

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавкатович

Должность: Ректор

Дата подписания: 05.07.2026 09:03:18

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Грозненский государственный нефтяной технический университет

имени академика М.Д. Миллионщикова

«УТВЕРЖДАЮ»



Первый проректор – проректор ОД

И.Г. Гайрабеков

2025г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
«ГИДРОМАШИНЫ И КОМПРЕССОРЫ»**

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

«Инжиниринг технологического оборудования добычи нефти и газа»

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных знаний о принципах действия, конструкциях, рабочих процессах, характеристиках, методах расчета, выбора и эксплуатации гидравлических машин, насосных и компрессорных установок, применяемых на объектах добычи, сбора, подготовки и транспорта нефти и газа.

Для достижения указанной цели решаются следующие задачи:

- изучение классификации, устройства и рабочих процессов динамических и объемных гидромашин;
- освоение основных уравнений, характеристик, законов подобия и методов регулирования насосов;
- формирование навыков расчета подачи, напора, мощности, КПД, кавитационных и эксплуатационных параметров насосных установок;
- изучение конструкций и особенностей применения центробежных, осевых, поршневых, плунжерных, винтовых и роторных насосов;
- освоение принципов построения и расчета объемного гидропривода, гидродвигателей и регулирующей аппаратуры;
- изучение термодинамических основ сжатия газа, классификации и характеристик компрессоров;
- формирование навыков расчета поршневых, винтовых, центробежных и осевых компрессоров и компрессорных установок;
- освоение методов выбора, регулирования, испытаний, диагностирования и технического обслуживания гидромашин и компрессоров;
- развитие способности применять расчетные и программные средства для анализа режимов работы машин в составе нефтегазовых систем.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору (индекс Б1.В.ДВ.01.01). Дисциплина изучается в 7 семестре. Форма промежуточной аттестации — экзамен.

Освоение дисциплины опирается на результаты изучения дисциплин «Математика», «Физика», «Механика жидкости и газа», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Детали машин и основы конструирования», «Материаловедение», «Информационные технологии в НПП».

Полученные знания и умения используются при освоении дисциплин «Оборудование и агрегаты нефтегазовых промыслов», «Техника добычи нефти и газа», «Техника сбора и подготовки нефти и газа», «Оборудование для воздействия на пласт», «Расчет машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов», а также при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование четырех наиболее соответствующих ее содержанию профессиональных компетенций и индикаторов их достижения.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2. Способен осуществлять математическое моделирование технологических процессов и работы оборудования, применять стандартные программные пакеты автоматизированного проектирования и исследования при решении инженерных задач.	ПК-2.1. Строит расчетные модели рабочих процессов насосов, гидроприводов и компрессоров, анализирует характеристики и режимы работы машин.	Знать: основные уравнения рабочих процессов, теорию подобия и методы моделирования характеристик. Уметь: рассчитывать и строить характеристики, определять рабочую точку и исследовать влияние параметров. Владеть: навыками применения табличных и расчетных программ для анализа режимов.	Практические работы; расчетные задания; аттестации; экзамен.
ПК-5. Способен выполнять инженерные расчеты и проектировать детали и узлы машин в соответствии с выданными техническими заданиями, используя современные средства автоматизации проектирования.	ПК-5.1. Выполняет энергетические, гидравлические, газодинамические и прочностные расчеты основных параметров гидромашин и компрессоров.	Знать: расчетные зависимости для подачи, напора, мощности, КПД, степени сжатия и температур. Уметь: определять основные параметры и выбирать типоразмер машины. Владеть: методами инженерного расчета и проверки результатов по каталогам и характеристикам.	Практические работы; расчетно-графические задания; аттестации; экзамен.
ПК-8. Способен осуществлять техническое обслуживание технологического оборудования, необходимого для реализации производственных процессов; участвовать в наладке и доводке оборудования при запуске новых процессов.	ПК-8.1. Выбирает рациональные режимы, способы регулирования и операции технического обслуживания насосных и компрессорных установок.	Знать: эксплуатационные ограничения, причины кавитации, помпажа, перегрева, вибрации и утечек. Уметь: анализировать отклонения параметров, выбирать регулирование и профилактические мероприятия. Владеть: навыками подготовки карт контроля и обслуживания.	Кейсы; практические работы; аттестации; экзамен.
ПК-10. Способен выполнять монтаж, наладку, испытания и ввод в эксплуатацию новых образцов оборудования, узлов и систем; оценивать техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать его профилактический осмотр и текущий ремонт.	ПК-10.1. Обосновывает требования к монтажу, испытаниям, приемке и техническому состоянию гидромашин и компрессоров.	Знать: методы испытаний, диагностические параметры и критерии работоспособности. Уметь: составлять программу испытаний, интерпретировать характеристики и выявлять признаки неисправности. Владеть: навыками подготовки заключения о работоспособности и необходимых мероприятиях.	Практические работы; комплексный кейс; аттестации; экзамен.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего	7 семестр
Контактная работа, всего	68	68
в том числе:		
лекционные занятия	34	34
практические занятия	34	34
лабораторные занятия	—	—
Самостоятельная работа обучающихся	85	85
Контроль	27	27
Форма промежуточной аттестации	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость, часов	180	180
Общая трудоемкость, зачетных единиц	5	5

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и распределение трудоемкости

Таблица 3

Наименование раздела	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего
Основы теории и классификация гидромашин	4	4	9	17
Теория подобия и рабочие характеристики лопастных насосов	4	4	10	18
Центробежные и осевые насосы	4	4	10	18
Объемные насосы	4	4	10	18
Насосные установки, регулирование и эксплуатация	4	4	10	18
Гидродвигатели и объемный гидропривод	4	4	9	17
Термодинамические основы и классификация компрессоров	4	4	9	17
Объемные компрессоры	4	4	9	17
Динамические компрессоры и компрессорные установки	2	2	9	13
Итого	34	34	85	153

5.2. Содержание разделов дисциплины

Таблица 4 – Содержание разделов

Наименование разделов	Содержание
Основы теории и классификация гидромашин	Назначение гидромашин. Классификация насосов, гидродвигателей и гидropередач. Энергетические параметры: подача, напор, давление, мощность и КПД. Баланс энергии и потери. Рабочие органы и основные узлы.
Теория подобия и рабочие характеристики лопастных насосов	Уравнение Эйлера. Теоретический и действительный напор. Влияние формы лопаток. Коэффициенты быстроходности. Законы подобия и пересчет характеристик. Характеристики $Q-H$, $Q-N$, $Q-\eta$. Совместная работа насосов.
Центробежные и осевые насосы	Конструкции одноступенчатых и многоступенчатых насосов, секционных, консольных, магистральных и погружных насосов. Осевые и диагональные насосы. Осевые силы, уплотнения, подшипники. Кавитация и допустимая высота всасывания.
Объемные насосы	Поршневые и плунжерные насосы, индикаторная диаграмма, неравномерность подачи, воздушные колпаки. Шестеренные, винтовые, пластинчатые и роторно-поршневые насосы. Подача, утечки, объемный КПД и регулирование.
Насосные установки, регулирование и эксплуатация	Характеристика трубопроводной сети и рабочая точка. Дросселирование, байпас, изменение частоты вращения и обточка рабочего колеса. Параллельная и последовательная работа. Пуск, останов, испытания, вибрация, кавитация, диагностика и техническое обслуживание.
Гидродвигатели и объемный гидропривод	Гидроцилиндры и гидромоторы. Насосные установки объемного гидропривода. Распределительная, регулирующая и предохранительная аппаратура. Фильтры, гидроаккумуляторы, теплообменники. Дроссельное и объемное регулирование.
Термодинамические основы и классификация компрессоров	Назначение компрессоров. Классификация по принципу действия и давлению. Идеальное и реальное сжатие газа. Изотермическая, адиабатная и политропная работа. Многоступенчатое сжатие и промежуточное охлаждение. Производительность и мощность.
Объемные компрессоры	Поршневые компрессоры: устройство, индикаторная диаграмма, вредное пространство, клапаны и регулирование. Роторные пластинчатые, винтовые, жидкостно-кольцевые и роторно-поршневые компрессоры. Смазка, охлаждение, уплотнение и эксплуатация.
Динамические компрессоры и компрессорные установки	Центробежные и осевые компрессоры. Ступень, характеристики, устойчивость и помпаж. Регулирование производительности. Компоновка компрессорной установки, очистка газа, охлаждение, сепарация, предохранительные устройства, испытания и диагностика.

5.3. Тематический план лекционных занятий

Таблица 5

№	Тема лекции	Часы
1	Классификация, параметры и энергетический баланс гидромашин	2
2	Рабочий процесс лопастных насосов и уравнение Эйлера	2
3	Подобие, коэффициенты быстроходности и характеристики насосов	2
4	Центробежные насосы: конструкции и основные узлы	2
5	Осевые насосы, осевые силы и уплотнения	2
6	Кавитация, всасывающая способность и условия бескавитационной работы	2
7	Поршневые и плунжерные насосы	2
8	Роторные объемные насосы	2
9	Насос и трубопроводная сеть. Совместная работа насосов	2

№	Тема лекции	Часы
10	Регулирование, испытания и эксплуатация насосных установок	2
11	Гидроцилиндры, гидромоторы и элементы объемного гидропривода	2
12	Регулирование и расчет объемного гидропривода	2
13	Термодинамические основы сжатия газа и классификация компрессоров	2
14	Поршневые компрессоры	2
15	Винтовые и другие роторные компрессоры	2
16	Центробежные и осевые компрессоры	2
17	Компрессорные установки: регулирование, испытания и эксплуатация	2

5.4. Тематический план практических занятий

Таблица 6

№	Тема практического занятия	Часы	Форма отчетности
1	Расчет основных энергетических параметров гидромашины	2	Расчетная работа
2	Расчет теоретического напора лопастного насоса	2	Расчетная работа
3	Пересчет характеристик насоса по законам подобия	2	Графики характеристик
4	Построение и анализ характеристик центробежного насоса	2	Расчетно-графическая работа
5	Расчет осевых сил и мощности привода насоса	2	Расчетная работа
6	Проверка кавитационного запаса и допустимой высоты всасывания	2	Техническое заключение
7	Расчет подачи и мощности поршневого насоса	2	Расчетная работа
8	Расчет параметров шестеренного или винтового насоса	2	Расчетная работа
9	Определение рабочей точки насосной установки	2	Графическое решение
10	Анализ способов регулирования и совместной работы насосов	2	Сравнительная таблица
11	Расчет гидроцилиндра и гидромотора	2	Расчетная работа
12	Расчет и подбор элементов объемного гидропривода	2	Принципиальная схема
13	Расчет процесса одноступенчатого сжатия газа	2	Расчетная работа
14	Расчет многоступенчатого компрессора с промежуточным охлаждением	2	Расчетная работа
15	Расчет производительности поршневого и винтового компрессоров	2	Расчетная работа
16	Построение характеристики центробежного компрессора и анализ помпажа	2	Графическая работа
17	Комплексный выбор насосной или компрессорной установки	2	Комплексный отчет

5.5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 7

№	Вид самостоятельной работы	Часы
1	Изучение классификации, параметров и энергетических балансов гидромашин	9
2	Подготовка по теории подобия и характеристикам лопастных насосов	10
3	Изучение конструкций центробежных и осевых насосов; подготовка расчетов	10
4	Изучение объемных насосов и анализ их характеристик	10
5	Подготовка по насосным установкам, регулированию и эксплуатации	10
6	Изучение гидропривода и выполнение схемы	9
7	Подготовка по термодинамике сжатия газа и расчетам компрессоров	9
8	Изучение конструкций объемных компрессоров	9
9	Изучение динамических компрессоров, подготовка комплексного задания и к экзамену	9
	Итого	85

6. Образовательные технологии

Освоение дисциплины строится на сочетании проблемных лекций, расчетно-графических практических занятий, анализа характеристик серийных машин, работы с каталогами и эксплуатационной документацией, а также решения комплексных инженерных задач.

- проблемное изложение рабочих процессов с анализом энергетических потерь и ограничений;
- расчетно-графический метод с построением характеристик и определением рабочих точек;
- кейс-метод по выбору оборудования для заданной технологической системы;
- использование табличных процессоров и расчетных программ для моделирования режимов;
- анализ паспортов, каталогов, схем и протоколов испытаний;
- защита комплексной работы по выбору насосной или компрессорной установки.

7. Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации

7.1. Формы текущего контроля

- устный опрос и тестирование по теоретическим положениям;
- проверка и защита практических работ;
- первая аттестация по разделам 1–5;
- вторая аттестация по разделам 6–9;
- защита комплексного расчетно-графического задания;
- экзамен.

7.2. Соответствие оценочных средств компетенциям

Таблица 8

Оценочное средство	Компетенции	Контролируемый результат
Устный опрос и тестирование	ПК-2; ПК-5	Знание теории, классификации, конструкций и расчетных зависимостей.
Практические работы 1–10	ПК-2; ПК-5; ПК-8	Расчет и анализ насосов, характеристик и насосных установок.
Практические работы 11–17	ПК-2; ПК-5; ПК-8; ПК-10	Расчет гидропривода и компрессоров, анализ регулирования, испытаний и эксплуатации.
Аттестации	ПК-2; ПК-5; ПК-8; ПК-10	Проверка освоения разделов и способности применять знания в расчетной задаче.
Комплексная работа	ПК-2; ПК-5; ПК-8; ПК-10	Обоснованный выбор машины и режима работы в составе технологической системы.
Экзамен	ПК-2; ПК-5; ПК-8; ПК-10	Подтверждение достижения планируемых результатов обучения.

7.3. Критерии оценивания практических работ

Таблица 9

Критерий	Показатель
Полнота выполнения	Приведены исходные данные, схема, формулы, промежуточные и итоговые результаты, вывод.
Расчетная корректность	Соблюдены единицы СИ, расчетные зависимости и проверка размерностей; отсутствуют существенные ошибки.
Инженерная обоснованность	Выбор модели, коэффициентов, типоразмера и режима аргументирован.
Графическое представление	Характеристики, рабочие точки и схемы оформлены читаемо и содержат необходимые обозначения.
Защита	Обучающийся объясняет ход решения, физический смысл результата и отвечает на вопросы.

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Таблица 10

Код компетенции	Показатели оценивания	Критерии сформированности
ПК-2	Построение расчетной модели; анализ характеристик и режимов; применение программных средств.	Сформирована, если обучающийся корректно задает модель, строит характеристики, определяет рабочий режим и объясняет влияние параметров.
ПК-5	Расчет подачи, напора, мощности, КПД, кавитации, степени сжатия и температуры; выбор типоразмера.	Сформирована, если расчеты выполнены технически корректно, результаты проверены и выбранная машина соответствует исходным условиям.
ПК-8	Выбор регулирования и режима; анализ неисправностей; разработка операций контроля и обслуживания.	Сформирована, если обучающийся выявляет опасные отклонения, выбирает рациональное регулирование и назначает обоснованные эксплуатационные мероприятия.
ПК-10	Разработка требований к монтажу, испытаниям и приемке; оценка технического состояния.	Сформирована, если обучающийся определяет контролируемые параметры, критерии приемки и формулирует обоснованное заключение о работоспособности.

7.5. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Таблица 11

Уровень	Диапазон	Обобщенные критерии	Результат
Высокий	85–100 %	Задания выполнены полно и самостоятельно; модели и расчеты корректны; выбор и эксплуатационные решения обоснованы.	Отлично
Базовый	70–84 %	Основные расчеты и выводы верны; имеются отдельные неточности, не влияющие на итоговое решение.	Хорошо
Пороговый	55–69 %	Продемонстрировано знание основных положений и способность решить типовую задачу по образцу; имеются ошибки в детализации.	Удовлетворительно
Компетенция не сформирована	менее 55 %	Не освоены основные зависимости и методы; расчеты и выбор оборудования содержат существенные ошибки.	Неудовлетворительно

7.6. Шкала оценивания экзамена

Таблица 12

Оценка	Критерии
«Отлично»	Полный и точный ответ на теоретические вопросы; расчетное задание выполнено корректно; вывод технически обоснован.
«Хорошо»	Содержание раскрыто правильно, допущены отдельные несущественные неточности; расчет доведен до результата.
«Удовлетворительно»	Освоены основные положения, но ответ неполон; расчет выполнен с помощью преподавателя или содержит исправимые ошибки.
«Неудовлетворительно»	Не раскрыты основные вопросы; отсутствует понимание принципов работы и методов расчета; практическое задание не выполнено.

7.7. Вопросы к первой аттестации

1. Классификация гидромашин и области их применения.
2. Основные энергетические параметры насосов.
3. Баланс энергии и виды потерь в гидромашине.
4. Уравнение Эйлера для лопастных машин.
5. Теоретический и действительный напор центробежного насоса.
6. Влияние формы лопаток рабочего колеса на напор.
7. Коэффициенты быстроходности и их физический смысл.
8. Законы подобия насосов.
9. Рабочие характеристики центробежного насоса.
10. Конструкции одноступенчатых и многоступенчатых насосов.
11. Осевые и диагональные насосы.
12. Осевые силы, уплотнения и подшипники насосов.
13. Кавитация и кавитационные характеристики.
14. Допустимая высота всасывания насоса.
15. Поршневые и плунжерные насосы.
16. Неравномерность подачи и воздушные колпаки.
17. Шестеренные и винтовые насосы.
18. Пластинчатые и роторно-поршневые насосы.
19. Характеристика трубопроводной сети и рабочая точка.
20. Параллельная и последовательная работа насосов.

21. Способы регулирования подачи насоса.
22. Испытания и основные неисправности насосных установок.

7.8. Образцы билетов к первой аттестации

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 1. Основные энергетические параметры насосов. 2. Законы подобия насосов. 3. Расчетно-аналитическое задание: по заданным Q, H и η определить мощность насоса и требуемую мощность привода

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2 1. Теоретический и действительный напор центробежного насоса. 2. Кавитация и кавитационные характеристики. 3. Расчетно-аналитическое задание: проверить кавитационный запас насосной установки

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3 1. Рабочие характеристики центробежного насоса. 2. Характеристика трубопроводной сети и рабочая точка. 3. Расчетно-аналитическое задание: построить характеристику сети и определить рабочую точку

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4 1. Поршневые и плунжерные насосы. 2. Шестеренные и винтовые насосы. 3. Расчетно-аналитическое задание: рассчитать подачу поршневого или винтового насоса

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5 1. Параллельная и последовательная работа насосов. 2. Способы регулирования подачи насоса. 3. Расчетно-аналитическое задание: сравнить два способа регулирования подачи
--

7.9. Вопросы ко второй аттестации

1. Назначение и классификация гидродвигателей.
2. Расчет силы, скорости и мощности гидроцилиндра.
3. Гидромоторы: типы и основные параметры.
4. Структура объемного гидропривода.

5. Распределительная и регулирующая гидроаппаратура.
6. Предохранительные и редуционные клапаны.
7. Гидроаккумуляторы, фильтры и теплообменники.
8. Дроссельное и объемное регулирование гидропривода.
9. Классификация компрессоров и области применения.
10. Термодинамические процессы сжатия газа.
11. Изотермическая, адиабатная и политропная работа сжатия.
12. Многоступенчатое сжатие и промежуточное охлаждение.
13. Поршневой компрессор: устройство и рабочий процесс.
14. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
15. Вредное пространство и объемный коэффициент подачи.
16. Регулирование поршневых компрессоров.
17. Винтовые и пластинчатые компрессоры.
18. Жидкостно-кольцевые компрессоры.
19. Рабочий процесс центробежного компрессора.
20. Характеристики, устойчивость и помпаж центробежного компрессора.
21. Осевые компрессоры.
22. Компоновка, испытания и эксплуатация компрессорных установок.

7.10. Образцы билетов ко второй аттестации

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 1. Расчет силы, скорости и мощности гидроцилиндра. 2. Распределительная и регулирующая гидроаппаратура. 3. Расчетно-аналитическое задание: рассчитать параметры гидроцилиндра и подобрать насос
--

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2 1. Термодинамические процессы сжатия газа. 2. Многоступенчатое сжатие и промежуточное охлаждение. 3. Расчетно-аналитическое задание: рассчитать работу многоступенчатого сжатия
--

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3 1. Поршневой компрессор: устройство и рабочий процесс. 2. Вредное пространство и объемный коэффициент подачи. 3. Расчетно-аналитическое задание: определить фактическую производительность поршневого компрессора
--

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4 1. Винтовые и пластинчатые компрессоры.
--

2. Характеристики, устойчивость и помпаж центробежного компрессора.
3. Расчетно-аналитическое задание: по характеристике определить устойчивый рабочий режим

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Дисциплина «Гидромашины и компрессоры»

АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Осевые компрессоры.
2. Компоновка, испытания и эксплуатация компрессорных установок.
3. Расчетно-аналитическое задание: составить перечень контролируемых параметров компрессорной установки

7.11. Перечень вопросов к экзамену

1. Классификация гидромашин и области их применения.
2. Основные энергетические параметры насосов.
3. Баланс энергии и виды потерь в гидромашине.
4. Уравнение Эйлера для лопастных машин.
5. Теоретический и действительный напор центробежного насоса.
6. Влияние формы лопаток рабочего колеса на напор.
7. Коэффициенты быстроходности и их физический смысл.
8. Законы подобия насосов.
9. Рабочие характеристики центробежного насоса.
10. Конструкции одноступенчатых и многоступенчатых насосов.
11. Осевые и диагональные насосы.
12. Осевые силы, уплотнения и подшипники насосов.
13. Кавитация и кавитационные характеристики.
14. Допустимая высота всасывания насоса.
15. Поршневые и плунжерные насосы.
16. Неравномерность подачи и воздушные колпаки.
17. Шестеренные и винтовые насосы.
18. Пластинчатые и роторно-поршневые насосы.
19. Характеристика трубопроводной сети и рабочая точка.
20. Параллельная и последовательная работа насосов.
21. Способы регулирования подачи насоса.
22. Испытания и основные неисправности насосных установок.
23. Назначение и классификация гидродвигателей.
24. Расчет силы, скорости и мощности гидроцилиндра.
25. Гидромоторы: типы и основные параметры.
26. Структура объемного гидропривода.
27. Распределительная и регулирующая гидроаппаратура.
28. Предохранительные и редуцирующие клапаны.
29. Гидроаккумуляторы, фильтры и теплообменники.
30. Дроссельное и объемное регулирование гидропривода.
31. Классификация компрессоров и области применения.
32. Термодинамические процессы сжатия газа.
33. Изотермическая, адиабатная и политропная работа сжатия.
34. Многоступенчатое сжатие и промежуточное охлаждение.

35. Поршневой компрессор: устройство и рабочий процесс.
36. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
37. Вредное пространство и объемный коэффициент подачи.
38. Регулирование поршневых компрессоров.
39. Винтовые и пластинчатые компрессоры.
40. Жидкостно-кольцевые компрессоры.
41. Рабочий процесс центробежного компрессора.
42. Характеристики, устойчивость и помпаж центробежного компрессора.
43. Осевые компрессоры.
44. Компоновка, испытания и эксплуатация компрессорных установок.
45. Выбор типа насоса для заданной технологической системы.
46. Выбор типа компрессора по производительности и степени повышения давления.
47. Энергоэффективность насосных и компрессорных установок.
48. Вибрационная диагностика гидромашин и компрессоров.
49. Требования к монтажу и центровке насосно-компрессорных агрегатов.
50. Пуск, останов и аварийное отключение насосных и компрессорных установок.

7.12. Пример экзаменационного билета

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Гидромашины и компрессоры» ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 1. Рабочие характеристики центробежного насоса и определение рабочей точки. 2. Многоступенчатое сжатие газа с промежуточным охлаждением. 3. Расчетно-аналитическое задание: по заданным параметрам сети и характеристике насоса определить рабочую точку, мощность и КПД установки
--

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Кузнецов, Ю. В. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебное пособие для вузов / Ю. В. Кузнецов, А. Г. Никифоров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 304 с. — ISBN 978-5-507-47367-0.
2. Доманский, И. В. Насосы и компрессорные машины : учебное пособие для вузов / И. В. Доманский, В. А. Некрасов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 104 с. — ISBN 978-5-507-50471-8.
3. Ивановский, Ю. К. Основы теории гидропривода : учебное пособие для вузов / Ю. К. Ивановский, К. П. Моргунов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-507-44380-2.
4. Ломакин, А. А. Центробежные и осевые насосы / А. А. Ломакин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Машиностроение, 1966. — 364 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Черкасский, В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебник для теплоэнергетических специальностей вузов / В. М. Черкасский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Энергоатомиздат, 1984. — 416 с.
2. Михайлов, А. К. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование / А. К. Михайлов, В. В. Малюшенко. — Москва : Машиностроение, 1977. — 288 с.
3. Касьянов, В. М. Гидромашины и компрессоры : учебное пособие / В. М. Касьянов. — Москва : Недра, 1981. — 295 с.

4. Пластинин, П. И. Поршневые компрессоры : в 2 т. Т. 1. Теория и расчет / П. И. Пластинин. — Москва : КолосС, 2006. — 456 с.

8.3. Электронные ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань». — URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 24.06.2026).
2. Образовательная платформа «Юрайт». — URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
3. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
4. Федеральный информационный фонд стандартов. — URL: <https://www.gostinfo.ru/pages/maintask/fund/> (дата обращения: 24.06.2026).
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).

8.4. Программное обеспечение

- операционная система и офисный пакет, доступные в университете;
- табличный процессор для расчетов и построения характеристик;
- программные средства математического моделирования и инженерных расчетов, доступные в университете;
- система автоматизированного проектирования для выполнения схем и графических материалов;
- электронная информационно-образовательная среда университета.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий используются аудитория с мультимедийным оборудованием и компьютерный класс. Рекомендуются применение учебных стендов насосов и гидропривода, разрезов и макетов гидромашин и компрессоров, комплектов рабочих колес, клапанов, уплотнений и гидроаппаратуры, паспортов и каталогов серийного оборудования, протоколов испытаний и диагностических материалов.

Все расчеты и схемы выполняются на учебных данных. Результаты учебных работ не являются основанием для эксплуатации реального оборудования без установленной проектной и экспертной процедуры.

10. Особенности освоения дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется с учетом индивидуальных возможностей и рекомендаций индивидуальной программы реабилитации и абилитации. При необходимости предоставляются материалы в доступной электронной форме, увеличивается время выполнения заданий и применяются альтернативные формы представления результатов без снижения требований к результатам обучения.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины
«Гидромашины и компрессоры»

А.1. Назначение методических указаний

Методические указания предназначены для организации работы обучающихся на лекциях, практических занятиях и при самостоятельной подготовке. Практические работы образуют последовательный расчетно-графический комплекс по анализу насосов, гидропривода и компрессоров.

А.2. Рекомендации по работе с лекционным материалом

- фиксировать назначение, схему, рабочий процесс, основные параметры и область устойчивой работы каждой машины;
- для каждой формулы записывать допущения, размерности и физический смысл величин;
- различать теоретические, действительные, номинальные и предельные параметры;
- сопоставлять характеристику машины с характеристикой технологической сети;
- после каждой темы составлять карту «параметр — способ измерения — отклонение — причина — действие».

А.3. Общий порядок выполнения практической работы

1. Получить вариант и привести исходные данные к единицам СИ.
2. Составить расчетную схему и определить допущения.
3. Выбрать расчетные зависимости и справочные коэффициенты.
4. Выполнить расчет с промежуточными результатами и проверкой размерностей.
5. Построить характеристики или принципиальную схему, если это предусмотрено заданием.
6. Подобрать типоразмер машины или элемента по каталожным данным.
7. Проверить кавитационные, энергетические, температурные и эксплуатационные ограничения.
8. Сформулировать вывод и защитить работу.

А.4. Основные расчетные зависимости

Показатель	Расчетная зависимость
Гидравлическая мощность	$N_g = \rho g Q H$
Мощность на валу насоса	$N = \rho g Q H / \eta$
Напор насоса по уравнению Эйлера	$H_T = (u_2 c_{2u} - u_1 c_{1u}) / g$
Законы подобия	$Q_2/Q_1 = n_2/n_1$; $H_2/H_1 = (n_2/n_1)^2$; $N_2/N_1 = (n_2/n_1)^3$
Работа политропного сжатия	$l = [n/(n-1)] R T_1 [(p_2/p_1)^{(n-1)/n} - 1]$
Мощность компрессора	$N = G \cdot l / \eta$

Конкретная формула применяется только после проверки области ее применимости и принятых допущений. Параметры газа при необходимости приводятся к установленным стандартным условиям.

А.5. Содержание практических работ

Расчет основных энергетических параметров гидромашины

Определить подачу, напор, гидравлическую и потребляемую мощность, общий КПД и удельную энергию.

Расчет теоретического напора лопастного насоса

По скоростным треугольникам определить теоретический напор и влияние углов лопаток.

Пересчет характеристик насоса по законам подобия

Пересчитать Q , H и N при изменении частоты вращения или диаметра рабочего колеса.

Построение и анализ характеристик центробежного насоса

Построить $Q-H$, $Q-N$ и $Q-\eta$, выделить рекомендуемую рабочую область.

Расчет осевых сил и мощности привода насоса

Определить осевую силу и проверить выбранную мощность привода.

Проверка кавитационного запаса и допустимой высоты всасывания

Рассчитать доступный кавитационный запас и сравнить его с требуемым.

Расчет подачи и мощности поршневого насоса

Определить теоретическую и фактическую подачу, неравномерность и мощность привода.

Расчет параметров шестеренного или винтового насоса

Рассчитать рабочий объем, подачу, утечки и объемный КПД объемного насоса.

Определение рабочей точки насосной установки

Построить характеристику сети и определить рабочую точку агрегата.

Анализ способов регулирования и совместной работы насосов

Сравнить дросселирование, байпас и частотное регулирование; оценить энергопотребление.

Расчет гидроцилиндра и гидромотора

Определить силу, скорость, расход и мощность гидроцилиндра или гидромотора.

Расчет и подбор элементов объемного гидропривода

Подобрать насос, распределитель, клапаны, фильтр и гидробак; выполнить схему.

Расчет процесса одноступенчатого сжатия газа

Определить конечную температуру и работу сжатия при разных процессах.

Расчет многоступенчатого компрессора с промежуточным охлаждением

Определить оптимальное распределение давления по ступеням и суммарную мощность.

Расчет производительности поршневого и винтового компрессоров

Рассчитать производительность с учетом вредного пространства или утечек.

Построение характеристики центробежного компрессора и анализ помпажа

Построить характеристику, отметить границу помпажа и выбрать рабочую точку.

Комплексный выбор насосной или компрессорной установки

Для заданной технологической задачи выбрать тип, типоразмер, привод, регулирование и состав установки.

А.6. Требования к отчету по практической работе

1. тема, цель, вариант и исходные данные;
2. расчетная схема и принятые допущения;
3. использованные формулы и справочные данные;

4. ход расчета и результаты;
5. графики, схемы или выбранный типоразмер;
6. проверка ограничений и оценка погрешности;
7. инженерный вывод;
8. ответы на контрольные вопросы.

A.7. Рекомендации по самостоятельной работе

- решать дополнительные варианты задач и проверять размерности;
- использовать реальные каталоги и сравнивать не менее двух типоразмеров;
- анализировать причины расхождения теоретических и действительных характеристик;
- при построении графиков указывать масштабы, единицы и рабочую область;
- связывать параметры машины с условиями нефтегазопромысловой системы.

A.8. Подготовка к аттестациям и экзамену

По каждому виду машины необходимо уметь раскрыть назначение, классификацию, устройство, рабочий процесс, основные расчетные зависимости, характеристики, способы регулирования, типовые неисправности и требования к эксплуатации. Практическую задачу следует выполнять с записью исходных данных, единиц, формул, промежуточных результатов и инженерного вывода.

A.9. Академическая добросовестность и оформление источников

Заимствованные схемы, характеристики и числовые данные сопровождаются ссылкой на источник. При использовании каталога указываются изготовитель, обозначение оборудования и год документа. Запрещается представлять чужой отчет или автоматически сформированный расчет без проверки исходных данных, размерностей и физической достоверности результата.

Разработчик:

Доцент кафедры «ТМО»



/Л. М. Масаева./

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ТМО»



/А.А. Эльмурзаев /

Директор ДУМР



/М.А.Магомаева /