

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



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ «СПОРУДЖЕННЯ ТА ЗАХИСТ
ГАЗОНАФТОПРОВІДІВ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
185 «НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Азюковський О.О., Расцветаєв В.О. Методичні вказівки до самостійної роботи за дисципліною «Спорудження та захист газонафтопроводів» для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології». – Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д., : НТУ «ДП», 2024. – 14 с.

Автори:

О.О. Азюковський, канд. техн. наук, доцент

В.О. Расцветаєв, 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 спорудження та захисту газонафтопроводів.

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 нафтогазовій галузі.

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.....	5
4. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	6
5. ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОГО ОПАНУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕМ.....	8
ЛІТЕРАТУРА.....	13

ВСТУП

Трубопровідний транспорт – це найекономічніший вид транспортування з місць видобутку та виробництва до районів використання і переробки нафти, нафтопродуктів, газу, газоконденсату та ін. Магістральні нафтопроводи і газопроводи транспортують ці продукти на великі відстані найкоротшою лінією з найменшими втратами. Тому питання пов'язані зі спорудженням та захистом газонафтопроводів дуже важливі, зокрема коли трубопровідний транспорт застосовується в системах господарювання країни.

У межах цього курсу застосовується системний підхід у викладанні питань спорудження і експлуатації газонафтопроводів. Наведено технологія і техніка транспорту і зберігання нафти, газу і нафтопродуктів. Викладено методику технологічного розрахунку магістрального трубопроводу, а також розрахунок показників обсягів виробництва. Для різних умов описані технології спорудження газонафтопроводів. Дано відомості про технічне обслуговування і ремонт нафтогазових об'єктів.

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі «Нафтогазова інженерія та технології» спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф15 «Спорудження та захист газонафтопроводів» віднесено такі результати навчання:

РН3	Аналізувати та розробляти елементи технологічних схем та технічних пристроїв систем буріння свердловин, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу.
РН15	Обирати ефективні засоби контролю та автоматизації технологічних процесів у нафтогазовій галузі з урахуванням цілей та наявних обмежень.

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо сучасних технологій та процесів при проектуванні, спорудженні та захисті газонафтопроводів.

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-Ф15	знати положення щодо спорудження газопроводів, нафтопроводів і нафтопродуктопроводів
	РН3.2-Ф15	ідентифікувати категорії магістральних трубопроводів
	РН3.3-Ф15	визначати особливості підземного та надземного прокладення трубопроводів
	РН3.4-Ф15	виконувати розрахунок нафтогазопроводів на міцність і стійкість
РН15	РН15.1-Ф13	знати склад та принцип дії елементів системи електрохімічного захисту підземних сталевих трубопроводів
	РН15.2-Ф13	оцінювати корозійну небезпеку умов експлуатації підземних сталевих трубопроводів

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	60	26	34	6	54
практичні	60	26	34	6	54
РАЗОМ	120	52	68	12	108

4 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	60
	<i>Змістовий модуль 1. Спорудження газонафтопроводів</i>	30
РНЗ.1-Ф15	1. Загальні положення щодо спорудження газопроводів, нафтопроводів і нафтопродуктопроводів	2
РНЗ.2-Ф15	2. Класифікація та категорії магістральних трубопроводів	2
РНЗ.1-Ф15 РНЗ.2-Ф15	3. Основні вимоги щодо спорудження траси газонафтопроводів	2
РНЗ.1-Ф15 РНЗ.2-Ф15	4. Конструктивні вимоги до трубопроводів при спорудженні газопроводів, нафтопроводів і нафтопродуктопроводів	4
	4.1. Загальні вимоги	
	4.2. Розміщення арматури на трубопроводах	
РНЗ.3-Ф15	5. Особливості підземного прокладення трубопроводів	4
	5.1. Загальні відомості	
	5.2. Прокладення трубопроводів у гірських умовах	
	5.3. Прокладення трубопроводів в районах видобутку корисних копалин	
	5.4. Прокладення трубопроводів в сейсмічних районах	
	5.5. Прокладення трубопроводів в складних кліматичних умовах	
РНЗ.3-Ф15	6. Переходи трубопроводів через природні та штучні перешкоди	4
	6.1. Загальні відомості	
	6.2. Підводні переходи трубопроводів через водні перешкоди	
	6.3. Підземні переходи трубопроводів через залізні і автомобільні дороги	
РНЗ.3-Ф15	7 Особливості надземного прокладення трубопроводів	4
РНЗ.4-Ф15	8. Розрахунок трубопроводів на міцність і стійкість	8
	8.1. Загальні відомості	
	8.2. Розрахункові характеристики матеріалів	
	8.3. Навантаження та вплив на трубопроводи	
	8.4. Визначення товщини стінки трубопроводів	
	8.5. перевірка міцності і стійкості підземних і наземних трубопроводів	
	8.6. Перевірка міцності та стійкості надземних трубопроводів	
	8.7. Параметри компенсаторів	
	8.8. Особливості розрахунку трубопроводів які прокладаються в сейсмічних районах	

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	8.9. Параметри з'єднувальних деталей трубопроводів	
	8.10 Охорона навколишнього середовища при спорудженні газопроводів, нафтопроводів і нафтопродуктопроводів	
	<i>Змістовий модуль 2. Захист газонафтопроводів</i>	30
РН15.1-Ф15	1. Умови експлуатації підземних сталевих трубопроводів	4
	1.1 Електрохімічна корозія підземних сталевих трубопроводів	4
	1.2 Засоби протикорозійного захисту підземних сталевих трубопроводів	2
	1.3 Елементи системи катодного захисту підземних сталевих трубопроводів від електрохімічної корозії	4
	1.4.Станції катодного захисту: принцип роботи, умови експлуатації	4
РН15.2-Ф15	2 Характеристики корозійної небезпеки умов експлуатації підземного сталевих трубопроводу	2
	2.1 Процес формування захисного потенціалу підземного сталевих трубопроводу	6
	2.2 Оцінка корозійної небезпеки умов експлуатації підземного сталевих трубопроводу та формування рекомендацій щодо її поліпшення	4
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	60
РН3.4-Ф15 РН15.2-Ф15	Рішення ситуативних навчальних задач, подібні до тих, які фахівець може зустріти в своїй діяльності	60
	РАЗОМ	120

5 ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОГО ОПАНУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕМ

Тема 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТИ НАФТОПРОДУКТІВ І ГАЗУ

- 1.1. Історичні аспекти нафтогазової галузі як джерела забезпечення енергоресурсами.
- 1.2. Особливості різних способів транспортування нафти, нафтопродуктів і газу: особливості трубопровідного у порівнянні із залізничним, морським, річковим та автомобільним транспортом.
- 1.3. Економіка різних видів транспортування нафти і нафтопродуктів.
- 1.4. Етапи проектування магістральних нафтогазопроводів

Тема 2. ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ І ВИМОГИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ДО ЙОГО ЛІНІЙНОЇ ЧАСТИНИ

- 2.1. Основні технологічні параметри магістрального нафтопроводу.
- 2.2. Вимоги нормативних документів до лінійної частини магістрального нафтопроводу.

Тема 3. НАСОСНІ СТАНЦІЇ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ

- 3.1. Вимоги норм технологічною проектування до нафтоперекачувальних і наливних станцій.
- 3.2. Основне устаткування нафтоперекачувальних станцій.
- 3.3. Технологічні схеми нафтоперекачувальних станцій.
- 3.4. Допоміжне устаткування насосного цеху.
- 3.5. Характеристики відцентрових насосів та їх математичні моделі.
- 3.6. Облік кількості нафти в трубопровідному транспорті:
 - методи вимірювань кількості нафти;
 - засоби вимірювання кількості нафти, їх конструктивні особливості і області застосування;
 - експлуатація і повірка лічильників;
 - системи вимірювання кількості і якості нафти.

Тема 4. ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАФТИ НАФТОПРОДУКТІВ І ГАЗУ

- 4.1. Склад нафти їх технологічна класифікація.
- 4.2. Основні фізико-технічні властивості нафти і нафтопродуктів:
 - густина нафти;
 - в'язкість нафти і нафтопродуктів;
 - температура застигання;
 - пожежо- та вибухонебезпечні властивості;

- випаровування нафти і нафтопродуктів;
- молярна маса;
- теплоємність нафти та нафтопродуктів;
- теплопровідність;
- мінеральні домішки і вода як складові сирової нафти;

4.3. Неньютонівські рідини:

- неньютонівські рідини з реологічними характеристиками, які не залежать від часу;
- неньютонівські рідини, реологічні властивості яких залежать від часу;
- в'язкопружні рідини;
- дослідження реологічних властивостей рідин за допомогою ротаційних віскозиметрів;
- реологічні властивості нафт.

Тема 5. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ

- 5.1. Зміст технологічного розрахунку магістральних нафтопроводів.
- 5.2. Початкові дані для технологічного розрахунку нафтопроводів.
- 5.3. Основні формули гідравлічного розрахунку нафтопроводів.
- 5.4. Гідравлічний нахил в трубопроводі та на ділянках з лупінгами і вставками.
- 5.5. Рівняння балансу напорів.
- 5.6. Гідравлічна характеристика трубопроводу.
- 5.7. Суміщена характеристика насосних станцій і трубопроводу.
- 5.8. Розрахункова довжина трубопроводу (перевальні точки).
- 5.9. Розрахункові значення витрати, густини, в'язкості нафти, що перекачується.
- 5.10. Визначення кількості нафтоперекачувальних станцій і необхідної довжини лупінга.
- 5.11. Визначення місця розташування нафтоперекачувальних станцій на профілі траси трубопроводу.
- 5.12. Еквівалентні нафтопроводи.
- 5.13. Розрахунок пропускної здатності системи насосна станція - прилегла ділянка трубопроводу.
- 5.14. Збільшення пропускної здатності нафтопроводу.

Тема 6. ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГАЗІВ І ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ

- 6.1. Густина газів і їх сумішей (питомий об'єм).
- 6.2. Критичні параметри газів і їх сумішей.
- 6.3. В'язкість газів і їх сумішей.
- 6.4. Теплота згорання палива.
- 6.5. Рівняння стану (коефіцієнт стискання газу).

- 6.6. Теплоємність.
- 6.7. Теплопровідність.
- 6.8. Ефект дроселювання.
- 6.9. Вологість газу.
- 6.10. Гідрати природних газів.
- 6.11. Парціальний тиск (пружність насиченої пари).
- 6.12. Зведенню об'єму газу до нормальних і стандартних умов.

Тема 7. СКЛАД СПОРУД ТА ОСНОВНІ НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВІДІВ

- 7.1. Коротка характеристика основних об'єктів газотранспортних систем та їх призначення.
- 7.2. Класифікація газопроводів.
- 7.3. Склад лінійних споруд та вимоги до них.
- 7.4. Склад вузлів редукування газу та вимоги до них.
- 7.5. Склад вузлів очистки газопроводів та вимоги до них.
- 7.6. Вимоги до перекривальної арматури.
- 7.7. Електропостачання лінійних споживачів магістрального газопроводу.
- 7.8. Вимоги до телемеханізації лінійної частини газопроводу.
- 7.9. Об'єкти комплексного захисту магістрального газопроводу від підземної корозії та вимоги до них.
- 7.10. Склад споруд та об'єктів компресорної станції.
- 7.11. Склад споруд газорозподільних станцій та вимоги до них.
- 7.12. Технологічний зв'язок.

Тема 8. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВІДІВ

- 8.1. Рівняння нерозривності для потоку газу.
- 8.2. Гідравлічний розрахунок газопроводів.
- 8.3. Коефіцієнт гідравлічного опору для газопроводів (коефіцієнт гідравлічної ефективності).
- 8.4. Тепловий розрахунок газопроводів.
- 8.5. Зміна тиску по довжині газопроводу (середній тиск).
- 8.6. Розрахунок складних газопроводів методом еквівалентних діаметрів.
- 8.7. Збільшення пропускної здатності газопроводу.
- 8.8. Оптимальні параметри газопроводів.
- 8.9. Визначення оцінювальної пропускної здатності газопроводу.
- 8.10. Газоперекачувальні агрегати компресорних станцій.
- 8.11. Розрахунок режимів роботи компресорної станції.
- 8.12. Розміщення компресорних станцій на трасі газопроводу.

Тема 9. РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВОДІВ ПА МІЦНІСТЬ

Тема 10. ПІДГОТОВКА ГАЗУ ДО ТРАНСПОРТУВАННЯ

Тема 11. ПЕРЕКАЧУВАННЯ ВИСОКОВ'ЯЗКИХ І ЗАСТИГАЮЧИХ НАФТ

- 11.1. Коротка характеристика методів перекачування високов'язких і застигаючих нафт.
- 11.2. Теплові і гідравлічні режими роботи неізотермічних нафтопроводів.
- 11.3. Устаткування насосно-теплових станцій.

Тема 12. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОНАФТОПРОВОДІВ

- 12.1. Оперативно-диспетчерське управління магістральними трубопроводами.
- 12.2. Технічне діагностування систем нафтогазопостачання.
- 12.3. Устаткування для очищення внутрішньої порожнини трубопроводів.
- 12.4. Загальні відомості про трубопровідну арматуру магістральних трубопроводів.
- 12.5. Ідентифікація небезпек та аналіз ризиків на об'єктах нафтогазопроводів.

Тема 13. ЗАХИСТ ПІДЗЕМНИХ МЕТАЛЕВИХ ТРУБОПРОВОДІВ ІЗОЛЮЮЧИМИ ПОКРИТТЯМИ

- 13.1. Вимоги до органічних ізолюючих покриттів (типи та види найбільш широко покриттів, що застосовуються).
- 13.2. Екструдовані та напилені поліетиленові покриття.
- 13.3. Епоксидні покриття.
- 13.4. Покриття із полімерних липких стрічок.
- 13.5. Ізоляція зварних стиків труб.
- 13.6. Бітумні та кам'яновугільні покриття.
- 13.7. Контроль якості захисних покриттів.

Тема 14. МЕТОДИ КОРОЗІЙНИХ ВИМІРЮВАНЬ ТА КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

- 14.1. Мета та завдання корозійних вимірювань.
- 14.2. Визначення корозійної активності ґрунтів.
- 14.3. Визначення небезпеки корозії під впливом блукаючих струмів.
- 14.4. Вимірювання поляризаційних потенціалів підземних сталевих трубопроводів у зоні дії засобів електрозахисту.
- 14.5. Вимірювання при контролі виконання заходів щодо обмеження струмів витоку на рейкових коліях.

Тема 15. КАТОДНИЙ ЗАХИСТ

- 15.1. Принципова схема дії катодного захисту.
- 15.2. Розрахунок параметрів катодного захисту.
- 15.3. Катодні станції.
- 15.4. Анодні заземлювачі.
- 15.5. Розрахунок параметрів анодного заземлення.
- 15.6. Вплив розміру дефекту в ізоляції на його захищеність при катодному захисті.

Тема 16. ГАЛЬВАНІЧНИЙ ЗАХИСТ

- 16.1. Принципова схема дії гальванічного захисту (матеріали протекторів).
- 16.2. Протектори для захисту підземних трубопроводів.
- 16.3. Розрахунок параметрів гальванічного захисту.

Тема 17. ЕЛЕКТРОДРЕНАЖНИЙ ЗАХИСТ ТРУБОПРОВODІВ ВІД КОРОЗІЇ БЛУКАЮЧИМИ СТРУМАМИ

- 17.1. Принцип дії електродренажного захисту.
- 17.2. Розрахунок дренажного захисту.
- 17.3. Установки дренажного захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. СОУ 60.3-30019801-050:2008 Правила технічної експлуатації магістральних газопроводів.
2. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцветаєв ; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2018. – 208 с.
3. Трубопровідний транспорт газу: підручник / В.К. Каперович. – ІваноФранківськ: ІФНТУНГ, 1999. – 198 с.
4. Трубопровідний транспорт газу: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Сусак О.М., Каперович В.К., Андріішин М.П. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – 345 с.: іл., табл.
5. 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.
6. 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.
7. Проектування і експлуатація газонафтопроводів : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / М.П. Водник, Г.М. Кривенко - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – 664 с.
8. СТП 320.30019801.091-2003 Правила технічної експлуатації підземних сховищ газу.
9. СТП 320.30019801.033-2001 Правила технічної експлуатації газорозподільних станцій магістральних газопроводів.
10. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцветаєв ; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 294 с.

Навчальне видання

Азюковський Олександр Олександрович
Расцветаєв Валерій Олександрович

Методичні вказівки до самостійної роботи
за дисципліною «Спорудження та захист газонафтопроводів»
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