

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
геології

Харченко М.О.

«_____» _____ 2024 року

Завідувач кафедри буріння та

Винников Ю.Л.

«_____» _____ 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему **Обґрунтування способу оцінювання властивостей слабких гірських порід в процесі буріння свердловин**

Пояснювальна записка

Керівник

Д.т.н., проф., завідувач
кафедри буріння та геології
Винников Ю.Л.

посада, наук. ступінь, ПІБ

підпис, дата

Виконавець роботи

студент група 602-мГР

Біленко А.А.

студент, 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, 2024

Зміст

Анотація	4
Abstract	5
ВСТУП.....	6
INTRODUCTION.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ	111
1.1 Аналіз процесу буріння свердловин	111
1.2 Розгляд та аналіз бурового обладнання	14
Висновки до розділу 1	200
РОЗДІЛ 2 ПРОБЛЕМА КРІПЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН ДО СЛАБКИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД.....	211
2.1 Визначення властивостей гірських порід ...	Error! Bookmark not defined.1
2.2 Аналіз слабких гірських порід	Error! Bookmark not defined.
2.3 Аналіз існуючої проблеми кріплення свердловин.....	Error! Bookmark not defined.0
Висновки до розділу 2. Мета та задачі дослідження	322
РОЗДІЛ 3 ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МЕТОДОМ ПЕНЕТРАЦІЇ В СЛАБКИХ ГІРСЬКИХ ПОРОДАХ	333
3.1 Підготовка до початку досліджень та вибір устаткування.....	Error! Bookmark not defined.3
3.2 Проведення практичних досліджень.....	35
Висновки до розділу 3	Error! Bookmark not defined.4
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46

Анотація

Магістерська робота на тему: «Обґрунтування способу оцінювання властивостей слабких гірських порід в процесі буріння свердловин».

У даній кваліфікаційній роботі у першому розділі було проведено аналіз процесу буріння свердловин та існуючого бурового обладнання.

В другому розділі розглянуто проблеми кріплення свердловин, властивості слабких гірських порід та їх методи оцінювання.

В третьому розділі було проведено практичне дослідження властивостей слабких порід методом пенетрації.

Підчас виконання роботи було проведено аналіз літературних джерел та існуючих досліджень властивостей слабких гірських порід їх вплив на процес буріння свердловин та їх кріплення.

Результати дослідження, проведеного в рамках цієї роботи, показали, що обраний нами спосіб оцінювання властивостей гірських порід є простим та водночас ефективним для виявлення слабких гірських порід та оцінювання їх властивостей при бурінні свердловин.

Ключові слова: свердловина, буріння свердловин; слабкі породи; властивості гірських порід; пенетрація; конусний наконечник.

Abstract

Master's thesis on the topic: "Justification of the method of evaluating the properties of weak rocks in the process of drilling wells".

In this qualification work, in the first chapter, an analysis of the well drilling process and existing drilling equipment was carried out.

In the second chapter, the problems of fixing wells, the properties of weak rocks and their evaluation methods are considered.

In the third chapter, a practical study of the properties of weak rocks was conducted using the penetration method. During the work, an analysis of literary sources and existing studies of the properties of weak rocks and their influence on the process of drilling wells and their fastening was carried out.

The results of the research carried out in the framework of this work showed that the method chosen by us for evaluating the properties of rocks is simple and at the same time effective for identifying weak rocks and evaluating their properties when drilling wells.

Key words: well, well drilling; weak breeds; properties of rocks; penetration; conical tip.

ВСТУП

Станом на початок 2024 року, в складних гео-політичних та економічних умовах, Україна вимушена позиціонувати себе як більш природо-ресурсна незалежна країна, що в свою чергу сприяє збільшенню буріння нових нафтогазоконденсатних свердловин. Так наприклад, за останній рік "Група Нафтогаз" пробурила більш ніж 90 нових свердловин, що вдвічі більше, ніж попереднього 2022 року (42свердловини), із яких 24 мають велику продуктивність, понад 100 тисяч кубічних метрів на день. Найпотужнішу свердловину запустили у квітні 2023 року, і вона дає 580 тисяч кубічних метрів газу на день.

Актуальність теми дослідження обумовлена тим, що під час процесу буріння свердловин, через низку факторів, існує ймовірність загрози успішного, безпечного та економічно ефективного проведення буріння. Одним із таких ключових факторів є правильність визначення властивостей гірських порід. В даній кваліфікаційній роботі особливу увагу було зварнуто на властивості слабких гірських порід.

Для інженерних робіт, таких як буріння свердловин, будівництво тунелів або гірничо-промислові операції, важливо враховувати слабкість гірських порід, оскільки вона може впливати на безпеку та ефективність цих процесів. Наприклад, при бурінні свердловин у слабких породах може знадобитися додаткова підтримка для запобігання обвалу стінок свердловини, а також обережніший підхід до вибору бурового обладнання та технічних рішень.

Слабкість гірських порід може бути викликана різними факторами, включаючи їх склад, структуру, історію формування та ін. Наприклад, відкладення глини, пісковиків, вапняків, а також гірські породи, що вивітрюються, як правило, вважаються слабкими. Вони можуть мати високу пористість і вологість, що зменшує їх міцність.

Метою роботи є встановлення впливу оцінки властивостей слабких гірських порід на успішне буріння та кріплення свердловини.

Ідея роботи полягає у пошуку та застосуванні простого способу оцінки властивостей слабких гірських порід безпосередньо під час буріння свердловин.

Задачі дослідження:

- аналіз сучасного стану питання процесу буріння та бурового обладнання.
- оцінювання характеристик гірських порід, що впливають на процес буріння свердловин.
- пошук оптимальної методики дослідження властивостей гірських порід.
- удосконалення методики дослідження механічних властивостей гірських порід.

Об'єктом дослідження є процес оцінки властивостей слабких гірських порід при безпосередньому бурінні свердловин.

Предмет дослідження: слабкі гірські породи, що впливають на процеси буріння, кріплення та експлуатації свердловин.

Наукова новизна одержаних результатів.

Виявлення можливості застосування способу оцінки властивостей гірських порід в свердловині під час безпосереднього процесу буріння свердловин.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Рекомендовано використовувати спосіб оцінки гірських порід – пенетрація, для виявлення слабких гірських порід при бурінні, задля запобіганню обвалу стінок свердловин;
2. Розроблену методику можна використовувати в промислових масштабах при вирішенні деяких конструкторських рішень.

Структура та обсяг магістерської кваліфікаційної роботи. Магістерська робота складається з вступу, 3 розділів, загальних висновків,

списку використаних джерел; повний обсяг роботи – 48 сторінки, у тому числі: 15 рисунків та 3 таблиць, список використаних джерел складається з 25 найменувань.

Висловлюю свою подяку керівнику проекту Винникову Ю.Л., та консультанту за розділами роботи Харченко М.О.

INTRODUCTION

As of the beginning of 2024, in difficult geo-political and economic conditions, Ukraine is forced to position itself as a more natural-resource independent country, which in turn contributes to an increase in the drilling of new oil and gas condensate wells. For example, over the past year Naftogaz Group has drilled more than 90 new wells, which is twice as many as in the previous year (42 wells), of which 24 have high productivity, over 100,000 cubic meters per day. The most powerful well was launched in April 2023, and it produces 580,000 cubic meters of gas per day.

The relevance of the research topic is due to the fact that during the well drilling process, due to a number of factors, there is a possibility of a threat to successful, safe and cost-effective drilling. One of these key factors is the correct determination of rock properties. In this qualification work, special attention was paid to the properties of weak rocks.

For engineering operations such as well drilling, tunneling or mining operations, it is important to consider the weakness of rock because it can affect the safety and efficiency of these processes. For example, when drilling wells in weak rocks, additional support may be required to prevent the walls of the well from collapsing, as well as a more careful approach to the selection of drilling equipment and technical solutions.

The weakness of rocks can be caused by various factors, including their composition, structure, history of formation, etc. For example, deposits of clay, sandstone, limestone, and weathered rock are generally considered weak. They can have high porosity and moisture, which reduces their strength.

The purpose of the work is to establish the influence of the evaluation of the properties of weak rocks on successful drilling and fastening of the well. The idea of the work is to find and apply a simple method of evaluating the properties of weak rocks directly during well drilling.

Research objectives:

- analysis of the current state of the drilling process and drilling equipment.
- assessment of rock characteristics affecting the well drilling process.
- search for the optimal method of researching the properties of rocks.
- improvement of the methodology for studying the mechanical properties of rocks.

The object of the study is the process of evaluating the properties of weak rocks during direct drilling of wells.

The subject of the study: weak rocks affecting the processes of drilling, fastening and operation of wells.

Scientific novelty of the obtained results. Identifying the possibility of using a method of assessing the properties of rocks in a well during the direct process of drilling wells.

Practical significance of the obtained results.

1. It is recommended to use the method of rock assessment - penetration, to detect weak rocks during drilling, in order to prevent the collapse of well walls;
2. The developed methodology can be used on an industrial scale when solving some design solutions. Structure and scope of master's qualification work.

The master's thesis consists of an introduction, 3 chapters, general conclusions, a list of used sources; the full volume of the work is 48 pages, including: 15 figures and 3 tables, the list of used sources consists of 25 items.

I would like to express my gratitude to the project manager Yu.L. Vinnikov and the consultant for the sections of the work M.O. Kharchenko.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі розглянуті основні відомості щодо виявлення властивостей гірських порід, що здатні впливати на процес буріння свердловин.

При опрацюванні теми виконано 3 розділи в яких було розглянуто та проведено аналіз існуючих бурового обладнання, методів буріння, визначення поняття слабких порід, вплив властивостей гірських порід на процес буріння свердловин та способи запобігання обвалу стінок свердловин.

Проведення дослідження методом пенетрації дало змогу довести можливість та ефективність застосування данного способу для оцінки властивостей слабких гірських порід при безпосередньому бурінні свердловин.

Загалом розроблену методику можна використовувати в промислових масштабах, але при вирішенні деяких конструкторських рішень кріплення наконечника до бурового обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Основи нафтогазової справи підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцветаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с. : рис. – Бібліогр.: с. 594
- 2 Барановський Е. М. Континентальне наукове буріння в Україні: проблеми і завдання / Е. М. Барановський, В. М. Мойсишин // Розвідка та розробка нафт. і газ. родовищ. – 2006. – № 1. – С. 5-10.
- 3 Винников Ю.Л. Методологія науково-дослідних робіт: конспект лекцій для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології. Ступінь вищої освіти – магістр / Ю.Л. Винников. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022 – 70 с.
- 4 Політучий О.І. Буріння нафтових і газових свердловин: навч. посібник / О.І. Політучий. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2021. – 170 с.
- 5 Питання розвитку газової промисловості України: зб. наук. праць. Вип. 36 : Геологія газових і газоконденсатних родовищ. Буріння газових свердловин. Розробка газових і газоконденсатних родовищ. Видобуток природного газу. Транспортування та підземне зберігання природного газу. – Х. : УкрНДІгаз, 2008. – 234 с. К-сть прим.: 1 (К/сх. – 1)
- 6 Стан і перспективи розвитку нафтогазового комплексу України : монографія / І. М. Карп, Д. О. Єгер, Ю. О. Зарубін [та ін.]. – К. : Наук. думка, 2006. – 310 с. : іл. К-сть прим.: 2 (К/сх. – 2)
- 7 Сенюшкович М.В. Первинне розкриття та випробування продуктивних пластів: конспект лекцій / М.В. Сенюшкович – Івано-Франківськ: Факел, 2003. – 267 с.
- 8 Українська нафтогазова академія. Відділення "Нафтогазове обладнання і механізми" 1993- 2008 (15 років) / за ред. Б. В. Копея.- ІваноФранківськ : ІФНТУНГ, 2008. – 74 с. К-сть прим.: 2 (ДБВ . – 1, К/сх. – 1)

9 Артим В. І. Підвищення експлуатаційної надійності трубних і штангових колон для буріння та видобування нафти і газу : дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.05.12 "Машини нафтової і газової промисловості" / Артим Володимир Іванович. – Івано-Франківськ, 2010. – 389 с.

10 Стан і перспективи розвитку бурових робіт та підготовки фахівців для нафтогазової галузі України : тези доповідей і повідомлень наук.-метод. конф., присвяч. 80-річчю каф. буріння нафт. і газ. свердловин (19-21 верес. 2002 р.). – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2003. – 69 с. К-сть прим.: 5 (Н.Аб. – 2, К/сх. – 3)

11 Кероване звільнення та використання енергії гірського масиву під час буріння глибоких свердловин / Е. М. Барановський, В. М. Мойсишин // Нафт. і газ. пром-сть. – 2007. – № 4. – С. 12-15.

12 Барановський Е. М. Про закономірності зміни напруженого стану масиву гірських порід при бурінні глибоких свердловин / Е. М. Барановський, В. М. Мойсишин // Розвідка та розробка нафт. і газ. родовищ. – 2010. – № 4. – С. 23-27.

13 Барановський Е. М. Про руйнування гірських порід при бурінні глибоких свердловин / Е. М. Барановський, В. М. Мойсишин // Нафтогаз. енергетика. – 2007. – № 3. – С. 21-24.

14 Васильченко А. О. Буріння у пластах із аномально низькими тисками: досвід, сучасний стан і перспективи / А. О. Васильченко // Нафт. і газ. пром-сть. – 2009. – № 4. – С. 18-20.

15 Возний В. Р. Руйнування гірських порід при бурінні свердловин з використанням кавітаційно-пульсаційних технологій / В. Р. Возний, Я. М. Фем`як, Р. С. Яремійчук // Розвідка та розробка нафтових і газ. родовищ. – 2009. – № 2 (31). – С. 5-9.

16 Технологія буріння. / П.П. Вирвїнський, Ю.Л. Кузін, В.Л. Хоменко – Д.: Національний гірничий університет, 2014. Буріння свердловин: навч. посіб. / 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. – 292 с.

17 Волобуєв А. І. Буріння на воду і тверді корисні копалини : конспект лекцій / А. І. Волобуєв. – ІваноФранківськ : ІФНТУНГ, 2010. – 200 с. К-сть прим.: 41 (Н.Аб. – 4, УчАб. – 32, К/сх. – 4, ЧЗТЛ. – 1)

18 Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Донбас, 2007. — Т. 2 : Л — Р. — 670 с. — ISBN 57740-0828-2.

19 Наукові основи вдосконалення систем розробки родовищ нафти і газу: [монографія] / Гришаненко В. П., Зарубін Ю. О., Дорошенко В. М., Гунда М. В., Прокопів В. Й., Бойко В. С. [та ін.]. — Київ: Науканафтогаз, 2014. — 456 с.

20 Технологія видобування нафти: підруч. для студентів ВНЗ / В. С. Бойко. — ІваноФранківськ: Нова Зоря, 2012. — 827 с

21 Технологія розробки нафтових родовищ: підруч. для студентів ВНЗ / В. С. Бойко. — Івано-Франківськ: Нова Зоря, 2011. — 509 с

22 Довідник з нафтогазової справи / за заг. ред. В. С. Бойка, Р. М. Кондрата, Р. С. Яремійчука. — Львів: Місіонер, 1996. — 620 с.

23 Розробка та експлуатація нафтових родовищ: підручник для студентів ВНЗ / В. С. Бойко. — Київ: ІСДО, 1995. — 496 с.

24 Яремійчук Р. Основи гірничого виробництва / Р.С. Яремійчук, В.Р. Возний. — К.: Українська книга, 2000. — 359 с.

25 Яремійчук Р.С. Основи гірничого виробництва: видобування нафти, газу та твердих корисних копалин: підручник / Р.С. Яремійчук, В.Р. Возний. — Кондор, 2006 р. — 376 с.