

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

(повна назва підрозділу)

Кафедра двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації

(повна назва кафедри)



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Internal Combustion Engine Hydraulic Machines

рівень вищої освіти перший, бакалаврський
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська
українська/англійська

Миколаїв – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Гідравлічні машини двигунів внутрішнього згоряння» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво

(шифр і назва)

спеціальності G11 Машинобудування

(шифр і назва)

спеціалізації G11.02 Двигуни та енергетичні установки

(шифр і назва)

освітня програма Двигуни внутрішнього згоряння

(зазначаються повна назва освітньої програми)

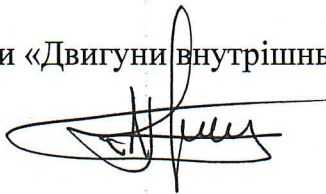
«19» травня 2025 року. – 23 с.

Розробник: Гогоренко Олексій Анатолійович, канд. техн. наук, доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Гідравлічні машини двигунів внутрішнього згоряння» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Двигуни внутрішнього згоряння»

канд. техн. наук, доцент



Аркадій ПРОСКУРІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Гідравлічні машини двигунів внутрішнього згоряння» розглянуто на засіданні кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації

Протокол № 10 від « 19 » травня 2025 р.

Завідувач кафедри

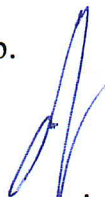


Олексій ГОГОРЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Гідравлічні машини двигунів внутрішнього згоряння» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 5 від « 12 » червня 2025 р.

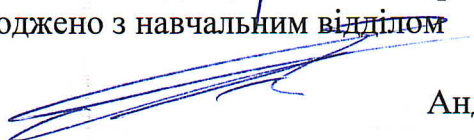
Голова



Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Гідравлічні машини двигунів внутрішнього згоряння» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

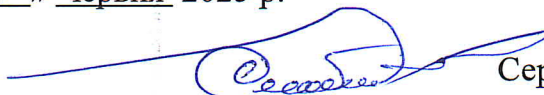


Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Гідравлічні машини двигунів внутрішнього згоряння» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 6 від « 25 » червня 2025 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	14
7. Форми поточного та підсумкового контролю	15
8. Критерії оцінювання результатів навчання	16
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	19
10. Рекомендовані джерела інформації	19

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «Гідравлічні машини двигунів внутрішнього згорання» спрямована на вивчення основних гідравлічних елементів, що використовуються у різних системах двигунів внутрішнього згорання. Вона охоплює глибоке розуміння принципів функціонування та конструктивних особливостей таких компонентів, як насоси, пускові компресори, вентилятори охолоджувальних систем, гідравлічні муфт та гідротрансформатори, які є важливими для забезпечення стабільної та ефективної роботи ДВЗ.

У процесі вивчення дисципліни здобувачі освіти ознайомляться з методами проєктування та вибору гідравлічних машин, що застосовуються в автомобільних та суднових двигунах. Вони опанують теоретичні основи та практичні навички з конструктивного розрахунку відцентрових насосів, випробування, а також особливостей експлуатації в різноманітних умовах, включаючи різні режими роботи.

Завдяки комплексному підходу до вивчення дисципліни, слухачі набувають не лише спеціалізованих знань, але й вміння аналізувати та вирішувати практичні завдання в галузі конструкції, випробувань та обслуговування гідравлічних машин. Це забезпечує їх конкурентоспроможність на ринку праці та сприяє подальшому професійному зростанню в інженерних та технологічних сферах.

Ключові слова: вентилятор, гідравлічна машина, гідравлічна муфта, гідротрансформатор, насос, пусковий компресор.

Abstract

The discipline “Internal Combustion Engine Hydraulic Machines” is aimed at studying the fundamental hydraulic components used in various internal combustion engine systems. It encompasses a deep understanding of the operating principles and design features of components such as pumps, starting compressors, cooling system fans, hydraulic couplings, and hydro-transformers, which are essential for ensuring the stable and efficient operation of internal combustion engines.

During the course, students will be introduced to the methods of designing and selecting hydraulic machines employed in automotive and marine engines. They will master both the theoretical foundations and practical skills in the design calculations of centrifugal pumps, testing procedures, and the operational peculiarities under various conditions, including different modes of operation.

Thanks to the comprehensive approach of the discipline, participants acquire not only specialized knowledge but also the ability to analyze and solve practical problems in the fields of design, testing, and maintenance of hydraulic machines. This prepares them to be competitive in the labor market and supports their further professional growth in engineering and technological fields.

Keywords: fan, hydraulic machine, hydraulic coupling, hydro-transformer, pump, starting 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 – 8	Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		4-й	4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету: https://nuos.edu.ua/studentu/po-lozhennya-nuk/opis-opp/opp-dviguni-vnutrishnogo-zgoryannya-bakalavr/	Спеціальність: G11 «Машинобудування», Спеціалізація: G11.02 «Двигуни та енергетичні установки» Освітня програма: «Двигуни внутрішнього згоряння»	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання (Курсова робота)		7-й	7-й
		Лекцій	
Загальна кількість годин – 240		30 год.	14 год.
		Практичні, семінарські	
		30 год.	14 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5; самостійної роботи студента – 11;		Лабораторні	
	15 год.	6 год.	
	Самостійна робота		
	75 год.	116 год.	
	Індивідуальні завдання: Курсова робота – 90 год.		
Вид контролю: екзамен, курсова робота			
Форма контролю: комбінована			
Освітній рівень: перший (бакалаврський)			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Гідравлічні машини двигунів внутрішнього згоряння» є формування у здобувачів освіти відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ІК-1. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми у галузі енергетичного машинобудування або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК 4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання.

ФК 5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

ФК 11. Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

ФК 18. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для вирішення задач конструювання та проектування гідравлічних механізмів ДВЗ будь якого призначення.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є вивчення дисциплін: «Вища математика», «Фізика», «Деталі машин», «Теоретична механіка», «Теорія машин та механізмів», «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів освіти наступних результатів навчання:

ПРН 2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

ПРН 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності G11 Машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПРН 6. Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють конкретні вимоги, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

ПРН 10. Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.

ПРН 12. Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень.

ПРН 16. Отримувати й інтерпретувати відповідні дані і аналізувати складності у сфері енергетичного машинобудування для донесення суджень, які відображають відповідні соціальні та етичні проблеми.

ПРН 23. Розробляти і проектувати основні агрегати, системи та деталі двигунів внутрішнього згорання, обирати і застосовувати адекватні методології проектування, підбирати основні агрегати до двигунів з типорозмірних рядів, що розробляються світовими виробниками.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Устрій і принцип дії гідравлічних машин ДВЗ

Тема 1. Загальні відомості, класифікація, конструктивні схеми і принцип дії динамічних гідравлічних машин ДВЗ (2 год.)

Лекція 1. Загальні відомості про динамічні гідравлічні механізми ДВЗ. Загальні відомості; класифікація; конструктивні схеми, конструкції і принцип дії відцентрового, вихрового закритого, вихрового відкритого, вихрового з самостійним всмоктуванням насосів; осьові насоси.

Тема 2. Конструктивні схеми і принцип дії об'ємних насосів ДВЗ; струменеві апарати; гідравлічні передачі. (4 год.)

Лекція 2. Загальні відомості про об'ємні гідравлічні механізми ДВЗ, і струменеві апарати. Конструктивні схеми, конструкції і принцип дії об'ємних насосів ДВЗ; струменеві апарати.

Лекція 3. Загальні відомості про гідравлічні передачі. Гідравлічні двигуни. Гідравлічні передачі. Гідромуфти і гідротрансформатори. Конструктивні схеми, конструкції і принцип дії.

Змістовний модуль 2. Теорія і робота гідравлічних машин ДВЗ.

Тема 3. Основи теорії гідравлічних машин (6 год.).

Лекція 4. Основи теорії гідравлічних машин. Основні параметри насосів; основні рівняння теорії гідравлічних машин; рівняння розходу, нерозривності, Бернуллі. Рівняння Дарсі, Дарсі-Вейсбаха. Рівняння Ейлера. Питома робота і натиск насоса і системи. Поняття про робочу точку і про характеристики насоса і системи. Приклади використання основних рівнянь і виразів теорії гідравлічних машин.

Лекція 5. Течія рідини в колесі відцентрового насоса. ККД насосів; течія рідини в колесі відцентрового насоса, трикутники швидкостей. Питома робота коліс з кінцевим і нескінченним числом лопатей; визначення зовнішнього діаметру колеса відцентрового насоса.

Лекція 6. Основи теорії подібності насосів. Загальні відомості; утворення критеріальних рівнянь і критеріїв подібності для насосів; коефіцієнт швидкохідності насосів n_s . Кавітація в насосах і способи її урахування при виконанні розрахунків. Загальні відомості; запас кавітації енергії; рівняння подібності при кавітації і коефіцієнти кавітаційної подібності; критичний запас енергії кавітації спроектованого насоса; вплив конструкції робочого колеса на якості кавітацій відцентрового насоса.

Тема 4. Основи проектування та конструювання відцентрових насосів. (4 год.)

Лекція 7. Розрахунок ступеня відцентрового насоса. Визначення частоти обертання ротора насоса n ; схема розрахунків проточної частини насоса (до остаточного визначення кута β_2).

Лекція 8. Розрахунок ступеня відцентрового насоса (продовження). Побудова лопатей колеса в меридіанному перетині і в плані. Побудова завиток.

Тема 5. Основи проектування та конструювання об'ємних насосів (2 год.).

Лекція 9. Розрахунки об'ємних насосів. Розрахунки поршневих насосів. Розрахунки шестерневих насосів. Розрахунки гвинтових насосів. Конструкції об'ємних насосів і їх елементів.

Тема 6. Сумісна робота насосів ДВЗ та систем (4 год.)

Лекція 10. Характеристики насосів різних типів; характеристики систем; послідовне і паралельне з'єднання насосів і елементів систем;

Лекція 11. Регулювання розходів насосів різними способами.

Змістовний модуль 3. Поршневі пускові компресори.

Тема 7. Основи теорії поршневих компресорних машин (4 год.)

Лекція 12. Робочі процеси в поршковому компресорі. Принципові схеми і робота поршневих пускових компресорів; індикаторні діаграми поршневих компресорів; коефіцієнт подачі $\lambda_{\text{п}}$.

Лекція 13. Розрахунок багатоступінчатого поршневого компресора 1. Коефіцієнт подачі компресора; визначення P_{max} ; розподіл ступенів підвищення тиску по ступенях стиснення; дійсна потужність поршневого компресора.

Тема 8. Основи конструювання пускових компресорів (4 год.).

Лекція 14. Розрахунок багатоступінчатого поршневого компресора 2. Вибір числа ступенів; визначення розмірів ступеня компресора.

Лекція 15. Проектування багатоступінчатого поршневого компресора. Загальна схема проектування поршневого багатоступінчатого компресора. Зворотний розрахунок компресора. Самодіючі клапани компресорів; компоновка клапанів; компоновка компресорів.

Модуль 2.

Розрахунок відцентрового насосу (курсова робота).

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усь ого	у тому числі				усь ого	у тому числі			
		л	пр	лаб	с.р.		л*	пр	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1.										
Змістовий модуль 1. Устрій і принцип дії гідравлічних машин ДВЗ										
<i>Тема 1. Загальні відомості, класифікація, конструктивні схеми і принцип дії динамічних гідравлічних машин ДВЗ</i>	13	2	2	–	9	15	1	1	–	13
<i>Тема 2. Загальні відомості, класифікація, конструктивні схеми і принцип дії об'ємних гідравлічних машин ДВЗ</i>	17	4	2	–	11	15	1	1	–	13
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	30	6	4	–	20	30	2	2	–	26
Змістовий модуль 2. Теорія і робота гідравлічних машин ДВЗ										
<i>Тема 3. Основи теорії гідравлічних машин</i>	25	6	8	–	11	23	3	3	–	17
<i>Тема 4. Основи проектування та конструювання відцентрових насосів</i>	27	4	6	5	12	28	3	3	2	20
<i>Тема 5. Основи проектування та конструювання об'ємних насосів</i>	21	2	2	5	12	24	1	1	2	20
<i>Тема 6. Сумісна робота насосів та систем</i>	17	4	2	–	11	15	1	1	–	13
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	90	16	18	10	46	90	8	8	4	70
Змістовий модуль 3. Поршневі пускові компресори										
<i>Тема 7. Основи теорії поршневих компресорних машин</i>	12	4	4	–	4	12	2	2	–	8
<i>Тема 8. Основи конструювання пускових компресорів</i>	18	4	4	5	5	18	2	2	2	12
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	30	8	8	5	9	30	4	4	2	20
<i>Разом модулем 1</i>	150	30	30	15	75	150	14	14	6	116
Модуль 2.										
<i>Курсова робота</i>	90	–	–	–	90	90	–	–	–	90
<i>Разом за курсом</i>	240	30	30	15	165	240	14	14	6	206

* Для здобувачів заочної форми навчання проводяться оглядові лекції

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	<i>Вивчення конструкції та способів дії гідравлічних агрегатів ДВЗ. Вивчення креслень та натурних зразків динамічних насосів ДВЗ та їх елементів. Вивчення гідропередач. Вивчення способів їх дії та основних параметрів.</i>	2	1
2	<i>Вивчення конструкції та способів дії гідравлічних агрегатів ДВЗ. Вивчення креслень та натурних зразків об'ємних насосів ДВЗ та їх елементів. Вивчення способів їх дії та основних параметрів.</i>	2	1
3	<i>Вивчення основ теорії гідравлічних машин. ККД насосів; течія рідини в колесі відцентрового насоса, трикутники швидкостей;</i>	2	1
4	<i>Вивчення основ теорії гідравлічних машин. Питома робота коліс з кінцевим і нескінченим числом лопатей та їх різною формою; визначення зовнішнього діаметру колеса відцентрового насоса.</i>	2	1
5	<i>Застосування теорії подібності для розрахунків насосів. Критерії подібності у розрахунках насосів. Вибір кавітаційного коефіцієнту швидкохідності. Визначення припустимої частоти обертання ротору насосу.</i>	2	1
6	<i>Обчислення основних конструктивних параметрів відцентрового насосу. Визначення ККД, визначення зовнішнього діаметру колеса.</i>	2	1
7	<i>Обчислення основних конструктивних параметрів відцентрового насосу. Побудова профілю лопатки у меридіанному перерізі. Вибір кута β_2. Вибір раціонального відношення w_1/w_2, Побудова лопаті у плані. Побудова завитки та кінцевого дифузору.</i>	2	1
8	<i>Обчислення основних конструктивних параметрів відцентрового насосу. Профілювання завитки різними способами. Реалізація способу $Rc_u = const$. Побудова завитки та кінцевого дифузору.</i>	2	1
9	<i>Обчислення основних конструктивних параметрів відцентрового насосу. Визначення параметрів спроектованого насосу. Уточнення кавітаційного запасу енергії та висоти всмоктування.</i>	2	1
10	<i>Конструювання відцентрового насосу. Визначення зусиль в відцентровому насосі. Вузли ущільнень. Вузли підшипників.</i>	2	1
11	<i>Об'ємні насоси, особливості конструкції. Поршневі насоси.</i>	2	1
12	<i>Об'ємні насоси, особливості розрахунків. Шестерневі насоси. Гвинтові насоси.</i>	2	1
13	<i>Сумісна робота агрегатів ДВЗ та систем. Визначення параметрів сумісної точки в умовах практичного проектування. Оцінка параметрів зміни цієї точки при різних впливах з боку конструювання та умов експлуатації.</i>	2	1
14	<i>Розрахунок багатоступінчастого пускового компресору. Елементи вибору та обґрунтування початкових параметрів. Визначення потрібної кількості ступенів, значень проміжних тисків, коефіцієнтів втрат видатності. Визначення основних конструктивних розмірів компресора.</i>	2	1
15	<i>Конструювання багатоступінчастого поршневого компресора. Загальна компоновка компресора. Клапани та їх розміщення і закріплення. Пускові балони, повітроохолоджувачі, вологовідокремлювачі та інша арматура.</i>	2	–
	Разом	30	14

Основною метою практичних занять є забезпечення глибокого практичного засвоєння теоретичних знань про гідравлічні машини двигунів внутрішнього згорання. Досягнення цієї мети реалізується через: формування вмінь аналізувати креслення, натурні зразки та технічну документацію, що стосується динамічних і об'ємних насосів, пускових компресорів та інших гідравлічних машин; набуття практичних навичок розрахунку конструктивних параметрів, побудови профілів лопаток, аналізу швидкісних характеристик та застосування теорії подібності у розрахунках гідравлічних машин.

Теми лабораторних робіт

Мета лабораторних робіт: ознайомлення здобувачів освіти з конструкцією та роботою натурних зразків гідравлічних машин ДВЗ, ознайомлення з методами стендових випробувань та досліджень, зняття фрагментів характеристик діючих агрегатів та їх аналіз

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	<i>Випробування відцентрового насоса. Стендове зняття характеристики</i>	2	2
2	<i>Випробування відцентрового насоса. Обробка даних із зняття характеристики, побудова фрагменту характеристики.</i>	3	–
3	<i>Випробування шестерневого масляного насосу. Стендове зняття характеристики.</i>	2	2
4	<i>Випробування шестерневого масляного насосу. Обробка даних із зняття характеристики, побудова фрагменту характеристики.</i>	3	–
5	<i>Випробування поршневого пускового компресору. Стендове зняття характеристики.</i>	2	2
6	<i>Випробування поршневого пускового компресору. Обробка результатів, побудова графіків</i>	3	–
	<i>Разом</i>	15	6

Завдання на виконання курсової роботи

Курсова робота виконується з застосуванням методик розрахунку, розроблених на кафедрі ДВЗ, У та ТЕ.

Мета виконання роботи – поглибити знання з конструкції та методів розрахунку відцентрових насосів, а також набути досвід проектування та конструювання гідравлічних машин.

Курсова робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка містить:

- титульний лист;
- завдання на виконання курсової роботи (Додаток 1);
- зміст;
- вступ (стислий опис мети виконуваної курсової роботи та основних очікуваних результатів);
- визначення критичного кавітаційного запасу енергії, коефіцієнту кавітаційної швидкохідності, кутової швидкості обертання ротору насоса та коефіцієнту швидкохідності;
- визначення основних розмірів робочого колеса.
- розрахунок і побудова меридіанного перетину робочого колеса.
- розрахунок і побудова середньої лінії лопаті робочого колеса в плані.
- розрахунок та профілювання спірального відвідного каналу трапецієвидної форми.
- оцінка дійсної (допустимої) висоти всмоктування насоса.
- опис конструкції спроектованого насоса та оцінка його придатності для використання за функцією призначення.
- висновок по роботі.
- список використаної літератури.

Графічна частина: розріз насосу вздовж осі ротора; побудова вхідних і вихідних трикутників швидкостей; побудова меридіанного перерізу робочого колеса; побудова лопаті робочого колеса в плані; побудова спірального відвідного каналу трапецієвидної форми.

Тематика курсових робіт

№	Напрямок дослідження*
1	Розрахунок відцентрового насосу системи охолодження автомобільного двигуна
2	Розрахунок відцентрового насосу внутрішнього контуру системи охолодження суднового двигуна
3	Розрахунок відцентрового насосу заборотної води системи охолодження суднового двигуна
4	Розрахунок циркуляційного відцентрового насосу

*Список постійно оновлюється

Окремо, для виконання розрахунку відцентрового насосу, викладач задає кожному здобувачеві освіти наступні параметри: продуктивність насосу, питому роботу і максимальну температуру рідини.

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає підготовку до лекційних та практичних занять, лабораторних робіт; самостійне поглиблення знань за темами дисципліни; виконання курсової роботи; підготовку до поточних модульних контролів.

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	30	50
2	Підготовка до практичних робіт	35	56
3	Виконання курсової роботи	90	90
4	Підготовка до контрольних заходів	10	10
	Разом	165	206

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

Методи навчання:

- лекція;
- бесіда;
- ілюстрування;
- лабораторна робота;
- практична робота.

Контроль успішності навчання здобувачів проводиться у формах поточного і підсумкового контролю.

Поточний контроль полягає у перевірці знань і практичної підготовленості здобувачів з певної завершеної частини навчальної дисципліни (змістового модуля), умінь виконання індивідуальних завдань.

Формами поточного контролю результатів навчання є:

- усні відповіді на практичних заняттях;
- захист звітів лабораторних робіт;
- виконання розділів курсової роботи та її графічної частини;
- модульний контроль у формі тестування.

Підсумковий контроль – екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться на практичних заняттях у вигляді виконання контрольних робіт. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із відповідного модуля (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на практичних заняттях.

Підсумкова оцінка включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках здобувач освіти може набрати до 60 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються оцінювання теоретичної підготовки здобувачів під час виконання тестувань, а також набутих навичок під час виконання лабораторних робіт. Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів. Право здавати заключний екзамен дається здобувачеві освіти, якій з урахуванням балів проміжних оцінок і максимального балу заключного екзамену набирає не менше 60 балів.

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

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	ПМК	Модульна контрольна 1	10	–	–
ЗМ 2	Лр1	Лабораторна робота 1	10	Лабораторна робота 1	10
	Лр2	Лабораторна робота 2	10	Лабораторна робота 2	10
	ПМК	Модульна контрольна 2	10	–	–
ЗМ 3	Лр3	Лабораторна робота 3	10	Лабораторна робота 3	10
	ПМК	Модульна контрольна 3	10	–	–
		–	–	Контрольна робота	30
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Разом			100		100

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Захист лабораторних робіт	3×10 балів = 30 балів	3×10 балів = 30 балів
Поточний модульних контроль	3×10 балів = 30 балів	–
Контрольна робота	–	30 балів
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

8.1. Оцінювання знань при виконанні ПМК для здобувачів всіх форм навчання і контрольної роботи – заочної форми

Критерії оцінювання	Бали
Робота виконана у встановлений терміні і містить повні відповіді	10 (30)
Робота виконана вчасно, але містить неповні відповіді або допущені деякі неточності	7...9 (20...29)
Робота виконана вчасно, але містить неповні відповіді і допущені окремі помилки	4...6 (10...19)
Робота виконана з порушенням встановлених строків містить неповні відповіді, допущені суттєві помилки	1...3 (1...9)
Контрольна робота не здана вчасно, або містить незадовільні відповіді	0

8.2. Контроль та оцінювання знань за виконання лабораторних робіт

Критерії оцінювання	Бали
Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі та завдання. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.	10
Робота виконана у встановлений термін. Здобувач освіти виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.	8...9
Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач освіти виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.	6...7
Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач освіти виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.	4...5
Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач освіти виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.	1...3
Робота не виконувалася	0

8.3. Контроль та оцінювання знань за виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалася систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалася не систематично та поданий на перевірку науковому керівнику з порушенням плану та виконання курсової роботи.
	30	Робота оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації
	20	Здобувач освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	10	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Презентація добре організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	Презентація добре організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями.
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість.
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, здобувач освіти чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти

		основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Здобувач освіти невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	Здобувач освіти невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Здобувач освіти демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	Здобувач освіти невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.

8.3. Критерії оцінювання програмних результатів навчання здобувачів освіти під час екзамену

30...40 балів ставиться здобувачу, який демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь і навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, уміння приймати необхідні рішення в нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами, високу комунікативну культуру;

20...29 балів ставиться здобувачу, який виявляє дещо обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки та неточності;

10...19 бали ставиться здобувачу, який засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними уміннями та навичками для вирішення стандартних завдань, проте, при цьому допускає неточності, не виявляє самостійності суджень, демонструє недоліки комунікативної культури;

0...9 балів ставиться здобувачу, який не володіє необхідними знаннями, уміннями, навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури.

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

У якості наочного матеріалу під час лекційних та практичних занять використовуються плакати, креслення і фотографії гідравлічних машин ДВЗ та їх окремих елементів. В лабораторії та спеціалізованій аудиторії кафедри ДВЗ, У та ТЕ знаходяться натурні зразки динамічних та об'ємних насосів та їх окремих елементів.

До засобів навчання також слід віднести використання (за бажанням) здобувачами персональних комп'ютерів або планшетів, які дають змогу виконувати математичні розрахунки, двовимірні креслення деталей насосів безпосередньо під час проведення практичних занять.

Для проведення лабораторних робіт використовуються наступні стенди:

1. Випробування відцентрового насосу.
2. Випробування шестерневого масляного насосу.
3. Випробування поршневого пускового компресору.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості проведення практичних занять слід проводити групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Наливайко В. С. Конструктивні вузли та системи суднових двигунів внутрішнього згоряння : навчальний посібник / В. С. Наливайко, Б. Г. Тимошевський. – Миколаїв : НУК, 2013. – 100 с.

2. Мандрус В. І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вен-тилятори, газодуви, компресори): Підручник. – Львів: “Магнолія плюс”, видавець В. М. Піча, 2004. – 340 с.

3. Герасимов Г. Г. Гідравлічні та аеродинамічні машини: Підручник / Г. Г. Герасимов. – Рівне: НУВГП, 2008. – 241 с.

4. Герасимов Г. Г. Нагнітачі та теплові двигуни. Навчальний посібник / Г. Г. Герасимов. – Рівне: НУВГП, 2012. – 552 с.
5. Омельченко О. В. Гідравлічні машини : навч. посіб / О. В. Омельченко, Л. О. Цвіркун. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2020. – 100 с.
6. Кондусь В. Ю. Лопатеві насоси : навчальний посібник / В. Ю. Кондусь, О. І. Котенко . – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 293 с.
7. Ніколова Р. О. Гідравлічні та аеродинамічні машини : Навчальний посібник / Р.О. Ніколова. – Одеса, ОДАБА. 2006. – 211 с.
8. Гідравлічні і аеродинамічні машини. / О. М. Романюк, Г. П. Вербицький, М. І. Колотило, В. Д. Колотило, Ф. М. Клепиков. – Кіровоград: 1997. – 176 с.
9. Холоменюк М. В. Компресорні установки: навч. посібник / М. В. Холоменюк – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 51 с.
10. Коренькова Т. В. режими роботи насосних та вентиляторних установок із автоматизованим електроприводом: навч. посібник / Т. В. Коренькова, О. О. Сердюк, В. Г. Ковальчук. – Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О. В., 2014. – 200 с.
11. Водяницька Н.І. Поршневі компресори: Навч. посібник / Н. І. Водяницька. – Одеса: Видавничий центр ОНАХТ. – 87 с.

Допоміжна література

1. Мошенцев Ю. Л. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з насосів / Ю. Л. Мошенцев, В. Г. Борозенець. – Миколаїв: НУК, 2007. – 28 с.
2. Мошенцев Ю. Л., Гогоренко О. А. Проектування відцентрового насо-су: Методичні вказівки / Ю. Л. Мошенцев, О. А. Гогоренко. – Миколаїв: НУК, 2009. – 52 с.
3. Volk M. Pump Characteristics and Applications. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2014. – 502 p.
4. Горбов В. М. Енциклопедія суднової енергетики: підручник / В. М. Горбов. – Миколаїв: НУК, 2010. – 624 с.
5. Marine Auxiliary Machinery/ Н. D. McGeorge – MPG Books Ltd, Bodmin, Cornwall, 2002. – 525 p.

6. Auxiliary Equipment & Systems for Marine Engine. Chapter 4: Deck gear and hydraulic systems drivers / Ranger Hope, 2008. – 233 p.

Інтернет ресурси

1. Компанія-виробник різноманітних типів насосів <https://tapflo.ua>
2. Промислові насоси від найкращих європейських та світових виробників <https://mir-nasosov.com.ua/uk/>
3. ТОВ "УКРНАСОСПРОМ" <https://ukrnasosprom.com.ua/ua/>
4. ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ «УКРНАСОССЕРВІС» <https://ukrnasos.com.ua>
5. Компанія ЛАМАНТИН ФТГ <https://ftg.com.ua>

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра ДВЗ, У та ТЕ

Завдання

на виконання курсової роботи з дисципліни

«Гідравлічні машини двигунів внутрішнього згоряння»

Виконати розрахунок відцентрового насосу

Продуктивність насосу $Q =$ _____ м³/год;

Питома робота $L =$ _____ Дж/кг;

Призначення насосу – _____.

Температура води $t_w =$ _____ °С.

I. Розрахунково-пояснювальна записка (35...40 аркушів формату А4):

Завдання

Вступ

1. Визначення критичного кавітаційного запасу енергії $\Delta l_{кр}$, коефіцієнту кавітаційної швидкохідності C , кутової швидкості обертання ротору насоса ω та коефіцієнту швидкохідності n_s .
2. Визначення основних розмірів робочого колеса.
3. Розрахунок і побудова меридіанного перетину робочого колеса.
4. Розрахунок і побудова середньої лінії лопаті робочого колеса в плані.
5. Розрахунок та профілювання спірального відвідного каналу трапецієвидної форми методом $R \cdot C_u = const$.
6. Оцінка дійсної (допустимої) висоти всмоктування насоса.
7. Опис конструкції спроектованого насоса та оцінка його придатності для використання за функцією призначення.

Висновок до роботи

Список використаної літератури

II. Графічна частина:

- розріз насосу вздовж осі ротора (1 арк., формат А1);
- ескіз вхідних і вихідних трикутників швидкостей (2 арк., формат А4);
- ескіз меридіанного перерізу робочого колеса (1 арк., формат А4);
- ескіз лопаті робочого колеса в плані (1 арк., формат А4);
- ескіз спірального відвідного каналу (1 арк., формат А3).

Строк здачі роботи: _____

Здобувач освіти: _____ гр. _____

Керівник: _____

Термін подання завершеної курсової роботи – не пізніше 12 тижня.

Розділи курсової роботи	Термін виконання (не пізніше)
1. Розрахунково-пояснювальна записка	
1.1. Визначення критичного кавітаційного запасу енергії, коефіцієнту кавітаційної швидкохідності, кутової швидкості обертання ротору насоса та коефіцієнту швидкохідності	5 тиждень
1.2. Визначення основних розмірів робочого колеса	6 тиждень
1.3. Розрахунок і побудова меридіанного перетину робочого колеса	7 тиждень
1.4. Розрахунок і побудова середньої лінії лопаті робочого колеса в плані	8 тиждень
1.5. Розрахунок та профілювання спірального відвідного каналу	9 тиждень
1.6. Оцінка дійсної (допустимої) висоти всмоктування насоса	10 тиждень
1.7. Опис конструкції спроектованого насоса та оцінка його придатності для використання за функцією призначення	11 тиждень
2. Графічна частина	
2.1. Ескіз вхідних і вихідних трикутників швидкостей	5 тиждень
2.2. Ескіз меридіанного перерізу робочого колеса	7 тиждень
2.3. Ескіз лопаті робочого колеса в плані	8 тиждень
2.4. Ескіз спірального відвідного каналу	9 тиждень
2.5. Розріз насоса вздовж осі ротора	11 тиждень