

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Нагнетатели и тепловые двигатели

Код модуля
1156512

Модуль
Насосное и тепломеханическое оборудование

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Прошин Александр Сергеевич	нет, нет	старший преподаватель	Теплоэнергетики и теплотехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники
- Прошин Александр Сергеевич, старший преподаватель, Теплоэнергетики и теплотехники

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Нагнетатели и тепловые двигатели

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовой проект	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Нагнетатели и тепловые двигатели

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-7 -Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности и производственного цикла и продукта,	З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования З-2 - Изложить научные основы технологических операций П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование	Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия Экзамен

<p>осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>для выполнения технологических операций</p>	
<p>ПК-3 -Способен выполнять гидравлические расчеты, расчеты тепловых схем, газовых схем с выбором оборудования и арматуры, аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности, разрабатывать проектную документацию по отдельным узлам и элементам тепломеханического оборудования на основании задания руководител</p>	<p>3-1 - Классифицировать основные типы нагнетателей, тепловых двигателей, объяснить их назначение и перечислить параметры 3-2 - Изложить основы эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей 3-3 - Описать методику выбора нагнетателей 3-4 - Изложить основы выбора тепловых двигателей 3-5 - Изложить основы расчета нагнетателей П-1 - Осуществлять обоснованный выбор границы эксплуатационных режимов нагнетателей и тепловых двигателей П-2 - Иметь практический опыт расчета параметров нагнетателей П-3 - Разрабатывать рекомендации по организации безопасной и энергоэффективной эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей У-1 - Выбирать типовые нагнетатели и тепловые двигатели с учетом их места в тепловых схемах котельных и тепловых электрических станций У-2 - Выбирать привод нагнетателей У-3 - Оценивать энергоэффективность работы нагнетателей и тепловых двигателей в эксплуатационных режимах У-4 - Систематизировать основные современные методы постановки, исследования и решения теплотехнических задач</p>	<p>Домашняя работа Контрольная работа Курсовой проект Практические/семинарские занятия</p>

	<p>У-5 - Правильно интерпретировать особенности использования различных типов нагнетателей и тепловых двигателей</p> <p>У-6 - Анализировать физические основы процесса напорного перемещения технологических энергоносителей</p>	
--	--	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.25		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа № 1</i>	5,10	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	5,13	60
<i>работа на занятиях</i>	5,17	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.25		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	5,14	100

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Защита курсового проекта	5,14	100
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 1		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристи ка уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворитель но (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Выбор насосов общего назначения
2. Выбор энергетических насосов
3. Выбор вентиляторов общего назначения
4. Выбор энергетических тягодутьевых машин
5. Выбор компрессора общего назначения
6. Тепловые схемы паротурбинных установок (ПТУ). Номенклатура ПТУ
7. Конструкции паровых турбин. Показатели экономичности
8. Циклы газотурбинных установок (ГТУ)

9. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Номенклатура ДВС
LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Снятие характеристики центробежного насоса и сети
2. Снятие кавитационной характеристики центробежного насоса
3. Сопоставление способов регулирования центробежного насоса
4. Испытание центробежного вентилятора
5. Моделирование характеристик центробежной компрессорной машины
6. Термодинамический анализ компрессорного процесса

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Определение границ рабочего участка напорной характеристики центробежной машины
2. Сравнение энергетической эффективности способов регулирования центробежных машин
3. Выбор нагнетателей (на примере центробежных вентиляторов)

Примерные задания

Тестовые задания типа:

I. Какому типу нагнетателей может принадлежать рабочее колесо, изображенное на рисунке?

1. насосам
2. вентиляторам
3. компрессорам

II. Рабочее давление нагнетателя определяется выражением $P = \rho \eta U^2 c^2 u$. Какому режиму работы нагнетателя соответствует развиваемое давление:

1. режиму холостого хода
2. номинальному режиму
3. режиму регулирования

III. Помпаж компрессора может возникнуть:

1. при переводе на холостой ход
2. при падении расхода в сети
3. при глубоком регулировании

IV. Расположить способы регулирования подачи нагнетателей в порядке возрастания эко-номичности регулирования:

1. байпасирование
2. дросселирование
3. закрутка потока ВНА
4. изменение частоты вращения гидромуфтой
5. частотное регулирование

V. При регулировании насосов дросселированием дроссельное устройство следует разме-щать:

1. на всасе
2. на нагнетании
3. место размещения дросселя не играет роли

VI. Пуск центробежных нагнетателей следует производить:

1. на режиме холостого хода
2. под нагрузкой
3. способ пуска не имеет значения

VII. Наибольший расход обеспечивают:

1. питательные насосы
2. конденсатные насосы
3. сетевые насосы
4. циркуляционные насосы

VIII. Наибольший напор (давление) обеспечивают:

1. питательные насосы
2. конденсатные насосы
3. сетевые насосы
4. циркуляционные насосы

IX. Наибольшая осевая нагрузка центробежного нагнетателя всегда возникает:

1. при максимальном давлении
2. при максимальной подаче
3. в режиме холостого хода

X. Параллельное включение нагнетателей используется для:

1. обеспечения большого расхода в сети
2. группового регулирования
3. повышения экономичности работы нагнетателей при глубоком регулировании

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Термодинамический анализ работы воздушной компрессорной машины.
2. Выбор компрессора общего назначения.

3. Определение числа ступеней многоступенчатой компрессорной машины по заданным параметрам.

Примерные задания

Требуется выбрать центробежный вентилятор исполнения 1, обеспечивающий производительность $Q = 12$ тыс. м³/ч, полное давление $p = 108$ кгс/м² при температуре воздуха $t = 60^\circ\text{C}$.

Расчетное сопротивление вентиляционной системы при расходе воздуха 30 тыс. м³/ч составляет 1220 Па. При выборе вентилятора его давление завышено на 15 % и составляет 1400 Па. Требуемым параметрам в соответствии с рабочими характеристиками удовлетворяют вентилятор Ц4-76-10 при $n = 950$ об/мин к.п.д. = 0,78 (лопатки загнуты назад) и вентилятор Ц14-46-8 с КПД в рабочей точке при $n = 735$ об/мин к.п.д. = 0.68 (лопатки загнуты вперед). Сравнить вентиляторы по потребляемой мощности.

Определить установочную мощность электродвигателя для вентилятора с расходом воздуха $Q=14$ тыс. м³/час при полном давлении $P=1000$ кПа.

Насос перекачивает жидкость плотностью 960 кг/м³ из резервуара с атмосферным давлением в аппарат, давление в котором составляет $R_{изб} = 37$ кгс/см². Высота подъёма 16 м. Общее сопротивление всасывающей и нагнетательной линий 65,6 м. Определить полный напор, развиваемый насосом.

Центробежный насос частотой вращения 1800 об/мин подает 140 м³/ч воды с температурой 30 °С. Среднее атмосферное давление в месте установки насоса 745 мм рт. ст. Полная потеря напора во всасывающей линии составляет 4,2 м. Определить допустимую высоту всасывания

Определить требуемое число ступеней поршневого компрессора для сжатия воздуха от 1 до 200 кгс/см² (давление абсолютное), если допускаемая температура в конце сжатия не должна превышать 140°С. Процесс сжатия считать адиабатическим. Начальная температура воздуха 20°С

Определить КПД насосного агрегата. Насос подаёт 22,80 м³/ч мазута относительной плотности 0,9. Полный напор 30,8 м вод. ст. Потребляемая двигателем мощность 2,5 кВт.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Классификация, рабочие параметры и область применения нагнетателей.
2. Устройство и принцип работы центробежного нагнетателя.
3. Теоретический напор центробежного колеса.
4. Степень реактивности центробежного колеса. Типы рабочих колес.
5. Ступень центробежного нагнетателя. Типы ступеней.
6. Действительное течение среды в центробежном колесе. Влияние конечного числа лопастей на напор колеса.
7. Потери в проточной части центробежного нагнетателя. КПД, мощность.
8. Действительные характеристики центробежного нагнетателя.
9. Подобие центробежных машин. Пересчет характеристик.

10. Безразмерные параметры центробежных нагнетателей. Безразмерные характеристики.
11. Коэффициент быстроходности. Удельное число оборотов.
12. Схема и принцип работы осевого нагнетателя.
13. Решетки профилей и кинематика потока осевой ступени.
14. Многоступенчатые осевые машины. Конструктивные схемы.
15. Регулирование производительности лопастных нагнетателей.
16. Работа лопастных нагнетателей на сеть. Устойчивые и неустойчивые режимы работы.
17. Помпаж и способы борьбы с ним.
18. Работа лопастных нагнетателей на сеть. Параллельное и последовательное соединение нагнетателей.
19. Осевые и радиальные силы в центробежных нагнетателях. Способы компенсации.
20. Подводы и отводы центробежных нагнетателей.
21. Устройство и принцип работы роторных нагнетателей.
22. Устройство и принцип работы струйных нагнетателей.
23. Компрессорный процесс. Способы повышения энергетической эффективности сжатия газа. Многоступенчатое сжатие. Выбор оптимальной степени повышения давления в многоступенчатом компрессоре.
24. Охлаждение компрессорных машин.
25. КПД компрессора.
26. Принципиальная схема, принцип работы и область применения поршневых компрессоров.
27. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
28. Рабочие параметры поршневых компрессоров.
29. Основные конструктивные схемы поршневых компрессоров.
30. Регулирование производительности поршневых компрессоров.
31. Схема поршневой компрессорной установки.
32. Центробежные компрессоры. Схемы, рабочие параметры и область применения.
33. Схема центробежной компрессорной установки.
34. Винтовые компрессоры. Схемы, рабочие параметры и область применения.
35. Схема винтовой компрессорной установки.
36. Осевые компрессоры. Схемы, рабочие параметры и область применения.
37. Кавитация в насосах. Влияние кавитации на характеристики насосов.
38. Расчет допустимой высоты всасывания насоса.
39. Классификация и применение насосов в энергетике.
40. Конструкции и рабочие параметры насосов общего назначения.
41. Конструкции и рабочие параметры питательных насосов.
42. Конструкции и рабочие параметры сетевых насосов.
43. Конструкции и рабочие параметры циркуляционных насосов.
44. Способы регулирования лопастных насосов.
45. Выбор насоса.
46. Схема насосной установки.
47. Классификация и применение вентиляторов в энергетике.
48. Основные конструктивные элементы и рабочие параметры центробежных вентиляторов.

49. Самотяга вентиляционной системы и ее влияние на параметры тягодутьевых машин.

50. Влияние механических примесей на работу вентилятора.

51. Основные конструктивные элементы и рабочие параметры центробежных вентиляторов.

52. Аэродинамические схемы вентиляторов. Безразмерные параметры и характеристики.

53. Способы регулирования тягодутьевых машин.

54. Выбор тягодутьевых устройств.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Курсовой проект

Примерный перечень тем

1. Спроектировать центробежный насос по известным исходным данным для проектирования. Выполнить гидравлический расчет проточной части насоса и механический расчет отдельных элементов его конструкции. В графическую часть проекта входят продольный и поперечный разрезы насоса, выполняемые на листе (листах) формата А1.

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-3	З-1 З-2 У-1	Лекции Практические/семинарские занятия