

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти та газу  
Кафедра нафтогазових машин та обладнання обладнання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор інституту  
інженерної механіки

Л. І. Романишин

2023р.



**ПРОГРАМА**  
**ДЕРЖАВНОГО ЕКЗАМЕНУ**  
ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ «ОБЛАДНАННЯ  
НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ ПРОМИСЛІВ» ПЕРШОГО РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
(БАКАЛАВР)  
спеціальності - "**Нафтогазова інженерія та технології**"

Івано-Франківськ -2023


Програма призначена для ознайомлення і підготовки студентів 4-го курсу бакалаврів для проведення навчання за освітньо – професійною програмою магістра. Сформована у відповідності до рівня знань, якими повинен володіти бакалавр за ОПП "Обладнання нафтових і газових промислів".

Програма є базою для розроблення контрольних завдань для вступу бакалаврів на навчання за освітньо-професійною програмою магістра.

Програма базується на наступних дисциплінах навчального плану підготовки бакалаврів: гідравліка; гідромашини і компресори; машини і обладнання для буріння нафтових і газових свердловин; машини і обладнання для видобутку нафти і газу; основи конструювання; охорона праці; раціональна експлуатація бурових та нафтогазопромислових машин.

Програма розглянута на засіданні кафедри нафтогазових машин та обладнання, протокол № 13 від **11.05.2023** р.

Завідувач кафедри



Ярослав ФЕДОРОВИЧ

## ГІДРАВЛІКА, ГІДРОМАШИНИ І КОМПРЕСОРИ

Фізичні властивості рідин. В'язкість, стисливість, температура розширення, тиск насичених парів. Модель ідеальної рідини.

Гідростатичний тиск, його властивості. Сили, що діють на рідину. Основне рівняння гідростатики. Прилади для вимірювання тиску. Сила тиску. Закон Архімеда.

Основні поняття кінематики рідини: лінія течії, струмина, нормальний переріз, витрата. Середня швидкість. Рівняння витрати. Диференціальне рівняння руху рідини.

Рівняння Бернуллі для струмини ідеальної рідини. Енергетична та геометрична інтерпретація рівняння Бернуллі. Рівняння Бернуллі для реальної рідини, його практичне використання.

Ламінарний та турбулентний режими течії рідини. Визначення критичної швидкості руху рідини. Турбулентна течія рідини в напірних трубопроводах. Вплив шорсткості поверхні труб. Коефіцієнти гідравлічного опору в трубах.

Місцеві опори. Види місцевих опорів. Коефіцієнти місцевих опорів. Визначення втрат напору в місцевих опорах.

Гідравлічний розрахунок трубопроводів. Основні задачі розрахунку трубопроводів. Основні розрахункові формули. Розрахунок простих і складних трубопроводів. Явище гідравлічного удару та способи його попередження.

Класифікація насосів. Характеристики насосів. Визначення робочої точки насосної установки. Будова та принцип роботи насосів динамічної дії. Кавітація в насосах. Паралельне та послідовне з'єднання насосів динамічної дії. Методи регулювання режиму роботи відцентрових насосів.

Будова та принцип роботи насосів об'ємної дії. Характеристики насосів об'ємної дії.

Будова та принцип роботи поршневих компресорів. Характеристика поршневих компресорів.

Класифікація гідравлічних двигунів. Будова та принцип дії гідродвигунів. Визначення характеристик гідродвигунів.

Класифікація гідравлічних циліндрів. Будова та принцип дії гідравлічних циліндрів. Визначення характеристик гідравлічних циліндрів.

## МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Короткий історичний огляд розвитку техніки та технології спорудження бурових свердловин. Стан і перспективи нафтогазової галузі та нафтового машинобудування в Україні.

Вимоги до складу, комплектності, компоновки і властивостей бурових установок. Класифікація бурових установок за призначенням і конструктивними ознаками.

Основні технічні показники бурових установок. Стандартизація бурових

установок за технічними показниками. Сучасні моделі бурових установок.

Конструкція бурових свердловин. Проектування обсадних колон. Обсадні труби і їх з'єднання.

Інструмент для проводки свердловин. Породоруйнівний інструмент, бурові долота і бурильні головки, вибір породоруйнівного інструменту, його робота у свердловині.

Бурильна колона, її склад і будова, основні засади і нормативи проектування і розрахунку. Бурильні труби і їх з'єднання.

Вибірні двигуни, технічні показники, параметричні ряди типорозмірів, стандартизація. Вибір вибірного двигуна для конкретних умов застосування.

Обладнання для обертання бурильної колони: системи верхнього привода, ротори. Технічні показники, їх стандартизація, методи визначення та вибору. Основні засади розрахунку вузлів і агрегатів ротора.

Бурові вертлюги: конструктивні схеми, технічні показники, приєднувальні розміри, їх стандартизація і уніфікація, методи визначення і вибір бурового вертлюга. Основні засади міцнісного розрахунку вузлів і деталей.

Підйомний комплекс бурових установок, склад і будова, кінематика, тахограма, навантаження, динаміка.

Талева система підйомного комплексу, технічні показники, їх стандартизація, методи визначення і критерії вибору. Кінематичний і силовий аналіз талевого механізму. Вузли і агрегати талевих систем.

Талеві канати: конструктивне виконання, технічні показники, їх стандартизація і методи визначення. Вибір канатів для заданих умов використання. Робота каната в талевій системі, її визначення і облік, програми раціонального відпрацювання.

Бурові лебідки: конструктивні і кінематично-компонувальні схеми, технічні показники, їх стандартизація і методи визначення, вибір моделі бурової лебідки.

Гальмівні пристрої бурових лебідок. Головне механічне гальмо: механічний, міцнісний та тепловий розрахунок. Експлуатація і технічне обслуговування. Допоміжні гальмівні пристрої бурових лебідок: технічні показники, методи їх визначення та вибору.

Комплекси та засоби механізації, інструмент для виконання СПО.

Насосно-циркуляційний комплекс бурової установки: склад, комплектація, технологічно-компонувальні схеми. Обладнання для приготування промивальних флюїдів: технічні показники, методи їх визначення і вибору обладнання.

Обладнання для очищення промивальних рідин, сепарації твердої фази і газу з них. Технічні показники, методи їх визначення і вибору обладнання.

Обладнання для зберігання і кондиціонування промивальних агентів: склад, комплектність, технічні показники. Блочно-комплектні циркуляційні системи бурових установок.

Бурові насоси: порівняльний аналіз конструктивних схем, технічні показники, їх стандартизація і методи визначення, параметричний ряд бурових насосів. Основні засади міцнісного розрахунку вузлів і деталей.

Головний і допоміжний приводи бурової установки: класифікація за типом двигунів, трансмісій, компоновкою і кінематикою, технічні показники головних приводів, їх стандартизація. Методика визначення технічних показників і вибору головного привода.

Трансмісії головного привода бурових установок, технічні показники та параметри режиму роботи. Механічні передачі в бурових установках, передачі багаторядними втулково-роликowymi ланцюгами: технічні показники, їх стандартизація, засади проектування. Фрикційні механічні передачі: клинопасові передачі, пневматичні муфти: технічні показники, засади розрахунку і вибору.

Гідродинамічні трансмісії, гідропривод об'ємної дії, електромашинні передачі: технічні показники, моментно-частотні характеристики, методи розрахунку і вибору. Регульований тиристорний електропривод.

Споруди бурових установок. Бурові вишки: технічні показники, методи визначення і вибору, основні засади розрахунку. Основи бурових установок: технічні показники, методи їх визначення і вибору основ.

Системи керування буровими установками: склад, будова, класифікація. Пневматичні системи керування бурових установок: технічні показники, методи їх визначення і вибору.

Тампонажні роботи у свердловинах, наземне обладнання і свердловинне приладдя для тампонажних робіт.

Обладнання устя свердловин в бурінні. Компоновки противикидного обладнання.

## **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИДОБУТКУ НАФТИ І ГАЗУ**

Обладнання устя експлуатаційних та нагнітальних свердловин. Обладнання ствола свердловини.

Обладнання для експлуатації свердловин фонтанним способом. Насосно-компресорні труби (умови роботи, класифікація, типи і конструкція, розрахунок на міцність).

Фонтанна і нагнітальна арматура. Призначення, комплектація, типові схеми компоновок, умови експлуатації та область раціонального застосування. Вибір фонтанних арматур для експлуатації нафтових і газових свердловин. Запірні та регулюючі пристрої, їх призначення та конструкція. Маніфольди фонтанних арматур. Фланцеві з'єднання фонтанних арматур. Конструкція і способи їх ущільнення. Розрахунок навантажень, які діють на деталі фланцевих з'єднань. Перевірочний розрахунок деталей фланцевих з'єднань на статичну міцність. Монтаж, випробування та раціональна експлуатація фонтанних арматур.

Обладнання для газліфтної експлуатації нафтових свердловин. Призначення, склад та комплектність установок для експлуатації свердловин безкомпресорним та компресорним газліфтом. Різновиди газліфтних установок за функціональним призначенням. Принципи роботи та умови експлуатації газліфтних установок. Технічні параметри та конструктивні особливості

газліфтних клапанів, свердловинних камер.

Установки для механізованих способів видобутку нафти. Класифікація. Область використання. Безштангові заглибні електровідцентрові насосні установки (ЕВН). Призначення, склад і принцип дії обладнання. Умови експлуатації. Вибір комплектуючого обладнання установки ЕВН. Визначення навантажень на основні деталі насоса і розрахунки на міцність. Експлуатація та обслуговування УЕВН.

Штангові свердловинні насосні установки (ШСНУ). Класифікація. Область використання. Аналіз факторів, які визначають ефективність роботи ШСНУ та їх технічний стан. Комплектність і компоновка приводів ШСНУ. Технічні показники, їх стандартизація. Порівняльний аналіз кінематичних схем приводів.

Штангові свердловинні насоси (ШСН). Основні види та область використання. Циліндри та плунжери насосів. Клапани та замкові опори насосів. Вибір насосів для заданих умов експлуатації. Експлуатація, ремонт та випробування штангових насосів. Контроль якості штангових насосів.

Штангова колона, призначення, конструкція. Насосні штанги. Типи і конструкція штанг. Основи теорії корозійно-втомної міцності. Експлуатація і обслуговування. Сили, які діють в точці підвішування колони штанг. Зрівноваження балансірного приводу ШСНУ. Основні засади розрахунку вузлів і деталей балансірного приводу на міцність. Визначення потужності приводів. Класифікація несправностей в роботі ШСНУ. Динамометрування. Технічні засоби динамометрування. Обробка і аналіз динамограм.

Колона насосно-компресорних труб (НКТ). Умови роботи НКТ в свердловинах, обладнаних ШСН. Діючі навантаження. Методика розрахунку колони НКТ. Раціональна експлуатація.

Вибір обладнання ШСНУ для заданих умов експлуатації. Основні положення вибору комплектуючого обладнання. Способи регулювання режиму роботи установки та аналіз факторів, що впливають на ефективність і економічність її роботи. Експлуатація і обслуговування обладнання установки.

Установки штангових гвинтових насосів для видобутку нафти. Склад установки та її особливості. Свердловинний штанговий гвинтовий насос. Привод свердловинних штангових гвинтових насосів. Особливості роботи і розрахунку штанг з гвинтовими насосами. Вибір обладнання свердловинних штангових гвинтових насосних установок.

Гідропривідні штангові насосні установки. Принципова схема гідропривідної ШСНУ. Фактори, які впливають на вибір і склад обладнання установки. Способи зрівноваження. Конструктивні особливості довгоходових насосних установок.

Свердловинні гідропоршневі насосні установки. Основні принципові схеми гідропоршневих насосних установок. Конструктивно-кінематичні схеми гідравлічного двигуна насоса. Розрахунок параметрів для вибору гідропоршневих насосних установок.

Установки гвинтових, діафрагмових та струменевих безштангових насосних установок. Склад обладнання, принцип дії та основні конструктивні особливості. Технічні параметри і область ефективного використання.

Обладнання для проведення ремонтних робіт на свердловинах. Обладнання для підземного ремонту свердловин. Структура ремонту. Технологічні операції. Класифікація обладнання. Інструмент для виконання спуско - підймальних операцій. Засоби механізації для спуско - підймальних операцій. Трубні механічні ключі. Штангові механічні ключі. Вантажопідйомне обладнання. Підйомні установки.

Наземне технологічне обладнання для ремонту свердловин. Насосні установки для ліквідації піщаних пробок в нафтових і газових свердловинах. Конструкція, параметри. Вибір насосних установок та іншого обладнання для промивки піщаних пробок. Противикидне обладнання для ремонту свердловин. Експлуатаційні ротори та вертлюги. Обладнання для ліквідації аварій та інструмент для ловильних робіт.

## ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ

Організація процесу розроблення та освоєння виробництва промислової продукції. Етапи розроблення і поставлення продукції на виробництво.

Конструкторська документація, її зміст та призначення. Види конструкторських документів. Стадії розроблення конструкторської документації. Експлуатаційна документація.

Принципи стандартизації та уніфікації в нафтогазовому машинобудуванні. Уніфікація вузлів, деталей та конструктивних елементів. Параметричні ряди обладнання. Методика створення параметричних рядів обладнання.

Загальні методологічні принципи та правила конструювання. Варіантне конструювання.

Матеріаломісткість конструкцій. Способи зменшення матеріаломісткості конструкцій.

Жорсткість конструкцій та способи підвищення жорсткості конструкції.

Конструкційні матеріали та їх використання в нафтогазовому машинобудуванні. Термічні та хіміко-термічні способи зміцнення конструкцій.

Аналіз факторів, що впливають на вибір конструкційних матеріалів. Рекомендації щодо вибору конструкційних матеріалів та способів їх зміцнення.

Загальні поняття технологічності конструкції. Номенклатура показників технологічності конструкції та методи їх визначення. Методика кількісної оцінки технологічності конструкції. Відпрацювання конструкції на технологічність.

Основні принципи та конструктивні методи підвищення технологічності складання – розбирання, монтажу – демонтажу бурового та нафтогазопромислового обладнання.

Основні поняття якості. Номенклатура показників якості продукції машинобудування.

Методика визначення показників якості продукції. Методи оцінки технічного рівня та якості продукції. Контроль якості продукції. Методи контролю якості продукції. Технічні засоби для контролю якості продукції машинобудування.

Випробування машин та обладнання. Види випробувань. Підготовка та проведення випробувань. Програма та методика випробувань.

Управління якістю продукції машинобудування. Основні рекомендації щодо формування якості при проектуванні, забезпечення якості в процесі виробництва, підтримання якості виробів при експлуатації.

Мета та завдання контролю технічної документації. Суть технологічного та метрологічного контролю, нормоконтролю. Організація проведення технічного контролю конструкторської документації.

## **РАЦІОНАЛЬНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ БУРОВИХ ТА НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВИХ МАШИН**

Питання надійності при роботі бурового та нафтогазопромислового обладнання. Оцінка надійності обладнання. Показники надійності. Основні напрямки дослідження надійності. Кількісні показники надійності, їх математичне і графічне трактування. Класифікація відмов. Методи підвищення надійності обладнання на різних етапах його життєвого циклу.

Види руйнування деталей бурового і нафтогазопромислового обладнання. Класифікація видів руйнувань та зношування деталей. Основні характеристики зношування деталей, та чинники, що на нього впливають. Методи вимірювання зношування. Загальні поняття про трибологію і триботехніку.

Організація технічного обслуговування і ремонту обладнання. Система планово-попереджувальних ремонтів (ППР). Основи технічної діагностики. Технологія проведення ремонтних робіт. Види і характеристика ремонтів. Балансування деталей і вузлів. Обкатування і випробування обладнання після проведення його капітального ремонту. Дефектоскопія в системі ППР. Структура і задачі ремонтних служб галузі. Ремонтна документація.

Класифікація і характеристика способів ремонту зношених деталей. Методи поверхневого зміцнення деталей. Термічне і хіміко-термічне зміцнення. Зміцнення поверхнево-пластичним деформуванням та наплавленням зносостійкими матеріалами. Ремонт типових деталей бурових і нафтогазопромислових машин. Вибір раціонального способу ремонту.

Змащування машин та сучасні мастильні матеріали. Вимоги до мастильних матеріалів та їх класифікація. Мастильні матеріали для бурового та нафтогазопромислового обладнання. Організація змащувального господарства галузі. Зберігання і регенерація мастильних матеріалів.

Раціональна експлуатація та ремонт бурових машин. Особливості експлуатації бурових веж, обладнання спуско-підйимального комплексу, обладнання для обертання бурильної колони, для герметизації устя свердловини, обладнання насосно-циркуляційного комплексу. Експлуатаційна та ремонтна документація.

Раціональна експлуатація та ремонт нафтогазопромислових машин. Особливості експлуатації та ремонту вузлів фонтанної арматури, насосних штанг, труб НКТ, обладнання для фонтанного, газліфтного і насосного способів видобутку нафти. Ремонт обладнання для підземного ремонту



свердловин і дії на привибійну зону. Експлуатаційна та ремонтна документація.

## ОХОРОНА ПРАЦІ

Поняття охорони праці. Сфера дії закону. Основні принципи державної політики в галузі охорони праці. Управління охороною праці та обов'язки роботодавця. Громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці. Органи державного управління охороною праці. Права громадян на ОП при укладенні трудового договору. Які органи виконують функції державного нагляду за ОП в Україні. Організація служби ОП на виробництві.

Функції громадського контролю на підприємстві в області ОП. Організація служби ОП на виробництві. Як оформляються і розслідуються нещасні випадки на виробництві. Порядок реєстрації та обліку випадків професійних захворювань. Види відповідальності за порушення законодавства по ОП. Перелік матеріалів спеціального розслідувати нещасного випадку. Обов'язки працівника щодо додержання вимог нормативно-правових актів з ОП. Охорона праці жінок та неповнолітніх. Обов'язки комісії з розслідування причин професійного захворювання. Відшкодування власником шкоди працівникам у разі ушкодження здоров'я. Фінансування охорони праці. Соціальне страхування від нещасних випадків і профзахворювань. Обов'язки роботодавця під час спеціального розслідування нещасних випадків. Право працівників на пільги і компенсації за важкі та шкідливі умови праці.

Склад комісії із спеціального розслідування нещасних випадків. Які нещасні випадки не визнаються пов'язаними з виробництвом і на них не складається акт по формі Н-1. Права працівників на охорону праці під час роботи. Склад комісії із розслідування випадків професійних захворювань.

Обов'язки комісії з розслідування нещасних випадків. Обов'язки комісії з розслідування аварій. Порядок повідомлення про груповий нещасний випадок, нещасний випадок із смертельним наслідком. Спеціальне розслідування групового нещасного випадку.

## ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Андріішин М.П., Возняк Л.В., Гомер Р.Ф. та ін. Гідравліка. Навчальний посібник. За ред. Р.Ф.Гімера. – Івано-Франківськ: Факел, 2000. – 253 с.
- 2 Бойко В.С. Підземна гідромеханіка: Навч. Посібник / В.С. Бойко. – Київ: ІСДО, 1995. – 288 с.
- 3 Возняк Л.В. Гідравліка. Збірник задач і вправ. Навчальний посібник. / Л.В. Возняк, Р.Ф. Гімер. – Івано-Франківськ: Факел, 2004. – 242 с.
- 4 Возняк Л.В. Гідравліка. Навчальний посібник. / Л.В.Возняк. – Івано-Франківськ: Факел, 2015. – 327 с.
- 5 Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халіновський М. О. Основи охорони праці. Київ: Каравелла, 2006. – 392 с.
- 6 Довідник з нафтогазової справи. / За заг.ред. докторів технічних наук В.С.Бойка, Р.М.Кондрата, Р.С.Яремійчука, - Київ: Львів, 1996.
- 7 Закон України «Про охорону праці» в редакції від 21 листопада 2002.
- 8 Закон України «Про охорону праці» // Відом. Верх. Ради України. - 2003. - №2. - С. 18-32.
- 9 Іващенко В.Т., Сенчишак В.М. Розрахунок і конструювання деталей машин. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Нова Зоря, 2013. – 808 с.
- 10 Копей Б.В., Лях М.М. Розрахунок, конструювання, монтаж та експлуатація машин та обладнання для спорудження свердловин. Підручник. /Б. В. Копей, М. М. Лях. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. 612 с.
- 11 Копей Б.В. Розрахунок, монтаж і експлуатація бурового обладнання. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, Факел, 2001.
- 12 Касьянов В. М. Гидромашинны и компрессоры. Москва: Недра, 1981.
- 13 Костриба І.В. Основи конструювання нафтогазового обладнання: Навч.посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2007.
- 14 Лівак І.Д., Концур І.Ф., Шостаківський І.І. Основи нафтогазової справи: Навчальний посібник. /І.Д. Лівак, І.Ф. Концур, І.І. Шостаківський.- Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. – 432 с.
- 15 Мислюк М. А., Рибчин І. Й., Р.С. Яремійчук Р. С. Буріння свердловин. Довідник, Київ.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 372 с.
- 16 Навроцький Б.І. Механіка рідин: (підручник для технічних вузів) / Б. Навроцький, Є.Сухін. – К.: ДІА, 2003. – 416 с.
- 17 Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві: Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2001р. № 1094 // Все про бухгалтерський звіт. - 2001. - №83. - С.8-19.
- 18 Правила безпеки у нафтогазовидобувній промисловості України: державний нормативний акт про охорону праці. Київ, 2004. – 126 с.
- 19 Романишин Т.Л. Машини та обладнання для буріння нафтових і газових свердловин. Конспект лекцій. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2022. 274 с.
- 20 Середюк М.Д. Трубопровідний транспорт нафти і нафтопродуктів. Підручник для студентів спеціальності «Газонафтопроводи та газонафтоосховища» / М.Д.Середюк, Й. В. Якимів, В. П. Лісафін. – Івано-Франківськ, 2001. – 517 с.

- 21 Соломчак Я.В. Нафтогазова механіка. Конспект лекцій / Я.В. Солончак, - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2009. – 204 с.
- 22 Федорович Я.Т. Машини та обладнання для видобутку нафти і газу: навч. посіб. /Я.Т.Федорович. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. – 344 с.
- 23 ДСТУ 3974-2000. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення.