

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 Вороб'я Івана Сергійовича  
(ПІБ)

академічної групи 185М-23-1 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 Визначення технологічного регламенту спорудження свердловин при направленому бурінні  
(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	Расцветаев 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 Вороб'ю Івану Сергійовичу академічної групи 185М-23-1 ФПНТ

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології

спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою «Нафтогазова інженерія та технології»  
на тему Визначення технологічного регламенту спорудження свердловин при  
направленому буріннізатверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 02.09.2024 р.  
№ 1135-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	<i>Розроблення прогресивних технологій буріння розвідувальних і експлуатаційних свердловин та принципів технічного забезпечення цих процесів на основі методів розрахунку техніко-технологічних параметрів проведення похило-скерованого буріння в умовах потужних осадових і анізотропних пластів гірських порід, де виникають обвалення, поглинання та інтенсивне викривлення стовбуру свердловини</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 \_\_\_\_\_ Воробей І.С.

(підпис студента) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 78 с., 24 рис., 4 табл., 2 додатки, 32 джерела.

НАФТОГАЗОВЕ РОДОВИЩЕ, НАПРАВЛЕНЕ БУРІННЯ, ВИКРИВЛЕННЯ СТОВБУРУ, ТРАСА СВЕРДЛОВИНИ, ПРИСТРІЙ, ДОЛОТО, ПАРАМЕТР РЕЖИМУ, ВИБІЙ, ПРОФІЛЬ, ГЕОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ.

Сфера застосування – буріння направлених розвідувальних та експлуатаційних свердловин за раціоналізації процесів їх просторового орієнтування.

Метою кваліфікаційної роботи виступає розробка окремих елементів прогресивної техніки і технології похило-скерованого буріння розвідувальних і експлуатаційних нафтогазових свердловин, споруджуваних в товщі гірських порід, схильних до обвалення, поглинання і сильного викривлення стовбура свердловини.

Новизна одержаних результатів – сформульовано порядок розробки раціональної конструкції свердловини та її просторового профілю, формування в масиві гірських порід якого відбувається на підставі прогресивного техніко-технологічного регламенту спорудження стовбуру свердловини без неконтрольованого просторового викривлення та з максимальною механічною швидкістю буріння.

Практичні результати – розроблений техніко-технологічний регламент похило-скерованого буріння для умов проведення розвідувальних і експлуатаційних свердловин, споруджуваних в товщі гірських порід, схильних до прояву різноманітних ускладнень, може бути впроваджений на промислових ділянках з однойменними геологічними особливостями.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – при впровадженні результатів роботи з'явиться можливість підвищення показників ефективності бурових розвідувально-експлуатаційних робіт для умов проходження пластів гірських порід, схильних до прояву ускладнень шляхом застосування прогресивних методів похило-скерованого буріння свердловин.

## ЗМІСТ

	ВСТУП.....	5
Розділ 1	Розгляд основних теоретичних і практичних питань направ- леного буріння свердловин різних типів.....	7
1.1	Базові відомості про фактори викривлення та направлене бу- ріння свердловин.....	7
1.2	Головні принципи направленого буріння свердловин.....	14
1.3	Розгляд окремих аналітичних визначень щодо особливостей спорудження направлених свердловин.....	18
Розділ 2	Принципи інженерної методики розробки ефективних профі- лів бурових свердловин.....	34
2.1	Причини та наслідки відхилення свердловин від заданого на- прямку.....	34
2.2	Базові положення методики проектування просторового по- ложення траси свердловини.....	42
Розділ 3	Розробка техніко-технологічного регламенту спорудження похило-скерованих свердловин.....	53
3.1	Деякі питання методичного підходу щодо принципів просто- рового розташування свердловин.....	53
3.2	Розрахунок профілю експлуатаційної свердловини.....	57
Розділ 4	Охорона праці.....	61
Розділ 5	Охорона навколишнього середовища.....	68
	ВИСНОВКИ.....	73
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	69
	ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	77
	ДОДАТОК Б Відзив на кваліфікаційну роботу.....	78

## ВСТУП

Вивчення широкого кола різних джерел науково-технічної інформації свідчить про наступне. На етапі бурхливого розвитку бурових геологорозвідувальних робіт та самої нафтогазової промисловості спостерігається стійка тенденція, без перебільшення, швидкої зміни геолого-технічних і технологічних умов буріння свердловин, що є закономірним наслідком значного збільшення середньої глибини залягання продуктивних пластів і, як слідство, істотного підвищення значень свердловинних температур та тисків. Враховуючи, що буріння свердловин є капіталомістким процесом і може супроводжуватися небезпечними ускладненнями і навіть аваріями, неприпустимо, щоб такі спорути втрачалися через неправильні технічні рішення, прийняті на всіх етапах проектування і будівництва означених специфічних гірських виробок.

Мета будівництва свердловин – це з'єднання продуктивних пластів з поверхневим видобувним обладнанням за допомогою герметичних, міцних і довговічних експлуатаційних каналів (власне свердловин) з мінімальними витратами. Серед передових інженерних технологій для досягнення цього завдання на особливу увагу заслуговує похило-скероване буріння. Скероване буріння – це технічна система, яка включає в себе сукупність відповідних методів, прийомів, апаратурно-технічних засобів, призначених для вирішення достатньо складного завдання спорудження свердловини в заданому напрямку, тобто по повністю вивірених траєкторії, з максимальним урахуванням можливих допустимих відхилень і виведенням вибою розглядуваної специфічної гірської виробки в особливу точку, задану геолого-технічним проектом.

Під час буріння всі свердловини, з достатньо різних відносно свого походження причин, більшою чи меншою мірою відхиляються від свого початкового (заданого геолого-технічним проектом) напрямку. Вказаний процес називається відхиленням (з різних причин). Ненавмисні відхилення називаються природними, тоді як відхилення свердловини через різні технічні та технологічні причини називаються штучними відхиленнями.

Приймаючи до уваги технічні і технологічні особливості спорудження бурових свердловин, викривлення їх стовбура пов'язане з наступним виникненням певних ускладнень, включаючи сюди значний знос бурильних труб, збільшення рівня енергоспоживання, труднощі при проведенні внутрішньосвердловинних робіт та обвалення стінок стовбура свердловини. Проте у деяких випадках, кероване природне або штучне викривлення свердловини може значно скоротити вартість і час розробки родовища. Тому викривлення свердловини намагаються запобігти там, де воно небажане, і запроваджувати там, де воно необхідне. Цей процес називається похило-скерованим бурінням і воно може бути визначено як буріння свердловини з використанням природних закономірностей виникнення кривизни та застосуванням відповідних технічних методів і обладнання для виведення свердловини в задану проектом на спорудження свердловин точку контрольованим способом. При цьому кривизна стовбура свердловини повинна бути спланованою і передбачувано-контрольованою.

Розглянуті підходи до операцій спорудження свердловин покликані раціоналізувати процеси: надійного визначення і повного уточнення просторових елементів залягання пластів гірських порід і самих продуктивних горизонтів; забезпечити ефективне керування заданими проектом траєкторіями стовбурів бурових свердловин при їх різноманітній просторовій орієнтації (сюди включається вертикальне, горизонтальне та інші види розташування вісі свердловини), у тому числі для надійного виконання завдання перетину продуктивних пластів із заданим кутом зустрічі; ефективна реалізація прогресивних прийомів багатостовбурного і кущового буріння експлуатаційних свердловин; кероване виведення вісі свердловини в заданий проектом потрібний інтервал при наявності її природного викривлення, причому останнє здійснюється шляхом цілеспрямованого коригування траєкторії бурової свердловини спеціальної конструкції відхилювачами; обхід наявних місць свердловинних аварій і т.д. Враховуючи сказане, ми можемо констатувати, що подальший розвиток теорії і практики направленої буріння відповідає завданням створення прогресивних методів розробки родовищ корисних копалин в складних геологічних умовах.

## ВИСНОВКИ

1. Технічно і технологічно ефективні геологорозвідувальні та видобувні роботи з розробки нових горизонтів родовищ вуглеводневої сировини є складовою частиною програми розвитку паливно-енергетичного та хімічного комплексів промисловості України; результатом виконання позначених робіт є забезпечення сировиною відповідних галузей.

2. Розроблені техніко-технологічні рішення стосовно прийомів і методів спорудження похило-скерованих свердловин базуються на усереднених даних щодо геологічного розрізу нафтогазових родовищ, гідрогеологічних умов, фізико-механічних параметрів гірських порід і технологічних вимог до буріння, стратиграфічних особливостей залягання вуглеводневих родовищ.

3. В кваліфікаційній роботі розглянуто базові питання виникнення та розвитку техніки і технології похило-скерованого буріння свердловин.

4. В тексті пояснювальної записки наведено вичерпні відомості відносно технологічних особливостей конструкції і принципу дії пристроїв для створення осьового навантаження та направленою буріння.

5. Пропонований пристрій для похило-скерованого буріння відрізняє можливість застосування його в експлуатаційних свердловинах, які мають значний діаметр, а також і геологорозвідувальних невеликого діаметру, що у більшості випадків і потребують викривлення; також цей пристрій має відносно просту схему орієнтації, яка передбачає лише його орієнтований спуск.

6. Визначено інструментарій, методи та прийоми застосування технічних засобів і технології похило-скерованого буріння в товщі осадових порід.

7. В кваліфікаційній роботі розглянуті комплексні питання попередження можливих ускладнень та розробки системи ефективних профілів свердловин, що забезпечать підвищення досконалості розробки вуглеводневих пластів.

8. Виконано огляд дієвих заходів щодо 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 та інших суміжних ним робіт.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Мала гірнича енциклопедія: в 3-х т. / За ред. В.С. Білецького. – Донецьк: Донбас. – Т. 1. – 2004. – 640 с., Т. 2. – 2007. – 652 с., Т. 3. 2013. – 644 с.
2. Коцкулич Я.С., Тищенко О.В. Закінчування свердловин. – Київ: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 366 с.
3. Ihnatov, A., Koroviaka, Y., Rastsvietaiev, V., & Tokar, L. (2021). Development of the rational bottomhole assemblies of the directed well drilling. *E3S Web of Conferences*, 230, 01016. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123001016>.
4. Vaddadi, N. (2015). Introduction to oil well drilling. Bathos publishing.
5. Войтенко В., Вітрик В. Технологія і техніка буріння. – Київ: Центр Європи, 2012. – 708 с.
6. 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.
7. Hossain, M.E., & Islam, M.R. (2018). Drilling engineering: problems and solutions. Scrivener publishing.
8. Геологорозвідувальна справа і техніка безпеки: навч. Посібник / П.П. Вирвінський, Ю.Л. Кузін, В.Л. Хоменко. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. - 368 с.
9. Hossain, M.E. (2016). Fundamentals of drilling engineering. Scrivener publishing.
10. Прогресивні технології спорудження свердловин. Монографія. Є.А. Коровяка, А.О. Ігнатов; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т "Дніпровська політехніка". - Дніпро: НТУ "ДП", 2020. - 166 с.
11. Основи нафтогазової інженерії / Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г.; НТУ «ХП», ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2018. – 415 с.



12. Зарубін Ю.О. Розробка морських родовищ нафти і газу: Підручник / Зарубін Ю.О., Гунда М.В., Гришаненко В.П., Буренков В.В., Швидкий О.А.. – К.: ДП «Науканафтогаз» Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України», 2012. – 312 с.
13. Коцкулич Я.С. Буріння нафтових та газових свердловин / Я.С. Коцкулич, Я.М. Кочкодан. – Коломия: Вік, 1999. – 504 с.
14. Довідник з нафтогазової справи / За ред. В.С. Бойка, Р.М. Кондрата, Р.С. Яремійчука. – К.: Львів, 1996. – 620 с.
15. Суярко В.Г. Загальна та нафтогазова геологія: навч. посібник / В.Г. Суярко, О.О. Сердюкова, В.В. Сухов. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. – 212 с.
16. Aadnoy, B.S., & Looyeh, R. (2019). Petroleum Rock Mechanics: Drilling Operations and Well Design. Publisher: Gulf Professional Publishing.
17. Guo, B., Liu, X., & Tan, X. (2017). Petroleum Production Engineering. Publisher: Gulf Professional Publishing.
18. Azar, J.J., & Robello, S.G. (2007). Drilling Engineering. PennWell Books.
19. Walter Henry Jeffery (2015). Deep Well Drilling: The Principles and Practices of Deep Well Drilling. Palala Press.
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. Ihnatov, A., Koroviaka, Ye., Rastsvietaiev, V., et al. (2021). Development of the rational bottomhole assemblies of the directed well drilling. Gas Hydrate Technologies: Global Trends, Challenges and Horizons – 2020, E3S Web of Conferences 230, 01016 (2021).
22. <http://www.worldoil.com>.
23. Kumar, S.K.H. (2013). Introduction to Mineralogy and Petrology. Publisher: Elsevier.

24. Austin, E.H. (2012). *Drilling Engineering*. Publisher: Springer Science & Business Media.
25. 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.
26. Bourgoyne, A.T., Millheim, K.K., Chenevert, M.E., & Young, F.S. (2014). *Applied Drilling Engineering*. Society of Petroleum Engineers.
27. Don, W.D. (2019). *Oilwell Drilling Engineering*. Publisher: ASME Press.
28. Патент на винахід № 111351 Україна E21B 7/08 (2006.01). Пристрій для направленою буріння / А.О. Ігнатів. – Опубл. 25.04.16, Бюл. № 8.
29. Голінько В.І. Охорона праці при геологорозвідувальних роботах: навч. посіб. / В.І. Голінько, О.В. Безщасний; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 218 с.
30. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. - К.: Каравела. - 2004. – 408 с.
31. ДСТУ 41-00 032 626-00-007-97. Охорона довкілля. Спорудження розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту і газ на суші. Правила проведення робіт.
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**

<b>№</b>	<b>Формат</b>	<b>Позначення</b>	<b>Найменування</b>	<b>Кількість аркушів</b>	<b>Примітка</b>
1					
2			Документація		
3					
4	A4	НГІБ.КР.24.03.ПЗ	Пояснювальна записка	78	
5					
6		НГІБ.КР.24.03.ДМ	Демонстраційний матеріали	13	
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/>