

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Оценочные материалы
по дисциплине
Теплообменники энергетических установок**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Тищенко В.А. |
| | Идентификатор | R4ea77783-TishchenkoVA-c16aaef |

(подпись)

В.А.


Тищенко

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Митрохова О.М. |
| | Идентификатор | R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867 |

(подпись)


О.М.

Митрохова

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|---|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Грибин В.Г. |
| | Идентификатор | R44612ca0-GribinVG-8231e2ff |

(подпись)

В.Г. Грибин

(расшифровка
подписи)

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-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения

ИД-1 Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности

ИД-2 Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Типовой расчет «Конструкторский расчет однофазного теплообменного аппарата» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Основные уравнения теплообмена» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа «Теплообменники ЭУ» (Контрольная работа)

3. Тест «Теплообменные аппараты ПСУ и ГТУ» (Тестирование)

4. Тест «Теплообменные аппараты ЭУ. Основные понятия» (Тестирование)

БРС дисциплины

6 семестр

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % | | | | | |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|------|
| | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
| | Срок КМ: | 3 | 5 | 9 | 10 | 14 |
| Теплообменники ЭУ. Основные понятия и классификация | | | | | | |
| Теплообменники ЭУ. Основные понятия и классификация | + | + | + | | | |
| Конструкция кожухотрубных теплообменных аппаратов | | | | | | |
| Конструкция кожухотрубных теплообменных аппаратов | + | | | | | |
| Особенности расчета однофазных теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчет | | | | | | |
| Особенности расчета однофазных теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчет | | | | | + | |
| Теплообменники ПСУ. Конденсатор, регенеративные подогреватели, деаэратор, сетевые подогреватели | | | | | | |

| | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|
| Теплообменники ПСУ. Конденсатор, регенеративные подогреватели, деаэрактор, сетевые подогреватели | | | + | | + |
| Теплообменники ГТУ. Воздухоохладитель, регенератор | | | | | |
| Теплообменники ГТУ. Воздухоохладитель, регенератор | | | | | + |
| Вес КМ: | 15 | 20 | 20 | 20 | 25 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

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-1 | ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности | Знать: особенности процессов теплообмена, протекающих в теплообменных аппаратах Уметь: анализировать влияние параметров аппарата на процессы теплообмена в нем | Контрольная работа «Основные уравнения теплообмена» (Контрольная работа) Контрольная работа «Теплообменники ЭУ» (Контрольная работа) |
| ПК-1 | ИД-2 _{ПК-1} Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности | Знать: классификацию теплообменных аппаратов по различным признакам назначение и место в тепловой схеме основных теплообменных аппаратов ПСУ и ГТУ Уметь: проводить конструкторский расчет однофазного теплообменного аппарата | Тест «Теплообменные аппараты ЭУ. Основные понятия» (Тестирование) Типовой расчет «Конструкторский расчет однофазного теплообменного аппарата» (Расчетно-графическая работа) Тест «Теплообменные аппараты ПСУ и ГТУ» (Тестирование) |

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тест «Теплообменные аппараты ЭУ. Основные понятия»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

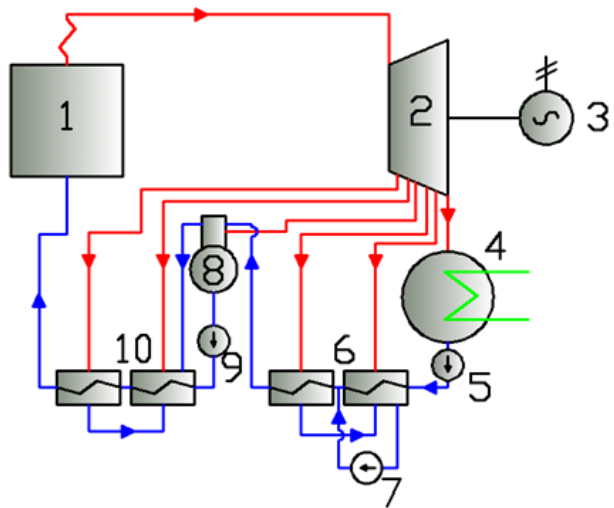
Процедура проведения контрольного мероприятия: Время проведения - 45 минут.

Краткое содержание задания:

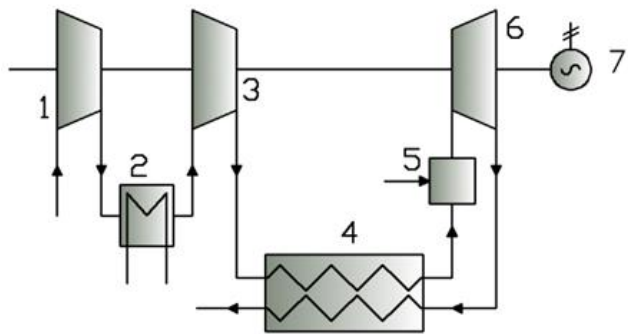
Тест состоит из 18 вопросов.

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|--|--|
| <p>Знать: классификацию теплообменных аппаратов по различным признакам</p> | <p>1.Регенеративные теплообменные аппараты относятся к: А. Поверхностным. Б. Смешивающим.</p> <p>2.В рекуперативных теплообменниках: А. Теплоносители разделены твердой стенкой. Б. Одна и та же поверхность через определенные промежутки времени омывается то горячим, то холодным теплоносителем. В. Передача теплоты осуществляется при непосредственном контакте и смешении горячего и холодного теплоносителей.</p> <p>3.Однофазным теплообменным аппаратом является: А. Подогреватель высокого давления ПТУ. Б. Воздухоохладитель ГТУ. В. Конденсатор. Г. Парогенератор АЭС.</p> <p>4.Цифрой 6 на тепловой схеме ТЭС обозначен: А. Деаэратор. Б. Воздухоохладитель. В. Регенеративный подогреватель низкого давления. Г. Сальниковый подогреватель.</p> |
|--|--|



5. На тепловой схеме ГТУ цифрой 2 обозначен:



- А. Деаэратор.
- Б. Воздухоохладитель.
- В. Струйный подогреватель.
- Г. Регенеративный подогреватель высокого давления.

6. Первичным теплоносителем называется тот теплоноситель:

- А. Расход которого остается неизменным в теплообменном аппарате.
- Б. Который не меняет своего агрегатного состояния в теплообменнике.
- В. Температура которого уменьшается при прохождении через аппарат.
- Г. Расход которого больше, чем расход вторичного теплоносителя.

7. Величина Δt_l характеризует:

- А. Температурный напор на входе в теплообменный аппарат.
- Б. Величину, на которую уменьшилась температура первичного теплоносителя при его проходе через теплообменный аппарат.
- В. Средний логарифмический температурный напор по первому теплоносителю.
- Г. Переохлаждение первичного теплоносителя относительно температуры насыщения.

8. Средний температурный напор:

- А. Средняя разность температур между теплоносителями вдоль всего теплообменного

аппарата.

Б. Среднее значение между температурным напором на входе и на выходе.

В. Разница между температурой первичного теплоносителя на входе и вторичного на выходе.

Г. Здесь нет правильного ответа.

9. Коэффициент λ :

А. Коэффициент теплопередачи.

Б. Коэффициент теплоотдачи.

В. Коэффициент теплопроводности.

Г. Водяной эквивалент.

10. Одно из данных утверждений верно:

А. Коэффициент теплопроводности в металлах ниже, чем у газов.

Б. Теплопроводность в металлах происходит за счет свободных электронов.

В. Теплопроводность не зависит от температуры.

Г. Для понижения коэффициента теплопроводности рекомендуется смачивать поверхность тела.

11. Теплоотдача это:

А. Молекулярный перенос теплоты в телах, обусловленный существованием градиента температуры.

Б. Сложный процесс переноса теплоты, включающий в себя конвекцию, теплопередачу, излучение.

В. Теплообмен между поверхностью тела и окружающей средой.

Г. Выбивание частиц с поверхности вещества посредством теплового движения молекул.

12. В уравнении

$$Q = \overline{K} F \Delta t$$

величина K :

А. Средний коэффициент теплоотдачи.

Б. Полный напор в теплообменном аппарате.

В. Отношение водяных эквивалентов теплоносителей.

Г. Средний коэффициент теплопередачи.

13. Уравнение полного напора теплообменного аппарата характеризует:

А. Давление полного торможения теплоносителя перед теплообменным аппаратом.

Б. Величину утечки теплоносителя вследствие существования перепада давления с окружающей средой.

В. Максимально допустимое давление в теплообменном аппарате.

Г. Потери давления теплоносителя в тракте теплообменного аппарата.

14. Для какой из схем движения теплоносителей характер изменения их температур сильно зависит от отношения их водяных эквивалентов:

А. Прямоточной.
Б. Противоточной.
В. Для обеих.
Г. Нет правильного ответа.

15. Выберите правильное утверждение:

А. В перекрестном теплообменном аппарате температура холодного теплоносителя во всех трубках одинакова.
Б. В перекрестном теплообменном аппарате температура первичного теплоносителя равномерно распределена вдоль трубок холодного теплоносителя.
В. В перекрестном теплообменном аппарате температура первичного теплоносителя распределена неравномерно вдоль трактов холодного теплоносителя.
Г. Особенностью перекрестного теплообменника является то, что в нем отсутствуют процессы конвективного переноса теплоты внутри теплоносителя.

16. Выберите неверное утверждение:

А. В двухфазном теплообменном аппарате первичный теплоноситель может испаряться, а вторичный может конденсироваться.
Б. В двухфазном теплообменном аппарате эффективность прямоточной схемы движения теплоносителя и противоточной схемы одинакова.
В. В двухфазном теплообменном аппарате оба теплоносителя могут менять свое агрегатное состояние.
Г. Конденсатор паровой турбины-двухфазный теплообменный аппарат.

17. В парогенераторе АЭС:

А. Первичный теплоноситель конденсируется, вторичный испаряется.
Б. Испаряется вторичный теплоноситель, а первичный не меняет своего агрегатного состояния.
В. Первичный теплоноситель конденсируется, а вторичный не меняет своего агрегатного состояния.
Г. Конденсируется вторичный теплоноситель, а первичный испаряется.

18. Конденсация пара в объеме может происходить когда:

А. Температуре пара, равной температуре насыщения при данном давлении пара.
Б. Температуре пара немного выше температуры насыщения при данном давлении пара.
В. Имеет место значительное переохлаждение

| | |
|--|---|
| | относительно температуры насыщения пара при заданном давлении. Г. Все варианты не верны. |
|--|---|

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 16 заданий.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 14 заданий.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 12 заданий.

КМ-2. Контрольная работа «Основные уравнения теплообмена»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время выполнения - 90 минут.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа состоит из 4 задач.

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|--|---|
| <p>Знать: особенности процессов теплообмена, протекающих в теплообменных аппаратах</p> | <p>1. Найти выходные температуры теплоносителей, средний логарифмический температурный напор и тепловую мощность теплообменника с поверхностью теплообмена $F = 1000 \text{ м}^2$, выполненного по прямоточной схеме. Первичный теплоноситель – горячий воздух: $t'1 = 400^\circ\text{C}$, $ср1 = 1 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, $G1 = 100 \text{ кг}/\text{с}$. Вторичный теплоноситель – вода: $t'2 = 50^\circ\text{C}$, $G1 = 200 \text{ кг}/\text{с}$. Средний коэффициент теплопередачи равен $K = 100 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$.</p> <p>2. В теплообменнике вторичный теплоноситель вода, которая нагревается от $t2' = 10^\circ\text{C}$ сухим насыщенным паром. Пар в теплообменнике конденсируется. Переохлаждение конденсата греющего пара 7°C. Давление пара $p = 50 \text{ кПа}$. Расход греющего пара $G1 = 0,025 \text{ кг}/\text{с}$. Расход воды $G2 = 1000 \text{ кг}/\text{ч}$. Определить недогрев воды на выходе из теплообменника.</p> <p>3. Определить температуру стенки трубки, на которой конденсируется сухой насыщенный пар давлением $0,8 \text{ бар}$. Поверхность труб $F = 4 \text{ м}^2$, коэффициент теплоотдачи $\alpha = 10000 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$. Расход пара $0,08 \text{ кг}/\text{с}$.</p> <p>4. На вертикальной трубке конденсируется $0,3 \text{ кг}/\text{с}$ сухого насыщенного пара, при этом выделяется количество теплоты $Q = 1,2 \text{ МВт}$. Высота трубки 20</p> |
|--|---|

| | |
|--|---|
| | <p>м, определить внешний диаметр трубки, если конденсация происходит при среднем температурном напоре между паром и поверхностью трубки $\Delta t = 30^\circ\text{C}$. Считать, что пар неподвижный, а на поверхности пленки не формируются капиллярные волны. Параметры конденсата на поверхности пленки: $\lambda_{ж} = 0,684 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; $\rho_{ж} = 958,4 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\mu_{ж} = 282,5 \cdot 10^{-6} \text{ Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$.</p> |
|--|---|

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если полностью решено первые 3 задачи, а в 4 как минимум записан корректный ход решения (в этой задаче допускается ошибка в определении численного значения).

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если полностью решены 3 задачи.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если полностью решены 2 задачи.

КМ-3. Контрольная работа «Теплообменники ЭУ»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время выполнения 90 минут.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа состоит из 4 задач.

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|---|---|
| <p>Уметь: анализировать влияние параметров аппарата на процессы теплообмена в нем</p> | <p>1. Давление и энтальпия отработанного пара, поступающего в конденсатор, равна соответственно $p_k = 5 \text{ кПа}$, $h_k = 2400 \text{ кДж}/\text{кг}$, кратность охлаждения $m = 50$, удельная паровая нагрузка $dk = 40 \text{ кг}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$. Найти температуру охлаждающей воды на входе в конденсатор, если переохлаждение конденсата $\Delta t_k = 1,0^\circ\text{C}$, а коэффициент теплопередачи равен $3200 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.</p> <p>2. При испытании конденсатора получены следующие значения параметров: $p_k = 3,5 \text{ кПа}$; $W = 35000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $t_{1в} = 12^\circ\text{C}$, $t_{2в} = 20^\circ\text{C}$, поверхность конденсатора $F = 15000 \text{ м}^2$. Найти коэффициент теплопередачи. Определить площадь прямоточного водо-водяного теплообменного аппарата, Температурный напор на входе в него $\delta t' = 80 \text{ }^\circ\text{C}$, на выходе $\delta t'' = 20^\circ\text{C}$. Расходы теплоносителей равны. $G_1 = 90 \text{ т}/\text{ч}$, а коэффициент теплопередачи $K = 1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.</p> <p>3. Определить площадь прямоточного водо-водяного теплообменного аппарата, Температурный напор на</p> |
|---|---|

| | |
|--|--|
| | <p>входе в него $\delta t' = 80^\circ\text{C}$, на выходе $\delta t'' = 20^\circ\text{C}$. Расходы теплоносителей равны. $G1 = 90$ т/ч, а коэффициент теплопередачи $K = 1000$ Вт/(м²·К).</p> <p>4. Внутри вертикально расположенных трубок течет вода, коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубки $\alpha = 12000$ Вт/(м²·К). На внешней поверхности трубок конденсируется сухой насыщенный пар. При этом тепловая мощность $Q = 12$ МВт, площадь теплообмена $F = 400$ м². Коэффициент теплопроводности трубок $\lambda = 104,7$ Вт/(м·К). $d_n/d_{вн}$ трубок – 16/14 мм. Средняя температура воды в трубках 80С. Какой режим течения реализуется в пленке, образовавшейся на трубках высотой $l = 10$ м, если известно, что температура пленки $t_{пл} = 88^\circ\text{C}$.</p> |
|--|--|

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если полностью решено первые 3 задачи, а в 4 как минимум записан корректный ход решения (в этой задаче допускается ошибка в определении численного значения).

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если полностью решены 3 задачи

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если полностью решены 2 задачи.

КМ-4. Типовой расчет «Конструкторский расчет однофазного теплообменного аппарата»

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: К защите типового расчета допускаются обучающиеся, правильно выполнившие типовый расчет. Время опроса - не более 15 мин.

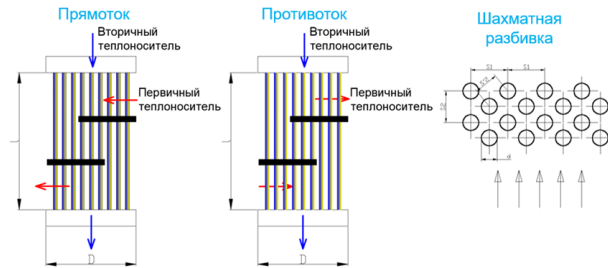
Краткое содержание задания:

На защите обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по выполненному типовому расчету.

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|--|---|
| <p>Уметь: проводить конструкторский расчет однофазного теплообменного аппарата</p> | <p>1. Провести конструкторский расчет одноходового водо-воздушного кожухотрубного теплообменника. Теплообменник выполнен по прямоточной или противоточной схемам (в зависимости от варианта). Форма трубного пучка – шахматная, $S1 = S2 = 3d_n$. Материал трубок – медь с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 381$ Вт/(м·К). Коэффициент заполнения трубной доски $U_{тр} = 0,55$</p> <p>Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Расход вторичного теплоносителя • Среднелогарифмический температурный напор |
|--|---|

- Коэффициент теплопередачи
- Количество и длину трубок
- Диаметр трубной доски



| № | t'1, оС | t''1, оС | t'2, оС | t''2, оС | G1, кг/с | dн, мм | dвн, мм | η | Тип | c2, м/с | c1, м/с |
|----|---------|----------|---------|----------|----------|--------|---------|------|------------|---------|---------|
| 1 | 400 | 120 | 10 | 70 | 20 | 24 | 22 | 0,95 | Прямоток | 1,5 | 24 |
| 2 | 420 | 130 | 20 | 50 | 15 | 22 | 20 | 0,97 | Противоток | 2 | 22 |
| 3 | 300 | 200 | 30 | 60 | 60 | 20 | 18 | 0,94 | Прямоток | 2,5 | 20 |
| 4 | 288 | 145 | 40 | 75 | 30 | 18 | 16 | 0,92 | Противоток | 3 | 18 |
| 5 | 260 | 80 | 10 | 66 | 28 | 24 | 22 | 0,98 | Прямоток | 1 | 24 |
| 6 | 150 | 75 | 5 | 45 | 19 | 22 | 20 | 0,95 | Противоток | 1,5 | 22 |
| 7 | 90 | 30 | 2 | 25 | 74 | 20 | 18 | 0,97 | Прямоток | 2 | 20 |
| 8 | 120 | 40 | 10 | 35 | 31 | 18 | 16 | 0,94 | Противоток | 2,5 | 18 |
| 9 | 320 | 120 | 20 | 80 | 22 | 24 | 22 | 0,92 | Прямоток | 3 | 24 |
| 10 | 187 | 64 | 10 | 55 | 15 | 22 | 20 | 0,98 | Противоток | 1 | 22 |
| 11 | 290 | 180 | 30 | 90 | 87 | 20 | 18 | 0,95 | Прямоток | 1,5 | 20 |
| 12 | 365 | 270 | 40 | 85 | 56 | 18 | 16 | 0,97 | Противоток | 2 | 18 |
| 13 | 410 | 300 | 10 | 90 | 74 | 24 | 22 | 0,94 | Прямоток | 2,5 | 24 |
| 14 | 357 | 280 | 15 | 80 | 85 | 22 | 20 | 0,92 | Противоток | 3 | 22 |
| 15 | 112 | 50 | 5 | 42 | 65 | 20 | 18 | 0,98 | Прямоток | 1 | 20 |
| 16 | 387 | 250 | 30 | 90 | 110 | 18 | 16 | 0,95 | Противоток | 1,5 | 18 |
| 17 | 387 | 280 | 25 | 90 | 120 | 24 | 22 | 0,97 | Прямоток | 2 | 24 |
| 18 | 248 | 150 | 15 | 78 | 130 | 22 | 20 | 0,94 | Противоток | 2,5 | 22 |
| 19 | 149 | 80 | 15 | 65 | 115 | 20 | 18 | 0,92 | Прямоток | 3 | 20 |
| 20 | 254 | 130 | 35 | 75 | 114 | 18 | 16 | 0,98 | Противоток | 1 | 18 |
| 21 | 351 | 120 | 17 | 79 | 89 | 24 | 22 | 0,95 | Прямоток | 1,5 | 24 |
| 22 | 125 | 56 | 18 | 40 | 66 | 22 | 20 | 0,97 | Противоток | 2 | 22 |
| 23 | 345 | 200 | 20 | 87 | 74 | 20 | 18 | 0,94 | Прямоток | 2,5 | 20 |
| 24 | 232 | 110 | 17 | 88 | 23 | 18 | 16 | 0,92 | Противоток | 3 | 18 |
| 25 | 234 | 150 | 35 | 75 | 100 | 24 | 22 | 0,98 | Прямоток | 1 | 24 |
| 26 | 260 | 140 | 40 | 78 | 18 | 22 | 20 | 0,95 | Противоток | 1,5 | 22 |
| 27 | 248 | 100 | 30 | 90 | 26 | 20 | 18 | 0,97 | Прямоток | 2 | 20 |
| 28 | 324 | 150 | 20 | 82 | 74 | 18 | 16 | 0,94 | Противоток | 2,5 | 18 |
| 29 | 117 | 68 | 25 | 56 | 54 | 24 | 22 | 0,92 | Прямоток | 3 | 24 |
| 30 | 258 | 100 | 10 | 90 | 23 | 22 | 20 | 0,98 | Противоток | 1 | 22 |

| Свойства воды | | | |
|---------------|-----------|--------|-------------|
| t, оС | v, м2/с | Pr | λ, Вт/(м·К) |
| 0 | 1,78E-06 | 13,485 | 0,553 |
| 20 | 1,063E-06 | 7,599 | 0,586 |
| 40 | 7,581E-07 | 5,128 | 0,619 |
| 60 | 5,89E-07 | 3,782 | 0,653 |
| 80 | 4,816E-07 | 2,942 | 0,686 |
| 100 | 4,073E-07 | 2,374 | 0,719 |
| 120 | 3,529E-07 | 1,966 | 0,752 |

| | | | |
|-----|-----------|-------|-------|
| 140 | 3,113E-07 | 1,661 | 0,785 |
| 160 | 2,785E-07 | 1,425 | 0,818 |
| 180 | 2,519E-07 | 1,239 | 0,852 |
| 200 | 2,3E-07 | 1,089 | 0,885 |
| 220 | 2,116E-07 | 0,965 | 0,918 |
| 240 | 1,959E-07 | 0,863 | 0,951 |
| 260 | 1,823E-07 | 0,776 | 0,984 |
| 280 | 1,706E-07 | 0,702 | 1,018 |
| 300 | 1,602E-07 | 0,639 | 1,051 |
| 320 | 1,511E-07 | 0,584 | 1,084 |
| 340 | 1,429E-07 | 0,536 | 1,117 |
| 360 | 1,355E-07 | 0,494 | 1,150 |
| 380 | 1,289E-07 | 0,456 | 1,183 |
| 400 | 1,229E-07 | 0,423 | 1,217 |
| 420 | 1,175E-07 | 0,394 | 1,250 |

| Свойства газа | | | | | |
|---------------|----------|-------|-------------|----------------|----------|
| t, оС | v, м2/с | Pr | λ, Вт/(м·К) | ср, кДж/(кг·К) | ρ, кг/м3 |
| 0 | 1,35E-05 | 0,707 | 0,0244 | 1,005 | 1,274 |
| 20 | 1,53E-05 | 0,709 | 0,0259 | 1,007 | 1,187 |
| 40 | 1,73E-05 | 0,711 | 0,0273 | 1,010 | 1,111 |
| 60 | 1,94E-05 | 0,712 | 0,0287 | 1,012 | 1,044 |
| 80 | 2,15E-05 | 0,714 | 0,0301 | 1,015 | 0,985 |
| 100 | 2,38E-05 | 0,716 | 0,0315 | 1,017 | 0,932 |
| 120 | 2,62E-05 | 0,717 | 0,0329 | 1,019 | 0,885 |
| 140 | 2,86E-05 | 0,719 | 0,0343 | 1,022 | 0,842 |
| 160 | 3,12E-05 | 0,721 | 0,0356 | 1,024 | 0,803 |
| 180 | 3,39E-05 | 0,722 | 0,0370 | 1,026 | 0,768 |
| 200 | 3,67E-05 | 0,724 | 0,0383 | 1,029 | 0,735 |
| 220 | 3,95E-05 | 0,726 | 0,0396 | 1,031 | 0,706 |
| 240 | 4,25E-05 | 0,727 | 0,0409 | 1,034 | 0,678 |
| 260 | 4,55E-05 | 0,729 | 0,0422 | 1,036 | 0,653 |
| 280 | 4,87E-05 | 0,731 | 0,0435 | 1,038 | 0,629 |
| 300 | 5,20E-05 | 0,732 | 0,0448 | 1,041 | 0,607 |
| 320 | 5,53E-05 | 0,734 | 0,0461 | 1,043 | 0,587 |
| 340 | 5,87E-05 | 0,736 | 0,0474 | 1,045 | 0,567 |
| 360 | 6,23E-05 | 0,737 | 0,0486 | 1,048 | 0,550 |
| 380 | 6,59E-05 | 0,739 | 0,0499 | 1,050 | 0,533 |
| 400 | 6,96E-05 | 0,741 | 0,0511 | 1,053 | 0,517 |
| 420 | 7,34E-05 | 0,742 | 0,0524 | 1,055 | 0,502 |

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если не отвечен один из 10 вопросов.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если не менее чем на 6 вопросов из 10 даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

КМ-5. Тест «Теплообменные аппараты ПСУ и ГТУ»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время выполнения - 45 минут.

Краткое содержание задания:

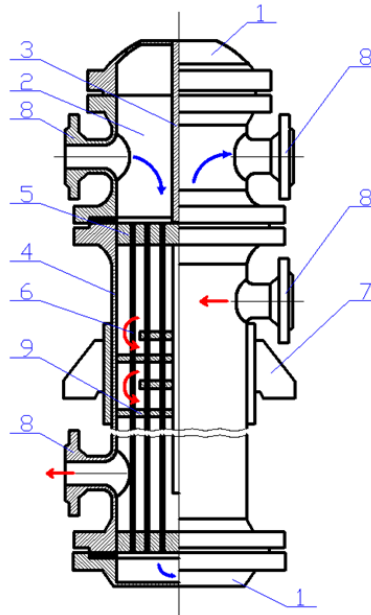
Тест состоит из 22 вопросов.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: назначение и место в тепловой схеме основных теплообменных аппаратов ПСУ и ГТУ

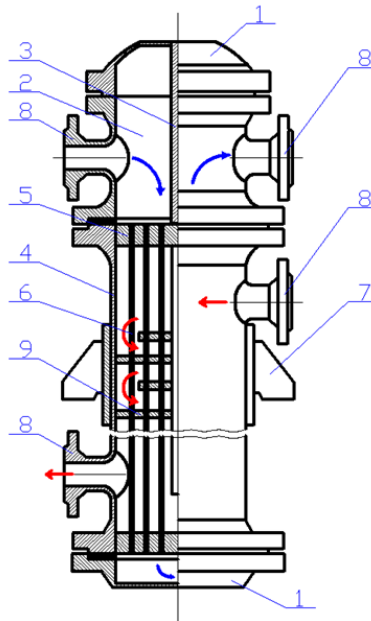
1. Цифрой 2 на схеме теплообменного аппарата обозначено:

- А. Объем входного патрубка.
- Б. Паровое пространство.
- В. Распределительная камера.
- Г. Охладитель конденсата.



2. Сколько ходов по холодному теплоносителю на представленной схеме:

- А. 1.
- Б. 2.
- В. 3.
- Г. Из данной схемы этого не видно.



3. Какой элемент теплообменного аппарата предназначен для крепления трубок и объединения их в трубные пучки:

- А. Крышки теплообменника.
- Б. Патрубок.
- В. Водяная камера.
- Г. Трубная доска.

4. Каким образом трубки теплообменников в основном прикрепляются к трубной доске:

- А. Сварка.
- Б. Сальниковое уплотнение.
- В. Вальцевание.
- Г. Заклепывание.

5. Какими конструктивными особенностями теплообменника задаются при выполнении конструкторского расчета:

- А. Количеством ходов теплоносителя.
- Б. Длиной трубок.
- В. Размером трубной доски.
- Г. Габаритами теплообменного аппарата.

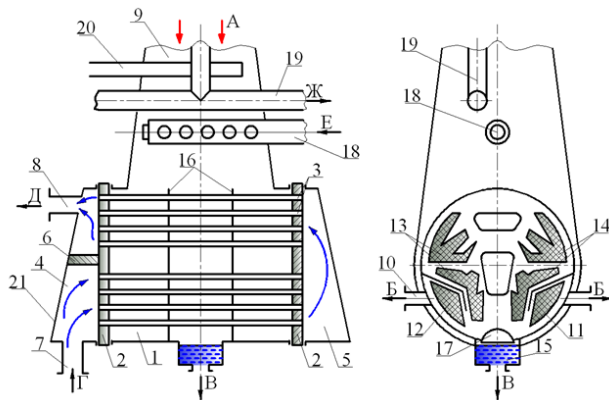
6. Увеличение скорости теплоносителей в теплообменнике ведет к:

- А. Уменьшению коэффициента теплоотдачи, так как теплоноситель не успевает принять или отдать тепло и покидает теплообменник.
- Б. Снижению мощности насоса или вентилятора, прокачивающего этот теплоноситель, так как уменьшается гидравлическое сопротивление по тракту.
- В. Появлению ударной коррозии в трубках.
- Г. Увеличению площади теплообмена, так как увеличивается расход теплоносителя.

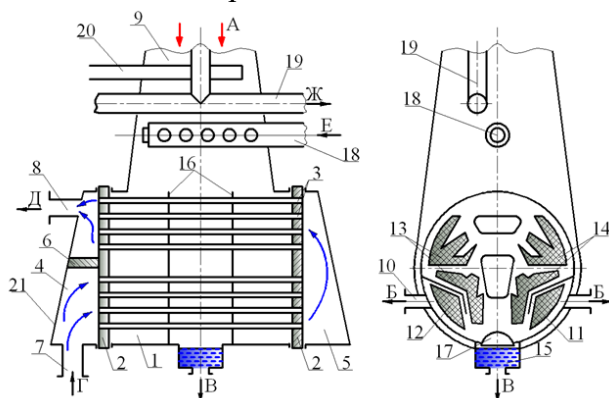
7. Какие задачи не решает конденсатор:

- А. Конденсация отработавшего в турбине пара и возврат конденсата в цикл станции.

- Б. Сброс через БРОУ рабочего тела в конденсатор при аварийных ситуациях на ТЭС.
- В. Повышение давления конденсата для прокачки его в котел.
- Г. Конденсатор является приемником всевозможных дренажных линий.
8. В какое время года в России давление в конденсаторе меньше:
- А. Летом.
- Б. Зимой.
- В. Давление в конденсаторе не зависит от времени года.
- Г. Здесь нет правильного ответа.
9. Что на схеме конденсатора обозначено цифрой 2:
- А. Фильтрующее устройство.
- Б. Сепаратор.
- В. Трубная доска.
- Г. Промежуточная перегородка.



10. Что на схеме конденсатора обозначено числом 15:
- А. Патрубки отсоса паровоздушной смеси.
- Б. Водяная камера.
- В. Патрубок подвода циркуляционной воды.
- Г. Конденсатосборник.



11. С помощью какого элемента на схеме конденсатора организуется многопоточная схема:
- А. Промежуточные перегородки (16).
- Б. Поворотная водяная камера (5).
- В. Перегородка водяной камеры (6).
- Г. Паровые щиты (11).
12. При использовании регенерации:

- А. Увеличивается расход пара в турбину, так как необходимо компенсировать отборы пара на подогреватели.
- Б. Уменьшается мощность паровой турбины так как уменьшается расход пара в ступенях, стоящих за отборами пара на регенерацию.
- В. В конденсаторе расход пара не изменяется, так как после регенеративных подогревателей пар возвращается в конденсатор, где происходит его конденсация.
- Г. Мощность паровой турбины остается неизменной, а паровой котел вырабатывает больше пара, который идет на регенеративные подогреватели в обход турбины.
13. Выберите верное утверждение:
- А. При использовании регенеративного подогрева увеличивается стоимость конденсационной установки.
- Б. При использовании регенеративного подогрева увеличивается КПД котла.
- В. При использовании регенеративного подогрева усложняется конструкция паровой турбины.
- Г. Все утверждения верны.
14. Регенеративные подогреватели низкого давления на тепловой схеме (по ходу конденсата):
- А. Устанавливаются между последней ступенью турбины и конденсатором.
- Б. Устанавливаются между котлом и турбиной.
- В. Устанавливаются между деаэратора и котлом.
- Г. Устанавливаются между конденсатором и питательным насосом.
15. Что происходит с паром, являющимся первичным теплоносителем в ПНД после того, как он отработал в этом теплообменнике:
- А. Пар отводится в конденсатор, где конденсируется.
- Б. Пар конденсируется и отводится в деаэратор, где смешивается с основным конденсатом.
- В. Пар конденсируется и отводится в конденсатор, где смешивается с основным конденсатом.
- Г. Пар отводится обратно в турбину, где продолжает совершать работу.
16. Найдите верное утверждение:
- А. В ПВД первичный теплоноситель – перегретый пар, который конденсируется и сбрасывается в деаэратор
- Б. Поступающий в ПНД пар не конденсируется и возвращается в проточную часть турбины.
- В. ПВД является смешивающим подогревателем.
- Г. В ПВД поступает питательная вода под высоким давлением и нагревает пар из отбора турбины.
17. Какую функцию не выполняет деаэратор:
- А. Создает запас воды для котла, будучи буферной

емкостью между турбиной и котлом.

Б. Повышает температуру конденсата выше температуры насыщения.

В. Позволяет утилизировать теплоту, выбрасываемую при растопке котла.

Г. Является местом ввода в схему разного рода высокопотенциальных дренажей.

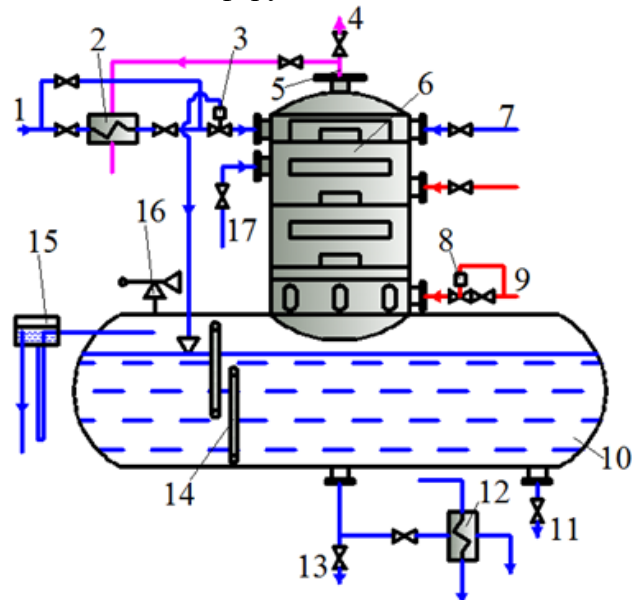
18. На схеме деаэратора цифрами 6, 1 и 4 соответственно обозначены:

А. Деаэрационная колонка, подвод конденсата из последнего ПВД, патрубков возврата пара в турбину.

Б. Пароперегреватель, подвод дренажа из ПВД, выхлоп в атмосферу.

В. Деаэрационная колонка, подвод химически очищенной воды, выхлоп в атмосферу.

Г. Конденсатоохладитель, подвод дренажа из ПВД, выхлоп в атмосферу.



19. Деаэратор является смешивающим подогревателем, какой вид контакта воды с паром наиболее эффективен с точки зрения теплообмена:

А. Барботажный.

Б. Пленочный.

В. Капельный.

Г. Все перечисленные способы одинаково эффективны.

20. Выпар это:

А. Поток паровоздушной смеси, возвращаемый из деаэратора в турбину.

Б. Остатки пара, не сконденсировавшегося в ПВД и направленного на конденсацию в деаэратор.

В. Поток пара, с помощью которого нагревается конденсат в деаэраторе.

Г. Смесь пара и воздуха, удаляемая в атмосферу.

21. Сетевые подогреватели:

А. Теплообменники смешивающего типа.

Б. Рекуперативные теплообменники поверхностного

| | |
|--|--|
| | <p>типа.</p> <p>В. Теплообменники как поверхностного, так и смешивающего типа.</p> <p>Г. Регенеративные теплообменники поверхностного типа.</p> <p>22. Перечислите все возможные элементы тепловой схемы современной теплофикационной паротурбинной установки, где может происходить нагрев сетевой воды:</p> <p>А. Конденсатор, деаэратор, сетевой подогреватель верхней ступени, пиковый водогрейный котел.</p> <p>Б. Конденсатор, сетевой подогреватель верхней ступени, сетевой подогреватель нижней ступени, пиковый водогрейный котел.</p> <p>В. Конденсатор, сетевой подогреватель верхней ступени, сетевой подогреватель нижней ступени, деаэратор, пиковый водогрейный котел.</p> <p>Г. Сетевой подогреватель верхней ступени, сетевой подогреватель нижней ступени, пиковый водогрейный котел.</p> |
|--|--|

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 20 заданий.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 18 заданий.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 16 заданий.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Процедура проведения

Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. По совокупности результатов текущего контроля успеваемости.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.X

Ответы:

XX

Верный ответ: XXX

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. По совокупности результатов текущего контроля успеваемости.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.X

Ответы:

XX

Верный ответ: XXX

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».