



Насосне та допоміжне обладнання АЕС

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	143 Атомна енергетика
Освітня програма	ОПП Атомні електричні станції
Статус дисципліни	вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 годин/4 кредити ЕКТС, 36 годин лекцій, 18 годин практичних занять, 66 години СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / модульна контрольна робота, домашня контрольна робота
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., доцент Кондратюк Вадим Анатолійович, E_mail: v.kondratyk@kpi.ua Практичні: д.т.н., доцент Кондратюк Вадим Анатолійович, E_mail: v.kondratyk@kpi.ua
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua , https://drive.google.com

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Освітній компонент «Насосне та допоміжне обладнання АЕС» вивчається студентами спеціальності з метою закріпити у студентів знання з основних конструктивних рішень і фізичних процесів, які мають місце в насосному устаткуванні сучасних атомних електричних станцій, поглибити теоретичні відомості з окремих проблем забезпечення надійності роботи устаткування АЕС, які найчастіше зустрічаються в практиці, а також розвивати практичні навички, необхідні для проведення інженерних розрахунків основних елементів насосних агрегатів, аналізу умов надійної роботи насосів АЕС.

Метою навчальної дисципліни є ознайомлення студентів з важливою сферою діяльності в галузі атомної енергетики з ціллю орієнтування у виборі подальшої спеціалізації навчання в магістратурі та формування у студентів наступних здатностей (компетентностей):

1. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності та ядерно-радіаційної безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання атомно-енергетичного комплексу (ФК 2).
2. Розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання атомно-енергетичного комплексу (ФК 11).
3. Здатність забезпечувати якість в галузі атомної енергетики (ФК 12).
4. Здатність використовувати знання характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів у професійній діяльності в галузі атомної енергетики (ФК 13).

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

1. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 143 Атомна енергетика (ПРН 2).
2. Знати і розуміти основні характеристики, сферу застосування та обмеження обладнання, матеріалів та інструментів, інженерних технологій і процесів, що використовуються при вирішенні професійних завдань (ПРН 12).
3. Розуміти нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідки інженерної практики (ПРН 13).
4. Навички аналізу та прогнозування розвитку атомної енергетики та суміжних напрямів науки і техніки (ПРН 18).
5. Розвинені навички самостійного навчання (ПРН 19).

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити дисципліни: освітній компонент «Теорія теплообміну», «Основи конструювання».

Постреквізити дисципліни: виробнича практика.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Вступ.

Тема 1.1. Атомна енергетика. Місце ядерної енергетики у виробленні електроенергії. Основні етапи розвитку ядерної енергетики України. Особливості, сучасний стан і перспектива розвитку АЕС.

РОЗДІЛ 2. Основне устаткування АЕС. Насоси АЕС.

Призначення та типи насосів. Конструктивні схеми насосних агрегатів.

Тема 2.1. Принципові схеми АЕС з реакторами: ВВЕР-1000, РВПК-1000, ШН-600. Призначення та типи насосів.

Тема 2.2. Конструктивні схеми насосних агрегатів. Проектні, технологічні та експлуатаційні вимоги до головних циркуляційних насосів (ГЦН), до живильних насосів (ЖН), конденсаційних насосів (КН) та до інших насосів.

РОЗДІЛ 3. Проточна частина відцентрових та осьових насосів.

Тема 3.1. Основні параметри насосів та їх характеристики. Класифікація насосів. Основи теорії лопатевих відцентрових насосів. Основне рівняння насосу. Подібність лопатевих насосів. Коефіцієнт швидкохідності. Втрати в насосах.

Тема 3.2. Розрахунок лопатевих насосів методом моделювання. Підводи. Випробування підводів. Спіральні та лопатеві відводи. Гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу.

Тема 3.3. Осьові сили в лопатевих відцентрових насосах. Способи врівноваження осьових сил. Радіальні сили. Способи зменшення радіальних сил у насосах.

Тема 3.4. Кавітація. Умови виникнення кавітації у насосах. Вплив різних факторів на кавітаційні властивості насосів. Методи виявлення та дослідження кавітації.

Тема 3.5. Осьові насоси. Основні характеристики осьових насосів. Вплив конструктивних елементів на характеристики насосів.

РОЗДІЛ 4. Спільна робота насосів та мережі.

Тема 4.1. Сталість роботи лопатевих насосів у системі насос-мережа. Помпаж.

Тема 4.2. Регулювання режиму роботи насосу. Послідовна та паралельна робота насосів на мережу.

РОЗДІЛ 5. Герметичні електронасоси.

Тема 5.1. Принципова конструктивна схема безсальникового герметичного насосу. Насос із сухим статором. Статорна перегородка і статор. Будова ротора. Конструктивні особливості вітчизняних та зарубіжних герметичних насосів.

РОЗДІЛ 6. Головні циркуляційні насоси з механічним ущільненням валу.

Тема 6.1. Конструкція головного циркуляційного насосу ГЦН-317 енергоблоку з реактором ВВЕР-440. Схема ущільнення валу та радіально-осьового підшипника.

Тема 6.2. Конструкція головного циркуляційного насосу АЕС з реакторами ВВЕР-1000 (ГЦН-195М).

Тема 6.3. Конструкція головного циркуляційного насосу АЕС з реактором РВПК-1000 (ЦВН-8).

Тема 6.4. Допоміжні системи, які призначені для забезпечення нормального функціонування головних циркуляційних насосів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова (підручники, навчальні посібники) література.

1. Срібнюк С.М. Навчальний посібник. Насоси і насосні установки. Центр навчальної літератури. 2017. – 312 с.
2. Марцинковський В.А., Шевченко С.С. Насоси атомних електростанцій. С. 2018. – с. 472.

Додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література.

3. Методичні вказівки до курсової роботи по курсу “Насосне та допоміжне обладнання АЕС” для студентів спеціальності 7.090502 “Атомна енергетика” /Укл. А.Ф. Васильєв – Київ: НТУУ “КПІ”, 2008. – 68 с.

Інформаційні ресурси:

4. Сайт НАЕК «Енегроатом» - <http://www.energoatom.kiev.ua/>
5. Сайт НАЕК «Енергетична компанія України» - <http://www.ecu.gov.ua/>
6. Сайт НЕК «Укренерго» <https://ua.energy/peredacha-i-dyspetcheryzatsiya/dyspetcherska-informatsiya/dobovyj-grafik-vyrobnytstva-spozhyvannya-e-e/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Оскільки дисципліна „Насосне та допоміжне обладнання АЕС” пов’язана із дисциплінами фахової підготовки, то її викладання, а особливо виконання індивідуальних завдань, є запорукою подальшого засвоєння студентами спеціальних фахових дисциплін, та формування базових основ професійної діяльності.

Практичні заняття, в основному, присвячені більш глибокому вивченню нормативно-правових актів у сфері фізичної ядерної безпеки.

Для кращого засвоєння навчального матеріалу рекомендується проводити лекції з використанням наочних засобів навчання (показ слайдів, робота з роздаточним матеріалом); практичні заняття рекомендується проводити після вивчення певної частини курсу лекцій.

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

- 1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда і дослідницький метод);
- 2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («аналіз ситуацій», дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати);
- 3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відео-підтримки навчальних занять).

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	РОЗДІЛ 1. Вступ.
1.	Тема 1.1. Атомна енергетика. Місце ядерної енергетики у виробництві електроенергії. Особливості сучасного стану та перспектив розвитку АЕС. Лекція 1. Місце ядерної енергетики у виробництві електроенергії. Основні етапи розвитку ядерної енергетики України та СНГ. Сучасний стан та перспективи розвитку АЕС у світі і на Україні. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Вивчити матеріали МАГАТЕ про сучасний стан та перспективи розвитку АЕС у світі [4-6].
	РОЗДІЛ 2. Основне устаткування АЕС. Насоси АЕС. Призначення та типи насосів. Конструкційні схеми насосних агрегатів.
2.	Тема 2.1. Принципові схеми АЕС з реакторами ВВЕР-1000, РВПК-1000, ШН-100. Призначення та типи насосів. Лекція 2. Насосне обладнання АЕС. Схеми АЕС з реакторами ВВЕР-1000, РВПК-1000, ШН-600. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Ознайомитись зі схемами зарубіжних АЕС [4-6].
3.	Тема 2.2. Конструктивні схеми насосних агрегатів. Вимоги до ГЦН, ЖН, КН та інших насосів. Лекція 3. Конструктивні схеми насосних агрегатів. Герметичний електронасос з геометричною статорною порожниною, типова структурна схема ГЦН, схема зануреного заглибленого насосу для рідкого металу. Вимоги до ГЦН. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Вивчити конструкційні схеми ГЦН з різними способами з'єднання валів, схемами насосів допоміжних систем [4-6].
	РОЗДІЛ 3. Проточна частина відцентрових та осьових насосів.
4.	Тема 3.1. Основні параметри насосів та їх характеристики. Класифікація насосів. Основи теорії лопатевих відцентрових насосів. Основне рівняння насосу. Подібність лопатевих насосів. Коефіцієнт швидкохідності. Втрати в насосах. Лекція 4. Принципова схема насосної установки. Основні параметри насосів та їх характеристики. Подача, тиск, питома робота та напір насосу. Кавітаційний запас, потужність, коефіцієнти корисної дії. Література: матеріали лекції, [1-3], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Вивчити безрозмірні характеристики для динамічних насосів [4-6].
5.	Лекція 5. Класифікація насосів. Основи теорії лопатевих відцентрових насосів. План швидкостей. Основне рівняння насосу. Література: матеріали лекції, [1-3], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС. Ознайомитись з конструкціями насосів допоміжних систем [4-6].
6.	Лекція 6. Подібність лопатевих насосів. Коефіцієнт швидкохідності. Втрати у насосах. Література: матеріали лекції, [1-3], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Ознайомитись з методикою розрахунку гідравлічних, механічних та об'ємних втрат у насосах [4-6].

7.	Тема 3.2. Розрахунок лопатевих насосів методом моделювання. Підводи та відводи. Гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу. Лекція 7. Розрахунок лопатевих насосів методом моделювання. Алгоритм гідравлічного розрахунку проточної частини відцентрового насосу. Література: матеріали лекції, [1-3], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: вивчити матеріал по профілюванню каналу робочого колеса у меридіанному перерізі [4-6]. Модульна контрольна робота. Частина I.
8.	Лекція 8. Підводи. Випробування підводів та відводів. Спіральні відводи. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Розробити програму гідравлічного розрахунку проточної частини відцентрового насосу [3-6].
9.	Тема 3.3. Осьові сили в лопатевих відцентрових насосах. Засоби врівноваження осьових сил в насосах. Радіальні сили. Засоби зменшення радіальних сил в насосах. Лекція 9. Осьові сили в лопатевих відцентрових насосах (ЛВН). Засоби врівноваження осьових сил. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Ознайомитись з методикою розрахунку осьових сил в ЛВН [4-6].
10.	Лекція 10. Радіальні сили в лопатевих відцентрових насосах. Засоби зменшення радіальних сил у насосах. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Ознайомитись з методикою розрахунку радіальних сил у лопатевих відцентрових насосах [4-6].
11.	Тема 3.4. Кавітація. Умови виникнення кавітації у насосах. Вплив різних факторів на кавітаційні властивості насосів. Лекція 11. Умови виникнення кавітації у відцентрових насосах. Кавітаційний коефіцієнт швидкохідності. Кавітаційний запас. Вплив різних факторів на кавітаційні властивості насосів. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Ознайомитись з методом розрахунку відцентрових насосів на кавітацію [4-6].
12.	Тема 3.5. Осьові насоси. Основні характеристики осьових насосів. Вплив конструктивних елементів на характеристики насосів. Лекція 12. Осьові насоси. Основні геометричні та гідравлічні параметри ізольованого профілю та решітки профілів. Теоретичний напір і гідравлічний ККД решітки робочого колеса. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Ознайомитись з методами гідравлічного розрахунку осьових насосів [4-6].
	РОЗДІЛ 4. Спільна робота насосів та мережі.
13.	Тема 4.1. Стійкість роботи лопатевих насосів в системі насос-мережа. Помпаж. Лекція 13. Спільна робота насосів та мережі. Характеристика насосу та мережі. Стійкість роботи насосу в системі. Помпаж. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека»,

	«Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Вивчити правила побудови характеристики мережі [4-6].
14.	Тема 4.2. Регулювання режиму роботи насосу. Послідовна та паралельна робота насосу в мережу. Лекція 14. Регулювання подачі лопатевих насосів: дроселюванням, зміною частоти обертів, зміною кута встановлення лопаток робочого колеса, перепуском води із напірного трубопроводу у всмоктуючу лінію напірного трубопроводу. Послідовна та паралельна робота насосів на мережу. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Вивчити послідовність проведення перевірного розрахунку системи насос-мережа [4-6].
	РОЗДІЛ 5. Геометричні електронасоси.
15.	Тема 5.1. Принципова конструктивна схема безсальникового герметичного насосу. Конструктивні особливості вітчизняних та зарубіжних герметичних насосів. Лекція 15. Схема безсальникового герметичного насосу ГЦН310. Насос із сухим статором. Статорна перегородка і статор. Будова ротора. Конструктивні особливості вітчизняних та зарубіжних герметичних насосів. Література: матеріали лекції, [1-2], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Ознайомитись з конструкцією насосу з мокрим статором [4-6].
	РОЗДІЛ 6. Головні циркуляційні насоси з механічним ущільненням валу.
16.	Тема 6.1. Конструкція головного циркуляційного насосу енергоблоку АЕС з реактором ВВЕР-440. Лекція 16. Принципова конструктивна схема ГЦН-317. Схема ущільнення валу і радіально-осьового підшипника. Література: матеріали лекції, [1-3], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Ознайомитись з конструкцією ГЦН зарубіжних АЕС з реакторами ВВЕР-440 [4-6].
17.	Тема 6.2. Конструкція насосу ГЦН-195М енергоблоку АЕС з реактором ВВЕР-1000. Лекція 17. Головний циркуляційний насос АЕС з реактором ВВЕР-1000. Основні технічні характеристики і конструктивні особливості ГЦН-195М. Література: матеріали лекції, [1-3], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Ознайомитись із системами, які забезпечують нормальну та тривалу роботу ГЦН-195М [4-6].
18.	Тема 6.3. Конструкція насосу ЦВН-8 енергоблоку АЕС з реактором РВПК-1000. Тема 6.4. Допоміжні системи, які призначені для забезпечення нормального функціонування ГЦН. Лекція 18. Головний циркуляційний насос енергоблоку АЕС з реактором РВПК-1000. Основні технічні характеристики та конструктивні особливості ЦВН-8. Література: матеріали лекції, [1-3], матеріали журналів «Ядерна та радіаційна безпека», «Ядерна фізика та енергетика», «Ядерна енергетика та довкілля». Завдання на СРС: Ознайомитись із системами, які забезпечують нормальну роботу ЦВН-8 [4-6]. Модульна контрольна робота. Частина II.

Практичні заняття

Основною метою практичних занять є допомога з обранням спеціалізації на магістерському рівні навчання і майбутнім працевлаштуванням. Нижче наведено приблизний перелік тем практичних занять:

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
1	Тема 1.1. Розрахунок основних параметрів насосів та їх характеристик. Заняття 1. Визначення подачі, тиску, питомої роботи та напору насосу, кавітаційного запасу, потужності, коефіцієнту корисної дії. Література: матеріали заняття, [1-2]. СРС: Вивчити безрозмірні характеристики для динамічних насосів [3-6].	2
2	Тема 1.2. Втрати у насосах. Розрахунок гідравлічних, об'ємних та механічних втрат. Заняття 2. Розрахунок гідравлічних, об'ємних та механічних втрат. Література: матеріали заняття, [1-2]. СРС: вивчити матеріал по профілюванню каналу колеса у меридіанному перерізі і профілюванню лопатки [3-6].	2
3	Тема 1.3. Розрахунок та профілювання робочих коліс відцентрових насосів. Заняття 3. Алгоритм розрахунку та профілювання робочих коліс відцентрових насосів. Література: матеріали заняття, [1-2]. СРС: Ознайомитись з методикою розрахунку осьових зусиль в ЛВН [3-6].	2
4	Тема 1.4. Розрахунок та профілювання лопатки робочого колеса відцентрового насосу. Заняття 4. Алгоритм розрахунку та профілювання лопатки робочого колеса відцентрового насосу. Література: матеріали заняття, [1-2]. СРС: Ознайомитись з методом розрахунку відцентрових насосів на кавітацію [3-6].	2
5	Тема 1.5. Розрахунок та профілювання спірального відводу відцентрового насосу. Заняття 5. Алгоритм розрахунку та профілювання спірального відводу відцентрового насосу. Заняття 6. Алгоритм гідравлічного розрахунку проточної частини відцентрового насосу. Література: матеріали заняття, [1-2]. СРС: Ознайомитись з методами розрахунку центробіжних насосів [3-6].	4
6	Тема 1.6. Осьові сили у лопатевих відцентрових насосах (ЛВН). Визначення статичного тиску на виході із колеса ЛВН. Заняття 7. Розрахунок статичного тиску на виході із колеса ЛВН. Модульна контрольна робота. Література: матеріали заняття, [1-2]. СРС: Вивчити правила побудови характеристики мережі [3-6].	2
7	Тема 1.7. Спільна робота насосів та мережі. Заняття 8. Перевірочний розрахунок системи насос-мережа при їх спільній роботі. Література: матеріали заняття, [1-2]. СРС: Вивчити правила побудови характеристики мережі при послідовній та паралельній роботі насосів [3-6].	2
8	Тема 1.8. Регулювання режиму роботи насосу.	2

	Заняття 9. Розрахунок характеристик мережі та насосу при різних режимах роботи. Література: матеріали заняття, [1-2]. СРС: Вивчити послідовність проведення перевірного розрахунку системи насос-мережа [3-6].	
--	---	--

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Під час вивчення навчальної дисципліни студенти виконують наступний вид самостійної роботи: підготовка до аудиторних занять (практичні заняття). Він полягає в опануванні питань, що винесені на самостійне опрацювання за темами практичних занять.

Перелік питань та час на їх підготовку подано нижче.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Вивчити матеріали МАГАТЕ про сучасний стан та перспективи розвитку АЕС у світі. Інформація МАГАТЕ	1
2.	Ознайомитись зі схемами зарубіжних АЕС	1
3.	Вивчити конструкційні схеми ГЦН з різними засобами з'єднання валів, схемами насосів допоміжних систем	2
4.	Вивчити безрозмірні характеристики для динамічних насосів	1
5.	Ознайомитись з конструкціями насосів допоміжних систем	1
6.	Ознайомитись з методикою розрахунку гідравлічних механічних та об'ємних втрат у насосах	2
7.	Вивчити матеріал по профілюванню каналу колеса у меридіанному перерізі і профілюванню лопасті	1
8.	Розробити програму гідравлічного розрахунку проточної частини відцентрового насосу	2
9.	Ознайомитись з методикою розрахунку осьових зусиль в ЛВН	2
10.	Ознайомитись з методикою розрахунку радіальних сил у лопатевих відцентрових насосах	
11.	Ознайомитись з методом розрахунку відцентрових насосів на кавітацію	2
12.	Ознайомитись з методами розрахунку осьових насосів	1
13.	Вивчити правила побудови характеристики мережі	1
14.	Вивчити послідовність проведення перевірного розрахунку системи насос-мережа	2
15.	Ознайомитись з конструкцією насосу з мокрим статорм	1
16.	Ознайомитись з конструкцією ГЦН зарубіжних АЕС з реакторами ВВЕР-440	2
17.	Ознайомитись із системами, які забезпечують нормальну роботу ГЦН-195М	2
18.	Ознайомитись із системами, які забезпечують нормальну роботу ЦВН-8	2
19.	Ознайомитись з допоміжними системами зарубіжних ГЦН	1
20.	Ознайомитись з схемами насосів зарубіжних країн	2
21.	Ознайомитись із системою розігріву, з системою регулювання частоти обертання ГЦН, критеріями вибору схеми насосу	1
22.	Ознайомитись з конструкціями зарубіжних ЖН	2
23.	Ознайомитись з ЖН зарубіжних фірм і з насосами допоміжних систем	1

24	Ознайомитись з різними конструкціями під'ятників гідродинамічних осьових підшипників	1
25	Ознайомитись з конструкціями ущільнень насосів зарубіжних фірм	2
26	Ознайомитись із схемами обв'язки ГЦН-317 та ЦВН-8	2
27	Ознайомитись з можливими конструкціями ГЦН (діагональними, осьовими)	1
28	Підготовка до МКР	4
29	Підготовка до ДКР	15
30	Підготовка до заліку	8
31	Всього:	66

Індивідуальні завдання

Робоча програма вивчення даного курсу передбачає виконання студентами домашньої контрольної роботи. Мета домашньої контрольної роботи – закріпити та поглибити знання набуті студентами при вивченні курсу, опанувати методики самостійних розрахунків основних елементів насосних агрегатів. домашньої контрольної робота виконується кожним студентом самостійно у відповідності до виданого індивідуального завдання. Робота складається з ряду послідовних розрахунків та вміщує гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу, а в графічній частині загальний вигляд ГЦН, вузол насосу. Завдання на виконання домашньої контрольної роботи в додатку 3.

Результатом домашньої контрольної роботи є активне творче засвоєння матеріалу вивчаемого курсу.

Зміст домашньої контрольної роботи

РОЗДІЛ 3. Проточна частина відцентрових та осьових насосів.

Тема 3.1. Основні параметри насосів та їх характеристики. Класифікація насосів. Основи теорії лопатевих відцентрових насосів. Основне рівняння насосу. Подібність лопатевих насосів. Коефіцієнт швидкохідності в насосах. Втрати в насосах.

Тема 3.2. Розрахунок лопатевих насосів методом моделювання. Підводи. Випробування підводів. Спіральні та лопатеві відводи. Гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу.

Розробити програму гідравлічного розрахунку проточної частини відцентрового насосу, профілю лопатки та профілю гвинтового відводу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних занять та консультацій не оцінюється. Однак, студентам рекомендується їх відвідувати, оскільки на них викладається теоретичний та практичний матеріал,

розвиваються навички, необхідні для виконання практичних завдань та успішного написання КР, виконання РР та самостійних робіт.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (згідно "Положення про систему забезпечення якості вищої освіти у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», "Положення про організацію навчального процесу").

Дотримання положень «Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського» (розділи 2 та 3)

Співпраця студентів у розв'язанні проблемних завдань дозволена, але відповіді кожний студент захищає самостійно. Взаємодія студентів під час іспиту категорично забороняється і будь-яка така діяльність буде вважатися порушенням академічної доброчесності згідно принципів університету щодо академічної доброчесності.

Правила відвідування занять

Студент зобов'язаний:

- бути особисто присутнім на занятті (лекції, практичному занятті);
- з'явитись на заняття за декілька хвилин до початку заняття відповідно до розкладу;
- чемно поводитись;
- інформувати викладача щодо причин відсутності на занятті.

Студент не повинен:

- відволікатись на сторонні розмови;
- використовувати гаджети і інтернет ресурси, якщо це не передбачено методикою проведення заняття;

• без попередження викладача входити до аудиторії або залишати її під час проведення заняття за розкладом.

Студент має право:

- бути відсутнім на занятті з поважних причин;
- задавати питання стосовно теми заняття або пов'язаними темами;
- відпрацювати пропущене заняття (тему) за домовленістю з викладачем (стосовно способу і часу відпрацювання);
- використовувати засоби зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті, інтернет ресурси коли це передбачено методикою проведення заняття.

Правила поведінки на заняттях

Студент зобов'язаний:

- уважно слухати викладача (не перебивати викладача);
- занотовувати необхідну інформацію;
- відповідати на питання експрес-опитування

Правила поведінки на практичних заняттях

Студент зобов'язаний:

- приходити, опрацювавши матеріали, які розглядались на лекції і були зазначені для самостійного опрацювання;
- за темою практичного заняття готувати доповіді (у вигляді повідомлення або презентації);
- приймати участь у обговоренні питань за темою заняття;
- інформувати викладача щодо причини не виконання завдання.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали призначаються у разі:

- виконання студентом індивідуального завдання (в межах основних тем дисципліни), яке не передбачена програмою навчальної дисципліни, але виконується студентом за власним бажанням та узгодженням з викладачем;

- активної роботи (більшої ніж передбачено програмою навчальної дисципліни) під час лекційних і практичних занять.

Штрафні бали призначаються у разі:

- несвоєчасного виконання студентом контрольних заходів, передбачених навчальною програмою дисципліни (порушення дедлайнів);
- запізнення на заняття та відволікання на сторонні заходи під час проведення занять;
- невиконання учбової програми, як то неприймання участі в обговоренні питань, невірні відповіді під час експрес-опитування тощо;
- порушення принципів академічної доброчесності.

Політика дедлайнів та перескладань

Викладач на початку семестру інформує студентів щодо встановлених дедлайнів з дисципліни.

Студенти зобов'язані здати всі контрольні заходи у термін встановлений планом проведення навчальної дисципліни.

За порушення дедлайнів призначаються штрафні бали.

У разі порушення студентом дедлайнів з поважних причин, можливе перенесення їх терміну на заплановані консультативні часи з дисципліни.

Перескладання контрольних заходів не передбачено. Виняток – семестровий контроль.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю знань студента з дисципліни:

- виконання та захист завдань на практичних заняттях;
- виконання та захист домашньої контрольної роботи;
- виконання МКР;
- календарний контроль (проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог PCO);
- відповідь на заліку.

За результатами навчальної роботи за перші 6 тижнів «ідеальний студент» має набрати 27 балів. На першій атестації (7-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 13 балів.

За результатами 12 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 48 балів. На другій атестації (13-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 24.

Рейтинг з дисципліни враховує роботу студента продовж семестру та рівень знань і навичок, виявлених ним на екзамені.

Рейтинг з дисципліни формується як сума балів, нарахованих студенту за:

- результати виконання завдань на практичних заняттях,
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР),
- виконання МКР,
- виконання завдань, отриманих на заліку.

Рейтинг з дисципліни розраховується за формулою рейтингова оцінка (RD) з кредитного модуля формується як сума балів поточної успішності навчання – стартового рейтингу (r_c) та балів отриманих на заліку (r_1):

$$R_D = r_c + r_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Стартовий рейтинг є сумарною оцінкою за виконання студентом завдань на практичних заняттях, МКР та ДКР:

$$r_c = r_{ПЗ}(18) + r_{МКР}(20) + r_{ДКР}(12) = 50 \text{ балів}$$

$r_{ПЗ}$ – бали поточного контролю (бали отримані при роботі на занятті r_z , виконанні і захисті завдань практичних занять $r_{зПЗ}$), $r_{МКР}$ – бал отриманий за виконання завдань модульної контрольної

роботи, $r_{\text{ДКР}}$ – бал отриманий за виконання ДКР. Максимальна кількість балів стартового рейтингу складає 50 балів.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичному занятті

Наприкінці кожного практичного заняття викладач оцінює рівень і якість виконання завдань, ваговий бал становить 2 бали (за кожне заняття). Максимальна кількість балів студента: $r_3 = 2 \text{ бали} \times 9 = 18 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

2 бали — за умови вчасного, повного і вірного виконання завдання; **1 бал** — в роботі є певні незначні недоліки; **0 балів** — завдання не виконано.

Якщо студент був відсутнім на занятті – бали не нараховуються.

2. Виконання завдань МКР

Основна мета проведення модульної контрольної роботи – перевірити рівень засвоєння студентам теоретичного матеріалу. Завдання видається на передостанньому практичному занятті по темах лекційної частини курсу. *Виконання завдань МКР обов'язкове*. Якщо студент був відсутнім на МКР, то потрібно отримати і виконати завдання впродовж десяти днів після часу проведення МКР.

Максимальна кількість балів за виконання завдань модульної контрольної роботи $r_{\text{МКР}} = 10$ балів. Максимальна кількість балів студента: $r_{\text{МКР}} = r_{\text{МКР I}} + r_{\text{МКР II}} = 10 + 10 = 20$

Критерії оцінювання:

10 балів — повна, обґрунтована відповідь; **8..9 балів** — повна, але не достатньо обґрунтована відповідь; **6..7 балів** — не повна відповідь та\або має несуттєві помилки; **4..5 балів** — завдання виконано не в повній мірі; **0...4 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

3. Виконання і захист домашньої контрольної роботи

Максимальна кількість балів за виконання домашньої контрольної роботи 8 балів і за захист 4 бали, тобто сумарна кількість балів дорівнює $r_{\text{ДКР}} = 12$ балів. Завдання для виконання домашньої контрольної роботи видається студенту на початку семестру, строк захисту – останнє практичне заняття. Оформлення звіту з виконання домашньої контрольної роботи згідно вимогам ДСТУ 8302:2015.

Виконання завдань і захист домашньої контрольної роботи обов'язкове.

Критерії оцінювання (виконання домашньої контрольної роботи роботи $r_{1\text{ДКР}}$):

8 балів — повне виконання завдання, відповідність вимогам щодо оформлення; **6..7 балів** — повне виконання завдання, незначна невідповідність вимогам щодо оформлення; **4..5 балів** — виконання завдання з деякими незначними неточностями, відповідність вимогам щодо оформлення; **2..3 балів** — виконання завдання з деякими неточностями, деяка, не значна невідповідність вимогам щодо оформлення; **0...1 балів** — виконання завдання з грубими помилками, невідповідність вимогам щодо оформлення – робота не захищена, потребує доопрацювання.

Критерії оцінювання (захист домашньої контрольної роботи $r_{2\text{ДКР}}$):

4 бали — повна вірна відповідь на поставлені запитання за темою розрахункової роботи; **3 бали** — відповідь має несуттєві неточності; **2 бали** — неповна відповідь; **1 бал** — наявність несуттєвих помилок в неповній відповіді; **0 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, захист не захищено.

Заохочувальні бали

- участь у наукових та\або науково-практичних конференціях, семінарах, симпозиумах за тематикою курсу — **5 балів** (при умові виконання завдань розрахунково-графічної роботи).

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання завдань на практичних заняттях, виконання МКР, захищення домашньої контрольної роботи та загальний бал за всі види робіт не менше **25 балів**.

До заліку допускаються студенти, які за результатами поточного контролю набрали не менше 25 балів і захистили ДКР. За результатами заліку студент може набрати **50 балів**.

Студенти виконують і захищають залікову роботу, яка складається з двох теоретичних завдання (див. дод.2)

Критерії оцінювання та кількість балів за екзаменаційну.

Критерії	Кількість балів
<i>студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, вміє правильно використовувати знання</i>	40-50
<i>студент демонструє на достатньо високому рівні знання навчального матеріалу, вміє правильно використовувати знання</i>	30-39
<i>студент демонструє на достатньому рівні знання навчального матеріалу, але допускає деякі неточності, щодо використання отриманих знань</i>	20-29
<i>студент демонструє на достатньому рівні знання навчального матеріалу, але допускає суттєві неточності, щодо використання отриманих знань</i>	10-19
<i>студент не демонструє на достатньому рівні знання навчального матеріалу та\або вміння і навички у вирішенні поставленого завдання</i>	1-9

Максимальна сумарна оцінка може бути 100 балів, мінімальна позитивна оцінка складає 60 балів.

Отримані рейтингові бали переводяться у відповідну оцінку згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

За рішенням кафедри, згідно Тимчасового регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (Наказ № 7/86 від 08.05 2020 року), допускається застосувати підхід щодо виставлення оцінки з кредитного модуля «автоматом» шляхом пропорційного перерахунку стартових балів у підсумкові за 100–бальною шкалою. При цьому обов'язковим залишається виконання студентом умов допуску до екзамену. Аспірантам, які набрали фактичний стартовий рейтинг не менший, ніж 0,9 від максимально можливого (тобто $R_c \geq 45$), екзаменатор може запропонувати виставити оцінку «Дуже добре». Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.

Переведення стартових балів у підсумкові здійснюється за формулою

$$R = 50 + \frac{50 \cdot (R_i - R_D)}{(R_c - R_D)},$$

де R – оцінка за 100–бальною шкалою;

R_i – сума балів, набраних студентом продовж семестру;

R_c – максимальна сума вагових балів контрольних заходів продовж семестру;

R_D – бал допуску до екзамену.

Студенти, які хочуть підвищити оцінку з кредитного модуля, виконують екзаменаційну роботу. При цьому переведення стартових балів у підсумкові не здійснюється

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право і можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (детальніше: https://osvita.kpi.ua/2020_7-170, https://document.kpi.ua/files/2020_7-170.pdf).

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (детальніше: <https://kpi.ua/code>).

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

В умовах дистанційного режиму організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський» та «Електронний кампус». Навчальний процес у дистанційному режимі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять. Заняття проходять з використанням сучасних ресурсів проведення онлайн-зустрічей (організація відео-конференцій на платформі Zoom).

Навчання в умовах правового режиму воєнного стану передбачає:

- проведення усіх видів занять дистанційно (з використанням синхронної або асинхронної моделі освітньої взаємодії), у відповідності до Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі та Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- перенесення кінцевих термінів виконання індивідуальних завдань і завдань самостійної роботи на кінець семестру (з обов'язковим виконанням і захистом);
- внесення у рейтингову систему оцінювання змін стосовно нарахування штрафних балів - за не своєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

Для студентів існує можливість зарахування (у вигляді додаткових балів до рейтингу до 20 балів):

- сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни;
- сертифікатів, які підтверджують участь у науково-практичних і наукових конференціях за тематикою дисципліни;
- публікація статті у науковому журналі за тематикою дисципліни.

Додаток 1

Перелік питань, які виносяться на модульну контрольну роботу

Модульна контрольна робота. Частина I.

1. Розрахунок основних параметрів насосів: подачі, тиску, питомої роботи, напору, кавітаційного запасу, потужності та ККД.
2. Вивести основне рівняння лопатевих відцентрових насосів.
3. Дати характеристику проектних, технологічних і експлуатаційних вимог до ГЦН.
4. Алгоритм гідравлічного розрахунку проточної частини відцентрового насосу.
5. Розрахунок та профілювання лопаті робочого колеса відцентрового насосу.

Модульна контрольна робота. Частина II.

6. Розрахунок і профілювання спірального відводу відцентрового насосу.
7. Визначити радіальні сили, виникаючі в відцентровому насосі. Навести спосіб зменшення радіальних сил в насосах.
8. Проаналізувати осьові насоси. Визначити силу реакції потоку на лопать решітки в реальній рідині, теоретичний напір H_T та гідравлічний ККД решітки робочого колеса.

9. Подібність лопатевих насосів. Рівняння подібності. Розрахунок лопатевих насосів методом моделювання.
10. Регулювання режиму роботи насосу. Розрахунок характеристик мережі та насосу при різних режимах роботи.

Додаток 2

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Проаналізувати місце ядерної енергетики в видобудці електроенергії та основні етапи розвитку ядерної енергетики в СНД та на Україні.
2. Описати принципову схему насосної установки. Проаналізувати основні параметри насоса: подача, тиск, питома робота, напір, кавітаційний запас, потужність, ККД.
3. Описати конструкційну схему та принцип роботи герметичного безсальникового насоса ГЦН-310.
4. Визначити особливості, сучасне становище та перспективи розвитку АЕС України.
5. Вивести основне рівняння лопатевих відцентрових насосів.
6. Описати конструкційну схему та принцип роботи відцентрового насоса з механічним ущільненням ГЦН-317 АЕС з ВВЕР-440.
7. Проаналізувати основні напрямки підвищення надійності та безпеки АЕС.
8. Обґрунтувати подоби лопатних насосів, метод подоби та рівняння подоби.
9. Описати конструкційну схему та принцип роботи головного циркуляційного насоса ГЦН-195М АЕС з ВВЕР-1000.
10. Навести принципову схему (технологічну) енергоблоку АЕС з ВВЕР-1000. Дати оцінку основному насосному обладнанню.
11. Визначити подоби лопатних насосів. Проаналізувати коефіцієнт швидкості насоса (n_s).
12. Описати конструкційну схему та принцип роботи головного циркуляційного насоса ЦВН-8 АЕС з РВПК-1000.
13. Навести принципову технологічну схему енергоблоку АЕС з РВПК-1000. Дати оцінку основному насосному обладнанню.
14. Проаналізувати втрати в насосах, гідравлічні, механічні та об'ємні витрати.
15. Описати конструкційну схему та принцип роботи радіально-осьового підшипника насоса ГЦН-317.
16. Навести принципову технологічну схему енергоблоку АЕС з реактором ШН-600. Дати оцінку основному насосному обладнанню.
17. Проаналізувати розрахунок та профілювання робочих колес відцентрового насоса.
18. Проаналізувати призначення та типи насосів АЕС та навести принципові особливості їх конструкцій.
19. Довести розрахунок і профілювання лопастей відцентрового насоса.
20. Навести конструкційну схему та принцип роботи електронасоса з герметичною статорною порожниною.
21. Проаналізувати підведення та відведення в лопатних насосах. Провести розрахунок та проектування спіральних відводів.
22. Проаналізувати водяні насосні агрегати з механічним ущільненням вала. Навести типову структурну схему ГЦН.
23. Визначити осьові сили, діючі на робочі колеса відцентрового насоса. Навести спосіб „зменшення” осьових сил.
24. Проаналізувати спосіб зрівноважування осьових сил у відцентровому насосі за допомогою гідростатичного опору.(гідравлічна п'ята).
25. Проаналізувати проектні, технологічні та експлуатаційні вимоги до ГЦН.
26. Визначити радіальні сили, виникаючі в відцентровому насосі. Навести спосіб зменшення радіальних сил в насосах.

27. Навести конструкційну схему живильного насоса. Проаналізувати основні вимоги до живильних насосів.
28. Визначити кавітацію, умови виникнення кавітації в насосах та вплив різних факторів на кавітаційні властивості насоса.
29. Навести методи виявлення та дослідження кавітації. Проаналізувати шляхи ослаблення кавітації.
30. Проаналізувати основні напрямки підвищення надійності та безпеки АЕС.
31. Навести решітку профілей та план швидкостей осьових насосів, основні геометричні та гідродинамічні параметри ізольованого профіля та решітки профілей осьових насосів.
32. Навести та проаналізувати конструкцію високонапірного живильного насоса.
33. Навести принципову технологічну схему енергоблоку АЕС з ВВЕР. Охарактеризувати основне насосне устаткування.
34. Проаналізувати осьові насоси. Визначити силу реакції потоку на лопать решітки в реальній рідині, теоретичний напір H_T та гідравлічний ККД решітки робочого колеса.
35. Навести та проаналізувати конструкцію одноступінчатого конденсатного насоса. Визначити вимоги до них.
36. Проаналізувати характеристику насоса та мережі при їх сумісній роботі, сталість режиму роботи насоса при роботі в мережу.
37. Навести та проаналізувати особливості конструкції циркуляційного насоса.
38. Проаналізувати умови стійкої роботи насоса на вихідній гілці характеристики $H=f(Q)$.
39. Проаналізувати водяні насосні агрегати з механічним ущільненням вала. Навести принципову схему ГЦН.
40. Обґрунтувати явище помпажа в насосах, умови виникнення помпажа при одиночній роботі насоса.
41. Дати характеристику проектних, технологічних і експлуатаційних вимог до ГЦН.
42. Проаналізувати особливості експлуатації насосів АЕС. Експлуатація ГЦН. Допоміжні системи ГЦН. Обв'язка ГЦН 195М.
43. Навести основні напрямки підвищення надійності та безпеки АЕС.
44. Навести принципову конструкцію торцевого ущільнення. Проаналізувати вимоги до ущільнених пристроїв.
45. Проаналізувати характеристики насосів: $N=f(Q)$, $H=f(Q)$, $\eta=f(Q)$ в графічній формі. Визначити безрозмірні характеристики відносні та коефіцієнтні.
46. Дати оцінку способам регулювання режимів роботи насосів. Проаналізувати характеристики $H=f(Q)$ при регулюванні.
47. Описати конструкційну схему насоса ЦВН-8 реактора РВПК-1000 та етапи її модернізації.
48. Навести класифікацію насосів. Проаналізувати принцип дії відцентрового та осьового насосів.
49. Проаналізувати режим роботи послідовно з'єднаних насосів. Провести аналіз характеристики $H=f(Q)$.
50. Навести план швидкостей в довільній точці області робочого колеса на вході і виході робочого колеса.
51. Проаналізувати режими роботи паралельно з'єднаних насосів. Провести аналіз характеристики $H=f(Q)$.
52. Навести схему включення живильних насосів ЖЕН та ЖТА. Проаналізувати мету їх використання.

Додаток 3

Завдання для виконання ДКР

Варіант 1

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=10400 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=160 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=769,94 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=14 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,18 \text{ мм}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 2

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=7400 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=68 \text{ м}$; число обертів $n=1500 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=760 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=12 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,12$; температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=12,25 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 3

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=21000 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=82,5 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=745 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=18 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,16 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=12,25 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 4

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6800 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=230 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=770 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=14 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,13 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=7,05 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 5

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6200 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=74 \text{ м}$; число обертів $n=1500 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=777 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=12 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,1$; температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=12,25 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести

креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 6

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=21500 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=82,0 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=725,9 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=22 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,18 \text{ мм}$ температура теплоносія $t=300 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=15,29 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 7

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6900 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=235 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=775 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=14 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,14 \text{ мм}$ температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=7,1 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 8

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6000 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=64 \text{ м}$; число обертів $n=1500 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=749 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=10 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,05$; температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=10,25 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 9

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=18600 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=72,0 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=705 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=14 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,12 \text{ мм}$ температура теплоносія $t=300 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=15,09 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 10

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6600 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=215 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=755 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=10 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,1 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=270^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=6,1 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 11

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6050 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=66 \text{ м}$; число обертів $n=1500 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=752 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=11 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,1$; температура теплоносія $t=270^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=10,5 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 12

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=18800 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=73,0 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=710 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=15 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,13 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=300^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=15,19 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 13

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6700 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=220 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=760 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=11 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,11 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=270^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=6,2 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 14

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6100 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=68 \text{ м}$; число обертів $n=1500 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=754 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=11,5 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,15$; температура теплоносія $t=270^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=10,75 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести

креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 15

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=19000 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=74,0 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=715 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=16 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,14 \text{ мм}$ температура теплоносія $t=300 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=15,29 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 16

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6800 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=225 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=765 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=12 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,12 \text{ мм}$ температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=6,3 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 17

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6150 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=69 \text{ м}$; число обертів $n=1500 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=756 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=12 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,2$; температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=11 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 18

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=19200 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=75,0 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=720 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=17 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,15 \text{ мм}$ температура теплоносія $t=300 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=15,39 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 19

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6900 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=230 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=770 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=13 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,13 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=6,4 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 20

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6200 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=71 \text{ м}$; число обертів $n=1500 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=758 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=12,5 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,25$; температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=11,25 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 21

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=19400 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=76,0 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=725 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=18 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,16 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=300 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=15,49 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 22

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=7000 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=235 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=775 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=14 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,14 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=270 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=6,5 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 23

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6250 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=73 \text{ м}$; число обертів $n=1500 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=760 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=13 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,3$;

температура теплоносія $t=270^{\circ}\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=11,5$ Мпа. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 24

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=19600$ м³/год; напор насоса $H=77,0$ м; число обертів $n=1000$ об/хв; густина теплоносія $\rho=730$ кг/м³; допустима напруга стиску $\delta=150$ кг/см²; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=19$ мм; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,17$ мм температура теплоносія $t=300^{\circ}\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=15,59$ Мпа. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 25

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=7100$ м³/год; напор насоса $H=240$ м; число обертів $n=1000$ об/хв; густина теплоносія $\rho=780$ кг/м³; допустима напруга стиску $\delta=150$ кг/см²; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=12$ мм; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,11$ мм температура теплоносія $t=270^{\circ}\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=6,6$ Мпа. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 26

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6300$ м³/год; напор насоса $H=74$ м; число обертів $n=1500$ об/хв; густина теплоносія $\rho=762$ кг/м³; допустима напруга стиску $\delta=150$ кг/см²; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=13,5$ мм; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,35$; температура теплоносія $t=270^{\circ}\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=11,75$ Мпа. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 27

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=19800$ м³/год; напор насоса $H=78,0$ м; число обертів $n=1000$ об/хв; густина теплоносія $\rho=735$ кг/м³; допустима напруга стиску $\delta=150$ кг/см²; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=20$ мм; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,18$ мм температура теплоносія $t=300^{\circ}\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=15,69$ Мпа. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 28

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=7200 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=245 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=785 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=13 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,12 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=270^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=6,7 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 29

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6350 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=76 \text{ м}$; число обертів $n=1500 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=764 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=13,75 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,38$; температура теплоносія $t=270^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=12,0 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 30

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=20000 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=79,0 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=740 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=21 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,19 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=300^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=15,79 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 31

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=7300 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=235 \text{ м}$; число обертів $n=1000 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=775 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=11 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,15 \text{ мм}$; температура теплоносія $t=270^\circ\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=6,8 \text{ Мпа}$. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Варіант 32

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-317, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=6400 \text{ м}^3/\text{год}$; напор насоса $H=78 \text{ м}$; число обертів $n=1500 \text{ об/хв}$; густина теплоносія $\rho=766 \text{ кг/м}^3$; допустима напруга стиску $\delta=150 \text{ кг/см}^2$; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=13 \text{ мм}$; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,2$;

температура теплоносія $t=270^{\circ}\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=12,25$ Мпа. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-317.

Варіант 33

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ГЦН-195, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=20200$ м³/год; напор насоса $H=80,0$ м; число обертів $n=1000$ об/хв; густина теплоносія $\rho=745$ кг/м³; допустима напруга стиску $\delta=150$ кг/см²; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=22$ мм; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,2$ мм температура теплоносія $t=300^{\circ}\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=15,89$ Мпа. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ГЦН-195.

Варіант 34

Виконати гідравлічний розрахунок проточної частини відцентрового насосу ЦВН-8, навести схему алгоритму та програму гідравлічного розрахунку. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна витрата через проточну частину робочого колеса $Q=7400$ м³/год; напор насоса $H=245$ м; число обертів $n=1000$ об/хв; густина теплоносія $\rho=776$ кг/м³; допустима напруга стиску $\delta=150$ кг/см²; товщина лопатки $\delta_{\text{л}}=12,5$ мм; зазор в щілині $\delta_{\text{вш}}=1,16$ мм температура теплоносія $t=270^{\circ}\text{C}$; тиск на всасі $P_{\text{вс}}=6,9$ Мпа. В графічній частині навести креслення робочого колеса, лопатки, гвинтовий відвід, вузол насосу та загальний вид відцентрового насосу ЦВН-8.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент, доктор технічних наук Кондратюк В.А.

Ухвалено: кафедрою АЕ (протокол № 26 від 23.06.2025 р.)

Погоджено: Методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 9 від 27.06.2025 р.)