

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра буріння та геології
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 184 Гірництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
Харченко М.О.

«___» _____ 2023 року

Завідувач кафедри буріння та геології
Винников Ю.Л.

«___» _____ 2023 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
на тему Упровадження сучасних методів розмежування пластів в
ускладнених умовах

Пояснювальна записка

Керівник

Ст. викладач

кафедри буріння та геології

Харченко І. Г.

посада, наук. ступінь, ПІБ

підпис, дата

Консультант за 1 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 2 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 3 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Дата захисту _____

Полтава, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ В ГАЛУЗІ РОЗРОБЛЕННЯ ВОДОНАФТОНАБУХАЮЧИХ ПАКЕРНИХ ГУМ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)	7
1.1 Призначення та практичне застосування водонафтонабухаючих гум	7
1.2 Види конструкції набухаючих пакерів та їхній принцип роботи	
1.3 Механізм дії водо- і нафтонабухаючих еластомірів	
1.3 Висновки до розділу 1.....	
РОЗДІЛ 2. ПОПЕРЕДЖЕННЯ МІЖПЛАСТОВОЇ МІГРАЦІЇ ТА РОЗВИТОК ВИКОРИСТАННЯ ЗАКОЛОННИХ ПАКЕРІВ .	
2.1 Міграція газу в період цементування	
2.2 Розмежування пластів та ізоляція міжпластових перетоків за допомогою водонабухаючих пакерів.....	
2.3 Досвід використання набухаючих пакерів для ізоляції водопритоку на газових родовищах в Україні	
2.4 Розробка пакера гідравлічного для роз'єднання інтервалів відкритого стовбура свердловини при багатостадійному закінчуванні свердловин	
2.5 Висновки до розділу 2.....	
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ГЕОЛОГІЧНИХ І ГІРНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ УМОВ СПОРУДЖУВАННЯ СВЕРДЛОВИНИ.....	
3.1 Загальні відомості про район бурових робіт	
3.2 Літолого-стратиграфічна характеристика розрізу свердловини	
3.3 Нафтогазоводоносність по розрізу свердловини	
3.4 Можливі ускладнення по розрізу свердловини	
3.5 Обґрунтування конструкції свердловини	
3.6 Висновки до розділу 3.....	
РОЗДІЛ 4. ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗМЕЖУВАННЯ ПРОДУКТИВНИХ ГОРИЗОНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕРІВ	
4.1 Обґрунтування вибору продуктивних горизонтів їх випробування та методу їх розмежування.....	

4.2 Впровадження технології закінчування свердловини та систем розмежування продуктивних горизонтів.....	
4.3 Висновки до розділу 4.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	8
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	13

ВСТУП

Актуальність теми. Технологія пошуку, розвідки, розроблення родовищ корисних копалин та їх видобутку входить до переліку критичних технологій України. Реалізація актуальних завдань цієї технології передбачає, зокрема, підвищення ефективності видобутку вуглеводневої сировини за рахунок впровадження сучасних вітчизняних водонафтонабухаючих еластомірів у конструкції пакерного обладнання [2-5].

Залежно від географічного розташування свердловин умови активації набухання еластоміру за температурою, рівнем солоності води, видом бурового розчину та іншими факторами істотно різняться [6]. З цієї причини, матеріал розробляється, як правило, індивідуально під конкретні умови, характерні для кожної свердловини [7, 8].

Вирішення завдання зі створення водонабухаючих еластомірів (ВНЕ) ускладнюється протиріччям, що полягає в тому, що більшість каучуків є гідрофобними, а вулканізати на їхній основі мають низькі показники водопоглинання. Процес набухання еластомірів у воді, що супроводжується збільшенням маси та об'єму, базується на явищі осмосу. Під час контакту в свердловині вода різної мінералізації (солоності) дифундує в масив еластоміру через нерівність хімічних потенціалів і утримується там завдяки досягненню динамічної рівноваги в системі. В свою чергу, створення нафтонабухаючих еластомірів базується на дифузійних процесах, пов'язаних із проникненням неполярних молекул нафтопродуктів у матрицю неполярного каучуку з відповідним збільшенням об'єму матеріалу.

Оскільки у свердловині знаходяться рідини різної природи, а еластомір має збільшуватися в об'ємі при контакті з кожною з них, вимогою до матеріалу є здатність активувати обидва механізми набухання. При цьому важливою обставиною є мінімізація зниження міцності і твердості гуми.

З урахуванням вищевикладеного, концепція цієї роботи базується на аналізі матеріалу видів пакерних систем та їх використання при споруджуванні свердловин. Ці обставини зумовлюють актуальність теми магістерської роботи.

Метою магістерської роботи є аналіз матеріалу видів пакерних систем та їх використання при споруджуванні свердловин та впровадження набухаючих пакерів для конкретних геолого-технічних умов свердловини.

Для досягнення зазначеної мети поставлені такі **задачі**:

- окреслити призначення та практичне застосування водонафтонабухаючих гум;
- проаналізувати види конструкції набухаючих пакерів та їхній принцип роботи;
- окреслити механізм дії водо- і нафтонабухаючих еластомірів;
- проаналізувати причини міграції газу в період цементування;
- описати розмежування пластів та ізоляція між пластових перетоків за допомогою водонабухаючих пакерів;
- окреслити досвід використання набухаючих пакерів на родовищах України;
- проаналізувати геологічні і гірничо-технологічні умови споруджування свердловини;
- впровадити технологію розмежування продуктивних горизонтів за допомогою пакерів.

Об'єктом дослідження дослідження властивостей еластомірів для водонафтонабухаючих ущільнювальних елементів за колонних пакерів та їх впровадження.

Предмет дослідження – вибір оптимального використання пакерних систем для гірничо-геологічних умов свердловини.

Методи дослідження: методи підземної гідрогазодинаміки; методи гідроаеромеханіки; методи механіки гірських порід та геомеханіки; опір матеріалів; аналіз інформаційних джерел; синтез; абстрагування; узагальнення; пояснення; класифікація; моделювання.

Науково-технічна цінність отриманих результатів полягає в тому, що отримані результати розвивають теоретичні і практичні уявлення в галузі водонафтонабухаючих пакерних систем для створення надійного довговічного каналу експлуатації свердловин.

Практичне значення роботи полягає в тому, що отримані автором у процесі досліджень результати дозволили вибрати оптимальне використання пакерних систем для спорудження свердловини.

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Вона викладена на 103 сторінках, у тому числі 90 сторінок основного тексту, 34 рисунків, 12 таблиць на 11 сторінках, 10 сторінок списку використаних джерел (103 найменувань).

Перший розділ присвячений аналізу сучасного стану досліджень в галузі розроблення водонафтонабухаючих пакерних гум.

У другому розділі окреслено попередження міжпластові міграції та розвиток використання за колонних пакерів.

У третьому розділі проаналізовано геологічні та гірничо-технологічні умови споруджування свердловини.

В четвертому розділі впроваджено технологію розмежування продуктивних горизонтів за допомогою пакерів.

Загальні висновки відображають головні результати, що отримано в роботі.

Магістерська робота виконана у Навчально-науковому інституті нафти і газу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» в 2023 році під керівництвом викладача кафедри буріння та геології Харченко І. Г. По певним питанням було проведено консультації із інженерами компанії ТОВ «Науково-технічне підприємство «Бурова техніка», в якому на момент написання наукової роботи працював автор даної роботи. Автор висловлює особисту подяку керівнику проектного відділу даної компанії Герусу Олегу Олеговичу за слушні поради і матеріал при виконанні даної кваліфікаційної роботи.

**РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ В ГАЛУЗІ
РОЗРОБЛЕННЯ ВОДОНАФТОНАБУХАЮЧИХ ПАКЕРНИХ ГУМ
(ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)**

1.1 Призначення та практичне застосування водонафтонабухаючих гум

Аналіз перших патентів, що стосуються галузі створення герметизуючих або розширювальних водонабухаючих матеріалів [13-18], заснованих на чистому каучуку [19-20] або на гідрогелях [21] показав, що вони найбільш популярні в автомобілебудуванні та будівництві [22], а також у промисловості та бурінні нафтових і газових свердловин [23].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній магістреській роботі проаналізовано стан досліджень в галузі розроблення водонафтонабухаючих пакерних гум та їх використання при споруджуванні свердловин, із наведеного матеріалу можна зробити наступні висновки.

Галузь створення герметизуючих або розширювальних водонабухаючих матеріалів, заснованих на чистому каучуку або на гідрогелях показав, що вони найбільш популярні в автомобілебудуванні та будівництві, а також у промисловості та бурінні нафтових і газових свердловин. Водно- і нафтонабухаючі матеріали широко використовують і досить ефективні при розмежуванні пластових вод, окремих горизонтів, відведення потоку і виклику припливу в свердловину під час нафтовидобутку, а також роздільного видобутку з декількох горизонтів. Набухаючі пакери роз'єднують ділянки різної природи для якісної оцінки роботи окремих типів розкритих колекторів; сприяють підвищенню ефективності технічних і ремонтно-ізоляційних робіт у горизонтальній частині стовбура свердловини. Таким чином, можна зробити висновок, що набухаючі еластомірні матеріали, знайшли широке застосування, як ущільнювальні елементи пакерного обладнання. Поділяють механічні, гідравлічні та гідромеханічні пакери за способом встановлення.

Нині великою популярністю користуються набухаючі пакери. У таких пакерах гумовий ущільнюючий елемент виконано зі спеціального еластоміру, який під час контакту зі свердловинними рідинами (вода і водні розчини солей різної концентрації, нафта, рідини неполярної природи, бурові розчини) збільшується в об'ємі.

Набухаючі пакери мають низку переваг:

1. надійна та незворотна ізоляція пластів при будівництві свердловин;
2. здатність до самовідновлення герметизуючих властивостей;

3. відсутність необхідності в проведенні спеціальних операцій і спеціального спускного інструменту з їх установа у свердловині;
4. відсутність у конструкції пакерів клапанних систем і рухомих частин, що зумовлюють можливість відмови пакера;
5. універсальність щодо профілю стовбура свердловини;
6. скорочення часу встановлення, а також чисельності персоналу, що знижує вартість.

Тому в подальших розділах розглянемо проблеми із міжпластовою міграцією, розмежування пластів та ізоляцію між пластових перетоків за допомогою пакерних систем, досвід використання пакерів на родовищах України, використання пакерів для багатостадійного гідророзриву пласта. А також конкретні геолого-технічні умови споруджування свердловини та впровадження пакерних систем для виконання геологічних задач свердловиною.

Розмежування пластів є одним з найвідповідальніших етапів у циклі спорудження свердловин, оскільки від його якості залежить не тільки довговічність роботи свердловини, але й вирішення проблем охорони надр і довкілля. Однією з найнебезпечніших, з точки зору виникнення газонафтопроявлень (ГНВП) і міжпластових перетоків, є початкова стадія очікування твердіння цементного розчину.

На якість цементування впливає ціла низка причин, головними з яких є:

- неповне видалення промивальної рідини і фільтраційної кірки із зони цементування;
- неправильно підібрані технологічні параметри цементного розчину (густина, строки загуснення, фільтратовіддача та ін.);
- висока проникність цементного розчину на ранній стадії гідратації;
- осмотичний масоперенос;
- усадка цементного каменю при твердінні;
- неякісне зчеплення цементного каменю зі стінкою свердловини і

обсадною колоною та інші.

Наразі в нашій країні та за кордоном активно розвивається технологія розмежування пластів та ізоляції міжпластових перетікань та інші види робіт при кріпленні свердловин із застосуванням набухаючих пакерів, у яких ущільнювальний елемент виконано з еластоміру, здатного збільшуватися в об'ємі під час контакту з певними рідинами (водою, нафтою, буровим розчином). Пакери, що розширюються, використовуються для зменшення навантажень у зоні контакту еластомір/цемент, запобігаючи таким чином руйнуванню цементного шару. У разі утворення тріщин у цементному шарі затрубного простору, еластомір пакера вступає у взаємодію з флюїдами від чого розбухає і закупорює їхній шлях руху.

Аналіз ускладнень із кріплення свердловин показує, що внаслідок неправильного визначення водонафтового контакту (ВНК) близько 30 % свердловин містить обводнену продукцію; 20 % ускладнень пов'язано з поглинанням тампонажного розчину і, як наслідок, недопідйомом цементного розчину; на міжпластові перетікання припадає близько 25 %, флюїдопрояви - 10 % і 15 % пов'язано з недоспуском колон. Витрати на ліквідацію міжпластових перетікань вимагають значних витрат і становлять у середньому 16 % від вартості свердловини, тому якість кріплення свердловин має актуальне значення.

Ефективність ізоляційних робіт при створенні водоізоляційного бар'єру або екрану за допомогою тампонажного матеріалу дуже низька, цементний камінь із часом розтріскується.

Пропонований мною спосіб обмеження і ліквідації водоприпливу заснований на використанні нафтоводонабухаючих гум. Пакер надійно герметизує за колонний простір свердловини і служить для роз'єднання затрубного простору в процесі всього періоду освоєння та експлуатації свердловини.

Технологією, що дає змогу розробляти родовища з низькопроникними колекторами, є багатостадійний гідророзрив пласта (МГРП). Одним із

найбільш важливих і відповідальних компонентів будь-якого компонування МГРП, що передбачає роз'єднання інтервалів горизонтальної свердловини у відкритому стовбурі - це пакер. Нині для ізоляції горизонтальних інтервалів необсадженої свердловини в системах МГРП використовують пакери гідравлічні, набухаючі та надувні. Сьогодні особливо перспективний напрям - розвиток обладнання для необсаджених горизонтальних ділянок стовбура свердловини.

Одним з найважливіших завдань при бурінні на нових або мало вивчених площах є виявлення всіх горизонтів, в яких вміщується нафта чи газ, оцінка промислових запасів вуглеводнів у них. У значній мірі задача вивчення нафтогазоносних горизонтів вирішується проведенням геофізичних досліджень. Проте кінцевий висновок про можливість одержання припливу нафти чи газу з того або іншого горизонту і промислової цінності покладу можна зробити тільки на основі випробовування об'єкту. У тектонічному відношенні Васищівська структура розташована в центральній частині північного борту Дніпрово-Донецької западини, а в регіональному плані відноситься до південного схилу Воронежського кристалічного масиву. Враховуючи геологічну характеристику розрізу свердловини ефективно використати за колонні набухаючі пакери для розмежування продуктивних горизонтів від водоносних: а також позитивний результат кріплення свердловини без цементування експлуатаційної колони в продуктивному інтервалі розрізу зі зниженими пластовими тисками за рахунок мінімізації впливу технологічних рідин на колекторські властивості при вибійної зони пласта.

Із вище описаного можна сказати наступне – в свердловині № 11 Васищівського ГКР виконано основний повний комплекс промислово-геофізичних досліджень, передбачений чинними нормативними документами та робочим проектом на споруджування свердловини.

За результатами геофізичних досліджень в свердловині № 11 виділено 119 пластів, серед яких 7 - газонасичених, 5 - нафтогазонасичених й

продуктивних, 3 - з перехідною характеристикою (продукт з водою), 32 - водоносних та водонасичених, 1 - ущільнений з водонасиченими прошарками, 11 - мають на даний час невизначену характеристику; решта - ущільнені та неколектори. Згідно результатів обробки геофізичних матеріалів основні перспективи свердловини пов'язані з серпуховськими та візейськими відкладами раннього карбону. У розрізі свердловини № 11 виділити до випробування у стовбурі свердловини п'ять об'єктів.

Для якісного випробування виділених продуктивних горизонтів встановити на експлуатаційний хвостовик Ø177,8 мм за колонні набухаючі пакери водореагуючі компанії TAM International inc. у кількості 8 шт. Згідно прийнятої схеми наведеної на рисунку 4.2. та провести перфорацію зазначених об'єктів виконувати через НКТ за допомогою корпусної перфораційної системи на кабелі DynaWell DW 51 мм щільністю 18 отв/п.м. при зниженому рівні рідини та надлишковому тиску азоту на усті, при мінімальній депресії на пласт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аванесов В.А., Москалева Е.М. Пакери для проведення технологічних операцій в експлуатації свердловин: навч. Посіб. Ухта, 2008. – 91 с.
2. Казымов Ш.П., Абдуллаева Э.С., Раджабов Н.М. Обзор конструкций набухающих пакеров и возможности их применения на месторождениях Азербайджана // Научные труды. 2015. №3. С. 43.
3. Qamar S.Z. Design and Manufacture of Swell Packers: Influence of Material Behavior // Materials and Manufacturing Processes. 2012. P. 721.
4. Науковий підхід до нафтосервісних послуг / Набухаючі заколонні пакери [Електронний ресурс]–: <https://www.allteam.org/swell-packer/> –
5. TAM International / TAM Inflatable Packers and Swellable Packers Deliver Solutions that are Safe, Reliable, and Critical to Your Success [Електронний ресурс]–: <https://www.tamintl.com/> –
6. Пат. 2849070А США : Е 21 В 33/12, Y 10 S 277/934. Well packer / George P Maly ; патентовласник Union Oil Co of California. - № 19560575563 ; заяв. 02.04.1956 ; публ. 26.08.1958.
7. Пат. 2945541А США : Е 21 В 33/1208. Well packer / George P Maly, Roland F Krueger ; патентовласник : Union Oil Co of California. - № US540873А ; заяв. 17.10.1955 ; публ. 19.07.1960.
8. Левойн Д.К., Томас Э.У., Безнер Х.П., Толпе Д.К. Предотвращение миграции газа в затрубном пространстве цементируемой скважины // Нефть, газ и нефтехимия за рубежом. – 1980, -№10.
9. Лазаренко О.Г. Лабораторна установка для дослідження природи виникнення каналів у стовпі тампонажного розчину //Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Буріння нафтових і газових свердловин. – ІваноФранківськ. - 1997. - № 34.
10. Лужаниця О.В., Коцкулич Я.С., Лазаренко О.Г. Шляхи попередження міграції пластового флюїду в період ОТЦ // Розвідка і

розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Буріння нафтових і газових свердловин. – ІваноФранківськ. - Т.2. – 1998. - № 35.

11. Лужаниця О.В., Коцкулич Я.С., Лазаренко О.Г., Михайленко С.Г. Технологія цементування свердловин з потенційною міграцією пластових флюїдів // Нафтова і газова промисловість. – 2000. - №5.

12. Скородиевская Л.А., Строганов А.М., Рябоконт С.А. Повышение эффективности водоизоляционных работ путем использования

13. Лужаниця О.В., Михайленко С.Г., Коцкулич Я.С., Лазаренко О.Г. До проблеми герметичності затрубного простору на ранніх стадіях тужавіння тампонажного розчину // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Буріння нафтових і газових свердловин. – Івано-Франківськ. – 1997. - №34.

14. Лазаренко О.Г. Підбір рецептури тампонажного розчину з домішками кремнійорганічних рідин // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Буріння нафтових і газових свердловин. – Івано-Франківськ. – 1997. - №34.

15. Торопынин В.В., Ванифатьев В.И. Совершенствование технических средств для разобщения пластов и изоляции межпластовых перетоков // Бурение и нефть. 2009. № 12. С. 49.

16. Шахмин А.М. Набухающие эластомерные пакеры // Молодая нефть: Сб. статей Всерос. Молодежной науч.-техн. конф. нефтегазовой отрасли / отв. За выпуск О.П. Калякина. – Красноярск: СФУ – 2014.

17. Пат. 4201308 США, МПК : С 09 К 3/10, В 65 D 53/06, С 09 J 123/22, С 08 L 2666/04, С 08 L 7/00, С 08 L 2666/54, С 09 К 2003/1071, С 09 К 2200/0243, С 09 К 2200/0247, С 09 К 2200/0607, С 09 К 2200/0612. Water-based container end sealing compositions and their use / Daniel L. Neumann ; патентовласник Valspar Corp (US). - № 19780867617 ; заяв. 06.06.1978 ; публ. 06.05.1980.

18. Пат. 4546033 США : С 08 F 265/02, С 08 F 20/00, А 61 L 15/60, Y 10 T 428/24405. Gasket sheet / Lawrence R. Parks ; патентовладелец The Procter & Gamble Company. - № 19810573804 ; заяв. 26.12.1979 ; публ. 20.10.1981.

19. Пат. 0200789А4 Европейское патентное ведомство, МПК : А 47 С 27/20. Cushion material and products using thereof / Yoshihiko Kitagawa, Masashi Aoshima ; патентовладелец Sumitomo Chemical Co Ltd (JP). - № 19850678673 ; заявл. 17.12.1983 ; опубл. 20.11.1985.

20. Пат. 2214994 Великобритания, МПК : Е 21 D 11/385, F 16 J 15/104. Caulking materials / Jeremy John Lanning ; патентовладелец – Charcon Tunnels Ltd. - № 198808803551/4 ; заявл. 16.02.1988 ; опубл. 13.09.1989.

21. Пат. 4756952А США, МПК : С 09 К 3/10. Water-swellaable caulking material for water-leakage prevention / Hiroharu Sasayama, Yuji Ishihara ; патентовладелец CI KASEI Co Ltd A CORP OF JAPAN. - № 19850720965 ; заяв. 08.08.1985 ; публ. 12.07.1988.

22. Технология за круглым столом: Заканчивание скважин, Baker Hughes, Halliburton, Packers Plus, Tenaris, ТМК Premium-Services, Centek, ТАМ International & Tendeka [Электронный ресурс] / ROGTEC. - 2011. - № 4. – Режим доступа : www.rogtecmagazin.com.

23. Махмутов, И. Х. Результаты промысловых испытаний разбуриваемых пакеров в скважинах малого диаметра / И. Х. Махмутов, О. В. Салимов, Р. Г. Габдуллин // Журнал Нефтепромысловое дело. – 2010. – № 8. – С. 30–33.

24. Болычев, Е. А. Заканчивание горизонтальных скважин / Е. А. Болычев, А. М. Нуйкин, Э. Я. Муслимов // Научно-технический вестник ОАО НК «Роснефть». - 2014. - № 2. - С. 5-11.

25. Аврущенко, Б. Х. Резиновые уплотнители / Б. Х. Аврущенко – Л.: «Химия», 1978. – 136 с.

26. Куренов, М. В. Особенности использования разбухающих пакеров для разобщения горизонтальных участков скважин на шельфе Каспийского

моря / М. В. Куренов, Д. В. Елисеев // Вестник АГТУ. – 2011. – № 2. – С. 69–72.

27. Азизова, А. К. Водонабухающий пакер для заканчивания и ремонта скважин с горизонтальным окончанием ствола / А. К. Азизова, А. Р. Исхаков, Р. И. Катеев // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. - 2015.- № 6. – С. 26-30.

28. Апрыткина, С. Г. Применение новых технологий в условиях высокой обводненности / С. Г. Апрыткина, М. Ф. Гараева // Сборник тезисов 67-ой международной молодежной научной конференции Нефть и газ. – 2013. – Т. 2. – С. 15.

29. Исаев, А. А. Разобшение пластов и изоляция межпластовых перетоков с применением водонабухающих пакеров / А. А. Исаев, Р. Ш. Тахаутдинов, В. И. Малыхин // Ресурсы Европейского севера. Технологии и экономика освоения. – 2017. - № 1 (07). – С. 51-61

30. Способ герметизации эксплуатационной колонны : пат. 2578136 Российская Федерация : МПК Е 21В 33/12 / И. Х. Махмутов, Р. З. Зиятдинов, Р. Н. Уразгильдин ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Татнефть" им. В. Д. Шашина. – № 2015108557/03 ; заявл. 11.03.2015 ; опубл. 20.03.2016. Бюл. № 8.

31. Дудалов, А. К. Заколонные гидравлические проходные пакера, заполняемые твердеющими составами, для крепления скважин / А. К. Дудаладов, В. И. Ванифатьев, С. В. Терентьев // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. - 2007. - № 1. - С. 12-15.

32. Серeda Н. Г. Бурение нефтяных и газовых скважин : учебник для вузов / Н. Г. Серeda, Е. М. Соловьев .— 2-е изд., перераб. и доп .— Москва : Недра, 1988 .— 360 с.

33. Войтенко В. С. Технология и техника бурения : учеб. пособие / В. С. Войтенко [и др.] ; под общ. Ред. В. С. Войтенко. В 2 ч. Ч. 2. Технология бурения скважин. – Минск : Новое знание ; М. : Инфра-М, 2013. – 613 с. : ил. – (Высшее образование : Бакалавриат).

34. Макаров А.А., Давышин А.С., Федяев А.А., Шечков А.М., Петросян Г.Г., Гулиян К.А. Основные технологии бурения // Проблемы науки №2 (26), 2018. – С. 19-24.

35. Набухающие пакеры [Электронный ресурс] / ООО «Алтим», продукция . - Режим доступа : <https://www.all-team.org/swell-packer>

36. Эластомерные пакеры затрубного пространства, расширяющиеся при контакте с флюидами [Электронный ресурс] / Каталог TAM International, Inc. - Режим доступа : www.tam-completions.com

37. Пакера набухающие [Электронный ресурс] / АО «Камско-Волжское акционерное общество КВАРТ». - Режим доступа : http://www.kvart-rti.ru/katalogtovarov/hose_products/pakera-nabukhayushchie/pakera-nabukhayushchie.php

38. Пакера набухающие [Электронный ресурс] / ООО «ТатПромХолдинг». - Режим доступа : <https://tatpromfilter.ru/produktsiya/pakery-isoputstvuyushee-borudovanie/pakery-nabuhayushchie-png>

39. Пакера набухающие заколонные [Электронный ресурс] / ООО «НГТЭК». - Режим доступа : <https://ngtek.ru/nabuhayushie-zakolonne-pakeri/>

40. Часовников, Д. В. Использование набухающих пакеров при заканчивании горизонтальных скважин / Д. В. Часовников // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса / Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина. – Москва, 2019. - № 4 (112). – С. 25-28.

41. Monika Zielińska, Swelling of EPDM rubbers for oil-well applications as influenced by medium composition and temperature. Part I. Literature and theoretical background. / Monika Zielińska, Roger Seyger, Wilma K. Dierkes, Dariusz Bielinski, Jacques W.M. Noordermeer. // *Elasomery*/ - 2016. - № 20 – P. 6-17.

42. Состояние и тенденции развития производства и применения водо- и нефтенабухающих эластомеров для пакерного оборудования / И. А. Новаков [и др.] // Каучук и резина. - 2019. - Т. 78. - № 4. - С. 228-238.

43. Polgar, L. M. Water-swellaible elastomers: synthesis, properties and applications / M. P. Lorenzo [et al.] // Rev Chemistry Engineering. – 2019. - Vol. 35, № 1. - P. 45–72.

44. Coleman, M. M. Specific interactions and the miscibility of polymer blends / M. M Coleman, J. F. Graf ; под ред. P. C. Lancaster. - Technomic, 1991. – 516 p.

45. Конструкции забоев и способы заканчивания скважин с горизонтальным окончанием ствола / Ф.Ф. Ахмадишин [и др.] // Сборник научных трудов ТатНИПИнефть. – М. : ВНИИОЭНГ, 2012. – С. 178–181.

46. Балаба В.И., Дунюшкин И.И., Павленко В.П. Промышленная безопасность добычи нефти и газа : научное издание. – М. : Национальный институт нефти и газа, 2008. – 544 с.

47. Зинченко О.Д. Физико-химические методы ограничения и ликвидации водопритокков в газо- и нефтедобывающие скважины // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2014. – № 4. – С. 64–66.

48. Отечественный водонабухающий пакер для заканчивания и ремонта скважин с горизонтальным окончанием ствола / А.К. Азизова [и др.] // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – № 6. – С. 26–30.

49. Применение водонабухающих пакеров для изоляции трещиноватых участков горизонтальных стволов скважин / Н.Г. Ибрагимов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 7. – С. 48–50.

50. Казымов Ш.П., Абдуллаева Э.С. Обзор конструкций набухающих пакеров и возможности их применения на месторождениях Азербайджана // Научные труды НИПИ Нефтегаз ГНКАР. – 2015. – № 3. – С. 43–51.

51. Катеев Р.И., Исхаков А.Р., Зарипов И.М. Опыт применения водонефтенабухающих заколонных пакеров «TAM International» // Сб. науч. тр. ТатНИПИнефть. – М. : ВНИИОЭНГ, 2011. – С. 213–220.

52. TAM FREECAP Эластомерные пакеры затрубного пространства, расширяющиеся при контакте с флюидами. – URL : tamintl.ru/images/pdfs/brochures/FREECAP_Brochure.pdf .

53. Материалы компании Easywell [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.easywellwater.com/>.

54. Бурение и нефть. Журнал [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://burneft.ru/>.

55. Большая энциклопедия нефти и газа [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://ngpedia.ru/>.

56. *Копейкин, И.С.* Перспективы применения погружной компоновки для селективного испытания продуктивных пластов в открытом стволе нефтегазовых скважин / *И.С. Копейкин, А.Е. Тихонов, А.В. Лягов* // Нефтегазовое дело. 2016. №1. С 40-45.

57. *Копейкин, И.С.* Пакер третьего поколения, применяемый в открытом стволе нефтегазовых скважин для проведения различных технологических операций / *И.С. Копейкин, А.В. Лягов, А.Н. Замаараев* // Экспозиция НефтьГаз. 2016. №5. С. 40-43.

58. *Копейкин, И.С.* Исследование напряженно-деформированного состояния базовых узлов пакера для необсаженной скважины / *И.С. Копейкин, Р.С. Миргородский, А.В. Лягов* // Нефтегазовое дело. 2016. №5. С 63-82.

59. *Копейкин, И.С.* Использование математических методов для расчетов напряженно деформированного состояния базовых узлов пакерно-якорного комплекса, работающего в открытых стволах скважины / *И.С. Копейкин, А.В. Лягов* // Роль математики в становлении специалиста: мат-лы Всеросс. науч.-метод. конф. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015. 70 с.

60. Yamaliev, V.U. Perspectives for designing fluid cleaners (from patent documentation) / V.U. Yamaliev, E.I. Ishemguzhin, L.P. Gorshunova // Chemical and Petroleum Engineering. 1991. Т. 27. № 9. С. 501-505.

61. Salakhov, T.R. A field-proven methodology for real-time drill bit condition assessment and drilling performance optimization / T.R. Salakhov, V.U. Yamaliev, V. Dubinsky // In: Society of Petroleum Engineers - SPE Russian Oil and Gas Technical Conference and Exhibition 2008.P. 281-288.

62. Копейкин, И.С. Использование пакера и якоря третьего поколения в двухпакерной компоновке при борьбе с поглощениями в открытом стволе скважины / И.С. Копейкин, А.В. Лягов, А.Е. Тихонов и др. // Инновационное нефтегазовое оборудование: проблемы и решения: мат-лы III Всеросс. науч.-техн. конф. – Уфа: РИЦ УГНТУ, 2014. – 228 с.

63. Ишмурзин, А.А. Нефтегазопромысловое оборудование: учебник. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2008. 565 с.

64. Freger, V. Elastic energy in microscopically phase-separated swollen polymer networks / V. Freger // Polymer. - 1991. - № 43. - P. 71–76.

65. Oyama Y., Hiejima Y., Nitta K.-H. Swelling behavior of butyl and chloroprene rubber composites with poly(sodium acrylate) showing high water uptake // Journal of Applied Polymer Science. – 2019. - № 14. – V. 137. – P. 48535.

66. Lv G., Cen L., Tan X. et al. Preparation of epoxidized acrylonitrile butadiene rubber and its compatibilization effect on water-swellaible rubber composites // Journal of Applied Polymer Science. – 2019. – № 26. – V. 136. – P. 47694.

67. Dehbari N., Tavakoli J., Zhao J. et al. Enhancing water swelling ability and mechanical properties of water-swellaible rubber by PAA/SBS nanofiber mats // Journal of Applied Polymer Science. – 2016. - № 47. – V. 133. – P. 44213.

68. Wang J., Zhou S., He L. et al. Effects of nano-montmorillonite on properties of water-swellaible nitrile butadiene rubber. – 2016. DOI:10.11896/j.issn.1005-023X.2016.10.015.

69. Controlled functionalization of olefin/styrene copolymers through free radical processes / F. Ciardelli [et al.] // Polym Adv Tech. - 2000. - № 11. - P. 371–376.

70. Investigation on the water-swelling properties of chlorinated polyethylene modified by in situ formed sodium acrylate / W. Ren [et al.] // Polym Test. - 2004. - № 23. - P. 809–816.

71. Water-swelling elastomer prepared by in situ formed lithium acrylate in chlorinated polyethylene / W. Ren [et al.] // J Appl Pol Sci. - 2004. - № 92. - P. 1804–1812.

72. Sun, X. Study on foaming water-swelling EPDM rubber / X. Sun // J Appl Pol Sci. - 2002. - № 86. - P. 3712–3717.

73. Создание водонабухающего пакера [Электронный ресурс] / А.Р. Исхаков // ТАТНИПИНЕФТЬ / Режим доступа : <http://www.tatnipi.ru/upload/sms/2014/bur/003.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

74. Han, D. Novel Reactive Elastomer-Metal Oxide Composite: Effect of Filler Size and Content on Swelling and Reinforcement // Times of polymers and composites. 2014. P. 71.

75. Meng, Qu On the inhomogeneous hydration kinetics and stiffness evolution of HNBR-MgO reactive elastomer composites // Journal applied polymer science. 2016. P. 43420.

76. Xiaoren, Lv. Effect of CO₂ Gas on the Swelling and Tribological Behaviors of NBR Rubber in Water // Journal of Materials Science & Technology. 2015. №6. V. 31. P 7.

77. Калинин А. Г., Григорян Н. А., Султанов Б. З. Бурение наклонных скважин. М.: Недра, 1990. 348 с.

78. Булатов А. И. Уханов Р. Ф. Совершенствование гидравлических методов цементирования скважин. М.: Недра, 1978.

79. Коцкулич Я. С., Сенюшкович М. В., Марцинків О. Б., Витвицький І. І., Білецький Я. С. Особливості проектування обсадних колон для кріплення

похило скерованих свердловин. *Науковий вісник ІФНТУНГ*. Івано-Франківськ, 2012. №1 (31). С. 29-34.

80. Коцкулич Я. С., Ковбасюк І. М., Марцинків О. Б., Палійчук І. І., Витвицький І. І. Розрахунок обсадних колон при складному навантаженні. *Науковий вісник ІФНТУНГ*. Івано-Франківськ, 2011. №4 (30). С. 16-20.

81. Григорьев Н. А. Бурение наклонных скважин уменьшенных и малых диаметров. М.: Недра, 1974.

82. Булатов А. И., Макаренко П. П., Будников В. Ф., Басарыгин Ю. М., Хусид Л. Б.; Под ред. А. И. Булатова. М.: ОАО Издательство «Недра», 1998. Т. 3. 410 с.

83. Барановский В. Д., Булатов А. И., Крылов В. И. Крепление и цементирование наклонных скважин. М.: Недра, 1983. 352 с.

84. Ашрафьян М. О. Технология разобщения пластов в осложненных условиях. М.: Недра, 1989. 228 с.

85. Коцкулич Я. С., Тищенко О. В. Закінчування свердловин: підручник. К.: Інтерпрес ЛТД, 2009. 366 с.

86. Мислюк М. А. Рибчич І. Й. Буріння свердловин: довідник: в 5 т. К.: Інтерпрес ЛТД, 2012. Т.4.: Завершення свердловин. 608 с.

87. Александров М. М. Силы сопротивления при движении труб в скважине. М.: Недра, 1978. 208 с.

88. Калинин А. Г., Никитин Б. А., Солодкий К. М., Султанов Б. З. Бурение наклонных и горизонтальных скважин. М.: Недра, 1997.

89. Григулецкий В. Г. Оптимальное управление при бурении скважин. М.: Недра, 1988.

90. РД-39-2-810-83. Инструкция по бурению наклонно-направленных скважин. ВНИИБТ. М., 1983.

91. Оганов С. А., Перов А. В., Ахмадишин Ф. Ф., Оганов Г. С. Оценка величины нагрузки на крюке при подъеме (спуске) бурильного инструмента (обсадной колонны) в наклонно направленной скважине. *НТЖ*

Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2001. № 5-6.

92. Александров М. М. Взаимодействие колонны труб со стенками скважины. М.: Недра, 1982. 144 с.

93. Муфид-Заде Р. Г. Исследование сил сопротивления при спуске обсадных колонн. *Азербайджанское нефтяное хозяйство.* 1988. № 1. С. 24-28.

94. Коцкулич Я. С. Определение прижимающей силы неподвижной обсадной колонны к стенке наклонно-направленной скважины. ИФИНГ. Ивано-Франковск, 1992.–7 с.

95. Коцкулич Я. С. Визначення сил опору при спуску обсадної колони в похило-направлену свердловину. *Республіканський МНТЗ. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ.* 1993. № 30. С. 43-46.

96. Коцкулич Я. С., Марцинків О. Б., Витвицький І. І. Аналіз методів з визначення сил опору при спуску обсадної колони в похило-скеровані і горизонтальні свердловини. *Розвиток наукових досліджень 2009: матеріали п'ятої міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 23-25 лист. 2009 р. Полтава: "ІнтерГрафіка", 2009. Т.8. С. 49-52.*

97. Кунцяк Я. В., Гнип М. П., Мрозек Є. Р. [та ін.]. Удосконалення техніки і технології буріння горизонтальної свердловини в нестійких породах Бугруватівського родовища. *Нафтова і газова промисловість.* 2010. № 2. С. 22-25.

98. Гуляев В. І., Гайдайчук В. В., Гловач Л. В. Теоретичний аналіз впливу профілю криволінійної свердловини на силу опору руху в ній бурильної колони. *Нафтова і газова промисловість.* 2010. № 3. С. 20-22.

99. Карпенко В. М., Кравець В. В., Стасенко В. М. Досвід і проблеми спорудження горизонтальних свердловин в Україні. *Нафтова і газова промисловість.* 2006. № 5. С. 13-15.

100. Близнюков В. Ю., Гаджиев Н. Р. Выбор технологической оснастки обсадной колонны с учетом требований проектного профиля ствола скважины.

Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2002. № 4.
С. 23-25.

101. Броуз М. Спуск обсадных колонн. *Нефть, газ и нефтехимия за рубежом.* 1983. № 2.

102. Булатов А. И., Аветисов А. Г. Справочник инженера по бурению: в 4 кн. М.: Недра, 1995. Кн 3.

103. Коцкулич Я. С., Кочкодан Я. М. Буріння нафтових і газових свердловин: підручник. Коломия: ВТП «Вік», 1999. 504 с.