

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к практическим занятиям
по дисциплине
«Оптимальная эксплуатация объектов теплогазоснабжения»**

по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство»

**направленность (профиль) «Теплогазоснабжение населенных мест и
предприятий»**

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1-2.

Расчет температуры помещения

Цель: Освоение методики расчета температуры помещения

Теоретическая часть

Условия комфортности для человека в помещении

Комфортные и допустимые условия для производственных помещений должны быть обеспечены в рабочей зоне, т. е. в пространстве высотой до 2 м (до 1,5 м для сидящих людей) над уровнем пола.

Расчетными внутренними характеристиками отапливаемых помещений являются:

- температура воздуха в середине рабочей зоны или помещения (t_a), влияющая на теплоотдачу конвекцией;
- радиационная температура помещения (t_R), влияющая на теплоотдачу излучением;
- температура помещения (t_n).

Радиационную (среднюю лучистую) температуру обычно определяют по упрощенной формуле, не учитывающей степень черноты ограждений:

$$t_R = \sum (F_{\theta} \tau_{\theta}) / \sum F_{\theta},$$

где τ_{θ} – средняя температура поверхностей, обращенных в помещение, включая и греющие панели;

F_{θ} – соответствующие площади поверхностей.

Так как деятельность человека связана с частью объема помещения, то ощущение температурного комфорта зависит как от температуры окружающего воздуха, так и от радиационной температуры. Учитывая это, удобно характеризовать условия в помещении **температурой помещения**. Для наиболее распространенных помещений:

$$t_n \approx (t_a + t_R) / 2.$$

Температурная обстановка в помещении определяется сочетанием температур t_a и t_R и характеризуется двумя условиями комфортности.

Первое условие комфортности температурной обстановки устанавливает зону сочетаний t_a и t_R , при которых человек, находясь в середине помещения (обслуживаемой зоны), не испытывает чувства перегрева или переохлаждения. Для отопительного периода это условие имеет вид:

$$t_R = 1,57 t_n(I) - 0,57 t_a \pm 1,5,$$

где $t_n(I)$ – нормируемое значение t_n , соответствующее комфортным условиям при разной интенсивности (I) выполняемой физической работы.

Проверку t_R обычно производят для помещений, имеющих панельное или воздушное отопление; или имеющих сильно развитые холодные поверхности наружных ограждений (ленточное остекление, две и более наружных поверхности), т. е. где есть заметная разница между t_a и t_R .

В остальных случаях (при $t_a \approx t_R$), согласно СНиП, обеспечивают расчетную температуру воздуха. (Для жилых, общественных и административно-бытовых помещений – 18 – 22°C).

Кроме общего теплового баланса на тепловое самочувствие человека влияют условия, в которых находятся отдельные части тела (ноги, голова).

Второе условие комфортности температурной обстановки определяет допустимые температуры нагретых и охлажденных поверхностей при нахождении человека на границах обслуживаемой зоны помещения.

Для предупреждения радиационного перегрева или переохлаждения человека, поверхности ограждений потолка и стен (в зоне выше 1 м) могут быть **нагреты до допустимой температуры** (при минимально необходимой теплоотдаче человеком излучением 11,6 Вт/м²):

$$[\tau_{\text{наг}}] \leq 19,2 + 8,7 / \varphi,$$

или **охлаждены до допустимой температуры** (при максимальной теплоотдаче человеком излучением 70 Вт/м²):

$$[\tau_{охл}] \geq 23 - 5 / \varphi,$$

где φ – коэффициент облученности с поверхности наиболее невыгодно расположенной элементарной площадки на голове в сторону нагретой или охлажденной поверхности (расчетное расстояние до стен 1 м). При $\varphi > 0,2$:

$$\varphi = 1 - 0,8 \cdot y / l,$$

где y – расстояние от головы человека до потолочной отопительной панели;

l – осредненный размер панели, $l = A_n^{0,5}$;

A_n – площадь панели.

Минимально допустимая температура охлажденной поверхности окон определяется по предельно допустимой теплоотдаче излучением человека равной 93 Вт/м²:

$$[\tau_{охл. ок}] \geq 14 - 4,4 / \varphi_{ок}$$

Температура поверхности холодного пола может быть ниже t_e на 2 – 2,5°C (в производственных помещениях это требование относится к участникам с постоянными рабочими местами).

Температура поверхности нагретого пола в помещениях для постоянного пребывания людей не должна быть выше 26°C.

Вопросы и задания

Задание 1. Определить радиационную температуру, если известны температуры внутренних поверхностей ограждений

Температура внутренней поверхности t ,
°C

Площадь поверхности F , м²

10

10

20

20

30

10

Задание 2. Определить допустимую температуру воздуха производственного помещения со средней тяжестью работ.

Вопросы

1. Что определяет первое условие комфортности?
2. Что определяет второе условие комфортности?
3. Дать определение температуры воздуха в помещении.
4. Дать определение радиационной температуры помещения.
5. Дать определение температуры помещения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3-4-5-6.

Расчет количества реагентов для промывки водяной системы отопления

Цель: Освоение методики расчета количества реагентов для промывки водяной системы отопления

Теоретическая часть

Промывка систем проводится ежегодно после окончания отопительного периода, а также после монтажа, капитального ремонта, текущего ремонта с заменой труб (в открытых системах до ввода в эксплуатацию системы должны быть также подвергнуты дезинфекции).

Системы промываются водой в количествах, превышающих расчетный расход теплоносителя в 3-5 раз, ежегодно после отопительного периода, при этом достигается полное осветление воды. При проведении гидропневматической промывки расход водо-воздушной смеси не должен превышать 3-5-кратного расчетного расхода теплоносителя.

Для промывки систем используется водопроводная или техническая вода. В открытых системах теплоснабжения окончательно промывка после дезинфекции производится водой, соответствующей требованиям действующего стандарта на питьевую воду, до достижения показателей сбрасываемой воды до требуемых санитарными нормами на питьевую воду, для конденсатопроводов качество сбрасываемой воды должно соответствовать требованиям в зависимости от схемы использования конденсата.

Дезинфекция систем теплоснабжения производится в соответствии с требованиями, установленными санитарными нормами и правилами.

Подключение систем, не прошедших промывку, а в открытых системах промывку и дезинфекцию, не допускается.

Для защиты от внутренней коррозии системы должны быть постоянно заполнены деаэрированной, химически очищенной водой или конденсатом.

Вопросы и задания

Задание 1. Определить расход промывочной воды для промывки системы отопления мощностью 100 кВт.

Задание 2. Определить требуемый объем деаэрированной, химически очищенной воды для защиты от внутренней коррозии системы отопления мощностью 100 кВт.

Удельный объем воды: в приборах – $0,65 \text{ м}^3/\text{кВт}$., трубах- $6,9 \text{ м}^3/\text{кВт}$, котлах – $2,6 \text{ м}^3/\text{кВт}$.

Вопросы

1. Назначение промывки систем отопления.
2. Как осуществляется защита системы отопления от внутренней коррозии?
3. Периодичность выполнения промывок.
4. Расчетный расход промывочной воды.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7-8-9-10.

Расчет воздушной завесы

Цель: Освоение методики расчета воздушной завесы

Теоретическая часть

Местное воздушное отопление предусматривают в зданиях в следующих случаях:

- в рабочее время при отсутствии центральной приточной вентиляции;
- в нерабочее время при отсутствии и невозможности или экономической нецелесообразности использования имеющейся центральной системы приточной вентиляции.

В местных системах воздушного отопления подачу нагретого воздуха осуществляют: **наклонными** струями (под углом 35° к горизонту) и **горизонтальными** струями (сосредоточенная подача). (Рисунок).

Горизонтальную подачу применяют в тех случаях, когда при наклонной подаче скорость движения воздуха в рабочей зоне превышает допустимую.

В центральных системах воздушного отопления подачу воздуха осуществляют следующими способами:

- сосредоточенной подачей;
- вертикальной подачей, осуществляемой как сверху вниз, так и снизу вверх вдоль вертикальных наружных ограждений.

При вертикальной подаче образуются:

- настилающие воздушные струи при подаче снизу вверх и при подаче сверху вниз, если $h > 0,85H_n$,

где h – высота установки воздухораспределителя;

H_n – высота помещения;

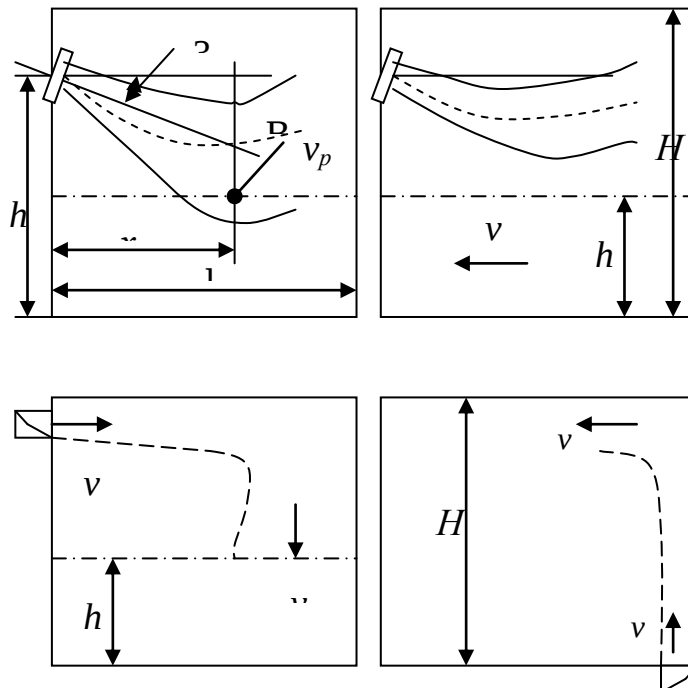
- ненастилающиеся воздушные струи при подаче воздуха сверху вниз.

Высота установки воздухораспределителей (отопительных агрегатов) определяется по формуле:

$$h = h_{p.z} + 0,3(bH_n)^{0,5},$$

где $h_{p.z}$ – высота рабочей зоны;

b – шаг установки воздухораспределителей.



Рисунок

Профили скоростей изотермической круглой воздушной струи в различных поперечных сечениях подобны. Траектория и параметры круглой неизотермической воздушной струи зависят от расчетных показателей выбранного отопительного агрегата.

Сечение струи воздуха, выпущенной из прямоугольного отверстия, сначала приобретает форму эллипса, а затем переходит в круг. При неизотермическом истечении струи ось нагретой струи загибается вверх (рисунок).

Действительная скорость затухания движения воздуха (дальнобойность струи), а также координаты вершины струи (точка В) зависят от геометрической характеристики круглой воздушной струи, определяемой по эмпирическим формулам:

$$H = 5,45 \frac{mv_o A_o^{0,25}}{[n(t_z - t_e)]^{0,5}},$$

где m и n – скоростной и температурный коэффициенты воздушной струи.

Задачей расчета струи воздуха является определение скорости потока воздуха и его температуры в рабочей зоне или его избыточной температуры и скорости в обратном потоке.

Скорость движения обратного потока воздуха в рабочей зоне не должна превышать 0,7 м/с, определяется по формуле:

$$v_{обп} = kv_o \left(\frac{A_o}{(bH_n)} \right)^{0,5},$$

где k – поправочный коэффициент, учитывающий число воздухораспределителей, установленных в один ряд;

v_o – начальная скорость подаваемого воздуха;

A_o – площадь воздухораспределяющего устройства.

Избыточная температура обратного потока воздуха в рабочей зоне не более 2°C:

$$\Delta t_{обп} = 1,4(t_z - t_e)(A_o / (bH_n))^{0,5}.$$

Температуру горячего воздуха, чтобы он не терял своих свойств как среда для дыхания, ограничивают правилами гигиены:

– не выше 60°C для помещения с постоянным или длительным (более 2 ч) пребыванием людей;

– до 70°C для завес у внешних ворот и технологических проемов, выходящих наружу;

– до 50°C для завес у наружных входных дверей.

Вопросы и задания

Задание 1. Определить высоту установки воздухораспределителей при шаге установки воздухораспределителей 2 м. Высота помещения 8 м.

Задание 2. Определить избыточную температуру обратного потока воздуха в рабочей зоне для помещения по заданию 1.

Вопросы

1. Допустимые температуры воздуха воздушных тепловых завес.
2. Способы осуществления подачи воздуха в воздушных тепловых завесах.
3. Типы воздушных струй.
4. Профили скоростей изотермических и неизотермических воздушных струй.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11-12.

Построение на I-d-диаграмме влажного воздуха зоны регулирования параметров

Цель: Освоение методики построения на I-d-диаграмме влажного воздуха зоны регулирования параметров воздуха

Теоретическая часть

Выбор параметров наружного воздуха.

Расчетные параметры наружного воздуха для соответствующего периода года выбираются в зависимости от класса СКВ (температура, удельная энтальпия и скорость ветра) А и Б.

Выбор параметров внутреннего воздуха.

Комфортным условиям в помещениях соответствуют оптимальные параметры воздуха. Эти параметры принимаются для расчета систем кондиционирования воздуха, если кондиции не заданы специальными требованиями технологических процессов или другими соображениями.

Эти кондиции могут быть уточнены по нормативно-технической литературе и «Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий». За расчетные параметры внутреннего воздуха в теплый период принять среднее значение зоны внутренних параметров, которую следует построить на I-d диаграмме.

Примечания:

1) Относительная влажность, установленная нормами, по соображениям экономии энергии может быть выбрана: для летних условий - возможно больших значений; для зимних – более низких.

2) В районах с расчетной влажностью 75% и более расчетную влажность внутреннего воздуха допускается принимать до 75%.

3) В общественных зданиях с пребыванием людей в уличной одежде принимают для холодного периода температуру 14°C.

Вопросы и задания

Задание 1. Построить на I-d-диаграмме влажного воздуха зону регулирования параметров воздуха для административного здания.

Задание 2. Построить на I-d-диаграмме влажного воздуха зону регулирования параметров воздуха для промышленного здания с тяжелыми условиями труда.

Вопросы

1. Нормируемые параметры воздуха в помещении.
2. Основные изолинии, показанные на I-d-диаграмме влажного воздуха.
3. Дать определение понятия «относительная влажность воздуха».
4. Как влияет относительная влажность воздуха на организм человека?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13-14.

Расчет требуемой мощности генераторов индивидуального теплоснабжения (одно-и двух контурных)

Цель: Освоение методики расчета требуемой мощности генераторов индивидуального теплоснабжения

Теоретическая часть

Системы отопления и водоснабжения высотных зданий должны обеспечивать комфортное и безопасное пребывание людей. Проектирование систем водоснабжения и отопления высотных зданий отличается от проектирования аналогичных систем обычных зданий. Так, например, если проектировать системы обычным образом, то под действием гравитации в стояках отопления и водоснабжения здания «Россия» давление на первых этажах будет превышать 6 МПа, для здания «Федерация» – 4,5 МПа, для здания «Триумф Палас» – 2,6 МПа. Пользоваться холодной и горячей водой, находящейся под таким давлением, не только невозможно, но и опасно, а само присутствие в жилых или общественных помещениях трубопроводов, отопительных и сантехнических приборов, находящихся под таким давлением, представляет серьезную опасность.

Теплоснабжение систем отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования (далее – системы внутреннего теплоснабжения) осуществляется, как правило, от тепловых сетей систем централизованного теплоснабжения города.

Допускается принимать автономные источники теплоснабжения, в которых в качестве топлива используется природный газ. На основании предпроектных разработок и по заданию на проектирование допускается теплоснабжение от автономного источника тепла (АИТ) при условии подтверждения допустимости воздействия объекта на состояние окружающей природной среды в соответствии с действующим природоохранным законодательством и иными документами в области охраны окружающей среды. По согласованию с органами госпожнадзора допускается размещение автономного источника тепла на кровле самого высокого здания комплекса.

Потребители тепла высотного здания по надежности теплоснабжения делятся на две категории.

Категория I. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования помещений, в которых при аварии не допускаются перерывы в подаче расчетного количества тепла и снижение температуры воздуха ниже минимально допустимых по ГОСТ 30494-96 и ГОСТ 12.1.005-88. Перечень указанных помещений и минимально допустимые температуры воздуха в помещениях необходимо приводить в задании на проектирование.

Категория II. Остальные потребители, для которых допускается снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии не ниже 16⁰С (в жилых помещениях) и не дольше 54 часов.

В каждом контуре приготовления теплоносителя следует устанавливать не менее двух параллельно включенных теплообменников, поверхность нагрева каждого из которых должна обеспечивать:

- 100% требуемого расхода тепла для систем отопления;
- 75% требуемого расхода тепла для систем вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения.

Вопросы и задания

Задание 1. Рассчитать требуемую мощность генератора индивидуального теплоснабжения (одно-или двух контурного) и подобрать тип теплогенератора, если тепловая нагрузка на отопление 17 кВт, а на горячее водоснабжение 8 кВт.

Вопросы

1. Конструкции генераторов индивидуального теплоснабжения.
2. Категории потребителей тепла.
3. Дать определение понятия «автономные источники теплоснабжения».
4. Требования природоохранных документов при проектировании автономных источников теплоснабжения.
5. Возможности и условия перевода теплоснабжения здания на индивидуальное теплоснабжение.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15-16.

Расчет температурного графика систем централизованного теплоснабжения

Цель: Освоение методики расчета температурного графика систем централизованного теплоснабжения

Теоретическая часть

Отопительный график обеспечивает регулирование однородной нагрузки.

Режим регулирования централизованных водяных систем теплоснабжения зависит от множества факторов. Среди этих факторов основным является вид тепловой нагрузки.

Регулирование отпуска тепла значительно упрощается при однородной тепловой нагрузке. В таких случаях можно ограничиться только центральным регулированием.

Центральное регулирование применяется в системах теплоснабжения с децентрализованным горячим водоснабжением (подогрев воды системы горячего водоснабжения осуществляется газовыми генераторами индивидуального пользования). В таких системах отопление является основной тепловой нагрузкой. Центральное регулирование осуществляется в соответствии с потребностью тепла для отопления зданий при различных температурах наружного воздуха.

При качественном регулировании задачей расчёта является определение температуры воды в зависимости от тепловой нагрузки. Расход воды остаётся постоянным в течение всего отопительного сезона.

Общее уравнение для регулирования отопительной нагрузки при зависимых схемах присоединения отопительных установок к тепловой сети имеет вид:

$$\bar{Q}_{om} = \frac{Q_{om}}{Q'_{om}} = \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n.o}^p} = \frac{t_1 - t_{2,0}}{t'_1 - t'_{2,0}} = \frac{K \cdot \Delta t_{om}}{K' \cdot \Delta t'_{om}},$$

где $\bar{Q}_{om}$ – относительный расход тепла на отопление;

Q_{om} – расход тепла на отопление при текущей температуре наружного воздуха;

$t_1, t_{2,0}$ – соответственно температура сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети;

K – коэффициент теплопередачи отопительного прибора;

Δt_{om} – температурный напор в нагревательном приборе при тех же условиях;

$Q'_{om}, t'_1, t'_{2,0}, K', \Delta t'_{om}$ – те же величины при расчётной температуре наружного воздуха $t_{n.o}^p$.

Зависимость коэффициента теплопередачи отопительных приборов описывается уравнением:

$$K = A \cdot (\Delta t_{om})^n,$$

где A и n – константы, зависящие от типа прибора и схемы его установки (из опыта эксплуатации систем можно принять $n = 0,25$).

С учётом расчётных формул для определения K общее уравнение регулирования будет иметь вид:

$$\bar{Q}_{om} = \frac{t_1 - t_{2,0}}{t'_1 - t'_{2,0}} = \left(\frac{\Delta t_{om}}{\Delta t'_{om}} \right)^{1+n}.$$

Подставляя значения Δt_{om} и t_3 в последнее выражение, получим:

$$\bar{Q}_{om} = \left[\frac{t_1 + t_{2,0} \cdot (1 + 2U) - 2 \cdot t_g \cdot (1 + U)}{t'_1 + t'_{2,0} \cdot (1 + 2U) - 2 \cdot t_g \cdot (1 + U)} \right]^{1+m},$$

где

$$U = \frac{t'_1 - t'_3}{t'_3 - t'_{2,0}} = \frac{\delta \cdot t'_0}{\theta'} - 1,$$

где $\delta \cdot t'_0 = t'_1 - t'_{2,0}$ – расчётная разность температур сетевой воды;

θ' – расчётный перепад температур в отопительной системе.

Последовательно решая уравнение безразмерной нагрузки ($\bar{Q}_{om}$) относительно температур $t'_1, t'_{2,0}, t_3$, получим группу аналитических зависимостей вида:

а) температура воды в подающем трубопроводе:

$$t_1 = t_B + \Delta t'_{om} \cdot \bar{Q}_{от}^{0,8} + (\delta \cdot t'_0 - 0,5 \cdot \theta') \cdot \bar{Q}_{om};$$

б) температура воды после отопительной системы:

$$t_{2,0} = t_1 - \delta \cdot t'_0 \cdot \bar{Q}_{om} = t_B + \Delta t'_{om} \cdot \bar{Q}_{от}^{0,8} - 0,5 \cdot \theta' \cdot \bar{Q}_{om};$$

в) температура после смесительного устройства на вводе отопления:

$$t_3 = t_{2,0} + \theta \cdot \bar{Q}_{om} = t_B + \Delta t'_{om} \cdot \bar{Q}_{от}^{0,8} + 0,5 \cdot \theta' \cdot \bar{Q}_{om}.$$

Вопросы и задания

Задание 1. Определить: температуру воды в подающем трубопроводе; температуру воды после отопительной системы; температуру после смесительного устройства на вводе отопления, при расходе тепла на отопление 50 кВт при текущей температуре наружного воздуха -3°C .

Вопросы

1. Цель расчета температурного графика систем централизованного теплоснабжения.
2. Количественное и качественное регулирование систем централизованного теплоснабжения.
3. Виды систем централизованного теплоснабжения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17.

Расчет рециркуляционных систем воздушного отопления

Цель: Освоение методики расчета рециркуляционных систем воздушного отопления

Теоретическая часть

Расход нагретого воздуха для отопления определяется по формуле:

$$G_{om} = \frac{Q_n}{C(t_z - t_v)},$$

где C – удельная массовая теплоемкость воздуха, $C=1,005$ кДж/(кг К).

Объем подаваемого воздуха при температуре t_z нагретого воздуха определяется по формуле:

$$L_{om} = \frac{G_{om}}{\rho_z},$$

а воздухообмен в помещении, определяется при температуре t_v внутреннего воздуха по аналогичной формуле:

$$L_n = \frac{G_{om}}{\rho_v}.$$

Если $G_{вент} > G_{om}$, система выполняется прямоточной, а t_z определяют из формулы:

$$t_z = t_v + \frac{Q_n}{CG_{вент}}.$$

При длительном непосредственном воздействии струи воздуха на человека, ее температуру рекомендуется понижать до 25°C.

Если $G_{om} \geq G_{вент}$, то принимает систему отопления прямоточную или с частичной рециркуляцией с принятой температурой воздуха:

$$G_p = G_{om} - G_{вент}; \quad G_{om} = G_{вент} + G_p.$$

При центральном воздушном отоплении подача воздуха различной температуры в каждое из помещений невозможна. Поэтому общую температуру воздуха принимают равную наименьшей из расчетных для отдельных помещений, а количество подаваемого воздуха пересчитывают.

После уточнения воздухообмена определяют теплотраты на нагревание воздуха по формулам:

– для рециркуляционной системы:

$$Q = G_{om} C(t_z - t_v) = G_{om} (J_n - J_v);$$

– для частично рециркуляционной:

$$Q = G_{om} C(t_z - t_v) + G_{вент} C(t_v - t_n) = G_{om} (J_n - J_p);$$

– для прямоточной:

$$Q = G_{вент} C(t_z - t_n) = G_{вент} (J_n - J_n).$$

Вопросы и задания

Задание 1. Определить объем подаваемого воздуха в помещение при температуре нагретого воздуха $t_z = 45^\circ\text{C}$, и воздухообмен в помещении, при нагрузке на систему воздушного отопления 30 кВт.

Вопросы

1. При каких условиях возможна рециркуляция воздуха?
2. Энергоэффективность рециркуляции воздуха.
3. Как отличается объем подаваемого в помещение воздуха от воздухообмена в помещении?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 18.

Расчет рециркуляционных систем кондиционирования воздуха

Цель: Освоение методики расчета рециркуляционных систем кондиционирования воздуха

Теоретическая часть

Определяется требуемый минимальный расход наружного воздуха, исходя из санитарных норм подачи свежего воздуха на 1 человека и поддержания избыточного давления в кондиционируемых помещениях

$$L_H = (l_{сн} \cdot n + m \cdot V_{кп}) \cdot \frac{\rho_n}{3600}, \text{ кг/с}$$

где $l_{сн}$ – норма расхода наружного воздуха, подаваемого в помещение на 1 человека, принимается по справочным данным от 20 до 80 м³/ч*чел;

n – число людей в помещении;

m – кратность превышения притока воздуха над вытяжкой, принимается по справочным данным в зависимости от вида помещения от 0,5 до 2(1/час);

$V_{кп}$ – объем кондиционируемого помещения, м³;

ρ_n – плотность наружного воздуха, кг/м³.

Так как процесс кондиционирования воздуха в летний период является определяющим, в I–d диаграмме строится процесс (ПВ) изменения состояния приточного воздуха в кондиционируемом помещении с тепло - и влагопритоками для летнего режима работы.

Определяется угловой коэффициент луча процесса ПВ

$$\varepsilon = \frac{\sum Q_i \cdot 10^{-3}}{\sum W_i}, \text{ кДж /кг}$$

По значениям исходных параметров внутреннего воздуха t_e и ϕ_v на диаграмму наносится положение точки В и определяются значения остальных параметров J_e и d_e .

Через точку В проводится луч процесса ПВ с угловым коэффициентом $E_{пв}$

Положение точки П – состояние приточного воздуха – определяется на пересечении изотермы t_n и луча ПВ. В точке П определяются все параметры ϕ_p , α_p , J_p .

Определяется полный расход приточного воздуха

$$L_O = \frac{\sum Q_i \cdot 10^{-3}}{I_e - I_n} = \frac{\sum W_i}{(L_e - L_n) \cdot 10^{-3}}, \text{ кг/с}$$

Если $L_O \leq L_H$, то принимается прямоточная схема обработки воздуха при $L_O = L_H$.

Если $L_O > L_H$, то принимается схема кондиционирования с рециркуляцией при $L_P = L_O - L_H$ или $L_{P1} + L_{P2} = L_O - L_H$.

Вопросы и задания

Задание 1. Построить на I-d-диаграмме влажного воздуха процесс кондиционирования с одной рециркуляцией по значениям исходных параметров внутреннего воздуха $t_e = 18^\circ\text{C}$ и $\phi_v = 65\%$ и угловом коэффициенте луча процесса кондиционирования $\varepsilon = 2500$. Параметры внутреннего воздуха принять из практического занятия 4 (задание 1). Число людей в помещении – 500, объем кондиционируемого помещения – 1000 м³, избыточные тепловыделения в помещении – 60 кВт.

Вопросы

1. Как определяется угловой коэффициент луча процесса?
2. Как осуществляется построение процесса кондиционирования?
3. Дать понятие «угловой коэффициент».

Список рекомендуемой литературы

Основная учебная литература

1. Кудрин, М. Ю. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха промышленных предприятий. Проектирование систем : учебное пособие / М. Ю. Кудрин. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2023. — 55 с.

2. Свинцов, А. П. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : учебное пособие / А. П. Свинцов. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 148 с.

Дополнительная литература

1. Кузнецова, В. Н. Эксплуатация газовых сетей : учебное пособие / В. Н. Кузнецова. — Омск : СиБАДИ, 2020. — 170 с.

2. Калининченко, М. Ю. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий : учебное пособие / М. Ю. Калининченко. — Ставрополь : СКФУ, 2017. — 136 с.

1.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Сайт МИНСТРОЙ РОССИИ (Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации).

2. Сайт Министерства жилищно-коммунального хозяйства Ставропольского края.
Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

3. Справочная правовая система «Консультант плюс»

4. Научная библиотека СКФУ

5. ЭБС «Лань»

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по выполнению РГР
по дисциплине
«Оптимальная эксплуатация объектов теплогазоснабжения»**

**для студентов направления подготовки 08.04.01 «Строительство»
направленность (профиль) «Теплогазоснабжение населенных мест и
предприятий»**

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Цель, задачи и реализуемые компетенции
2. Формулировка задания и ее объем
3. Общие требования к написанию и оформлению работы
4. Рекомендации по выполнению задания
5. План-график выполнения задания
6. Критерии оценивания работы
7. Порядок защиты работы
8. Список рекомендуемой литературы

Приложение

Введение

Пластинчатые теплообменные аппараты нашли в настоящее время широкое применение взамен кожухотрубных в системах теплоснабжения зданий (в системах отопления при независимом присоединении к системе теплоснабжения и в системах горячего водоснабжения) в связи с их большей компактностью и долговечностью и удобством эксплуатации.

1. Цель, задачи и реализуемые компетенции

Одним из видов самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Оптимальная эксплуатация объектов теплогазоснабжения» является выполнение РГР.

Цель выполнения РГР:

систематизация и закрепление изучаемого материала;

увязка теоретических основ дисциплины с решением практических задач;

формирование умения сделать оценку теоретических положений и использовать их в инженерной деятельности;

приобретение умений практического принятия инженерных решений.

Подбор и изучение необходимого материала, самостоятельное выполнение контрольной работы позволит студенту в большей степени подготовиться к принятию инженерных решений.

2. Формулировка задания и ее объем

РГР выполняется на тему «Расчет пластинчатого теплообменника» и должна состоять из выполнения задания, согласно варианту:

Определить поверхность нагрева пластинчатого теплообменного аппарата при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителей, если расход греющей воды G_1 , расход нагреваемой воды G_2 , начальные температуры теплоносителей $t'_{ж1}$, $t'_{ж2}$ и конечная $t''_{ж2}$. Данные для решения задачи выбрать по таблице.

Пред-послед-няя цифра шифра	Расходы теплоносителей		Послед-няя цифра шифра	Температуры теплоносителей			Коэф-фициент тепло-передачи Вт/м ² К
	G_1 , кг/с	G_2 , кг/с		$t'_{ж1}$, °C	$t'_{ж2}$, °C	$t''_{ж2}$, °C	
1	1,5	4,5	1	130	5	35	70
2	5,2	15,5	2	120	25	45	50
3	1,7	4,5	3	115	20	40	380
4	6,4	19,0	4	150	15	45	80
5	3,8	8,0	5	145	30	50	395
6	6,8	18,5	6	110	25	45	40
7	3,2	9,5	7	150	15	45	390
8	3,8	8,0	8	155	10	45	85
9	3,4	10,0	9	100	15	35	375
0	3,6	10,5	0	170	5	45	370

3. Общие требования к написанию и оформлению работы

В ходе выполнения работы необходимо выполнять следующие условия:

– титульный лист работы оформляется с подписью студента и преподавателя, с

указанием шифра задания;

– работа выполняется на отдельных листах, должна быть скреплена и иметь титульный лист;

– расчеты сопровождать кратким пояснительным текстом, в котором указывать, какая величина определяется и по какой формуле, какие величины подставляются в формулы и откуда они взяты;

– вычисления производить в системе СИ.

4. Рекомендации по выполнению задания

Требуемая поверхность нагрева теплообменника по обеим схемам включения (прямоток, противоток) находится исходя из основного уравнения теплопередачи:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp},$$

где Q – тепловая нагрузка аппарата, Вт; K – коэффициент теплопередачи рабочей поверхности теплообмена, Вт/(м²К); Δt_{cp} – средний температурный перепад между греющей и нагреваемой водой, °С.

Тепловую нагрузку определяют по уравнению теплового баланса аппарата

$$Q = G_2 \cdot C_{P2} \cdot (t_{Ж2}^I - t_{Ж2}^II) = G_1 \cdot C_{P1} \cdot (t_{Ж1}^I - t_{Ж1}^II).$$

Из приведённого балансового уравнения может быть найдена температура греющей воды на выходе из теплообменника ($t_{Ж1}^II$).

Физические параметры греющей и нагреваемой воды находят по таблице физических свойств воды при средней температуре теплоносителя

$$t_{Ж}^{cp} = 0,5 \cdot (t_{Ж}^I + t_{Ж}^II).$$

Скорости движения теплоносителей принять 1÷1,5 м/с.

Коэффициента теплопередачи (K) задан, исходя из расчета для плоской стенки

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda_{mp}} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи соответственно с внутренней и наружной стороны греющей поверхности, Вт/(м²К).

Коэффициенты α_1 и α_2 определены из уравнения

$$\alpha = \frac{Nu_{жс} \cdot \lambda_{жс}}{d},$$

где d – определяющий геометрический размер, м; $\lambda_{жс}$ – коэффициент теплопроводности жидкости, Вт/(м К); $Nu_{жс}$ – критерий Нуссельта.

При подсчёте коэффициентов теплоотдачи используются формулы:

а) для турбулентного режима движения ($Re > 10^4$)

$$Nu_{жс} = 0,021 \cdot Re_{Ж}^{0,8} \cdot Pr_{Ж}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{Ж}}{Pr_C} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e,$$

б) для переходного режима движения ($Re = 2100 - 10^4$)

$$Nu_{жс} = K_0 \cdot Pr_{Ж}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{Ж}}{Pr_C} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e,$$

при этом K_0 взяты из таблицы.

Таблица– Значения поправочного коэффициента K_0 переходного режима

$Re_{ж} \cdot 10^{-3}$	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5						
K_0	1,9	2,2	3,3	3,8	4,4	5,0	10,3	15,5	19,5	27	33,3

в) для ламинарного режима движения ($Re \leq 2100$)

$$Nu_{ж} = 0,015 \cdot Re_{ж}^{0,33} \cdot Pr_{ж}^{0,43} \cdot Gr_{ж}^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e.$$

Индексы «ж» и «с» означают, что физические константы жидкости взяты соответственно при средней температуре жидкости и средней температуре стенки.

Значения поправочного коэффициента на длину ε_e принимают из таблицы.

Таблица– Значения поправочного коэффициента на длину ε_e

l/d		1	2	5	10	15	20	30	40	50
ε_e	Ламинарный режим	1,9	1,7	1,44	1,28	1,18	1,13	1,05	1,02	1,0
	Турбулентный режим	1,5	1,4	1,23	1,14	1,10	1,08	1,04	1,02	1,0

Используемые в расчётных уравнениях «а», «б», «в» критерии Рейнольдса (Re), Прандтля (Pr) и Грасгофа (Gr), определены по формулам:

$$Re = \frac{W \cdot d}{\nu},$$

$$Pr = \frac{\nu}{a},$$

$$Gr = \frac{\beta \cdot g \cdot \Delta t \cdot d^3}{\nu^2},$$

где $\beta = \frac{1}{T} = \frac{1}{t + 273}$ – коэффициент объёмного расширения;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

ν – коэффициент кинематической вязкости жидкости.

Для каждой схемы включения аппарата средний температурный напор (Δt_{cp}) определяется как среднелогарифмический

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_m}},$$

где Δt_{δ} и Δt_m – наибольший и наименьший температурные перепады между греющим теплоносителем и нагреваемой водой.

Расчёт числа секций теплообменника (n_c) производится по формуле

$$n_c = \frac{F}{f_c},$$

где $f_c, \text{ м}^2$ – площадь греющей поверхности одной секции.

Поверочный расчет выполнить с использованием стандартной программы расчета.

5. План-график выполнения задания

Выдача задания	1 – 2 недели
Выполнение работы	3 – 6 недели
Проверка работы	7 неделя
Доработка	7 неделя
Защита работы	7 неделя

6. Критерии оценивания работы

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он в срок, в полном объеме и на высоком уровне выполнил работу, проявив при этом самостоятельность, инициативность, творческий подход; результаты защиты контрольной работы положительные; обладает сформированными систематическими знаниями, сформированными целостными умениями, успешным и систематическим применением навыков

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он выполнил работу в полном объеме с незначительным нарушением сроков, был менее самостоятелен, инициативен в деятельности; имеются отдельные замечания по выполнению работы; результаты защиты контрольной работы положительные; обладает сформированными, но содержащими отдельные пробелы в знании основного материала, в целом успешным, но содержащим отдельные пробелы умением, в целом успешным, но содержащим отдельные пробелы применения навыков.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он выполнил работу не в полном объеме, нуждался в помощи при выполнении заданий, есть серьезные замечания по выполнению работы; в результате защиты контрольной работы высказаны замечания; обладает общими, но не структурированными знаниями, в целом успешным, но не систематическим умением, в целом успешным, но не систематическим применением навыков.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему большие пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему грубые и принципиальные ошибки в формулировках основных понятий и при выполнении работы; обладает фрагментарными знаниями, частично освоенным умением, фрагментарным применением навыков.

7. Порядок защиты работы

Выполненная работа проверяется преподавателем, который дает допуск к защите или возвращает ее на доработку (замечания по доработке указываются преподавателем на полях или на титульном листе). При защите студент приводит теоретическое обоснование полученных результатов и отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Примерные вопросы для защиты работы

1. Виды фасонных трубных заготовок.
2. Методы построения разверток фасонных трубных заготовок.
3. Обозначение подрезки кромок и выполнения фасок.

При проверке задания, оцениваются:

- правильность выполнения заданий;
- последовательность и рациональность выполнения;
- точность расчетов.

При проверке работы оцениваются:

- последовательность изложения материала;
- правильность оформления работы.

При защите работы оцениваются:

- четкое изложение материала;
- умение ориентироваться в тексте и расчетах работы;

– правильность ответов на дополнительные вопросы по теме работы.

8. Список рекомендуемой литературы

1. Кудрин, М. Ю. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха промышленных предприятий. Проектирование систем : учебное пособие / М. Ю. Кудрин. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2023. — 55 с.

2. Свинцов, А. П. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : учебное пособие / А. П. Свинцов. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 148 с.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Кузнецова, В. Н. Эксплуатация газовых сетей : учебное пособие / В. Н. Кузнецова. — Омск : СибАДИ, 2020. — 170 с.

2. Калининченко, М. Ю. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий : учебное пособие / М. Ю. Калининченко. — Ставрополь : СКФУ, 2017. — 136 с.

Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные справочные системы:

Программа «Стройконсультант», разработанная Госстроем России.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине
«Оптимальная эксплуатация объектов теплогазоснабжения»**

по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство»

**Направленность (профиль) «Теплогазоснабжение населенных мест и
предприятий»**

Содержание

Введение

1. Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося
2. План-график выполнения самостоятельной работы
3. Контрольные точки и виды отчетности по ним
4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала
5. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины
6. Список рекомендуемой литературы
7. Методические указания по выполнению РГР

Введение

Дисциплина «Оптимальная эксплуатация объектов теплогазоснабжения» осваивается студентами в течение 108 часов. Часть установленных стандартом часов отводится для самостоятельной, или внеаудиторной, работы студентов и предназначена для подготовки к сдаче зачета.

Самостоятельная работа студентов – самостоятельная учебная деятельность студента, организуемая и осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, но по его заданиям и под его контролем.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Оптимальная эксплуатация объектов теплогазоснабжения» состоит в создании условий (ресурсов) для выполнения определённых видов самостоятельной работы, обеспечивающих формирование компонентов заданных дисциплинарных компетенций ПК-3, ПК-4, ПК-7.

Указанная цель может быть реализована выполнением следующих задач:

- проектирование структуры самостоятельной работы по видам и формам выполнения;
- проектирование компонентной структуры заданных дисциплинарных компетенций, формируемых при выполнении видов самостоятельной работы;
- распределение компонентов заданных дисциплинарных компетенций по формам самостоятельной работы;
- определение требований к образовательным технологиям, используемым при выполнении видов самостоятельной работы;
- определение требований к основным видам выполнения самостоятельной работы.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Оптимальная эксплуатация объектов теплогазоснабжения»

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

При изучении дисциплины «Оптимальная эксплуатация объектов теплогазоснабжения» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

1. Самостоятельное изучение теоретического материала;
2. Подготовка к лекционным занятиям;
3. Подготовка к практическим занятиям;
4. Выполнение контрольной работы.

2. План-график выполнения самостоятельной работы

Код реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Форма контроля	Сроки выполнения
ПК-3, ПК-4, ПК-7	Изучение литературы по темам дисциплины	Конспект Собеседование	Еженедельно
ПК-3, ПК-4, ПК-7	Подготовка к лекциям	Конспект Собеседование	Еженедельно
ПК-3, ПК-4, ПК-7	Подготовка к практическим занятиям	Отчет по практическим занятиям Собеседование	Еженедельно
ПК-3, ПК-4, ПК-7	Выполнение РГР	Защита РГР	18-я неделя

3. Контрольные точки и виды отчетности по ним

Рейтинговая система не предусмотрена

Текущий контроль

Текущий контроль предусматривает собеседование по практическим занятиям и защиту РГР.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой.

Процедура зачета как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При изучении дисциплины «Оптимальная эксплуатация объектов теплогазоснабжения» учебным планом предусмотрены аудиторские занятия (лекции и практические), а также самостоятельная работа студентов (СРС) по изучению основной и дополнительной литературы.

Основными формами работы и контроля СРС в данной дисциплине является самостоятельное изучение основного и дополнительного теоретического материала по темам, представленным в рабочей программе дисциплины. Отчет по данной форме контроля представляется в форме конспекта. Данное мероприятие сочетает письменную и устную формы деятельности студента; выявляет аналитические умения, навыки выделения смысловых центров текста.

Оценка знаний с помощью собеседования

Проверка знаний материала лекционных и практических занятий проводится в виде собеседования. Предполагается, что отдельные вопросы тем дисциплины изучаются студентами самостоятельно. Знания указанных вопросов проверяется наличием конспектов, отчетов по практическим занятиям и собеседованием. Ниже приведены вопросы для собеседования по темам дисциплины «Безопасная эксплуатация объектов теплогазоснабжения».

Вопросы для собеседования

по дисциплине «Оптимальная эксплуатация объектов теплогазоснабжения»

Базовый уровень

1. Дать определение температуры воздуха в помещении.
2. Дать определение радиационной температуры помещения.
3. Дать определение температуры помещения.
4. Назначение промывки систем отопления.
5. Как осуществляется защита системы отопления от внутренней коррозии?
6. Периодичность выполнения промывок.
7. Допустимые температуры воздуха воздушных тепловых завес.
8. Способы осуществления подачи воздуха в воздушных тепловых завесах.
9. Типы воздушных струй.
10. Нормируемые параметры воздуха в помещении.
11. Основные изолинии, показанные на I-d-диаграмме влажного воздуха.
12. Дать определение понятия «относительная влажность воздуха».
13. Конструкции генераторов индивидуального теплоснабжения.
14. Категории потребителей тепла.
15. Дать определение понятия «автономные источники теплоснабжения».
16. Цель расчета температурного графика систем централизованного теплоснабжения.
17. Количественное и качественное регулирование систем централизованного теплоснабжения.
18. Виды систем централизованного теплоснабжения.
19. При каких условиях возможна рециркуляция воздуха?
20. Энергоэффективность рециркуляции воздуха.
21. Как определяется угловой коэффициент луча процесса?
22. Как осуществляется построение процесса кондиционирования?
23. Дать понятие «угловой коэффициент».

Повышенный уровень

1. Что определяет первое условие комфортности?
2. Что определяет второе условие комфортности?
3. Расчетный расход промывочной воды.
4. Профили скоростей изотермических и неизотермических воздушных струй.
5. Как влияет относительная влажность воздуха на организм человека?
6. Требования природоохранных документов при проектировании автономных источников теплоснабжения.
7. Возможности и условия перевода теплоснабжения здания на индивидуальное теплоснабжение.

Как отличается объем подаваемого в помещение воздуха от воздухообмена в

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: беседу с преподавателем на темы изучаемой дисциплины в виде собеседования.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции: ПК-3, ПК-4, ПК-7. Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить лекционный материал, материалы практических занятий, а также вопросы, выносимые на самостоятельное изучение.

Данное оценочное мероприятие проводится на практических занятиях на основании материалов и знаний, полученных на лекциях, а также при изучении основной и дополнительной литературы. Для подготовки к данному оценочному мероприятию студенту необходимо подготовить устные ответы на вопросы собеседования, либо законспектировать данные ответы в тетрадь. При подготовке к испытанию студенту предоставляется право пользоваться своими конспектами.

При проверке задания, оцениваются полнота раскрытия проблемы, использование различных источников информации, четкость изложения ответа.

При проверке задания, оцениваются:

- правильность ответов;
- чёткое знание терминологии;
- умение грамотно, четко и последовательно излагать материал;
- использование дополнительной литературы при подготовке;
- умение анализировать теоретический материал и сопоставлять его с практикой;
- умение приводить конкретные примеры.

Критерии оценивания компетенций

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, при этом показана совокупность осознанных знаний по теме дисциплины, доказательно раскрыты основные положения вопроса; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. Ответ изложен литературным языком с использованием технической терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием технической терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если студент дал недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами темы. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента, или ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказался от ответа.

5. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем практических занятий, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации, которые приведены в конце методических указаний.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		Основная	Дополнительная	Интернет- ресурсы
1	Изучение литературы по темам дисциплины	1-2	1-4	1-4
2	Подготовка к лекциям	1-2	1-4	1-4
3	Подготовка к практическим занятиям	1-2	1-4	1-4
4	Выполнение курсового проекта	1-2	1-4	1-4

Рекомендации по самостоятельному изучению литературы по темам дисциплины

При работе с основной и дополнительной литературой целесообразно придерживаться такой последовательности. Сначала прочитать весь заданный текст в быстром темпе. Цель такого чтения заключается в том, чтобы создать общее представление об изучаемом материале, понять общий смысл прочитанного. Затем прочитать вторично, более медленно, чтобы в ходе чтения понять и запомнить смысл каждой фразы, каждого положения и вопроса в целом.

Чтение приносит пользу и становится продуктивным, когда сопровождается записями. Это может быть составление плана прочитанного текста, тезисы или выписки, конспектирование и др. Выбор вида записи зависит от характера изучаемого материала и целей работы с ним. Если содержание материала несложное, легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать.

План – это схема прочитанного материала, перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- план-конспект – это развернутый детализированный план, в котором по наиболее сложным вопросам даются подробные пояснения,
- текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника,
- свободный конспект – это четко и кратко изложенные основные положения в результате глубокого изучения материала, могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом,
- тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает ответ по изучаемому вопросу.

В процессе изучения материала источника и составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым и удобным для работы.

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

- вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. В рабочих конспектах лекций желательно оставлять поля, на которых делаются пометки при изучении рекомендованной литературы;
- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на сайте кафедры или выданный персонально (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Для подготовки к лекциям, а так же для самостоятельного или более глубокого изучения теоретического материала, излагаемого на лекционных занятиях по дисциплине

«Безопасная эксплуатация объектов теплогазоснабжения», следует использовать литературу, приведенную в конце методических указаний.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и нормативно-техническую документацию в области теплогазоснабжения и вентиляции;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- в ходе практического занятия давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Рекомендации по выполнению РГР

РГР является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области теплогазоснабжения и вентиляции. К ее выполнению необходимо приступить только после изучения тем дисциплины.

Целью РГР является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании РГР:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;
3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя.

Ключевым требованием при подготовке РГР выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, четко и логично излагать свои мысли. Подготовку РГР следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

Тема РГР

Расчет пластинчатого теплообменника

Примерные вопросы для защиты РГР

1. Показать температурные графики при прямоточном и противоточном включении теплообменника.
2. Физический смысл критерия Рейнольдса.
3. Физический смысл критерия Прандтля.
4. Физический смысл критерия Грасгофа.
5. Физический смысл критерия Нуссельта.
6. Охарактеризовать режимы течения жидкости.
7. Методика определения физических констант жидкости.

Критерии оценивания

Оценка «**Отлично**» выставляется за РГР, которая носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую главу, глубокий анализ, логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными

предложениями, имеющими практическую значимость. Произведенные расчеты выполнены правильно и в полном объеме. Работа выполнена в установленный срок, грамотным языком. Оформление соответствует действующим стандартам, сопровождается достаточным объемом табличного материала и графического материала.

При защите работы студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, а во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.), дает четкие и аргументированные ответы на вопросы.

Оценка **«Хорошо»** выставляется за работу, которая носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую главу, проведен достаточно подробный анализ, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако анализ источников неполный, выводы недостаточно аргументированы, в структуре и содержании проекта есть отдельные погрешности, не имеющие принципиального характера.

При защите РГР студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.) или раздаточный материал, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

Оценка **«Удовлетворительно»** выставляется за РГР, которая носит исследовательский или описательный характер, имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, однако просматривается непоследовательность изложения материала, анализ источников подменен библиографическим обзором, документальная основа работы представлена недостаточно. Проведенное исследование содержит поверхностный анализ, выводы неконкретны, рекомендации слабо аргументированы, в оформлении работы имеются погрешности, сроки выполнения работы нарушены.

При защите работы студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.

Оценка **«Неудовлетворительно»** выставляется за работу, которая не соответствует заявленной теме, не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях. Выводы не соответствуют изложенному материалу или отсутствуют.

При защите РГР студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. При защите не используются наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.).

Рекомендации по подготовке к зачету с оценкой

Процедура зачета с оценкой как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

Зачет с оценкой выставляется по результатам работы в семестре, при сдаче всех контрольных мероприятий, предусмотренных текущим контролем успеваемости.