

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института



С.Н. Авдеев

2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«СПЕЦИАЛЬНЫЙ КУРС ПО НАСОСАМ, ВЕНТИЛЯТОРАМ, КОМПРЕССОРАМ»

Направление подготовки:

08.03.01 «Строительство»

Направленность (профиль) подготовки:

«Теплогазоснабжение и вентиляция»

г. Владимир

2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Специальный курс по насосам, вентиляторам, компрессорам» является: обучение студентов принципам работы, основам расчетов, проектирования, регулирования и эксплуатации систем, механизмов и устройств, предназначенных для повышения давления, подачи и перемещения различных сред, а также планированию и проведению мероприятий по повышению эффективности работы данного оборудования.

Задачи:

- знание устройства насосов и вентиляторов;
- освоение основ теории центробежного колеса и осевого колеса;
- освоение методов подбора тягодутьевых машин и насосов для конкретных проектов;
- освоение методов определения характеристик насосов и вентиляторов;
- знание методов измерения расходов воды и воздуха.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.02 «Специальный курс по насосам, вентиляторам, компрессорам» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Пререквизиты дисциплины: «Математика», «Физика», «Химия», «Механика жидкости и газа», «Инженерные сети».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2. Способен выполнять работы по разработке технических решений элементов и узлов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	ПК-2.1. Знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических документов к составу и порядку выдачи исходно-разрешительной документации на проектирование систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции... ПК-2.2. Умеет осуществлять и обосновывать выбор типовых проектных решений элементов и узлов систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции... ПК-2.3. Владеет анализом типовых проектных решений элементов и узлов систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции	Знает устройство и принцип работы НВК, методы расчета основных характеристик НВК; методы обоснования, разработки и проектирования основных параметров и режимов работы НВК и рабочих узлов. Умеет практически определять регулировочные и технологические параметры и режимы работы систем ВК; определять причины нарушения технологического процесса систем и устройств НВК, проводить технологические и эксплуатационные расчеты отдельных узлов и механизмов. Владеет навыками выполнения настроек систем НВК для различных технологических процессов, методиками технологических и эксплуатационных расчетов.	Рейтинг-контроли Тесты Зачет с оценкой

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. Классификация гидравлических машин по принципу действия	6	1-2	4	2			10	
2	Теоретические основы работы лопастных нагнетателей и компрессоров	6	3-4	4	2			10	
3	Работа лопастных нагнетателей в сети	6	5-6	4	2		2	10	Рейтинг-контроль
4	Теоретические основы работы объемных нагнетателей	6	7-8	4	2		2	10	
5	Насосы в системах ТГВ	6	9-10	4	2		2	10	
6	Струйные аппараты	6	11-12	4	2			10	Рейтинг-контроль
7	Вентиляторы в системах ТГВ	6	13-14	4	2		2	10	
8	Компрессоры в системах ТГВ	6	15-16	4	2		2	10	
9	Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией	6	17-18	4	2		2	10	Рейтинг-контроль.
Всего за 6 семестр		144		36	18	–	12	90	Зачет с оценкой
Наличие в дисциплине КП/КР					–				
Итого по дисциплине		144		36	18	–	12	90	Зачет с оценкой

Тематический план форма обучения – очно-заочная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. Классификация гидравлических машин по принципу действия	6	1-2	1	1			10	
2	Теоретические основы работы лопастных нагнетателей и компрессоров	6	3-4	1	1			10	

3	Работа лопастных нагнетателей в сети	6	5-6	2	2		2	10	Рейтинг-контроль
4	Теоретические основы работы объемных нагнетателей	6	7-8	1	1		2	10	
5	Насосы в системах ТГВ	6	9-10	1	1		2	8	
6	Струйные аппараты	6	11-12	2	2			8	Рейтинг-контроль
7	Вентиляторы в системах ТГВ	6	13-14	2	2		2	8	
8	Компрессоры в системах ТГВ	6	15-16	2	2		2	8	
9	Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией	6	17-18	2	2		2	8	Рейтинг-контроль.
Всего за 5 семестр		108		14	14	–	12	80	Зачет с оценкой
Наличие в дисциплине КП/КР					–				
Итого по дисциплине		108		14	14	–	12	80	Зачет с оценкой

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1 Введение. Классификация гидравлических машин по принципу действия. Основные энергетические параметры центробежных насосов. Подача, напор, мощность насоса. Высота всасывания насоса. Кавитация и борьба с ней. Основное уравнение центробежного насоса. Приближенные формулы подачи и напора насоса. Определение напора насоса по показаниям приборов.

Тема 2. Теоретические основы работы лопастных нагнетателей и компрессоров. Характеристики центробежных насосов: теоретические, рабочие, универсальные, сводные (графики полей). Характеристика трубопровода. Приведенная характеристика насоса. Испытания насосов. Построение рабочих характеристик насоса. Методы регулирования подачи и напора насосов. Формулы пересчета. Влияние изменения уровня воды в источнике и напорном резервуаре на режим работы насосов при заданном сопротивлении системы трубопроводов.

Тема 3. Работа лопастных нагнетателей в сети. Параллельная и последовательная работа насосов. Понятие о неустойчивой работе насоса. Помпаж.

Тема 4. Теоретические основы работы объемных нагнетателей. Конструкции насосов: динамических, объемных. Особенности конструкций погружных насосов, применяемых для перекачивания загрязненных и агрессивных жидкостей. Способы заливки центробежных насосов. Выбор энергетического оборудования насосных станций.

Тема 5. Насосы в системах ТГВ. Центробежные насосы с мокрым ротором, конструкция, принцип действия, область применения. Подбор насосов по каталогам. Характеристики стандартных насосов. Характеристики насосов с электронным управлением. Регулирование при постоянном перепаде давления и пропорциональном изменении перепада давления. Центробежные насосы с сухим ротором. Классификация насосов: консольные, блочные, «in-line». Подбор насосов по каталогам. Конструкция, принцип действия, область применения. Характеристики.

Тема 6. Струйные аппараты. Теоретические основы работы. Конструктивные особенности гидроэлеваторов, эжекторов. Достоинства и недостатки. Область применения. Расчет и подбор.

Тема 7. Вентиляторы в системах ТГВ. Радиальные вентиляторы в спиральном корпусе и со свободно расположенным рабочим колесом, канальные вентиляторы, осевые вентиляторы, диаметрально-радиальные вентиляторы. Вентиляторы общего и специального назначения. Пылевые вентиляторы, дымососы, взрывозащищенные вентиляторы. Конструкция и принцип действия. Область применения. Характеристики вентиляторов: совмещенные, универсальные. Подбор вентиляторов по каталогам.

Осевые вентиляторы. Классификация. Характеристики. Область применения. Характеристики диаметральных вентиляторов. Подбор вентиляторов по каталогам.

Требования к установке вентилятора в сети. Влияние входных элементов: коробок, колен и т.п., влияние выходных элементов: диффузоров, отводов на эффективность работы вентилятора. Технические средства регулирования расхода воздуха. Вентиляторы с электронным управлением, характеристики. Подбор вентилятора с электронным управлением.

Тема 8. Компрессоры в холодильной технике систем кондиционирования воздуха (СКВ). Компрессоры объемного принципа действия: поршневые, ротационные, спиральные и винтовые. Конструкция. Принцип работы. Область применения. Подбор. Регулирование подачи.

Многоступенчатые центробежные компрессоры в холодильной технике. Конструкция. Принцип работы. Подбор. Регулирование подачи. Область применения.

Показатели эффективной работы компрессоров в холодильной технике СКВ, способы повышения эффективности. Энергосбережение при работе компрессоров.

Тема 9. Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией. Нормирование шума, уровень звукового давления. Гидравлические машины, как источники шума, уровень звуковой мощности. Средства снижения шума.

Содержание практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела	Наименование раздела, темы	Кол-во часов
1	1	Конструкции центробежных насосов. Изучение оборудования, учебных стендов и техники безопасности при эксплуатации насосных установок	2
2	1	Испытания насосной установки. Испытание лопастного насоса. Измерение энергетических параметров насоса: подачи Q , напора H , мощности N , КПД η .	4
3	2	Исследование погружного насоса. Измерение энергетических параметров насоса: подачи Q , напора H , мощности N , КПД η .	4
4	3	Совместная работа нагнетателей. Измерение параметров насосов: подачи Q и напоров H_1, H_2, H_{Σ} Измерение параметров насосов: напора H и подач Q_1, Q_2, Q_{Σ}	4
5	4	Испытания вентилятора. Измерение параметров установки: напора P и подачи L при различных режимах работы вентилятора (подача воздуха регулируется шибером)	4

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Оценивающими средствами для текущего контроля успеваемости являются рейтинг-контроли.

Рейтинг-контроль № 1

1. Энергетические характеристики центробежного насоса. Уравнение Бернулли для нагнетателя.
2. Уравнение полного давления, развиваемого осевым нагнетателем. Теорема Жуковского.
3. Влияние формы лопаток на величину теоретического давления, развиваемого нагнетателями.

4. Определение мощности насоса и выбор двигателя к нему.
5. КПД насоса и насосной станции.
6. Теоретический напор (основное уравнение) центробежного насоса.
7. Теоретическая характеристика центробежного насоса: $H - Q$.
8. Высота всасывания центробежного насоса.
9. Геометрическая и вакуумметрическая высота всасывания насоса.
10. Кавитация в центробежном насосе и меры борьбы с ней.
11. Полная высота подъема жидкости центробежными насосами.
12. Определение напора по показаниям приборов.
13. Законы подобия центробежных насосов. Формулы пересчета.
14. Изменение характеристик насоса при обточке рабочего колеса.

Рейтинг-контроль № 2

1. Понятие о неустойчивой работе насосов. Помпаж.
2. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов. Построение графических характеристик.
3. Параллельная работа насосов, расположенных на разных насосных станциях. Построение графических характеристик.
4. Работа центробежных насосов при последовательном включении их в системе подачи.
5. Рабочие характеристики центробежных насосов. Их применение.
6. Графическая характеристика трубопровода. Метод построения.
7. Влияние изменения уровня воды в резервуаре или источнике водоснабжения на режим работы насосов.
8. Техничко-экономические показатели насосов и насосной станции.
9. Порядок пуска и остановки центробежного насоса при работе со всасыванием и подпором воды.

Рейтинг-контроль № 3

1. Универсальные характеристики вентиляторов. Подбор вентиляторов.
2. Радиальные вентиляторы. Классификация по назначению.
3. Корпус, диффузор радиального нагнетателя. Состав и особенности конструкции радиальных вентиляторов (рабочее колесо, корпус) в зависимости от назначения.
4. Классификация радиальных вентиляторов по направлению вращения, развиваемому давлению, быстроходности. Положение корпуса и схемы исполнения радиальных вентиляторов.
5. Радиальные вентиляторы специального назначения: пылевые, искрозащищенные, дымососы.
6. Канальные вентиляторы.
7. Осевые вентиляторы. Характеристики осевых вентиляторов.
8. Центробежные насосы с мокрым ротором.
9. Центробежные насосы с сухим ротором.
10. Электродвигатели к нагнетателям. Способы и технические средства регулирования частоты вращения электродвигателя.
11. Центробежные нагнетатели с электронным регулированием частоты вращения.
12. Принцип действия струйных нагнетателей. Расчет.

5.2. Промежуточная аттестация

Вопросы к зачету с оценкой

1. Энергетические характеристики центробежного насоса. Уравнение Бернулли для нагнетателя.
2. Уравнение полного давления, развиваемого осевым нагнетателем. Теорема Жуковского.

3. Влияние формы лопаток на величину теоретического давления, развиваемого нагнетателями.
4. Определение мощности насоса и выбор двигателя к нему.
5. КПД насоса и насосной станции.
6. Теоретический напор (основное уравнение) центробежного насоса.
7. Теоретическая характеристика центробежного насоса: $H - Q$.
8. Высота всасывания центробежного насоса.
9. Геометрическая и вакуумметрическая высота всасывания насоса.
10. Кавитация в центробежном насосе и меры борьбы с ней.
11. Полная высота подъема жидкости центробежными насосами.
12. Определение напора по показаниям приборов.
13. Законы подобия центробежных насосов. Формулы пересчета.
14. Изменение характеристик насоса при обточке рабочего колеса.
15. Понятие о неустойчивой работе насосов. Помпаж.
16. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов. Построение графических характеристик.
17. Параллельная работа насосов, расположенных на разных насосных станциях. Построение графических характеристик.
18. Работа центробежных насосов при последовательном включении их в системе подачи.
19. Рабочие характеристики центробежных насосов. Их применение.
20. Графическая характеристика трубопровода. Метод построения.
21. Влияние изменения уровня воды в резервуаре или источнике водоснабжения на режим работы насосов.
22. Техничко-экономические показатели насосов и насосной станции.
23. Порядок пуска и остановки центробежного насоса при работе со всасыванием и подпором воды.
24. Универсальные характеристики вентиляторов. Подбор вентиляторов.
25. Радиальные вентиляторы. Классификация по назначению.
26. Корпус, диффузор радиального нагнетателя. Состав и особенности конструкции радиальных вентиляторов (рабочее колесо, корпус) в зависимости от назначения.
27. Классификация радиальных вентиляторов по направлению вращения, развиваемому давлению, быстроходности. Положение корпуса и схемы исполнения радиальных вентиляторов.
28. Радиальные вентиляторы специального назначения: пылевые, искрозащищенные, дымососы.
29. Канальные вентиляторы.
30. Осевые вентиляторы. Характеристики осевых вентиляторов.
31. Центробежные насосы с мокрым ротором.
32. Центробежные насосы с сухим ротором.
33. Электродвигатели к нагнетателям. Способы и технические средства регулирования частоты вращения электродвигателя.
34. Центробежные нагнетатели с электронным регулированием частоты вращения.
35. Принцип действия струйных нагнетателей. Расчет.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

1. Изменение энергетических характеристик центробежного насоса при изменении частоты вращения рабочего колеса.
2. Методы регулирования подачи насосов на насосных станциях.
3. Осевое давление и способы его разгрузки.
4. Радиальные силы, возникающие в насосе и способы их разгрузки
5. Порядок пуска и остановки осевого насоса.

6. Классификация центробежных насосов.
7. Сравнение всех типов насосов. Их достоинства и недостатки.
8. Понятие о коэффициенте быстроходности.
9. Поршневые насосы. Винтовые насосы, шнеки.
10. Гидроэлеваторы.
11. Принцип устройства и работы воздушного водоподъемника.
12. Вертикальные центробежные насосы. Особенности конструкций.
13. Особенности конструкции погружных насосов.
14. Принцип действия и конструкция центробежного компрессора.
15. Принцип работы и типы объемных нагнетателей. Принцип действия и конструкция поршневых компрессоров.
16. Регулирование подачи компрессоров.
17. Теоретическая и действительная диаграмма сжатия рабочего вещества в поршневом компрессоре.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учебник. – М.: Инфра-М. – 704 с. 978-5-16-013367-6.	2018	–	http://znanium.com/catalog/product/926430
2. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учебник. – М.: Лань. – 656 с. 978-5-8114-1892-3.	2015	1 (2005)	https://e.lanbook.com/book/64346
3. Крестин Е.А., Крестин И.Е. Задачник по гидравлике с примерами расчетов: учеб. пособие. – СПб: Лань. – 320 с. 978-5-8114-1655-4.	2018	–	https://e.lanbook.com/book/98240
4. Зуйков А.Л. Гидравлика: в 2 т. Т. 1: Основы механики жидкости: учебник. – М.: МИСИ-МГСУ. – 519 с. 978-5-7264-1664-9.	2017	–	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785726416649.html
Дополнительная литература			
1. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропривод. Основы механики жидкости и газа: учебник. – М.: Инфра-М. – 272 с. 978-5-16-011848-2.	2019	–	http://znanium.com/catalog/product/1000106
2. Юдаев В.Ф. Гидравлика: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 301 с. 978-5-16-012476-6.	2018	–	http://znanium.com/catalog/product/967866
3. Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. Гидравлика: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 420 с. 978-5-16-009983-5.	2018	–	http://znanium.com/catalog/product/937454
4. Сазанов И.И., Схиртладзе А.Г., Иванов В.И. Гидравлика: учебник. – М.: Инфра-М. – 320 с. 978-5-906818-77-5.	2017	–	http://znanium.com/catalog/product/601869

1	2	3	4
5. Ухин Б.В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 320 с. 978-5-8199-0436-7.	2017	–	http://znanium.com/catalog/product/780644
6. Викулин П.Д., Викулина В.Б. Гидравлика и аэродинамика систем водоснабжения и водоотведения: учебник. – М.: МИСИ-МГСУ. – 396 с. 978-5-7264-1873-5.	2018	4 (2008)	http://www.iprbookshop.ru/86292.html
7. Самарин О.Д. Гидравлические расчеты инженерных систем: справ. пособие. – М.: АСВ. – 136 с. 978-5-4323-0014-0.	2016	–	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300140.html
8. Методические указания к лабораторным работам по общей гидравлике / В.И. Тарасенко [и др.]. – Владимир: ВлГУ. – 44 с.	2011	1	http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3003/1/00598.pdf

6.2. Периодические издания

1. АВОК.
2. Гидравлика и пневматика.
3. Гидравлика–Пневматика–Приводы.

6.3. Интернет-ресурсы

1. АВОК – Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике // <http://www.abok.ru>.
2. Сологаев В.И. Учебный сайт по гидравлике // <http://sologaev2010.narod.ru>.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и компьютером. Для проведения лабораторных работ имеется лаборатория общей гидравлики, оснащенная следующим оборудованием:

- приборы для измерения давления;
- стенд «Режимы течения жидкости»;
- стенд гидравлический универсальный ТМЖ2М.

Рабочую программу составил к.т.н., доцент кафедры ТГВ и Г Борисов Б.Н.  _____

Рецензент: к.т.н.,

начальник ПСО ООО «Климат-сервис» Сушинин А.А.  _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 8 от 19 апреля 2022 года.

Зав. кафедрой ТГВ и Г Угорова С.В.  _____

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 08.03.01 «Строительство».

Протокол № 8 от 25 апреля 2022 года.

Председатель комиссии директор ИАСЭ Авдеев С.Н.  _____

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9 от 17 мая 2022 года

Заведующий кафедрой _____

