

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ «БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН (НА НАФТУ І ГАЗ)»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
185 «НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Хоменко В.Л. Методичні вказівки до самостійної роботи за дисципліною «Буріння свердловин (на нафту і газ)» для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології». – Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д.: НТУ «ДП», 2024. – 26 с.

Автори:

В.Л. Хоменко, канд. техн. наук, доцент

Затверджено методичною комісією зі спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології (протокол № 8 від 09.07.2024р.) за поданням кафедри нафтогазової інженерії та буріння (протокол № 19 від 09.07.2024 р.).

Методичні вказівки призначені для сприяння студентам у самостійному вивченні основних аспектів буріння свердловин. Вони охоплюють важливі теми, такі як загальні відомості про буріння, конструкція свердловин, бурові установки, породоруйнівний інструмент, бурильна колона, способи буріння, режим буріння, а також обладнання устя свердловини і документацію на буріння.

Методичні вказівки також містять практичні поради щодо організації самостійної роботи, включаючи планування навчального процесу, поглиблене розуміння теоретичних і практичних аспектів, регулярний самоконтроль і ефективне використання технічної документації. Вони допомагають студентам не лише засвоїти теоретичний матеріал, але й підготуватися до практичної діяльності в галузі буріння свердловин.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	5
2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	5
3. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	6
4. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	6
5. ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОГО ОПАНУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕМ	7
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	23

ВСТУП

Буріння свердловин на нафту і газ є однією з найскладніших і технічно вимогливих сфер у нафтогазовій інженерії. Цей процес включає в себе безліч аспектів, які потребують не лише теоретичних знань, але й практичних навичок. Для ефективного засвоєння матеріалу і успішного виконання завдань, студентам важливо організувати свою самостійну роботу так, щоб забезпечити повне і глибоке розуміння кожної теми.

Для того щоб ефективно організувати свою самостійну роботу, слід враховувати кілька ключових аспектів. Перш за все, важливо розпочати з планування свого навчального процесу. Складіть чіткий план вивчення тем, визначте пріоритети і встановіть часові рамки для кожної частини матеріалу. Це допоможе вам систематизувати свою роботу і забезпечити рівномірний розподіл часу між різними темами.

Другим важливим аспектом є створення основи для глибокого розуміння теми. Ознайомлення з теоретичними матеріалами є лише першим кроком. Для того щоб дійсно зрозуміти, як застосовувати отримані знання, рекомендується вивчати приклади реальних ситуацій та технічні випадки. Це може включати розгляд технічної документації, аналіз конкретних прикладів з практики, а також використання навчальних симуляторів або моделей.

Третій аспект – це регулярний самоконтроль. Використовуйте питання для самоконтролю, щоб перевірити своє розуміння матеріалу і виявити слабкі місця. Це допоможе вам краще усвідомити, які теми потребують додаткового вивчення. Самоконтроль також дозволяє переконатися, що ви не тільки знаєте теоретичні основи, але й розумієте, як їх застосовувати на практиці.

Не менш важливим є звернення уваги на технічну документацію та літературу. Розуміння специфікацій, стандартів і процедур, що використовуються в бурінні свердловин, є критично важливим для правильного застосування технічних рішень. Рекомендується ознайомитися з найбільш актуальними джерелами інформації, такими як наукові статті, технічні посібники і спеціалізовані публікації.

Особлива увага також повинна бути приділена практичним аспектам роботи. Вивчення конструкцій і принципів роботи бурового обладнання, таких як бурильна колона, превентори та колонні головки, має велике значення для розуміння всього процесу буріння. Практичні навички, такі як монтаж і обслуговування обладнання, також є важливими для успішного виконання завдань.

В кінці кінців, важливо бути проактивним у своєму навчанні. Не бійтеся задавати питання, шукати додаткові джерела інформації і звертатися за допомогою до викладачів або колег. Активне навчання і постійне вдосконалення своїх знань і навичок допоможе вам досягти успіху в цій складній і динамічній галузі.

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф14 «Буріння свердловин (на нафту і газ)» віднесено такі результати навчання:

РН3	Аналізувати та розробляти елементи технологічних схем та технічних пристроїв систем буріння свердловин, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу.
РН12	Здійснювати розрахунки технологічних параметрів нафтогазових свердловин, систем підготовки нафти і газу, промислових та магістральних газонафтопроводів, газонафтосховищ із застосуванням відповідних математичних та інженерних методів.
РН13	Аналізувати умови експлуатації складових елементів нафтогазових технічних комплексів, здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання та оптимізацію режиму експлуатації за певними критеріями, у тому числі за умов невизначеності.
РН15	Обирати ефективні засоби контролю та автоматизації технологічних процесів у нафтогазовій галузі з урахуванням цілей та наявних обмежень.

Мета дисципліни – формування теоретичних знань і практичних навичок щодо буріння нафтових і газових свердловин.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
РН3	РН3.1-Ф14	проекувати конструкцію свердловини для конкретних умов буріння
	РН3.2-Ф14	знати порядок ведення документації на буріння свердловин
	РН3.3-Ф14	удосконалювати технології спорудження нафтових і газових свердловин
РН12	РН12.1-Ф14	вибирати послідовність операцій з розвідки і експлуатації нафтових і газових родовищ, вибирати обладнання устя свердловини
	РН12.2-Ф14	вибирати бурову установку для конкретних умов буріння свердловин на нафту і газ
	РН12.3-Ф14	вибирати спосіб буріння та розробляти режим буріння та породоруйнівний і буровий інструмент для буріння нафтових і газових свердловин
РН13	РН13.1-Ф14	аналізувати вплив режиму буріння на ефективність спорудження свердловин на нафту і газ
	РН13.2-Ф14	аналізувати діяльність зі спорудження нафтових і газових свердловин
РН15	РН15.1-Ф14	обирати засоби контролю та автоматизації процесу буріння

3 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години			
		денна		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	67	30	37	6	64
практичні	60	30	30	4	59
контрольні заходи	8	8		2	
РАЗОМ	135	68	67	12	123

4 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	67
РН12.1-Ф14	1. Загальні відомості про буріння свердловин на нафту і газ	8
РН3.1-Ф14	2. Конструкція свердловин на нафту і газ	9
РН12.2-Ф14 РН15.1-Ф14	3. Бурові установки для буріння свердловин на нафту і газ	8
РН12.3-Ф14	4. Породоруйнівний інструмент	9
РН12.3-Ф14	5. Бурильна колона	8
РН12.3-Ф14 РН13.1-Ф14	6. Способи буріння	8
РН3.3-Ф14	7. Режим буріння	9
РН3.2-Ф14 РН12.1-Ф14	8. Обладнання устя свердловини. Документація на буріння свердловин	8
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	60
РН3.1-Ф14	1. Конструкція свердловин	9
РН12.2-Ф14	2. Вибір типу бурової установки	8
РН12.3-Ф14	3. Тришарошкові долота	8
РН12.3-Ф14	4. Проектування компоновки бурильної колони	9
РН3.3-Ф14	5. Розрахунок промивання свердловин	9
РН12.3-Ф14	6. Проектування параметрів режиму буріння	9
РН12.1-Ф14	7. Обладнання устя свердловини	8
	КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ	8
	РАЗОМ	135

5 ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОГО ОПАНУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕМ

Тема 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН НА НАФТУ І ГАЗ

Основні засади для вивчення теми:

1. Сутність буріння свердловин:

- Буріння нафтових і газових свердловин – це процес створення свердловин для досягнення нафтових або газових пластів з метою їх розробки та видобутку корисних копалин.
- Буріння може здійснюватися різними способами, в залежності від глибини свердловини, типу порід, а також умов видобутку.

2. Історія розвитку буріння:

- Буріння свердловин бере свій початок з глибокої давнини, проте значного розвитку набуло з середини ХІХ століття з початком промислового видобутку нафти і газу.
- Сучасне буріння використовує інноваційні технології та автоматизоване обладнання для збільшення ефективності процесу.

3. Основні етапи буріння:

- Проектування свердловини: Вибір місця буріння та розробка технічного проекту.
- Попередня підготовка: Підготовка місця буріння, транспортування та монтаж бурового обладнання.
- Процес буріння: Пробивання гірських порід для створення каналу свердловини.
- Завершення буріння: Встановлення обсадних колон, цементування та підготовка до експлуатації свердловини.

4. Типи свердловин:

- Вертикальні свердловини: Найпоширеніший тип, де свердловина пробурена вертикально до пласта.
- Горизонтальні свердловини: Використовуються для збільшення зони контакту з нафтовим або газовим пластом.
- Похило-скеровані свердловини: Буряться під кутом для досягнення певних ділянок покладів.

5. Роль буріння в енергетичній промисловості:

- Видобуток нафти і газу забезпечує більшу частину глобального споживання енергетичних ресурсів, тому ефективність буріння свердловин має ключове значення для стабільності поставок енергоносіїв.

Рекомендації для студентів:

1. Поглиблено вивчайте різні типи свердловин, щоб зрозуміти їхню роль та можливості у видобутку нафти і газу.
2. Звертайте увагу на історичний розвиток буріння, адже це допомагає оцінити сучасні інновації в цій сфері.

3. Розбирайте основні етапи буріння, з акцентом на проектування і завершення свердловини.
4. Вивчайте технології та інструменти, використовувані на кожному етапі процесу.
5. Практично аналізуйте сучасні випадки видобутку вуглеводнів, щоб краще зрозуміти роль буріння в глобальній енергетиці.

Питання для самоконтролю:

1. Які основні етапи буріння свердловин на нафту і газ?
2. Яка роль проектування на етапі буріння свердловини?
3. Що таке горизонтальна свердловина і коли вона використовується?
4. Які технології використовуються для пробивання гірських порід?
5. Що таке цементування свердловини і яка його мета?
6. Які ключові типи свердловин використовуються в сучасному бурінні?
7. Чому буріння є важливим етапом у нафтовій і газовій промисловості?
8. Яка відмінність між вертикальною та похило-скерованою свердловиною?
9. Які історичні події сприяли розвитку буріння нафти і газу?
10. Як вибір технології буріння залежить від умов місцевості?

Тема 2 КОНСТРУКЦІЯ СВЕРДЛОВИН НА НАФТУ І ГАЗ

Основні засади для вивчення теми:

1. Поняття та призначення конструкції свердловини:

- Конструкція свердловини визначає її здатність виконувати поставлені завдання при видобутку вуглеводнів, забезпечуючи надійність, герметичність та безпеку експлуатації.
- Основне призначення конструкції – забезпечення стабільності свердловини, ізоляція продуктивних пластів від непотрібних зон (підземних вод, пустот та ін.), а також захист довкілля.

2. Основні елементи конструкції свердловини:

- Обсадні колони: Основні труби, які встановлюються у свердловину для забезпечення її механічної цілісності та захисту від обвалення стінок. Залежно від глибини та призначення свердловини використовуються різні типи обсадних колон:
 - Напрямок: Призначена для захисту верхніх шарів і ґрунтових вод від проникнення бурових рідин.
 - Проміжна колона: Використовується для стабілізації стінок свердловини на великих глибинах.
 - Експлуатаційна колона: Забезпечує підведення видобутої нафти або газу на поверхню.
- Цементування: Застосовується для герметизації обсадних колон і закріплення їх у стінках свердловини, що забезпечує ізоляцію пластів.
- Фільтри та перфораційні зони: Забезпечують доступ до продуктивного пласта і дозволяють нафті або газу потрапляти у

свердловину.

3. Типові схеми конструкцій свердловин:

- Вивчення типових схем конструкцій свердловин на нафту і газ залежно від геологічних умов.
- Одноколонна конструкція: Використовується для неглибоких свердловин.
- Багатоколонні конструкції: Використовуються для глибоких свердловин із складними геологічними умовами.

4. Фактори, що впливають на вибір конструкції свердловини:

- Глибина свердловини, тиск пластів, агресивність флюїдів (природних рідин і газів).
- Геологічні умови (стабільність порід, наявність водоносних горизонтів).
- Технологічні та економічні міркування: вартість обладнання, умови експлуатації та термін служби свердловини.

5. Роль обсадних колон у забезпеченні безпеки:

- Правильний вибір матеріалу та діаметру обсадних колон має вирішальне значення для забезпечення безаварійної експлуатації свердловини.
- Неправильне цементування або деформація колон можуть призвести до аварійних ситуацій, таких як втрати тиску чи забруднення навколишнього середовища.

Рекомендації для студентів:

1. Аналізуйте типові схеми конструкцій свердловин для різних умов видобутку нафти і газу.
2. Звертайте увагу на конструкційні особливості свердловин у складних геологічних умовах та як вони впливають на вибір типу обсадних колон і матеріалів.
3. Вивчайте методи цементування обсадних колон та оцінюйте їх вплив на безпеку експлуатації свердловин.

Питання для самоконтролю:

1. Яка основна функція обсадної колони в конструкції свердловини?
2. Які основні етапи цементування обсадної колони?
3. Що таке перфораційна зона і для чого вона використовується?
4. Які типи обсадних колон використовуються залежно від глибини свердловини?
5. Чому важливо забезпечувати герметичність обсадної колони?
6. Як геологічні умови впливають на вибір конструкції свердловини?
7. Які проблеми можуть виникнути при неправильному виборі обсадної колони?
8. Що таке багатоколонна конструкція і де вона використовується?
9. Яка роль фільтрів у конструкції свердловини?
10. Як правильно підібрати матеріал для обсадної колони?

Тема 3 БУРОВІ УСТАНОВКИ ДЛЯ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН НА НАФТУ І ГАЗ

Основні засади для вивчення теми:

1. Поняття бурової установки:

- Бурова установка – це комплекс обладнання та механізмів, призначений для створення свердловин у гірських породах з метою видобутку нафти, газу та інших корисних копалин.
- Установки поділяються на різні типи в залежності від глибини буріння, типу свердловини та умов місцевості.

2. Класифікація бурових установок:

- За призначенням:
 - Установки для пошукового та розвідувального буріння.
 - Установки для експлуатаційного буріння.
- За конструкцією:
 - Стаціонарні бурові установки (для тривалого використання на одному місці).
 - Мобільні бурові установки (легкі для транспортування, зручні для використання в важкодоступних районах).

3. Основні елементи бурової установки:

- Бурова вишка: Металева конструкція, яка використовується для підйому та спуску бурового інструменту.
- Система обертання: Забезпечує обертання бурильного інструменту для руйнування породи.
- Буровий насос: Забезпечує циркуляцію промивної рідини, що охолоджує інструмент та виносить частинки породи на поверхню.
- Підйомна система: Складається з лебідок, блоків та тросів, які використовуються для підняття та спуску бурового інструменту.
- Енергетичні системи: Включають двигуни та генератори, які забезпечують роботу установки.

4. Типи бурових установок:

- Надземні бурові установки: Використовуються на суші та складаються з великих стаціонарних чи мобільних платформ.
- Шельфові бурові установки: Призначені для буріння на морських родовищах. Включають самопідйомні установки та напівзанурені платформи.
- Мобільні бурові установки: Легкі установки для буріння в важкодоступних районах або на тимчасових об'єктах.

5. Технологічні особливості та інновації:

- Сучасні бурові установки оснащені автоматизованими системами управління та контролю, що дозволяє підвищити точність і безпеку процесу буріння.
- Інновації в енергозбереженні та екологічній безпеці є ключовими аспектами розвитку сучасних бурових установок.

Рекомендації для студентів:

1. Ознайомтеся з класифікацією бурових установок залежно від умов буріння та конструкції.
2. Детально вивчайте основні елементи бурової установки, їх функції та взаємодію під час процесу буріння.
3. Аналізуйте різні типи бурових установок, вивчаючи їхні переваги та недоліки у різних умовах експлуатації.
4. Звертайте увагу на сучасні інновації, що використовуються у бурових установках для підвищення ефективності та безпеки буріння.
5. Розгляньте приклади сучасних бурових установок, що використовуються як на суші, так і на морських платформах.

Питання для самоконтролю:

1. Яка основна функція бурової установки?
2. Чим відрізняються стаціонарні бурові установки від мобільних?
3. Які основні елементи входять до складу бурової установки?
4. Як функціонує система обертання в буровій установці?
5. Яке призначення бурового насоса?
6. Які типи бурових установок використовуються на шельфі?
7. Яка роль енергетичних систем у роботі бурової установки?
8. Які основні вимоги до мобільних бурових установок?
9. Які інновації в сучасних бурових установках дозволяють підвищити безпеку?
10. Як впливає тип приводу на ефективність бурової установки?

Тема 4 ПОРОДУРУЙНІВНИЙ ІНСТРУМЕНТ

Основні положення:

1. Поняття породоруйнівного інструменту:

- Породоруйнівний інструмент призначений для механічного руйнування гірських порід під час буріння свердловин.
- Він забезпечує ефективне проходження бурової колони через породи різної твердості та геологічні умови.

2. Класифікація породоруйнівного інструменту:

- За типом дії на породу:
 - Ріжучий інструмент: Призначений для різання порід за допомогою різальних елементів (долота з ріжучими лопатями).
 - Сколюючий інструмент: Створює тріщини у породі за допомогою ударів або вібрації (ударні долота).
 - Подрібнюючий інструмент: Використовує обертання для подрібнення породи (шарошкові долота).
- За конструктивними ознаками:
 - Долота: Основний породоруйнівний інструмент, який буває ріжучої, ударної або комбінованої дії.

- Розширювачі: Використовуються для збільшення діаметру свердловини після її початкового буріння.
3. **Основні види породоруйнівного інструменту:**
 - Шарошкові долота: Найбільш універсальні інструменти, які використовуються для буріння різних типів порід.
 - Долота PDC: Використовуються для буріння м'яких та середньої твердості порід. Лопаті руйнують породу шляхом зрізання.
 - Алмазні долота: Використовуються для проходки дуже твердих і абразивних порід.
 4. **Фактори, що впливають на вибір породоруйнівного інструменту:**
 - Твердість і абразивність порід.
 - Глибина буріння і діаметр свердловини.
 - Температурні та геологічні умови.
 - Тип буріння (вертикальне, горизонтальне).
 5. **Інноваційні технології в породоруйнівному інструменті:**
 - Гібридні долота: Поєднують кілька технологій руйнування порід для підвищення ефективності в складних умовах.

Рекомендації для студентів:

1. Ознайомтеся з класифікацією породоруйнівного інструменту, звертаючи увагу на різні принципи дії на породу.
2. Детально вивчайте конструкцію основних типів доліт, їх призначення та особливості застосування залежно від типу породи.
3. Звертайте увагу на інновації в породоруйнівному інструменті, особливо на використання сучасних матеріалів, таких як алмази та PDC.
4. Розгляньте практичні приклади буріння з використанням різних типів інструменту та аналізуйте ефективність кожного з них.
5. Знайдіть приклади реальних проектів буріння, де використовувалися різні види доліт, і оцініть їхню ефективність у різних умовах.

Питання для самоконтролю:

1. Що таке породоруйнівний інструмент і яке його основне призначення?
2. Яка основна відмінність між ріжучим, ударним та подрібнюючим інструментом?
3. Які особливості конструкції шарошкових доліт?
4. Коли доцільно використовувати алмазні долота?
5. Які інноваційні матеріали використовуються в сучасних породоруйнівних інструментах?
6. Як геологічні умови впливають на вибір типу породоруйнівного інструменту?
7. Що таке полікристалічні алмазні компакти (PDC) і як вони використовуються?
8. Яке долото краще використовувати для буріння м'яких порід?
9. Що таке гібридні долота і для чого вони застосовуються?
10. Які фактори впливають на зношуваність породоруйнівного інструменту?

Теми 5. БУРИЛЬНА КОЛОНА

Основні засади для вивчення теми:

1. Поняття бурильної колони:

- Бурильна колона – це сукупність труб і допоміжного обладнання, що використовується для передачі зусиль і крутного моменту від бурової установки до породоруйнівного інструменту, а також для забезпечення циркуляції промивної рідини.
- Вона відіграє ключову роль у процесі буріння, забезпечуючи стабільність свердловини та можливість керування процесом буріння.

2. Конструкція бурильної колони:

- Бурильні труби: Основні елементи бурильної колони, що передають зусилля на породоруйнівний інструмент і забезпечують циркуляцію промивної рідини.
- Обважені бурильні труби (ОБТ): Встановлюються у нижній частині колони для створення додаткової ваги на долото, що поліпшує проникність і стійкість свердловини.
- Перехідники: Сполучають різні частини бурильної колони між собою та з іншими елементами бурового інструменту.
- Замкові з'єднання: Використовуються для надійного з'єднання бурильних труб і допоміжних компонентів бурильної колони.

3. Функції бурильної колони:

- Передача зусилля та крутного моменту: Бурильна колона передає механічне навантаження від бурової установки до долота, що забезпечує процес руйнування породи.
- Циркуляція промивної рідини: Через бурильні труби забезпечується потік промивної рідини до забою, що охолоджує долото та виносить відпрацьовану породу.
- Стабілізація свердловини: Завдяки ОБТ та замковим з'єднанням, бурильна колона забезпечує стійкість свердловини та запобігає її деформації.

4. Класифікація бурильних колон:

- За матеріалом: Сталеві бурильні колони та алюмінієві (легші, але менш міцні).
- За призначенням: Бурильні колони для вертикального буріння та спеціальні конструкції для похило-скерованого буріння.

5. Інновації в конструкції бурильної колони:

- Композитні матеріали: Використання легких і міцних композитних матеріалів для зменшення ваги бурильної колони та підвищення її стійкості до корозії.
- Інтегровані сенсори: Встановлення сенсорів у бурильні труби для моніторингу параметрів буріння (тиску, температури, навантаження).

6. Проблеми та труднощі в експлуатації бурильних колон:

- Зношування замкових з'єднань: Часте зношування різьбових з'єднань через механічні навантаження.
- Корозія: Викликана агресивними середовищами, що потребує використання спеціальних матеріалів та антикорозійних покриттів.
- Крутний момент і деформація: Високі навантаження можуть викликати кручення і деформацію бурильної колони.

Рекомендації для студентів:

1. Ознайомтеся з конструкцією бурильної колони, вивчаючи функції кожного з елементів.
2. Вивчіть класифікацію бурильних колон за матеріалом і призначенням, особливо для різних типів свердловин.
3. Звертайте увагу на проблеми, що можуть виникати при експлуатації бурильних колон, і способи їхнього вирішення.
4. Аналізуйте інновації, пов'язані з використанням нових матеріалів та технологій, що підвищують ефективність бурильної колони.
5. Практикуйте розрахунки на стійкість і навантаження, які діють на бурильну колону під час буріння.

Питання для самоконтролю:

1. Що таке бурильна колона і яке її основне призначення?
2. Які елементи входять до складу бурильної колони?
3. Для чого використовуються обважені бурильні труби (ОБТ)?
4. Яка основна функція замкових з'єднань у бурильній колоні?
5. Які матеріали використовуються для виготовлення бурильних колон?
6. Які проблеми найчастіше виникають під час експлуатації бурильної колони?
7. Що таке композитні матеріали і які їхні переваги для бурильних колон?
8. Які інноваційні технології використовуються для моніторингу параметрів бурильної колони?
9. Яка роль циркуляції промивної рідини в бурильній колоні?
10. Які фактори впливають на зношування різьбових з'єднань бурильної колони?

Тема 6 СПОСОБИ БУРІННЯ

Процес буріння свердловин на нафту і газ включає використання різних технологій, що визначають ефективність буріння в різних геологічних умовах. Вибір правильного способу буріння є критично важливим для досягнення оптимальних результатів і забезпечення безпеки операцій. Кожен метод має свої особливості, конструкцію, різновиди та робочі характеристики, які необхідно враховувати при виборі технології. У цьому розділі розглянемо ключові способи буріння, їхні переваги, недоліки та сфери застосування.

Основні засади для вивчення теми:

1. Ударно-канатне буріння:

- Принцип роботи:
 - Ударно-канатне буріння використовує велику вагу інструмента, який піднімається і опускається на значну висоту. Це створює ударний ефект, який руйнує породу. Канатна система забезпечує необхідний імпульс.
- Конструкція:
 - Основні компоненти ударно-канатного обладнання включають важкі інструменти (ударники), канати та механізми підйому. Важкі інструменти складаються з порожнини, яка заповнена водою або маслом для створення ударного ефекту.
- Різновиди:
 - Різновиди включають інструменти різної конструкції для різних типів порід. Наприклад, одні інструменти призначені для м'яких порід, інші для твердіших.
- Робочі характеристики:
 - Включають вага інструменту, висота підйому і частота ударів. Ці параметри визначають ефективність процесу буріння.
- Актуальність:
 - Цей метод більше не використовується через низьку продуктивність і нездатність бурити на великі глибини. Сучасні технології, такі як роторне буріння, забезпечують вищу швидкість і контроль.

2. Буріння з роторним обертачем:

- Принцип роботи:
 - Роторний обертач забезпечує обертання бурильної колони, передаючи обертальний момент на долото, яке руйнує породу. Це забезпечує стабільне обертання і високу ефективність.
- Конструкція:
 - Основні компоненти роторного обертача включають сам ротор, систему підшипників, приводи і бурильну колону. Ротор знаходиться на поверхні і обертається завдяки механічним або електричним приводам.
- Різновиди:
 - Включають різні типи роторних обертачів, такі як стандартні і високопродуктивні, які використовуються в залежності від умов буріння.
- Робочі характеристики:
 - Включають максимальне крутне навантаження, швидкість обертання і вплив на буріння. Ці характеристики визначають ефективність і швидкість процесу буріння.

- Переваги та недоліки:
 - Переваги: висока швидкість буріння, стабільність роботи.
 - Недоліки: зниження ефективності на великих глибинах, потреба в регулярному обслуговуванні.

3. Буріння з рухомих обертачем:

- Принцип роботи:
 - Рухомий обертач переміщується уздовж осі свердловини разом із бурильною колоною, що дозволяє точніше контролювати процес буріння та зменшувати навантаження на інструмент.
- Конструкція:
 - Основні компоненти включають механізми переміщення обертача, систему управління і бурильну колону. Рухомий обертач може мати різні конструкції в залежності від умов буріння.
- Різновиди:
 - Різновиди включають обертачі з різними системами управління і механізмами переміщення, які забезпечують точне буріння в складних умовах.
- Робочі характеристики:
 - Включають діапазон переміщення обертача, швидкість обертання і вплив на точність буріння.
- Переваги та недоліки:
 - Переваги: гнучкість управління швидкістю буріння, точність напрямку. Недоліки: складність конструкції, висока вартість обслуговування.

4. Буріння гвинтовим вибійним двигуном (ГВД):

- Принцип роботи:
 - ГВД використовує гідравлічний двигун для обертання долота за рахунок потоку промивної рідини, що проходить через двигун. Це забезпечує високу швидкість буріння і ефективність.
- Конструкція:
 - Основні компоненти ГВД включають гідравлічний двигун, систему передачі обертального моменту і систему охолодження. Гідравлічний двигун може бути різної конструкції в залежності від застосування.
- Різновиди:
 - Різновиди включають різні типи гідравлічних двигунів, що відрізняються потужністю, розмірами і типом охолодження.
- Робочі характеристики:
 - Включають максимальне крутне навантаження, ефективність в різних умовах буріння.
- Переваги та недоліки:
 - Переваги: висока швидкість буріння, точне управління

напрямок. Недоліки: складність технічного обслуговування, висока вартість обладнання.

5. Буріння турбобуром:

- Принцип роботи:
 - Турбобур використовує турбіну, яка обертає долото завдяки потоку промивної рідини, що надходить до турбіни. Це забезпечує високу швидкість буріння.
- Конструкція:
 - Основні компоненти турбобура включають турбіну, яка забезпечує обертання долота, і систему охолодження. Турбіна може мати різні конструкції в залежності від потреб буріння.
- Різновиди:
 - Залежно від призначення розрізняють турбобури наступних типів: односекційні типу Т12; секційні турбобури ТЗ; трьохсекційні шпindelьні турбобури ЗТСШ; турбобури серії А; редукторні турбобури; турбобури з гідродинамічним гальмуванням (АГТ).
- Робочі характеристики:
 - Включають обертальний момент, швидкість обертання і ефективність на великих глибинах.
- Переваги та недоліки:
 - Переваги: ефективність в твердих породах, стабільність роботи на великих глибинах. Недоліки: велика енерговитратність, висока зношуваність компонентів.

6. Буріння електробуром:

- Принцип роботи:
 - Електробур використовує електричний двигун для обертання долота. Це забезпечує точне управління швидкістю обертання і ефективне буріння.
- Конструкція:
 - Основні компоненти електробура включають електричний двигун, трансформатори, систему підключення і охолодження. Електродвигун може бути різної потужності і конструкції.
- Різновиди:
 - Різновиди включають електробури з різними потужностями і конструкціями двигунів для різних умов буріння.
- Робочі характеристики:
 - Включають максимальну потужність, швидкість обертання і ефективність.
- Переваги та недоліки:
 - Переваги: точне управління швидкістю, ефективність буріння в твердих породах. Недоліки: складність транспортування, висока вартість обладнання.

Рекомендації для студентів

1. Плануйте свою роботу. Способи буріння включають вивчення кількох різних технологій, кожна з яких має свої унікальні характеристики. Розділіть вивчення кожного способу на окремі етапи: спочатку вивчайте загальні принципи, потім – конструкцію та деталі, а наостанок – переваги, недоліки і застосування кожної технології на практиці.
2. Концентруйтеся на розумінні механізмів буріння. Важливо не тільки запам'ятати факти, а й зрозуміти, як кожен спосіб буріння працює в реальних умовах. Використовуйте приклади з літератури та технічні випадки для кращого розуміння того, як застосовуються ці методи.
3. Робіть порівняння між різними методами. Знайдіть спільні риси та ключові відмінності між бурінням з роторним і рухомих обертачем, ГВД, турбобуром та електробуром. Це допоможе краще засвоїти матеріал і зрозуміти, в яких умовах кожен із методів буде найбільш ефективним.
4. Практикуйте самоконтроль. Регулярно перевіряйте своє розуміння способів буріння за допомогою питань для самоконтролю та тестових завдань. Це дозволить впевнитись, що ви засвоїли всі необхідні аспекти і готові до більш складних питань на екзаменах або у практичній роботі.
5. Працюйте з технічною документацією. Ознайомтеся з реальними проектами та документами, щоб побачити, як різні способи буріння застосовуються в польових умовах. Це допоможе краще зрозуміти, як кожен метод адаптується до конкретних геологічних і технічних умов.

Питання для самоконтролю:

1. Який метод буріння був популярний раніше, але більше не застосовується, і чому?
2. Як працює роторний обертач і які його основні компоненти?
3. Які конструктивні особливості роторного обертача?
4. Як рухомий обертач відрізняється від роторного і які його переваги?
5. Що таке ГВД і які його основні конструктивні елементи?
6. Які різновиди ГВД існують і для яких умов вони підходять?
7. Як турбобур використовує потік промивної рідини для обертання долота?
8. Які типи турбобурів існують і яка їхня класифікація?
9. Які переваги і недоліки має електробур у порівнянні з іншими методами буріння?
10. Як вибрати найбільш ефективний спосіб буріння для конкретних умов?

Теми 7. РЕЖИМ БУРІННЯ

Режим буріння визначає умови буріння свердловин і є ключовим фактором, що впливає на ефективність, безпеку та економічність бурильних робіт. Він включає в себе різні параметри, які потрібно контролювати та регулювати для досягнення оптимальних результатів. Важливо зрозуміти, як ці параметри взаємодіють один з одним і як їх можна змінювати для покращення процесу буріння.

Основні засади для вивчення теми:

1. Поняття режиму буріння:

- Визначення:
 - Режим буріння – це сукупність параметрів, які визначають процес буріння свердловин, включаючи швидкість буріння, тиск промивної рідини, витрату промивної рідини, обертальний момент, вагу на долото та частоту обертання.
- Компоненти:
 - Навантаження на долото.
 - Частота обертання.
 - Крутний момент.
 - Витрата промивної рідини.
- Важливість:
 - Оптимізація режиму буріння дозволяє покращити ефективність процесу, зменшити витрати та підвищити безпеку буріння.

2. Навантаження на долото:

- Визначення:
 - Сила, яка діє на долото в напрямку вниз.
- Фактори, що впливають:
 - Глибина свердловини.
 - Характеристики породи.
- Регулювання:
 - Вага на долото повинна бути оптимальною для забезпечення ефективного буріння і уникнення перевантаження інструмента.

3. Частота обертання:

- Визначення:
 - Кількість обертів бурильного інструмента за одиницю часу.
- Фактори, що впливають:
 - Тип долота.
 - Характеристики породи.
 - Вибраний метод буріння.
- Регулювання:
 - Частота обертання має бути оптимальною для забезпечення ефективного буріння і уникнення перевантаження інструмента.

4. Крутний момент:

- Визначення:
 - Момент сили, що передається на бурильний інструмент для його обертання.
- Фактори, що впливають:
 - Сила тертя між долотом і породою.
 - Вага на долото.
- Регулювання:

- Крутний момент має бути достатнім для ефективного руйнування породи і контролю процесу буріння.

5. Витрата промивної рідини:

- Визначення:
 - Об'єм промивної рідини, що подається до зони буріння за одиницю часу.
- Фактори, що впливають:
 - Тип і розмір бурильного інструмента.
 - Характеристики породи.
- Регулювання:
 - Витрата промивної рідини повинна бути такою, щоб забезпечити ефективне видалення шламу і підтримку стабільності свердловини.

6. Взаємозв'язок параметрів режиму буріння:

- Швидкість буріння і крутний момент:
 - Вища швидкість буріння може вимагати збільшення крутного моменту. Оптимальні налаштування забезпечують ефективність і зменшують знос інструмента.
- Тиск і витрата промивної рідини:
 - Зміни в тиску промивної рідини впливають на її витрату. Важливо підтримувати баланс між цими параметрами для ефективного видалення шламу і охолодження інструмента.
- Частота обертання і швидкість буріння:
 - Частота обертання впливає на швидкість буріння. Необхідно знайти оптимальну частоту для досягнення максимальних результатів.
- Крутний момент і вага на долото:
 - Вага на долото і крутний момент взаємопов'язані. Неправильне налаштування одного з параметрів може негативно вплинути на інший.

Рекомендації для вивчення:

1. Вивчіть основні компоненти режиму буріння і їхній вплив на процес буріння.
2. Ознайомтесь з методами регулювання швидкості буріння, тиску та витрати промивної рідини.
3. Розгляньте, як частота обертання та крутний момент впливають на ефективність буріння.
4. Проаналізуйте взаємозв'язок між різними параметрами режиму буріння і їхній вплив на процес буріння.

Питання для самоконтролю:

1. Що таке режим буріння і які його основні компоненти?
2. Як швидкість буріння впливає на процес буріння і які фактори її визначають?

3. Яке значення має тиск промивної рідини і як його регулюють?
4. Як витрата промивної рідини впливає на процес буріння і що потрібно врахувати при її регулюванні?
5. Яке значення крутного моменту в бурінні і як його змінюють?
6. Яка роль частоти обертання в процесі буріння?
7. Як вагу на долото вплине на ефективність буріння?
8. Як вибрати оптимальний режим буріння для конкретних умов?
9. Які проблеми можуть виникати при неправильному регулюванні режиму буріння?
10. Які методи використовують для вимірювання і контролю параметрів режиму буріння?

Тема 8.1. ОБЛАДНАННЯ УСТЯ СВЕРДЛОВИНИ

Обладнання устя свердловини є критично важливою частиною системи буріння, яке забезпечує контроль і безпеку під час процесу буріння. Ключовими елементами цього обладнання є колонні головки, превентори та обв'язка противикидного обладнання. Розуміння функцій і конструкцій цих компонентів допомагає забезпечити безпеку та ефективність буріння.

Основні засади для вивчення теми:

1. Колонні головки:

- Призначення: Колонні головки використовуються для закріплення обсадних труб у свердловині та забезпечують герметичне з'єднання між обсадними трубами та буровою установкою.
- Конструкція:
 - Складається з фланця для кріплення до устя свердловини та ущільнювальних елементів для забезпечення герметичності.
 - Мають кілька отворів для підключення різних елементів бурової системи.
- Функції:
 - Забезпечення механічної підтримки обсадних труб.
 - Можливість підключення додаткового обладнання для контролю за тиском та циркуляцією промивної рідини.

2. Превентори:

- Призначення: Превентори запобігають кидкам і контролюють непередбачені викиди рідини або газу з свердловини.
- Конструкція: Складається з ряду клапанів та механізмів, які забезпечують герметичне закриття свердловини у разі необхідності.
- Типи превенторів:
 - Універсальний превентор:
 - Опис: Застосовується для герметичного закриття свердловини навколо бурового інструмента, без урахування його типу і діаметра.
 - Особливості: Може використовуватися в різних умовах буріння і з різними буровими інструментами. Зазвичай

оснащений механізмами для ущільнення навколо різних діаметрів.

- Плашковий превентор:
 - Опис: Має плашки, які перетинають бурильну колону для створення герметичного закриття. Плашки можуть бути виготовлені з матеріалів, які забезпечують високу міцність і довговічність.
 - Особливості: Використовується для швидкого перекриття свердловини і надійного управління витоками.
- Обертовий превентор:
 - Опис: Може обертатися разом з буровим інструментом, забезпечуючи герметичність навколо обертового інструмента.
 - Особливості: Використовується у випадках, коли буровий інструмент повинен продовжувати обертання під час роботи з превентором.

3. Обв'язка противикидного обладнання:

- Призначення: Обв'язка включає систему трубопроводів, клапанів та інших елементів, які підключають превентори до бурової установки і забезпечують контроль за потоком і тиском.
- Конструкція:
 - Включає труби, фланці, арматуру для з'єднання між превенторами та іншими компонентами системи.
- Функції:
 - Управління циркуляцією промивної рідини та витоком газу.
 - Забезпечення стабільності та безпеки бурильного процесу шляхом контролю за тиском і потоком.

Рекомендації для вивчення:

1. Ознайомтеся з конструкцією і функціями колонних головок.
2. Вивчіть різновиди превенторів (універсальний, плашковий, обертовий), їх конструкцію і функціонування.
3. Розгляньте обв'язку противикидного обладнання, її складові частини і їх роль у системі.
4. Аналізуйте вплив кожного з компонентів на безпеку та ефективність буріння.

Питання для самоконтролю:

1. Яке призначення колонних головок у системі буріння?
2. Яка конструкція колонних головок і які їх основні елементи?
3. Які функції виконують превентори під час буріння?
4. Які типи превенторів існують і які їх особливості?
5. Які переваги і недоліки універсального превентору?
6. Які переваги і недоліки плашкового превентору?

7. Які переваги і недоліки обертового превентору?
8. Як обв'язка противикидного обладнання впливає на процес буріння?
9. Які компоненти входять до складу обв'язки противикидного обладнання?
10. Як забезпечується герметичність у системі буріння за допомогою колонних головок?

Тема 8.2. ДОКУМЕНТАЦІЯ НА БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН

Документація на буріння свердловин є важливою частиною процесу, оскільки вона забезпечує всебічний контроль, планування та управління бурінням. Правильне ведення документації дозволяє забезпечити точність і безпеку бурильних робіт, а також відповідність усім регуляторним вимогам.

Основні засади для вивчення теми:

1. Типи документації:

- Проектна документація:
 - Включає: Геологічні дослідження, технічні умови, проект свердловини.
 - Призначення: Розробка детального плану буріння.
- Оперативна документація:
 - Включає: Журнал буріння, записки про проведення робіт, звіти про аварійні ситуації.
 - Призначення: Щоденний моніторинг та контроль за процесом буріння.
- Документація по технічному обслуговуванню:
 - Включає: План обслуговування, інструкції по ремонту та технічному обслуговуванню.
 - Призначення: Забезпечення належного технічного стану обладнання.

2. Вимоги до документації:

- Актуальність:
 - Документація повинна бути оновленою і відображати реальний стан справ на буровій платформі.
- Точність:
 - Усі записи повинні бути точними та відповідати фактичним даним.
- Доступність:
 - Документація повинна бути доступною для відповідальних осіб та перевірок.

3. Процедури ведення документації:

- Реєстрація даних:
 - Запис усіх параметрів і змін в процесі буріння.
- Зберігання документів:
 - Належне зберігання документації для забезпечення доступності та захисту від втрати.
- Контроль якості:

- Регулярні перевірки та аудит документації для забезпечення її відповідності стандартам.

Рекомендації для вивчення:

1. Ознайомтесь з типами документації, що використовуються при бурінні свердловин.
2. Вивчіть вимоги до ведення документації та процедур, які потрібно дотримуватись.
3. Розгляньте роль проектної, оперативної та технічної документації в процесі буріння.
4. Проаналізуйте приклади правильної і неправильної документації та їх вплив на процес буріння.

Питання для самоконтролю:

1. Які основні типи документації використовуються при бурінні свердловин?
2. Які вимоги висуваються до документації на буріння свердловин?
3. Яка роль проектної документації у процесі буріння?
4. Які дані повинні бути зафіксовані в оперативній документації?
5. Які процедури потрібно дотримуватись при веденні документації?
6. Які проблеми можуть виникнути при неправильному веденні документації?
7. Як забезпечити точність і актуальність документації?
8. Які документи потрібно зберігати після завершення буріння?
9. Як документація впливає на управління та контроль за процесом буріння?
10. Які переваги правильної документації для безпеки та ефективності буріння?

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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. – 594 с.
2. Войтенко В.С., Вітрик В. Г., Яремійчук Р. С., Яремійчук Я. С. Технологія і техніка буріння. Узагальнююча довідкова книга. – Л.: Центр Європи, 2012. – 708 с.
3. Політучий О.І. Буріння нафтових і газових свердловин : навч. посіб. / О.І. Політучий. – Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2021. – 170 с.
4. Суярко В.Г.. Прогнозування, пошук та розвідка родовищ вуглеводнів. Харків: Фоліо. 2015. 413 с.
5. Винников Ю.Л. Основи буріння свердловин : конспект лекцій для студ. спец. 103 Науки про Землю / Ю.Л. Винников. – Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2021. – 120 с.
6. Орловський В. М. Технологія розробки нафтових родовищ : навч. посібник / В. М. Орловський, В. С. Білецький, В. Г. Вітрик ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Полтава : Техсервіс, 2020. – 243 с.
7. Технологія розробки газових і газоконденсатних родовищ : навч. посібник / В. М. Орловський [та ін.] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Львів : Новий Світ-2000, 2020. – 311 с.
8. Білецький В. С. Історія та перспективи нафтогазовидобування : навч. посібник / В. С. Білецький, Г. І. Гайко, В. М. Орловський ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т [та ін.]. – Київ : Халіков Р. Х., 2019. – 302 с.
9. Білецький В. С. Основи нафтогазової інженерії : підручник / В. С. Білецький, В. М. Орловський, В. Г. Вітрик ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т", Харків. нац. ун-т міського госп. ім. О. М. Бекетова. – Полтава : АСМІ, 2018. – 415 с.
10. Основи нафтогазової справи : [навч. посібник] / В. С. Білецький [та ін.] ; Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Полтава ; [Київ] : Халіков Р. Х., 2017. – 311 с.
11. Islam M. R., Hossain M. E. Drilling Engineering: Towards Achieving Total Sustainability. – Gulf Professional Publishing, 2021.
12. Hossain M. E., Islam M. R. Drilling Engineering Problems and Solutions: A Field Guide for Engineers and Students. – John Wiley & Sons, 2018.
13. Hossain, M. E.; Abdullah Al-Majed, Abdulaziz (2015). Fundamentals of Sustainable Drilling Engineering. Wiley-Scrivener.
14. Casing and Liners for Drilling and Completion – Ted G. Byrom, 2015.

Навчальне видання

Хоменко Володимир Львович

Методичні вказівки до самостійної роботи
за дисципліною «Буріння свердловин (на нафту і газ)»
для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології»

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19