

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

Кафедра суднового машинобудування  
та енергетики

T7432



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Заступник директора  
Херсонського навчально-  
наукового інституту НУК  
з навчальної роботи

к.т.н., професор Дудченко О.М.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Program of the Discipline

**“Агрегати двигунів внутрішнього згоряння”**

**“Units of internal combustion engines”**

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Миколаїв 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни “Агрегати двигунів внутрішнього згоряння”, яка є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 “Електрична інженерія” спеціальності 142 “Енергетичне машинобудування” освітня програма “Двигуни внутрішнього згоряння”  
"26" \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_ 2023 року. – 44 с.

Розробники: Гогоренко О.А., к.т.н., доцент, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації НУК; Авдюнін Р.Ю., викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту НУК

*Проект* робочої програми навчальної дисципліни “Агрегати двигунів внутрішнього згоряння” *узгоджено з гарантом освітньої програми* “Двигуни внутрішнього згоряння”

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_  О.В. Дрозд

*Проект* робочої програми навчальної дисципліни “Агрегати двигунів внутрішнього згоряння” *розглянуто на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики ХННІ НУК*

Протокол № 03 від “ 27 ” 10 2023 року.

Завідувач кафедри СМЕ \_\_\_\_\_  Андреев А.А.

Робоча програма навчальної дисципліни “Агрегати двигунів внутрішнього згоряння” *затверджена методичною радою ХННІ НУК*

Протокол № 04 від “ 16 ” 11 2023 року.

Голова \_\_\_\_\_  /Дудченко О.М./

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1. Опис навчальної дисципліни .....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни .....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни .....	7
4. Очікувані результати навчання .....	7
5. Програма навчальної дисциплін .....	9
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування .....	22
7. Форми поточного та підсумкового контролів.. .....	23
8. Критерії оцінювання результатів навчання .....	28
9. Засоби навчання .....	29
10. Рекомендовані джерела інформації.. .....	29
Додаток 1. Питання до модульного контролю .....	33
Додаток 2. Питання до підсумкового контролю .....	37
Додаток 3. Титульний аркуш до курсової роботи .....	40
Додаток 4. Бланк завдання до курсової роботи.....	41
Додаток 5. Загальна інформація стосовно завдання.....	43

## **ВСТУП**

### **Анотація**

Освітньою програмою “Двигуни внутрішнього згоряння” підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти передбачено набуття здобувачами вищої освіти (ЗВО) знань з конструкції, принципу дії, особливостей застосування гідравлічних механізмів двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) та пускових компресорів, що забезпечують функціонування ДВЗ у складі відповідних енергетичних установок, відомості з теорії робочих процесів та з основ конструювання цих агрегатів ДВЗ.

Програма навчальної дисципліни “Агрегати двигунів внутрішнього згоряння” розрахована на ЗВО, які вивчили наступні курси: “Технічна термодинаміка”, “Теплотехнічні вимірювання та прилади”.

Передбачається, що навички, отримані при вивченні дисципліни “Агрегати двигунів внутрішнього згоряння”, будуть використовуватися ЗВО при виконанні курсових проектів і робіт з інших спеціальних дисциплін; проведенні ними науково-дослідних робіт і підготовці випускної бакалаврської роботи.

**Ключові слова:** агрегати ДВЗ, відцентровий насос, струменевий апарат, гідравлічна передача.

### **Annotation**

The "Internal Combustion Engines" educational program for training students of the first (bachelor's degree) level of higher education provides for students of higher education to acquire knowledge of the design, principle of operation, features of the use of hydraulic mechanisms of internal combustion engines and start-up compressors, which ensure the operation of internal combustion engines as part of relevant power plants, information on the theory of work processes and the basics of the design of these internal combustion engine units.

The program of the study discipline "Units of internal combustion engines" is intended for students of higher education who have studied the following courses: "Technical thermodynamics", "Heat engineering measurements and devices".

It is assumed that the skills acquired during the study of the discipline "Units of internal combustion engines" will be used by students of higher education when completing course projects and works in other special disciplines; conducting scientific research works and preparing a final bachelor's thesis.

**Keywords:** Internal combustion engine units, centrifugal pump, jet apparatus, hydraulic transmission.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 14 "Електрична інженерія"	Обов'язкові компоненти освітньої програми <i>Цикл професійної підготовки</i>	
Модулів – 3		<b>Рік підготовки</b>	
Змістових модулів - 3	спеціальність: 142 "Енергетичне машинобудування"  освітня програма "Двигуни внутрішнього згоряння"	1-й*, 2-й**, 3-й	1-й*, 2-й**, 3-й
URL-адреса сторінки РПНД: <a href="http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/internal-combustion-engines-b.html">http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/internal-combustion-engines-b.html</a>		<b>Семестр</b>	
		2-й*, 4-й**, 6-й	2-й*, 4-й**, 6-й
		<b>Лекції</b>	
		30 годин	12 годин
		<b>Практичні заняття</b>	
		15 годин	4 години
Загальна кількість годин – 150		<b>Самостійна робота</b>	
		105 годин	134 години
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної робіт ЗВО – 7	освітній рівень перший (бакалаврський)	<b>Вид контролю</b>	
		Екзамен, курсова робота	Екзамен, курсова робота, контрольна робота
		<b>Форма контролю</b>	
		Письмова	

### Примітки:

\* – для ЗВО, що навчаються за скороченим терміном навчання протягом одного року і 10 місяців (вступ на основі ОКР «молодший спеціаліст»);

\* – для ЗВО, що навчаються за скороченим терміном навчання протягом двох років і 10 місяців (вступ на основі ОКР «фаховий молодший бакалавр»).

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни “Агрегати повітропостачання двигунів внутрішнього згоряння” є формування у ЗВО згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України № 1136 від 19.10.2018 р., та освітньо-професійною програмою “Двигуни внутрішнього згоряння” першого (бакалаврського) рівня вищої освіти таких компетентностей.

*Інтегральна компетентність:*

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.

*Загальні компетентності:*

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК 13. Здатність забезпечувати якість виконуваних робіт;

ЗК 17. Здатність оцінювати технічну та економічну доцільність технічних рішень в галузі енергетичного машинобудування.

*Спеціальні компетентності:*

ФК 2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії;

ФК 3. Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності;

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 6. Здатність вибирати основні й допоміжні матеріали та способи реалізації основних теплотехнологічних процесів при створенні нового обладнання в галузі енергомашинобудування і застосовувати прогресивні методи експлуатації теплотехнологічного обладнання для об’єктів енергетики, промисловості і транспорту, комунально-побутового та аграрного секторів економіки;

ФК 7. Здатність брати участь у роботах з розробки і впровадження теплотехнологічних процесів у ході підготовки виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу й налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових енергетичних об’єктів та систем;

ФК 8. Здатність визначати режими експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання та застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів;

ФК 15. Здатність організовувати виробництво двигуна, його основних деталей та систем, уміти розробляти технологічні процеси виробництва основних деталей двигуна, складання двигуна, його агрегатів та апаратів а також процес монтажу двигунів внутрішнього згорання.

### **3. Передумови для вивчення дисципліни**

Передумовами для вивчення даної дисципліни є наступні дисципліни: "Технічна термодинаміка", "Теплотехнічні вимірювання та прилади.

### **4. Очікувані результати навчання**

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у ЗВО таких результатів навчання:

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

ПР 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень;

ПР 5. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень;

ПР 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;

ПР 7. Проектувати об'єкти енергетичного машинобудування, застосувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти на основі розуміння передових досягнень галузі;

ПР 8. Використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації,

здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань принаймні в одному з напрямів енергетичного машинобудування;

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

ПР 11. Розуміння застосовуваних методик проектування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень;

ПР 12. Здатність використовувати і продемонструвати розуміння передових досягнень та технічних рішень при проектуванні об'єктів енергетичного машинобудування;

ПР 14. Здатність використовувати сучасний інструментарій (створення, вибір і застосування відповідних технологій, ресурсів і інженерних методик, включаючи прогнозування й моделювання) для проведення комплексної інженерної діяльності;

ПР 17. Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень при вирішенні професійних завдань.

## **5. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1**

#### **Змістовий модуль 1. Устрій і принцип дії гідравлічних механізмів ДВЗ та установок з ДВЗ**

**Тема 1.** Загальні відомості, класифікація, конструктивні схеми і принцип дії динамічних гідравлічних машин ДВЗ (відцентрового, вихрового закритого, вихрового відкритого, вихрового з самовисмоктуванням насосів; осьового насоса).

*Джерела інформації:* [1], с. 89-114; [2], с. 6-58; [5], с. 1-14.

**Тема 2.** Конструктивні схеми і принцип дії об'ємних насосів ДВЗ; струменеві апарати; гідравлічні передачі. Загальні відомості про об'ємні гідравлічні механізми ДВЗ, і струменеві апарати. Загальні відомості про гідравлічні передачі. Гідравлічні двигуни. Гідравлічні передачі. Гідромуфти і гідротрансформатори. Конструктивні схеми, конструкції і принцип дії.

*Джерела інформації:* [1], с. 115-134; [2], с. 6-58.

#### **Змістовний модуль 2. Теорія і робота гідравлічних машин ДВЗ та установок з ДВЗ**

**Тема 3.** Основи теорії гідравлічних машин. Основні параметри насосів; основні рівняння теорії гідравлічних машин; рівняння витрати, нерозривності, Бер-



нуллі. Рівняння Дарсі-Вейсбаха. Рівняння Ейлера. Питома робота і напор насоса і системи. Поняття про робочу точку і про характеристики насоса і системи. Приклади використання основних рівнянь і виразів теорії гідравлічних машин. Течія рідини в колесі відцентрового насоса. ККД насосів; трикутники швидкостей. Питома робота коліс з кінцевим і нескінченним числом лопатей; визначення зовнішнього діаметру колеса відцентрового насоса. Основи теорії подібності насосів. Загальні відомості; вивід 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 енергії кавітації; рівняння подібності при кавітації і коефіцієнти кавітаційної подібності; критичний запас енергії кавітації спроектованого насоса; вплив конструкції робочого колеса на кавітаційні якості відцентрового насоса.

*Джерела інформації:* [1], с. 42-82; [2], с. 22-97; [5], с. 89-114.

**Тема 4.** Основи проектування та конструювання відцентрових насосів. Розрахунок ступеня відцентрового насоса. Визначення частоти обертання ротора насоса  $n$ ; схема розрахунків проточної частини насоса (до остаточного визначення кута  $\beta_2$ ).

*Джерела інформації:* [3], с. 3-23.

**Тема 5.** Побудова лопатей колеса в меридіанному перетині і в плані. Побудова завиток.

*Джерела інформації:* [3], с. 23-31.

**Тема 6.** Сумісна робота насосів ДВЗ та систем. Регулювання витрат насосів. Характеристики насосів різних типів; характеристики систем; послідовне і паралельне з'єднання насосів і елементів систем; регулювання витрат насосів різними способами.

*Джерела інформації:* [2], с. 102-106.

### **Змістовний модуль 3. Поршневі пускові компресори**

**Тема 7.** Основи теорії поршневих компресорних машин. Робочі процеси в поршневому компресорі. Принципові схеми і робота поршневих пускових компресорів; індикаторні діаграми поршневих компресорів. Розрахунок багатоступінчатого поршневого компресора. Коефіцієнт подачі компресора  $\lambda_p$ ; визначення граничного тиску  $\pi_{\max}$ ; розподіл ступенів підвищення тиску по ступенях стиснення; дійсна потужність поршневого компресора.

*Джерела інформації:* [4], с. 3-5, 14-20.

**Тема 8.** Основи конструювання пускових компресорів. Розрахунок багатоступінчатого поршневого компресора. Вибір числа ступенів; визначення розмірів ступеня компресора. Проектування багатоступінчатого поршневого компресора. Загальна схема проектування поршневого багатоступінчатого компресора. Зворотний розрахунок компресора. Самодіючі клапани компресорів; компоновка клапанів; компоновка компресорів.

*Джерела інформації:* [4], с. 21-94.

## **Модуль 2. Курсова робота**

Виконання курсової роботи з даної навчальної дисципліни передбачає такі послідовні етапи [4]:

Вступ

1. Визначення критичного кавітаційного запасу енергії  $\Delta I_{кр}$ , коефіцієнту кавітаційної швидкохідності  $C$ , кутової швидкості обертання ротору насоса  $\omega$  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  $R \cdot C_u = \text{const}$ .
6. Оцінка дійсної (допустимої) висоти всмоктування насоса.
7. Опис конструкції спроектованого насоса та оцінка його придатності для використання за функцією призначення.

Висновок

Список використаних літературних джерел

## Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма навчання				заочна форма навчання			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л.	п.р.	с.р.		л.	п.р.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1</b>								
<b>Змістовий модуль 1. Устрій і принцип дії гідравлічних механізмів ДВЗ та установок з ДВЗ</b>								
<b>Тема 1.</b> Загальні відомості, класифікація, конструктивні схеми і принцип дії динамічних гідравлічних машин ДВЗ (відцентрового, вихрового закритого, вихрового відкритого, вихрового з самовисмоктуванням насосів; осьового насоса)	6	2	2	2	6	-	-	6
<b>Тема 2.</b> Конструктивні схеми і принцип дії об'ємних насосів ДВЗ; струменеві апарати; гідравлічні передачі. Загальні відомості про об'ємні гідравлічні механізми ДВЗ, і струменеві апарати. Загальні відомості про гідравлічні передачі. Гідравлічні двигуни. Гідравлічні передачі. Гідромуфти і гідротрансформатори. Конструктивні схеми, конструкції і принцип дії	9	4	2	3	9	2	-	7
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>13</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Змістовий модуль 2. Теорія і робота гідравлічних машин ДВЗ та установок з ДВЗ</b>								
<p><b>Тема 3.</b> Основи теорії гідравлічних машин. Основні параметри насосів; основні рівняння теорії гідравлічних машин; рівняння витрати, нерозривності, Бернуллі. Рівняння Дарсі-Вейсбаха. Рівняння Ейлера. Питома робота і напор насоса і системи. Поняття про робочу точку і про характеристики насоса і системи. Приклади використання основних рівнянь і виразів теорії гідравлічних машин. Течія рідини в колесі відцентрового насоса. ККД насосів; трикутники швидкостей. Питома робота коліс з кінцевим і нескінченним числом лопатей; визначення зовнішнього діаметру колеса відцентрового насоса. Основи теорії подібності насосів. Загальні відомості; вивід критеріальних рівнянь і критеріїв подібності для насосів; коефіцієнт швидкохідності насосів <math>n_s</math>. Кавітація в насосах і способи її урахування при виконанні розрахунків. Загальні відомості; запас енергії кавітації; рівняння подібності при кавітації і коефіцієнти кавітаційної подібності; критичний запас енергії кавітації спроектованого насоса; вплив конструкції робочого колеса на кавітаційні якості відцентрового насоса</p>	12	8	2	2	12	2	1	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Тема 4.</b> Основи проектування та конструювання відцентрових насосів. Розрахунок ступеня відцентрового насоса. Визначення частоти обертання ротора насоса $n$ ; схема розрахунків проточної частини насоса (до остаточного визначення кута $\beta_2$ )	8	4	2	2	8	1	-	7
<b>Тема 5.</b> Основи проектування та конструювання об'ємних насосів. Побудова лопатей колеса в меридіанному перетині і в плані. Побудова завиток	6	2	2	2	6	1	1	4
<b>Тема 6.</b> Сумісна робота насосів ДВЗ та систем. Регулювання витрат насосів. Характеристики насосів різних типів; характеристики систем; послідовне і паралельне з'єднання насосів і елементів систем; регулювання витрат насосів різними способами	4	2	1	1	4	2	-	2
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>22</b>
<b>Змістовий модуль 3. Поршневі пускові компресори</b>								
<b>Тема 7.</b> Основи теорії поршневих компресорних машин. Робочі процеси в поршковому компресорі. Принципові схеми і робота поршневих пускових компресорів; індикаторні діаграми поршневих компресорів. Розрахунок багатоступінчатого поршневого компресора. Коефіцієнт подачі компресора $\lambda_p$ ; визначення граничного тиску $p_{\max}$ ; розподіл ступенів підвищення тиску по ступенях стиснення; дійсна потужність поршневого компресора	8	4	2	2	8	2	1	5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Тема 8.</b> Основи конструювання пускових компресорів. Розрахунок багатоступінчатого поршневого компресора. Вибір числа ступенів; визначення розмірів ступеня компресора. Проектування багатоступінчатого поршневого компресора. Загальна схема проектування поршневого багатоступінчатого компресора. Зворотний розрахунок компресора. Самодіючі клапани компресорів; компоновка клапанів; компоновка компресорів	7	4	2	1	7	2	1	4
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
<b>Усього за модулем 1</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>44</b>
<b>Модуль 2 Курсова робота</b>								
1. Визначення критичного кавітаційного запасу енергії $\Delta I_{кр}$ , коефіцієнту кавітаційної швидкості $C$ , кутової швидкості обертання ротору насоса $\omega$ та коефіцієнту швидкості $n_s$	10	-	-	10	10	-	-	10
2. Визначення основних розмірів робочого колеса	12	-	-	12	12	-	-	12
3. Розрахунок і побудова меридіанного перетину робочого колеса	12	-	-	12	12	-	-	12
4. Розрахунок і побудова середньої лінії лопати робочого колеса в плані	12	-	-	12	12	-	-	12
5. Розрахунок та профілювання спірального відвідного каналу трапецієвидної форми методом $R \cdot C_u = \text{const}$	12	-	-	12	12	-	-	12
6. Оцінка дійсної (допустимої) висоти всмоктування насоса	8	-	-	8	8	-	-	8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7. Опис конструкції спроектованого насоса та оцінка його придатності для використання за функцією призначення	12	-	-	12	12	-	-	12
8. Графічна частина: розріз насосу вздовж вісі ротора	12	-	-	12	12	-	-	12
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>90</b>
<b>Усього</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>105</b>	<b>150</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>134</b>

**Примітки:**

1) л. – лекції; п.р. – практичні роботи; с.р. – самостійна робота ЗВО;

2) для ЗВО заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до вищенаведеної таблиці.

## Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
<b>Змістовий модуль 1. Устрій і принцип дії гідравлічних механізмів ДВЗ та установок з ДВЗ</b>			
1	Вивчення конструкції та способів дії гідравлічних агрегатів ДВЗ. Вивчення 3D моделей реальних насосів провідних фірм та натурних зразків динамічних насосів ДВЗ та їх елементів. Вивчення гідропередач. Вивчення способів їх дії та основних параметрів. Вивчення креслень та натурних зразків об'ємних насосів ДВЗ та їх елементів. Вивчення способів їх дії та основних параметрів. <i>Джерела інформації:</i> [2] с. 89-94; Інформаційні ресурси: [8], [9]	2	-
2	Вивчення основ теорії гідравлічних машин. ККД насосів; течія рідини в колесі відцентрового насоса, трикутники швидкостей. Питома робота коліс з кінцевим і нескінченним числом лопатей та їх різною формою; визначення зовнішнього діаметру колеса відцентрового насоса. <i>Джерела інформації:</i> [1], с. 42-82; [2], с. 22-97; [5], с. 89-114	2	1
<b>Змістовий модуль 2. Теорія і робота гідравлічних машин ДВЗ та установок з ДВЗ</b>			
3	Обчислення основних конструктивних параметрів відцентрового насосу. Визначення ККД, визначення зовнішнього діаметру колеса. Побудова профілю лопатки у меридіанному перерізі. Вибір кута $\beta_2$ . Вибір раціонального відношення $w_1/w_2$ . Побудова лопаті у плані. Побудова завитки та кінцевого дифузору. <i>Джерела інформації:</i> [4] с. 7-31	2	1
4	Обчислення основних конструктивних параметрів відцентрового насосу. Профілювання завитки різними способами. Реалізація способу $R \cdot C_u = \text{const}$ . Побудова завитки та кінцевого дифузору. Визначення параметрів спроектованого насосу. Уточнення кавітаційного запасу енергії та висоти всмоктування. <i>Джерела інформації:</i> [4] с. 31-43	2	-



5	Об'ємні насоси, особливості конструкції. Поршневі насоси. Шестеренні насоси. Гвинтові насоси. Поршневі насоси. Шестеренні насоси. Гвинтові насоси. <i>Джерела інформації:</i> [4] с. 43-48	2	1
6	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>Джерела інформації:</i> [2], с. 102-106	1	-
<b>Змістовий модуль 3. Поршневі пускові компресори</b>			
7	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>Джерела інформації:</i> [4] с. 14-93	2	1
8	Конструювання багатоступінчастого поршневого компресора. Загальна компоновка компресора. Клапани та їх розміщення і закріплення. Пускові балони, повітроохолоджувачі, вологовідокремлювачі та інша арматура. <i>Джерела інформації:</i> [4] с. 93-154	2	-
<b>Усього</b>		<b>15</b>	<b>4</b>

### Самостійна робота

До основних форм самостійної роботи ЗВО при вивченні даної дисципліни відносяться:

- самостійне опрацювання окремих розділів дисципліни за допомогою рекомендованої літератури;
- самостійне опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до виконання, оформлення та захисту практичних робіт;
- виконання контрольних робіт (для ЗВО заочної форми навчання);
- підготовка до поточного модульного контролю;
- підготовка до підсумкового модульного контролю (екзамену);
- виконання курсової роботи.

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Підготовка до лекційних занять	до 1 години на 1 лекцію	-	3
2	Підготовка до практичних робіт	до 1 години на 1 роботу	-	2
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – до 15 годин на 1 захід	7	-
4	Підготовка до екзамену		8	15
5	Самостійне опрацювання окремих тем	до 2 годин на 1 тему	-	9
6	Виконання контрольної роботи	до 30 годин на 1 роботу	-	15
7	Виконання курсової роботи	90 годин	90	90
<b>Разом</b>			<b>105</b>	<b>134</b>

На самостійну роботу вноситься поглиблене вивчення наступних питань

№ з/п	Завдання для самостійної роботи	Література
<b>Змістовий модуль 1. Устрій і принцип дії гідравлічних механізмів ДВЗ та установок з ДВЗ</b>		
1	Загальні відомості, класифікація, конструктивні схеми і принцип дії динамічних насосів. Вимоги класифікаційних товариств. Провідні закордонні фірми по виробництву динамічних насосів, маркування	[1], с. 89-114; [2], с. 6-58; Інформаційні ресурси: [10]
2	Конструктивні схеми і принцип дії об'ємних насосів ДВЗ; струменеві апарати; гідравлічні передачі. Провідні закордонні фірми по виробництву об'ємних насосів, маркування. Області застосування насосів різних типів. Вимоги класифікаційних товариств	[1], с. 115-134; [2], с. 6-58
<b>Змістовий модуль 2. Теорія і робота гідравлічних машин ДВЗ та установок з ДВЗ</b>		
3	Основні поняття та визначення з теорії гідравлічних машин. Рівновага рідини у полі сил тяжіння, закони Паскаля та Архімеда. Прилади для вимірювання параметрів рідини	[1], с. 42-82; [2], с. 22-97

4	Основи проектування та конструювання відцентрових насосів. Визначення максимально допустимої висоти всмоктування відцентрового насоса. Основне рівняння відцентрового насосу. Характеристика відцентрового насосу	[3], с. 3-23
5	Основи проектування та конструювання об'ємних насосів. Принцип роботи та основні параметри об'ємних машин та їх класифікація. Аналіз роботи поршневого насосу. Індикаторна діаграма насоса поршневого	[3], с. 23-31
6	Сумісна робота насосів ДВЗ та систем. Регулювання режиму роботи насоса. Послідовна та паралельна робота насосів на загальний трубопровід	[2], с. 102-106
<b>Змістовий модуль 3. Поршневі пускові компресори</b>		
7	Турбокомпресори для наддуву ДВЗ	[4], с. 3-5
8	Основа поелементного розрахунку ступеня відцентрового компресора	[4], с. 14-20
9	Визначення основних параметрів двигуна, типорозміру компресора і колової швидкості на зовнішньому діаметрі колеса	[4], с. 21-30
10	Розрахунок та конструювання вхідної ділянки	[4], с. 31-34
11	Розрахунок та конструювання робочого колеса компресора	[4], с. 35-58
12	Розрахунок та конструювання безлопаткового дифузора	[4], с. 59-78
13	Розрахунок та конструювання повітрозбірної завитки	[4], с. 79-91

### **Курсова робота**

Курсова робота є складовою самостійної роботи ЗВО, яку він виконує, спираючись на знання, отримані в ході вивчення дисципліни "Агрегати двигунів внутрішнього згоряння". Курсова робота виконується згідно з індивідуальним завданням і під керівництвом науково-педагогічного працівника (НПП).

Ціль виконання курсової роботи – поглибити знання по конструкції та методам розрахунку компресорних машин для наддуву ДВЗ, а також набути досвід проектування та конструювання агрегатів наддуву.

Курсова робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка складається з наступних частин.

1. Титульна сторінка пояснювальної записки, яка оформлюється відповідно до нормативних вимог (Додаток 3).

2. Завдання для курсової роботи (Додаток 4) – видається керівником.

3. Зміст, який повинен детально відображати всі структурні частини роботи.

4. Вступ, в якому висвітлюється коротка довідка та актуальність виконуваної роботи.

5. Основна частина роботи, яка містить усі необхідні розробки та обґрунтування прийнятих рішень, супроводжується відповідними розрахунками (в тому числі з допомогою ЕОМ), ілюстраціями, посиланнями на літературні джерела, результатами власних теоретичних досліджень. Структурними елементами основної частини роботи є розділи, підрозділи, пункти та підпункти.

6. Висновки, в тексті яких аналізують основні підсумки роботи, дають оцінку отриманим результатам, визначають перспективи їх покращення.

7. Список використаних літературних джерел.

8. Додатки (у разі потреби).

Графічна частина роботи складається з наступних складових.

Розріз насосу вздовж вісі ротора (1 аркуш, формат А1);

Побудова вхідних і вихідних трикутників швидкостей (2 аркуш, формат А4);

Побудова меридіанного перерізу робочого колеса (1 аркуш, формат А4);

Побудова лопаті робочого колеса в плані (1 аркуш, формат А4);

Побудова спірального відвідного каналу трапецієвидної форми (1 аркуш, формат А3).

Загальна інформація стосовно виконання курсової роботи наведена у Додатку 5.

## **Контрольна робота**

Опанування навчальної дисципліни ЗВО заочної форми навчання передбачає виконання ними контрольної роботи.

Контрольна робота виконується у години самостійної роботи ЗВО після вивчення відповідного блоку змістових модулів.

Контрольна робота складається з відповідей на три питання, перелік яких наведений у Додатку 1. Нижче надається таблиця з переліком питань для ЗВО відповідно до його номеру у академічній групі.

### Питання контрольної роботи

Номер ЗВО у групі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номер питання контрольної роботи															
Змістовий модуль 1	25	6	1	20	3	21	2	4	13	22	14	17	9	18	5
Змістовий модуль 2	4	23	5	24	27	9	8	12	25	6	1	10	30	11	22
Змістовий модуль 3	12	15	26	1	10	30	21	2	24	13	5	14	27	9	18
Номер ЗВО у групі															
Номер ЗВО у групі	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Номер питання контрольної роботи															
Змістовий модуль 1	7	9	8	12	15	6	1	10	3	11	2	4	14	5	23
Змістовий модуль 2	13	25	14	7	19	8	12	15	6	21	10	3	17	2	24
Змістовий модуль 3	6	3	29	23	11	22	23	4	5	17	12	19	8	15	7

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

Методи навчання – способи, якими забезпечується набуття здобувачами відповідних компетенцій через засвоєння програмного матеріалу та активізацію навчального процесу, а саме:

*для всіх видів занять:*

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок;
- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- дискусія - обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;
- демонстрування - наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

*для лекційних занять:*

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- бесіда - питально-відповідний метод, завдання якого – спонукати здобувачів до актуалізації відомих і засвоєння нових знань шляхом самостійних роздумів, висновків і узагальнень;

*для практичних занять:*

- практична робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;

*методи контролю і самоконтролю:*

- фронтальне опитування;
- контрольні роботи.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- виконання та захист практичних і лабораторних робіт;
- поточний модульний контроль;
- виконання та захист курсової роботи;
- виконання та захист контрольної роботи (для ЗВО заочної форми навчання);
- підсумковий контроль (екзамен).

## **7. Форми поточного та підсумкового контролю**

Досягнення ЗВО оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному та лабораторному заняттях і за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки ЗВО із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання модульних контрольних робіт (МКР). Максимальна кількість балів поточного контролю складає **60 балів**. Його результати (поточна успішність) є основною інформацією для проведення екзамену.

Підсумковий контроль з дисципліни проводиться відповідно до навчального плану у вигляді заліку в терміни, встановлені графіком навчального процесу, та в обсязі навчального матеріалу, визначеному даною робочою програмою навчальної дисципліни

Максимальна кількість балів заключного заліку в загальній системі оцінок - **40 балів**.

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

**Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти та їх оцінювання**

**Практична робота**

<b>Кількість балів</b>	<b>Критерії оцінювання за одну роботу</b>
3	Робота виконана у встановлений термін. ЗВО самостійно визначає тип задачі та раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам
2	Робота виконана у встановлений термін. ЗВО виконує практичну роботу згідно з методикою, іноді після консультації НПП; в цілому правильно складає звіт і робить висновки
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. ЗВО наводить потрібні формули. Розв'язує задачу, користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках і помилки
0	ЗВО не розв'язує задачі

**Курсова робота**

<b>Параметри оцінювання</b>	<b>Кількість балів</b>	<b>Критерії оцінювання</b>
<b>Пояснювальна записка</b>	40	Зміст роботи відповідає темі; усі пункти завдання повністю виконані без помилок; ЗВО виявив всебічне системне та глибоке знання матеріалу; засвоїв основну та додаткову літератури; повністю володіє математичним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вміє використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій
	30	Зміст роботи відповідає темі; усі пункти завдання повністю виконані без суттєвих помилок; ЗВО належно засвоїв навчальний матеріал дисципліни; володіє необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вміє використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій, допускає окремі незначні помилки
	20	Зміст роботи відповідає темі, але матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи
	10	Робота оформлена за вимогами, які висуваються до курсових робіт, але матеріал викладено непослідо-

		вно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції та рекомендації
	5	ЗВО відтворює значну частину теоретичного матеріалу, але лише за допомогою НПП може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер
<b>Графічна частина</b>	20	Графічні матеріали виконані без помилок, на високому рівні. Оформлення креслень здійснювалось із дотриманням стандартів і вимог, що висуваються
	15	Графічні матеріали виконані без помилок на достатньому рівні. Оформлення креслень здійснювалось із деякими відхиленнями від стандартів і вимог, що висуваються
	10	Графічні матеріали виконані з невеликою кількістю помилок, на середньому рівні. В оформленні креслень присутні відхилення від стандартів і вимог, що висуваються
	5	Графічні матеріали низької якості
<b>Захист роботи</b>	40	Доповідь логічно побудована, ЗВО чітко та стисло викладає основні розрахункові результати, показує глибокі знання з питань дисципліни, оперує даними розрахунків, вносить пропозиції щодо подальшого дослідження, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання
	35	ЗВО спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює
	30	ЗВО спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання
	25	ЗВО спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи
	20	ЗВО неупорядковано викладає основні результати виконання роботи, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи
	15	ЗВО неупорядковано викладає основні результати виконання роботи, робить спроби аргументувати



		положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання
	10	ЗВО демонструє задовільні знання з навчального матеріалу роботи, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії та належно обґрунтувати положення роботи
	5	ЗВО неупорядковано викладає основні результати виконання роботи, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

### Контрольна робота (для заочної форми навчання)

Кількість балів	Критерії оцінювання
48	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Використані не тільки рекомендовані джерела інформації, а й новітні, самостійно знайдені у періодичних виданнях і в інтернет-ресурсах. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО вільно орієнтується в матеріалах
38	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності
24	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально, або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності
12	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки
0	Роботу не виконано

## Поточний модульний контроль

Однією з форм поточного контролю з даної дисципліни є проведення трьох модульних контрольних робіт (МКР) у формі письмової відповіді (перелік контрольних питань наведений у Додатку 1). Кожна робота включає два питання, які оцінюють за критеріями, що наведені нижче у таблиці

### Письмова відповідь

Бал	Критерії оцінювання одного питання
6	Відповідь правильна, повна, логічна. ЗВО на високому рівні розкриває зміст питання, використовує міжпредметні зв'язки, робить аргументовані висновки
4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
2	Відповідь має суттєві помилки, аргументи не сформульовані, використовуються невірна термінологія
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована
0	ЗВО не дає відповіді

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Виконання практичних робіт	8 робіт × 3 бали = 24 бали	4 роботи × 3 бали = 12 балів
Поточний модульний контроль	3 МКР × 12 балів = 36 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	1 робота × 48 балів = 48 балів
<b>Усього</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

### Підсумковий контроль у формі екзамену

Підсумковий контроль складається з письмових відповідей на 4 контрольні питання. Перелік контрольних питань наведений у Додатку 2.

### Письмова відповідь (1 питання - 10 балів)

Бал	Критерії оцінювання
10	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки
8	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
6	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована

4	Відповідь має суттєві помилки, аргументи несформульовані, використовуються невірна термінологія
2	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована
0	ЗВО не дає відповіді

### 8. Критерії оцінювання результатів навчання

Номер змістового модуля	Номер теми	Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Практична робота № 1	0...3	-	-
	T2	Практична робота № 2	0...3	-	-
Поточний контроль		МКР № 1	0...12	-	-
ЗМ 2	T3	Практична робота № 3	0...3	Практична робота № 3	0...3
	T4	Практична робота № 4	0...3	-	-
	T5	Практична робота № 5	0...3	Практична робота № 5	0...3
	T6	Практична робота № 6	0...3	-	-
Поточний контроль		МКР № 2	0...12	-	-
ЗМ3	T7	Практична робота № 7	0...3	Практична робота № 7	0...3
	T8	Практична робота № 8	0...3	Практична робота № 8	0...3
Поточний контроль		МКР № 3	0...12	-	-
-	-	-	-	Контрольна робота	0...48
Підсумковий контроль		Екзамен	0...40	Екзамен	0...40
<b>Сума</b>			<b>0...100</b>	-	<b>0...100</b>

### Критерії оцінювання виконання курсової роботи

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

## 9. Засоби навчання

При вивченні даної дисципліни використовуються такі засоби навчання:

- технічні засоби (мультимедіа-, відео- і звуковідтворююча, проекційна апаратура);

- графічні засоби (схеми, плакати);

- програмне забезпечення відкритого доступу (CAD/CAM - системи автоматизованого проектування/системи автоматизованого виробництва; програмні рішення відкритого доступу: WinGD's General Technical Data (GTD) application provides information to plan the layout of WinGD low-speed engines; MAN CEAS engine calculations; програмні продукти компанії SULZER: AquaProg, AquaVision; компанія «Вулвер» реалізує програмне забезпечення з підбору насосів та насосного обладнання: MixSel, PSD, ABSEL PRO);

- бібліотечні фонди (зокрема ресурси віддаленого доступу наукової бібліотеки Національного університету кораблебудування до електронної бібліотечної системи та наукових, науково-метричних баз даних).

## 10. Рекомендовані джерела інформації

### Основна література

1. **Корець, М.С.** Гідравліка, пневматика, термодинаміка: навчальний посібник / М. С. Корець. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2020. – 323.
2. **Герасимов, Г.Г.** Гідравлічні та аеродинамічні машини: Підручник. / Г.Г. Герасимов. - Рівне: НУВГП. 2008. – 241 с.
3. **Мошенцев, Ю.Л.** Проектування відцентрового насосу: Методичні вказівки / Ю.Л. Мошенцев, О.А. Гогоренко. – Миколаїв: НУК, 2009. – 56 с.
4. **Мошенцев, Ю.Л.** Розрахунок ступеня відцентрового наддувного компресора : навчальний посібник / Ю.Л. Мошенцев, О.А. Гогоренко. – Миколаїв : НУК, 2021. – 160 с.
5. **Michael Volk Pump Characteristics and Applications**, 2-nd ed. - CRC Press, 2005. – 568 p.

### Допоміжна література

6. **Мошенцев, Ю.Л.** Індивідуальний комплект навчально-методичних матеріалів з дисципліни «Агрегати ДВЗ» : методичні вказівки / Ю. Л. Мошенцев : Миколаїв: ІЗДО НУК 2008. – 122 с.
7. **Мошенцев, Ю.Л.** Індивідуальний комплект навчально-методичних матеріалів з дисципліни «Агрегати ДВЗ» : методичні вказівки (електронне видання) / Ю. Л. Мошенцев. – Миколаїв: НУК 2016.

8. **Мошенцев, Ю.Л.** Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по компресорним машинам / Ю. Л. Мошенцев, В.Г. Борозенець. – Миколаїв: НУК, 2008. – 60 с.
9. **Мошенцев, Ю.Л.** Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з насосів / Ю. Л. Мошенцев. – Миколаїв: НУК, 2007. – 28 с.
10. **Мошенцев, Ю.Л.** Індивідуальний комплект навчально-методичних матеріалів з дисципліни «Агрегати ДВЗ»: методичні вказівки / Ю. Л. Мошенцев. – Миколаїв: ІЗДО НУК, 2008. – 122 с.
11. **Мошенцев, Ю.Л.** Расчёт системы охлаждения судовых ДВС : учебное пособие / Ю.Л. Мошенцев, А.Г. Сацкий. – Николаев, НКИ, 1986. – 42 с.
12. **Мошенцев, Ю.Л.** Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по компресорним машинам / Ю. Л. Мошенцев, В.Г. Борозенець. – Миколаїв: НУК, 2008. – 57 с.
13. **Мошенцев, Ю.Л.** Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з насосів / Ю.Л. Мошенцев, В.Г. Борозенець. – Миколаїв: НУК, 2007. – 28 с.
14. **Папченко, А. А.** Спеціальні гідромашини : навч. посіб. / А. А. Папченко, В. О. Панченко. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 221 с.
15. **Nayyar Mohinder L.** Piping Handbook 7-th ed. — McGraw-Hill Education, 2000. - 2256 p.
16. Centrifugal Pump Handbook 3-rd edition. — Sulzer Pumps Ltd Winterthur, Switzerland, 2010. - 289 p.
17. **Val S. Lobanoff, Robert R. Ross** Centrifugal Pumps Design and Application 2-nd ed. — Butterworth-Heinemann, 1992. – 592 p.
18. **Larry Bachus, Angel Custodio** Know and Understand Centrifugal Pumps. — Bachus Company, 2003. - 253 p.
19. Fundamentals Of Pumps Course # ME-910. — Mechanical Science Volume 1 of 2 U.S. Department of Energy, Washington, D.C., 1993. – 28 p.
20. **Paresh Girdhar, Octo Moniz** Practical Centrifugal Pumps 1-st ed. – Kindle Edition, Netherlands, 2005. – 264 p.
21. **Uno Wahren** Practical Introduction to Pumping Technology 1-st ed. - Gulf Professional Publishing, 1997. – 184 p.
22. **Michael W. Volk** Characteristics and Applications 3-rd ed. - CRC Press is an imprint of Taylor, 2014. – 340 p.
23. **Rex Miller, Mark Richard Miller, Harry L. Stewart** Pumps and Hydraulics 6-th ed. - Wiley Publishing, 2004. – 576.
24. **Andrew Parr** Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide 3rd Edition. - Butterworth-Heinemann, 2011. – 248.
25. **Срібнюк, С.М.** Насоси і насосні установки: розрахунки, застосування і випробування : навчальний посібник / С.М. Срібнюк. – Київ: ЦНЛ, 2017. – 312 с.
26. **Холоменюк, М.В.** Компресорні установки: навч. посіб. / М.В. Холоменюк. – Донецьк: НГУ, 2013. – 51 с.
27. **Чепурний, М.М.** Нагнітачі та теплові двигуни: навч. посіб. / М.М. Чепурний, Н.В. Резидент. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 99 с.
28. **Мандрус, В.І.** Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, газодувки, компресори) / В.І. Мандрус. – Львів: «Магнолія плюс», 2005. – 340 с.

29. **Далека, В. Х.** Компресорні станції транспортних засобів: навч. посіб. / В.Х. Далека, М.А. Голтв'янський, А.В. Коваленко, В.І. Скуріхін. – Харків: ХНУМГ, 2014. – 128 с.
30. **Счастний, Є. Є.** Розрахунок турбокомпресора системи газотурбінного наддуву двигуна внутрішнього згоряння: методичні вказівки до дипломного проектування і виконання курсового проекту з дисципліни «Нагнітачі та турбіни» / Є. Є. Счастний, А. О. Каграманян, О. В. Панчук. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 31 с.
31. **Герасимов, Г.Г.** Гідравлічні та аеродинамічні машини: Підручник. / Г.Г. Герасимов. - Рівне: НУВГП. 2008.-241 с.
32. ОСТ5Р.4354-81 Агрегаты насосные с шестерёнными насосами. Основные параметры, размеры и технические требования (посл. Изм. № 2 от 11.05.1990)
33. **Уваров, В.А.** Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни "Проектування систем суднових енергетичних установок" / В.А. Уваров, В.О. Мисько, Р.Ю. Авдюнін, В.С. Хоменко. Миколаїв: Торубара В.В. – 2018. – 98 с.
34. **Панченко, В. О.** Монтаж експлуатація та ремонт гідромашин і гідропневмоприводів : навч. посіб. / В. О. Панченко. О. Г. Гусак., А. А. Панченко, С. О. Хованський. - Суми : Сумський державний університет, 2015. – 151 с.

### Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека Національного університету кораблебудування <http://lib.nuos.edu.ua/> (інструкції з доступу):
  - 1.1 Підручники, навчальні посібники:
    - видавництво «Олді+» <http://ebooks.oldiplus.ua/> (за IP-адресами НУК, ХФ НУК)
    - видавництво Bentham Science на платформі Edanz: <https://www.edanz.com/>
  - 1.2 Міжнародні наукові, та науково-метричні бази:
    - Access Global NewsBank 2021: <https://infoweb.newsbank.com/apps/news/easy-search?p=AWGLNB>
    - Elsevier: <https://www.elsevier.com/>
    - Web of Science: <http://webofknowledge.com>
    - EBSCOhost: <http://search.ebscohost.com>
    - Springer: <https://link.springer.com/>
2. WorldScientificOpen is in full compliance with the latest open access mandates so authors can ensure their research is freely available online, freely redistributed and reused: <http://www.worldscientific.com/>
3. Сайт Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова: <http://www.nuos.edu.ua/>
4. Репозитарій НУК: <http://eir.nuos.edu.ua/xmlui/>
5. Конференції НУК: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/>
6. Сайт ХФ НУК: <http://kb.nuos.edu.ua/>
7. Сайт НТУ ХПІ: <http://www.kpi.kharkov.ua/>

8. Харківський насосний завод: <https://khnz.com.ua/klasifikatsiya-nasosiv-za-printsipom-diyi/>
  9. Alfa Laval (Альфа Лаваль): <https://www.alfalaval.com/industries/marine-transportation/marine/>
- Морські класифікаційні товариства:**
- 10.Класифікаційне товариство Регістр судноплавства України (каталог видань): <http://shipregister.ua/books/index.html>
  - 11.Lloyds Register of Shipping: <http://www.lr.org/en/>
  - 12.China Classification Society: <http://www.ccs.org.cn/ccswz/>
  - 13.Germanischer Lloyd: <https://www.dnvgl.de/>
  - 14.Polski Rejestr Stratkow - Polish Register of Shipping: <https://www.prs.pl/>
  - 15.Міжнародна морська організація (International Maritime Organization): <http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx>
  - 16.National Marine Manufacturers Association (NMMA): <https://www.nmma.org/>
- Деякі технічні рішення провідних двигунобудівні фірми:**
- 17.Society of Automotive Engineers (SAE): <http://www.sae.org/>
  - 18.Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology: <https://www.wartsila.com/encyclopedia>
  - 19.General Technical Data is an engine simulation tool: <https://www.wingd.com/en/media/general-technical-data/>
  - 20.Сайт MAN Diesel: <https://www.man-es.com/>
  - 21.MAN Two-stroke project guides: <https://www.man-es.com/marine/products/planning-tools-and-downloads/project-guides/two-stroke>
  - 22.CEAS engine calculations: <https://www.man-es.com/marine/products/planning-tools-and-downloads/ceas-engine-calculations>
- Спеціалізовані сайти з вибору насосного обладнання:**
- 23.<https://papirus.sumy.ua/category/program/>
  - 24.[http://vulver.com.ua/abs-catalog/abs\\_prog/](http://vulver.com.ua/abs-catalog/abs_prog/)
  - 25.<https://pumpselect.com.ua/>

Розробники:

к.т.н., доцент

викладач кафедри СМЕ



О.А. Гогоренко

Р.Ю. Авдюнін

**Питання до модульного контролю**  
**Питання до модульної контрольної роботи №1**

1. Класифікація гідравлічних агрегатів енергоустановок з ДВЗ.
2. Основні параметри гідравлічних машин.
3. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри відцентрового насосу.
4. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри вихрового насосу.
5. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри осьового насосу.
6. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри ежектору.
7. Конструктивні схеми, принцип дії, призначення, основні параметри відцентрових та осьових вентиляторів.
8. Дати повну класифікацію та короткий системний опис конструкції динамічного (лопаткового) насосу (рисунок надається викладачем).
9. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри поршневого насосу.
10. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри шестеренного насосу.
11. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри гвинтового насосу.
12. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри роторно-пластинчастого насосу.
13. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри діафрагмового насосу.
14. Конструктивні схеми, принцип дії, призначення, основні параметри плунжерних насосів.
15. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри гідравлічних муфт.
16. Конструктивна схема, принцип дії, призначення, основні параметри гідротрансформаторів.
17. Дати повну класифікацію та короткий системний опис конструкції об'ємного насосу (рисунок надається викладачем).
18. В яких системах ДВЗ використовуються відцентрові насоси?
19. Конструктивні відмінності поршневих насосів від плунжерних.
20. Схеми гідравлічного приводу клапанів.
21. Класифікація насосів та вентиляторів по коефіцієнту швидкохідності.
22. Визначення діапазону значень  $n_s$  для нормальних насосів.
23. Визначення діапазону значень  $n_s$  для швидкохідних насосів.
24. Визначення діапазону значень  $n_s$  для тихохідних насосів.
25. Визначення діапазону значень  $n_s$  для діагональних насосів.



## Питання до модульної контрольної роботи №2

1. Основні рівняння теорії гідравлічних машин та їх використання для визначення основних параметрів цих машин.
2. Коефіцієнти корисної дії гідравлічних машин та відповідні втрати енергії.
3. Схема руху потоку через колесо відцентрового насоса. Трикутники швидкостей на вході та виході.
4. Визначення напору колеса відцентрового насоса з урахуванням кількості лопаток.
5. Вплив форми лопаток на величину напору, що розвивають колеса. Ступінь реакції колеса та її залежність від кута установки лопатки на виході та зміни швидкостей на колесі насоса.
6. Кавітація як фізичне явище. Умови виникнення кавітації у відцентровому насосі. Кавітаційний запас енергії та його зв'язок з умовами виникнення кавітації.
7. Залежність виникнення кавітації від висоти всмоктування насоса та інших параметрів, пов'язаних з умовами застосування насоса.
8. Залежність виникнення кавітації від конструктивних особливостей насоса та режиму його роботи.
9. Елементи теорії подібності стосовно гідравлічних машин. Залежності між розходами та напорами подібних насосів. Утворення критеріїв подібності на основі цих співвідношень.
10. Елементи теорії подібності стосовно гідравлічних машин. Залежності між потужностями подібних насосів. Засоби утворення симплексів та комплексів подібності. Зразки відомих критеріїв. Критерій  $n_s$  та його використання.
11. Оцінка кавітаційної якості насоса через теорію подібності. Визначення припустимої частоти обертів ротору насоса та швидкості потоку на вході з використанням параметрів подібності.
12. Визначення діаметру колеса відцентрового насоса.
13. Визначення оптимального кута встановлення лопатки відцентрового насоса на виході  $\beta_2$  у залежності від співвідношення  $w_1/w_2$  та  $n_s$ .
14. Визначити зовнішній діаметр колеса відцентрового насоса при заданій питомій роботі.
15. Визначити частоту обертання ротора насоса  $n$  при відомих значеннях витрати рідини  $Q$  і питомої роботи ступеня  $L$ .
16. Визначити розміри колеса у меридіанному перетині. Побудувати трикутники швидкості на вході в колесо.
17. Визначити зовнішній діаметр колеса відцентрового насоса. Побудувати трикутники швидкості на виході з колеса.
18. З'ясувати засіб побудови середньої лінії профілю лопатки відцентрового насоса у плані.
19. З'ясувати спосіб побудови профілю лопатки відцентрового насоса у меридіанному перетині.
20. З'ясувати спосіб побудови профілю завитки відцентрового насоса на підставі закону дотримання  $C_{сер.} = \text{const}$  та закону  $R \cdot C_u = \text{const}$ .

21. Визначення основних розмірів шестеренних насосів. Особливості конструкції існуючих шестеренних насосів.
22. Особливості конструкції існуючих відцентрових насосів. Засоби компенсації осьових та радіальних зусиль при роботі цих насосів. Внутрішні та зовнішні ущільнення.
23. Визначення основних розмірів гвинтового насоса. Особливості конструкцій існуючих гвинтових насосів.
24. Визначити основні розміри шестеренного насосу.
25. Визначити основні розміри поршневого насосу.
26. Характеристики насосів різних типів. Загальний вигляд характеристик.
27. З'ясувати форми кривих характеристик на підставі основи теорії насосів.
28. Гідравлічна система. Напір системи. Характеристика системи.
29. Сумісна робота насоса та системи. Робоча точка. Сумісна характеристика роботи декількох насосів з різним засобом їх поєднання та системи.
30. Регулювання витрати насосів дроселюванням, перепуском, дроселюванням та перепуском водночас.
31. Регулювання розходу насосів зміною частоти обертання та поєднанням кількох насосів в одній системі.
32. З'ясувати послідовність та зміст експериментального отримання характеристики насоса.
33. Закони подібності, стосовно відцентрових насосів.

### **Питання до модульної контрольної роботи №3**

1. Цикл поршневої компресорної машини. Реальний та розрахунковий цикли. Коефіцієнти втрати продуктивності компресору як співвідношення об'ємів на діаграмі.
2. Розрахункове визначення коефіцієнту втрати видатності  $\lambda_v$ .
3. Розрахункове визначення коефіцієнту втрати видатності  $\lambda_p$ .
4. Намалювати розрахункову індикаторну діаграму двоступінчастого поршневого компресора з проміжним охолодженням. З'ясувати засоби визначення втрати тисків на всмоктуванні та на нагнітанні.
5. Багатоступінчастий стиск з проміжним охолодженням. Вказати причини застосування багатоступінчастого стиску. Теоретичні та реальні можливості багатоступінчастого стиску порівняно з одноступінчастим. Вибір оптимальних проміжних тисків при відомому значенні числа ступенів  $Z$ .
6. Визначити максимально можливого ступеня підвищення тиску у ступені компресора. Визначення мінімально можливої кількості ступенів компресорної машини  $Z_{min}$ .
7. Обґрунтувати доцільність застосування багатоступінчастого стиску у компресорних машинах залежно від усіх відомих факторів. Визначення оптимального значення числа ступенів компресорної машини  $Z_{opt}$ .
8. Визначити об'єми циліндрів ступенів стиску багатоступінчастого компресору.
9. Наведіть загальну схему розрахунку багатоступінчастих компресорів.

10. Визначити потужність ступеня поршневого компресору на підставі наданої індикаторної діаграми. Визначити потужність багатоступінчастого компресора на підставі залежності ККД таких компресорів від кінцевого тиску.
11. Намалювати конструктивні схеми багатоступінчастих компресорів з необхідними поясненнями.
12. Намалювати типові конструкції клапанів поршневих компресорних машин, охолоджувачів повітря, вологовідокремлювачів, повітряних балонів.
13. Намалювати загальний вигляд експлуатаційної характеристики поршневих пускових компресорів.
14. З'ясувати послідовність та зміст експериментального отримання експлуатаційної характеристики поршневого пускового компресора.
15. Надати повну класифікацію та короткий опис конструкції поршневого компресора (рисунок надається викладачем).
16. Ідеальний цикл компресора в  $PV$  та  $TS$  діаграмах.
17. Робота при адіабатичному стиску повітря.
18. Робота при ізобарному стиску повітря.
19. Робота при політропному стиску повітря.
20. Шкідливий об'єм поршневого компресора та його вплив на подачу.
21. Основні параметри поршневих компресорів.
22. Граничні значення ступеня підвищення тиску для поршневого компресора.
23. Вплив гідравлічного опору клапанів на подачу компресора.
24. Конструктивні схеми багатоступеневих компресорів.
25. Процес багатоступеневого стиску в  $PV$  та  $TS$  діаграмах.
26. Охолодження повітря в багатоступеневому компресорі.
27. Необхідність використання багатоступеневих компресорів у системах пускового повітря.
28. Конструкція охолоджувачів повітря у багатоступеневих компресорах.
29. Визначення потужності багатоступеневого компресора.
30. Визначення частки шкідливого об'єму у багатоступеневому компресорі.

## Питання до підсумкового контролю

1. Накресліть схему та поясніть принцип дії одноступінчастого відцентрового насоса.
2. Що називається робочою та універсальною характеристиками відцентрових насосів?
3. На які види діляться лопатеві насоси по швидкохідності?
4. Принцип дії, класифікація та сфери застосування об'ємних гідромашин. Використання об'ємних гідромашини у конструкції автомобіля.
5. Визначення насосу. Принцип насоса. Класифікація об'ємних насосів.
6. Визначення подачі насоса. Робочий об'єм. Втрати у насосі.
7. Радіально-поршневий насос. Принцип дії. Подача насосу. Нерівномірність пульсацій та подачі. Область застосування.
8. Аксіально-поршневі насоси. Принцип дії. Подача насосу. Нерівномірність пульсацій та подачі. Область застосування.
9. Пластинчасті насоси. Принцип дії. Подача насосу. Нерівномірність пульсацій та подачі. Область застосування.
10. Шестеренні насоси. Принцип дії. Подача насосу. Нерівномірність пульсацій та подачі. Область застосування.
11. Вимоги класифікаційних товариств, що висуваються до насосного обладнання суден різного призначення.
12. Провідні виробники насосів для суден різного призначення. Маркування.
13. Трюмно-осушувальні та баластні насоси. Принцип дії, вимоги класифікаційних товариств.
14. Маркування по ГОСТ відцентрових, вихрових та шестеренних насосів.
15. Призначення та принцип роботи вантажних судових насосів.
16. Навіщо контролювати тиск у відцентрових насосах?
17. Які вимоги висуваються для всмоктувальних трубопроводів відцентрового насоса?
18. Як впливає розчинений у рідині газ на продуктивність відцентрових насосів?
19. Які вимоги до насосів для котлів, які будуть використовуватись у котельнях?
20. Що таке атмосферний тиск для насосу?
21. Що таке манометричний тиск насоса?
22. Що таке абсолютний тиск насосу?
23. Що таке вакуумметричний тиск, або тиск всмоктування насоса?
24. Що таке NPSH (Net Positive Suction Head) насоса?
25. Що таке NPSHr (Net Positive Suction Head required) насоса?
26. Що таке NPSHa (Net Positive Suction Head available) насоса?

27. Чому  $NPSH_a$  (системи) завжди повинен бути більшим за  $NPSH_r$  (насос) « $NPSH_a > NPSH_r$ » при виборі насосів?
28. За рахунок чого у ежекторі створюється дуже низький тиск на всмоктуванні?
29. Поясніть, що таке робота насоса з підпором та підсосом.
30. Як визначається напір діючого насоса за показаннями приладів та елементами насосної установки?
31. Як визначається корисна та витрачена потужність насоса?
32. Що таке повний коефіцієнт корисної дії насоса?
33. Наведіть паралелограми швидкостей на вході та виході з робочого колеса і поясніть їх.
34. Наведіть вхідний та вихідний трикутники швидкостей та поясніть їх.
35. Напишіть основне рівняння відцентрових насосів Ейлера, поясніть його вивід та фізичний сенс.
36. У чому полягають співвідношення подібності (пропорційності) для лопатевих машин? З якою метою вони застосовуються?
37. Як визначити подачу та натиск (робочу точку) при роботі одного та двох відцентрових насосів на мережу? Наведіть відповідні графіки та характеристики.
38. Що таке осьовий тиск, як воно виникає і які заходи його усунення (урівноваження)?
39. Якою є фізична сутність явища кавітації в лопатевих машинах?
40. Вкажіть методи регулювання подачі відцентрових насосів і розкажіть про їх фізичну сутність.
41. Методи регулювання режиму роботи насоса. Регулювання зміною частоти обертання насоса.
42. Методи регулювання режиму роботи насоса. Поворот лопат у насосах осьового типу.
43. Нестійка робота насосної установки. Явище помпажу.
44. Послідовне з'єднання відцентрових насосів.
45. Паралельне з'єднання відцентрових насосів.
46. Методи регулювання режиму роботи насоса. Регулювання зміною частоти обертання насоса
47. Методи регулювання режиму роботи насоса. Поворот лопат у насосах осьового типу.
48. Ідеальна подача, робочий об'єм, характеристики об'ємних гідромашин.
49. Вимоги класифікаційних товариств, що висуваються при проектуванні гідравлічних машин.
50. Як розрахувати тиск гідравлічного удару та уникнути його?

51. Для яких цілей на судах встановлюють повітряні компресори, вимоги морських класифікаційних товариств до повітряних компресорів та систем пускового повітря.
52. З якою метою на ступенях компресора встановлюють запобіжні клапани?
53. З якою метою перед пуском компресора необхідно провертати колінчастий вал?
54. Для яких цілей на колінчастих валах компресора навішують маховик?
55. Яким чином здійснюється змащення тертьових частин компресора?
56. Поясніть необхідність охолодження повітря після кожного ступеня компресора.
57. Як визначити несправність впускних та випускних клапанів 1-го та 2-го ступенів компресора?
58. Поясніть конструкцію пластинчастих клапанів та їхню роботу.
59. Поясніть фізичну суть перетворення енергії у компресорі.
60. У яких випадках і з якою метою застосовуються одноступінчасті та багатоступінчасті компресори?
61. Наведіть основні конструктивні характеристики та особливості компресорів.
62. Наведіть сучасні програмні рішення для проектування та конструювання компресорних машин.
63. Вимоги норм ASME (PTC-10) для компресорів.
64. Застосування числового гідродинамічного аналізу (CFD) при конструюванні компресорів.
65. Переваги застосування технології безконтактних лабіринтних ущільнень для компресорних машин.
66. Основні стадії конструювання пускового компресору.
67. Уніфікація в поршневому компресоробудуванні (за механізмом руху та становиною; за ЦПГ).
68. Основні засади в розробці нових компресорних машин.
69. Основні розміри та основні параметри поршневого компресора.

Міністерство освіти та науки України  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра суднового машинобудування  
та енергетики

### КУРСОВА РАБОТА

з дисципліни “Агрегати двигунів внутрішнього згоряння”

на тему:

---

---

---

Здобувач (ка) вищої  
освіти \_\_\_\_\_ курсу \_\_\_\_\_ групи  
спеціальності 142 "Енергетичне  
машинобудування"  
освітня програма "Двигуни внутрішнього  
згоряння"

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали здобувача вищої освіти)

Керівник \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала \_\_\_\_\_  
Кількість балів: \_\_\_\_\_ Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

Члени комісії

_____ (підпис)	_____ (прізвище та ініціали)
_____ (підпис)	_____ (прізвище та ініціали)
_____ (підпис)	_____ (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
 Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
 Херсонський навчально-науковий інститут

"Затверджую"  
 Завідувач кафедри СМЕ, професор  
 \_\_\_\_\_ Андреев А.А.  
 " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202\_р.

### ЗАВДАННЯ

на виконання курсової роботи з дисципліни  
 "Агрегати двигунів внутрішнього згоряння"  
 із спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування"  
 (освітня програма "Двигуни внутрішнього згоряння")

Тема роботи Виконати проект відцентрового насосу "

\_\_\_\_\_ "

#### Вихідні дані:

Продуктивність насосу  $Q = \underline{\hspace{2cm}}$  м<sup>3</sup>/год;

Питома робота  $L = \underline{\hspace{2cm}}$  Дж/кг;

Призначення насосу – для системи зовнішнього контуру – заборотної води. Температура води  $t_w = \underline{\hspace{2cm}}$  °С.

#### ЗМІСТ ТА ОБСЯГ РОБОТИ:

РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
 (35...40 аркушів формату А4)

Вступ (1...2 стор.).

1. Визначення критичного кавітаційного запасу енергії  $\Delta l_{кр}$ , коефіцієнту кавітаційної швидкохідності  $C$ , кутової швидкості обертання ротору насоса  $\omega$  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.

Висновки.

Список використаних літературних джерел.



## ГРАФІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

Розріз насосу вздовж вісі ротора (1 аркуш формату А1);  
Побудова вхідних і вихідних трикутників швидкостей (2 аркуша формату А4);  
Побудова меридіанного перерізу робочого колеса (1 аркуш формату А4);  
Побудова лопаті робочого колеса в плані (1 аркуш формату А4);  
Побудова спірального відвідного каналу трапецієвидної форми (1 аркуш формату А3).

Оформлення курсової роботи здійснюється у відповідності з чинними вимогами ЄСКД та ДСТУ.

Завдання видано “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 202\_ р.

Термін захисту роботи “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 202\_ р.

Виконавець: здобувач (ка) вищої освіти групи \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник проекту \_\_\_\_\_

### Загальна інформація стосовно завдання

Для виконання розрахунку насоса необхідно мати його продуктивність  $Q$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ , питому роботу  $L$ ,  $\text{Дж}/\text{кг}$ , або напір  $H$ ,  $\text{м}$ , та кутову швидкість ротору  $\omega$ ,  $\text{с}^{-1}$ . Водночас усі ці параметри у сукупності відносять насос до певного класу гідравлічних машин згідно з параметром  $n_s$ , (коефіцієнтом швидкохідності насосу), який однозначно визначається за цими параметрами, і від чисельного значення якого залежить, чи буде цей насос відцентровим, або ж вихровим, або навіть об'ємним чи якимсь іншим. Довільна комбінація зазначених вище параметрів може віднести насос до будь-якого типу, що може бути слушним у разі реального проектування, але не підходить у даному випадку. Оскільки у даному випадку слід проектувати насос певного типу, а саме відцентровий, доцільно мати таку схему завдання, щоби виключити можливість небажаної належності початкових параметрів до насосів іншого типу. Для цього параметри  $Q$  та  $L$ , що мають основне значення для імовірного заказчика, задаються безпосередньо, а параметр  $\omega$  відшукується виконавцями у функції додатково визначених спеціальних параметрів,  $n_s$  та  $C$  (кавітаційного коефіцієнту швидкохідності), які враховують специфіку проектування та необхідність віднесення насосу, що проектується, до певного класу гідравлічних машин. Така постановка завдання, проте, не зовсім штучна, і її навіть не слід виключати за реальних умов проектування, бо кутова швидкість ротору може бути забезпечена у досить широких межах конструктивними заходами, і таким чином можна отримати змогу застосувати на об'єкті саме відцентровий насос, а не якийсь інший, при тому, що він забезпечить необхідні  $Q$  та  $L$ . Звичайно, у разі реального проектування, отримане значення параметра  $\omega$  може виявитися не дуже придатним для реалізації в умовах певного об'єкту, і тоді виникне питання можливої зміни типу насосу. Це слід розуміти, але за умов навчального проекту це, звичайно, не повинно враховуватися як таке, що виходить за рамки завдання. Крім сказано ще слід враховувати, що закінчена конструкція, спроектована для реального об'єкту, звичайно зазнає всебічного розгляду, під час якого піддаються аналізу багато отриманих у ході проектування параметрів насоса, які важко забезпечити точно шляхом формування початкових даних і навіть спрямованим впливом на окремі етапи проектування. Зокрема визначається його спроможність всмоктування з певної висоти, габарити, маса, технологічність конструкції, можливий ресурс і багато чого іншого. У разі невідповідності якогось одного чи групи параметрів насоса бажаним значенням, якостям чи границям визначають необхідні зміни у завданні на проектування і виконують проект заново. У випадку навчального проектування, звичайно, виконується загальна оцінка зробленого без суттєвого доопрацювання, якщо у проекті відсутні суттєві помилки.

**Таблиця завдань на проектування насосів**

Призначення насосів – циркуляційні, охолодження зовнішнього контуру ДВЗ.

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	$L$	$Q$	$t_w$	$n_s$	$C$
		Дж/кг	$\frac{M^3}{год}$	°C	-	-
1.		280	35			
2.		290	40			
3.		295	45			
4.		310	40			
5.		320	40			
6.		330	45			
7.		340	50			
8.		350	60			
9.		370	90			
10.		380	80			