

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Логина Н.А.
	Идентификатор	R14a92a73-LoginovaNA-be576154

Н.А.
Логина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шелгинский А.Я.
	Идентификатор	Rf4e216f4-SheiginskyAY-88390edf

А.Я.
Шелгинский

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яворовский Ю.В.
	Идентификатор	R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149

Ю.В.
Яворовский

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 способен участвовать в проектировании промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем и комплексов

ИД-1 участвует в сборе и анализе данных для проектирования, и создании конкурентно-способных вариантов технических решений

ИД-3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

2. ПК-3 Способен участвовать в эксплуатации промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем и комплексов

ИД-1 обеспечивает контроль соблюдения норм расхода всех видов энергоресурсов

ИД-3 участвует в организации технического обеспечения и эксплуатации промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем и комплексов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчётные задания Часть 1 (Решение задач)

2. Расчётные задания Часть 2 (Решение задач)

3. Турбодетандер, цикл Линде, ВРУ (многовариантное) (Решение задач)

Форма реализации: Устная форма

1. Заключительный контроль. (Перекрестный опрос)

БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Структура системы обеспечения технологическими энергоносителями промышленных предприятий					
Определение и структура системы обеспечения технологическими энергоносителями промышленных предприятий		+			
Использование эксергетических показателей в обобщенном подходе оценки энергопотребления		+			
Система воздухообеспечения (СВО) предприятий		+			
Нагрузки на компрессорную станцию					

Определение нагрузки на компрессорную станцию, выбор типа и числа компрессоров		+		
Выбор привода компрессоров для конкретных видов потребителей сжатого воздуха		+		
Компоновка компрессорной станции, электро-, масло- и водоснабжение станций		+		
Системы технического водоснабжения предприятий				
Системы технического водоснабжения промышленных предприятий			+	
Классификация, схемы, состав оборудования, области применения, режим работы систем производственного водоснабжения			+	
Экономические и энергетические показатели современных систем производственного водоснабжения			+	
Системы холодоснабжения предприятий				
Системы холодоснабжения промышленных предприятий				+
Хранение и транспорт хладагентов и хладоносителей				+
Системы обеспечения промпредприятий продуктами разделения воздуха				
Специфика потребления продуктов разделения воздуха, графики и режимы потребления				+
Методы промышленного разделения воздуха				+
Особенности низкотемпературного разделения воздуха на компоненты				+
Энергетические и экономические показатели воздухоразделительных станций				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	2	4	6	8
Расчет потребности в сжатом воздухе для крупных потребителей (доменный цех, воздухоразделительная станция)		+			
Расчет потребности в сжатом воздухе ремонтно-механического цеха. Гидравлический расчет системы сжатого воздуха. Расчет энергетических показателей компрессора с промхлаждением			+		
Пересчет характеристик турбокомпрессора с определением рабочей точки				+	
Составление технологических схем производства сжатого воздуха					+
Вес КМ:		25	25	25	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} участвует в сборе и анализе данных для проектирования, и создании конкурентно-способных вариантов технических решений	Знать: основные разделы естественнонаучных дисциплин, относящихся к теории изучаемой дисциплины, и быть готовым к исследованию основных законов в профессиональной деятельности, применять методы анализа и моделирования ситуаций теоретического и экспериментального исследования Уметь: анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности	Расчётные задания Часть 1 (Решение задач)
ПК-2	ИД-3 _{ПК-2} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Знать: типовые методики проведения расчетов и проектирования элементов	Расчётные задания Часть 2 (Решение задач)

		оборудования и объектов деятельности (систем) в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации Уметь: проводить опытно-промышленный и научный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата	
ПК-3	ИД-1 _{ПК-3} обеспечивает контроль соблюдения норм расхода всех видов энергоресурсов	Знать: методики проведения технико-экономического обоснования проектных разработок Уметь: оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования, организовать профессиональные осмотры и текущий ремонт	Турбодетандер, цикл Линде, ВРУ (многовариантное) (Решение задач)
ПК-3	ИД-3 _{ПК-3} участвует в организации технического обеспечения и эксплуатации	Знать: методики определения количества энергоносителей для	Заключительный контроль. (Перекрестный опрос)

	промышленных коммунальных теплоэнергетических систем и комплексов	и	различных технологических потребителей в соответствии с существующими нормами их расходования при подготовке проектов Уметь: составлять технологические схемы установок и систем с целью их эксплуатации в условиях переменных нагрузок	
--	--	---	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчётные задания Часть 1

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Включает в себя проверку выполнения работы, нацелена на устранение ошибок и ответы на вопросы учащихся. Проводится в аудитории проведения практических занятий. Оценивает умения пользоваться диаграммами и таблицами для выполнения инженерных расчетов, составлять технологические схемы установок и систем с целью их эксплуатации в условиях переменных нагрузок

Краткое содержание задания:

Расчет потребности в сжатом воздухе для крупных потребителей (доменный цех, воздуходелительная станция). Расчет потребности в сжатом воздухе ремонтно-механического цеха. Гидравлический расчет системы сжатого воздуха. Расчет энергетических показателей компрессора с промохлаждением.

Контрольные вопросы/задания:

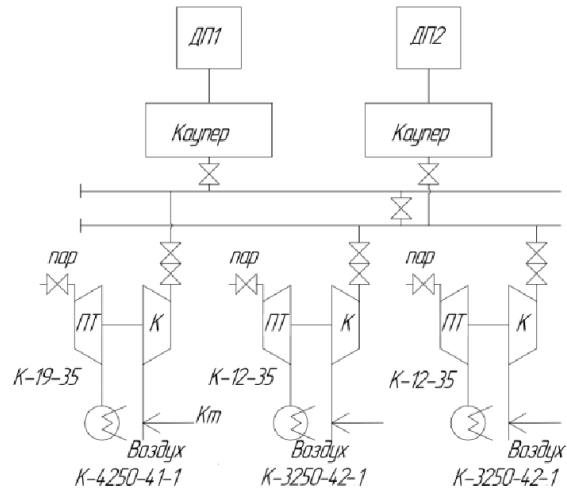
Знать: основные разделы естественнонаучных дисциплин, относящихся к теории изучаемой дисциплины, и быть готовым к исследованию основных законов в профессиональной деятельности, применять методы анализа и моделирования ситуаций теоретического и экспериментального исследования	1.Что такое эксергетический КПД холодильной установки? 2.Распределить затраты компрессора с утилизацией теплоты сжатия.																								
Уметь: анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности	1.Определим расход воздуха для двух доменных печей. Годовая производительность П1 [т/год]; Число часов работы h1 [ч/год]; Давление P1 [МПа] Средний годовой расход воздуха рассчитывается по формуле: $V_{год}=A \cdot P_{год}$, м3/год , где А – норма расхода сжатого воздуха (см. таблицу). <table><tr><td>Вид продукции</td><td>Удельная норма расхода воздуха на единицу продукции, м³/т</td><td>Вид продукции</td><td>Удельная норма расхода воздуха на единицу продукции, м³/т</td></tr><tr><td>Чугун</td><td>800-1200</td><td>Дюжина кислоты</td><td></td></tr><tr><td>Сталь марганцевая</td><td>80-140</td><td>Сухая кислота</td><td>1500-2000</td></tr><tr><td>Сталь конвертерная</td><td>30-50</td><td>Аммиачная кислота</td><td>8000-9000</td></tr><tr><td>Электросталь</td><td></td><td>Нитроаммифос</td><td>400-700</td></tr><tr><td>Литейная</td><td>20-50</td><td></td><td></td></tr></table> Средняя часовая нагрузка в рабочую часть года определяются по формуле: $V_{ср}= (V_{год} \cdot K_{ут})/h$, м3/ч , где K_{ут} – потери сжатого воздуха за счет утечек в соединениях трубопроводов K_{ут} = 1,05 -1,07 Максимальная нагрузка находится по формуле: $V_{max}=K_{max} \cdot V_{ср}$, м3/ч , где K_{max} – коэффициент, учитывающий максимум потребления сжатого	Вид продукции	Удельная норма расхода воздуха на единицу продукции, м ³ /т	Вид продукции	Удельная норма расхода воздуха на единицу продукции, м ³ /т	Чугун	800-1200	Дюжина кислоты		Сталь марганцевая	80-140	Сухая кислота	1500-2000	Сталь конвертерная	30-50	Аммиачная кислота	8000-9000	Электросталь		Нитроаммифос	400-700	Литейная	20-50		
Вид продукции	Удельная норма расхода воздуха на единицу продукции, м ³ /т	Вид продукции	Удельная норма расхода воздуха на единицу продукции, м ³ /т																						
Чугун	800-1200	Дюжина кислоты																							
Сталь марганцевая	80-140	Сухая кислота	1500-2000																						
Сталь конвертерная	30-50	Аммиачная кислота	8000-9000																						
Электросталь		Нитроаммифос	400-700																						
Литейная	20-50																								

воздуха. Принимаем $K_{\max}=1,15 - 1,3$.

Часовая максимально длительная нагрузка находится по формуле: $V_{\text{м.д}} = B \cdot V_{\max}$, м³/ч, где B – коэффициент неодновременности, учитывающий вероятность несовпадения во времени максимальных нагрузок цехов или отделений предприятия = 0,85 - 0,95.

$V_{\text{м.д1}} = V_{\text{м.д1}}/60$, м³/мин

Выполняется аналогичный расчёт для ДП2



2. Воздухоразделительная установка №1: КААр-15

По данным таблицы 9 а [1] для установки КААр-15 находим ее параметры и сводим в таблицу

Тип установки	Потоки продуктов и перерабатываемого воздуха	Параметры потоков				Себестоимость, коп/мм ³ (коп/кг)
		ξ, % осн	Р, МПа	Агрегат. сост.	Количество, м ³ /ч (кг/ч)	
2 режим	Кислород технический	95,0	0,105	Г	13500	0,65
	Азот	99,9995	0,105	Г	16000	0,17
	Воздух	79,0	0,54	Г	85000	—

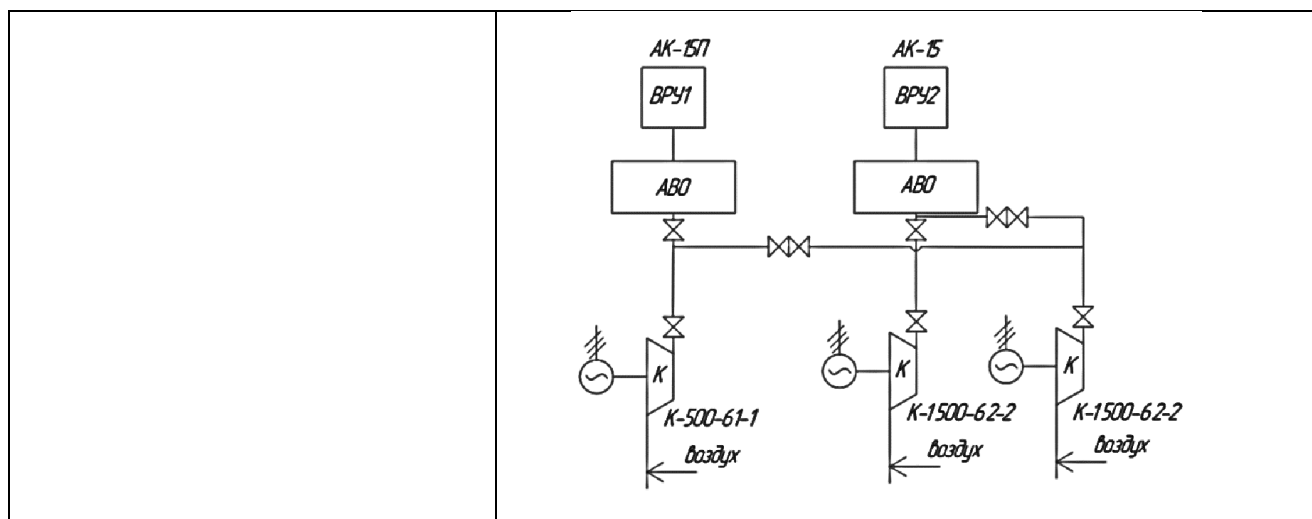
Потребность в сжатом воздухе находим по формулам: $V_k = V_{\text{ус}} \cdot K_{\text{ут}}$, где $K_{\text{ут}}$ – коэффициент, учитывающий потери сжатого воздуха за счет утечек в соединениях трубопроводов $K_{\text{ут}} = 1,05 - 1,07$

$V_{\text{м.д.}} = \beta \cdot V_k$, м³/ч, β – коэффициент

неодновременности, учитывающий вероятность несовпадения во времени максимальных нагрузок цехов или отделений предприятия. $\beta = 0,95$

Потребность в сжатом воздухе: $V_{\text{компр.}} = V_{\text{м.д.}} / 60$, м³/мин

Выполняется аналогичный расчёт для ВРУ2



Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Расчётные задания Часть 2

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Включает в себя проверку выполнения второй части работы, нацелена на устранение ошибок и ответы на вопросы учащихся. Проводится в аудитории проведения практических занятий. Допускается досрочное выполнение и сдача работы с бонусной оценкой. На этапе 8 недели Оценка и защита курсовой работы. Оценивает умения пользоваться диаграммами и таблицами для выполнения инженерных расчетов, составлять технологические схемы установок и систем с целью их эксплуатации в условиях переменных нагрузок

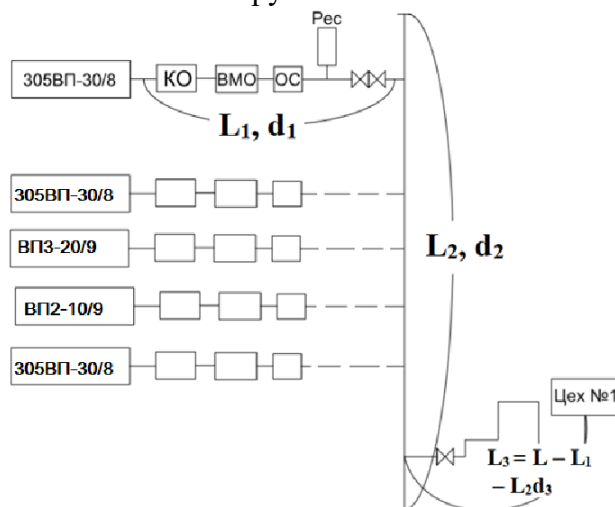
Краткое содержание задания:

Пересчет характеристик турбокомпрессора с определением рабочей точки. Составление технологических схем производства сжатого воздуха. Оформление работы и сдача на проверку преподавателю.

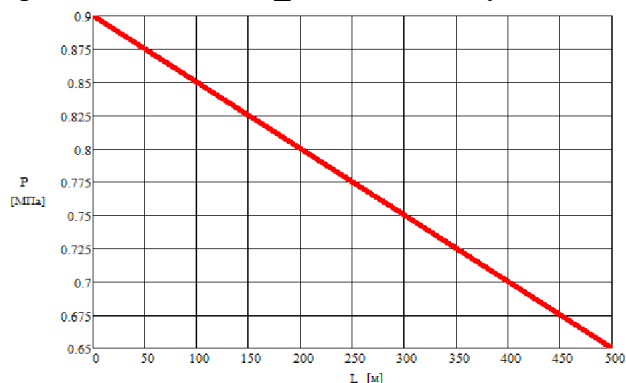
Контрольные вопросы/задания:

Знать:
 типовые методики проведения расчетов и проектирования элементов оборудования и объектов деятельности (систем) в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации

1. Для выполнения расчета составляется упрощенная схема трубопровода в системе компрессорная станция – коллектор – внешняя сеть до потребителя с учетом максимальной производительности компрессора и потребителя с максимальной нагрузкой.



Для определения давлений на каждом участке схемы строится зависимость изменения давления по длине трубопровода в диагонали Р_н компрессора и Р_входа потребителя, с помощью которой в первом приближении находят средние давления Р_сж на каждом участке.



Уметь:
 проводить опытно-промышленный и научный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего

1. Цель гидравлического расчета состоит в нахождении конструктивных характеристик всасывающего, напорного, подающего воздухопроводов и трубопроводов внешней воздушной сети. Выбор диаметра всасывающего воздухопровода должен обеспечивать потери давления в нем не более 300 – 500 Па. Скорость воздуха W не должна превышать для центробежных и поршневых компрессоров двойного действия 10-12 м/с, для поршневых компрессоров простого действия 5-6 м/с.

Диаметр всасывающего трубопровода определяется по формуле:

$$d_{вс} = \sqrt{\frac{4V}{\pi W_{вс}}},$$

где V – производительность компрессора, отнесенная к условиям всасывания, м³/с; W_{вс} – нормируемая скорость воздуха, м/с.

Потери давления в трубопроводе вычисляются по формуле:

$$\Delta P = \frac{\lambda L W_{вс}^2 \rho_{возд}}{2 d_{вс}},$$

где: ρ_{возд} – плотность воздуха при давлении всасывания кг/м³; L – длина всасывающего трубопровода, м; λ – коэффициент трения воздуха

Расход сжатого воздуха, транспортируе

$$V_{\text{сж}} = \frac{\pi d_{\text{сж}}^2}{4} W_{\text{сж}}$$

Тогда, если известен расход воздуха, ис

$$d_{\text{сж}} = \sqrt{\frac{4V_{\text{сж}}}{\pi W_{\text{сж}}}}$$

Масса воздуха, проходящего по тру
независимо от его сжатия величина постоянн

$$V_{\text{н}} \rho_{\text{н}} = V_{\text{сж}} \rho_{\text{сж}}, \text{ откуда получаем } V_{\text{сж}} =$$

где $V_{\text{н}}$ – расход воздуха при норм
(нормальные условия: $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 101$
плотность воздуха при нормальном давлении
сжатого воздуха, кг/м^3 .

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Турбодетандер, цикл Линде, ВРУ (многовариантное)

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Производится проверка выполнения расчётных заданий по темам: "Газодинамический и конструктивный расчет турбодетандера", "показателей на дроссельного цикла Линде", "показатели воздуходелительных установок". Нацелен на проверку умений студентов рассчитывать характеристики и показатели установок и их элементов при переменных условиях эксплуатации и выполнять технико-экономические оценки показателей технологических систем для потребителей различных отраслей

Краткое содержание задания:

Выполнение газодинамического и конструктивного расчета турбодетандера. Расчет и анализ показателей на дроссельного цикла Линде. Расчет показателей воздуходелительных установок, КПД и удельных расходов энергии на каждый продукт и составление технологических схем эксплуатации ВРУ в системе ВРУ-аккумулятор- потребитель.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методики проведения технико-экономического обоснования проектных разработок	1.Необходимо: 1) Определить потребности предприятия в продуктах разделения воздуха; 2) Подобрать установки разделения воздуха (ВРУ) 3) Составить таблицу потребления продуктов разделения воздуха; 4) Рассчитать КПД ВРУ, определить расходы энергии (удельные) на производство продуктов разделения воздуха 5) Составить схему обеспечения цехов предприятия продуктами разделения воздуха
--	---

	1. Определить потребности в продуктах разделения воздуха: 1.1 Чугун $V_{\text{зод}}^{\text{кт}} = \alpha_{\text{кт}} \cdot P^{\text{зод}}_{\text{ч}} = 120 \cdot 0,2 \cdot 10^5 = 2400 \cdot 10^6 \text{ нм}^3/\text{год}$ $V_{\text{час}}^{\text{кт}} = \frac{V_{\text{зод}}^{\text{ч}}}{n} = \frac{2400 \cdot 10^6}{8200} = 2927 \text{ нм}^3/\text{час}$ $V_{\text{зод}}^A = \alpha_A \cdot P^{\text{зод}}_{\text{ч}} = 0,2 \cdot 15 = 1,9 \cdot 10^6 \text{ нм}^3/\text{год}$ $V_{\text{час}}^A = \frac{V_{\text{зод}}^A}{n} = \frac{1,9 \cdot 10^6}{8200} = 243,9 \text{ нм}^3/\text{час}$ 1.2 Сталь Мартеновская $V_{\text{зод}}^{\text{кт}1,5} = \alpha_{\text{кт}1,5} \cdot P^{\text{зод}}_{\text{ч}} = 0,3 \cdot 35 = 10,5 \cdot 10^6 \text{ нм}^3/\text{год}$ $V_{\text{час}}^{\text{кт}1,5} = \frac{V_{\text{зод}}^{\text{ч}}}{n} = \frac{10,5 \cdot 10^6}{7400} = 1419 \text{ нм}^3/\text{час}$ 1.3 Сталь Конверторная $V_{\text{зод}}^{\text{кт}1,5} = \alpha_{\text{кт}1,5} \cdot P^{\text{зод}}_{\text{ч}} = 0,25 \cdot 50 = 12,5 \cdot 10^6 \text{ нм}^3/\text{год}$ $V_{\text{час}}^{\text{кт}1,5} = \frac{V_{\text{зод}}^{\text{ч}}}{n} = \frac{12,5 \cdot 10^6}{7400} = 1689 \text{ нм}^3/\text{час}$																																																
Уметь: оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования, организовать профессиональные осмотры и текущий ремонт	1. Начальные данные: $\square 2 = 12 \text{ МПа}$ $\square \square \text{н} = 4 \text{ ОС}$ $\square \text{из} = 1.5 \text{ кДж}$ кг $\square \text{из} = 0,59$ $\square \text{эм} = 0,92$ $\square 1 = 0,1 \text{ МПа.}$ 2. Сводная таблица полученных точек: <table><tr><th>Точка</th><th>P, МПа</th><th>T, К</th><th>S, кДж/кг*К</th><th>e, кДж/кг</th><th>h, кДж/кг</th></tr><tr><td>1</td><td>0,1</td><td>293</td><td>3.9270</td><td>0</td><td>521.96</td></tr><tr><td>2</td><td>12</td><td>293</td><td>2.474</td><td>460</td><td>497.11</td></tr><tr><td>3</td><td>12</td><td>164.58</td><td>1.52</td><td></td><td>292.49</td></tr><tr><td>4</td><td>0,1</td><td>81.71</td><td>2.5812</td><td>145</td><td>292.49</td></tr><tr><td>5</td><td>0,1</td><td>81.71</td><td>0</td><td>740</td><td>0</td></tr><tr><td>6</td><td>0,1</td><td>81.71</td><td>-</td><td>160</td><td>303.82</td></tr><tr><td>7</td><td>0,1</td><td>289</td><td>3.9132</td><td>5</td><td>517.92</td></tr></table> Figure 1 Сводная таблица 1) Величина изотермического дроссель- эффекта: $h\square = h1 - h2 = 521.96 - 497.11 = 24.85 \text{ кДж/кг}$ 2) Потери холода с недокуперацией: $h_{\text{н}} = h1 - h7 = 521.96 - 517.92 = 4.04 \text{ кДж/кг}$ 3) Разность энтальпий в начальном и ожиженном состояниях: $h_{\text{ож}} = h1 - h5 = 521.96 - 0 = 521.96 \text{ кДж/кг}$ 4) Доля ожиженного воздуха: $\square = \Delta h\square - \Delta h_{\text{н}} - \square \text{из} / \Delta h_{\text{ож}} - \Delta h_{\text{н}} = 0,037$ 5) Энтальпия в точке 3 с помощью теплового баланса теплообменного аппарата: $(h2 - h3) + \square \text{из} = (1 - \square) * (h7 - h6)$ $h3 = h2 + \square \text{из} - (1 - \square) * (h7 - h6) = 497.11 + 1.5 - (1$	Точка	P, МПа	T, К	S, кДж/кг*К	e, кДж/кг	h, кДж/кг	1	0,1	293	3.9270	0	521.96	2	12	293	2.474	460	497.11	3	12	164.58	1.52		292.49	4	0,1	81.71	2.5812	145	292.49	5	0,1	81.71	0	740	0	6	0,1	81.71	-	160	303.82	7	0,1	289	3.9132	5	517.92
Точка	P, МПа	T, К	S, кДж/кг*К	e, кДж/кг	h, кДж/кг																																												
1	0,1	293	3.9270	0	521.96																																												
2	12	293	2.474	460	497.11																																												
3	12	164.58	1.52		292.49																																												
4	0,1	81.71	2.5812	145	292.49																																												
5	0,1	81.71	0	740	0																																												
6	0,1	81.71	-	160	303.82																																												
7	0,1	289	3.9132	5	517.92																																												

	$- 0.037) \cdot$ $(517.92 - 303.82) = 292.49 \text{ кДж/кг}$ 6) Удельный расход электроэнергии на получение 1 кг ожиженного воздуха: $\square =$ $\square \cdot \square 1 \cdot \ln (\square 2 / \square 1) / \square \cdot \eta_{из} \cdot \eta_{эм} = 20\,060 \text{ кДж/кг}$ где R - газовая постоянная для воздуха 7) Эксергетический КПД установки: $\eta_{эк} = \square 5 / \square = 3,7\%$
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Заключительный контроль.

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Перекрестный опрос

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Заключительный контроль обучающихся по всему курсу дисциплины "Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий", проводится в аудитории проведения практического занятия, подводится итог с выставлением оценки, получением допуска на экзамен на 14 неделе обучения.

Краткое содержание задания:

Проводится тестирование в устной форме, в тестировании применяются многовариантные вопросы, а так же вопросы на понимание пройденного материала.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методики определения количества энергоносителей для различных технологических потребителей в соответствии с существующими нормами их расходования при подготовке	1. В чем сходство и в чем различие холодильной установки и теплового насоса? Сходство состоит в использовании обратного цикла. Разница - холодильная установка работает при $T < T_{ос}$ и предназначена для охлаждения объекта, тепловой насос работает при $T > T_{ос}$ и предназначен
---	---

проектов	для использования тепла. 2. В чем преимущество систем холодоснабжения с промежуточным хладоносителем? Преимущество СХС с промежуточным хладоносителем в возможности транспорта холода на большие расстояния (сотни метров), в возможности получения различных q_o и T_o при единой холодильной установке. 3. На каких рабочих телах функционируют парокомпрессионные холодильные установки (ПКУ)? Аммиак, фреоны (наиболее распространенные Ф-12, Ф-21, Ф-22, Ф-134, Ф-142), а также смеси фреонов. 4. Что такое холодильный коэффициент? Холодильный коэффициент ϵ определяется отношением холодопроизводительности установки (q_o) к затраченной работе (l) q_o / l
Уметь: составлять технологические схемы установок и систем с целью их эксплуатации в условиях переменных нагрузок	1. Составьте типовую схему системы производства и распределения ЭН 2. Определить КПД ВРУ КААр-15. 3. Составить баланс нижней разделительной колонны. 4. Составить принципиальную схему воздухообогрева доменного цеха

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет 1

1. Сравнить способы определения нагрузок у различных потребителей.
2. Определить КПД компрессора К-250-61-1, пользуясь только таблицей
3. Описать процесс разделения воздуха в колонне.

Процедура проведения

письменный экзамен по билетам в дистанционном формате

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-2} участвует в сборе и анализе данных для проектирования, и создании конкурентно-способных вариантов технических решений

Вопросы, задания

1. Распределить затраты подводимой энергии в установке АкАр-6.
2. Распределить затраты подведенной энергии в установке КАр-30.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие горючие газы используют на промышленных предприятиях?

Ответы:

В промышленности используют природные газы и искусственные газы (доменный, коксовый, газогенераторный)

2. Какие мощности реализуются в ГУБТ?

Ответы:

- а) от 0,5 до 3 МВт
- б) от 20 до 50 МВт
- в) от 6 до 25 МВт
- г) от 25 до 30 МВт

Верный ответ: в) от 6 до 25 МВт

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК-2} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

Вопросы, задания

1. Объяснить различие в регенераторах в циклах Линде и установке Капицы?
2. Объяснить различие в выборе рабочих тел для парокомпрессионной холодильной установки и ТНУ.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие функции выполняют системы производства и распределения энергоносителей?

Ответы:

- а) Обеспечение потребителей (П) энергоносителем (ЭН) по заданным количественным и качественным параметрам

- б) Обеспечение (П) по п.а. в заданном режиме потребления
 - с) Бесперебойность обеспечения (П)
 - д) Обеспечение по п.п. а-с при условии минимума энергетических и эксергетических потерь
 - е) Соответствие требованиям ТБ, ПБ, ГО и др.
2. Какие функции выполняют вспомогательные элементы системы?

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-3 обеспечивает контроль соблюдения норм расхода всех видов энергоресурсов

Вопросы, задания

1. Составить баланс верхней разделительной колонны.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое холодильный коэффициент?

Ответы:

Холодильный коэффициент ε определяется отношением холодопроизводительности установки (q_0) к затраченной работе (l) q_0 / l

2. Какие значения принимает величина ε ?

Ответы:

Холодильный коэффициент в зависимости от температуры потребления холода T_0 может принимать значения $\varepsilon < 1$, $\varepsilon = 1$, $\varepsilon > 1$

3. Что такое эксергетический КПД холодильной установки?

Ответы:

Эксергетический КПД η_e определяется отношением эксергии (e_{q_0}) $= q_0 \times \tau_e = q_0 \times \{(T_0 - T_{oc})/T_0\}$ к затраченной работе (l) $\eta_e = e_{q_0} / l$

4. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-3 участвует в организации технического обеспечения и эксплуатации промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем и комплексов

Вопросы, задания

1. Как обеспечивается максимальная нагрузка V_{max} в поршневых и центробежных компрессорах?
2. Чем руководствуются при выборе компрессоров и их количества, работающих на цехи с пневмопотребителями?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. На какие цели расходуется вода на промпредприятий?

Ответы:

На предприятиях вода используется по следующим направлениям:

- производственно-техническое
- хозяйственно-питьевое
- на тушение пожаров

2. От чего зависит и чем ограничено давление конденсации P_k ?

Ответы:

Давление конденсации P_k определяется температурой окружающей среды и ограничено величиной примерно 6-8 атм.

3. В чем сходство и в чем различие холодильной установки и теплового насоса?

Ответы:

Сходство состоит в использовании обратного цикла.

Разница - холодильная установка работает при $T < T_{ос}$ и предназначена для охлаждения объекта, тепловой насос работает при $T > T_{ос}$ и предназначен для использования тепла.
4. Где используется аргон (Ar)?

Ответы:

Аргон используют при производстве электростали, при сварке.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Для курсового проекта/работы:

8 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Защита проводится комиссией из двух преподавателей, ведущих данную дисциплину, проходит сначала в письменном (проверка курсового проекта преподавателем, определение полноты работы, проверка оформления и др.), а затем и в устном формате (предусматривает проверку полученных знаний, ориентирование в работе, умение анализировать полученные данные)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу