

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по выполнению расчетно-графической работы
по дисциплине
«История и методология теплогазоснабжения населенных мест и
предприятий»**

по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство»

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

Содержание

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ
2. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ И ЕГО ОБЪЕМ
- 2.1 Задание к РГР
3. Содержание расчетно-пояснительной записки
4. Содержание графической части

Введение

Целью изучения дисциплины «История и методология теплогазоснабжения населенных мест и предприятий» является формирование компетенций ПК-4 будущего магистра по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, направленность (профиль) Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий.

Задачей дисциплины является изучение: истории и методологии теплогазоснабжения населенных мест и предприятий, определяющих эффективность использования тепловой энергии.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Одним из основных методов изучения дисциплины является выполнение РГР.

Цель выполнения РГР:

систематизация и закрепление изучаемого материала;

увязка теоретических основ курса с решением практических задач теплотехники;

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

овладение совокупностью методов повышения эффективности оборудования;

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, возникающих в процессе функционирования предприятия в современных условиях. Глубокое изучение теоретических аспектов рассматриваемой темы, анализ и оценка работы оборудования позволят студенту подготовиться к более качественному выполнению дипломного проекта.

1. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ И ЕГО ОБЪЕМ

2.1 Задание к РГР

2.1.1 Для заданного идеального цикла двигателя внутреннего сгорания (ДВС), отнесённого к 1 кг рабочего тела, в качестве которого используется газовая смесь, заданная объёмными долями, определить:

-газовую постоянную смеси и её кажущуюся молекулярную массу;

-недостающие физические параметры состояния в узловых точках цикла;

-изобарную (C_p^{CM}) и изохорную (C_v^{CM}) теплоёмкости газовой смеси без учёта зависимости теплоёмкости от температуры;

-изменение внутренней энергии и энтальпии;

-количество теплоты и работы.

На основании полученных результатов определить количество подведённой (q_1) и отведённой (q_2) теплоты в цикле; полезную работу цикла ($l_{ц}$) и теоретическую мощность двигателя (N_T); термический КПД цикла ($\eta_{ц}$) и КПД теоретического цикла Карно (η_K) двигателя, «работающего» в располагаемом интервале температур ($T_{гор} - T_{хол}$).

Исходные данные для расчёта и энергетического анализа идеального цикла ДВС принять из таблиц 1 и 2 по последней и предпоследней цифрам шифра студента. При этом графическое изображение цикла выбрать по рис. в соответствии с указаниями табл. 1.

Таблица 1- Значения физических параметров в узловых точках идеального цикла ДВС

Последняя цифра шифра	№ цикла	Давление, бар			Температура, К			Удельный объём, м ³ /кг		
		P ₁	P ₂	P ₃	T ₁	T ₂	T ₃	V ₁	V ₂	V ₃
1	1	2,0	20	12	-	-	-	0,36	-	-
2	2	1,5	-	13	375	-	575	-	-	-
3	3	0,9	4,0	-	325	-	800	-	-	-
4	4	1,5	-	3,0	300	-	-	-	0,1	-

5	5	-	20	-	-	475	800	0,15	-	-
6	6	3,0	8,0	-	300	-	475	-	-	-
7	7	6,0	40	-	325	-	600	-	-	-
8	8	4,0	30	-	350	-	500	-	-	-
9	9	3,0	8,0	-	300	-	475	-	-	-
0	10	0,8	-	-	300	-	600	-	-	-

Таблица 2 - Характеристика газовой смеси

Предпоследняя цифра шифра	Объёмный состав газовой смеси			Расход рабочего тела G , кг/с
	r_{CO_2}	r_{N_2}	r_{O_2}	
1	0,60	0,35	0,05	0,5
2	0,62	0,33	0,05	0,9
3	0,85	0,13	0,02	1,4
4	0,60	0,30	0,10	2,0
5	0,78	0,12	0,10	1,2
6	0,60	0,33	0,07	1,0
7	0,65	0,28	0,07	0,8
8	0,76	0,19	0,05	0,6
9	0,67	0,25	0,08	1,6
0	0,75	0,21	0,04	0,4

3. Содержание расчетно-пояснительной записки

Определяются: газовая постоянная смеси и ее кажущаяся молекулярная масса; недостающие параметры состояния в узловых точках процесса; теплоемкость газовой смеси (изобарная и изохорная).

По каждому процессу дается анализ термодинамического цикла, т.е. определяется изменение внутренней энергии, энтальпии и энтропии в процессах цикла, количество теплоты и работы.

Определяется: количество подведенной и отведенной теплоты в цикле; полезная работа цикла; теоретическая мощность двигателя; термический КПД цикла и КПД двигателя, работающего по циклу Карно, в заданном интервале температур.

Выполняется сравнительный расчет рекуперативного теплообменника, включаемого по прямоточной и противоточной схемам.

4. Содержание графической части

Построить в масштабе цикл двигателя в PV и TS -диаграммах, а также цикл двигателя, работающего по циклу Карно в заданном интервале температур.

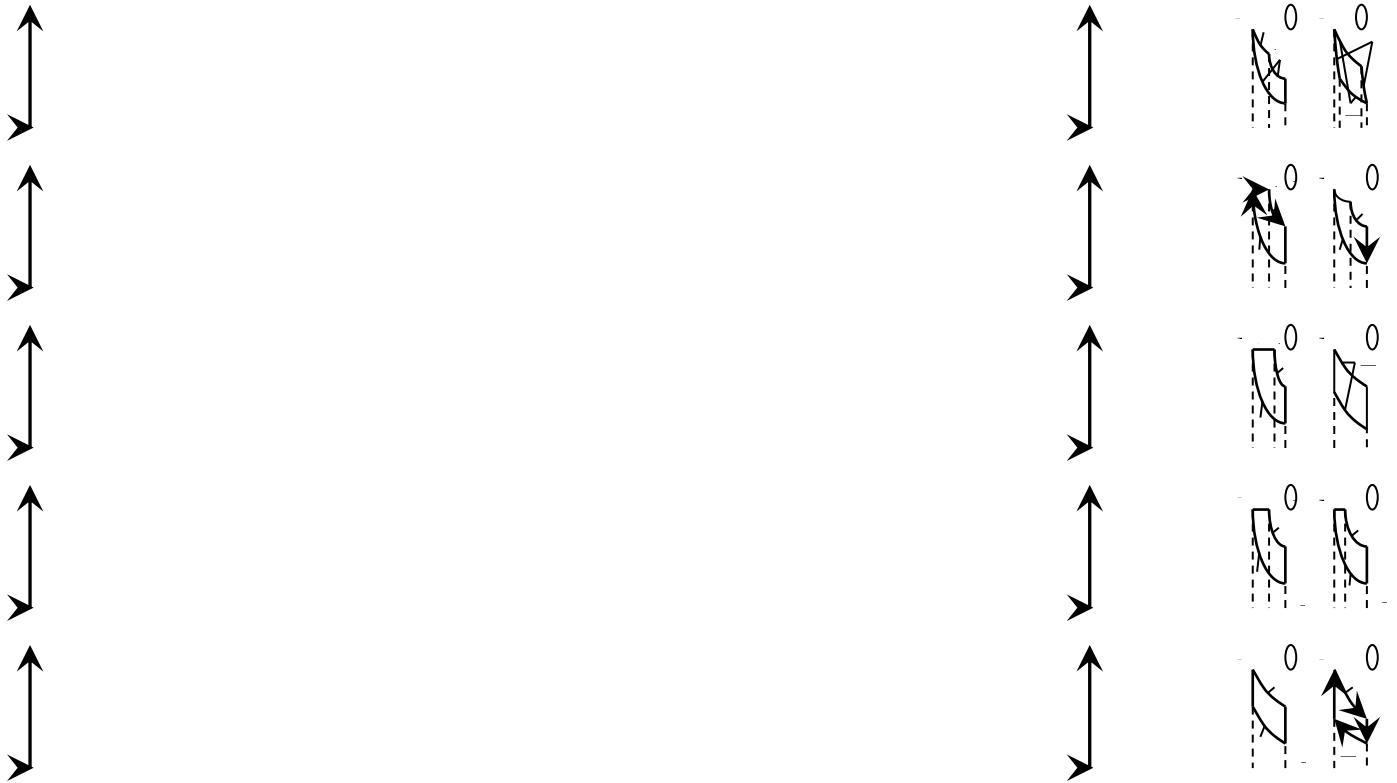
В анализ заданного идеального цикла входит определение всех видов термодинамических процессов, образующих цикл. Процессы, вид которых не отражён на диаграммах, принимать на основании визуального анализа изобарными или изохорными.

Определение кажущейся молекулярной массы газовой смеси, газовой постоянной, а также изобарной и изохорной теплоёмкостей смеси осуществляется в соответствии с рекомендациями, изложенными в специальной литературе.

Расчёт недостающих физических параметров (P, V, T) в узловых точках цикла (1-4) следует начинать с той точки, в которой известны два параметра: недостающий параметр находится из уравнения состояния газовой смеси. Определение недостающего параметра в узловой точке цикла при одном известном параметре осуществляется через уравнение соотношения параметров в рассматриваемом термодинамическом процессе.

Для нахождения точек промежуточных состояний в процессах, изображение которых в $P-V$ и $T-S$ координатах отличается от прямых линий, необходимо рабочий интервал процесса по одному из параметров разбить самостоятельно на 2-3 приблизительно равных отрезка. Таким образом, появляются дискретные значения в промежуточных точках по одной из координат. Соответствующие принятым точкам значений других физических координат находят через уравнение соотношения параметров в рассматриваемом процессе. Расчёт изменения энтропии для принятых промежуточных точек производится по соответствующим формулам в том или ином процессе. На основании полученных результатов проводится энергетический анализ термодинамического цикла теплового двигателя. С этой целью по соответствующим формулам, определяются в каждом процессе изменение внутренней энергии и энтальпии, а также количество теплоты, участвующей в процессе, и величина затраченной или произведённой работы. Суммирование по процессам за цикл изменений энергетических параметров, а также количеств теплоты и работы производится с учётом знака. При этом суммарное изменение энергетических параметров в цикле должно быть равно нулю, что следует из самого определения параметра, как физической величины.

Графическая иллюстрация идеального цикла ДВС



Сумма количеств теплоты за цикл со знаком плюс является подведённым теплом (q_1), аналогичная сумма со знаком минус – отведённым теплом (q_2). В соответствии со вторым законом термодинамики должно выполняться равенство:

$$\Sigma q = q_1 - q_2 = \Sigma l = l_u$$

Термический КПД цикла определяют по формуле

$$\eta_m = \frac{q_1 - q_2}{q_1} \cdot 100\%$$

Теоретическую мощность ДВС определяют с учётом заданного секундного расхода рабочего тела

$$N_m = G \cdot l_u, \text{ кВт}$$

КПД теоретического цикла Карно применительно к располагаемому перепаду температур ($T_{гор} - T_{хол} = T_{max} - T_{min}$) определяют по формуле

$$\eta_k = 1 - \frac{T_{хол}}{T_{гор}}$$

При построении диаграммы цикла в координатах T-S энтропию заданных газов в точке (1) принять равной нулю: рост энтропии в принятой системе координат означает отклонение термодинамического процесса вправо, а уменьшение энтропии – отклонение влево.

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

**«История и методология теплогазоснабжения населенных мест и
предприятий»**

Практическое занятие №1. Качественная характеристика 1-го закона термодинамики

1 Теоретическая часть

Первый закон термодинамики является частным случаем всеобщего закона сохранения и превращения энергии в применении к случаю взаимопревращения тепловой и механической энергии.

Первый закон термодинамики носит статистический характер, установлен опытным путем и является первым началом термодинамики – законом природы.

Основные формулировки 1-го закона термодинамики.

1. Взаимное превращение тепловой и механической энергии (работы) всегда происходит в эквивалентных количествах, что можно записать так:

$$Q = L, \text{ Дж, для } m \text{ кг газа;}$$

$$q = l, \text{ Дж/кг, для 1 кг газа;}$$

$$dq = dl, \text{ Дж/кг, в дифференциальной форме для 1 кг газа.}$$

2. Если обмен механической и тепловой энергией между рабочим телом и остальной системой происходит в неэквивалентных количествах, то избыток энергии расходуется на изменение внутренней энергии рабочего тела.

В этом, общем, случае первый закон термодинамики формулируется так: всякое изменение внутренней энергии тела в термодинамическом процессе равно алгебраической сумме количеств тепловой и механической энергии подведенных или отведенных к телу из внешней среды в данном процессе. Это положение можно записать так:

$$Q - L = U_2 - U_1, \text{ – для } m \text{ кг газа;}$$

$$q - l = u_2 - u_1, \text{ – для 1 кг газа;}$$

$$dq - dl = du, \text{ – для 1 кг газа в дифференциальной форме.}$$

В уравнениях (2.5) U_2 и U_1 , u_2 и u_1 значения внутренней энергии в конце и в начале процесса; du – дифференциал – бесконечно малое изменение внутренней энергии.

3. Для наиболее важного для инженерной практики случая термодинамического процесса, в котором за счет подвода тепла к рабочему телу совершается работа, отдаваемая в окружающую среду, первый закон термодинамики может быть сформулирован более конкретно.

Тепло, подводимое к рабочему телу из окружающей среды, в термодинамическом процессе расходуется на изменение внутренней энергии тела и совершение работы, отдаваемой в окружающую среду.

Указанная формулировка 1-го закона термодинамики может быть записана так:

$$Q = U_2 - U_1 + L, \text{ Дж, для } m \text{ кг газа в процессе 1–2;}$$

$$q = u_2 - u_1 + l, \text{ Дж/кг, для 1 кг газа;}$$

$$dq = du + dl, \text{ Дж/кг, для 1 кг газа в дифференциальной форме.}$$

$$dq = du + p dv, \text{ Дж/кг.}$$

Уравнения могут быть использованы для практических расчетов термодинамических процессов только при соблюдении правил знаков:

– если тепло подводится к рабочему телу из окружающей среды, а работа совершается рабочим телом (расширение) и отводится в окружающую среду, то они имеют положительный знак и в уравнения подставляются со знаком (+);

– если тепло отводится от рабочего тела в окружающую среду, а работа подводится к рабочему телу из окружающей среды (сжатие), то в уравнения подставляются со знаком (–).

2 Вопросы и задания

На диаграммах дать анализ термодинамических процессов для частных случаев политропного процесса (изохорного; изобарного; изотермического; адиабатного).

1. Развитие представлений о природе теплоты до открытия закона сохранения и превращения энергии.
2. Накопление опытных фактов и формирование основных понятий.
3. Методологические аспекты термодинамики и молекулярной физики.
4. Две гипотезы о природе теплоты, их истоки и развитие.
5. Развитие корпускулярной гипотезы о природе теплоты.

6. Корпускулярная гипотеза и теория теплорода.
7. Экспериментальные и теоретические исследования тепловых явлений в первой половине XIX в.

Практическое занятие №2. Исследование прямого обратимого цикла Карно

1 Теоретическая часть

Прямой цикл Карно представлен на рисунке и состоит из двух изотерм и двух адиабат.

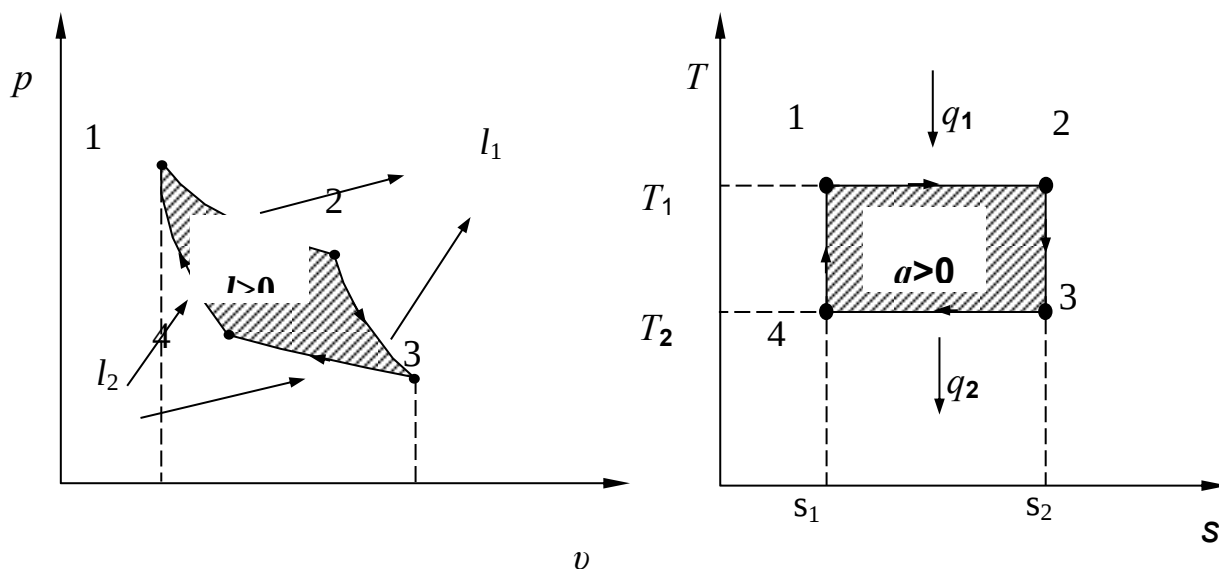


Рисунок – Прямой цикл Карно

1-2 изотермическое расширение (подвод тепла q_1) } совершается работа l_1

2-3 адиабатное расширение

3-4 изотермическое сжатие (отвод тепла q_2) } затрачивается работа l_2

4-1 адиабатное сжатие

Термический КПД прямого обратимого цикла Карно (диаграмма $T-s$):

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1(s_2 - s_1) - T_2(s_3 - s_4)}{T_1(s_2 - s_1)} = \frac{(T_1 - T_2)}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}; \text{ т.к. } s_1 = s_4; s_2 = s_3.$$

Анализ выражения КПД цикла Карно показывает, что эффективность этого цикла возрастает с увеличением температуры подвода тепла – T_1 и уменьшением температуры отвода тепла – T_2 . Однако КПД никогда не будет равен 1, т. к. T_2 не может быть равным нулю, а T_1 – бесконечности. Из полученного выражения следует, что термический КПД цикла Карно зависит только от температур T_1 и T_2 и не зависит от свойств рабочего тела. Это положение называется теоремой Карно и доказывается от противного.

2 Вопросы и задания

Определить КПД цикла Карно для заданного температурного интервала и проанализировать его зависимость от температуры подвода и отвода тепла.

1. Исследование Сад Карно.

Практическое занятие №3. Исследование обратного обратимого цикла Карно

1 Теоретическая часть

Рассматривая обратный цикл Карно, в котором подвод тепла q_2 происходит при температуре T_2 , отвод тепла q_1 , при температуре T_1 , а на осуществление цикла затрачивается работа $l = q_1 - q_2$, получим выражение для холодильного коэффициента обратного цикла Карно:

$$\varepsilon = \frac{q_2}{l} = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}.$$

Анализ полученного выражения показывает, что эффективность обратного цикла Карно возрастает с уменьшением разности $(T_1 - T_2)$ для чего следует по возможности уменьшать температуру T_1 и увеличивать T_2 .

2 Вопросы и задания

Определить холодильный коэффициент цикла Карно для заданного температурного интервала и проанализировать его зависимость от температуры подвода и отвода тепла.

1. Зарождение термодинамики.
2. Открытие принципа эквивалентности теплоты и работы — первого начала термодинамики.
3. Открытие второго начала термодинамики.

Практическое занятие №4. Исследование эквивалентного цикла Карно

1 Теоретическая часть

Рассмотрим в диаграмме $T-s$ произвольный прямой цикл $a-b-c-d-a$, протекающий в пределах температур T_1 и T_2 , и представленный на рисунке. Количество подведенного тепла в этом цикле q_1' , – отведенного тепла q_2' .

Опишем цикл Карно $1-2-3-4-1$ в тех же пределах температур. Количество подведенного тепла в цикле Карно при температуре T_1 равно q_1 , а количество отведенного тепла при температуре T_2 будет q_2 . Сравнивая эти количества тепла в диаграмме $T-s$ получим $q_1 > q_1'$ и $q_2 < q_2'$, тогда из выражения КПД (3.7) следует:

$$\eta_{tk} = 1 - \frac{q_2}{q_1} > \eta_{t'} = 1 - \frac{q_2'}{q_1'}.$$

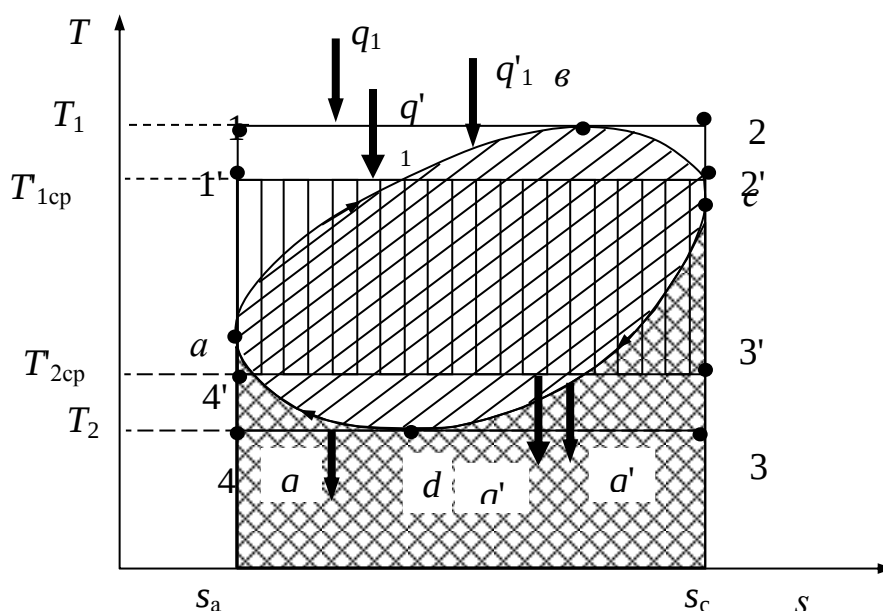


Рисунок – Эквивалентный цикл Карно

В пределе $q_1' \rightarrow q_1$ и $q_2' \rightarrow q_2$ $\eta_{t'} \rightarrow \eta_{tk}$, т. е. в интервале температур T_1 и T_2 цикл Карно является идеальным циклом, образцом, имеющим наибольший КПД.

Заменим переменное значение температуры подвода тепла в произвольном цикле (процесс $a-b-c$) среднеинтегральной постоянной температурой подвода тепла T_{1cp}' , которая определяется из условия:

$$T_{1cp}' = \frac{q_1'}{S_c - S_a} = \frac{\int_{S_a}^{S_c} T ds}{S_c - S_a} < T_1.$$

Соответственно, заменим переменную температуру отвода тепла (процесс $c-d-a$) среднеинтегральной постоянной температурой отвода тепла T_{2cp}' , определяемой из условия:

$$T'_{2cp} = \frac{q'_1}{S_c - S_a} = \frac{\int_{S_a}^{S_c} T ds}{S_c - S_a} > T_2.$$

Построим цикл Карно 1'-2'-3'-4'-1' в пределах температур T'_{1cp} и T'_{2cp} и разности энтропий $s_2' - s_1' = s_c - s_a$. В соответствии с определением понятия среднеинтегральной температуры, количества подведенного и отведенного тепла в этом цикле Карно будут равны соответствующим количествам тепла в произвольном цикле по равенствам:

$$q'_1 = T'_{1cp} (s_c - s_a) \text{ и } q'_2 = T'_{2cp} (s_c - s_a).$$

Из этого следует, что КПД цикла Карно, осуществленного между температурами T'_{1cp} и T'_{2cp} , будет равен КПД произвольного заданного цикла:

$$\eta'_t = 1 - \frac{q'_2}{q'_1} = 1 - \frac{T'_2}{T'_1}.$$

Такой цикл будет называться эквивалентным циклом Карно, т. е. эффективность эквивалентного цикла Карно равна эффективности произвольного цикла.

2 Вопросы и задания

Показать, что цикл Карно имеет КПД больший, чем у любого цикла, протекающего в тех же пределах температур.

1. Развитие феноменологической термодинамики во второй половине XIX в.
2. Развитие и обобщение принципов термодинамики в XX в.

Практическое занятие №5. Расчет теплоемкости рабочего тела в термодинамическом процессе

1 Теоретическая часть

Подвод (или отвод) тепла к телу в процессе вызывает изменение параметров состояния, главным образом температуры. Поэтому для вычисления количества тепла при изменении состояния тела можно использовать изменение температуры и величину, характеризующую свойства тела. Величина, характеризующая способность тела изменять температуру в процессах с подводом (или отводом) тепла называется теплоемкостью.

Теплоемкостью тела называется количество тепла, которое необходимо подвести (или отвести) к телу, чтобы изменить его температуру на 1 К.

Понятие теплоемкости используется для вычисления количества тепла участвующего в процессе.

Удельной теплоемкостью называется теплоемкость, отнесенная к количественной единице вещества.

В зависимости от того, к какой количественной единице вещества относится теплоемкость, различают три вида удельной теплоемкости.

Массовой теплоемкостью называется удельная теплоемкость, отнесенная к 1 кг массы газа.

Она обозначается c и имеет размерность Дж/(кг·К), кДж/(кг·К).

Объемной теплоемкостью называется теплоемкость, отнесенная к массе газа, содержащегося в 1 м³ газа, взятом при нормальных условиях ($T=273,16$ К, $p=760$ мм рт. ст.).

Она обозначается c' и имеет размерность Дж/(м³·К), кДж/(м³·К).

Киомольной или молярной теплоемкостью называется теплоемкость, отнесенная к 1 киомолью газа.

Она обозначается μC и имеет размерность Дж/(кМоль·К), кДж/(кМоль·К).

Связь между разными видами удельной теплоемкости следующая:

$$c = c' \nu_H = \frac{\mu C}{\mu}, \quad c' = \frac{\mu C}{22,4 \nu_H} = \frac{c}{\nu_H},$$

где ν_H – удельный объем газа, взятого при нормальных условиях и равный:

$$\nu_H = 22,4/\mu_i, \text{ м}^3/\text{кг}.$$

2 Вопросы и задания

Определить среднюю теплоемкость в интервале температур от 0 до t °С, и использовать для расчета количества тепла в любом интервале температур.

1. Развитие молекулярно-кинетической теории в XIX в.
2. Механицизм и второе начало термодинамики.
3. Статистическое обоснование второго начала термодинамики.
4. Открытие и исследование броуновского движения.
5. Развитие статистической теории Больцмана.

Практическое занятие №6. Расчет газовой постоянной рабочего тела

1 Теоретическая часть

Величина R – называется газовой постоянной, и для каждого газа имеет свое постоянное значение.

В соответствии с законом Авогадро при постоянном давлении и температуре 1 киломоль любого газа имеет один и тот же объем. Из уравнения состояния для 1 киломоля газа следует, что если для любого газа величины p , T и V_μ одинаковы, то и величина μR имеет одно и то же значение для всех газов.

Поэтому величина μR называется универсальной газовой постоянной, а уравнение состояния для 1 киломоля газа универсальным уравнением состояния или уравнением Менделеева–Клапейрона.

Универсальную газовую постоянную можно найти из условия, что при нормальных условиях ($t = 0^\circ\text{C}$, $p = 760$ мм рт. ст. или $T = 273,15$ К; $p = 101330$ Па) 1 киломоль любого газа имеет объем $V_\mu = 22,4$ м³, откуда:

$$\mu R = \frac{pV_\mu}{T} = \frac{101330 \cdot 22,4}{273,15} = 8314,2 \text{ Дж/(кМоль} \cdot \text{К)}$$

Из условия: $\mu R = \mu_1 \cdot R_1 = \mu_2 \cdot R_2 = \dots \mu_i \cdot R_i = 8314,2$, можно найти газовую постоянную для любого газа:

$$R_i = \frac{\mu R}{\mu_i} = \frac{8314}{\mu_i}$$

2 Вопросы и задания

Определить среднюю кажущуюся газовую постоянную смеси, определяемую на основе среднего молекулярного веса смеси.

1. Развитие термодинамических и статистических методов исследования свойств вещества.
2. Развитие учения о критическом состоянии вещества
3. Теория реальных газов и жидкостей.

Практическое занятие №7. Сравнительный анализ открытых и закрытых систем теплоснабжения

1 Теоретическая часть

Водяные системы теплоснабжения, в зависимости от числа трубопроводов теплосети, могут быть одноконтурными, двухконтурными, трёхконтурными, четырёхконтурными и комбинированными (если число трубопроводов меняется). Схемы водяных систем теплоснабжения показаны на рисунке.

Одноконтурные (разомкнутые) системы, являются самыми экономичными по капитальным затратам на их сооружение. Однако они оправдывают себя только при условии совпадения среднечасовых расходов сетевой воды на отопление и вентиляцию, со среднечасовыми расходами на нужды горячего водоснабжения. Последнее соотношение выполняется только для самых южных районов страны, а для всех остальных – отопительно-вентиляционная нагрузка превышает мощности горячего водоснабжения. Следовательно, излишки горячей воды приходится сбрасывать в дренаж, что делает схему крайне неэкономичной (рисунок а).

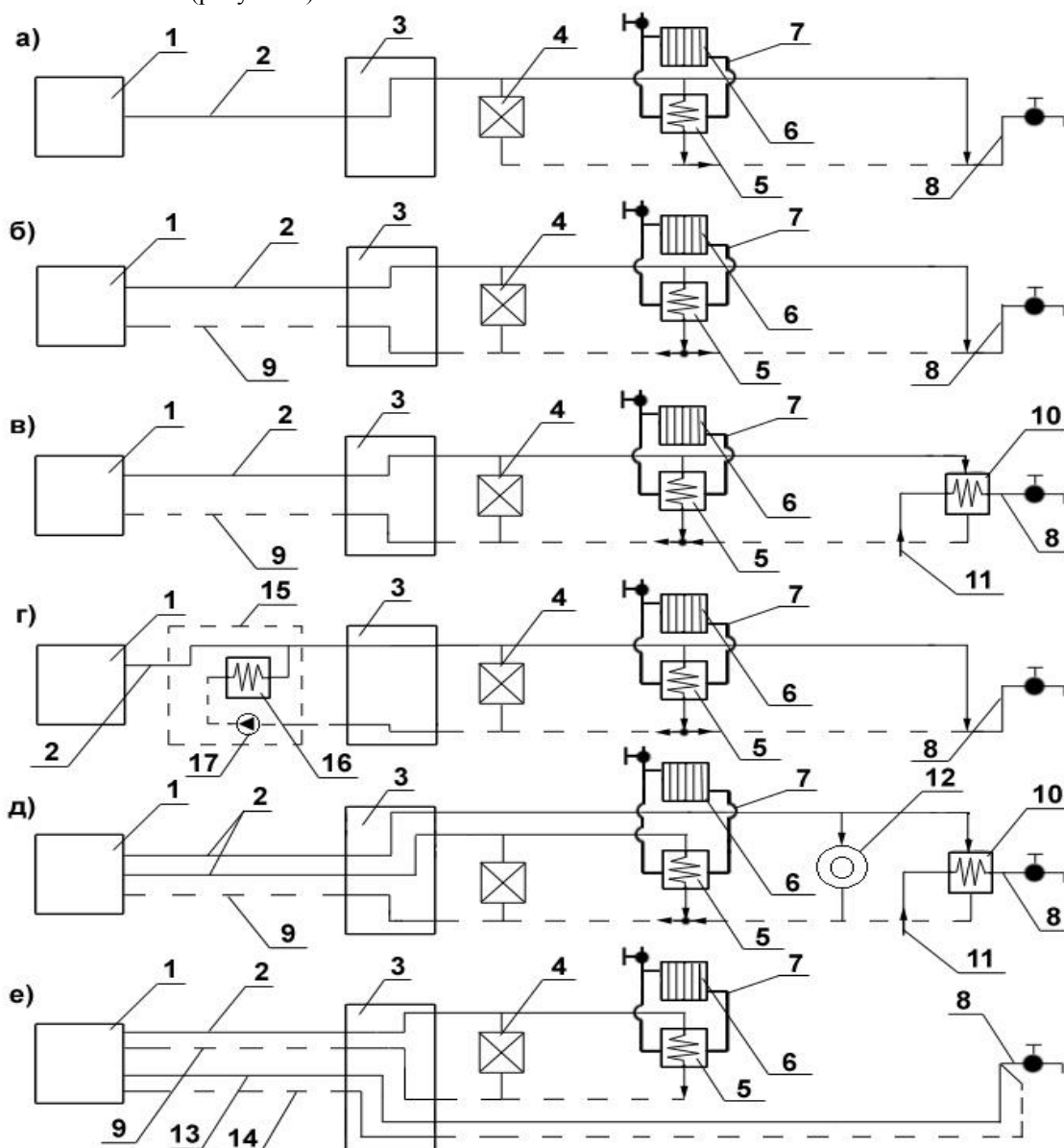


Рисунок – Принципиальные схемы водяных систем теплоснабжения

а) – одноконтурная (разомкнутая); б) – 2-х трубная открытая (полузамкнутая);
в) – 2-х трубная закрытая (замкнутая); г) – комбинированная; д) – 3-х трубная; е) – 4-х трубная.

На схемах приняты следующие обозначения:

1 – источник тепла; 2 – подающий трубопровод теплосети; 3 – абонентский ввод; 4 – калорифер вентиляции; 5 – абонентский теплообменник отопления; 6 – отопительный прибор; 7 – трубопроводы местной системы; 8 – местная система горячего водоснабжения; 9 – обратный трубопровод теплосети; 10 – теплообменник горячего водоснабжения; 11 – водопровод холодной воды; 12 – технологический аппарат; 13 –

– подающий трубопровод горячего водоснабжения; 14 – рециркуляционный трубопровод горячего водоснабжения; 15 – котельная; 16 – водогрейный котёл; 17 – насос.

2 Вопросы и задания

Дать анализ открытых и закрытых систем теплоснабжения

1. Переход к теплоснабжению от тепло – энергоцентралей как эффективный путь экономии топлива.
2. Бинарные циклы – как путь повышения использования эксергии.
3. Сравнительный анализ открытых и закрытых систем теплоснабжения.

Практическое занятие №8. Расчет тепловой нагрузки на отопление

1 Теоретическая часть

Максимальная тепловая нагрузка на отопление определяется теплопотерями наружными ограждениями зданий при расчетной температуре наружного воздуха. В общем случае она может быть определена по укрупненным характеристикам здания: строительному объему (V_i) и удельной отопительной характеристике (q_{oi}) из формулы:

$$Q_{oi} = (1 + \mu) q_{oi} \alpha V_i (t_B^p - t_{н.о.}^p), \text{ Вт}$$

где μ – коэффициент инфильтрации, учитывающий расход тепла на подогрев воздуха, поступающего в здание инфильтрацией через неплотности в ограждениях, и определяющийся по «Теплотехническому справочнику» или по формуле:

$$\mu = 0,01 \sqrt{20 H (1 - T_{н.о.}^p / T_{в}^p) + W_{в}^2},$$

где H – свободная высота здания (этажа);

$T_{н.о.}^p, T_{в}^p$ – наружная и внутренняя расчетные температуры воздуха, К;

$t_{н.о.}^p, t_{в}^p$ – то же, но в °С. Определяется по строительным нормам и правилам (СНиП) «Климатология и геофизика» и «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;

$W_{в}$ – средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца в районе строительства. Определяется по СНиП «Климатология и геофизика»;

α – поправочный коэффициент, учитывающий действительное значение расчетной температуры наружного воздуха, т. к. q_{oi} приводится для температуры $t_{н.о.}^p = -30$ °С. Определяется по «Теплотехническому справочнику» или эмпирической формуле:

$$\alpha = 60 / (30 - t_{н.о.}^p) - 0,003 (30 - t_{н.о.}^p).$$

2 Вопросы и задания

Определить максимальную тепловую нагрузку на отопление для здания в г. Ставрополе, исходя из заданного объема здания.

1. Расчет тепловой нагрузки на отопление.
2. Расчетная температура наружного воздуха на отопление.
3. Расчетная температура воздуха в помещении.

Практическое занятие №9. Расчет тепловой нагрузки на вентиляцию

1 Теоретическая часть

Расход тепла на вентиляцию равен количеству тепла, затрачиваемому на подогрев наружного воздуха, подаваемого извне для вентиляции цехов, зданий и отдельных помещений.

При этом, также может быть использован метод расчета по укрупненным показателям, по формуле:

$$Q_{ei} = q_{ei} V_i (t_g^p - t_{n.g}^p),$$

где q_{ei} – удельный расход тепла на вентиляцию здания, Вт/(м³ К);

$t_{n.g}^p$ – расчетная температура наружного воздуха для вентиляции, определяемая по СНиП «Отопление, вентиляция, кондиционирование»;

или по формуле:

$$Q_g = L c_{воз} \rho_{воз} (t_g^p - t_{n.g}^p), \text{ Вт},$$

где L – количество воздуха для расчетного воздухообмена;

$$L = m V_i, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $c_{воз}$ – удельная массовая теплоемкость воздуха;

$\rho_{воз}$ – плотность воздуха;

m – кратность воздухообмена. Кратностью воздухообмена называют величину, характеризующую интенсивность вентиляции. Кратность показывает, сколько раз в течение 1 ч необходимо сменить воздух в объеме данного помещения. Чем сильнее загрязнен воздух в помещении, тем больше должна быть кратность воздухообмена.

2 Вопросы и задания

Определить максимальную тепловую нагрузку на вентиляцию для здания в г. Ставрополе, исходя из заданного объема здания.

1. Расчет тепловой нагрузки на вентиляцию
2. Расчетная температура наружного воздуха на вентиляцию.

Практическое занятие №10. Расчет тепловой нагрузки на горячее водоснабжение

1 Теоретическая часть

Максимальная тепловая нагрузка на горячее водоснабжение определяется количеством тепла, затрачиваемого на подогрев холодной водопроводной воды, используемой для нужд горячего водоснабжения, исходя из норм расхода горячей воды и часовой неравномерности потребления по формуле:

$$Q_{г.в} = \sum n_i a_i c (t_{г.в} - t_{х.в}^3) K_{ч.н} / (24 \cdot 3600), \text{ Вт},$$

где n_i – норма расхода горячей воды, кг/сутки;

a_i – показатель, на который дана норма расхода горячей воды (число технологических аппаратов; число производственных рабочих для цехов и т. п.);

c – теплоемкость воды;

$t_{г.в}, t_{х.в}^3$ – температура горячей воды у потребителя и температура холодной водопроводной воды в зимний период;

$K_{ч.н}$ – коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды, определяемый по эмпирической формуле:

$$K_{ч.н} = 7,5(an)^{0,1}.$$

Расход воды на лабораторные нужды принимается равным 1 – 2 % от расхода на технологические нужды и мойку оборудования; а на санитарно-бытовые нужды – 20 – 30 %.

2 Вопросы и задания

Определить максимальную тепловую нагрузку на горячее водоснабжение для здания в г. Ставрополе, исходя из заданного объема здания.

1. Расчет тепловой нагрузки на горячее водоснабжение.
2. Коэффициент часовой неравномерности нагрузки.
3. Температура горячей воды.

Практическое занятие №11. Расчет тепловой нагрузки на технологические процессы промышленных предприятий

1 Теоретическая часть

Расход тепла на технологические процессы рассчитывают, используя формулы, применяемые в технологии. Нагрузка на аппараты, в которых не происходит фазовых превращений продукта (плавление, кипение), определяется по формуле:

$$Q_m = Ac(t_k - t_n) K_p, \text{ Вт},$$

где A – производительность аппарата по продукту;

c – удельная теплоемкость продукта;

t_k и t_n – конечная и начальная температуры продукта;

K_p – коэффициент регенерации тепла в аппарате.

Чаше тепловую нагрузку на технологические аппараты определяют по паспортным данным аппарата или по формуле:

$$Q_m = A(i_k - i_n) K_p, \text{ Вт},$$

где i_k и i_n – конечная и начальная удельные энтальпии продукта.

2 Вопросы и задания

Определить максимальную тепловую нагрузку на технологию для цеха молочной продукции, исходя из графика загрузки оборудования.

1. Расчет тепловой нагрузки на технологические процессы промышленных предприятий.
2. График загрузки оборудования.

Практическое занятие №12. Использование вторичных энергоресурсов

1 Теоретическая часть

Анализируя тепловой баланс предприятия, следует обратить внимание на большие теплопотери с производственными отходами (охлаждающая или обратная вода, неиспользуемые технологические продукты, избыточные конденсаты, нагретый воздух, горячие газы, продувочная вода и т. д.), сопровождающимися отводом теплоносителя (жидкого, твердого, газообразного). Простым и распространенным способом снижения теплопотерь является возврат отводимого теплоносителя вновь в технологический поток, при этом экономятся возвращаемые рабочая среда и теплота.

Проблема использования ВЭР и защита окружающей среды в пищевой промышленности тесно связаны. Многие предприятия вынуждены выводить из технологического цикла значительное количество отходов, в том числе имеющих повышенную температуру, что приводит к большим теплопотерям, загрязнению окружающей среды и нарушению экологического равновесия.

Те отходы, которые имеют достаточно высокую температуру, являются источниками ВЭР (неиспользованные нагретые воды, дымовые газы, выхлоп из сушильных агрегатов, пары самоиспарения, горячий воздух и т. д.). В настоящее время накоплен достаточный опыт использования низкопотенциальной теплоты. Решение задачи углубленного использования ВЭР проводится по следующим направлениям:

- разработка теплообменных аппаратов, рекуперативных и контактных, работающих при малом температурном напоре;
- возврат нагретых отходящих вод в технологический цикл;
- использование дымовых газов для процессов сушки;
- максимальное использование конденсатов для питания паровых котлов;
- использование избыточных конденсатов для технологических целей;
- внедрение поверхностных конденсаторов;
- использование вторичных паров вакуум-аппаратов и вакуум-испарителей;
- использование паров самоиспарения для нагрева жидкостей;
- применение нагретого воздуха для отопления производственных помещений;
- использование теплоты продувок;
- использование вторичного пара для теплофикации;
- возврат охлаждающей воды в технологический цикл;
- совершенствование конденсатоотводчиков и конденсатных схем;
- замена парового отопления водяным;
- многовариантный расчет тепловых схем и поиск оптимальных решений с целью экономии топлива, электроэнергии, материалов;
- рециркуляция сушильного агента;
- совершенствование схем теплоиспользования с максимальным использованием ВЭР;
- сжатие вторичного пара в струйных и механических компрессорах;
- использование тепловых отходов для производства холода и др

2 Вопросы и задания

1. Классификация вторичных энергоресурсов.
2. Использование вторичных энергоресурсов.
3. Согласование графиков выходы ВЭР и потребителей ВЭР.
4. Проблемы использования ВЭР.

Практическое занятие №13. Использование возобновляемых источников энергии

1 Теоретическая часть

Постоянное сокращение запасов органического топлива на Земле и неизбежная перспектива роста его стоимости, а также все возрастающее загрязнение окружающей среды вредными выбросами при его сжигании в энергетических установках являются стимулом для активного поиска и развития альтернативных энергоисточников. В настоящее время мировое сообщество признало, что в ближайшие десятилетия и, возможно, столетия не предвидится открытие и освоение кардинально нового источника энергии. Поэтому основные надежды и ближайшие планы по развитию мирового энергетического комплекса обращены к ВИЭ, в том числе геотермии, энергии солнца, ветра, биомассы.

Существующие солнечные энергетические технологии позволяют на основе фотоэлектрических преобразователей получать электроэнергию с КПД около 12 – 15 %, а также путем прямого нагрева в коллекторах вырабатывать тепловую энергию. Многие страны сегодня активно применяют солнечные коллекторы для бытовых нужд.

Использование биомассы для выработки электроэнергии является особенно перспективным в сельской местности, на предприятиях деревоперерабатывающей промышленности и других.

Ветроэнергетика активно развивается в Европейских странах, особенно в Дании, Германии и др. Так, на сегодня в Германии общая установленная мощностью ветроагрегатов превышает 12000 тыс. МВт.

Все вышеуказанные энергетические технологии на основе ВИЭ требуют определенной государственной поддержки на первом этапе их развития. Это обусловлено следующими причинами:

1. ВИЭ, как новый вид энергии, требует информационной поддержки и реализации демонстрационных проектов;
2. Для повышения конкурентоспособности и стимулирования развития ВИЭ требуется создание экономических механизмов, направленных на поддержку производства оборудования ВИЭ и реализации производимых электроэнергии и тепла;
3. Подготовка и осуществление проектов ВИЭ в большинстве случаев сегодня сопряжены с рядом барьеров и рисков, которые необходимо точно выявлять и определять механизмы их преодоления;
4. Учитывая относительно большие сроки реализации энергетических проектов ВИЭ (3 – 5 лет и более) необходимо создание благоприятного инвестиционного климата и соответствующих форм обязательств и гарантий для привлечения заемного и инвестиционного капитала в проекты;
5. Важным условием осуществления проектов ВИЭ является льготное налогообложение;
6. Требуется нормативно-законодательная база по ВИЭ, обеспечивающая гарантии на безусловную покупку электроэнергии и тепла, производимых установками ВИЭ.

Экономическое развитие России, как и других стран мира, в значительной степени зависит от выбора энергетической стратегии на ближайшие 30 – 50 лет. Разработанная стратегия развития энергетики до 2020 года, к сожалению, не учитывает в должной мере роль ВИЭ, что является серьезной ошибкой и способно привести в будущем к сдерживанию развития экономики страны. Современные темпы роста тарифов на тепло и электроэнергию превышают темпы увеличения ВВП.

При этом темпы роста цен в промышленности в последние годы существенно опережают рост тарифов на электроэнергию

С другой стороны увеличение тарифов необходимо до уровня, способного обеспечить инвестиции в развитие энергетического комплекса и, прежде всего, ВИЭ.

2 Вопросы и задания

1. Классификация возобновляемых источников энергии.
2. Использование возобновляемых источников энергии.
3. Проблемы использования возобновляемых источников энергии.

Практическое занятие №14. Определение ПДК выбросов

1 Теоретическая часть

Исходя из условия недопустимости нанесения ущерба здоровью человека установлены нормы концентраций вредных примесей в воздухе. Эти нормы определяются как предельно допустимые концентрации в приземном слое атмосферы- (ПДК).

ПДК- есть такое количество вредного вещества в окружающей человека среде, которое при длительном воздействии не оказывает вредного воздействия на здоровье людей и не вызывает неблагоприятных изменений в наследственности.

В последнее время, при определении ПДК, учитывается не только степень влияния загрязнителей на здоровье человека, но и воздействие эти загрязнителей на диких животных, растения, грибы, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом.

Исследования, проведенные в последнее время, показали отсутствие нижних безопасных порогов, а следовательно и ПДК, у канцерогенов и ионизирующей радиации. Любое превышение ими естественных природных фонов опасно для живых организмов хотя бы генетически, в цепи поколений!

Качество природной среды, окружающей человека, оценивается путем сравнения ее фактического состояния с нормативом, который установлен на основе принципа пороговой (безопасной) концентрации.

Исходя из этого принципа, на сегодня, разработано:

- с выше 1000 значений ПДК для загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;
- порядка 800 нормативов для воды;
- 30 нормативов для почв.

Разработаны также нормативы уровней: шума, интенсивности ионизирующих излучений, степени освещенности и вибрации.

Эффект суммации.

В экологических стандартах приводится также перечень вредных веществ и их возможные сочетания, усиливающие эффект негативного воздействия на живые организмы. Этот эффект называют – «эффект суммации вредного воздействия». Примерами таких сочетаний могут служить:

- двуокись азота и окись углерода;
- двуокись азота и диоксид серы;
- диоксид серы и фенол;

При этом значения предельных концентраций определенных компонентов смеси (C_i , мг/м³ воздуха) должны удовлетворять условию

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

2 Вопросы и задания

1. Определение ПДК выбросов.
2. Эффект суммирования выбросов.

Практическое занятие №15. Определение ПДВ выбросов котельных

1 Теоретическая часть

Очистка рабочей среды и вредных выбросов затрудняется тем, что физические свойства большинства промышленных газов слабо различимы. Для них характерны следующие общие признаки: малая плотность, низкая вязкость, малое парциальное давление.

В следствии этого механическими способами удалить вредные газы из потока не удастся.

Основным методом является химическая очистка.

Химические способы состоят в том, что газовые выбросы приводятся в контакт с определенными химическими реагентами, которые вступают в реакцию с вредными газами.

Наиболее распространены жидкие реагенты. Очистка производится в специальных газо-промывательных установках путем пропускания загрязненного газа через слой поглощающей жидкости. Для этих целей могут использоваться устройства мокрой отчистки газов от пыли (скрубберы, циклоны мокрой отчистки).

Выбор промывочной жидкости зависит от типа удаляемого загрязнителя.

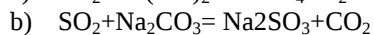
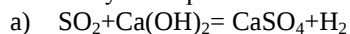
Недостаток метода заключается в том, что 1) утилизация одного вида выброса (вредных газов) порождает проблему утилизации другого загрязнителя – агрессивных кислотно-щелочных растворов; и 2) непрерывном расходе реагентов.

Образующиеся растворы аккумулируют в специальных бассейнах-шламонакопителях. При большой открытой поверхности шламонакопителя возможен естественный выпад в количестве равном производительности по жидким стокам.

Способы удаления вредных газов

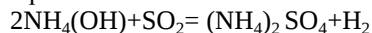
Сернистый ангидрид $H_2O + SO_2 = H_2SO_3$

Используется промывка известковым раствором, содой или едким натром



Недостаток метода – высокая стоимость реагентов.

Промывка амиаком позволяет получить полезное удобрение



$(NH_4)_2 SO_4$ – сульфат аммония- удобрение



В целях интенсификации процессов поглощения вредных газов используются адсорбенты-вещества, на поверхности которых происходит поглощение газов.

Наиболее распространенный адсорбент- активированный уголь.

Недостаток- высокая стоимость адсорбента и проблема его регенерации, что не всегда в принципе возможно.

2 Вопросы и задания

1. Определение ПДВ выбросов котельных.
2. Фоновая концентрация выбросов.

Практическое занятие №16. Очистка газопылевых выбросов

1 Теоретическая часть

Юридической основой таких мер являются законодательные акты, принятые Государственной Думой РФ и нормативная документация государственных органов (СниПы, инструкции и методики расчета Государственного Комитета РФ по охране окружающей среды).

Для защиты атмосферы принимаются меры конструктивно-технологического, планирования и санитарно-технического характера.

Конструкторско-технологические меры.

Эти меры направлены на разработку и применение технологии, обеспечивающий минимальный выброс вредных веществ, в том числе и безотходных технологий. Сюда же относят так же работы по герметизации оборудования, технологии под разряжением, применение «мокрых» процессов.

Пассивной мерой защиты является строительство высоких труб рассеивания выбросов, применяемое в случае исчерпания всех возможных активных технологий.

Планировочные меры.

Планировочные меры включают:

- выбор под застройку хорошо проветриваемых склонов, свободных от явлений инверсии и кумуляции загрязнений в приземном слое атмосферы;
- рациональное взаимное расположение источников выбросов и жилых массивов с учетом направления господствующих ветров;
- создание зеленых санитарных защитных зон между источниками выбросов и жилыми застройками.

Санитарно технические меры направлены на отчистку выбросов от взвешенных и газообразных вредных веществ до безопасных уровней, определенных нормами ПДК и ПДВ (предельно допустимые выбросы, г/с).

Очистки газовых выбросов от взвешенных механических частиц осуществляется в устройствах механической и электрической отчистки.

По принципу действия механические устройства подразделяются на: гравитационные, инерционные, центробежные, ротационные и фильтрационные.

Электрические устройства подразделяются на: электрофильтрационные и электромагнитные.

2 Вопросы и задания

1. Очистка газопылевых выбросов.
2. Классификация аппаратов очистки газопылевых выбросов.
3. Очистка сточных вод.
4. Классификация аппаратов очистки сточных вод.

Практическое занятие №17. Выбор рациональной системы отопления здания

1 Теоретическая часть

Системы отопления включают в себя следующие основные элементы:

- теплогенератор;
- теплопроводы;
- отопительные приборы.

В зависимости от взаимного расположения этих элементов, системы отопления разделяют:

- на централизованные (теплогенератор находится вне отопительной установки и предназначен для выработки тепловой энергии для нескольких объектов);
 - местные;
 - индивидуальные.

Основные виды и области применения систем отопления

Основные виды систем отопления:

- системы водяного отопления;
- системы парового отопления;
- системы воздушного отопления;
- системы панельно-лучистого отопления;
- системы электрического отопления;
- газовое отопление;
- печное отопление.

Наиболее широкое распространение получили системы водяного отопления как одни из наиболее дешевых, удобных и надежных систем, с достаточным уровнем комфортности.

Системы парового отопления вследствие своих недостатков (высокая температура поверхности приборов, сложность регулирования теплоотдачи, высокая шумность и др.) применяются ограниченно, только для отопления отдельных категорий производственных помещений.

Системы воздушного отопления рекомендуется применять при совмещении систем отопления и вентиляции при отоплении промышленных предприятий и при устройстве тепловых завес в промышленных и гражданских зданиях. В настоящее время рекомендуются для индивидуального отопления домов.

Системы панельно-лучистого отопления являются одними из самых комфортных по санитарно-гигиеническим показателям, но в связи с высокими капитальными затратами и низкой надежностью применяются редко. Начинают находить применение в виде теплых полов при использовании металлопластиковых труб.

Применение систем электрического отопления экономически целесообразно в радиусе 100 км от гидроэлектростанций. В остальных случаях применяется в качестве дежурного отопления. Перспективно использование тепловых насосов. При технико-экономическом обосновании могут применяться вихревые теплогенераторы Газовое и печное отопление. В связи с высокой долей сельского населения в стране имеет достаточно большое распространение, хотя и имеет низкую эффективность и низкие санитарно-гигиенические показатели.

В индивидуальном строительстве увеличивается доля применения каминов, обеспечивающих: быстрый прогрев помещений за счет радиационного способа отопления, хорошую вентиляцию и высокие архитектурные показатели.

2 Вопросы и задания

1. Характеристика конвективных систем отопления.
2. Характеристика радиационных систем отопления.
3. Критерии выбора рациональной системы отопления здания

Практическое занятие №18. Учет вырабатываемой и потребляемой тепловой энергии

1 Теоретическая часть

Узел учета тепловой энергии оборудуется средствами измерения (теплосчетчиками, водосчетчиками, тепловычислителями, счетчиками пара, приборами, регистрирующими параметры теплоносителя, и др.), зарегистрированными в Государственном реестре средств измерений и имеющими сертификат Главэнергонадзора Российской Федерации.

При использовании для учета тепловой энергии теплосчетчиков, тепловычислителей и счетчиков массы (объема), реализующих принцип измерения расхода теплоносителя методом переменного перепада давления (где в качестве сужающего устройства используется диафрагма, сопло или другое сужающее устройство, выполненное в соответствии с требованиями РД50-411-83), узел учета должен быть аттестован в индивидуальном порядке Госстандартом и согласован с Госэнергонадзором.

Каждый прибор учета должен проходить поверку с периодичностью, предусмотренной для него Госстандартом. Приборы учета, у которых истек срок действия поверки и (или) сертификации, а также исключенные из реестра средств измерений, к эксплуатации не допускаются.

Выбор приборов учета для использования на узле учета источника теплоты осуществляет энергоснабжающая организация по согласованию с Госэнергонадзором.

Выбор приборов учета для использования на узле учета потребителя осуществляет потребитель по согласованию с энергоснабжающей организацией.

В случае разногласий между потребителем и энергоснабжающей организацией по типам приборов учета, окончательное решение принимается Госэнергонадзором.

Приборы учета должны быть защищены от несанкционированного вмешательства в их работу, нарушающего достоверный учет тепловой энергии, массы (или объема) и регистрацию параметров теплоносителя.

Требования к метрологическим характеристикам приборов учета

В настоящих правилах установлены требования к метрологическим характеристикам приборов учета, измеряющих тепловую энергию, массу (объем) воды, пара и конденсата и регистрирующих параметры теплоносителя для условий эксплуатации, определенных Договором.

Теплосчетчики должны обеспечивать измерение тепловой энергии горячей воды с относительной погрешностью не более:

- 5 %, при разности температур между подающим и обратным трубопроводами от 10 до 20 градусов С;

- 4 %, при разности температур между подающим и обратным трубопроводами более 20 градусов С.

Теплосчетчики должны обеспечивать измерение тепловой энергии пара с относительной погрешностью не более:

- 5 % в диапазоне расхода пара от 10 до 30 %;

- 4 % в диапазоне расхода пара от 30 до 100 %.

Водосчетчики должны обеспечивать измерение массы (объема) теплоносителя с относительной погрешностью не более:

- 2 % в диапазоне расхода воды и конденсата от 4 до 100 %.

Счетчики пара должны обеспечивать измерение массы теплоносителя с относительной погрешностью не более:

- 3 % в диапазоне расхода пара от 10 до 100 %.

Приборы учета, регистрирующие давление теплоносителя, должны обеспечивать измерение давления с относительной погрешностью не более 2 %.

Приборы учета, регистрирующие время, должны обеспечивать измерение текущего времени с относительной погрешностью не более 0,1 %.

2 Вопросы и задания

1. Правила учета вырабатываемой тепловой энергии.
2. Правила учета потребляемой тепловой энергии.
3. Методы измерения количества вырабатываемой и потребляемой тепловой энергии.
4. Приборы учета вырабатываемой и потребляемой тепловой энергии.

Список рекомендуемой литературы

1. Мартишина, Н. И. История, философия, логика и методология науки : учебное пособие / Н. И. Мартишина, Е. О. Акишина, А. А. Черняков. — Новосибирск : СГУПС, 2022. — 140 с.
2. История и методология науки: философские и общенаучные методы познания : учебное пособие / составитель М. А. Носоченко. — Барнаул : АлтГИК, 2022. — 171 с.
3. Финько, А. В. История и методология науки : учебное пособие / А. В. Финько, Е. А. Мильская, О. Н. Наумова. — Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2020. — 59 с.
4. Удотова, О. А. История и методология науки : учебное пособие / О. А. Удотова. — Москва : ФЛИНТА, 2021. — 53 с.

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по организации самостоятельной работы
по дисциплине
«История и методология теплогазоснабжения населенных мест и
предприятий»**

по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство»

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

Содержание

Введение

1. Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины
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

Введение

Целью изучения дисциплины «История и методология теплогазоснабжения населенных мест и предприятий» является формирование компетенции ПК-4 будущего магистра по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, направленность (профиль) Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий.

Задачей дисциплины является изучение: истории и методологии теплогазоснабжения населенных мест и предприятий, определяющих эффективность использования тепловой энергии.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

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 «История и методология теплогазоснабжения населенных мест и предприятий» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

1. Самостоятельное изучение теоретического материала;
2. Подготовка к лекционным занятиям;
3. Подготовка к практическим занятиям;
4. Подготовка к экзамену.

2. План-график выполнения самостоятельной работы

Код реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Форма контроля	Сроки выполнения
1 семестр			
ПК-4	Изучение литературы по темам дисциплины	Конспект Собеседование	Еженедельно
ПК-4	Подготовка к лекциям	Конспект Собеседование	Еженедельно
ПК-4	Подготовка к практическим занятиям	Отчет по практическим занятиям Собеседование	Еженедельно

3. Контрольные точки и виды отчетности по ним

Рейтинговая система не предусмотрена

4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При изучении дисциплины «История и методология теплогазоснабжения населенных мест и предприятий» учебным планом предусмотрены аудиторские занятия (лекции и практические), а также самостоятельная работа студентов (СРС) по изучению основной и дополнительной литературы и РГР.

Основными формами работы и контроля СРС в данной дисциплине является самостоятельное изучение основного и дополнительного теоретического материала по темам и выполнение РГР, представленным в рабочей программе дисциплины. Отчет по данной форме контроля представляется в форме конспекта и РГР. 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 и выполненной РГР. Ниже приведены вопросы для собеседования по темам дисциплины «История и методология теплогазоснабжения населенных мест и предприятий».

Вопросы для собеседования к практическим занятиям по дисциплине «История и методология теплогазоснабжения населенных мест и предприятий»

1 семестр Базовый уровень

Практическое занятие № 1.

- 8. Развитие представлений о природе теплоты до открытия закона сохранения и превращения энергии.**
- 9. Накопление опытных фактов и формирование основных понятий.**
10. Методологические аспекты термодинамики и молекулярной физики.
11. Две гипотезы о природе теплоты, их истоки и развитие.
12. Развитие корпускулярной гипотезы о природе теплоты.
13. Корпускулярная гипотеза и теория теплорода.
14. Экспериментальные и теоретические исследования тепловых явлений в первой половине XIX в.

Практическое занятие № 2.

2. Исследование Сади Карно.

Практическое занятие № 3.

3. Зарождение термодинамики.
4. Открытие принципа эквивалентности теплоты и работы — первого начала термодинамики.
5. Открытие второго начала термодинамики.

Практическое занятие № 4.

3. Развитие феноменологической термодинамики во второй половине XIX в.
4. Развитие и обобщение принципов термодинамики в XX в.

Практическое занятие № 5.

6. Развитие молекулярно-кинетической теории в XIX в.
7. Механицизм и второе начало термодинамики.
8. Статистическое обоснование второго начала термодинамики.
9. Открытие и исследование броуновского движения.
10. Развитие статистической теории Больцмана.

Практическое занятие № 6.

- 4. Развитие термодинамических и статистических методов исследования свойств вещества.**
5. Развитие учения о критическом состоянии вещества
6. Теория реальных газов и жидкостей.

Практическое занятие № 7.

4. Переход к теплоснабжению от тепло – энергоцентральной как эффективный путь экономии топлива.
5. Бинарные циклы – как путь повышения использования эксергии.
6. Сравнительный анализ открытых и закрытых систем теплоснабжения .

Практическое занятие № 8.

4. Расчет тепловой нагрузки на отопление.
5. Расчетная температура наружного воздуха на отопление.
6. Расчетная температура воздуха в помещении.

Практическое занятие № 9.

3. Расчет тепловой нагрузки на вентиляцию
4. Расчетная температура наружного воздуха на вентиляцию.

Практическое занятие № 10.

4. Расчет тепловой нагрузки на горячее водоснабжение.
5. Коэффициент часовой неравномерности нагрузки.
6. Температура горячей воды.

Практическое занятие № 11.

3. Расчет тепловой нагрузки на технологические процессы промышленных предприятий.
4. График загрузки оборудования.

Практическое занятие № 12.

5. Классификация вторичных энергоресурсов.
6. Использование вторичных энергоресурсов.
7. Согласование графиков выходы ВЭР и потребителей ВЭР.
8. Проблемы использования ВЭР.

Практическое занятие № 13.

4. Классификация возобновляемых источников энергии.
5. Использование возобновляемых источников энергии.
6. Проблемы использования возобновляемых источников энергии.

Практическое занятие № 14.

3. Определение ПДК выбросов.
4. Эффект суммирования выбросов.

Практическое занятие № 15.

3. Определение ПДВ выбросов котельных.
4. Фоновая концентрация выбросов.

Практическое занятие № 16.

5. Очистка газопылевых выбросов.
6. Классификация аппаратов очистки газопылевых выбросов.
7. Очистка сточных вод.
8. Классификация аппаратов очистки сточных вод.

Практическое занятие № 17.

4. Характеристика конвективных систем отопления.
5. Характеристика радиационных систем отопления.
6. Критерии выбора рациональной системы отопления здания

Практическое занятие № 18.

5. Правила учета вырабатываемой тепловой энергии.
6. Правила учета потребляемой тепловой энергии.
7. Методы измерения количества вырабатываемой и потребляемой тепловой энергии.
8. Приборы учета вырабатываемой и потребляемой тепловой энергии.

Повышенный уровень

1. Аналитический метод технической термодинамики.
2. Графо-аналитические методы термодинамики.
3. Диаграммы для исследования термодинамических процессов.
4. Диаграммы для исследования термодинамических циклов.
5. Понятие внутренней энергии.
6. 1-й закон термодинамики как частный случай всеобщего закона сохранения энергии.
7. 2-й закон термодинамики и его значение для научных исследований.
8. Статистическое определение энтропии.
9. Понятие об эксергии.

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

Текущая аттестация студентов проводится преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине «История и методология теплогазоснабжения населенных мест и предприятий» в форме собеседования.

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: защиту отчета по практическим занятиям.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенцию ПК-4.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить лекционный материал, материалы практических занятий, а также вопросы, выносимые на самостоятельное изучение.

Данное оценочное мероприятия 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 защите отчета по практическим занятиям оцениваются:

- оформление;
- аккуратность и точность в расчетах;
- умение ориентироваться в тексте работы;
- правильность ответов на дополнительные вопросы по теме отчета.

Критерии оценивания компетенций

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если в отчете правильно и аккуратно выполнены все расчеты, результаты собеседования с преподавателем положительные. Студент обладает сформированными систематическими знаниями, сформированными целостными умениями, успешным и систематическим применением навыков.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если отчет выполнен правильно с учетом 2-3 недочетов, исправленных самостоятельно, результаты собеседования положительные. Студент 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 студенту, если отчет выполнен правильно не менее чем наполовину, допущены 1-2 погрешности или одна грубая ошибка, в результате собеседования с преподавателем высказаны замечания. Студент обладает общими, но не структурированными знаниями, в целом успешным, но не систематическим умением, в целом успешным, но не систематическим применением навыков.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если в отчете допущены 2 (и более) грубые ошибки, которые обучающийся не может исправить даже по требованию преподавателя, в результате собеседования с руководителем высказаны замечания. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента, или ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказался от ответа. Студент обладает фрагментарными знаниями, частично освоенным умением, фрагментарным применением навыков.

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	1-3	1-5	1-8
2	Подготовка к лекциям	1-3	1-5	1-8
3	Подготовка к практическим занятиям	1-3	1-5	1-8

Рекомендации по самостоятельному изучению литературы по темам дисциплины

Самостоятельная работа является важнейшим элементом учебного процесса, так

как это один из основных методов освоения учебной дисциплины и овладения навыками профессиональной деятельности.

На лекциях преподаватель знакомит студентов с основными положениями темы, а дальнейшее усвоение материала связано с самостоятельной работой. Развитие умений самостоятельной работы происходит в процессе подготовки к занятиям. Развиваются умения самостоятельного поиска, отбора и переработки информации. Этому способствуют разные формы постановки заданий для подготовки к занятию – количество вопросов и их формулировка, указание конкретных источников, разделов, страниц – или предоставление студентам возможности самостоятельного поиска. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

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 «Основы технологии систем теплогазоснабжения и вентиляции», 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 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.

6. Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Мартишина, Н. И. История, философия, логика и методология науки : учебное пособие / Н. И. Мартишина, Е. О. Акишина, А. А. Черняков. — Новосибирск : СГУПС, 2022. — 140 с.
2. История и методология науки: философские и общенаучные методы познания : учебное пособие / составитель М. А. Носоченко. — Барнаул : АлтГИК, 2022. — 171 с.

Перечень дополнительной литературы:

1. Финько, А. В. История и методология науки : учебное пособие / А. В. Финько, Е. А. Мильская, О. Н. Наумова. — Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2020. — 59 с.
- . Удотова, О. А. История и методология науки : учебное пособие / О. А. Удотова. — Москва : ФЛИНТА, 2021. — 53 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

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»