

ВІДГУК

офіційного опонента Якіма Р.С. на дисертаційну роботу
Дорохова Максима Анатолійовича «Підвищення герметизаційної здатності
самоущільнювальних свердловинних пакерів», подану на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.15.12 – Машини нафтової та газової промисловості.

Дисертацію присвячено дослідженню герметизаційної здатності самоущільнювальних свердловинних пакерів шляхом їх удосконалення з урахуванням закономірностей впливу експлуатаційних та конструктивних чинників.

1. Актуальність теми

Проведення ремонту свердловин вимагає дотримання вимог Правил і норм фонтанної безпеки. Однією з таких основних вимог є випробування якості монтажу та працездатності противикидного обладнання, що встановлюється на усті свердловин. Для цього передбачені гідравлічні випробування, що спонукають до його проведення нерідко у відкритому стволі свердловини. Це, відповідно, унеможливорює дотримання регламенту з випробування устьового та противикидного обладнання.

Задача частково вирішується через використання різних за конструкцією технічних засобів, що відрізняються складністю конструкції та експлуатації. Тому, широкого використання набули свердловинні пакери, зокрема на базі самоущільнювальних пакерів.

Проте численні наукові джерела та дані експлуатації й відпрацювання свідчать про низьку герметизаційну здатність існуючих конструкцій, а саме основного елемента пакера – гумової самоущільнювальної манжети. Враховуючи це, виникає нагальна задача в конструюванні раціональної її конструкції. Ця задача і була вирішена в роботі автора через проведення

комплексних експериментальних та теоретичних досліджень.

2. Загальна характеристика роботи

У **першому розділі** роботи проведено аналіз проблематики випробування устьового та противикидного обладнання при підземному ремонті свердловин та сучасних методів і засобів для реалізації процесу. Огляд теоретичних джерел свідчить про широкий попит у використанні само ущільнювальних свердловинних пакерів. Ключовим в першому розділі є детальний аналіз умов експлуатації самоущільнювальних манжет, що відображає необхідність у проведенні додаткових досліджень з метою розроблення раціональної конструкції манжети високої герметизаційної здатності.

Другий розділ дисертації відображає найбільш вагомні фактори, що впливають на герметизаційну здатність самоущільнювальних манжет в процесі їх випробування. Також сформовано основні критерії для комплексної оцінки герметизаційної здатності самоущільнювальних свердловинних пакерів. Заслуговує на увагу здійснене розмежування підходів у дослідженні герметизаційної здатності гумових самоущільнювальних манжет випробувальних пакерів. Вивчається характер і параметри контактних тисків на поверхні спряження «манжета – обсадна труба» та напружено-деформований стан манжети в процесі дії на неї випробувального середовища. Для отримання результатів високої достовірності, у визначенні контактних тисків, проводити експериментальні дослідження, а для напружено-деформованого стану застосовувати скінченно-елементне моделювання.

У **третьому розділі** застосувавши планування повного чинникового експерименту, досліджено залежність величини контактних тисків від найбільш суттєвих чинників: значення натягу по діаметру, тиску випробування, радіального зазору між упором ущільнення та обсадною трубою, а також модуля зсуву матеріалу. Також встановлено характер розподілу контактних тисків за довжиною спряженої поверхні «манжета – обсадна

труба». Наукову цінність має отримана статистична модель впливу основних наведених вище експлуатаційних та конструктивних чинників на величину контактного тиску, що представлена поліномом другого порядку. За результатами експерименту також визначено мінімально допустимі контактні тиски, необхідні для герметичності на початковому етапі роботи манжети. Особливим є врахування деформаційно-міцнісних властивостей матеріалу, з якого виготовлена манжета. За результатами проведених експериментальних досліджень вдалося вирішити поставлену на початку дисертаційної роботи задачу, а саме «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».

Четвертий розділ відображає результати скінченно-елементного дослідження напружено-деформованого стану манжети в процесі випробування противикидного обладнання. Виходячи з критеріїв оцінки герметизаційної здатності, визначено коефіцієнт запасу міцності манжети, що характеризує працездатність самоущільнювальної манжети в цілому.

П'ятий розділ присвячений опису особливостей вдосконаленої конструкції самоущільнювальної манжети та елементів вузла ущільнення, наведено результати дослідження та промислових випробувань свердловинного пакера, розробленого та виготовлено на основі вдосконаленої манжети.

Результати дослідження вдосконаленої манжети, вказують на те, що контактні тиски у спряженні «манжета – обсадна труба», що виникають у процесі випробування, забезпечують коефіцієнт герметизації $\alpha = 0,93$, що більше за коефіцієнт герметизації манжети прототипу ($\alpha = 0,73$). При цьому, за робочого тиску, максимальні еквівалентні напруження в опорній частині вдосконаленої манжети в зоні радіального зазору між упором вузла ущільнення та обсадною трубою значно менші, ніж для манжети прототипу пакера типу УВЧ.

Проведені промислові випробування розробленої конструкції пакера на

базі вдосконаленої манжети підтвердили його високу герметизаційну здатність та ефективність для випробування устьового та противикидного обладнання.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, їх достовірність

Достовірність одержаних результатів забезпечується значним відсотком збіжності між результатами експерименту та чисельного моделювання.

Основні результати та підсумкові висновки характеризуються новизною поставлених задач, обґрунтованістю та достовірністю і відповідають рівню кандидатської дисертаційної роботи.

4. Цінність отриманих результатів для науки та практики

На основі комплексного підходу в дослідженні герметизаційної здатності шляхом проведення експериментів та чисельного моделювання вперше встановлено закономірності впливу експлуатаційних та конструктивних чинників на характер розподілу контактних тисків у зоні герметизації «манжета – обсадна колона» та напружено-деформований стан гумових самоущільнювальних манжет свердловинних випробувальних пакерів за умов впливу силових чинників процесу випробування, геометричних характеристик та фізико-механічних властивостей матеріалу ущільнення. Це дало змогу розробити вдосконалену конструкцію пакера та виготовити на його основі свердловинний пакер з подальшим успішним промисловим випробуванням.

5. Повнота викладення матеріалу в опублікованих працях

В опублікованих автором 23 наукових працях висвітлено всі основні положення, результати і висновки дисертації.

Обсяг і стиль матеріалу, приведенного в авторефераті, дозволяють

зрозуміти основний зміст дисертації. Основні результати і підсумкові висновки автореферату аналогічні змісту дисертації.

6. Зауваження по роботі.

6.1 На с. 46 дисертаційної роботи подано рис. 1.13, однак в тексті роботи не зазначено фізико-механічні властивості матеріалів деталей, а також параметри й умови в яких експлуатувався вузол, час напрацювання.

6.2 У тексті роботи зазначено, що для скінченно-елементного моделювання обрано модель поведінки матеріалу самоущільнювальної манжети «Mooney-Rivlin». Також зазначено, що дана модель існує з 2-ма, 5-ма і 9-ма параметрами. Проте в роботі чітко не конкретизовані константи, які були отримані в процесі проведення додаткових експериментальних досліджень і застосовані при скінченно-елементному моделюванні самоущільнювальної манжети.

6.3 В тексті роботи зазначено, що при експлуатації устьових випробувальних пакерів спостерігаються релаксаційні процеси, що відзначаються плавним зниженням контактних тисків та відповідно герметизаційної здатності. Відповідно у роботі відсутня інформація про час, протягом якого були замірені контактні тиски, щоб можна було оцінити врахування автором впливу релаксаційних процесів на достовірність отриманих експериментальних результатів

6.4 У тексті роботи, де йдеться про дослідження напружено-деформованого стану гумової самоущільнювальної манжети, зустрічається термін «пластичні деформації». Це є дещо некоректним у застосуванні до гуми, як високо еластичного матеріалу. Правильніше застосовувати «залишкові деформації»

6.5 В тексті дисертації, при обґрунтуванні вдосконаленої самоущільнювальної манжети зазначено, що її опорна частина виконана скошеною назовні (кут $\alpha \approx 45^0$) і є більшою в 2 рази, ніж опорна частина у прототипного

пакера. Проте в тексті відсутні попередні дослідження, які б обумовлювали вибір величини кута нахилу опорної частини чи її висоти відповідно до зміни характеру розподілу контактних тисків по довжині спряженої поверхні «манжета – обсадна труба». Тому варто було б провести такі дослідження.

6.6 В тексті роботи, де йдеться про обґрунтування форми вдосконаленої манжети зазначено, що внесені конструктивні зміни значно збільшують контактну площу в спряженні «манжета – обсадна труба». Проте в тексті відсутні будь-які розрахунки цього значення. Це нашо́вхує на потребу введення ще одного додаткового критерію оцінки герметизаційної здатності, наприклад, ступеню обтиснення ущільнювальної поверхні обсадної труби в осьовому напрямленні. Критерій би розраховувався як інтегральна функція розподілу контактних тисків по ущільнювальній поверхні.

6.7 У тексті дисертації автором зазначено про вплив овальності обсадних труб на герметизаційну здатність самоущільнювальної манжети. В якості рекомендації варто було б навести які граничні відхилення діаметральних розмірів обсадних труб є критичними для забезпечення герметизаційної здатності. Проведення відповідних для цього досліджень посилили б роботу.

6.8 У тексті роботи трапляються окремі русизми, незначні невдалі звороти чи описки.

В той же час необхідно зауважити, що зазначені зауваження не мають принципового характеру, не знижують високого наукового рівня дисертації, а спрямовані тільки на її покращання і доповнення.

7. Загальний висновок по дисертації.

Дисертація Дорохова Максима Анатолійовича «Підвищення герметизаційної здатності самоущільнювальних свердловинних пакерів», має практичну і наукову цінність, одержані результати і підсумкові висновки характеризуються новизною та достовірністю і науковою обґрунтованістю,

рекомендації та розробки, одержані в роботі були використані при проведенні промислових випробуваннях.

Дисертація є завершеною роботою, а її оформлення відповідає вимогам до кандидатських дисертацій.

Враховуючи актуальність проблеми, комплексний підхід в дослідженні герметизаційної здатності самоущільнювальних свердловинних пакерів, вважаю, що її автор Дорохов М.А. заслуговує на присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.12 – Машини нафтової та газової промисловості.

Офіційний опонент, професор кафедри
Професійної та технологічної освіти
Дрогобицького державного педагогічного
університету ім. Івана Франка,
Міністерства освіти і науки України,
доктор технічних наук, професор

 Яким Р. С.



22.02.2018

Відгук надіслав у спеціалізовану вчену раду Д 20.052.04
16.02.2018
Учений секретар Інституту І.В. Прошак