

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Природничих наук та технологій
(факультет)
Кафедра нафтогазової інженерії та буріння
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра
(бакалавра, магістра)

студента Кислиці Андрія Миколайовича
(ПІБ)

академічної групи 185М-23з-1 ФПНТ
(шифр)

спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології»
(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою «Нафтогазова інженерія та технології»
(офіційна назва)

на тему Розробка раціональних підходів до удосконалення бурового інстру-
менту для спорудження нафтогазових свердловин
(назва за наказом ректора)

| Керівники | Прізвище, ініціали | Оцінка за шкалою | | Підпис |
|----------------------------|-----------------------|------------------|---------------|--------|
| | | рейтинговою | інституційною | |
| кваліфікаційної роботи | Ігнатов А.О. | | | |
| розділів: | | | | |
| Оглядовий Технологічний | Ігнатов А.О. | | | |
| Охорона праці Екологія | Муха О.А. | | | |
| Рецензент | Шерстюк Є.А. | | | |
| Нормоконтролер | Расцветаєв В.О. | | | |

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

нафтогазової інженерії та буріння

(повна назва)

Коровяка Є.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« 02 » вересня 2024 року**ЗАВДАННЯ****на кваліфікаційну роботу****ступеня** магістра

(бакалавра, магістра)

студенту Кислиці Андрію Миколайовичу **академічної групи** 185М-23з-1 ФПНТ

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології**спеціалізації** _____**за освітньо-професійною програмою** «Нафтогазова інженерія та технології»
на тему Розробка раціональних підходів до удосконалення бурового інструменту для спорудження нафтогазових свердловинзатверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 02.09.2024 р.
№ 1136-с.

| Розділ | Зміст | Термін виконання |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Технологічний | <i>Проектування окремих складових технології буріння свердловин та виконання внутрішньо-свердловинних операцій на підставі використання сучасних конструкцій бурового породоруйнівного інструменту, а також визначення для нього раціонального діапазону режимних параметрів роботи при дотриманні вимог щодо збереження працездатності породоруйнівного інструменту</i> | 04.12.24 р. |
| Охорона праці та екологія | <i>Аналіз потенційних небезпек об'єкта нафтогазового сектору і можливостей негативного впливу його на навколишнє природне середовище</i> | 10.12.24 р. |

Завдання видано _____ Ігнатов А.О.

(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 02.09.2024 р.Дата подання до екзаменаційної комісії 16.12.2024 р.Прийнято до виконання _____ Кислиця А.М.

(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 68 с., 13 рис., 3 табл., 2 додатки, 32 джерела.

СВЕРДЛОВИНА, ДОЛОТО, ПОРОДА, ПІДШИПНИК, МЕХАНІЧНА ШВИДКІСТЬ, ПАРАМЕТР РЕЖИМУ, ТЕХНОЛОГІЯ ПОГЛИБЛЕННЯ ВИБОУ, КОНСТРУКЦІЯ.

Сфера застосування розробки – виробничі цикли розробки та експлуатації бурового породоруйнівного інструменту.

Об'єкт розроблення – окремі конструктивні елементи бурового породоруйнівного інструменту різних конструкцій і призначення.

Метою кваліфікаційної роботи є раціональний вибір та обґрунтування ефективних компоновальних схем виконання окремих вузлів бурового породоруйнівного інструменту, що забезпечують сталість процесу поглиблення вибою свердловини з високою мірою продуктивності і економічності.

Новизна одержаних результатів – проаналізовано вплив основних експлуатаційних чинників на умови вибійної роботи бурового породоруйнівного інструменту, на підставі чого сформульовані і обґрунтовані основні положення інженерної методики розрахунку конструкції системи озброєння бурового породоруйнівного інструменту; досліджено базові фізичні та хімічні властивості конструкційних матеріалів та робочих середовищ, що впливають на вибійної роботи бурового породоруйнівного інструменту.

Практичні результати – визначено основні положення заходів зі створення раціональних технологічних умов свердловинного відпрацювання бурового породоруйнівного інструменту з ефективними схемами озброєння та відповідним режимно-технологічним супроводженням.

Практичне значення роботи полягає в дослідженні нових схем виконання окремих функціональних вузлів бурового породоруйнівного інструменту, а також параметрів свердловинного відпрацювання удосконаленого інструменту, застосування якого у виробничих умовах приведе до істотного підвищення продуктивності бурових робіт, скорочення часу на допоміжні операції, загального зростання ефективності і економічності процесу спорудження свердловин.

ЗМІСТ

| | | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | ВСТУП..... | 5 |
| Розділ 1 | Деякі характеристичні відомості про буровий породоруйнівний інструмент..... | 7 |
| 1.1 | Поняття про буровий інструмент, що застосовується при спорудженні свердловин..... | 7 |
| 1.2 | Базові поняття і визначення щодо бурового породоруйнівного інструменту..... | 14 |
| 1.3 | Головні особливості експлуатації бурових доліт..... | 17 |
| Розділ 2 | Вивчення деяких закономірностей роботи доліт різного конструктивного виконання..... | 22 |
| 2.1 | Схеми виконання бурових доліт, що забезпечують стійкість їх роботи..... | 22 |
| 2.2 | Свердловинні умови роботи бурового інструменту..... | 25 |
| 2.3 | Конструкційні схеми удосконалення бурових доліт..... | 27 |
| 2.4 | Деякі особливості конструктивного виконання модернізованих бурових доліт..... | 30 |
| Розділ 3 | Дослідження процесів роботи доліт модернізованих конструкцій..... | 38 |
| 3.1 | Вивчення процесів взаємодії бурового інструменту із породним масивом..... | 38 |
| 3.2 | Процеси роботи модернізованого бурового долота..... | 44 |
| Розділ 4 | Охорона праці при бурінні свердловин..... | 49 |
| Розділ 5 | Охорона навколишнього середовища при виконанні бурових та суміжних робіт..... | 58 |
| | ВИСНОВКИ..... | 63 |
| | ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... | 64 |
| | ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи..... | 67 |
| | ДОДАТОК Б Відзив на кваліфікаційну роботу..... | 68 |

ВСТУП

Викопні види палива, такі як нафта, газ, вугілля, торф, горючі сланці та шахтний метан, відіграють важливу роль у вирішенні енергетичних проблем, що постали перед багатьма країнами. Зростаюча цінність вуглеводневої сировини та високі ризики у складній нафтогазовидобувній галузі стимулювали швидкий технологічний розвиток усіх елементів цього промислового сектору, особливо у сфері розвідки та відкриття родовищ, буріння свердловин, інструментального конструювання, трубопровідного транспорту, інформаційних технологій та матеріалознавства. Технології та прийоми буріння свердловин, особливо нафтових і газових, є складною і трудомісткою частиною машинобудівної та гірничодобувної промисловості в кожній країні.

На даний час у світі приділяється велика увага проблемі збільшення видобутку нафти і газу. Плани нашої країни в цій сфері можуть бути реалізовані за рахунок активної розробки глибоких горизонтів Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Однак ця проблема може бути вирішена у відносно короткі терміни за рахунок застосування інноваційних технологій розвідки нафти і газу. Розвідка нафти і газу здійснюється поетапно. Спочатку проводяться дослідження з метою виявлення нових родовищ нафти. Після відкриття нафтових родовищ проводяться дослідження для визначення геологічних запасів та умов розробки. На відміну від багатьох інших корисних копалин, запаси нафти і газу завжди приховані під осадовими шарами різної товщини. Оскільки наразі вони залягають на глибинах від 2 - 3 км до 8 - 9 км, виявити поклади можна лише за допомогою буріння свердловин. Ще однією важливою особливістю покладів нафти і газу є те, що вони пов'язані з певними тектонічними структурами, які визначають можливість виникнення природних пасток у проникних пластах. До перших належать купольні складки та антикліналі, до других – рифтоподібні та ерозійні виходи, піщані лінзи та зони розломів і стратиграфічного зрізання.

Розвідка та відкриття нафтових і газових родовищ здійснюється шляхом буріння та випробування свердловин, так званих розвідувальних свердловин; причому одна і та сама свердловина може використовуватися для розвідки різ-

них покладів, але кожен промисловий поклад на нафтовому родовищі розвідується та оцінюється окремо. Основним параметром покладу є його запаси, розмір яких значною мірою визначається походженням пастки.

Позначені свердловини поглиблюються шляхом механічного руйнування породи. Ключовим елементом цього процесу є породоруйнівний інструмент. Слід позначити, що саме режим буріння визначає ефективність та результативність поглиблення свердловини та буріння свердловин в цілому. У зв'язку з цим спостерігається чітка тенденція до відокремлення роботи породоруйнівного інструменту в долотний сервіс, який зазвичай є окремим видом діяльності, що передбачає підбір, поставку та інженерний супровід породоруйнівного інструменту для конкретних геолого-технічних умов буріння свердловин.

Необхідно зауважити, що інструменти, які використовуються під час буріння свердловин, називаються буровими. Вони поділяються на технологічні, допоміжні, аварійні та спеціальні. Технологічний інструмент – це той інструмент, який використовується для безпосередньо буріння свердловин (до прикладу це бурові долота). Сукупність технологічних інструментів, з'єднаних у певному порядку, що дозволяє виконувати ці операції, називається бурильною колоною. Конфігурація бурових доліт залежить від способу буріння, але у всіх випадках вони включають породоруйнівні елементи, які передають зовнішні механічні навантаження на вибій свердловини. Основною частиною породоруйнівного інструменту є робочий елемент, який безпосередньо контактує з вибоєм свердловини і руйнує породу. Для виготовлення породоруйнівних елементів використовуються тверді матеріали, такі як алмазні абразиви, пластини з твердих сплавів і синтетичні твердосплавні матеріали.

Позначимо, що за останній час конструкції бурових інструментів удосконалюються та ускладнюються, що призводить до зростання їх вартості, а отже, і собівартості споруджуваних свердловин. Знання різновидів, конструкцій і правил експлуатації сучасного інструменту для руйнування гірських порід та його раціональне застосування є найважливішою умовою раціоналізації витрат на спорудження свердловин для майбутніх фахівців з буріння свердловин.

ВИСНОВКИ

1. Представлені матеріали кваліфікаційної роботи є результатом аналітично-лабораторного дослідження засад конструктивного вдосконалення бурових шарошкових і ланцюгових доліт на підставі стендового моделювання їхньої роботи за варіювання показників технологічного режиму.

2. В роботі запропоновано методичний принцип розрахунку питомого навантаження на зубок долота за ознакою мінімального навантаження для реалізації об'ємного виду руйнування гірської породи.

3. Доведено, що стосовно роботи долота показовим є прояв ефекту прослизання зубків відносно площини вибою, за якого порода руйнується внаслідок формування напружень розтягнення; поява останніх обумовлена особливостями конструктивного виконання долота; раціональним методом виключення режиму роботи шарошкового долота "за рейкою" є застосування довільного порядку розташування породоруйнівних зубків на поверхні шарошок

4. Встановлено складну залежність механічної швидкості буріння від зростання глибини свердловини, значення якого в інтервалі до 800 м зменшується на порядок від контрольованих IV до VI категорій за твердістю, що може бути пояснено наявністю впливу гідростатичного тиску стовпа промивальної рідини. Значним резервом скорочення витрат потужності на обертання бурильної колони може виступати застосування змащувальних домішок, які в межах концентрацій 1–2 % дозволяють знизити рівень потужності в 2 - 3 рази, особливо за частот обертання, що перевищують 300 хв^{-1} .

5. Розроблені техніко-технологічні рішення можуть бути впроваджені на основних об'єктах ведення бурових робіт, в умовах спорудження нафтогазових свердловин, як в Україні, так і за кордоном.

6. Виконано огляд і обґрунтування заходів з попередження негативного впливу бурових робіт на геологічне середовище та визначено заходи з охорони праці на об'єктах нафтогазової промисловості на прикладі правил безпеки при виконанні бурових робіт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пащенко, О., Ігнатов, А., & Владико, О. (2021). Деякі особливості руйнування гірського масиву на вибої свердловини. *Інструментальне матеріалознавство*, (24), 121–134.
2. Austin, E.H. (2012). *Drilling Engineering*. Publisher: Springer Science & Business Media.
3. Войтенко, В., Вітрик, В. (2012). Технологія і техніка буріння. Київ: Центр Європи.
4. Ihnatov, A., Ratov, B., Tkachenko, Ya., Shypunov, S., & Vetoshka, S. (2022). Rozrobka metodychnykh ta konstruktyvnykh osnov burinnia sverdlovyh iz zastosuvanniam novykh typiv dolit [Development of methodological and constructive foundations for drilling wells using new types of bits]. *Collection of research papers of the NMU*, 2(69), 218 – 230.
5. Геологорозвідувальна справа і техніка безпеки: навч. посібник / П.П. Вирвінський, Ю.Л. Кузін, В.Л. Хоменко. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – 368 с.
6. Курсове та дипломне проектування бурових робіт: Навчальний посібник / О.І. Калініченко, О.С. Юшков, Л.М. Івачов та ін.: За ред. О.І. Калініченко. - Донецьк: ДонДТУ, 1998. – 153 с.
7. Hossain, M.E., & Al-Majed, A.A. (2015). *Fundamentals of sustainable drilling engineering*. Scrivener publishing.
8. Коцкулич Я.С. Буріння нафтових та газових свердловин / Я.С. Коцкулич, Я.М. Кочкодан. – Коломия: Вік, 1999. – 504 с.
9. <http://www.worldoil.com>.
10. Azar, J.J., & Robello, S.G. (2007). *Drilling Engineering*. PennWell Books.
11. Прогресивні технології спорудження свердловин / Є.А. Коровяка, А.О. Ігнатов; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: 2020. – 164 с.

12. Буріння свердловин. Навчальний посібник. Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.О. Расцветаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т "Дніпровська політехніка". - Дніпро: НТУ "ДП", 2021. - 294 с.
13. Борушак Л.О., Бухало А.А., Врюкало В.В., Ленич Т.В. Оптимізація конструкції опори ковзання шарошкового долота з використанням комп'ютерних технологій // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2017. – Вып. 2(63) – С. 32 – 43.
14. Hossain, M.E., & Islam, M.R. (2018). *Drilling engineering: problems and solutions*. Scrivener publishing.
15. Vaddadi, N. (2015). *Introduction to oil well drilling*. Bathos publishing.
16. Основи нафтогазової інженерії / Білецький В.С., Орловський В.М., Вітрик В.Г.; НТУ «ХП». – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2018. – 415 с.
17. Дрогомирецький Я.М. Підвищення довговічності шарошкових доліт для низькообертового буріння. Дис... докт. техн. наук: 05.05.12. Івано-Франківськ, 1999. – 282 с.
18. Горбійчук М.І. Оптимізація процесу буріння глибоких свердловин / М.І. Горбійчук, Г.Н. Семенцов // Івано-Франківськ: Факел, 2003. – 493 с.
19. Довідник з нафтогазової справи/ За ред. В.С, Бойка, Р.М. Кондрата, Р.С. Яремійчука. – К.: Львів, 1996. – 620 с.
20. Мислюк М.А.; Рибчич І.Й.; Яремійчук Р.С. Буріння свердловин: Довідник: у 5 т. Т. 1: Загальні відомості. Бурові установки. Обладнання та інструмент. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – 367 с.
21. Ouadfeul, S.-A., & Aliouane, L. (Ред.). (2020). *Oil and Gas Wells*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.78185>.
22. Буріння свердловин: Довідник: У 5-ти т.: т. 2: Промивання свердловин. Відробка доліт / М.А. Мислюк, І.Й. Рибчич, Р.С. Яремійчук / АТ "Агронафта". – К.: "Інтерпрес ЛТД", 2002. – 301 с.
23. Пахолук А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник / А.П. Пахолук, О.А. Пахолук. – Львів: Світ, 2005. – 172 с.

24. Bourgoyne, A.T., Millheim, K.K., Chenevert, M.E., & Young, F.S. (2014). *Applied Drilling Engineering*. Society of Petroleum Engineers.
25. Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: підручник / В.В. Попович, В.В. Попович. – Львів: Світ, 2006. – 624 с.
26. Curry, G.L. & Feldman, R.M. (2012). *Manufacturing systems. Modeling and analysis*. Springer.
27. Патент на винахід № 102284 Україна МПК E21B 10/43 (2006.01). Бурове долото / А.О. Ігнатов., М.В Герасименко. - Опубл. 25.06.2013, бюл. № 12.
28. Патент на винахід № 95315 Україна МПК E21B 10/46 (2006.01). Бурове долото / А.О. Ігнатов., С.Ю. Андрусенко. - Опубл. 25.07.2011, бюл. № 14.
29. Патент на винахід № 95202 Україна МПК E21B 10/46 (2006.01). Бурове долото / А.О. Ігнатов., Андрусенко С.Ю. - Опубл. 11.07.2011, Бюл. № 13.
30. Правила безпеки в нафтогазодобувній промисловості України // Затверджено наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 06.05.08 р.
31. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. - К.: Каравела. - 2004. – 408 с.
32. Мислюк М. А. Буріння свердловин. Довідник: у 5 т. Т. 5: Ускладнення. Аварії. Екологія / М.А. Мислюк, І.Й. Рибчич, Р.С. Яремійчук. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 294 с.

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

| № | Формат | Позначення | Найменування | Кількість аркушів | Примітка |
|----|--------|------------------|-----------------------------------------------|-------------------|----------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | Документація | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | A4 | НГІБ.КР.24.03.ПЗ | Пояснювальна записка | 68 | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | НГІБ.КР.24.03.ДМ | Демонстраційний матеріали | 12 | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | Геологічна карта ділянки (родовища) | | |
| 9 | | | Геологічний розріз ділянки (родовища) | | |
| 10 | | | Геолого-технічний проект | | |
| 12 | | | Пропозиції з удосконалення технології буріння | 1 | |

З повним текстом кваліфікаційної роботи є можливість ознайомитись
на кафедрі нафтогазової інженерії та буріння:

49005 м. Дніпро,
пр. Дмитра Яворницького, 19,
корпус 7, кімнати 701-705,
<https://trkk.nmu.org.ua/ua/>