

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Кафедри

буріння свердловин

видобування нафти і газу

транспортування та зберігання енергоносіїв



«Затверджую»

Голова приймальної комісії

Ігор ЧУДИК

03 2025 р.

ПРОГРАМА

фахового вступного іспиту для вступу

на навчання для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю

G16 - Гірництво та нафтогазові технології

(ОНП - Нафтогазова інженерія та технології)

на основі ступеня магістра (ОКР спеціаліста)

РОЗГЛЯНУТО ТА СХВАЛЕНО

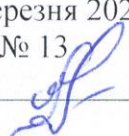
на засіданні кафедри буріння свердловин
від "21" березня 2025 р.

Протокол № 10

Зав. каф.  Олег МАРЦИНКІВ

на засіданні кафедри видобування нафти і газу
від "26" березня 2025 р.

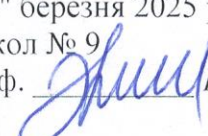
Протокол № 13

Зав. каф.  Лілія МАТІЙШИН

на засіданні кафедри
транспортування та зберігання енергоносіїв

від "13" березня 2025 р.

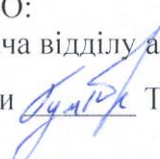
Протокол № 9

Зав. каф.  Василь ЗАПУХЛЯК

Гарант ОНП  Ярослав ДОРОШЕНКО

УЗГОДЖЕНО:

В.о. завідувача відділу аспірантури і

докторантури  Тарас ГУМЕНЮК

Івано-Франківськ - 2025

Програма складена відповідно до вимог Порядку прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2025 році, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України 10 лютого 2025 року № 168 та зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 26 лютого 2025 року за № 15/41360, зі змінами затвердженими наказом Міністерства освіти і науки України 27.02.2025 року №386, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 28 лютого 2025 року за № 330/43736 та Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261.

Програма **фахового** вступного іспиту за спеціальністю "G16 - Гірництво та нафтогазові технології" відображає сучасний стан галузі та включає її найважливіші розділи, знання яких необхідні для тих, хто вступає на навчання до аспірантури.

Іспит повинен показати відповідний рівень теоретичної та фахової підготовленості, знання загальних концепцій, а також вміння використовувати свої знання для розв'язання прикладних та дослідних завдань у галузі G - Інженерія, виробництво та будівництво.

Розробники:

зав. кафедри буріння свердловин,
к.т.н., доцент

 Олег МАРЦИНКІВ

зав. кафедри видобування нафти і газу,
к.т.н., доцент

 Лілія МАТІІШИН

зав. кафедри транспортування та
зберігання енергоносіїв,
д.т.н., професор

 Василь ЗАПУХЛЯК

професор кафедри транспортування та
зберігання енергоносіїв,
д.т.н., професор

 Ярослав ДОРОШЕНКО

Зміст

1. Загальні відомості
2. Питання, що виносяться на вступне випробування
3. Навчально-методичні матеріали
4. Рейтингова система оцінювання
5. Приклад екзаменаційного білету

1. Загальні відомості

Ця Програма призначена для вступників на навчання для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю G16 - Гірництво та нафтогазові технології (освітньо-наукова програма «Нафтогазова інженерія та технології»).

Метою Програми є надання вступникам в аспірантуру Університету інформації щодо змісту навчального матеріалу, перевірка знань з якого відбувається під час фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю G16 - Гірництво та нафтогазові технології (освітньо-наукова програма «Нафтогазова інженерія та технології»).

Фахове вступне випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю G16 - Гірництво та нафтогазові технології (освітньо-наукова програма «Нафтогазова інженерія та технології») складається з двох частин: письмової відповіді на три питання та співбесіди для уточнення змісту письмової відповіді. Екзаменаційний білет містить 3 питання.

Зміст навчального матеріалу, перевірка знань з якого відбувається під час фахового вступного випробування, наведений у розділі 2 «Питання, що виносяться на вступне випробування» цієї Програми.

Для підготовки до випробування рекомендовано використовувати навчальну літературу, наведену у розділі 3 «Навчально-методичні матеріали». Тривалість випробування – 90 хвилин (для відповіді на кожне з 3 питань надається по 30 хвилин). Інформація щодо методики оцінювання наведена у розділі 4 «Рейтингова система оцінювання». Приклад білету наведено у розділі 5 «Приклад екзаменаційного білету».

2. Питання, що виносяться на вступне випробування

2.1 Блок № 1

(Кафедра буріння свердловин)

1 РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ПРИ БУРІННІ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Гірські породи і пластові флюїди. Фізико-механічні властивості гірських порід. Баротермічні умови буріння свердловин. Елементи механіки суцільних середовищ і теорії фільтрації. Напруження і деформації суцільних середовищ. Основні рівняння механіки суцільних середовищ. Рівняння напружено-деформованого стану твердих тіл. Теорії міцності. Основні поняття теорії фільтрації. Енергетичні закони руйнування гірських порід. Механізм руйнування гірських порід при втискуванні інденторів. Методи визначення механічних властивостей гірських порід при втискуванні інденторів. Особливості руйнування гірських порід в умовах вибою свердловини. Абразивність гірських порід.

2 ОБЛАДНАННЯ ТА ІНСТРУМЕНТ

Шарошкові долота. Лопатеві долота. Алмазні долота. Полікристалічні алмазні долота. Долота типу PDC. Бурильні головки. Вибійні двигуни: турбобури, гвинтові двигуни, турбогвинтові двигуни, електробури. Керовані роторні системи. Труби бурильні ведучі. Бурильні труби. Бурильні замки. Обважені бурильні труби. Перехідники для бурильної колони. Умови роботи бурильної колони. Стійкість форм рівноваги бурильної колони. Напруження і деформації в бурильній колоні. Проектування і розрахунок бурильних колон.

3 ПРОМИВАННЯ СВЕРДЛОВИН

Вимірювання параметрів бурових розчинів. Бурові розчини, їх класифікація та технологія застосування. Розчини на водній основі. Розчини на нафтовій основі. Спеціальні види розчинів і агентів для промивання свердловин. Обважені бурові розчини. Рідини для перфорації свердловин. Рекомендовані типи бурових розчинів. Матеріали та хімічні реагенти для бурових розчинів. Технологічний процес приготування бурових розчинів. Забруднення та очищення бурових розчинів. Методи визначення реологічних властивостей бурових розчинів. Статика рідин та газів. Розрахунок усталених течій в елементах циркуляційної системи свердловини. Розрахунок усталених течій газів в елементах циркуляційної системи свердловини. Розрахунок усталених течій газорідинних сумішей в елементах циркуляційної системи свердловини. Тлумачення термінів, пов'язаних із застосуванням бурових розчинів.

4 ТЕХНОЛОГІЯ БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Вплив параметрів режиму буріння на механічну швидкість проходки. Вплив бурового розчину на механічну швидкість проходки. Вплив параметрів режиму буріння на зношування доліт і показники їх роботи. Вибір типів бурових доліт. Гідравлічна програма промивання свердловин. Функції гідравлічної програми. Очищення стовбурів свердловин. Принципи вибору продуктивності бурових насосів. Проектування гідравлічної програми. Вибір осьового навантаження і частоти обертання бурового долота. Вибір осьового навантаження і частоти

обертання за результатами відробки доліт. Принципи вибору оптимальних режимних параметрів буріння свердловини з допомогою математичних моделей поглиблення свердловин. Вибір осьового навантаження і частоти обертання бурового долота при роторному способі буріння. Особливості вибору режимних параметрів при бурінні вибійними двигунами. Діагностика стану бурових доліт для уточнення режимів їх експлуатації. Технологія відбору керна. Методи вибору раціонального техніко-технологічного комплексу відбору керна. Промислові дослідження і впровадження нових технічних засобів і технологій при бурінні з відбором керна в продуктивних відкладах. Сучасна техніка і технологія відбору керна в зарубіжних країнах.

5 БУРІННЯ ПОХИЛО-СКЕРОВАНИХ ТА ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ДІЛЯНОК СВЕРДЛОВИН

Траєкторії свердловин. Формування стовбура свердловини. Математичні моделі траєкторій свердловин. Зенітні, азимутальний та просторовий кути, зміщення, кривизна та кручення кривої, головна нормаль, бінормаль, дотична, ансильдальна, нормальна, стична та спрямляюча площина. Плоске і просторове викривлення, інтенсивність викривлення. Негативні наслідки викривлення свердловин. Вплив геологічних факторів на викривлення свердловин. Буровий індекс анізотропії. Вплив технічних і технологічних факторів на довільне викривлення свердловин. Втрата поздовжньої форми стійкості низом бурильної колони під дією осьових та відцентрових сил і крутного моменту. Напрямна ланка бурильної колони. Відхиляюча та випрямляюча сила. Кут стабілізації викривлення. Методи запобігання довільного викривлення свердловин. Компоновки низу бурильної колони для запобігання викривлення свердловини. Мета і способи буріння похило-скерованих свердловин. Профілі похило-скерованих свердловин. Відхиляючі пристрої при роторному способі буріння та буріння із застосуванням вибійних двигунів. Способи орієнтування відхиляючих систем у свердловині. Розрахунок мінімально-допустимих радіусів викривлення свердловини. Вибір та розрахунок профілів похило-скерованих свердловин. Технологія буріння багатовибійних свердловин. Кушове буріння свердловин. Технологія буріння бокових стовбурів свердловин. Визначення місця розташування відхилювача у стволі свердловини. Визначення кута закручування бурильної колони від реактивного моменту вибійного двигуна. Визначення координат осі свердловини за даними інклінометрії. Розрахунок просторового профілю похилого бокового стовбура свердловини.

6 ЗАКІНЧУВАННЯ СВЕРДЛОВИН

Фактори, які впливають на конструкцію свердловини. Методика проектування конструкції свердловини. Особливості конструкції газових свердловин. Удосконалення конструкції свердловини. Конструкція обсадних труб. Ознаки їх класифікації. Порівняльна характеристика різьбових з'єднань з трикутним і трапецієвидним профілем різьби. Методи підвищення герметичності різьбових з'єднань обсадних труб. Розрахунок на міцність різьбових з'єднань обсадних труб з трикутним профілем різьби. Розрахунок на міцність різьбових з'єднань обсадних труб з трапецієвидним профілем різьби. Методика підбору обсадних труб. Визначення зовнішнього критичного тиску овальних обсадних труб. Розрахунок обсадних труб при двоосьовому навантаженні. Технологічне обладнання низу обсадних колон. Перевірка герметичності обсадних колон. Розрахунок натягу обсадної колони. Особливості розрахунку проміжних колон і

кондукторів. Особливості розрахунку похило-скерованих свердловин. Обсадні труби, що виготовляються за стандартами АНІ. Аварії з обсадними колонами. Портландцемент тампонажний та його мінеральний склад. Властивості сухого цементу, методи їх вимірювання. Властивості тампонажних розчинів, методи їх вимірювання. Властивості тампонажного каменю, методи їх вимірювання. Регулювання технологічних властивостей тампонажних розчинів. Одноступеневе цементування, переваги і недоліки, області застосування. Двоступеневе цементування, технологічні особливості, переваги і недоліки, області застосування. Особливості технології цементування хвостовиків і секцій обсадних колон. Манжетне цементування, області його застосування. Зворотне цементування, переваги і недоліки, області застосування. Методика розрахунку процесу цементування. Фактори, що впливають на якість цементування. Методи підвищення якості цементування. Ускладнення під час цементування свердловин. Обладнання, що застосовуються для цементування свердловин. Методи оцінки якості цементувальних робіт. Способи виклику припливу пластового флюїду. Поняття про вторинне розкриття пластів. Види перфораторів, їх переваги та недоліки. Консервація та ліквідація свердловин.

7 УСКЛАДНЕННЯ ТА АВАРІЇ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН

Поглинання бурового і тампонажного розчинів. Причини поглинань. Попередження поглинань при кріпленні свердловин. Ліквідація поглинань. Флюїдопрояви, причини проявів. Систематика методів прогнозування зони АВПТ. Методи прогнозування зон АВПТ у процесі буріння свердловин. Попередження і виявлення флюїдопроявів. Методи ліквідації проявів. Нейтралізація сірководню. Порушення цілісності стінок свердловин. Методи керування стійкістю гірських порід у стінках свердловини. Попередження і ліквідація жолобів. Прихвати колони труб, причини прихватів. Попередження і діагностика прихватів. Ліквідація прихватів. Попередження аварій. Методи ліквідації аварій. Ловильний інструмент. Інструмент для ліквідації аварій фірми «Baker Oil Tools».

2.2 БЛОК № 2

(Кафедра видобування нафти і газу)

1 ГЕОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ НАФТОВИХ, ГАЗОВИХ І ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

Виділення нафтогазоводонасичених інтервалів пластів за промислово-геофізичними дослідженнями свердловин. Визначення ефективних нафтогазонасичених товщин, коефіцієнтів пористості і нафтогазонасиченості. Побудова геологічних профілів, структурних карт, карт нафтогазонасичених товщин і гідропровідностей. Визначення положення водонафтового і газонафтового контактів. Підрахунок запасів нафти, газу і вуглеводневого конденсату об'ємним методом. Типи родовищ нафти і газу. Умови залягання нафти і газу в пластах.

2 НАФТОГАЗОВА МЕХАНІКА

2.1 Фізико-літологічні властивості гірських порід

Колектори нафти і газу. Гранулометричний склад, пористість, абсолютна і фазова проникність, питома поверхня. Насиченість колекторів нафтою, газом і

водою. Лабораторні методи визначення гранулометричного складу, пористості, проникності і насиченості гірських порід-колекторів рідиною і газом. Неоднорідність колекторських властивостей гірських порід і статистичні методи її відображення. Колекторські властивості тріщинуватих пластів. Деформація гірських порід. Коефіцієнти об'ємної пружності, міцності на стиснення і розрив, пластичність гірських порід. Теплофізичні властивості гірських порід.

2.2 Склад і фізико-хімічні властивості нафти, газу, вуглеводневого конденсату і пластової води

Компонентний склад і класифікація нафти і природних газів. Молекулярна маса, густина і в'язкість природних газів, методи їх визначення. Рівняння стану ідеального і реального газів. Коефіцієнт стисливості газу. Критичні і псевдозведені параметри природних газів. Коефіцієнт Джоуля-Томсона. Питома теплоємність природних газів. Теплота згорання. Пружність пари і парціальні тиски. Ентальпія, ентропія, теплопровідність природних газів. Вологовміст газів. Гідрати газів, їх склад, структура і основні фізичні властивості. Розчинність вуглеводневих і неуглеводневих газів у нафті і пластовій воді. Тиск насичення нафти газом. Стисливість, об'ємний коефіцієнт, усадка і в'язкість пластової нафти. Структурно-механічні властивості аномально-в'язких нафт. Зміна властивостей нафти в межах покладу. Фотоколориметрія нафти. Визначення властивостей пластової нафти. Фазові перетворення вуглеводневих систем при зміні тиску і температури. Ретроградні явища. Константи фазової рівноваги. Склад і вміст конденсату в природних газах. Промислові і лабораторні дослідження газоконденсатних систем. Ізотерми та ізобари конденсації. Склад і фізичні властивості пластових вод.

2.3 Молекулярно-поверхневі властивості системи нафта - газ - вода - порода

Роль поверхневих явищ при русі нафти, газу і води в пористому середовищі. Поверхневий натяг, змочування і краєвий кут, робота адгезії, теплота змочування. Кінетичний гістерезис змочування. Властивості поверхневих шарів пластових рідин.

2.4 Фізичні основи витіснення нафти водою і газом з пористого середовища і підвищення нафтовилучення з пластів

Джерела і характеристики пластової енергії. Сили, які діють в покладі. Режими розробки нафтових покладів. Поверхневі і електрокінетичні явища та дросельний ефект при фільтрації флюїдів у пористому середовищі. Схеми витіснення з пласта нафти водою і газом. Роль капілярних процесів при витісненні нафти і газу водою з пористого середовища. Нафтовилучення з пластів при різних умовах дренування покладу. Методи збільшення коефіцієнту нафтовилучення, умови їх застосування.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РУХУ РІДИНИ І ГАЗУ В ПОРИСТОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Основні закони фільтрації нафти, газу і води. Закон Дарсі і межі його застосування. Нелінійні закони фільтрації. Диференціальні рівняння фільтрації однорідної рідини і газу. Рівняння Лапласа, Фур'є, Лейбензона. Стаціонарний фільтраційний потік. Потенціальна функція. Прямолінійно-паралельний, плоскорадіальний і сферичний потоки нестисливої і пружної рідини та газу. Інтерференція свердловин. Приплив рідини і газу до гідродинамічно недосконалих свердловин. Усталений безнапірний фільтраційний потік рідини. Нестационарний рух нестисливої і пружної рідини та газу в пористому

середовищі. Наближені методи розв'язування задач нестационарної фільтрації рідини і газу (послідовної зміни стаціонарних станів, інтегральних співвідношень та інші). Обернені задачі теорії фільтрації. Багатофазна фільтрація рідини і газу. Диференціальні рівняння руху газованої нафти і газоконденсатної суміші в пористому середовищі. Усталена фільтрація газованої нафти. Основні рівняння руху двофазної нестисливої рідини. Теорія Баклея-Лeverетта. Фізичні основи витіснення однієї рідини іншою в пористому середовищі. Задача про конуси води і газу. Особливості фільтрації нен'ютонівських рідин. Рух рідин і газів у тріщинуватих і тріщинувато-пористих середовищах. Витіснення нафти і газу водою з тріщинувато-пористих і неоднорідних пластів. Методи фізичного і математичного моделювання процесів розробки нафтових і газових родовищ. Чисельні методи розв'язування рівнянь фільтрації рідини і газу. Чисельні методи розв'язування задач фільтрації багатофазних багатокомпонентних флюїдів.

4 ГАЗОГІДРОДИНАМІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИН

Задачі і методи газогідродинамічних досліджень свердловин. Дослідження нафтових і газових свердловин при усталених режимах фільтрації. Типові індикаторні діаграми видобувних і нагнітальних свердловин у випадку фільтрації газу, однорідної рідини, газонафтової суміші, в'язкопластичної нафти, перетоків між пластами, деформації колектора Коефіцієнт продуктивності. Коефіцієнти фільтраційних опорів в рівнянні припливу газу до вибою свердловин. Визначення параметрів присвердловинної зони пласта за даними дослідження свердловин. Встановлення оптимального технологічного режиму роботи свердловин. Розподіл тиску і температури по стовбуру нафтових і газових свердловин. Дослідження нафтових і газових свердловин при неусталених режимах фільтрації. Криві відновлення вибійного тиску. Визначення параметрів і будови пласта за кривими відновлення вибійного тиску. Визначення параметрів пласта за даними реагування навколишніх свердловин (гідропрослуховування). Прискорені методи дослідження нафтових і газових свердловин. Дослідження газоконденсатних свердловин. Методи промислових досліджень на газоконденсатність. Лабораторні дослідження пластових газоконденсатних систем. Параметри, апаратура, обробка даних. Пересувні газоконденсатні установки.

5 ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ НАФТОВИХ, ГАЗОВИХ І ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

5.1 Технологія розробки нафтових родовищ

Об'єкт і система розробки. Класифікація і характеристика систем розробки родовищ. Технологічні показники розробки. Основні принципи проектування раціональної системи розробки нафтових родовищ. Комплексний метод проектування. Порядок проектування. Багатоваріантність систем розробки. Вибір раціонального варіанту розробки. Вихідна геолого-промислова інформація для проектування розробки нафтового родовища Властивості гірських порід, пластових рідин і газів. Неоднорідність продуктивних пластів, методи її визначення і кількісної оцінки. Моделі пластів, їх побудова та ймовірностатистична характеристика. Фізичне і математичне моделювання процесів розробки нафтових родовищ. Аналоговий, аналітичний, чисельний і статистичний методи математичного моделювання. Розробка нафтових родовищ без підтримування пластового тиску. Природні режими розробки нафтових родовищ, механізм їх прояву. Визначення показників розробки нафтового

родовища при пружному режимі, пружноводонапірному режимі, режимі розчиненого газу та їх поєднаннях. Розробка нафтових родовищ при водонапірному режимі. Системи заводнення нафтових родовищ, умови їх застосування. Методики розрахунку технологічних показників розробки. Врахування неоднорідності продуктивних пластів, розміщення свердловин, відмінності у в'язкостях нафти і води та непоршневого характеру витіснення нафти водою. Розробка нафтових родовищ з тріщинуватими і тріщинувато-пористими колекторами. Механізм витіснення нафти водою з тріщинувато-пористого пласта. Методи визначення показників розробки нафтового покладу. Особливості розробки родовищ нен'ютонівських нафт, з газовою шапкою і підшовною водою. Розробка багатопластових нафтових родовищ. Виділення експлуатаційних об'єктів. Розподіл видобутку нафти по об'єктах експлуатації. Методика визначення показників розробки. Особливості розробки нафтогазових і нафтогазоконденсатних родовищ. Основні типи нафтогазових родовищ. Системи розробки. Методика розрахунку технологічних показників. Фізико-гідродинамічні методи підвищення нафтовилучення при заводненні. Циклічне заводнення і водогазове циклічне діяння на пласти. Зміна напрямку фільтраційних потоків. Створення високих тисків нагнітання води. Форсований відбір рідини. Фізико-хімічні методи підвищення коефіцієнта нафтовилучення. Нагнітання в пласт водних розчинів поверхнево-активних речовин. Лужне, кислотне, полімерне і міцелярно-полімерне заводнення. Витіснення нафти вуглекислотою. Застосування розчинників, збагачених газів і газів високого тиску. Теплові методи підвищення коефіцієнта нафтовилучення. Нагнітання в нафтові пласти гарячої води і водяної пари. Термохімічне заводнення. Технологія і механізм видобування нафти з надр з використанням внутрішньопластового горіння. Умови застосування різних методів підвищення нафтовилучення. Оцінка технологічного ефекту. Результати дослідно-промислових робіт в Україні і за рубежом. Проектні документи з розробки нафтових родовищ. Методи і засоби контролю і регулювання процесу розробки нафтових родовищ. Аналіз показників розробки родовища, співставлення фактичних показників з проектними. Заходи щодо забезпечення охорони надр і довкілля при розробці нафтових родовищ.

5.2 Технологія розробки родовищ природних газів

Режими розробки родовищ природних газів. Визначення режиму розробки газового родовища за промисловими даними. Рівняння матеріального балансу і диференціальні рівняння виснаження газового покладу для газового і водонапірного режимів. Рівняння матеріального балансу для газоконденсатного покладу при розробці на виснаження і в умовах водонапірного режиму. Диференціальні рівняння неусталеної фільтрації газу і води в пласті. Газовилучення з газових родовищ при газовому і водонапірному режимах, методи його збільшення. Характерні періоди розробки газових і газоконденсатних родовищ. Системи розміщення свердловин на структурі при розробці газових родовищ в умовах газового і водонапірного режимів. Розміщення свердловин при розробці газоконденсатних родовищ на виснаження і з підтриманням пластового тиску нагнітанням сухого газу і води. Технологічні режими експлуатації газових свердловин. Проектування розробки газових родовищ при газовому режимі. Обґрунтування вихідних геолого-промислових даних. Визначення параметрів середньої свердловини. Розрахунок показників розробки газового родовища при газовому режимі і рівномірному розміщенні свердловин і різних технологічних режимах їх експлуатації (постійного дебіту газу, постійної депресії тиску на пласт, постійного тиску на

гирлі, постійної швидкості руху газу на вході в насосно-компресорні труби і на гирлі свердловини та інших). Врахування в розрахунках неоднорідності пласта за колекторськими властивостями і обводнення свердловин. Розрахунок показників розробки газового родовища при водонапірному режимі. Теорія укрупненої свердловини. Прогнозування поступлення в родовище крайової і підшовної води. Наближені методики розрахунку обводнення газового родовища. Оцінка вибіркового обводнення родовища в умовах неоднорідного колектора. Особливості проектування розробки багатопластових газових родовищ. Системи розробки багатопластових родовищ. Визначення показників розробки двопластового родовища єдиною сіткою свердловин при газовому і водонапірному режимах. Прогнозування показників розробки двопластового родовища різними сітками свердловин в умовах газового і водонапірного режимів за наявності газодинамічного зв'язку між пластами. Проектування розробки газоконденсатних родовищ. Вихідні дані для проектування розробки. Визначення показників розробки газоконденсатного родовища на виснаження. Напрями підвищення коефіцієнта конденсатовилучення. Прогнозування показників розробки газоконденсатного родовища при повному і частковому підтримуванні пластового тиску шляхом нагнітання в пласт сухого газу і води. Особливості розробки газоконденсатних родовищ з нафтовими об'ємівками. Особливості розробки родовищ природних газів з високим вмістом не-вуглеводневих компонентів (вуглекислого газу, азоту, сірководню, гелію та інших). Основні етапи і послідовність проектування розробки газових і газоконденсатних родовищ. Характеристика і зміст проектних документів на розробку родовища. Вибір об'єктів розробки і розрахункових варіантів. Обґрунтування оптимального варіанту розробки родовища. Аналіз, контроль і регулювання розробки родовищ природних газів. Задачі аналізу. Газогідродинамічні, геофізичні, геохімічні і хіміко-аналітичні методи контролю. Побудова карт ізобар, обводнення, поточного положення контуру газонасиченості, рівних значень водного фактору і мінералізації пластової води, профілів тиску та інших. Уточнення запасів газу однопластового і багатопластового газового родовища за промисловими даними про зміну в часі кількості відібраного газу і середнього пластового тиску в родовищі, дебітів і пластових тисків в окремих свердловинах. Визначення за промисловими даними запасів газу і конденсату в газоконденсатному родовищі. Оцінка взаємодії окремих горизонтів і перетоків газу між ними. Визначення за промисловими даними кількості води, що поступила в газове родовище, і коефіцієнта залишкової газонасиченості обводненої зони. Уточнення за даними про розробку родовища колекторських властивостей газонасиченої частини пласта і законтурної водоносної зони. Регулювання розробки газових родовищ при газовому і водонапірному режимах. Регулювання розробки газоконденсатних родовищ при розробці на виснаження і з підтримуванням пластового тиску. Технології активного впливу на процес розробки родовищ природних газів з метою підвищення коефіцієнтів нафто-, газо- і конденсатовилучення. Заходи з охорони надр і довкілля при розробці родовищ природних газів.

6 ТЕХНОЛОГІЯ ВИДОБУВАННЯ НАФТИ І ГАЗУ

6.1 Технологія видобування нафти

Класифікація свердловин за призначенням. Конструкція свердловин. Розкриття нафтових пластів. Конструкції вибоїв свердловин в різних гірничо-геологічних умовах. Методи перфорації експлуатаційної колони і цементного

кільця. Освоєння нафтових і нагнітальних свердловин. Основи теорії руху газорідинних сумішей у свердловинах. Баланс енергії у видобувній свердловині. Основні характеристики двофазного потоку у вертикальній трубі. Структура руху газорідинної суміші. Рівняння руху газорідинного потоку. Розрахунок розподілу тиску по довжині насосно-компресорних труб. Фонтанна експлуатація нафтових свердловин. Види фонтанування і типи фонтанних свердловин. Умови артезіанського і газліфтного фонтанування. Зв'язок роботи фонтанного піднімача з роботою пласта. Технологічні розрахунки фонтанного піднімача. Обладнання фонтанних свердловин. Особливості дослідження, встановлення режиму роботи і регулювання фонтанних свердловин. Ускладнення при фонтанній експлуатації свердловин. Газліфтна експлуатація нафтових свердловин. Суть газліфтної експлуатації. Конструкції і системи газліфтних піднімачів. Компресорний і безкомпресорний газліфт. Технологічний розрахунок газліфтного піднімача при обмеженому і необмеженому відборі рідини. Пуск газліфтних свердловин в експлуатацію. Методи зниження пускового тиску. Розрахунок розміщення газліфтних клапанів. Періодична експлуатація газліфтних свердловин. Обладнання газліфтних свердловин. Системи газопостачання і газорозподілення. Особливості дослідження газліфтних свердловин. Оптимізація параметрів роботи газліфтних свердловин. Ускладнення при експлуатації нафтових свердловин газліфтним способом. Експлуатація нафтових свердловин штанговими насосами. Схема і принцип роботи штангової насосної установки. Обладнання насосних свердловин. Подача штангової насосної установки. Вплив різних факторів на коефіцієнт подачі насоса. Навантаження, які діють на насосні штанги і труби, їх розрахунок. Визначення корисної довжини ходу плунжера. Особливості дослідження насосних свердловин. Динамометрування штангових насосних установок. Типи динамограм, їх інтерпретація. Боротьба з шкідливим впливом вільного газу і піску на роботу насоса. Захисні пристрої на прийомі насоса. Особливості видобування високов'язких нафт і водонафтових емульсій та експлуатації горизонтальних і похилоскерованих свердловин. Періодична експлуатація свердловин. Проектування експлуатації свердловин штанговими насосними установками. Експлуатація нафтових свердловин зануреними електровідцентровими насосами (ЕВЦН). Область застосування і принципова схема установки електровідцентрових насосів. Проектування експлуатації свердловин ЕВЦН. Вплив газу і в'язкості рідини на робочі характеристики ЕВЦН. Способи захисту насоса від впливу газу. Особливості дослідження свердловин, що обладнані ЕВЦН. Особливості експлуатації свердловин зануреними гвинтовими та гідропоршневими насосами. Боротьба з асфальтосмолопарафіновими відкладами при фонтанному, газліфтному і насосному способах експлуатації нафтових свердловин. Боротьба з утворенням піщаних пробок у свердловинах. Заходи з винесення піску на поверхню при фонтанній, газліфтній і насосній експлуатації свердловин. Солевідкладення і боротьба з ними. Заходи з охорони довкілля при видобуванні нафти.

6.2 Технологія видобування газу і конденсату

Типи свердловин, які застосовуються при розробці газових і газоконденсатних родовищ. Конструкції свердловин у різних гірничо-геологічних умовах. Фактори, які визначають конструкцію свердловин. Конструкція вибою свердловин. Обладнання стовбуру свердловин. Призначення фонтанних труб. Визначення діаметру і глибини спуску в свердловини фонтанних труб. Способи експлуатації газових свердловин. Елементи обладнання стовбуру свердловини – пакери, клапани-відсікачі, циркуляційні та

інгібіторні клапани, вибійні штуцери, свердловинні камери, перехідники, компенсатори та інші. Призначення, типи, розрахунок і вибір конструкції окремих елементів підземного обладнання газових свердловин. Обладнання гирла свердловин. Призначення елементів обладнання гирла, їх характеристика, умови роботи. Технологічний розрахунок і підбір обладнання гирла свердловин. Особливості освоєння газових свердловин. Технологічний режим експлуатації газових свердловин. Фактори, які впливають на технологічний режим експлуатації свердловин, основні принципи його встановлення. Ускладнення при експлуатації газових свердловин. Експлуатація газових свердловин у разі нестійких порід. Методи попередження поступлення піску в свердловину. Фільтри, їх типи, конструкція, розрахунок і вибір. Технологія установки фільтрів, особливості експлуатації. Кріплення привибійної зони пласта зв'язуючими речовинами. Заходи з попередження скупчення піску на вибої свердловини. Розрахунок необхідної швидкості руху газового потоку в ліфтових трубах для винесення частинок твердої фази на поверхню. Ліквідація піщаних корків на вибої свердловин шляхом промивання водою, застосування водогазових сумішей, пін та інертних газів. Технологічний розрахунок прямого і зворотного промивання піщаних кернів. Застосування колтюбінгової установки для ліквідації піщаного керну на вибої свердловини. Обводнення газових свердловин. Причини і характер обводнення газових свердловин. Класифікація рідин, що накопичуються на вибої свердловин. Критерії, які характеризують умови стабільної роботи свердловин за наявності рідини в продукції. Залежності для визначення мінімально необхідного дебіту газу для винесення рідини із свердловин. Способи експлуатації обводнених газових свердловин, умови і послідовність їх застосування. Обладнання для експлуатації обводнених газових свердловин: плунжери, диспергатори, струминні насоси, ежектори, автоматичні системи типу «Ластівка», комплекси «Лотос», «Вибій», «Сокіл» та інші. Спінювальні поверхнево-активні речовини (ПАР). Типи ПАР. Вплив різних факторів на процес піноутворення. Розрахунок винесення рідини з вибою свердловин за допомогою газліфта, свердловинних штангових і струминних насосів, плунжерного піднімача, диспергаторів, гирлових ежекторів, автоматичної системи «Ластівка», спінюючих ПАР. Способи подавання ПАР у газорідинний потік. Боротьба з піноутворенням у системі підготовки газу. Піногасники. Утилізація пластової води. Корозія газопромислового обладнання. Причини і характер корозії. Методи захисту обладнання від корозії. Інгібітори корозії. Характеристика, вибір і способи введення інгібіторів корозії в газорідинний потік. Методи контролю корозії газопромислового обладнання і свердловин. Солевідкладення у свердловинах. Механізм і причини відкладання солей. Методи попередження відкладання солей. Інгібітори солевідкладення. Характеристика, вибір і способи введення інгібіторів солевідкладення у свердловину. Очищення труб від солей, ліквідація соляних кернів. Гідратоутворення при експлуатації газових свердловин. Температурний режим роботи свердловин і викидних ліній. Визначення зони гідратоутворення у ліфтових трубах і викидних лініях. Методи попередження і ліквідації гідратних кернів. Інгібітори гідратоутворення. Характеристика, вибір і способи введення інгібіторів гідратоутворення в газорідинний потік. Основні напрями застосування гідратів в народному господарстві. Експлуатація газових свердловин в умовах деформації (зминання) експлуатаційної колони. Причини і характер деформації експлуатаційної колони, методи її попередження. Особливості експлуатації газоконденсатних свердловин. Аналітичний

розрахунок фазових перетворень газоконденсатних сумішей при різних тисках і температурах. Вплив ретроградних процесів на продуктивну характеристику свердловин. Методи очищення привибійної зони і вибою свердловин від конденсату. Особливості експлуатації газових і газоконденсатних свердловин на завершальній стадії розробки родовища. Заходи щодо забезпечення охорони довкілля при видобуванні газу.

6.3 Одночасно-роздільна експлуатація однією свердловиною декількох пластів

Класифікація методів одночасно-роздільної експлуатації декількох пластів однією свердловиною, умови їх застосування. Принципові схеми і основні елементи обладнання. Особливості освоєння, експлуатації, дослідження і ремонту свердловин при одночасно-роздільній експлуатації декількох об'єктів.

6.4 Підвищення продуктивності нафтових і газових свердловин

Обґрунтування робіт з підвищення продуктивності нафтових і газових свердловин. Методи підвищення продуктивності свердловин, умови їх застосування. Гідравлічний розрив пласта. Кислотне оброблення. Теплове і термохімічне оброблення. Очищення привибійної зони вуглеводневими розчинниками і поверхнево-активними речовинами. Гідропіскоструминна і додаткова кумулятивна перфорація. Віброоброблення. Методи створення змінних тисків і циклічних депресій тиску, використання вибухових речовин і електрогідравлічної дії на привибійну зону свердловин. Розрахунок технологічних параметрів оброблення привибійної зони пласта різними методами, техніка і технологія їх проведення. Оцінка ефективності оброблень. Техніка безпеки при діянні на присвердловинну зону пласта. Особливості проведення оброблень присвердловинної зони пласта у газових свердловинах на заключній стадії розробки родовищ.

6.5 Підземний ремонт свердловин

Загальна характеристика і класифікація ремонтних робіт у свердловинах. Глушіння свердловин. Рідини для глушіння свердловин. Технологія і техніка проведення окремих видів ремонтних робіт (ізоляція припливу пластових вод, ліквідація негерметичності експлуатаційної колони і цементного кільця, перехід на інші пласти, буріння додаткових відводів від основного стовбура, заміна свердловинного і устьового обладнання, ліквідація обриву і прихоплення труб і штанг, розбурювання цементного стакана, фрезерування башмака колони, очищення вибою і стовбуру від металічних предметів, консервація, розконсервація і ліквідація свердловин та інші). Технологічна карта проведення ремонтних робіт у свердловинах. Освоєння свердловин після проведення ремонтних робіт. Техніка безпеки при проведенні ремонтних робіт.

7 ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ШЕЛЬФОВИХ НАФТОВИХ, ГАЗОВИХ І ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

Історія і перспективи освоєння ресурсів нафти і газу на континентальному шельфі в Україні і світі. Основні нафтогазовидобувні райони і акваторії морів та океанів. Поняття шельфу. Будова шельфових зон, границі і зони поширення. Гідрометеорологічні умови на морі, морські течії, вітрове навантаження. Особливості організації геолого-пошукових робіт. Гідротехнічні споруди для буріння і експлуатації морських свердловин. Естакади, стаціонарні і напівзанурені платформи, самопіднімальні споруди, бурові судна, льодостійкі основи, порти і портові споруди, нафтопромисловий флот. Технологія і техніка буріння морських свердловин. Конструкція свердловин на морських родовищах

при надводному і підводному розташуванні гирла. Обладнання стовбура, комплекси підземного обладнання. Особливості розробки шельфових родовищ в умовах мілководдя, великих глибин і в критичних умовах. Методи підвищення нафо-, газо- і конденсатовилучення з морських родовищ. Утилізація стічних вод. Особливості дослідження, експлуатації і ремонту свердловин на шельфових родовищах. Облаштування шельфових родовищ. Збір і підготовка свердловинної продукції. Техніка безпеки і захист навколишнього середовища при розробці та експлуатації шельфових родовищ нафти і газу.

8 ЗБІР І ПІДГОТОВКА СВЕРДЛОВИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

8.1 Збір і підготовка нафти, газу і води на нафтових родовищах

Системи збору нафти, газу і води на промислах. Призначення, класифікація і розрахунок промислових трубопроводів. Вимірювання кількості та якості продукції свердловин. Вимоги до якості товарної нафти, яка подається на нафтопереробні заводи. Сепарація нафти від газу. Розрахунок процесу одноступеневої та багатоступеневої сепарації. Класифікація, конструкція і принцип роботи газовіддільників. Технологічний розрахунок горизонтальних і вертикальних газосепараторів. Деемульсація і знесолювання нафти. Методи руйнування водонафтових емульсій. Деемульгатори, їх фізико-хімічні властивості. Трубопровідна деемульсація. Технологічний розрахунок підігрівальної та теплообмінної апаратури. Гідравлічний розрахунок відстійної та розподільної апаратури. Підготовка та використання промислових стічних вод. Зберігання нафти на промислах. Класифікація, конструктивні особливості та обладнання нафтопромислових резервуарів. Втрати вуглеводнів при зберіганні, методи боротьби з втратами вуглеводнів при зборі, підготовці і зберіганні нафти. Вимірювання кількості та оцінка якості товарної нафти.

8.2 Збір і підготовка газу, конденсату і води на газових і газоконденсатних родовищах

Класифікація систем збору газу, конденсату і води на промислах. Технологічний розрахунок промислових газопроводів. Ускладнення в системі збору свердловинної продукції, методи попередження і боротьби з ними. Вимоги до якості природного газу, що подається в магістральний газопровід. Товарні кондиції стабільного конденсату. Способи підготовки газу і конденсату до транспортування. Низькотемпературна сепарація газу з використанням дросельного ефекту та установок штучного холоду. Розрахунок процесу сепарації газу. Вибір і розрахунок сепараторів і теплообмінників. Термодинамічний розрахунок турбодетандера. Розрахунок зміни в часі потрібної холодопродуктивності установки штучного холоду. Підготовка газу до транспортування методами абсорбції і адсорбції. Технологічні схеми установок, характеристика основного обладнання. Абсорбенти і адсорбенти. Розрахунок процесу абсорбційної і адсорбційної підготовки газу. Визначення потрібної кількості сорбентів і конструктивних розмірів апаратів. Регенерація насичених розчинів абсорбентів. Способи регенерації, розрахунок технологічного процесу, вибір обладнання. Промислові дотискні компресорні станції (ДКС). Призначення ДКС. Типи і характеристика газоперекачувальних агрегатів. Технологічний розрахунок ДКС з різними типами газоперекачувальних агрегатів. Розміщення ДКС на промислових установках комплексної підготовки газу.

9 ЕКОНОМІЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ НАФТОВИХ, ГАЗОВИХ І ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

Капітальні вкладення в розробку родовищ. Експлуатаційні витрати. Собівартість видобування нафти, газу і конденсату. Методика оцінки ефективності капітальних вкладень. Економічна оцінка ефективності геолого-технічних заходів з інтенсифікації видобування нафти і газу і різних систем розробки родовищ.

2.3 БЛОК № 3

(Кафедра транспортування та зберігання енергоносіїв)

1 СПОРУДЖЕННЯ ГАЗОНАФТОПРОВОДІВ

Основні вимоги, що пред'являються до нафтогазопровідних труб. Марки трубних сталей. Типи труб, що застосовуються для магістральних трубопроводів. Класифікація та категорії магістральних трубопроводів. Профіль та його елементи. Оптимальне профілювання трубопроводів. Конструктивні схеми прокладання магістральних газонафтопроводів. Навантаження та впливи. Напружений стан трубопроводу. Міцність підземних трубопроводів. Розрахунок товщини стінки трубопроводу. Перевірка трубопроводу на міцність та відсутність пластичних деформацій. Стійкість підземних трубопроводів. Поздовжні та поперечні переміщення підземних трубопроводів. Організація і технологія спорудження лінійної частини трубопроводів в нормальних умовах. Підготовчі, земляні та транспортні роботи. Види корозії, методи захисту трубопроводів і обладнання від корозії. Види корозії і методика оцінки корозійних втрат. Природа хімічної корозії металів. Природа електрохімічної корозії металів. Пасивні методи захисту трубопроводів. Активні методи захисту трубопроводів. Ізоляційно-укладальні роботи, очищення та випробування трубопроводів. Криволінійні ділянки, технологічне обладнання та технологічні розриви трубопроводів. Монтаж технологічного обладнання та усунення технологічних розривів трубопроводів. Конструктивні схеми підводних переходів газонафтопроводів. Конструктивні схеми балкових переходів газонафтопроводів. Конструктивні схеми висячих переходів газонафтопроводів. Аркові переходи газонафтопроводів. Конструкції переходів газонафтопроводів через залізниці та автомобільні дороги. Зварювально-монтажні роботи при будівництві трубопроводів. Класифікація способів зварювання трубопроводів. Призначення та класифікація машин для спорудження та ремонту трубопроводів.

2 ТРУБОПРОВІДНИЙ ТРАНСПОРТ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ

Фізико-хімічні властивості нафти в умовах транспортування. Поняття магістрального нафтопроводу. Класи і категорії магістральних нафтопроводів. Короткі попередні відомості про магістральні нафтопроводи. Зміст технологічного розрахунку магістральних нафтопроводів. Початкові дані, необхідні для технологічного розрахунку магістральних нафтопроводів. Основні розрахункові формули для визначення втрат напору і коефіцієнта гідравлічного опору. Методика гідравлічного розрахунку магістральних нафтопроводів згідно з нормами технологічного проектування ВНТП 2-86. Узагальнена формула Лейбензона. Її практичне застосування для гідравлічних розрахунків нафтопроводів. Гідравлічний нахил. Трубопроводи з лупінгами та вставками. Характеристика перекачувальних станцій і трубопроводу, суміщена характеристика, робоча точка. Визначення кількості насосних станцій та необхідної довжини лупінга на магістральному нафтопроводі. Вибір

оптимального діаметра нафтопроводу. Розстановка нафтоперекачувальних станцій на профілі траси трубопроводу. Методи регулювання режимів експлуатації нафтопроводу. Технології перекачування високов'язких нафт, що характеризуються неньютонівськими властивостями. Технологія послідовного перекачування різносортних нафт та нафтопродуктів.

3 ТРУБОПРОВІДНИЙ ТРАНСПОРТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Фізико-хімічні властивості природного газу в умовах транспортування. Рівняння стану реального газу, методи розрахунку газових сумішей. Класифікація газопроводів. Поняття магістрального газопроводу, основні елементи газопроводу. Поняття продуктивності та пропускної здатності газопроводу. Методи визначення пропускної здатності газопроводу. Рівняння витрати газу в газопроводі, вплив чинників на пропускну здатність ділянки газопроводу. Розрахунок розподілу температури і тиску по довжині ділянки газопроводу. Методи теплогідрравлічного розрахунку газопроводу. Визначення кількості газу, що знаходиться в порожнині газопроводу. Газорозподільні станції. Технологічні схеми. Основне обладнання. Методи проектного технологічного розрахунку газопроводів. Методи регулювання режимів експлуатації газопроводу.

4 НАСОСНІ ТА КОМПРЕСОРНІ СТАНЦІЇ

Технологічне обладнання насосних станцій. Нафтові насоси, конструктивні особливості, гідродинамічні характеристики, методи їх математичного моделювання. Регулювання параметрів перекачування. Режими роботи нафтопроводу при відключенні НПС. Технологічні схеми компресорних станцій (КС) магістральних газопроводів. Характеристика обладнання для очищення газу від механічних домішок та вологи на КС. Характеристика обладнання для компримування газу на КС. Характеристика обладнання для охолодження газу на КС. Газоперекачувальні агрегати, конструктивні особливості, газодинамічні характеристики, методи їх математичного моделювання. Приведені характеристики відцентрових нагнітачів (ВН), методи побудови. Методи розрахунку режимів роботи КС, що оснащена відцентровими нагнітачами з газотурбінним приводом. Аналітичні моделі характеристик ВН, точність, методи їх апроксимації. Паралельне і послідовне з'єднання ГПА, алгоритм розрахунку. Методи діагностування стану ГПА і КС.

5 ЗБЕРІГАННЯ ТА РОЗПОДІЛ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ

Історія розвитку системи забезпечення нафтопродуктами, існуючий стан. Розрахунок фізичних властивостей нафтопродуктів. Територія і зони нафтосховищ. Класифікація резервуарів і їх призначення. Визначення необхідних об'ємів резервуарної ємності нафтобази. Вибір резервуарів для зберігання нафтопродуктів. Проектування резервуарних парків нафтобаз. Визначення параметрів обвалування резервуарних парків. Класифікація резервуарів. Вимоги до матеріалів резервуарних конструкцій. Резервуари вертикальні сталеві. Методи спорудження наземних вертикальних сталевих резервуарів. Резервуари з понтоном. Резервуари з плаваючою покрівлею. Горизонтальні сталеві резервуари. Залізобетонні резервуари. Траншейні резервуари. Елементарний розрахунок корпусу вертикального сталевих резервуара на міцність. Основне технологічне обладнання резервуарів. Основні положення з технічного обслуговування резервуарів. Залізничний транспорт

нафтопродуктів. Автомобільний транспорт нафтопродуктів. Водний транспорт нафтопродуктів. Втрати нафти і нафтопродуктів у процесі зберігання та транспортування. Методи та засоби зменшення втрат вуглеводнів. Технічне обслуговування резервуарів. Облік нафтопродуктів в резервуарах. Автозаправні станції.

6 ЗБЕРІГАННЯ ГАЗУ

Історія та сучасний стан підземного зберігання газу в світі та Україні. Технічні характеристики підземних сховищ газу України. Характеристика основних способів зберігання вуглеводнів та природного газу. Функції підземних сховищ газу в системі газопостачання. Класифікація пластових ПСГ. Поняття про активний і буферний газ в ПСГ. Методика визначення необхідної ємності ПСГ щодо активного і буферного газу. Геометричні та колекторські властивості пласта-колектора ПСГ. Пластовий тиск, вплив роботи свердловин на його величину, переваги та недоліки високих пластових тисків. Глибина залягання та герметичність пласта-колектора ПСГ. Поняття продуктивності ПСГ. Поняття фільтрації газу і рідини в пласті. Відмінність від руху в трубопроводах. Поняття про моделювання властивостей пласта-колектора. Поняття про швидкість фільтрації. Зв'язок між швидкістю фільтрації і швидкістю руху в порових каналах. Формула Дарсі для швидкості фільтрації. Лінійний закон фільтрації. Нелінійний закон фільтрації. Причини виникнення. Розрахункові формули. Формула Дюпюї для дебіту газової експлуатаційної та нагнітальної свердловини. Практична формула для газової експлуатаційної свердловини за лінійного закону фільтрації. Практична формула для газової експлуатаційної свердловини за нелінійного закону фільтрації. Методика одержання. Інтерференція свердловин. Графічна ілюстрація. Вплив на величину пластового тиску. Гідродинамічно досконалі і недосконалі свердловини. Види недосконалості. Вплив на дебіт свердловини. Вихідні дані та етапи розрахунку режимів відбирання газу із ПСГ (ПСГ створене у виснаженому газовому родовищі, газовий режим експлуатації). Умова нормальної експлуатації свердловини. Основні шляхи підвищення дебіту свердловин. Принципова технологічна схема пластового ПСГ. Визначення дебіту свердловин при лінійному та нелінійному законах фільтрації у пласті. Інженерні методи розрахунку режимів відбору і закачування газу в ПСГ. Технологічне обладнання ПСГ для очищення, компримування, охолодження, обліку газу. Газоперекачувальні агрегати, конструктивні особливості, газодинамічні характеристики.

7 РОЗПОДІЛ ТА ПОСТАЧАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Розрахунок фізичних властивостей газу в умовах газових мереж. Норми тиску газу в газових мережах. Структура систем газопостачання населених пунктів. Інженерні методи розрахунку газових мереж високого та середнього тиску. Інженерні методи розрахунку газових мереж низького тиску. Технологічні схеми та обладнання ГРС. Технологічні схеми та обладнання ГРП. Правила експлуатації газових мереж населених пунктів. Розрахунок фізичних властивостей скраплених вуглеводневих газів (СВГ). Закони Рауля та Дальтона та їх застосування при інженерних розрахунках процесів транспортування та зберігання СВГ. Розрахунок на міцність ємностей для транспортування та зберігання СВГ. Технологічний розрахунок трубопроводу для транспортування СВГ.

8 ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ ГАЗОНАФТОПРОВОДІВ

Процес обслуговування. Види обслуговування і ремонту. Затрати на обслуговування і ремонт, оптимізмція процесу. Надійність газотранспортних систем, показники надійності. Математичні моделі надійності і їх реалізація для лінійних ділянок і станцій. Теоретичні основи обслуговування. Стратегії обслуговування. Функція мети, оптимізація обслуговування газопроводів. Ефективність газонафтопроводів, коефіцієнт ефективності, методи розрахунку. Кількість рідини в газопроводі. Теорія витіснення рідини з трубопроводу, очисні пристрої. Розрахунок параметрів процесу очистки. Вплив швидкості та прискорення на ефективність роботи очисних пристроїв. Види пошкоджень лінійних ділянок, діагностика пошкоджень. Періодичність очищення газопроводів. Методи ліквідації пошкоджень. Види ремонтних робіт на магістральних трубопроводах і їх специфіка. Способи ремонту лінійної частини магістральних трубопроводів. Врізка в трубопровід під тиском. Випробування після ремонту.

3. Навчально-методичні матеріали

1. Коцкулиц Я. С., Кочкодан Я. М. Буріння нафтових і газових свердловин. Підручник. – Коломия: ВПТ «Вік», 1999 – 504 с.
2. Кочкодан Я. М. Технологія буріння нафтових і газових свердловин. Частина друга. Вибірні двигуни. Елементи гідромеханіки в бурінні. Режими буріння. Підручник. – Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, 2013. – 249 с.
3. Кочкодан Я. М. Технологія буріння нафтових і газових свердловин. Частина третя. Буріння свердловин у заданому напрямку. Підручник. – Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, 2010. – 356 с.
4. Мислюк М. А., Рибчич І. Й., Яремійчук Р. С. Буріння свердловин: Довідник. Т. 1: Загальні відомості. Бурові установки. Обладнання та інструменти. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – 367 с.
5. Мислюк М. А., Рибчич І. Й., Яремійчук Р. С. Буріння свердловин: Довідник. Т. 2: Промивання свердловин. Відробка доліт. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – 303 с.
6. Мислюк М. А., Рибчич І. Й., Яремійчук Р. С. Буріння свердловин: Довідник. Т. 3: Вертикальне та скероване буріння. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 294 с.
7. Мислюк М. А., Рибчич І. Й., Яремійчук Р. С. Буріння свердловин: Довідник. Т. 5: Ускладнення. Аварії. Екологія. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 376 с.
8. Довідник з нафтогазової справи / За заг. ред. докторів технічних наук В. С. Бойка, Р. М. Кондрата, Р. С. Яремійчука. – К.: Львів, 1996. – 620 с.
9. Коцкулич Я. С., Тищенко О. В. Закінчування свердловин: Підручник. – К.: «Інтерпрес ЛТД», 2009. – 366 с.
10. Державний стандарт України. ДСТУ Б В.2.7-88-99. Цементи тампонажні. Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. Київ, 1999. – 53 с.
11. Горський В.Ф. Тампонажні матеріали і розчини. Посібник-монографія. – 2006.
12. Буріння свердловин: Довідник: У 5т. Т. 4: Завершення свердловин / М. А. Мислюк, І. Й. Рибчич. – К.: «Інтерпрес ЛТД», 2012. – 608 с.
13. Возний В.Р., Яремійчук Р.С. Основи гірничого виробництва: видобування нафти, газу та твердих корисних копалин: Підручник. К.: Кондор, 2006.
14. Соломчак Я.В. Нафтогазова механіка: Конспект лекцій. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2009.
15. Бойко В.С. Розробка та експлуатація нафтових родовищ: Підручник. Київ: Реал-Принт, 2004.
16. Р. М. Попадюк, Я. В. Соломчак Дослідження нафтових свердловин та пластів: Конспект лекцій. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2003.

17. Бойко В.С. Підземний ремонт свердловин. Івано–Франківськ: Факел, 2002.
18. Бойко В.С. Підземний ремонт свердловин. Підручник. У 4-ох частинах. Частина IV. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2009.
19. Бойко В.С., Бойко Р.В. Підземна гідрогазомеханіка: Підручник, затверджений Міністерства освіти і науки України. Львів: Апріорі, 2007.
20. Бойко В.С. Збірник задач з технології видобування нафти. Для студ. спец. “Видобування нафти і газу” та “Розробка нафтових і газових родовищ”. Ч.1. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2001.
21. Попадюк Р.М., Соломчак Я.В. Збір і підготовка нафтопромислової продукції. Конспект лекцій. (для студ. напрямку підготовки 0903 “Гірництво” спеціальності “Видобування нафти і газу”) Івано-Франківськ: Факел, 2003.
22. Попадюк Р.М. Проектування технологічних систем збору та підготовки нафти, газу і води: Конспект лекцій. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2004.
23. Попадюк Р.М. Проектування технологічних систем збору і підготовки нафтопромислової продукції. Методичні вказівки. Івано-Франківськ: Факел, 2002.
24. Середюк М. Д. Якимів Й. В., Лісафін В. П. Трубопровідний транспорт нафти і нафтопродуктів: підруч. для студ. закл. вищ. освіти – Івано-Франківськ: Кременчук, 2006. – 517 с.
25. Якимів Й. В. Типові технологічні розрахунки трубопровідного транспорту нафти і нафтопродуктів : навч. посіб. для студ. закл. вищ. освіти – Івано-Франківськ : Факел, 2006. – 366 с.
26. Середюк М. Д. Проектування та експлуатація нафтопродуктопроводів : монографія – Івано-Франківськ : Факел, 2008. – 282 с.
27. Касперович В.К. Трубопровідний транспорт газу: підручник. – Івано-Франківськ: Факел, 1999. – 198 с.
28. Сусак О.М., Касперович В.К., Андрієшин М.П. Трубопровідний транспорт газу: підручник.-Івано-Франківськ, 2013.- 345 с.
29. Середюк М. Д. Савків Б. П. Підземне зберігання газу. Навчальний посібник. 2015, 232 с.
30. Дорошенко Я.В. Спорудження магістральних трубопроводів: підручник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2009 – 563 с. ISBN 978-966-694-119-3.
31. Мартинюк Т. А., Чернова О. Т., Мартинюк Р. Т. Комплексна механізація будівництва та ремонту трубопроводів: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012 – 286 с. ISBN 978-966-694-170-4.
32. Мартинюк Т. А., Чернова О. Т. Машини для спорудження трубопроводів: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014 – 333 с. ISBN 978-966-694-204-6.

33. Мартинюк Р. Т. Контроль якості монтажних робіт при спорудженні трубопроводів: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012 – 358 с. ISBN 978-966-694-170-4.
34. Мартинюк Р. Т., Чернова О. Т., Мартинюк Т. А., Спорудження насосних та компресорних станцій: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014 – 238 с. ISSN I/II-7207.
35. Чернова О. Т. Спорудження газосховищ і нафтобаз: навчальний посібник. Частина 1. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014 – 476 с. ISBN 978-966-694-203-9.
36. Грудз В. Я., Тимків Д. Ф., Яковлев Е.І. Обслуговування газотранспортних систем: навчальний посібник. – К.: УМК ВО, 1991. – 160 с.
37. Мартинюк Т. А., Турчинський Я.О., Шиян Т. П. Метрологія, стандартизація і контроль якості: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2004. – 185 с.
38. Мартинюк Т. А., Чернова О. Т. Типові розрахунки машин для спорудження трубопроводів: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2001 – 119 с.
39. Гідзяк І.П., Гідзяк М.І. Організація і технологія будівництва трубопроводів у складних умовах. Частина III: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: Факел, 2008. – 174 с.
40. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Костів В. В. Основи наукових досліджень: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: Факел, 2008. – 68 с.
41. Грудз В. Я., Нечаев О. І. Протикорозійний захист трубопроводів і резервуарів: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: Факел, – 1999. – 96 с.
42. Дорошенко Я. В., Дорошенко Ю. І. Спорудження та ремонт зосереджених об'єктів газонафтопроводів: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – 488 с.
43. Чернова О. Т., Мартинюк Т. А. Спорудження газосховищ і нафтобаз: конспект лекцій. Частина 1. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010 – 287 с.
44. Шиян Т. П. Запухляк В. Б. Нафтогазова механіка. Будівельна справа: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – 151 с.
45. Шиян Т. П. Транспортні роботи при будівництві трубопроводів: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: Факел, 2008. – 140 с.
46. Мельниченко Ю.Г. Обслуговування і ремонт насосних та компресорних станцій: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016. – 119 с.
47. Стасюк Р.Б., Запухляк В.Б., Пиріг Т.Ю. Стратегія сталого розвитку та інженерна освіта: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. – 177 с.
48. Дорошенко Я. В. Спорудження та ремонт зосереджених об'єктів газонафтопроводів: підручник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 836 с.
49. Запухляк, В. Б. Обслуговування та ремонт газонафтопроводів : конспект лекцій / В. Б. Запухляк, В. Я. Грудз, Р. Б. Стасюк. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2020. – 149 с.

4. Система оцінювання

При вступі на третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти для здобуття наукового ступеня доктор філософії вступний іспит складається з двох частин: письмової відповіді на шість питань та співбесіди для уточнення змісту письмової відповіді. Екзаменаційний білет містить шість питань, по 2 питання з трьох блоків, які для формування білету обираються різних розділів в межах одного блоку. Відповідь на 4 питання білета оцінюється за 15-бальною системою (табл. 1), а на два питання оцінюється за 20-бальною шкалою (табл. 2). Оцінка, яку вступник отримує за відповідь на кожне питання, визначається за системою балів, поданою нижче. Критерії оцінювання наведені в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1 – Критерії оцінювання (15-бальна шкала)

Бали	Характеристика відповіді
15	Повна правильна відповідь на запитання з відповідними поясненнями.
13-14	Відповідь правильна, але не зовсім повна.
10-12	Відповідь в цілому правильна, але містить окремі неточності.
7-9	Відповідь в цілому правильна, але містить неточності або є неповною.
3-6	Відповідь в цілому правильна, але містить суттєві неточності або суттєво неповна.
1-2	Відповідь містить суттєві помилки.
0	Відповідь на питання відсутня.

Таблиця 2 – Критерії оцінювання (20-бальна шкала)

Бали	Характеристика відповіді
20	Повна правильна відповідь на запитання з відповідними поясненнями.
18-19	Відповідь правильна, але не зовсім повна.
14-17	Відповідь правильна, але не повна (відсутня одна позиція відповіді).
11-13	Відповідь в цілому правильна, але містить окремі неточності.
7-10	Відповідь в цілому правильна, але містить неточності або є неповною.
3-6	Відповідь в цілому правильна, але містить суттєві неточності або суттєво неповна.
1-2	Відповідь містить суттєві помилки.
0	Відповідь на питання відсутня.

Початковий рейтинг абітурієнта за екзамен розраховується виходячи із 100-бальної шкали: $15+15+15+15+20+20=100$ балів. При визначенні загального рейтингу вступника початковий рейтинг за екзамен перераховується у 200-бальну шкалу за табл. 3.

Таблиця 3 – Таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів) оцінкам 200-бальної шкали (100..200 балів)

PCO	100..200	PCO	100..200	PCO	100..200	PCO	100..200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

Вступне випробування проводять лише за затвердженим комплектом екзаменаційних білетів. Відмова студента від написання вступного випробування за екзаменаційним білетом атестується як незадовільна відповідь.

Під час вступного випробування дозволяється користуватися ручкою та листами вступного випробування. При виявленні факту використання недозволених матеріалів предметна комісія має право припинити випробування і виставити незадовільну оцінку.

Перескладання фахового вступного випробування не дозволяється. Вступник може подати апеляцію щодо результату фахового вступного випробування лише в день оголошення результатів цього випробування.

5. Приклад екзаменаційного білету

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Освітньо-науковий ступінь доктор філософії

Спеціальність G16 - Гірництво та нафтогазові технології

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № _____

1. (15 балів) Проєктування і розрахунок бурильних колон.
2. (15 балів) Методика проєктування конструкції свердловини.
3. (15 балів) Типи свердловин, які застосовуються при розробці газових і газоконденсатних родовищ.
4. (15 балів) Технологічна карта проведення ремонтних робіт у свердловинах.
5. (20 балів) Напружений стан трубопроводу.
6. (20 балів) Правила експлуатації газових мереж населених пунктів.

Затверджено:

Гарант освітньо-наукової програми _____ Ярослав ДОРОШЕНКО