

7528

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Кафедра безопасности жизнедеятельности
и промышленной теплотехники

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Методические указания, контрольные задания
для студентов специальностей 140504, 190603
факультета заочного обучения и экстерната

Второе издание, исправленное



Санкт-Петербург 2007

Теплоснабжение

УДК 697 32. 001

Рахманов Ю.А. Теплоснабжение промышленных предприятий: Метод. указания, контрольные задания для студентов спец. 140504 и 190603 факультета заочного обучения и экстерната. 2 - е изд., испр. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2007. – 33 с.

Изложены основные разделы рабочей программы дисциплины, приведены методические указания, вопросы для самоподготовки, задачи для контрольной работы, список литературы и справочные материалы (приложение), необходимые при изучении дисциплины и выполнении контрольной работы.

Рецензент
Доктор техн. наук, доц. В.П. Суетинов

Рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

© Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 2000, 2007

топлива, анализ газообразных продуктов сгорания, ознакомление с устройством и работой котельного агрегата).

Выполнив контрольную и лабораторные работы, студенты специализаций 190603 и 140504 проходят собеседование по выполненным работам и сдают зачет.

При собеседовании от студента требуется умение пояснить смысл и ход решения задач контрольной работы, а также знание методик проведения лабораторных работ, понимание их теоретической основы, физики и химии процессов и явлений, их практической значимости и умение делать выводы и рекомендации из полученных результатов.

Требования, предъявляемые на зачете, включают в себя следующее: знание теории в пределах изложенной в данных методических указаниях тематики программы дисциплины и понимание физико-химической сущности явлений и процессов; умение применять основные теоретические положения дисциплины и расчетные зависимости в решении практических задач.

СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ “ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ”

ВВЕДЕНИЕ

На современных предприятиях при осуществлении производственных процессов и технологий широко используются тепловые процессы (нагревание, охлаждение, испарение, кипение, сушка, конденсация, горение и т. д.). они реализуются в таких технологических процессах как пастеризация, стерилизация, варка, сушка, выпечка, опалка, копчение, десорбция, системах отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и газоздушных смесей, горячего водоснабжения, получение жидкого и твердого диоксида углерода, теплоиспользующих холодильных машинах и т. д.

В связи с этим для современных предприятий большое значение имеет рациональная организация их теплоснабжения.

Цель дисциплины “Теплоснабжение промышленных предприятий” – теоретически и практически научить студентов основам организации грамотной эксплуатации современного теплового оборудования предприятий, обоснованному подходу к решению теплотехнических вопросов, относящихся к тепло- и газоснабжению предприятий для обеспечения максимальной экономии топливно-энергетических ресурсов и сырья, использованию побочных энергоресурсов.

Раздел 1. Системы теплоснабжения промышленных предприятий

Тема 1.1. Введение, основные понятия и определения

Предмет и назначение дисциплины “Теплоснабжение промышленных предприятий”. Основные потребители теплоты и применяемые энергоносители. Понятие о теплоснабжении. Эффективность получения теплоты и электрической энергии. Принципиальная схема теплоснабжения предприятия.

Структурная схема и эффективность получения, преобразования и использования электрической энергии. Проблемы развития теплоэнергетики в России и роль инженеров в решении задач экономии топливно-энергетических ресурсов и обеспечении экологической безопасности при получении и использовании теплоты.

Тема 1.2. Основные характеристики потребителей теплоты промышленных предприятий

Сезонные и круглогодичные потребители теплоты и их характеристики. Укрупненные расходы теплоты на технологическое теплопотребление, горячее водоснабжение, отопление и вентиляцию.

Тема 1.3. Системы теплоснабжения промышленных предприятий

Классификация систем теплоснабжения. Принципиальные схемы водяных закрытых и открытых систем теплоснабжения, паровых систем теплоснабжения с возвратом конденсата и без возврата конденсата. Выбор рациональной схемы системы теплоснабжения и источника теплоты.

Раздел 2. Промышленные теплоэнергетические установки

Тема 2.1. Основные способы и принципы получения теплоты

Понятие о котельной установке. Технологическая схема и основные рабочие процессы паровой котельной установки. Котельный агрегат и его элементы.

Понятие об основах теории горения и принципах организации технологии сжигания топлива в энергетических и технологических топках теплогенерирующих и теплоиспользующих систем и огневого

Раздел 3. Основы энерготехнологии, побочные энергоресурсы и методы их рекуперации

Понятие об энерготехнологических системах (ЭТС). Применение ЭТС в России и за рубежом. Анализ и оценка эффективности ЭТС на основе энергетического и материального балансов. Побочные энергетические ресурсы (ПЭР) предприятий и методы их рекуперации для целей тепло- и холодоснабжения. Оценка технико-экономической эффективности рекуперации ПЭР.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

Раздел 1. Теплоснабжение промышленных предприятий

1. Основные потребители теплоты промышленных предприятий.
2. Сезонные и круглогодичные потребители теплоты.
3. Теплоносители, используемые на промышленных предприятиях.
4. Назначение и виды теплоэнергетических установок.
5. Эффективность получения теплоты и электрической энергии.
6. Понятие о теплоснабжении.
7. Структурная схема получения и использования теплоты и электрической энергии. Значение деятельности инженера в области экономии топливно-энергетических ресурсов.
8. Основные направления развития теплоэнергетики в России. Роль инженеров в экономии топливно-энергетических ресурсов и обеспечении экологической безопасности при получении и использовании теплоты.
9. Особенности технологического теплопотребления. Укрупненные расходы теплоты.
10. Особенности теплопотребления системы отопления. Укрупненные расходы теплоты.
11. Особенности теплопотребления системы вентиляции. Укрупненные расходы теплоты.
12. Особенности теплопотребления системы горячего водоснабжения. Укрупненные расходы теплоты.
13. Характеристики режимов теплопотребления.
14. Определение мощности теплопотребления пищевого предприятия. Выбор источника теплоты.

37. Схема газоснабжения потребителей, присоединяемых к газовой сети низкого давления.
38. Понятие о генераторах (источниках) теплоты в виде пара, горячей воды, горячего воздуха, дымовых газов и газоздушных смесей, применяемых на промышленных предприятиях.
39. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии и перспективы их использования.
40. Устройство и основные рабочие процессы вертикально-водотрубного котла. Расход топлива на котел.
41. Тепловой баланс и коэффициент полезного действия котельного агрегата. Расход топлива на котел.
42. Основы рациональной и безопасной эксплуатации генераторов теплоты.
43. Принципы теплового расчета котельных агрегатов (генераторов теплоты).
44. Принципы аэродинамического расчета котельных агрегатов (генераторов теплоты), включая самотягу.
45. Питательные устройства генераторов теплоты.
46. Естественная и искусственная тяга.
47. Показатели качества питательной и сетевой воды. Назначение водоподготовки.
48. Умягчение воды.
49. Деаэрация воды.
50. Техничко-экономические показатели отпускаемой теплоты.
51. Схема и принцип работы одноступенчатой паровой турбины. Графики изменения скорости и давления пара.
52. Преобразование энергии пара в турбине. Изображение процесса в h - S -диаграмме. Расход пара на турбину.
53. Четырехтактный карбюраторный двигатель. Принцип работы. Индикаторная диаграмма.
54. Четырехтактный дизель. Принцип работы. Индикаторная диаграмма.
55. Тепловой баланс двигателя внутреннего сгорания.
56. Показатели эффективности двигателя внутреннего сгорания. Расход топлива.

Раздел 3. Основы энерготехнологии, побочные энергоресурсы и методы их рекуперации

57. Понятие об энерготехнологии пищевых производств. Анализ и оценка эффективности энерготехнологии и реализующих ее систем.

58. Побочные энергоресурсы пищевых предприятий. Методы их выявления.
59. Методы рекуперации побочных энергоресурсов (ПЭР) пищевых производств.
60. Оценка технико-экономической эффективности рекуперации побочных энергоресурсов пищевых предприятий.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

К выполнению контрольной работы следует приступать только после внимательного изучения соответствующего раздела курса. Кроме того, рекомендуется предварительно ознакомиться с ходом решения аналогичных задач по учебной литературе [5].

Контрольные задачи составлены по 100-вариантной (численной) системе, в которой исходные данные к каждой задаче выбираются из соответствующих таблиц (1, 2, 3, 4, 5) по последней и предпоследней цифрам шифра (личного номера) студента-заочника. Работы, выполненные не по своему варианту, не рассматриваются.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие условия:

- 1) номера варианта (от 0 до 99) выбирать по двум последним цифрам шифра зачетной книжки;
- 2) полностью выписать условия задач и исходные данные;
- 3) решение задач сопровождать коротким пояснительным текстом, в котором указывать наименование определяемых величин, приводить формулы, числовые значения и вычисления в единицах СИ; решение иллюстрировать схемами и графиками;
- 4) в тексте работы приводить ссылки на литературу, а в конце контрольной работы дать список использованной литературы;
- 5) в работе, направляемой на повторную проверку после исправлений, должны быть сохранены замечания рецензента;
- 6) работа должна быть подписана студентом.

Следует иметь в виду, что прием контрольных работ на рецензии прекращается за 10 дней до начала лабораторно-экзаменационной сессии.

Заданием на контрольную работу служат нижеприведенные условия задач 1, 2, 3, 4, 5.

Задача 1

Заданы вид топлива, паропроизводительность котельного агрегата D , давление пара в котле p_n , температуры перегретого пара $t_{пе}$, питательной воды $t_{пв}$ и уходящих дымовых газов $t_{ух}$, величина продувки $\beta_{пр}$ и присосы холодного воздуха по газовому тракту котельного агрегата $\Delta\alpha$. Определить:

- состав рабочего топлива и его удельную низшую теплоту сгорания Q_H^P ;
- способ сжигания топлива, тип топки, значение коэффициента избытка (расхода) воздуха в топке α_T и за котельным агрегатом $\alpha_{ух}$ (с учетом присоса холодного воздуха по газовому тракту $\Delta\alpha$);
- теоретическую температуру горения при α_T ;
- потери теплоты с уходящими газами q_2 ;
- коэффициент полезного действия котельного агрегата брутто $\eta_{к.б.р.}$;
- расход натурального и условного топлива для получения пара;
- испарительность натурального и условного топлива;
- объем и площадь зеркала горения решетки (при сжигании твердого топлива) топочного устройства;
- расход продуктов сгорания, в том числе диоксида углерода, серы, азота, водяных паров и золы (при сжигании твердого топлива).

Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл. 1.

Указания:

1. Состав и удельная низшая теплота сгорания топлива, а также рекомендации по выбору типа топки и значения коэффициента избытка воздуха α_T , приведены в справочных таблицах 1–6 приложения.

2. При определении теоретической температуры горения температуру воздуха перед топкой принимать при сжигании газа и мазута равной 25–30 °С, при сжигании твердого топлива – в соответствии с расчетными характеристиками топок, приведенными в табл. 4 приложения 1.

3. Определение теоретической температуры горения t_a производить при помощи $H-I$, диаграммы, для построения которой предварительно вычислить энтальпии продуктов сгорания при температурах 1500 и 2000 °С.

4. Величину потерь теплоты с уходящими газами q_2 , %, определять по формуле

$$q_2 = (H_{yx} - \alpha_{yx} H_{xв}^0) \cdot (100 - q_4) / Q_H^p,$$

где H_{yx} – энтальпия уходящих газов при α_{yx} и t_{yx} , кДж/кг; $H_{xв}^0$ – энтальпия теоретического количества воздуха, поступившего в котельный агрегат при температуре 30 °С; Q_H^p – удельная низшая теплота сгорания рабочей массы топлива, кДж/кг; q_4 – потери от механического недожога, %.

5. Величину потерь теплоты от химического q_3 , механического недожога q_4 и от наружного охлаждения q_5 принять согласно справочным таблицам приложения 4, 5, 6.

6. Объем V_T и площадь зеркала горения $R_{зг}$ (для слоевых топков) топки определять с помощью известных расходов топлива B , кг/с, и тепловых напряжений (плотностей теплового потока) топочного объема $q_V = B \cdot Q_H^p / V_T$, кВт/м³ и зеркала горения $q_R = B \cdot Q_H^p / R_{зг}$, кВт/м².

7. Расходы составляющих продуктов сгорания \dot{V}_{Ti} , м³/с и \dot{G}_i , м/с могут определяться по формулам

$$\dot{V}_{Ti} = V_{Ti} \cdot B,$$

$$\dot{G}_{Ti} = 0,01 \cdot A^p \cdot B,$$

где V_{Ti} – объем составляющих дымовых газов, м³/кг; A^p – содержание золы в топливе, %.

Ответить на вопросы:

1. Как зависит теоретическая температура горения от коэффициента избытка воздуха α_T и температуры воздуха перед топкой?

2. Как зависит потеря теплоты с уходящими газами q_2 от температуры уходящих газов и коэффициента избытка воздуха α_{yx} ?

Кроме того, изобразить схему котельной установки и дать с краткое описание.

Таблица 1

Исходные данные для решения задачи 1

Последняя цифра шифра	Вид топлива	Предпоследняя цифра шифра	D , т/ч	β_{np} , %	$\Delta\alpha$	$P_{п}$, МПа	$t_{не}$, °С	$t_{пр}$, °С	Q_{ys} , °С
0	Газ. Газопровод Ставрополь-Грозный	4	4	3	0,27	1,4	240	100	135
1	Уголь Воркутинский Ж	5	6,5	3,5	0,25	2,4	300	104	130
2	Уголь Черемховский Д	3	1	4,5	0,32	0,17	Нас.	50	155
3	Газ. Газопровод Брянск-Москва	0	10	2,5	0,26	2,4	370	102	120
4	Газ биологический животно- водческих ферм	6	20	2	0,22	2,4	240	102	140
5	Уголь Назаровский Б	1	20	2	0,22	1,4	250	100	135
6	Газ. Газопровод Брянск-Москва	0	10	2,5	0,26	2,4	370	102	120
7	Уголь Кизеловский Г	9	6,5	3	0,24	1,4	250	100	145
8	Мазут малосернистый 40	8	4	4	0,25	1,4	Нас.	102	150
9	Уголь Подмосковный Б	7	1	5	0,3	0,9	Нас.	50	170

Таблица 2

Исходные данные для решения задачи 2

Последняя цифра шифра	p_0 , МПа	t_0 , °С	p_x , МПа	$p_{орт}$, МПа	$p_{отр}$, МПа	Предпоследняя цифра шифра	G , т/ч	$G_{орт}$, т/ч	$\eta_{отр}$	η_m	$\eta_{отр}$
0	3,43	435	-	-	0,4	8	33	18	0,8	0,97	0,96
1	2,4	370	0,0049	0,49	-	9	9,8	7	0,72	0,93	0,94
2	1,47	350	-	-	0,4	0	30	15	0,68	0,98	0,95
3	3,43	435	0,0049	0,5	-	1	10	8	0,74	0,94	0,98
4	2,4	370	0,0049	0,4	-	2	12	8	0,72	0,95	0,96
5	1,47	350	-	-	0,7	3	34	20	0,76	0,96	0,97
6	3,43	435	0,0049	0,12	-	4	9,8	7	0,66	0,92	0,93
7	1,47	350	-	-	0,3	5	22	10	0,7	0,98	0,97
8	2,4	370	-	-	0,5	6	30	12	0,75	0,96	0,95
9	1,47	350	-	-	0,6	7	35	20	0,78	0,99	0,97

охлаждающей воды, кДж/(кг · К); $t_{0в}^{\prime}$, $t_{0в}^{\prime\prime}$ – температура охлаждающей воды соответственно при входе и выходе из конденсатора, °С.

3. Для противодавленческой паровой турбины определяются: расход теплоты (мощность), отпускаемой потребителю, кВт,

$$Q_T = G (h_2 - h_{к.т}),$$

где $h_2 = h_1 - (w_S \cdot \eta_0)$ – энтальпия пара, отпускаемого потребителю, кДж/кг, принимается при температуре 70 °С; относительное комбинированное получение электрической энергии на внешнем тепловом потреблении $\varepsilon_0 = \frac{N_э}{Q_T}$.

Аналогично определяются для конденсационной паровой турбины с отбором пара: расход теплоты, отпускаемой потребителю, кВт,

$$Q_T = G_{отб} (h_{2отб} - h_{к.т}),$$

где $h_{2отб} = h_1 - (w_{отб} \cdot \eta_0)$ – энтальпия пара, отпускаемого потребителю, кДж/кг.

4. Энергетическая эффективность комбинированного получения отпускаемых теплоты и электрической энергии определяется (годовой) экономией топлива ΔB по сравнению с замещаемым отдельным способом получения отпускаемых видов энергетической продукции: теплоты Q_T в котельной, электрической энергии $N_э$ на тепловых конденсационных электростанциях (КЭС), кг/с,

$$\Delta B = B_{кэс} + B_{ку} - B_{тэц},$$

где $B_{кэс} = N_э / (Q_H^p \cdot \eta_{кэс})$ – расход топлива на замещаемой КЭС, кг/с; Q_H^p – удельная низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг, принимается равной удельной теплоте сгорания условного топлива $Q_{у.т} = 29\,350$ кДж/кг; $\eta_{кэс}$ – к.п.д. КЭС, принимается для сравнительных расчетов равным 0,37; $B_{ку} = Q_T / (Q_H^p \cdot \eta_{ку})$ – расход топлива в замещаемой котельной, кг/с; $\eta_{ку}$ – к.п.д. замещаемой котельной, принимается равным ранее рассчитанному в задаче 1 к.п.д. котельного агрегата брутто; $B_{тэц} = (N_э + Q_T) / (Q_H^p \cdot \eta_{тэц})$ – расход топлива при комбинированном получении теплоты и электрической энергии.

5. Изобразить схему и термодинамический цикл паротурбинной установки и привести их краткое описание.

5. Потери теплоты от химической неполноты сгорания и остаточные, кВт

$$Q_{\text{д.н}} + Q_{\text{ост}} = B \cdot Q_{\text{H}}^{\text{P}} - (Q_{\text{e}} + Q_{\text{окл}} + Q_{\text{yl}});$$
$$q_{\text{д.н}} + q_{\text{ост}} = [(Q_{\text{ис}} + Q_{\text{ост}}) / (B \cdot Q_{\text{H}}^{\text{P}})] \cdot 100, \%$$

6. Теплопроизводительность теплового насоса, кВт

$$Q_{\text{тн}} = N_{\text{e}} \cdot \mu.$$

7. Теплопроизводительность рекуператора теплоты $Q_{\text{р.г}}$, кВт, отработавших газов при температуре газов на выходе из рекуператора $t_{\text{г}}'' = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $c_{\text{рг}}'' = 1,35 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$

$$Q_{\text{р.г}} = B \cdot (V_{\text{г}} \cdot c_{\text{рг}}' \cdot t_{\text{г}}' - V_{\text{г}} \cdot c_{\text{рг}}'' \cdot t_{\text{г}}'')$$

8. Возможная теплопроизводительность установки с учетом рекуперации теплоты, кВт

$$Q_{\text{те}} = Q_{\text{окл}} + Q_{\text{р.г}} + Q_{\text{тн}}.$$

9. Коэффициент использования теплоты топлива

$$\eta_{\text{и}} = Q_{\text{те}} / (B \cdot Q_{\text{H}}^{\text{P}}).$$

10. Изобразить индикаторные диаграммы четырехтактных поршневых карбюраторных и дизельных двигателей и привести их краткое описание.

Задача 4

Определить суммарный расчетный расход теплоты на технологические нужды, отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение промышленного предприятия производительностью по отпускаемой продукции Π_r , т/ч, если удельный расход теплоты на ее получение q_r , ГДж/т, объем отапливаемых зданий по наружному обмеру V_n , м³, объем вентилируемых зданий μ , % от объема отапливаемых, удельная отопительная характеристика здания q_o , Вт/(м³ · °С), удельная вентиляционная характеристика здания q_v , Вт/(м³ · °С), расход горячей воды на технологические и хозяйственно-бытовые нужды G_v , кг/с, средняя температура горячей воды $t_{г.в.}$, °С, температура холодной воды $t_{х.в.}$, °С, коэффициент полезного использования теплоты в водоподогревателях η_v , средняя температура внутри отапливаемого воздуха помещения $t_{вн.}$, °С, расчетная температура наружного воздуха t_n , °С.

Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл. 4.

Указания:

1. Расчетный расход теплоты на технологические нужды, Вт

$$Q_{Т.Н}^P = 278 \cdot 10^3 \cdot q_r \cdot \Pi_r$$

2. Расчетный расход теплоты на отопление, Вт

$$Q_{O.T}^P = q_o \cdot V_n \cdot (t_{вн} - t_n)$$

3. Расчетный расход теплоты на вентиляцию, Вт

$$Q_V^P = q_v \cdot V_n \cdot \mu \cdot 0,01 \cdot (t_{вн} - t_n)$$

4. Средний расход теплоты на горячее водоснабжение, Вт

$$Q_{Г.В}^{С.Р} = G_v \cdot c_v \cdot (t_{г.в.} - t_{х.в.})$$

5. Расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение, Вт

$$Q_{Г.В}^P = 2 \cdot Q_{Г.В}^{С.Р}$$

6. Изобразить схемы водяной и паровой систем теплоснабжения основных потребителей теплоты. Привести краткое описание схем.

Исходные данные для решения задачи 4

Последняя цифра шифра	Вид продукции	q_0 , Г/Дж/т	P_0 , т/ч	V_0 , м ³	μ , %	q_{01} , Вт/(м ³ ·°C)	q_{02} , Вт/(м ³ ·°C)	Пред-последняя цифра шифра	G_0 , кг/с	t_{01} , °C	t_{02} , °C	η_0	t_{00} , °C	t_{0n} , °C
0	Мясо-продукты	1,35	8,4	50 · 10 ³	60	0,25	0,32	0	7	55	5	0,97	18	-30
1	Хлебо-продукты	0,17	3	16 · 10 ³	70	0,39	0,82	1	4	60	6	0,96	19	-25
2	Молочные продукты	1,4	7	55 · 10 ³	64	0,28	0,34	2	6	63	7	0,95	20	-20
3	Мармелад	0,83	2	10 · 10 ³	58	0,46	0,92	3	3	54	8	0,96	18	-15
4	Мясопродукты	1,2	6	40 · 10 ³	65	0,22	0,31	4	8	64	5	0,97	19	-27
5	Хлебо-продукты	0,15	4	20 · 10 ³	55	0,38	0,8	5	3,5	57	6	0,95	20	-35
6	Молочные продукты	1,2	4,5	45 · 10 ³	68	0,29	0,35	6	5	61	7	0,96	18	-26
7	Мясопродукты	1,3	5	35 · 10 ³	70	0,24	0,33	7	5,5	56	5	0,97	19	-32
8	Хлеб	0,5	1,5	10 · 10 ³	72	0,44	0,88	8	2	53	6	0,96	20	-18
9	Молочные продукты	1,5	6,8	60 · 10 ³	56	0,20	0,325	9	4,5	58	7	0,95	18	-31

Задача 5

Для условий задачи 4 определить диаметры паропровода на технологические нужды, конденсатопровода и трубопровода для горячей воды, если давление насыщенного пара, отпускаемого источником теплоты, равно P_n , МПа, температура пара – t_n , °С, доля возврата конденсата составляет k , температура конденсата t_k , °С, температура горячей воды $t_{г.в.}$, °С.

Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл. 5.

Указания:

1. Расчетный массовый расход пара на технологические нужды, кг/с

$$D_{т.н} = Q_{т.н}^p / (h_n - k \cdot h_k).$$

2. Расчетный массовый расход конденсата, кг/с

$$D_k = k \cdot D_{т.н}.$$

3. Внутренний диаметр трубопровода, м

$$d_i = \sqrt{\frac{V_i \cdot 4}{w_i \cdot \pi}},$$

где V_i – объемный расход теплоносителя, м³/с; $V_i = v_i \cdot M_i$; v_i – удельный объем теплоносителя, м³/кг; M_i ($D_{т.н}$, D_k , G_v) – массовый расход теплоносителя, кг/с; w_i – рекомендуемая скорость теплоносителя, м/с; (для пара $w_n = 20 \div 30$ м/с, конденсата $w_k = 1,5 \div 2$ м/с, горячей воды $w_{г.в.} = 1 \div 1,5$ м/с).

4. Изобразить схему теплоснабжения теплоиспользующей холодильной машины и привести ее краткое описание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Роддатис К.Ф. Котельные установки. – М.: Энергия, 1977. – 422 с.
2. Теплотехника: учебник для студентов вузов М. Архаров и др.; под общ. ред. В.И. Крутова – М.: Машиностроение, 1986. – 432 с.

Лабораторный практикум

3. Рахманов Ю.А., Боткин В.П. Теплотехника, часть 2: метод. указания к лабораторным работам I–II / Под ред. Ю.А. Рахманова. – Л.: ЛТИХП, 1987. – 71 с.

Дополнительная литература

Учебно-методические пособия

4. Гусев Ю.Г. Основы проектирования котельных установок: Учеб. пособие. 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1973. – 298 с.
5. Панкратов Г.П. Сборник задач по теплотехнике: Учеб. пособие для неэнергетич. спец. вузов. 2-е изд. – М.: – Высш. шк., 1986. – 248 с.
6. Теплоснабжение: учебник для вузов / А.А.Ионин. – М. Стройиздат, 1982. – 336 с.

Научно-технические издания

7. Роддатис К.Ф., Полторацкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности / Под ред. К.Ф. Роддатиса. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1

Средний состав и теплота сгорания некоторых видов газообразного топлива

Газопровод	Состав газа, % по объему							Q _н МДж/м ³
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₃ H ₁₂	CO ₂	N ₂	
Брянск-Москва	92,8	3,9	1,1	0,4	0,1	1,6	0,1	37,31
Оренбург-Совхозное	91,4	4,1	1,9	0,6	-	0,2	0,7	38,02
Ставрополь-Грозный	98,2	0,4	0,1	0,1	0	1,0	0,2	35,63
Газ биологический животноводческих ферм	66,0	-	-	-	-	30,8	3,2	23,61

Таблица 2

Потери теплоты от наружного охлаждения котельного агрегата в зависимости от паропроизводительности

Паропроизводительность, т/ч	1	2	4	6,5	10	20	35
Потери теплоты от наружного охлаждения, %	4	3,6	3	2,2	1,65	1,3	1,1

Таблица 3

Типы топок, рекомендуемые для котельных агрегатов

Вид топлива	Паропроизводительность, т/ч	Рекомендуется
Твердое топливо	2,5	Топка с простой колосниковой решеткой (РПК)
Каменный, бурый уголь (исключая бурый уголь повышенной влажности 35%)	6,5-10	Полумеханические топки с забрасывателем и неподвижной решеткой (ПМЗ-РПК)
Бурые угли (включая угли повышенной влажности) и неспекающиеся каменные угли		Топка с шурующей планкой (ТШП)
Каменные и бурые угли	6,5-20	Механические топки с забрасывателем и целной решеткой обратного хода (ПМЗ-ЛЦР, ПМЗ-ЧЦР)
	10-35	Механические топки с цепными чешуйчатыми решетками (ЧЦР)
Газ и мазут	При всех значениях	Камерная топка

Таблица 4

Расчетные характеристики слоевых топок для сжигания твердого топлива

Наименование характеристик	Обозначение	Топки с РПК		Топки ПМЗ-РПК			Топки ТШП	Топки ПМЗ-ЛЦР-ЧЦР		Топки ЧЦР				
		Бурые угли	Антрациты		бурые	каменные	антрациты	бурые	каменные	бурые типа подмосковного	каменные	неспекающиеся каменные	слабоспекающиеся	антрациты
			сорттированные	несорттированные										
Тепловое напряжение зеркала горения, кВт/м ²	q_R	800	1160	870	930-1050	1050	930-1050	800-930	930-1050	1150-1280	1050-1600	1160	1050	1160-800
топочного объема, кВт/м ³	q_V	290	290	290	230-290	230-290	230-290	230-290	230-290	230-290	230-290	230-290	230-290	230-290
Значение коэффициента избытка воздуха	α_T	1,45	1,4	1,45	1,4	1,4	1,6	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6-1,5
Потери теплоты: от химического недожога, %	q_3	3	2	2	1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	1	1	0,5
от механического недожога, %	q_4	9	7	12	10	7	12-18	7-9	7	9	6	6	5	7-14
Давление воздуха под решеткой, Па	P	800	1000	1000	600	600	600	1000	1000	800	800	800	800	1000
Температура дутьевого воздуха, °C	t	25	25	25	25	25	25	25	25	150-250	25-200	25-200	25-200	25-200

Таблица 5

Расчетные характеристики некоторых видов твердого и жидкого топлива

Район месторождения	Бассейн, месторождение	Марка	Элементарный состав рабочей массы, %										Q_H^P МДж/кг	V^P %
			W ^P	A ^P	S ^P _л	C ^P	H ^P	N ^P	O ^P					
Тульская область	Подмосковный	Б2Р	32	25,2	1,5-1,2	28,7	2,2	0,6	8,6	9,88	48			
Пермская обл. Урал	Кизеловское	Г	6	31,0	6,1	48,5	3,6	0,8	4,0	19,59	44			
Красноярский край Канско-Ачинский	Назаровское	Б2	39	7,3	0,4	37,6	2,6	0,4	12,7	13,02	48			
Иркутская обл.	Черемховское	Д	13	27	1,1	45,9	3,4	0,7	8,9	17,88	47			
Республика Коми	Воркутинское	Ж	7	23,6	0,8	59,6	3,8	1,3	5,4	20,60	35,9			
Мазут малосернистый		40	3	0,05	0,3	84,65	11,7	-	0,3	41,3	-			

Расчетные характеристики камерных топок для сжигания природного газа и мазута

Вид топлива	Тип топки	Тип горелки	Значение коэффициентов избытка воздуха	Тепловое напряжение топочного объема, $q_{\text{т}}$, кВт/м ³	Потери теплоты от химического недожога, η , %
Природный газ	Экранированные	Подовые	1,1–1,15	580	1
		Смесительные	1,1–1,15	350	1,5
		Эжекционные	1,1–1,15	350	1,5
	Неэкранированные	Подовые	1,25	460	1
		Смесительные	1,2	290	1,5
		Эжекционные	1,2	290	1,5
Мазут	Экранированные	–	1,1	290–460	2
	Неэкранированные	–	1,2	230–290	1

Соотношения между некоторыми единицами физических величин

- $1 \text{ кг} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2/\text{м}$;
 $1 \text{ Н} = 0,102 \text{ кгс}$; $1 \text{ кгс} = 9,81 \text{ Н}$;
 $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н}/\text{м}^2 = 10^{-5} \text{ бар} = 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ ат} = 0,102 \text{ мм рт.ст.}$;
 $1 \text{ Дж} = 2,78 \cdot 10^{-7} \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 0,239 \cdot 10^{-3} \text{ ккал}$;
 $1 \text{ ккал} = 4,19 \text{ кДж}$;
 $1 \text{ Вт} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{м}/\text{с} = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ л.с.} = 0,86 \text{ ккал}/\text{ч}$;
 $1 \text{ ккал}/\text{ч} = 1,163 \text{ Вт}$;
 $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 860 \text{ ккал}$;
 $1 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}) = 0,239 \cdot 10^{-3} \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;
 $1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) = 0,86 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К})$.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к изучению дисциплин	3
Содержание основных разделов дисциплины	
«Теплоснабжение промышленных предприятий»	4
Вопросы для самоподготовки	8
Методические указания по выполнению контрольной работы	11
Список литературы	26
Приложение	27