной манжеты пакера методом конечных элементов при комплексном действии эксплуатационных и конструктивных факторов влияния установлено распределение напряжений по телу манжеты, определены зоны концентрации максимально допустимых напряжений и осуществлена оценка коэффициента запаса прочности манжеты.

По результатам исследований усовершенствовано самоуплотнительную манжету и разработано пакер на ее основе для испытания устьевого и противовыбросового оборудования.

Ключевые слова: испытание противовыбросового оборудования, скважинный пакер, резиновая самоуплотнительная манжета, контактные давления, коэффициент герметизации, напряженно-деформированное состояние манжеты.

ABSTRACT

Dorokhov M. A. Increasing the sealing capacity of self-compacting well packers. - On the rights of the manuscript.

The dissertation for obtaining the scientific degree of the candidate of technical sciences on the specialty 05.05.12 – Machines of the Oil and Gas industry. Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2017.

The dissertation is devoted to solving an important scientific and applied problem of increasing the sealing ability of self-compacting well packers.

In the work the regularities of the influence of operational and constructive factors on the nature of the distribution of contact pressures in the sealing zone "cuff – casing" are established. Taking into account the obtained results, rational parameters of self-compacting cuffs of well-bored test packages are substantiated. The stress-strain state of rubber self-compacting cuffs of well test batchers under conditions of influence of force factors of the test process, geometrical characteristics and physical and mechanical properties of the sealing material are investigated. The dependence of the coefficient of sealing of self-sealing cuffs of test packers on constructive factors of influence was established.

On the basis of the obtained results of theoretical and experimental researches the design of the improved self-compacting cuff and well bore test packer, characterized by increased sealing ability, has been developed. Also it was developed design documentation for a well device to prepare the place of packaging test packer, the purpose of which is to reduce the impact of technological factors on sealing during the test of mouth and antiviral equipment

Keywords: blowout equipment testing, well packer, rubber self-compacting cuff, contact pressure, sealing coefficient, strain-strain state of cuff.