

## РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИПРОБОВУВАННЯ ПРОТИВИКИДНОГО ОБЛАДНАННЯ

*І.В. Костриба, І.С. Палійчук, В.В. Михайлюк*

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42264,  
e-mail: no@nuing.edu.ua*

*Запропоновано схему випробування протівікидного обладнання після монтажу без використання мобільної насосної установки. Розроблено конструкцію свердловинного випробувального пристрою. Досліджено основні параметри та характеристики вузла ущільнення пристрою, що впливають на його герметизаційну здатність.*

Ключові слова: випробувальний пристрій, герметизуюча здатність, пакер, превентор, самоущільнювальна манжета

*Предлагается схема испытания протівікидного оборудования после монтажа без использования мобильной насосной установки. Разработана конструкция скважинного испытательного устройства. Исследованы основные параметры и характеристики узла уплотнения устройства, влияющие на его герметизирующую способность.*

Ключевые слова: герметизирующая способность, испытательное устройство, пакер, превентор, самоуплотнительная манжета

*Offered chart of testing of blowout preventer equipment after installation without the use of the mobile pumping device. Worked out construction of downhole testing device. Investigated basic parameters and characteristics of packing node of the device, which influence on its pressurization ability.*

Key words: packer, preventer, sealing ability, self-packing cuff, test device

У процесі спорудження та ремонту устя нафтових і газових свердловин обладнується протівікидним обладнанням, яке після монтажу згідно чинних технічних регламентів повинно випробуватись на герметичність.

Традиційна схема випробування змонтованого протівікидного обладнання [1] передбачає закриття превентора на трубі і створення під превентором тиску рідини із допомогою пересувної нафтопромислової насосної установки, під'єднаної до маніфольдної лінії протівікидного обладнання.

Така схема для випробування змонтованого протівікидного обладнання має два недоліки:

1) значна (в деяких випадках висока) вартість випробувальних робіт, що пов'язано, насамперед, з довготривалим використанням мобільної насосної установки на свердловині під час ускладнень, що виникають в процесі випробування; інколи значним віддаленням свердловини від технічної бази підприємств; бездоріжжям у міжсезоння; значними експлуатаційними витратами тощо.

2) під час випробування часто необхідно захищати обсадну колону від дії випробувального тиску. Для цього використовується пакер (свердловинний герметизатор), який відокремлює стовбур свердловини від гирлового обладнання. Такий пакер також необхідно використовувати під час гідравлічного випробування гирлового обладнання в умовах відкритого стовбура свердловини (наявність необсадженого стовбура, зони перфорації експлуатаційної колони).

Наявність вказаних недоліків описаної схеми випробування протівікидного облад-

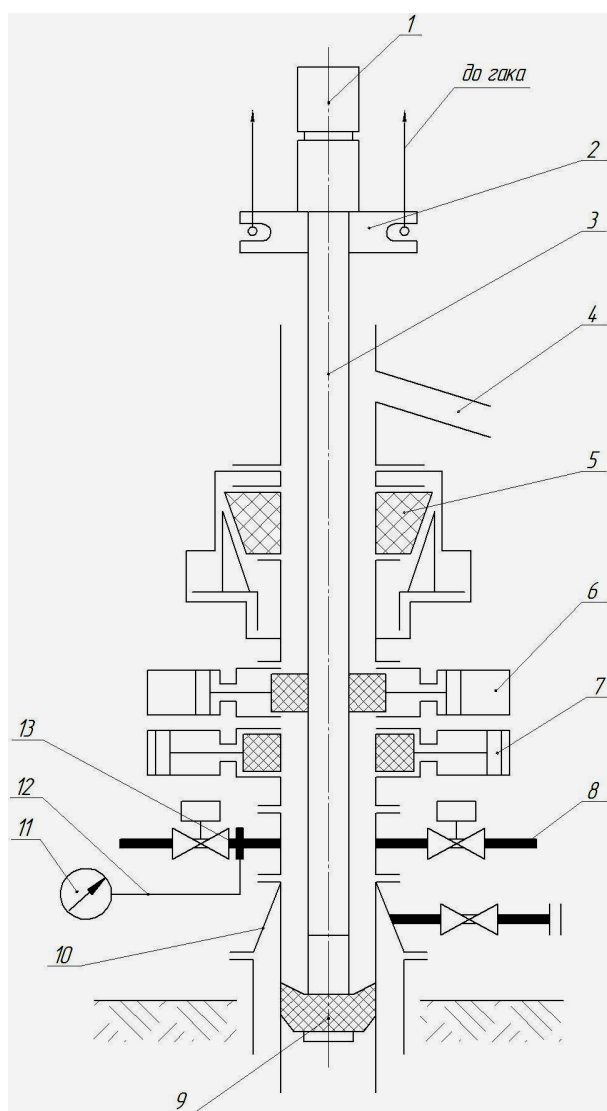
нання інколи призводить до неякісного проведення випробування, що зменшує надійність протівікидного обладнання.

Пропонується більш ефективна схема та пристрій для випробування змонтованого протівікидного обладнання без використання мобільної насосної установки. Суть запропонованої схеми випробування полягає в наступному (рис. 1). У свердловину опускається і підвішується на гак бурової чи підйомної установки випробувальний пристрій, що містить пакер 9, з'єднувальну трубу 3 і контрольно-запобіжний пристрій 1. Після закриття нижнього (чи будь-якого іншого) превентора у стовбурній збірці випробувальний пристрій припіднімається догори, створюючи, таким чином під превентором необхідний для проведення випробування тиск. З метою забезпечення безпеки випробувальних робіт піднімання випробувального пристрою доцільно здійснювати аварійним приводом бурової лебідки.

Для контролю за величиною випробувального тиску, а також з метою запобігання виникненню ускладнень і аварійних ситуацій, викликаних створенням надмірного тиску під превентором, що може призвести до руйнування опресувальної системи, на верхньому кінці випробувального пристрою розміщують контрольно-запобіжний пристрій 1.

Перевага запропонованого способу випробування протівікидного обладнання полягає в наступному:

– випробувальний пристрій за своєю суттю є автономним, тому процес випробування не залежить від дії зовнішніх чинників, що діють при випробуванні з використанням мобільних насосних установок.



- 1 – пристрій контрольно-запобіжний;  
 2 – елеватор; 3 – труба з'єднувальна;  
 4 – жолоб зливний; 5 – превентор універсальний;  
 6 – превентор плашковий з трубними плашками;  
 7 – превентор плашковий з глухими плашками;  
 8 – маніфольдна лінія; 9 – пакер; 10 – головка колони;  
 11 – манометр; 12 – трубка імпульсна;  
 13 – фланець манометричний

**Рисунок 1 – Запропонований спосіб опресування змонтованого противикидного обладнання**

– забезпечується вища порівняно з традиційною схемою технологічність випробувальних робіт. Традиційна схема випробування противикидного обладнання, особливо в умовах відкритого ствола свердловини, потребує наявності мобільної насосної установки і пакера-герметизатора для відокремлення ствола свердловини від гирлового обладнання.

– зменшуються витрати на проведення випробувальних робіт (не потрібно замовляти на свердловину насосну установку).

– підвищується надійність противикидного обладнання у зв'язку з покращенням якості випробувальних робіт. Крім того, оскільки ви-

пробування пропонується проводити автономним пристроєм, їх можна проводити з будь-якою періодичністю, регламентованою нормативними документами.

Пакер розробленого пристрою (рис. 2) містить стовбур 7, на якому розміщена манжета 10, яка має здатність до самоущільнення. Манжета опирається на опорне кільце 9, що фіксується від осевого переміщення головкою 6. Для попередження руйнування манжети під час зберігання та транспортування передбачений чохол 21. Клапанний вузол запобігає виникненню ефекту поршнювання рідини при опусканні пристрою у свердловину. У верхній частині пакера виконана різьба для з'єднання з трубою.

Труба 3 (рис. 1) є регулятором довжини пристрою. Залежно від комплектації стовбурної збірки противикидного обладнання довжина труби може змінюватися.

Контрольно-запобіжний пристрій призначений для контролю за величиною випробувального тиску, а також для запобігання виникненню ускладнень і аварійних ситуацій, викликаних створенням надмірного тиску під превентором, що може призвести до руйнування опресувальної системи. Основним елементом контрольно-запобіжного пристрою є мембрана 18, яка руйнується у випадку перевищення встановленого тиску. Конструкція пристрою дає можливість регулювати максимально допустимий тиск випробування.

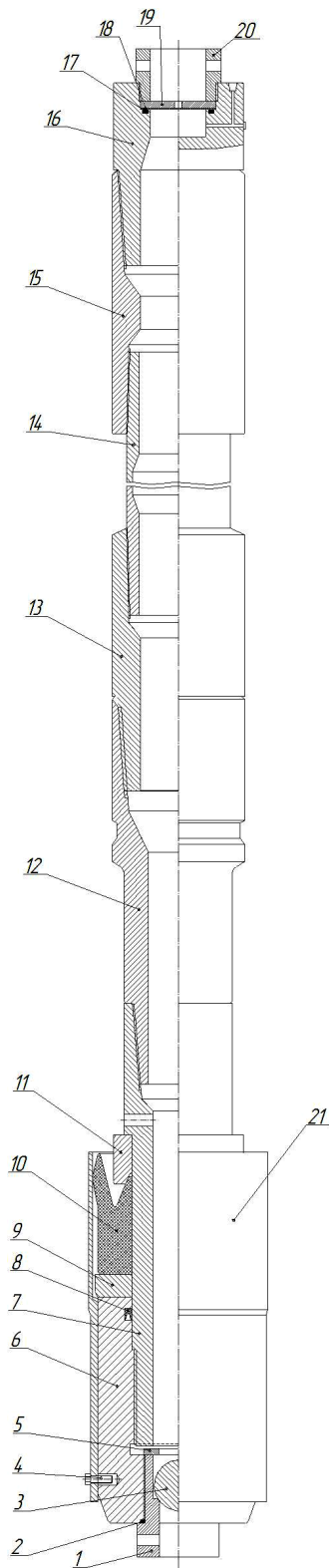
Величина випробувального тиску визначається манометром, підключеним до контрольно-вимірювального пристрою, або до манометричного фланця, встановленого перед гідроприводною засувкою (рис. 1).

Розроблено варіанти конструктивного виконання випробувального пристрою і вибрано найоптимальніший з них варіант, який задовольняє конструкторсько-технологічні вимоги, вимоги фонтанної безпеки, забезпечує зручність та безпеку випробувальних робіт. Технічна характеристика пристрою подається в таблиці 1.

Основним елементом розробленого пристрою є самоущільнювана манжета. Конструктивно манжета містить дві частини – робочу і опорну (рис. 3).

Робоча частина манжети виконана у вигляді двох губ – зовнішньої і внутрішньої. Геометрія губ повинна бути такою, щоб після опускання пакера у свердловину забезпечити натяг відповідних поверхонь манжети, а саме в спряженнях зовнішня губа – обсадна труба 4 та внутрішня губа – ствол пакера 1. Це дасть можливість створити початковий контактний тиск  $q_0$  на ущільнюваних поверхнях та реалізувати принцип самоущільнення при роботі манжети.

Опорна частина манжети розміщена під робочою і має в розрізі прямокутну форму. Зовнішній діаметр опорної частини манжети повинен бути на 4-6 мм меншим від внутрішнього діаметра обсадної колони, що дасть змогу забезпечити безперешкодне опускання та підняття пристрою.

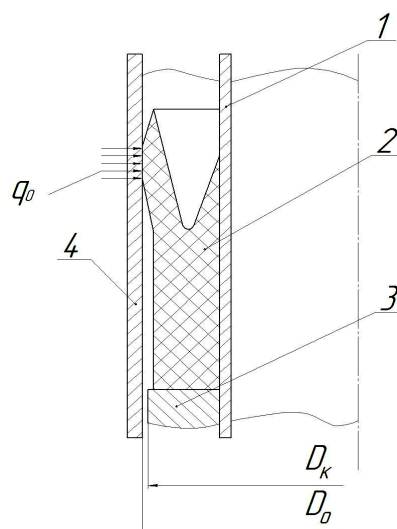


1 – корпус клапана; 2 – кільце ущільнюоче;  
 3 – кулька; 4 – болт кріплення чохла; 5 – шайба;  
 6 – головка; 7 – ствол; 8 – манжета ущільнюоча;  
 9 – кільце опорне; 10 – манжета; 11 – кільце  
 проміжне; 12 – перехідник; 13 – ніпель;  
 14 – труба з'єднувальна; 15 – муфта;  
 16 – корпус контрольно-запобіжного пристрою;  
 17 – кільце ущільнюоче; 18 – мембрана;  
 19 – кільце опорне контрольно-запобіжного  
 пристрою; 20 – кришка; 21 – чохол

**Рисунок 2 – Опресувальний пристрій**

**Таблиця 1 – Технічна характеристика пристрою ОП-245x35**

Параметр, одиниці вимірювання	Величина
Умовний діаметр експлуатаційної колони, в якій використовується випробувальний пристрій, мм	245
Максимальний тиск випробування, МПа	35
Випробувальне середовище	Вода
Температура робочого середовища, °С	Від +5 до +50
Довжина, мм:	
пакера	735
контрольно-запобіжного пристрою	290
Маса без з'єднувальної труби, кг, не більше	90



1 – ствол пакера; 2 – манжета;  
 3 – кільце опорне; 4 – труба обсадна

**Рисунок 3 – Манжета з опорним кільцем**

Процес роботи манжети можна умовно поділити на два етапи [2]. На першому етапі за невисоких тисків працює робоча частина манжети, і герметичність забезпечується завдяки розклинюванню губ і створенню необхідних для герметизації контактних тисків на ущільнюваних поверхнях. З підвищенням тиску над манжетою починає працювати її опорна частина. Під дією тиску в свердловині відбувається осьова та радіальна деформація опорної частини манжети, що призводить до повного закриття зазору між манжетою і обсадною трубою. За великих тисків гума витискається в зазор між опорним кільцем 3 і обсадною трубою, що може бути причиною руйнування манжети.

Герметизація манжетою на першому етапі її роботи забезпечується завдяки початковому контактному тиску  $q_0$  між губою манжети і стінкою обсадної труби. Слід зазначити, що одним із основних чинників, що визначають

величину попереднього контактного тиску  $q_0$ , є натяг  $\Delta$  робочої частини манжети, який визначається за формулою

$$\Delta = D_m - D_o, \quad (1)$$

де:  $D_m$  – максимальний зовнішній діаметр манжети у вільному стані;

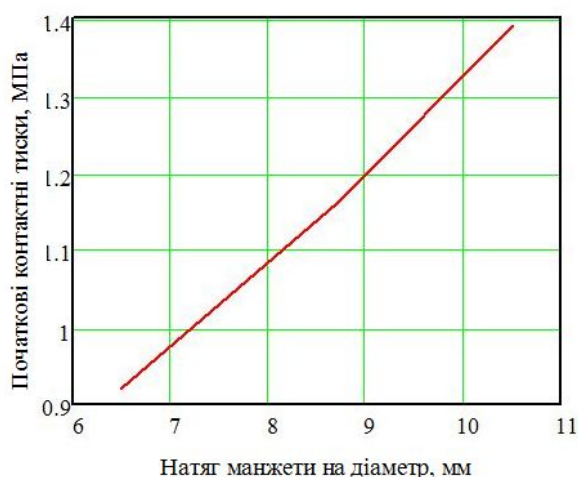
$D_o$  – внутрішній діаметр обсадної труби.

Слід зазначити, що розроблення оптимальної конструкції самоущільнювальної манжети – складна інженерно-технічна задача. Складність її обумовлена низкою чинників, що впливають на конструкцію манжети та умови її роботи, а саме: характерні особливості мікрогеометрії ущільнюваної поверхні обсадної труби, що не створюють відповідних умов для герметичності; наявність на ущільнюваній поверхні обсадної труби бруду, продуктів корозії; можливі овальність і різностінність труб; необхідність забезпечення герметизаційної здатності манжети як в умовах низького, так і високого тисків тощо.

Викладене засвідчує, що найбільш об'єктивні та достовірні рекомендації щодо проектування манжети можна отримати за результатами експериментальних досліджень натурних зразків манжети в реальних умовах. Проте, зважаючи на значну трудомісткість таких досліджень, користь та деякі практичні результати може привнести комп'ютерне тривимірне моделювання вузла ущільнення розробленого пакера.

Важливим чинником для забезпечення герметичності манжети пакера на першому етапі ущільнення є величина попереднього контактного тиску  $q_0$  (рис. 3). Його значення залежить від натягу манжети, конструкції зовнішньої губи манжети, механічних характеристик гуми. Для дослідження попередніх контактних тисків був використаний метод кінцевих елементів, реалізований з допомогою програмного пакету SolidWorks та його додатку Simulation [3].

На рисунку 4 зображено графічну залежність початкового контактного тиску  $q_0$  від натягу  $\Delta$  робочої частини манжети, побудована на основі результатів моделювання. Натяг  $\Delta$  робочої частини манжети змінювався шляхом зміни внутрішнього діаметра обсадної труби умовним діаметром 245мм. Твердість гуми манжети складала 80 одиниць (за Шором А).



**Рисунок 4 – Графічна залежність початкових контактних тисків  $q_0$  від натягу  $\Delta$  робочої частини манжети**

Отримані результати досліджень можуть бути використані для проектування конструкції самоущільнювальної манжети. В подальшому доцільно було б провести аналогічні експериментальні дослідження на натурному зразку манжети.

#### Література

- 1 Радковский В.Р. Оборудование и инструмент для предупреждения и ликвидации фонтанов: справочник / В.Р. Радковский, Д.В. Рымчук, Ю.Е. Ленкевич, О.А. Блохин. – М.: Недра, 1996. – 265 с.
- 2 Абдуллаев М.А. Пакеры / М.А. Абдуллаев. – Баку: Азербайджанское государственное издательство, 1963. – 284 с.
- 3 Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.: ил.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
26.07.10  
Рекомендована до друку професором  
Копєєм Б.В.*