

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 технічних рішень щодо концентричності обсадної колони у похило-скерованих свердловинах

Пояснювальна записка

Керівник

Ст. викладач

кафедри буріння та геології

Нос С. М.

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

Виконавець роботи

студент група 602-МГР

Тур Руслан Миколайович

студент, ПІБ

підпис, дата,

ЗМІСТ

| | |
|---|---|
| ВСТУП..... | 4 |
| РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН НАДІЙНОСТІ КРІПЛЕННЯ ПОХИЛО-СКЕРОВАНИХ СВЕРДЛОВИН | 7 |
| 1.1 Аналіз промислових даних з кріплення похило-скерованих і горизонтальних свердловин буровими підприємствами БУ «Укрбургаз»..... | 7 |
| 1.2 Характеристика основних ускладнень, що виникають у результаті неякісного кріплення свердловини | |
| 1.2.1 Недопідйом тампонажного розчину..... | |
| 1.2.2 Міжпластові перетоки..... | |
| 1.2.3 Флюїдопроявлення | |
| 1.2.4 Недопуск колон | |
| 1.3 Висновки до розділу 1..... | |
| РОЗДІЛ 2. КОНЦЕНТРИЧНІСТЬ ОБСАДНИХ КОЛОН У ПОХИЛО-СКЕРОВАНИХ СВЕРДЛОВИНАХ | |
| 2.1 Особливості конструкцій похило-скерованих свердловин | |
| 2.2 Фактори, що впливають на якість кріплення похило-скерованих свердловин | |
| 2.3 Оснащення для цементування похило-скерованих свердловин | |
| 2.4 Сучасний стан вивчення концентричності обсадної колони та проблеми застосування центруючих пристроїв при кріпленні похило-скерованих свердловин | |
| 2.5 Висновки до розділу 2..... | |
| РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНФІГУРАЦІЙ СТОВБУРА НА МІНІМАЛЬНИЙ ЗАЗОР МІЖ СТІНКОЮ СВЕРДЛОВИНИ І СТІНКОЮ ОБСАДНОЇ КОЛОНИ | |
| 3.1 Забезпечення концентричності обсадної колони у похило-скерованій свердловині | |
| 3.2 Відхилення обсадної колони з осьовим розтягом у похилих свердловинах типу 1D | |
| 3.3 Розрахунок відхилення колони від осі у свердловинах типу 2D зі зниженою кривизною | |
| 3.4 Розрахунок відхилення колони від осі у свердловинах типу 3D | |
| 3.5 Висновки до розділу 3..... | |

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ
ЦЕНТРАТОРІВ ДЛЯ ОБСАДНИХ КОЛОН

4.1 Призначення центраторів та визначення місць їхнього встановлення

4.2 Підготовлення і встановлення центраторів на обсадну колону

4.3 Висновки до розділу 4.....

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Актуальність теми. Підвищення ефективності розробки нафтогазових родовищ та збільшення коефіцієнта флюїдовилучення можливе завдяки нарощуванню обсягів буріння похило скерованих свердловин. Однак практика спорудження таких свердловин поставила перед фахівцями цілу низку проблем, найважливіша серед яких - забезпечення необхідного рівня надійності їх кріплення як інженерної споруди. Кріплення нафтових і газових свердловин є одним з найвідповідальніших етапів у циклі їх спорудження, від надійності якого залежить довговічність експлуатації свердловини, кількість і тривалість міжремонтних періодів, забезпечення дотримання вимог охорони надр і довкілля. У зв'язку зі зростанням обсягів буріння похило скерованих та горизонтальних свердловин збільшується кількість проблем, пов'язаних з кріпленням. Аналіз промислових даних підтверджує, що у похило скерованих свердловинах втрата цілісності кріплення трапляється у 1,5-2 рази частіше, ніж у вертикальних

Незважаючи на широкий спектр інженерних рішень, скерованих на підвищення надійності кріплення свердловин, розв'язок задачі ефективного центрування обсадної колони за складної конфігурації осі свердловини на сьогодні залишається актуальною для нафтогазової галузі та потребує подальшого все-стороннього вивчення, особливо у зв'язку зі зростанням обсягів похило скерованого буріння.

Метою роботи є забезпечення надійності кріплення похило-скерованих свердловин шляхом підвищення ефективності центрування обсадних колон та їх проходження по стовбуру складної конфігурації.

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

- Проаналізувати промислові дані з кріплення похило-скерованих і горизонтальних свердловин;
- Окреслити основні ускладнення, що виникають у результаті неякісного кріплення;

- Описати особливості конструкцій похило-скерованих свердловин, привести фактори, що впливають на якість кріплення, описати технологічне оснащення обсадних колон;
- Проаналізувати стан вивчення концентричності обсадної колони та проблеми застосування центруючих пристроїв;
- Дослідити вплив конфігурацій стовбура на мінімальний зазор між стінкою свердловини і стінкою обсадної колони;
- Розробити та надати рекомендації щодо застосування центруючих пристроїв для використання у похило-скерованих свердловинах.

Об'єктом дослідження є вплив конфігурацій свердловини на концентричність обсадної колони.

Предмет дослідження – вибір оптимального використання центруючих пристроїв для концентричного розташування обсадної колони в свердловині.

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 досліджено вплив конфігурацій похило-скерованих свердловин на концентричне розміщення обсадної колони у свердловині.

Практичне значення роботи полягає в тому, що отримані автором у процесі досліджень результати дозволили вибрати оптимальне використання центруючих пристроїв для різних типів конфігурацій похило-скерованих свердловин.

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Вона викладена на 117 сторінках, у тому числі 105 сторінок основного тексту, 27 рисунків, 9 таблиць на 5 сторінках, 8 сторінок списку використаних джерел (90 найменувань).

Перший розділ присвячений аналізу промислових даних з кріплення похило-скерованих свердловин, характеристиці основних ускладнень, що виникають у результаті не якісного кріплення.

У другому розділі окреслено особливості конструкцій похило-скерованих свердловин, фактори, які впливають на якість цементування, сучасний стан вивчення концентричності обсадної колони.

У третьому розділі проведено дослідження впливу конфігурацій стовбура на мінімальний зазор між стінкою свердловини і стінкою обсадної колони.

В четвертому розділі розроблено рекомендації щодо застосування центруючих пристроїв.

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 2022 році під керівництвом к.т.н., доцента, доцента кафедри буріння та геології Харченко Максима Олександровича. 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 НАДІЙНОСТІ КРІПЛЕННЯ ПОХИЛО-СКЕРОВАНИХ СВЕРДЛОВИН

1.1 Аналіз промислових даних з кріплення похило-скерованих і горизонтальних свердловин буровими підприємствами БУ «Укрбургаз»

На сучасному етапі розвитку вітчизняної нафтогазовидобувної галузі проблема нарощування обсягу видобутку власних вуглеводнів для нашої держави є надзвичайно актуальною. У попередні роки цю проблему вирішували переважно шляхом збільшення обсягів буріння та введенням в експлуатацію додаткової кількості видобувних свердловин. Такий підхід не зовсім раціональний, оскільки потенційні обсяги видобування флюїдів можна забезпечити і меншою кількістю свердловин при якісному виконанні робіт з їх спорудження, зокрема і бурінням похило скерованих свердловин.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній магістреській роботі проаналізовано проблеми центрування обсадних колон у свердловинах можна зробити наступні висновки. У похило-скерованих та горизонтальних свердловинах частіше мають місце також такі ускладнення, як недопуск обсадних колон до проектної глибини та недопідйом цементного розчину у кільцевому просторі. Ці проблеми в основному пов'язані з ексцентричним розташуванням обсадних колон у свердловині, особливо за складної конфігурації її профілю та недостатньою ефективністю роботи центруючих пристроїв.

1. Незважаючи на широкий спектр інженерних рішень, скерованих на підвищення надійності кріплення свердловин, розв'язок задачі ефективного центрування обсадної колони за складної конфігурації осі свердловини, на сьогодні залишається актуальною для нафтогазової галузі і потребує подальшого всестороннього вивчення, особливо у зв'язку зі зростаючими обсягами похило скерованого буріння.

Практика буріння похило-скерованих свердловин свідчить, що її ствол має значне відхилення від вертикалі і практично завжди викривлений у просторі та ускладнений жолобними виробками унаслідок руху колони бурильних труб та їх тертя по стінках свердловини. Орієнтація виробок у просторі зазвичай невідома, що ускладнює технологію поглиблення та кріплення свердловини. Викривлення ствола свердловини в більшості випадків сприяє підвищенню ймовірності утворення каверн та виробок, що ускладнює центрування обсадних колон.

2. 4. Унаслідок ексцентричності обсадної колони у свердловині на окремих ділянках вони можуть прилягати до її стінок, унаслідок чого утворюються кільцеві зазори малих розмірів та формуються «застійні зони», що може спричинити негерметичність кріплення. Витіснення промивальної рідини з кільцевого простору похило скерованої свердловини тампонажним розчином навіть при концентричному розташуванні обсадної колони буде

давати інші результати, ніж у вертикальній свердловині при загальноприйнятій технології робіт. Додатковою важливою обставиною є те, що в похило скерованій свердловині навіть застосування центруючих пристроїв обсадних колон не гарантує повної відсутності контакту колони зі стінками свердловини. Ексцентричність розташування обсадної колони майже завжди буде мати місце, і це вимагає додаткових обмежень у процесі тампонування свердловин.

3. На сьогодні використовують багато рекомендацій, інструкцій та керівних документів, що регламентують процес кріплення свердловин, зокрема і похило скерованих. У цих документах подано різні підходи щодо оснащення обсадних колон для кріплення похило скерованих свердловин центруючими пристроями, унаслідок чого залишаються невирішеними зазначені вище проблеми.

4. За результатами виконання багатофакторного аналізу вплив різних чинників на величину кільцевого зазору можна зробити такі висновки: найбільший вплив на зміну зазору кільцевого простору серед перерахованих чинників має зміна віддалі між центраторами.

5. Із вище описаного можна сказати наступне – застосування центраторів сприяє утворенню рівномірного цементного кільця між обсадною колоною і стінкою свердловини, покращує умови спуску обсадної колони і знижує можливість її прихоплення. Центратори не лише запобігають приляганню обсадних труб до стінок свердловини, але й виконують такі функції: полегшують процес спуску обсадної колони внаслідок зниження сил тертя між трубами і стінками свердловини, збільшують ступінь витіснення бурового розчину тампонажним під час цементування обсадної колони внаслідок утворення місцевих завихрень висхідного потоку рідини на ділянках розміщення центраторів, полегшують роботу з підвіски хвостовиків і стикування секцій обсадних колон завдяки центруванню їхніх верхніх кінців.

І найголовніше центратори запобігають збільшенню стріли прогину обсадної труби та зменшенню кільцевого зазору, що в подальшому сприяє якісному цементуванню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калинин А. Г., Григорян Н. А., Султанов Б. З. Бурение наклонных скважин. М.: Недра, 1990. 348 с.
2. Булатов А. И. Уханов Р. Ф. Совершенствование гидравлических методов цементирования скважин. М.: Недра, 1978.
3. 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.
4. 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.
5. Григорьев Н. А. Бурение наклонных скважин уменьшенных и малых диаметров. М.: Недра, 1974.
6. 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.
7. Барановский В. Д., Булатов А. И., Крылов В. И. Крепление и цементирование наклонных скважин. М.: Недра, 1983. 352 с.
8. Ашрафьян М. О. Технология разобщения пластов в осложненных условиях. М.: Недра, 1989. 228 с.
9. Коцкулич Я. С., Тищенко О. В. Закінчування свердловин: підручник. К.: Інтерпрес ЛТД, 2009. 366 с.
10. Писаренко Г. С. Справочник по сопротивлению материалов. К.: Наукова думка, 1988. 736 с.
11. Мислюк М. А. Рибчич І. Й. Буріння свердловин: довідник: в 5 т. К.: Інтерпрес ЛТД, 2012. Т.4.: Завершення свердловин. 608 с.
12. Александров М. М. Силы сопротивления при движении труб в скважине. М.: Недра, 1978. 208 с.

13. Калинин А. Г., Никитин Б. А., Солодкий К. М., Султанов Б. З. Бурение наклонных и горизонтальных скважин. М.: Недра, 1997.
14. Григулецкий В. Г. Оптимальное управление при бурении скважин. М.: Недра, 1988.
15. РД-39-2-810-83. Инструкция по бурению наклонно-направленных скважин. ВНИИБТ. М., 1983.
16. 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.
17. Оганов С. А., Студенский М. Н. Оценка сил сопротивления, возникающих в скважине, при строительстве на Ашальчинском месторождении природных битумов. *НТЖ Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2007. № 11. С. 5-11.
18. Харьков В. А. О статическом усилии, необходимом для подъема труб изискривленной скважины. *Нефтяное хозяйство*. 1959. № 5. С. 27-35.
19. Огородніков П. І., Світлицький В. М., Гоголь В. І. Характер передачі осьового навантаження по горизонтальній ділянці свердловини. *Нафтова і газова промисловість*. 2012. № 6. С. 16-19.
20. Тарасевич В. И., Богатырев В. А. Промысловые исследования по определению сил сопротивления при движении бурового инструмента в скважине. *Нефть и газ*. 1962. № 12. С. 21-26.
21. Александров М. М. Взаимодействие колонны труб со стенками скважины. М.: Недра, 1982. 144 с.
22. Муфид-Заде Р. Г. Исследование сил сопротивления при спуске обсадных колонн. *Азербайджанское нефтяное хозяйство*. 1988. № 1. С. 24-28.

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

24. 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.

25. 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.*

26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. Фриз І. М. Центратори для обсадних труб. К.: Інтерпрес ЛТД, 2003. 44 с.

31. Дудаладов А. К., Ванифатьев В. И., Елуферьев Ю. М. [и др.]. Пружинные сварные центраторы нового поколения для обсадных колонн нефтяных и газовых скважин. *Бурение и нефть*. 2008. № 09. С. 56-59.

32. Катеев И. С., Катеев Т. Р., Гуськов И. В. [и др.]. Совершенствование конструкции и системы закрепления жестких центраторов к трубам обсадной колонны. *Бурение и нефть*. 2008. № 04. С. 50-52.

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

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

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

36. Воропаев Ю. А., Александров М. М. К вопросу определения расстояния между центрующими фонарями. *Известия высших учебных заведений. Нефть и газ*, 1973. №10. С. 31.

37. Воропаев Ю. А. Некоторые вопросы центрирования и проходимости обсадных колонн: автореф. дис. канд. техн. наук., 1974. 22 с.

38. Временная инструкция по применению буферных жидкостей на месторождениях Среднего Приобья. Тюмень, 1975.

39. Инструкция по применению центраторов для обсадных колонн. М.: ВНИИБТ, 1971. 14 с.

40. Инструкция по эксплуатации разъемно-разборных центраторов типа ЦЦ-1 для обсадных колонн. Краснодар: ВНИИКРнефть, 1975. 16 с.

41. Александров М. М., Касьянов Г. Е., Григулецкий В. Г. К вопросу определения места установки центраторов на эксплуатационной колонне в искривленной скважине. *Сборник научных трудов «СевКавНИПИнефть».* *Повышение эффективности методов эксплуатации глубоких скважин*. Грозный, 1982. Вып 36. С. 42-54.

42. Овчинников Н. Т. Центрирование обсадных колонн при цементировании. *Реферативный научно-технический сборник «Бурение»*. Москва, 1983. Вып 6. С. 15-16.

43. Касьянов Г. Е., Григулецкий В. Г. Номограммы для определения расстояния между центраторами на обсадной колонне в искривленной скважине. *Нефтяное хозяйство*. 1985. Вып. 5. С. 60-63.

44. Рабиа Х. Технология бурения нефтяных скважин: пер. с англ. В. Г. Григулецкого, Ю. М. Кисельмана; под ред. В. Г. Григулецкого. М.: Недра, 1989. 413 с.

45. API Spec. 10D. API Specification for Casing Centralisers. American Petroleum Institute Production Department. 1973.

46. Ладыга А. В. Применение пружных центраторов для обсадных колонн. *Реферативный научно-технический сборник «Бурение»*. Москва, 1979. Вып 9. С. 32-36.

47. Звіт про науково-дослідну роботу «Підвищення якості кріплення похило-спрямованих та горизонтальних свердловин на родовищах Прилуцького УБР». № держ. реєстрації 0101U000714. 2002. 87 с.

48. Инструкция по бурению наклонно-направленных скважин. М.: Изд. МНП. 1983. 67 с.

49. Инструкция по креплению нефтяных и газовых скважин. М.: Изд. МНП. 1975. 124 с.

50. Махмудов Д. М. *Азербайджанское нефтяное хозяйство*. Баку, 1963. №5.

51. Булатов А. И., Доманов Г. П. *Нефтяное хозяйство*. 1968. №7.

52. Инструкция по расстановке центраторов на обсадных колоннах, спускаемых в вертикальные скважины. РД 51-125-87. Ставрополь: СевКавНИИГаз, 87 с.

53. Гасанов А. Б., Медведский Р. И., Эфендиев А. З. О рациональном расположении центрирующих фонарей на обсадных трубах с учетом искривления ствола скважины. *Нефтяное хозяйство*. 1963. №9. С. 18-21.

54. Керимов З. Г., Шихалиев Ф. А. К вопросу обеспечения концентричности низа эксплуатационной колонны в наклонных скважинах. *Известия высших учебных заведений. Нефть и газ*. 1969. №7. С. 21-24.

55. РД 39-00147001-767-2000. Инструкция по креплению нефтяных и газовых скважин. Открытое акционерное общество "Газпром". 2000. 141 с.
56. Банатов В. П., Тершак Б. А. Уточнение методики определения мест установки центраторов. *Тр. УкрГипроНИИнефть*. 1983. С. 13-17.
57. Данилевич В. М., Мнацаканов А. Г. Взаимодействие бурильной колонны со стенками скважины при бурении. *Труды УкрГипроНИИнефть. Бурение нефтяных и газовых скважин*. М.: Недра. 1976. Вып. 17.
58. Самоной А. К. Предупреждение и ликвидация прихватов труб при бурении скважин. М.: Недра, 1979. 189 с..
59. Султанов Б. З., Фоминых В. Г. К вопросу желобообразования при бурении глубоких скважин. *Известия высших учебных заведений. Нефть и газ*. 1967. № 10. С. 21-23.
60. Фролов Е. П., Сидоров Н. А., Аветисян Н. Г. Конфигурация стволов скважин и осложнения, возникающие в процессе бурения. *НТС «Бурение»*. 1966. №11. С. 4-8.
61. Фролов Е. П., Кошелев Н. И., Алишанян Р. Р. Механизм желобобразования и некоторые основные факторы, определяющие его развитие. *НТС «Бурение»*. 1970. № 7. С. 3-5.
62. Шахбазбеков К. Б., Туранов Т. И., Джабраилов Л. А., Джаланов С. М. Исследование некоторых причин желобобразования на стенках ствола скважины. *Известия высших учебных заведений. Нефть и газ*. 1976. №12. С. 22-24.
63. Фролов Е. П. Предупреждение осложнений при бурении ННС. *Нефтяное хозяйство*. 1981. №7. С. 19-21.
64. Пятецкий Е. М., Мякотина Г. И. Влияния искривления скважины на процесс желобообразования. *Нефтяное хозяйство*. 1973. №8. С. 10-13.
65. Григорьев Н. А. Бурение наклонных скважин уменьшенных и малых диаметров. М.: Недра, 1974. 167 с.

66. Бабарыкин С. П., Сапченко Ю. Л., Жидкова В. И. Выделение желобов и определение объема скважины по профилеграммам. *НТС «Бурение»*. 1970. №10. С. 9-12.

67. Григорян Б. Н., Мамедханов Р. Г. Обработка с помощью ЭВМ данных профилометрии с целью определения формы поперечного сечения и объема ствола скважины. *Азербайджанское нефтяное хозяйство*. 1974. № 8. С. 16-17.

68. Мамедов Ф. С. Восстановление профиля поперечного сечения скважины по данным профилометрии. *Известия высших учебных заведений. Нефть и газ*. 1979. № 4. С. 83-86.

69. Фролов Е. П. Определение конфигурации, поперечных размеров и объема ствола скважины. Булатова Л. И., Измайлова Л. Б., Лебедева О. А. Проектирование конструкций скважин. М.: Недра, 1979. С. 13-20.

70. Копилов В. Е., Артющкин В. Н. Исследование стенок скважины при бурении: учебное пособие для студентов специальности 0211 «Бурение нефтяных и газовых скважин». Тюменский индустриальный институт им. Ленинского комсомола. 1981.

71. Александров М. М. Силы сопротивления при движении труб в скважине. М.: Недра, 1978. 209 с.

72. Коцкулич Я. С., Сенюшкович М. В., Марцинків О. Б., Витвицький І. Центрування обсадних колон у похило скерованих свердловинах. *Науковий вісник національного гірничого університету*. Дніпропетровськ, 2015. № 3. С. 23-30.

73. Яремийчук Р. С., Семак Г. Г. Обеспечение надежности и качества стволов глубоких скважин. М.: Недра, 1982. 264 с.

74. Лубинский А. Изучение продольного изгиба бурильной колонны при роторном бурении. М.: Гостоптехиздат, 1960. 160 с.

75. Кочкодан Я. М. Технологія буріння нафтових і газових свердловин: практикум, Ч.2. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. 280 с.

76. Александров М. М. Взаимодействие колонн труб со стенками

скважини. М.: Недра, 1982. 144 с.

77. Витвицький І. І. Шацький І.П. Про взаємодію колони з жолобом свердловини. *Нафтогазова енергетика 2013*: матеріали міжнар. наук.-техн. конф. (м. Івано-Франківськ, 7–11 жовт. 2013 р.). Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. С. 136–137.

78. Рекач В. Г. Руководство к решению задач прикладной теории упругости: учеб. пособие. М.: Высш. школа, 1984. 287 с.

79. ISO 10427 – 2: 2004, Petroleum and natural gas industries – Equipment for well cementing. Part 2: Centralizer placement and stop – Collar testing.

80. Басарыгин Ю. М., Будников В. Ф., Булатов А. И. Теория и практика предупреждения осложнений и ремонта скважин при их строительстве и эксплуатации. М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2001. Т.3. 399 с.

81. Александров А. В., Потапов В. Д., Державин Б. П. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 2003. 560 с.

82. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов: 10-е издание. М.: МГТУ им. Баумана, 2000. 592 с.

83. Писаренко Г. С., Квітка О. Л., Уманський Є. С. Опір матеріалів: підручник за заг. ред. Г. С Писаренка. 2-е вид. К.: Вища школа, 2004. 655 с.

84. Работков Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела: учебное пособие. М: Наука, 1988. 712 с.

85. Доннелл Л. Г. Балки, пластины и оболочки. пер. с англ. под ред. Э. И. Григолюка. М.: Наука, 1982. 568 с.

86. Gere J. M. Goodno V. Mechanics of materials. Stamford: Cengage Learning, 2012. 620 p.

87. Шацький І. П., Білецький Я. С., Витвицький І. І. Двобічні оцінки жорсткості і міцності центратора обсадної колони. *Праці Одеського політехнічного університету: Науковий та науково-виробничий збірник*. 2014. Вип. 1(43). С. 68–73.

88. Білецький Я.С., Витвицький І.І., Шацький І.П. Розрахункові схеми для оцінювання жорсткості та міцності центраторів обсадної колони.

Інноваційні технології буріння свердловин, видобування нафти і газу та підготовки фахівців нафтогазової галузі: матеріали міжнародної науково-технічної конференції (Івано-Франківськ, 3–6 жовт. 2012 р.). Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. С. 86–87.

89. Vytvytskyi I. I., Shatskyi I. P., Seniushkovych M. V. Calculation of distance between elastic-rigid centralizers of casing. *Scientific Bulletin of National Mining University Scientific and technical journal Dnipro*. 2017. № 5. С. 29–35.

90. Пат. №53679 Україна, МПК Е 21 В17/08. Самоорієнтовний центратор для обсадних колон вертикальних і похило скерованих свердловин. Білецький Я. С., Білецький М. С., Коцкулич Я. С., Колос І. Я., Сенюшкович М. В., Витвицький І. І. № 201005438; заявл. 05.05.2010; опуб. 11.10.2010, Бюл. №19.