

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 Сумісність технологічних рідин для удосконалення ефективності
споруджування свердловин

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.....	3
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН В ГАЛУЗІ ПІДГОТОВКИ СТОВБУРА І ЦЕМЕНТУВАННЯ СВЕРДЛОВИНИ.....	6
(ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД).....	6
1.1 Основні рекомендації із вибору буферних рідин.....	6
1.2 Види буферних рідин і технологія їх застосування	
1.3 Проблеми, пов'язані з низькою якістю підготовки стовбура і кріплення свердловин	
1.4 Висновки до розділу 1.....	
РОЗДІЛ 2. СУМІСНІСТЬ РОЗЧИНІВ - КЛЮЧ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ БУДІВНИЦТВА СВЕРДЛОВИНИ.....	
2.1 Розуміння процесу заміщення розчинів.....	
2.2 Інтегроване застосування бурових і цементувальних розчинів	
2.3 Промивання стовбура: Оптимізація бурового розчину	
2.4 Затрубний простір: Видалення бурового розчину, заливка цементу	
2.5 Вниз по обсадній колоні: Витіснення цементного розчину	
2.6 Змішування цементного розчину і буферної рідини	
2.7 Установка додаткових розділюючих пробок	
2.8 Висновки до розділу 2.....	
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ГІРНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ УМОВ СПОРУДЖУВАННЯ СВЕРДЛОВИНИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БУФЕРНИХ СИСТЕМ	
3.1 Загальні відомості про район бурових робіт	
3.2 Термобаричні характеристики розрізу свердловини, можливі ускладнення та конструкція свердловини.....	
3.3 Впровадження технології сумісних технологічних рідин для заміщення бурового розчину цементним.....	
3.4 Висновки до розділу 3.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	

ВСТУП

Актуальність теми. Забезпечення високих техніко-економічних показників на етапах споруджування й експлуатації свердловин можливе тільки при дотриманні всіх технологічних вимог і норм. Особливо відповідальні вимоги ставляться до заходів, пов'язаних з підготовкою свердловини до цементування, від досконалості проведення яких безпосередньо залежить якість та успішність її кріплення. В той же час успішне проведення вказаних операцій обтяжує ускладнений стан стінок стовбура свердловини, що виражається, передусім, в наявності кавернозних зон і фільтраційних глинистих кірок, виникнення яких обумовлене безліччю об'єктивних геологічних і суб'єктивних технологічних чинників [1]. До першої групи провідних передумов утворення ускладнених інтервалів стовбура свердловин відносяться геологічні особливості формування товщ пластів і властивості цементуючої речовини, а також природна тріщинуватість, пористість і закарстованість порід. Друга група об'єднує чинники, пов'язані з особливостями фізико-хімічних властивостей промивальних рідин та циркуляційних процесів у стовбурі свердловини, динамікою роботи і впливом бурильної колони й породоруйнівного інструменту на навколишні породи тощо. Особливо великого значення розглянуті умови набувають при споруджуванні свердловин на нафтогазоносні комплекси пермських відкладів, а також карбону та девону, які потребують надійного розмежування потужного масиву хомогенних порід, схильних до деформаційних процесів та інтенсивного каверноутворення [2]. Якість кріплення свердловин в значній мірі визначається очищенням стовбура свердловини від частинок породи і бурового розчину перед спуском обсадної колони і цементуванням.

З урахуванням вищевикладеного, концепція цієї роботи базується на аналізі базових технологій цементування та підготовки стовбура, новітні розробки у концепції буферних рідин та їх впровадження у конкретні гірничо-геологічні умови свердловини.

Метою аналізу стану в галузі підготовки стовбура і цементування свердловин, різноманітності технологічних рідин у процесі цементування та їх

впровадження при кріпленні свердловин для конкретних геолого-технічних умов.

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

- привести основні рекомендації із вибору буферних рідин;
- проаналізувати види буферних рідин і технологію їх застосування;
- окреслити проблеми, пов'язані із низькою якістю підготовки стовбура свердловин;
- проаналізувати процес заміщення розчинів;
- описати процес промивання стовбура: оптимізація бурового розчину;
- окреслити видалення бурового розчину із за колонного простору, заливання цементу;
- проаналізувати процес витіснення цементного розчину;
- навести приклади змішування цементного розчину і буферної рідини, шляхи вирішення за допомогою розділюючі пробок;
- проаналізувати гірничо-геологічні умови свердловини та впровадити технологію цементування із використанням буферних систем.

Об'єктом дослідження дослідження властивостей сумісності технологічних рідин при цементуванні свердловин та їх впровадження.

Предмет дослідження – вибір оптимального використання технологічних рідин 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 сумісності технологічних рідин в процесі підготовки та цементування стовбура свердловин для створення надійного довговічного каналу експлуатації.

Практичне значення роботи полягає в тому, що отримані автором у процесі досліджень результати дозволили вибрати оптимальну технологію цементування свердловин.

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Вона викладена на 101 сторінках, у тому числі 90 сторінок основного тексту, 27 рисунків, 10 таблиць на 12 сторінках, 8 сторінок списку використаних джерел (90 найменувань).

Перший розділ присвячений аналізу сучасного стану в галузі підготовки стовбура і цементування свердловин.

У другому розділі проаналізовано і описано сумісність розчинів для підвищення якості будівництва свердловин.

У третьому розділі проаналізовано геологічні та гірничо-технологічні умови споруджування свердловини та впроваджено технологію сумісності технологічних рідин в процесі цементування.

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 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 В ГАЛУЗІ ПІДГОТОВКИ СТОВБУРА І ЦЕМЕНТУВАННЯ СВЕРДЛОВИНИ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)

1.1 Основні рекомендації із вибору буферних рідин

Основними моментами для забезпечення продуктивності та якості будівництва свердловин є їх кріплення обсадними колонами, з рівномірним заповненням тампонажною сумішшю за колонного простору, формуванням у ньому непроникного кільця, відсутністю між колонних тисків і перетоків газу, збереженням колекторських властивостей продуктивного пласта, збільшенням терміну експлуатації та надійності свердловини.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній магістрській роботі проаналізовано стан досліджень в галузі якості підготовки стовбура свердловини перед цементуванням та технологічні рішення щодо рідин заміщення у самому процесі цементування.

Основними моментами для забезпечення продуктивності та якості будівництва свердловин є їх кріплення обсадними колонами, з рівномірним заповненням тампонажною сумішшю за колонного простору. Суттєву значущість у питаннях якісного кріплення має склад буферної рідини, її тип і обсяг. Буферна рідина - це флюїд, що запобігає перемішуванню бурового й тампонажного розчинів і очищає стовбур свердловини від залишків бурового розчину. Підвищення ефективності очищення затрубного простору від залишків бурового розчину досягається застосуванням комплексних буферних рідин. Перша їх частина представлена рідиною, що відповідає вимогам високого ступеня витіснення, друга – рідиною, що має високу фізико-хімічну активність. Для головної частини складової буферної рідини найкращими є в'язкопружні роздільники. Буферні рідини класифікують за їхньою основою: на водній, вуглеводневій, полімерній основі або на основі інших органічних сполук.

Важливим завданням для буферної рідини є поліпшення витіснення бурового розчину тампонажним і запобігання їхньому змішуванню, що в подальшому поліпшить якість кріплення. Підбиваючи підсумки аналізу досвіду застосування буферних рідин, можна сказати, що ця тема розвивається вже понад 30 років, але не досягла піку свого розвитку, тому в майбутньому ми будемо спостерігати нові розробки з цієї тематики.

Якість тампонажних робіт істотно залежить від можливості прогнозувати і регулювати робочі характеристики розчинів і процес заміщення для різних умов. Навчання персоналу - від керівників та інженерів до операторів на буровій - це завдання номер один у переліку питань, що підлягають

розв'язанню для правильного поєднання бурових і тампонажних розчинів і забезпечення комплексного управління послугами з розчинів. Це не означає, що інженер з бурових розчинів повинен керувати цементувальними агрегатами, а тампонажник повинен здійснювати нагляд за програмами бурових розчинів, але, якщо кожен з цих інженерів буде розуміти потреби іншого, то це буде корисно. Якщо необхідно оптимізувати весь розчинний процес, то співпраця має розвиватися через розуміння потреб і намірів суміжної виробничої дисципліни. Формальне взаємне навчання має доповнюватися практичним досвідом з метою створення "розчинно-технологічних" груп на об'єктах, завданням яких є оптимізація всіх робіт із розчинів.

Замість того, щоб спостерігати за роботою інших збоку, інженери з бурових розчинів та інженери-тампонажники повинні доповнювати один одного з метою розроблення системних послідовностей розчинів для закачування у свердловини. На об'єкті тампонажники повинні набратися безпосереднього досвіду для забезпечення підтримки інженерів з бурових розчинів і виступати як їхні радники під час проведення цементувальних операцій. На морських і віддалених об'єктах, де інженерам доводиться жити безпосередньо на об'єкті, цей підхід можна формалізувати за допомогою єдиного фахівця з виробництва, який виступає керівником групи на додаток до виконання своїх безпосередніх виробничих обов'язків. Щоб бути результативними, керівники груп мають бути фахівцями безпосередньо у своїй галузі, бути в курсі інших виробничих дисциплін і підтримувати з усіма добрі взаємини. Маючи в своєму розпорядженні розчинні технології, ефекту можна домогтися у співпраці та кооперації між послугами з розчинів і бригадами та операторами по роботі з розчинами. За рахунок перебудови підходу до розчинів при будівництві свердловин досягається значна економія коштів без будь-якого помітного зростання витрат або ризику.

Застосування спеціалізованих буферних рідин дає змогу значно поліпшити якість кріплення свердловини завдяки утворенню своєрідної сітчастої кристалічної структури, що забезпечує затвердіння глинистої кірки

в зоні контакту з цементним каменем. Після впливу буферних рідин на глинисту кірку, в якій активними групами є COO-Ca^+ , COO-Al^{2+} , $-\text{OH}$ та ін., між цементним каменем і гірською породою утворюються мінерали (гідросилікати кальцію, етtringіти, гідро алюмінати кальцію, мінерали з підвищеним вмістом алюмінатів та ін.), що збільшують контактну міцність цементного каменю з породою.

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., Го-голь 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 Бугру-ватівського родовища. Нафтова і газова промисловість. 2010. № 2. С. 22-25.

27. Гуляєв В. І., Гай-дайчук 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 колон. 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 центрирующими 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 колон 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. Самотой 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., Артюшкин 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. 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 скважины. 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.