

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ТУРБІН

Код РПНД Т83623



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Технологічні схеми та комплектація компресорних станцій
TECHNOLOGICAL SCHEMES AND COMPOSITION
OF COMPRESSOR STATIONS

рівень вищої освіти: другий (магістерський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Миколаїв – 2020

Робоча програма навчальної дисципліни "Технологічні схеми та комплектація компресорних станцій" є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 "Електрична інженерія" спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" освітньої програми "Газотурбінні установки і компресорні станції".

01 вересня 2020 року. – 16 с.

Розробник:

Патлайчук В.М., завідувач кафедри турбін, канд. техн. наук, доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Технологічні схеми та комплектація компресорних станцій" узгоджено з гарантом освітньої програми "Газотурбінні установки і компресорні станції".

Гарант освітньої програми
канд. техн. наук, доцент

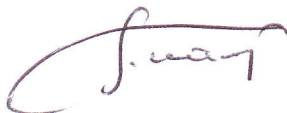


Патлайчук В.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Технологічні схеми та комплектація компресорних станцій" розглянуто на засіданні кафедри турбін.

Протокол № 9 від «26» 05 2020р.

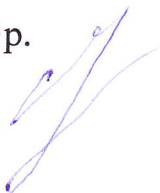
Завідувач кафедри



Патлайчук В.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Технологічні схеми та комплектація компресорних станцій" розглянуто Методичною комісією Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 10 від «28» 05 2020р.



Голова

Сербін С.І.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Технологічні схеми та комплектація компресорних станцій" погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу



Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни "Технологічні схеми та комплектація компресорних станцій" затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 6 від «27» 08 2020р.

Голова НМР НУК



Трушляков С.І.

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	12
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Засоби навчання	14
10. Рекомендовані джерела інформації	15

ВСТУП

Анотація

Дисципліна спрямована на формування у студентів систематизованого цілісного уявлення про призначення, сучасні технологічні схеми та комплектацію компресорних станцій.

Студенти ознайомлюються із існуючими та перспективними типами обладнання, яке входить до складу компресорних станцій, отримують необхідний практичний апарат для проведення розрахунків режимів роботи даного обладнання та вибору оптимальних параметрів.

Внаслідок вивчення дисципліни студент повинен знати особливості робочих процесів устаткування компресорних станцій, шляхи підвищення їх ефективності, тенденції у виборі основних геометричних та режимних параметрів роботи досліджуваного обладнання в різних умовах експлуатації.

Ключові слова: компресорна станція, газоперекачувальний агрегат, технологічна схема, комплектація, система автоматичного керування, відцентровий нагнітач.

Abstract

The course is aimed at forming in students a systematic holistic view of the purpose, modern technological schemes and equipment of compressor stations.

Students get acquainted with the existing and promising types of equipment that is part of compressor stations, get the necessary practical equipment to calculate the modes of operation of this equipment and select the optimal parameters.

As a result of studying the discipline the student must know the features of the working processes of compressor station equipment, ways to increase their efficiency, trends in the choice of basic geometric and mode parameters of the studied equipment in different operating conditions.

Keywords: compressor station, gas pumping unit, technological scheme, complete set, automatic control system, centrifugal compressor.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність: 142 "Енергетичне машинобудування" Освітня програма: "Газотурбінні установки і компресорні станції"	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету:			
Загальна кількість годин – 120		Семестр:	
		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 5.	Освітній рівень: другий (магістерський)	Лекції	
		30 год	12 год
		Практичні заняття	
		15 год	6 год
		Самостійна робота	
		75 год	102 год
		Індивідуальні завдання	
		–	–
	Вид контролю: екзамен		
	Форма контролю: комбінована		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни "Технологічні схеми та комплектація компресорних станцій" є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких **компетентностей**:

- ЗК11. Здатність розробляти та управляти проектами.
- ЗК14. Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- ФК5. Здатність аналізувати необхідну інформацію, технічні дані, показники та результати роботи, систематизувати їх і узагальнювати з метою покращення характеристик енергетичного і теплотехнологічного обладнання, створення нових технологій і модернізації виробництва.
- ФК6. Здатність розробляти і впроваджувати енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою для вивчення дисципліни є освоєння матеріалу дисциплін "Технічна експлуатація устаткування компресорних станцій" і "Режими роботи та характеристики газотурбінних агрегатів", які викладаються у 1-му навчальному семестрі.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких **програмних результатів навчання**:

- ПРН4. Вміння аналізувати і використовувати у професійній діяльності інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; інтерпретувати і впроваджувати результати таких досліджень.
- ПРН7. Розробка проектів згідно з визначеними та описаними вимогами.
- ПРН10. Застосування сучасного інструментарію (створення, вибір і застосування відповідних технологій, ресурсів і інженерних методик, включаючи прогнозування й моделювання) для проведення комплексної інженерної діяльності за спеціальністю.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Призначення та технологічні схеми компресорних станцій

Тема 1. Особливості транспортування природних газів [3]. стор. 27-30.

Тема 2. Призначення та склад компресорної станції [2]. стор. 9-10, [3]. стор. 30-33, [4]. стор. 4-24.

Тема 3. Технологічні схеми компресорних станцій [2]. стор. 10-61, [3]. стор. 39-55.

Тема 4. Системи очищення технологічного газу на компресорній станції [3]. стор. 33-39.

Тема 5. Системи охолодження транспортуваного газу на компресорних станціях [3]. стор. 55-58.

Тема 6. Система імпульсного газу. Система паливного та пускового газу на станції [3]. стор. 60-64.

Тема 7. Система маслопостачання компресорної станції, маслоочищувальні машини та апарати повітряного охолодження масла [3]. стор. 64-70.

Тема 8. Електропостачання компресорних станцій. Організація зв'язку на компресорних станціях [3]. стор. 79-87, 90-94.

Тема 9. Водопостачання та каналізація компресорної станції. Теплопостачання компресорної станції [3]. стор. 87-90.

Тема 10. Електрохімічний захист компресорної станції. Грозозахист компресорної станції [3]. стор. 94-97.

Змістовий модуль 2. Комплектація компресорних станцій

Тема 11. Компонування газоперекачувальних агрегатів. Типові конструкції газоперекачувальних агрегатів газотранспортної системи України [3]. стор. 58-60, 70-74.

Тема 12. Будова та режими роботи відцентрових нагнітачів [1]. стор. 99-124, [2]. стор. 226-244, [3]. стор. 74-79, [4]. стор. 24-45.

Тема 13. Система автоматичного керування газоперекачувальним агрегатом [1]. стор. 296-305, [2]. стор. 62-99, [3]. стор. 238-283.

Тема 14. Газоперекачувальні агрегати з електроприводом [3]. стор. 162-197.

Тема 15. Монтаж основного та допоміжного устаткування на компресорних станціях [3]. стор. 284-332.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Змістовий модуль 1. Призначення та технологічні схеми компресорних станцій										
Тема 1. Особливості транспортування природних газів.	7	2	–	–	5	7	1	–	–	6
Тема 2. Призначення та склад компресорної станції.	8	2	2	–	4	8	1	1	–	6
Тема 3. Технологічні схеми компресорних станцій.	7	2	–	–	5	7	1	–	–	6
Тема 4. Системи очищення технологічного газу на компресорній станції.	8	2	2	–	4	8	1	1	–	6
Тема 5. Системи охолодження транспортуваного газу на компресорних станціях.	7	2	–	–	5	7	1	–	–	6
Тема 6. Система імпульсного газу. Система паливного та пускового газу на станції.	8	2	2	–	4	8	1	1	–	6
Тема 7. Система маслостачання компресорної станції, маслоочищувальні машини та апарати повітряного охолодження масла.	7	2	–	–	5	7	1	–	–	6
Тема 8. Електропостачання компресорних станцій. Організація зв'язку на компресорних станціях	8	2	2	–	4	8	1	1	–	6
Тема 9. Водопостачання та каналізація компресорної станції. Теплопостачання компресорної станції.	7	2	–	–	5	7	–	–	–	7
Тема 10. Електрохімічний захист компресорної станції. Грозозахист компресорної станції.	8	2	2	–	4	8	–	–	–	8
Разом за змістовим модулем 1	75	20	10	–	45	75	8	4	–	63
Змістовий модуль 2. Комплектація компресорних станцій										
Тема 11. Компонування газоперекачувальних агрегатів. Типові конструкції газоперекачувальних агрегатів газотранспортної системи України	9	2	2	–	5	9	1	1	–	7

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Тема 12. Будова та режими роботи відцентрових нагнітачів	9	2	2	–	5	9	1	1	–	7
Тема 13. Система автоматичного керування газоперекачувальним агрегатом	9	2	1	–	6	9	1	–	–	8
Тема 14. Газоперекачувальні агрегати з електроприводом	9	2	–	–	7	9	–	–	–	9
Тема 15. Монтаж основного та допоміжного устаткування на компресорних станціях	9	2	–	–	7	9	1	–	–	8
Разом за змістовим модулем 2	45	10	5	–	30	45	4	2	–	39
Разом за курсом	120	30	15	–	75	120	12	6	–	102

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Призначення та склад компресорної станції.	2	1
2	Технологічні схеми компресорних станцій.	2	–
3	Вибір робочого тиску, визначення числа компресорних станцій та відстані між ними.	2	1
4	Уточнений тепловий та гідравлічний розрахунок ділянки газопроводу між двома компресорними станціями.	2	1
5	Визначення складу газоперекачувального агрегату та розрахунок режиму роботи компресорної станції.	2	1
6	Конструкція та особливості роботи нагнітачів розробки ПАТ "Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе" та ЗАО "Невский завод".	2	1
7	Конструкція та особливості роботи нагнітачів розробки ЗАО "УТЗ" (торгова марка "ТМЗ") та торгової марки "Nuovo Pignone".	2	1
8	Система автоматичного керування газоперекачувальним агрегатом.	1	–
РАЗОМ		15	6

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної та заочної форм навчання:

- підготовка до лекційних занять – 1 година на 1 лекцію;
- підготовка до практичних занять – 1-2 год/1 заняття;
- написання рефератів, есе, виконання розрахункових, розрахунково-графічних або графічних робіт, домашньої контрольної роботи, перекладу, аналітичний огляд, аналіз практичних, проблемних ситуацій (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – мінімум 15 годин на 1 роботу;
- підготовка до контрольних заходів – (15-30) год. на 1 захід.

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	15	12
2	Підготовка до практичних занять	8	12
3	Виконання розрахункового завдання	22	48
4	Підготовка до екзамену	30	30
РАЗОМ		75	102

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, практичних занять та самостійної роботи студентів.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та практичних заняттях словесними й наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на практичних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

3. Дослідницький – творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання завдань практичних робіт проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час карантину заняття повністю проводяться дистанційно в режимі відеоконференцій за допомогою онлайн-платформи Google Meet.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Технологічні схеми та комплектація компресорних станцій" є:

- усні та письмові відповіді на практичних заняттях;
- виконання розрахункового завдання;
- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати максимум **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на практичних заняттях.

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний екзамен надається студенту, який з урахуванням

отриманих балів проміжних оцінок і заключного екзамену може набрати разом не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

Екзамен проводиться у комбінованій формі (письмові відповіді та усний захист). До екзаменаційного білету входить чотири питання. Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Відповіді на практичних заняттях	8 x 4 бали = 32 бали	6 x 4 бали = 24 бали
Виконання розрахункового завдання	28 балів	36 балів
Екзамен	40 балів	40 балів
Всього	100	100

Відповідь на практичному занятті	Критерії оцінювання
4	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.
3	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
2	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.
1	Відповідь має суттєві помилки, аргументи несформульовані, використовуються невірна термінологія.
0	Студент не дає відповіді або відповідь містить значну кількість суттєвих помилок.
<i>Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 32 для денної форми навчання та 24 для заочної форми навчання (відповідно 8 та 6 занять по 4 бали).</i>	

Виконання розрахункового завдання (у дужках для заочної форми)	Критерії оцінювання
22-28 (28-36)	Завдання виконане у встановлений термін. Студент самостійно проаналізував задачу і раціонально розв'язав її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
16-22 (19-27)	Завдання виконане самостійно, але з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно проаналізував задачу і раціонально розв'язав її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
8-15 (10-18)	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент навів потрібні формули та розв'язав задачу користуючись алгоритмом. Підготовлений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1-7 (1-9)	Студент виконав завдання, але розрахунок містить деякі помилки. Підготовлений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Студент не виконав завдання.
<i>Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 28 для денної форми навчання та 36 для заочної форми навчання</i>	

Відповідь на питання екзамену	Критерії оцінювання
9-10	Відповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає матеріал, показує глибокі знання з питання білету, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
7-8	Студент спроможний чітко та стисло зробити доповідь, дає правильну відповідь на запитання білету, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
5-6	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на питання білету, належно обґрунтовує матеріал, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання.
3-4	Студент невпорядковано дає відповіді на питання білету, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію, але надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
1-2	Студент невпорядковано дає відповідь на питання білету, не спроможний аргументувати свою позицію, не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії.
0	Студент не дає відповіді на питання білету.
<i>Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 40 (4 питання по 10 балів)</i>	

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ1	T2	Практичне заняття №1	4	Практичне заняття №1	4
	T4	Практичне заняття №2	4	Практичне заняття №2	4
	T6	Практичне заняття №3	4	Практичне заняття №3	4
	T8	Практичне заняття №4	4	Практичне заняття №4	4
	T10	Практичне заняття №5	4	—	—
ЗМ2	T11	Практичне заняття №6	4	Практичне заняття №5	4
	T12	Практичне заняття №7	4	Практичне заняття №6	4
	T13	Практичне заняття №8	4	—	—
ЗМ1-ЗМ2		Виконання розрахункового завдання	28	Виконання розрахункового завдання	36
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

9. Засоби навчання

1. Мультимедійне обладнання.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Бондаренко Г.А., Кирик Г.В. Компресорні станції: підручник. Суми: Сумський державний університет, 2016. 385 с.
2. Дубинський В.Г., Житомирський Б.Л., Лопатін О.С. Технічна експлуатація газотурбінних компресорних станцій на магістральних газопроводах: навч. посібник. Харків: Основи, 2019. 331 с.

3. Козаченко А.М. Експлуатація компресорних станцій магістральних газопроводів. Харків: Основи, 2009. 401 с.
4. Патлайчук В.М. Технологічний розрахунок магістрального газопроводу та розрахунок режиму роботи компресорної станції. Миколаїв: Вид-во НУК, 2018. 45 с.

Допоміжна література

1. Альбом плакатов ЦБН типа Н-370-18. М.: Газпром Центрремонт, 2010. 10 с.
2. Артемова Т.Г. Експлуатація компресорних станцій магістральних газопроводів: навч. посібник. Львів: Вид-во ЛНУ, 2000. 176 с.
3. Быков Л.И., Мустафин Ф.М., Рафиков С.К. Типовые расчеты при сооружении и ремонте газонефтепроводов. С.-Петербург: Недра, 2006. 824 с.
4. Козаченко А.Н., Никишин В.И., Поршаков Б.П. Энергетика трубопроводного транспорта газов: учебное пособие. М. : Нефть и газ, 2001. 400 с.
5. Компрессорные станции: учебник / А.Г. Сафиуллин, М.Б. Хадиев, А.В. Палладий, Ф.Ф. Субханкулов. Казань: КГТУ, 2010. 244 с.
6. Поршаков Б.П., Апостолов А.А., Никишин В.И. Газотурбинные установки на газопроводах. М.: ГУП «Нефть и газ», 2003. 240 с.
7. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций: учебн. пособие / А. М. Шаммазов и др. М.: Недра-Бизнесцентр, 2003. 404 с.
8. Ревзин Б.С. Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом: учебн. пособие. Екатеринбург: УГТУ, 2002. 269 с.
9. Ревзин Б.С., Ларионов И.Д. Газотурбинные установки с нагнетателями для транспорта газа. М.: Недра, 1991. 303 с.
10. Ревзин Б.С., Тарасов А.В. Особенности конструкции одно- и двухступенчатых нагнетателей природного газа: учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ, 2000. 102 с.
11. Устройство и работа центробежного нагнетателя газа НЦВ-6,3/76-1,45: учебн. пособие / сост. Д. В. Каршин, И. П. Канунников. Самара: СГАУ, 2005. 34 с.
12. Хадиев М.Б. Газоперекачивающие агрегаты магистральных газопроводов : учебное пособие. Казань: КГТУ, 2004. 108 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Інтернет-портал Міністерства економіки України. Газотранспортна система України. – Режим доступу: <http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/19.html>.
2. Газовий реверс для України. Газотранспортна система України. – Режим доступу: <https://inpress.ua/ru/economics/12837-gazuu-evropa-ili-gazovyy-revers-dlya-ukrainy>.
3. Всеукраїнська громадська організація «Національна газова спілка України»: схема газотранспортної системи України. – Режим доступу: <https://web.archive.org/web/20131216112859/http://gasunion.org.ua/sxemi-gazotransportno%D1%97-sistemi.html>.
4. Сайт ТОВ «Оператор газотранспортної системи України». – Режим доступу: <https://tsoua.com/>.
5. Сайт науково-технічного журналу "Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова". – Режим доступу: <http://znp.nuos.mk.ua/>.