МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Институт \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Факультет энергетический .

Кафедра энергетики .

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

*(с сокращенным сроком обучения)*

по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»..

для направления подготовки (специальности) 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника».

**Краткое содержание курса**

1. Роль парового котла и парогенератора в схемах тепловых и атомных электрических станций. Технологическая схема производства пара.
2. Характеристики органического топлива, подготовка топлива к сжиганию, основные технологические схемы и конструкция элементов топливоподготовки и топливоподачи.
3. Продукты сгорания.
4. Технологические схемы золоудаления и конструкция их элементов. Очистка уходящих газов от выбросов вредных веществ и конструкция элементов системы очистки.
5. Тепловой баланс котельного агрегата.
6. Принцип конструирования топочных камер. Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева.
7. Основные профили паровых котлов. Тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов атомных электрических станций.
8. Внутрикотловая гидродинамика, температурный режим поверхностей нагрева. Теплогидравлическая разверка и гидродинамика рабочей среды в поверхностях нагрева.
9. Водный режим котельных агрегатов. Требования к качеству пара и питательной воды.
10. Условия работы поверхностей нагрева. Принципы конструирования котельного агрегата. Тепловой, аэродинамический, гидравлический и прочностной расчёт котельного агрегата.
11. Нестационарные процессы в парогенераторах и котлах. Основные положения эксплуатации котельных агрегатов. Пуск и останов котла; обеспечение надёжности эксплуатации.
12. Парогенераторы утилизационного типа для парогазовых установок. Особенности конструкции и расчёта. Строительные конструкции и вспомогательное оборудование котла. Перспективы развития котельных агрегатов и парогенераторов.

**Форма текущего контроля**

**4 семестр**

**Контрольная работа № 1.**

Студенту-заочнику необходимо выполнить одну контрольную работу, состоящую из восьми задач. Решать задачи следует, строго придерживаясь своего варианта. Номера контрольных задач следует взять из табл. 1. (по последним цифрам в номере зачетной книжки) Условия вариантов задач в контрольной работе следует переписывать полностью.

Решения задач должны сопровождаться краткими объяснениями и подробными вычислениями. При определении какой-либо величины нужно словами указать, какая величина определяется. В процессе решения задач необходимо сначала привести формулы, лежащие в основе вычислений, проделать с ними все выкладки (в буквенном выражении) и лишь затем подставлять соответствующие числовые значения и производить вычисления. Нужно указать размерности величин, как заданных в условии задач, так и найденных в результате их решения задач.

Методические указания с вариантами заданий прилагаются.

**Форма промежуточного контроля**

**4семестр**

**Зачет.**

Перечень примерных вопросов для подготовки к зачету:

## Введение. Технология получения пара. Классификация котлов.

1. Технологическая схема ТЭС на твердом топливе. Схема подачи, топливный тракт, дробилки, склады топлива.
2. Классификация и условные обозначения энергетических стационарных паровых котлов.
3. Назначение и роль парогенерирующих аппаратов в схемах ТЭС и АЭС.
4. Технологические схемы ТЭС (КЭС, ТЭЦ, ПГУ, МГД ЭС) и АЭС.
5. Назовите основные конструктивные элементы парового котла. Укажите особенности теплообмена в них.
6. Чем отличается организация принудительной циркуляции от естественной?
7. За счет чего создается движущая сила естественной циркуляции? Будет ли сохраняться циркуляция после прекращения горения топлива?
8. Сравните схемы прямоточного и барабанного котлов. Перечислите их преимущества и недостатки, области использования по давлениям.
9. В чем заключается различие в понятиях «паровой котел» и «котельная установка»?
10. Чем различаются по конструкции паровой котел и водогрейный?

## Понятие об энергетическом топливе, технологические характеристики, классификация и маркировка.

1. Элементарный состав органического топлива и основные характеристики горючей смеси.
2. Технические характеристики твердого топлива - зольность, влажность, выход летучих.
3. Технические характеристики мазутов и природных газов - вязкость, плотность, зольность, влажность, сернистость, температура застывания и вспышки, взрываемость и токсичность.
4. Азотная, кислородная и углекислотная формула избытка воздуха.
5. Коэффициент избытка воздуха и методы его определения.
6. Материальный баланс процесса горения твердого топлива. Теоретически необходимое количество воздуха.
7. Высшая, низшая и условная теплота сгорания топлива.
8. Состав и объем продуктов сгорания.
9. Теоретическая температура горения.
10. Характеристический коэффициент  и RO2 max.
11. Энтальпия теоретических объемов газов и воздуха.
12. Как изменится теоретический объем воздуха при увеличении доли внешнего балласта в топливе?
13. Как изменится объем продуктов сгорания при снижении содержания в топливе минеральных примесей?
14. В каком случае потребность в воздухе для горения возрастает больше: при увеличении содержания в топливе на 1% углерода или водорода?
15. Чему равен коэффициент избытка воздуха при полном сгорании топлива, если в продуктах горения кислород не обнаружен?
16. Как изменится разница между высшей и низшей теплотой сгорания при увеличении содержания в топливе водорода?
17. Как изменяется доля трехатомных газов в продуктах сгорания по ходу газового тракта?
18. Назовите способы организации работы газовоздушного тракта котла. Какая из групп тягодутьевых машин имеет больший расход энергии: дутьевые вентиляторы или дымососы? Почему?
19. Как изменяется энтальпия продуктов сгорания с увеличением коэффициента избытка воздуха?
20. Укажите состав продуктов сгорания и их основную составляющую при коэффициенте избытка воздуха, равном 1?
21. Для какого топлива учитывается энтальпия золы при расчете энтальпии дымовых газов?
22. Как изменяется процентное содержание Ср, Sр, Ор и т.д. при увеличении влажности топлива?
23. Классификация и маркировка твердого топлива. Приведенные характеристики топлива.
24. Классификация и маркировка жидкого и газового топлива.
25. Какая характеристика определяет разделение топлива на реакционные и малореакционные? Как связано сжигание этих топлив с тонкостью их размола в пылесистеме?
26. Почему горючая масса используется для определения вида и «химического возраста» топлива?
27. Почему с переходом от твердого топлива к мазуту и природному газу теплота сгорания 1 кг массы топлива увеличивается?
28. Какие факторы определяют различие теплоты сгорания  и ?



1. Какое твердое топливо будет иметь более высокую теплоту сгорания : имеющее 10% влаги и 20% золы или имеющее 10% золы и 20% влаги?
2. Зачем введено понятие «условного топлива»? Всегда ли (на любых видах топлива) расход условного топлива меньше, чем натурального?
3. Какой технической характеристикой определяется склонность топлива к шлакованию или возможность образования жидкого шлака?
4. Какие отрицательные воздействия на работу котла вызывает наличие влаги и серы в топливе?
5. За счет каких процессов оказывает влияние выход летучих веществ на сгорание топлива в топке?
6. В чем состоят меры предосторожности на электростанции при сжигании природного газа?

## Принципиальные схемы сжигания, сушка, оптимальная степень размола твердого топлива. Характеристики угольной пыли. Подготовка к сжиганию топлива.

1. Воздушный тепловой баланс пылесистемы. Количество первичного воздуха необходимого для сушки и транспорта пыли.
2. В чем различие методов сжигания топлив: слоевое, в кипящем слое и в циркуляционном кипящем слое.
3. Конструкции и основные характеристики мельниц для размола угля. Тихоходные, среднеходные и быстроходные мельницы. Влияние характеристик топлива на выбор мельниц.
4. Схема пылеприготовления с прямым вдуванием.
5. Конструкции мельниц для размола угля.
6. Конструкции сепараторов системы пылеприготовления.
7. Влияние характеристик топлива на выбор схемы пылеприготовления.
8. Схема пылеприготовления разомкнутая.
9. Тепловой баланс системы пылеприготовления.
10. Схемы разгрузки, подготовки и подвода жидкого топлива к котлам. Параметры топлива и пара. Оборудование мазутонасосной.
11. Подготовка к сжиганию газа.
12. Конструкции циклонов, мигалок, питателей и бункеров системы пылеприготовления.
13. Схема пылеприготовления с промбункером.
14. Схема подготовки к сжиганию газообразного топлива. Требования к эксплуатации и оборудование ГРП.
15. Индивидуальные и центральные схемы пылеприготовления. Схемы разгрузки, подготовки и подвода жидкого топлива к котлам. Параметры топлива и пара. Оборудование мазутонасосной.
16. Зачем необходимо знать расчетную поверхность пыли?
17. Что означает показатель пыли ? То же — показатель у? Чем определяется оптимальное значение размола топлива?

## Механизм горения твердого, жидкого и газообразного топлива. Расход топлива, составляющие потерь и КПД парового котла.

1. Потери тепла с химическим недожогом.
2. Общее уравнение теплового баланса. Располагаемое тепло.
3. Присосы воздуха в газовый тракт и их влияние на экономичность парогенератора.
4. Зависимость потери Q2 от температуры уходящих газов и присосов воздуха. Оптимальные температуры уходящих газов.
5. Потери тепла с механическим недожогом. Методы определения механического недожога. Отбор проб золы и определение содержания горючих в шлаке и уносе.
6. Коэффициент избытка воздуха вверху топки и в уходящих газах.
7. Потери тепла с уходящими газами.
8. Присосы воздуха в газовый тракт.
9. Зависимость потери Q2 от температуры уходящих газов и присосов воздуха. Оптимальные температуры уходящих газов.
10. КПД котла брутто. Расход натурального, условного топлива и расчетный расход топлива. КПД нетто.
11. Потери тепла с физическим теплом шлака и от наружного охлаждения. Коэффициент сохранения тепла.
12. В чем состоит различие  и ?



1. Какие преимущества имеет определение КПД по обратному балансу?
2. В чем состоит различие КПД котла брутто и нетто?
3. Какие факторы определяют оптимальное значение ?
4. В чем состоит различие тепловых потерь котла с жидким шлакоудалением и при сжигании газа?
5. Как изменяется КПД котла с уменьшением нагрузки?
6. При сжигании каких топлив потеря  становится достаточно большой и почему?
7. Как зависит потеря тепла  от избытка воздуха в топке?
8. Какими методами достигается уменьшение размеров конвективных поверхностей нагрева? В каких из них имеет место отступление от оптимального выполнения?
9. В чем различие в методике распределения тепловосприятий по поверхностям в барабанных и прямоточных котлах?
10. Как определяют правильность распределения тепловосприятий между поверхностями нагрева?
11. Что включает в себя тепловая схема котла?
12. Графическое определение opt топки для газомазутных и пылеугольных котлов.
13. Как изменяется коэффициент избытка воздуха по ходу газового тракта в котельном агрегате, работающем под разряжением?
14. Какие факторы влияют на величину присоса воздуха в газовый тракт? Требования ПТЭ по обеспечению газовой плотности котлов.
15. Как выбирается оптимальный коэффициент избытка воздуха и для какого вида топлива он выше?
16. Как изменяется величина тепла, вносимого в топку с воздухом, подогреваемом вне котла, Qв.вн при уменьшении коэффициента избытка воздуха?
17. Как изменяется потеря тепла с механическим недожогом при увеличении выхода летучих веществ твердого топлива?
18. При сжигании какого топлива принимается меньшее значение потери тепла с химическим недожогом?
19. Как изменяется потеря тепла с уходящими газами при уменьшении коэффициента избытка воздуха в уходящих газах?
20. Как изменяется относительная потеря тепла от наружного охлаждения котла с увеличением его паропроизводительности?
21. Как изменяется потеря тепла с физическим теплом шлака при увеличении доли уноса золы?
22. При сжигании какого топлива КПД котла наибольший при неизменной температуре уходящих газов?
23. Как изменится количество тепла, полезно отданное в котле, с увеличением температуры питательной воды при неизменных параметрах перегретого пара?
24. Как изменится расход сжигаемого топлива при увеличении располагаемого тепла топлива?
25. Кинетическая и диффузионная области горения. Приведенный коэффициент скорости. Температурные интервалы и характеристика каждой области.
26. Основы кинетики химических реакций. Основные термины.
27. Зависимость скорости химической реакции от концентрации.
28. Механизм развития прямоточной и вихревой струи. Прогрев и воспламенение топливно-воздушной струи.
29. Кинетическая и диффузионная области горения.
30. Зависимость скорости химической реакции от энергии активации и температуры.
31. Механизм горения углерода. Распределение концентраций в пограничном слое.
32. Основы кинетики химических реакций. Основные термины.
33. Фронт горения. Интенсивность выгорания топлива.
34. Температура воспламенения и горения. Период индукции и предвзрывной разогрев.
35. Стадии горения частицы топлива.
36. Механизм горения жидких топлив. Интенсивность горения.
37. Уравнение полного и неполного горения.
38. Закон Аррениуса.
39. Почему скорости горения обычно выше расчетных, полученных на основе молекулярных балансов? Какой показатель отражает уровень скорости химической реакции?
40. Достижима ли теоретическая температура горения?
41. Какие факторы определяют значение температуры воспламенения?
42. Что такое ЦРР? При каких условиях ЦРР может развиваться?
43. Какова роль летучих веществ и влажности топлива в сжигании твердого топлива?
44. Чем определяется перемещение температурной границы между кинетической и диффузионной областью горения?
45. Сравните этапы сжигания твердого и жидкого топлива. За счет чего мазутная капля сгорает быстрее твердой частицы топлива эквивалентного размера?
46. В чем принципиальное различие условий сжигания топлива в прямоточной и вихревой струе?
47. Что такое ядро факела и условная длина факела?
48. Чем отличаются теоретический и реальный объемы продуктов сгорания в топке?
49. Чем вызвано различие избытка воздуха на выходе из топки для разных видов топлив? Одинакова ли роль присосов в топке и конвективных газоходах?
50. Каковы составляющие энтальпии газов при заданной температуре для высокозольного твердого топлива и природного газа?
51. Какие реакции относятся к гетерогенным и гомогенным при сжигании твердого топлива и мазута?

## Конструкция топочных камер. Горелочные устройства и форсунки. Конструкции топочных и горелочных устройств для подавления окислов азота. Топки с кипящим слоем.

1. Конструктивное оформление топок с жидким и твердым шлакоудалением.
2. Назовите основные тепловые характеристики, определяющие размеры топочной камеры.
3. Дайте определение минимальному объему топки. Почему реальный объем должен быть больше минимального?
4. Назовите преимущества и недостатки твердого шлакоудаления по сравнению с жидким.
5. Каковы особенности выполнения и принципы размещения вихревых горелок на мощных паровых котлах?
6. Какие преимущества имеет подвод в горелки высококонцентрированной пыли?
7. В чем отличие конструкции топки для газа и мазута по сравнению с твердым топливом?
8. Какой тип мазутной форсунки целесообразен для котла с широким диапазоном нагрузок?
9. Какие применяют методы ввода природного газа в воздух в горелочном устройстве? Какая скорость должна быть больше — воздуха или газа?
10. Как изменяется соотношение поверхностей (экономайзерных, испарительных, перегревательных) в пределах настенных экранов топки? Чем это определяется?
11. Схема газовоздушного тракта котельной установки работающей под наддувом и с уравновешенной тягой.
12. В чем проявляется конструктивное отличие топочных экранов котлов с естественной циркуляцией и прямоточных? То же газоплотных и гладкотрубных?
13. Что такое «двусветный экран»? В чем его преимущество, в каких котлах его применяют?
14. Методы сжигания органического топлива. Топочные устройства. Слоевые, камерные и топки с кипящим слоем. Классификация камерных топок.
15. Горелочные устройства для сжигания газа и мазута. Комбинированные горелки. Форсунки.
16. Топочные камеры для сжигания твердого топлива. Расположение горелок. Топки с пересекающимися струями.
17. Топочные камеры газомазутных котлов. Особенности котлов и топочных камер для сжигания мазута и газа.
18. Эксплуатация и режимы работы газомазутных топок. Работа с низкими избытками воздуха. Рециркуляция воздуха. Двухстадийное горение.
19. Для чего «под» газомазутного котла выполняют слабонаклонным и закрывают огнеупорным материалом.
20. Чем отличается организация водных режимов барабанных и прямоточных котлов.
21. Почему при сжигании мазутов температура воздуха на входе в воздухоподогреватель поддерживается на уровне 70-90 0С.
22. Дать определение следующим конструктивным типам пароперегревательных поверхностей: змеевиковый гладкотрубный, ленточный, ширмовый. Какие из них размещают на выходе из топки и почему?
23. В каком месте газового тракта размещают выходной («горячий») пакет пароперегревателя? Какой тип взаимного движения сред (прямоток, противоток) для них характерен и почему?
24. Чем конструктивно отличается поверхность (змеевиковый пакет) основного и промежуточного перегревателей? Почему последний размещают после основного в тракте газов?
25. В чем проявляются преимущества мембранной конвективной поверхности?
26. Дать объяснение, что представляет собой двухпоточный, двухступенчатый трубчатый воздухоподогреватель?
27. На котле произведена замена трубчатого на регенеративный воздухоподогреватель. Какие произойдут конструктивные изменения котла и как изменятся эксплуатационные показатели?

**Форма текущего контроля**

**5 семестр**

**Курсовой проект.**

Тему курсового проекта выдает преподаватель из типового ряда котельных установок согласно их характеристикам, изложенных в «Котельные установки и парогенераторы (конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов)»: Справочное пособие для курсового и дипломного проектирования студентов специальностей 1005 – «Тепловые электрические станции», 1007 – «Промышленная теплоэнергетика» / Сост. Е.А. Бойко, Т.И. Охорзина; КГТУ. Красноярск, 2003. 223 с.

**Форма промежуточного контроля**

**Экзамен.**

Перечень примерных вопросов для подготовки к экзамену содержит все вопросы к зачету и дополнительно:

## Принцип компоновки поверхностей нагрева. Конструктивное оформление и условия работы пароперегревателей, парообразующих и низкотемпературных поверхностей нагрева. Температурный режим поверхностей нагрева.

1. Компоновка пароперегревателей котлов различного давления. Условия работы и методы повышения надежности пароперегревателей. Регулировочная характеристика пароперегревателя.
2. Влияние коэффициента избытка воздуха на низкотемпературную коррозию. Методы борьбы с коррозией.
3. Применение одно- и двухступенчатой схемы подогрева воздуха.
4. Водопаровой, топливный, газовый и воздушный тракт.
5. Методы повышения коррозионной стойкости воздухоподогревателей.
6. Компоновка и конструкции экономайзеров паровых котлов.
7. Расчетные характеристики топочных камер. Геометрические и тепловые характеристики. Определение геометрических размеров камерных топок.
8. Особенности и конструктивное оформление котельных агрегатов - прямоточного, с естественной и принудительной циркуляцией.
9. Методы повышения надежности циркуляции в парообразующих поверхностях нагрева прямоточных котлов. Конструкции топочных экранов прямоточных котлов.
10. Почему в котлах сжигающих влажные бурые угли применяют двухступенчатый подогрев воздуха?
11. Поверхности нагрева, их размещение и назначение.
12. Горелочные устройства для сжигания твердого топлива. Влияние сжигаемого топлива на конструкции горелок.
13. Места наиболее интенсивного абразивного износа поверхностей нагрева, методы защиты конвективных поверхностей нагрева от износа.
14. Для чего служат экранные поверхности? Типы экранов.
15. Влияние параметров свежего пара на конструкцию парообразующих поверхностей нагрева. Гладкотрубные и газоплотные экраны.
16. Механизм и виды высокотемпературной коррозии. Методы борьбы с высокотемпературной коррозией.
17. Компоновка современных энергетических котлов сжигающих различное топливо.
18. Почему вторичный пароперегреватель размещают в конвективной шахте?
19. Для чего необходим предварительный подогрев воздуха до воздухоподогревателя.
20. Влияние различных факторов на интенсивность абразивного износа. Зависимость абразивного износа от скорости газов. Методы защиты конвективных поверхностей нагрева от износа.
21. Регулирование температуры пара рециркуляцией, изменением положения факела и байпасированием.
22. Методы парового регулирования температуры пара. Паро-паровой теплообменник.
23. Механизм и факторы, влияющие на интенсивность низкотемпературной коррозии поверхностей нагрева. Точка росы.
24. Условия работы и классификация воздухоподогревателей.
25. Каркас парового котла. Обмуровка и тепловая изоляция.
26. Какую сталь следует использовать в экранных поверхностях нагрева в котлах сверхкритического давления при сжигании каменного угля?
27. Какая из разновидностей неравномерности тепловосприятия в топке имеет наибольшее значение и почему?
28. Зачем рассчитывается температура металла на наружной поверхности обогреваемой трубы?
29. В чем состоит различие кризисов теплообмена 1 и 2 рода?
30. Перечислите основные составляющие (факторы) коэффициента запаса до кризиса теплообмена.
31. Как рассчитывается коэффициент теплоотдачи при поверхностном кипении воды?
32. Может ли работать поверхность нагрева парового котла в закризисной области теплообмена?
33. При каких условиях возможен ухудшенный теплообмен к воде СКД?
34. Можно ли располагать изогнутые участки труб в зоне интенсивного теплообмена в топке котла?
35. Как влияют на теплообмен и температурный режим обогреваемой трубы внутритрубные отложения примесей воды?

## Расчет теплообмена в топочной камере. Конструкторский и поверочный расчет парового котла.

1. Коэффициент тепловой разверки. Допустимая тепловая разверка, разверочные характеристики.
2. Влияние отложений на температурный режим поверхности нагрева.
3. Классификация обогрева и охлаждения поверхностей нагрева. Три области теплообмена парового котла.
4. Классификация пароперегревателей по виду тепловосприятия и конструкции.
5. Последовательность конструкторского и поверочного теплового расчета.
6. Температурный режим по периметру сечения канала для гладких и плавниковых труб.
7. Для чего секционируют пароперегреватели на несколько ступеней?
8. Кризисы теплообмена при пузырьковом и дисперсно-кольцевом режиме течения в парообразующих трубах. Кризисы кипения в условиях одностороннего обогрева.
9. Почему допустимая тепловая разверка для пароперегревателя в несколько раз меньше чем для экономайзера и парообразующих поверхностей?
10. Что принимают за расчетную ширину экранированной фронтовой стены топки?
11. Что принимают в качестве границ активного объема топки по ее периметру?
12. Как изменится угловой коэффициент экрана χ с увеличением относительного шага труб *s/d*?
13. Как изменится угловой коэффициент экрана χ с увеличением относительного расстояния от труб до обмуровки *l*/*d*?
14. При сжигании какого вида топлива коэффициент, учитывающий снижение тепловосприятия открытых экранов вследствие загрязнения труб ξ, принимается наименьшим?
15. Как изменится коэффициент тепловой эффективности экрана при покрытии его огнеупорной массой?
16. Как изменится коэффициент тепловой активности ψср с увеличением углового коэффициента экрана χ?
17. Как изменится коэффициент тепловой эффективности экранов топки ψ с увеличением площади стен, незащищенных трубами?
18. Как изменится эффективная толщина излучающего слоя в топке с уменьшением активного объема топки Vт?
19. Как изменится эффективная толщина излучающего слоя в топке Sт с увеличением расчетной площади стен в топке Fст.т.?
20. Как изменится адиабатная температура горения с увеличением температуры горячего воздуха?
21. Как изменится адиабатическая температура горения с уменьшением присоса холодного воздуха в топку?
22. Как изменится коэффициент ослабления лучей трехатомными газами Кг с увеличением суммарной доли трехатомных газов?
23. Как изменится коэффициент ослабления лучей трехатомными газами Кг с уменьшением температуры на выходе из топки?
24. Каким образом изменяется степень черноты факела с увеличением эффективной толщины излучающего слоя в топке?
25. Как изменится степень черноты в топке с уменьшением коэффициента тепловой эффективности экранов?
26. Как изменится температура газов на выходе из топки с увеличением коэффициента тепловой эффективности экранов?
27. Как изменится температура газов на выходе их из топки со снижением положения ядра факела в топке?
28. Как изменится температура газов на выходе из топки с уменьшением расхода сжигаемого топлива?
29. Как изменится удельное теплонапряжение объема топки с увеличением расхода сжигаемого топлива?
30. Трубами какого экрана чаще всего образован фестон?
31. Почему при расчете коэффициента теплопередачи фестона не учитывается коэффициент теплоотдачи от стенки к обогреваемой среде?
32. От каких факторов зависят коэффициенты теплоотдачи конвекцией и излучением?
33. Как надо изменить температуру продуктов сгорания за фестоном, если при расчете тепловосприятие фестона по балансовому соотношению меньше, чем по уравнению теплопередачи?

## Гидродинамика и надежность работы поверхностей нагрева. Расчет контура циркуляции.

1. Структура двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных трубах.
2. Основные уравнения гидродинамики и теплообмена водопарового тракта.
3. Методы повышения надежности циркуляции в парообразующих поверхностях нагрева барабанных котлов.
4. Как изменится относительная скорость пара при переходе от подъемного режима течения к опускному?
5. Гидравлическое сопротивление опускных труб. Влияние попадания пара в опускные трубы и способы его предотвращения.
6. Гидродинамическая устойчивость в вертикальных парообразующих трубах и трубах с подъемно-опускным движением.
7. Гидравлическая разверка в системе труб. Тепловая и гидравлическая неравномерность, конструктивная и гидравлическая нетождественность.
8. Что такое опрокидывание циркуляции? Почему в котлах высокого давления более вероятны режимы с опрокидыванием циркуляции, а в котлах среднего давления с появлением застоя или свободного уровня?
9. Характеристики движения пароводяной смеси: массовая скорость, скорость циркуляции, приведенная скорость воды и пара, относительная скорость пара, действительная скорость пара и воды; массовое, объемное и напорное паросодержание; расходная и действительная плотность пара, кратность циркуляции.
10. Как изменяется скорость циркуляции от нагрузки котла с естественной циркуляцией, с принудительной и прямоточного?
11. Гидравлическое сопротивление одно- и двухфазного потока.
12. Гидродинамическая устойчивость в системе с разверёнными трубами. Минимально допустимая массовая скорость в системе.
13. Почему гидравлическая характеристика парообразующих труб многозначна?
14. Полная гидравлическая характеристика парообразующих труб. Застой и опрокидывание циркуляции. Критерии надежности циркуляции.
15. Как влияет на распределение среды торцевой подвод пара в коллектор?
16. Гидродинамическая устойчивость в горизонтальных парообразующих трубах. Ступенчатый виток и дросселирование.
17. Методика расчета простых и сложных контуров циркуляции.
18. Чем отличается движущий напор циркуляции от полезного напора? Основное уравнение циркуляции.
19. Закономерности естественной циркуляции. Движущий и полезный напор циркуляции, основное уравнение циркуляции, зависимость полезного напора от скорости циркуляции и давления.
20. Методы предотвращения попадания пара в опускные трубы. Внутрибарабанные устройства.
21. Влияние коллекторов на распределение рабочей среды по трубам.
22. Как связаны кратность циркуляции и массовое паросодержание?
23. Почему секционируют парообразующие экраны барабанных котлов?
24. Как происходит процесс набухания уровня в барабане котла? Пределы изменения кратности циркуляции для различных типов котлов.
25. Как изменится массовая скорость потока *ρw* при изменении сечения трубы в два раза?
26. В каком случае нивелирная составляющая гидравлического сопротивления облегчает работу насоса, перекачивающего воду по трубам?
27. На какой поверхности обогреваемой трубы (наружной или внутренней) плотность теплового потока больше, во сколько раз и почему?
28. В чем различие расходных и истинных параметров течения двухфазного потока в трубах?
29. Чем различаются расходное и истинное объемное паросодержание?
30. Как рассчитать величину недогрева воды на входе в обогреваемую трубу для условия появления паровой фазы в выходном сечении трубы?
31. В каких трубах (горизонтальных, вертикальных) при движении двухфазного потока следует ожидать более высокую температуру металла (при одинаковых значениях q, ρw)?
32. В чем заключается различие между напорным и безнапорным движением, между принудительным движением потока и его циркуляцией?
33. Как определяются средние тепловые и конструктивные характеристики элемента парового котла?
34. В чем различие между гидравлической характеристикой и гидравлической разверкой?
35. В каком случае гидравлическая характеристика необогреваемой горизонтальной трубы может быть многозначной?
36. Почему гидравлическая характеристика обогреваемой горизонтальной трубы выражается полиномом третьей степени?
37. От каких параметров и как зависит высота экономайзерного участка вертикальной трубы испарительной поверхности нагрева?
38. Как изменится гидравлическая характеристика при переходе от П- к N-образной схеме выполнения поверхности нагрева?
39. Какая ветвь гидравлической характеристики (многозначной) реализуется при работе парового котла и когда?
40. Какие параметры влияют на гидравлическую разверку и как?
41. Что такое разверочная характеристика элемента парового котла? Какой вид она имеет?
42. При каких условиях в вертикальной поверхности нагрева возможен застой движения среды?
43. Что такое «коллекторный эффект»?
44. Какие виды пульсации водного потока возможны в паровом котле?
45. Как включены (гидравлически) элементы в простом и сложном контуре циркуляции парового котла? Приведите примеры.
46. В каком сечении труб контура циркуляции скорость движения среды равна скорости циркуляции?
47. В чем различие полезного и движущего напоров циркуляции?
48. Чем обусловлено положение точки закипания в контуре естественной циркуляции?
49. Почему допустимая кратность циркуляции в контурах естественной циркуляции должна быть более 4?
50. Какое нарушение циркуляции (застой или образование свободного уровня) возможно при выводе подъемных труб простого контура циркуляции в паровой объем барабана?
51. Какое назначение барабана в паровых котлах?
52. В каких местах барабана устанавливаются дырчатые листы и зачем?
53. В чем различие набухания и вспенивания уровня воды в барабане?
54. Какое назначение внутрибарабанных и выносных циклонов?

## Источники загрязнений и основные загрязнители воды и пара. Влияние загрязнений на работу оборудования. Водный режим барабанных и прямоточных котлов. Паро-сепарационные устройства. Водно-химические режимы энергоблоков.

1. Почему для снижения температуры перегретого пара в барабанных котлах, как правило, применяют впрыск собственного конденсата, а не питательной воды?
2. Загрязнения питательной воды, влияние на работу оборудования.
3. Механизм и закономерности образования влаги в насыщенном паре барабанного котла. Удельная нагрузка зеркала испарения и парового объема.
4. Основные преимущества ступенчатой схемы испарения.
5. Распределение примесей между водой и равновесным с ней насыщенным паром. Коэффициент распределения. Растворимость веществ в насыщенном паре.
6. Для чего осуществляют промывку пара в барабане котла?
7. Чем отличаются и откуда отбираются периодическая и непрерывная продувки котла?
8. Основные источники загрязнений водного теплоносителя и их влияние на работу котла.
9. Методы удаления капельной влаги и промывка пара в барабане котла.
10. Растворимость примесей в воде. Легко растворимые вещества.
11. Непрерывная продувка котла. Метод ступенчатого испарения и его преимущества.
12. Для чего необходим ввод в водяной тракт котлов гидразина, аммиака и фосфатов?
13. Как изменяется растворяющая способность пара с ростом давления и температуры?
14. Растворимость примесей в перегретом паре. Влияние параметров пара на растворимость.
15. Нейтральный водный режим прямоточных паровых котлов.
16. Как удаляются примеси из пароводяного тракта барабанного и прямоточного котла?
17. Какие внутрибарабанные устройства вы знаете?
18. Гидразинно-аммиачный водный режим прямоточных паровых котлов.
19. Комплексонный водный режим прямоточных паровых котлов.
20. Методы предотвращения попадания пара в опускные трубы. Внутрибарабанные устройства.
21. Основные накипеобразователи и методы вывода их из контура барабанного котла.
22. Методы вывода примесей из цикла для барабанных и прямоточных котлов.
23. Труднорастворимые соединения. Накипе - и шламообразователи.
24. Что называется удельной нагрузкой зеркала испарения и удельной нагрузкой парового объема?
25. Какие основные пути поступления примесей в питательную воду?
26. Почему продувку делают в барабанных котлах, а в прямоточных – не делают?
27. За счет чего можно уменьшить количество добавочной воды?
28. Какую роль играют оксидные пленки на внутренней поверхности трубы в паровом котле?
29. Что общего и в чем различие топотактического и эпитактического слоев защитной пленки, внутритрубных отложений?
30. Чем характеризуется растворимость труднорастворенных соединений?
31. Какие вещества относятся к труднорастворимым? К легкорастворимым?
32. От каких параметров зависит коэффициент распределения веществ между водой и паром?
33. От чего зависит скорость кристаллизации веществ на поверхности трубы?
34. Как изменяется интенсивность образования отложений по длине обогреваемой трубы при СКД?
35. Что общего и в чем отличие процессов образования отложений в барабанных и прямоточных (при ДКД) паровых котлах?
36. В чем заключается идея ступенчатого испарения в барабанных котлах?
37. Какие основные задачи водно-химических режимов паровых котлов и блока в целом?
38. Как изменяются (количественно) нормы качества пара с повышением давления?
39. Каково назначение БОУ?
40. Проведите анализ норм качества питательной воды: для разных типов оборудования (ТЭС); для разных соединений.
41. Какова роль кислорода, находящегося в питательной воде? Когда его концентрацию увеличивают, а когда снижают?
42. Сравните влияние ГАВР и НОВР на работу котла. Какой режим эффективнее и почему?
43. Какие водные режимы используются в барабанных котлах среднего и сверхвысокого давлений?
44. В чем заключается эффект промывки насыщенного пара в барабанном котле? Где меньше концентрация примеси – в паре, поступающем на промывку, или в воде, через которую он барботирует?

## Эксплуатационные режимы и показатели. Стационарные и нестационарные режимы эксплуатации котлов. Пусковые схемы и режимы растопки блоков. Директивные материалы по эксплуатации паровых котлов

1. Порядок растопки котла и пуска блока из холодного состояния.
2. Режимы останова и сброса нагрузки.
3. Что отражает показатель «коэффициент готовности блока»?
4. Чем ограничивается допустимая минимальная нагрузка котла при сжигании различных видов топлив?
5. Какие преимущества имеет работа котла на «скользящем» давлении?
6. Почему имеет место различный характер зависимости тепловосприятия рабочей среды в радиационных и конвективных поверхностях котла при изменении нагрузки?
7. Какие изменения происходят в работе энергоблока при отключении ПВД?
8. Какова роль аккумулирующей способности котла в переменных режимах работы? Что означает термин «маневренность котла»?
9. Каким образом достигают стабилизации параметров пара в прямоточных котлах в условиях переходных режимов работы?
10. Почему ограничена скорость изменения давления в барабанном паровом котле?
11. Какие наиболее характерные методы регулирования температуры перегретого пара применяют в основных перегревателях высокого давления и промежуточных?
12. Почему ограничено использование рециркуляции газов в топку при сжигании твердых топлив? Есть ли такое ограничение при сжигании газа и мазута?
13. Каким показателем определяется влияние загрязнения на тепловосприятие поверхности? Какими приемами достигается уменьшение загрязнения?
14. При каких условиях и где возникает абразивный износ поверхности? Перечислите виды коррозии в поверхностях парового котла.
15. В чем различие температуры точки росы сернистого и безсернистого (газового) топлива?
16. Чем обосновывается введение «допустимой скорости коррозии»?
17. Какие методы сжигания топлива наиболее эффективно снижают выход ?



**Оформление письменной работы согласно МИ 4.2-5/47-01-2013** [Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации](http://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Normativny%27e_dokumenty%27_i_obrazcy%27_zayavlenij/Obshhie_trebovaniya_k_postroeniyu_i_oformleniyu_uchebnoj_tekstovoj_dokumentacii.pdf)

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература**

1. Ковалев А.П., Лелеев Н.С, Виленский Т.В. Парогенераторы: Учебник. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. – 592 с.
3. Резников М.И., Липов Ю.М. Котельные установки электростанций: Учебник. — М.: Энергоатомиздат, 1987.
4. Резников М.И., Липов Ю.М. Паровые котлы тепловых электрических станций: Учебник. – М.: Энергоатомиздат, 1981.
5. Двойнишников В.А., Деев Л.В., Изюмов М.А. Конструкция и расчет котлов и котельных установок: Учебник. – М.: Машиностроение, 1988.
6. Безгрешнов А.П., Липов Ю.М., Шлейфер Б.М. Расчет котлов в примерах и задачах. Учебное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
7. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. / Под ред. Н.В. Кузнецова, В.В. Митора и др. – М.: Энергия, 1973.
8. Лебедев И.К. Гидродинамика паровых котлов – М.: Энергоиздат, 1987.
9. Рихтер Л.А., Волков Э.П., Покровский В.Н. Охрана водного и воздушного бассейна от выбросов ТЭС – М.: Энергоиздат, 1981.
10. Гаврилов Е.И. Топливно-транспортное хозяйство и золошлакоудаление на ТЭС: Учебник. – М: Энергоатомиздат, 1987.

Преподаватель Середкин А.А.

Заведующий кафедрой Басс М.С.

Контрольные задания по курсу котельные установки и парогенераторы

Общие методические указания

Студенту-заочнику необходимо выполнить одну контрольную работу, состоящую из восьми задач и восьми теоретических вопросов. Решать задачи и раскрывать теоретические вопросы следует, строго придерживаясь своего варианта. Номера контрольных задач и вопросов следует взять из табл. 1.Условия вариантов задач и формулировку вопросов в контрольной работе следует переписывать полностью.

Решения задач должны сопровождаться краткими объяснениями и подробными вычислениями. При определении какой-либо величины нужно словами указать, какая величина определяется. В процессе решения задач необходимо сначала привести формулы, лежащие в основе вычислений, проделать с ними все выкладки (в буквенном выражении) и лишь затем подставлять соответствующие числовые значения и производить вычисления. Нужно указать размерности величин, как заданных в условии задач, так и найденных в результате их решения задач.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Последние цифры зачетной книжки | | Номера контрольных задач и вопросов | | | | | | | | Последние цифры зачетной книжки | | Номера контрольных задач и вопросов | | | | | | | |
| 01 | 51 | 1 | 51 | 101 | 151 | 50 | 100 | 150 | 186 | 26 | 76 | 26 | 76 | 126 | 176 | 25 | 75 | 125 | 175 |
| 02 | 52 | 2 | 52 | 102 | 152 | 49 | 99 | 149 | 185 | 27 | 77 | 27 | 77 | 127 | 177 | 24 | 74 | 124 | 174 |
| 03 | 53 | 3 | 53 | 103 | 153 | 48 | 98 | 148 | 184 | 28 | 78 | 28 | 78 | 128 | 178 | 23 | 73 | 123 | 173 |
| 04 | 54 | 4 | 54 | 104 | 154 | 47 | 97 | 147 | 183 | 29 | 79 | 29 | 79 | 129 | 179 | 22 | 72 | 122 | 172 |
| 05 | 55 | 5 | 55 | 105 | 155 | 46 | 96 | 146 | 182 | 30 | 80 | 30 | 80 | 130 | 180 | 21 | 71 | 121 | 171 |
| 06 | 56 | 6 | 56 | 106 | 156 | 45 | 95 | 145 | 181 | 31 | 81 | 31 | 81 | 131 | 181 | 20 | 70 | 120 | 170 |
| 07 | 57 | 7 | 57 | 107 | 157 | 44 | 94 | 144 | 180 | 32 | 82 | 32 | 82 | 132 | 182 | 19 | 69 | 119 | 169 |
| 08 | 58 | 8 | 58 | 108 | 158 | 43 | 93 | 143 | 179 | 33 | 83 | 33 | 83 | 133 | 183 | 18 | 68 | 118 | 168 |
| 09 | 59 | 9 | 59 | 109 | 159 | 42 | 92 | 142 | 178 | 34 | 84 | 34 | 84 | 134 | 184 | 17 | 67 | 117 | 167 |
| 10 | 60 | 10 | 60 | 110 | 160 | 41 | 91 | 141 | 177 | 35 | 85 | 35 | 85 | 135 | 185 | 16 | 66 | 116 | 166 |
| 11 | 61 | 11 | 61 | 111 | 161 | 40 | 90 | 140 | 176 | 36 | 86 | 36 | 86 | 136 | 186 | 15 | 65 | 115 | 165 |
| 12 | 62 | 12 | 62 | 112 | 162 | 39 | 89 | 139 | 186 | 37 | 87 | 37 | 87 | 137 | 176 | 14 | 64 | 114 | 164 |
| 13 | 63 | 13 | 63 | 113 | 163 | 38 | 88 | 138 | 185 | 38 | 88 | 38 | 88 | 138 | 177 | 13 | 63 | 113 | 163 |
| 14 | 64 | 14 | 64 | 114 | 164 | 37 | 87 | 137 | 184 | 39 | 89 | 39 | 89 | 139 | 178 | 12 | 62 | 112 | 162 |
| 15 | 65 | 15 | 65 | 115 | 165 | 36 | 86 | 136 | 183 | 40 | 90 | 40 | 90 | 140 | 179 | 11 | 61 | 111 | 161 |
| 16 | 66 | 16 | 66 | 116 | 166 | 35 | 85 | 135 | 182 | 41 | 91 | 41 | 91 | 141 | 180 | 10 | 60 | 110 | 160 |
| 17 | 67 | 17 | 67 | 117 | 167 | 34 | 84 | 134 | 181 | 42 | 92 | 42 | 92 | 142 | 181 | 9 | 59 | 109 | 159 |
| 18 | 68 | 18 | 68 | 118 | 168 | 33 | 83 | 133 | 180 | 43 | 93 | 43 | 93 | 143 | 182 | 8 | 58 | 108 | 158 |
| 19 | 69 | 19 | 69 | 119 | 169 | 32 | 82 | 132 | 179 | 44 | 94 | 44 | 94 | 144 | 183 | 7 | 57 | 107 | 157 |
| 20 | 70 | 20 | 70 | 120 | 170 | 31 | 81 | 131 | 178 | 45 | 95 | 45 | 95 | 145 | 184 | 6 | 56 | 106 | 156 |
| 21 | 71 | 21 | 71 | 121 | 171 | 30 | 80 | 130 | 177 | 46 | 96 | 46 | 96 | 146 | 185 | 5 | 55 | 105 | 155 |
| 22 | 72 | 22 | 72 | 122 | 172 | 29 | 79 | 129 | 176 | 47 | 97 | 47 | 97 | 147 | 186 | 4 | 54 | 104 | 154 |
| 23 | 73 | 23 | 73 | 123 | 173 | 28 | 78 | 128 | 186 | 48 | 98 | 48 | 98 | 148 | 176 | 3 | 53 | 103 | 153 |
| 24 | 74 | 24 | 74 | 124 | 174 | 27 | 77 | 127 | 185 | 49 | 99 | 49 | 99 | 149 | 177 | 2 | 52 | 102 | 152 |
| 25 | 75 | 25 | 75 | 125 | 175 | 26 | 76 | 126 | 184 | 50 | 00 | 50 | 100 | 150 | 178 | 1 | 51 | 101 | 151 |

Точность вычислений зависит от точности заданных величин или выбранных исходных данных, но в общем случае не следует стремиться к точности выше чем 0,5.

Контрольные работы выполняются в тетради. Для заметок рецензента оставляются поля и в конце работы несколько чистых страниц.

Перед выполнением контрольного задания студент-заочник должен ознакомиться с методикой решения соответствующих задач по примерам, приведенным в учебнике или задачнике.

В конце контрольной работы должна стоять подпись студента.

Контрольные задачи

Задача 1. Определить состав рабочей массы челябинского угля марки БЗ, если состав его горючей массы: Сг = 71,1%; Hг = 5,3%; ; Nг = l,7%; Oг=20,0%; зольность сухой массы *Ас*=36% и влажность рабочая *Wp* = 18,0%.

Задача 2. Определить состав горючей массы кизеловского угля марки Г, если состав его рабочей массы: Сp=48,5%; Нр = 3,6%; S=6,1%; Np = 0,8%; Ор = 40%; зольность сухой мас­сы *Aс*=33,0% и влажность рабочая *Wp*=6,0%.

Задача 3. Определить состав рабочей массы кузнецкого уг­ля марки Д, если состав его горючей массы: Сг=78,5%; Hг = 5,6%; S = 0,4%; Nг=2,5%; Ог=13,0%; зольность сухой мас­сы *Ас=* 15,0% и влажность рабочая *Wр =* 12,0%.

Задача 4. Определить состав рабочей массы ленинградских сланцев, если состав их горючей массы Cг74,0%; Hг=9,5%; S=6,l%; Nг=0,4%; Ог=10,0%; *Ар*=46,0%; *Wp* = 11,5% и(СО2)р=16,4%.

Задача 5. Определить состав горючей массы эстонских сла­нцев, если состав их рабочей массы: Ср=24,1%; Нр= 3,1%; S=1,6%; Np=0,l%; Op= 3,7%; *A*=40,0%; *Wp*= 13,0% и (CO2)  = 14,4%.

Задача 6. В мельнице-вентиляторе подсушивается подмо­сковный уголь марки Б2 состава: С= 28,7%; Н= 2,2%; (S)1=2,7%; N= 0,6%; O= 8,6%; *А*= 25,2%; *W*=32%*.* Определить состав рабочей массы подсушенного топлива, если известно, что влажность топлива после подсушки *W**=* 15%.

Задача 7. В топке котла сжигается смесь, состоящая из 3·103 кг донецкого угля марки Д состава: С= 49,3%; H= 3,6%; (S)1= 3,0%; N= l,0%; О= 8,3%; *А*= 21,8%; *W*= 13,0% и 4,5·103 кг донецкого угля марки Г состава: С= 55,2%; H= 3,8%; (S)2=3,2%; N= 1,0%; O= 5,8%; *А**=*23,0%;*W*= 8,0%. Определить состав рабочей смеси.

Задача 8. В топке котла сжигается смесь, состоящая из 800 кг кузнецкого угля марки Д состава: С= 58,7%; Н= 4,2%; (S)1 = 0,3%; N= l,9%; О= 9,7%; *A*=13,2%; *W*=12,0% и 1200 кг кузнецкого угля марки Г состава: С=66,0%; Н=4,7%; (S)2=0,5%; N=1,8%; O= 7,5%; *А*= 11,0%; *W*= 8,5%. Определить состав рабочей смеси.

Задача 9. Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей массы челябинского угля марки БЗ состава: Ср=37,3%; Нр=2,8%; =l,0%; Np=0,9%; Ор=10,5%; Ар=29,5% и Wp=18,0%.

Задача 10. Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей массы кузнецкого угля марки Д, если состав его горючей массы: Cг=78,5%; Нг=5,6%;с S=0,4%; Nг=2,5%; Ог=13,0%. Зольность сухой массы *Ас*=15,0% и влажность рабочая *Wр*=12,0%.

Задача 11. Определить низшую теплоту сгорания рабочей и сухой массы донецкого угля марки Г, если известны его низшая теплота сгорания горючей массы *Q*=33170 кДж/кг, зольность сухой массы *Ас=25,0%* и влажность рабочая *Wp*= 8,0%.

Задача 12. Определить низшую теплоту сгорания горючей и сухой массы кузнецкого угля марки Т, если известны его низшая теплота сгорания рабочей массы *Q*=26180 кДж/кг, зо­льность сухой массы *Аc=* 18,0% и влажность рабочая *Wp* = 6,5%.

Задача 13. Определить высшую теплоту сгорания горючей и сухой массы кизеловского угля марки Г, если известны следу­ющие величины: *Q*=l9680 кДж/кг; Нр=3,6%; *Aр*=31,0%; *Wp*=6,0%.

Задача 14. Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей массы ленинградских сланцев, если известны следующие величины: *Q*=36848 кДж/кг; Нр=2,7%; *Aр*=46,0%; *Wp*=11,5% и (СО2)=16,4%.

Задача 15. Определить низшую и высшую теплоту сгорания горючей массы высокосернистого мазута, если известны следующие величины: *Q*=38772 кДж/кг; Нр=10,4%; *Ар*=0,1% *Wp*=3,0%.

Задача 16. Определить низшую теплоту сгорания сухо природного газа Саратовского месторождения состава: СО2=0,8%; СН4=84,5%; С2Н6=3,8%; С3Н8=1,9%; С4Н10=0,9%; С5Н12=0,3%; N2=7,8%.

Задача 17. Определить низшую теплоту сгорания рабочей массы челябинского угля марки БЗ состава: Ср=37,3%; Нр=2,8%; S=1,O%; Np=0,9%; Ор=10,5%; *Aр*=29,5%; Wp=18%, — при увеличении его влажности до Wp=20%.

Задача 18. В топке котла сжигается смесь, состоящая из 3·103 кг кузнецкого угля марки Д и 7·103 кг кузнецкого угля марки Т. Определить низшую теплоту сгорания смеси, если известно, что низшая теплота сгорания угля марки Д составляет *Q*=22825 кДж/кг, а угля марки Т –*Q*=26180 кДж/кг. .

Задача 19. Определить высшую теплоту сгорания рабочей массы, приведенную влажность, приведенную зольность, приве­денную сернистость и тепловой эквивалент подмосковного угля марки Б2 состава: Ср=28,7%; Нр=2,2%; S=2,7%; Np=0,6%; Оp=8,6%; *Ap*=25,2%; *Wp*=32%.

Задача 20. Определить высшую теплоту сгорания рабочей массы, приведенную влажность, приведенную зольность, приве­денную сернистость и тепловой эквивалент донецкого угля марки А, если известны следующие величины: *Q*=22625 кДж/кг; Нр=1,2%; S=l,7%; *Ар*=22,9%; *Wp*=8,5%.

Задача 21. Определить приведенную влажность, приведен­ную зольность и приведенную сернистость донецкого угля марки Т состава: Сp=62,7%; Нр=3,1%; S=2,8%; Np=0,9%; Op=l,7%; *Aр*=23,8%; Wp=5%.

Задача 22. Определить приведенную влажность, приведенную зольность и тепловой эквивалент челябинского угля марки БЗ, если известен, состав его горючей массы: Сг=71,1%; Hг=5,3%; S=l,9%; Nг=l,7%; Ог=20,0%; зольность сухой мас­сы *Ас=*36% и влажность рабочая *Wр*=18%.

Задача 23. На складе котельной имеется 60·103 кг ангренского угля марки Б2, состав которого по горючей массе: Cг=76,0%; Hг=3,8%; S=2,5%; Nг=0,4%; Ог=17,3%; зольность сухой массы *Ас*=20,0% и влажность рабочая *Wр*=34,5%. Опреде­лить запас угля на складе в кг условного топлива.

Задача 24. Для котельной, в которой установлены котлы с различными топками, подвезено 50·103 кг донецкого угля мар­ки Т состава: Ср= 62,7%; Нр=3,1%; S=2,8%; Np=0,9%; Op=1,7%; *Ар*=23,8%; *Wр*=5,0%, и 60·103 кг донецкого угля марки А состава: Ср=63,8%; Нр=1,2%; S=l,7%; Np=0,6%; Op=l,3%; *Ар*=22,9%; *Wp*=8,5%. Определить время работы топок, если известно, что топки, работающие на угле марки Т, расходуют 2·103 кг/ч условного топлива, а топки, работающие на угле марки А, — 2,3·103 кг/ч условного топлива.

Задача 25. Две котельные установки одинаковой произво­дительности работают на различных видах топлива. Первая из них сжигает 10·103 кг/ч кузнецкого угля марки Т состава: Ср=68,6%; Нр=3,1%; S=0,4%; Np=l,5%; Ор=3,1%; *Aр*=16,8%; *Wp=*6,5%. Вторая расходует 6·103 кг/ч кузнецкого угля марки Д состава: Cp=58,7%; Нр=4,2%; S=0,3%; Np=l,9%; Ор=9,7%; *Ap*=13,2%; *Wp*=12,0%. Определить, какому количест­ву условного топлива эквивалентен часовой расход топлива в установках.

Задача 26. В котельной за 10 ч сжигается 106 кг донецкого угля марки Г состава: Сp=55,2%; Нр=3,8%; S=3,2%; Np=1,0%; Ор=5,8%; *Ар=*23,0%; *Wp*=8,0%. Определить часовую потребность котельной в условном топливе.

Задача 27. Определить объем продуктов полного сгорания на выходе из топки, а также теоретический и действительный объемы воздуха, необходимые для сгорания 1 м3 природного газа Ставропольского месторождения состава: СО2=0,2%; СН4=98,2%; С2Н6=0,4%; С3Н8=0,1%; С4Н10=0,1%; N2=l,0%. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,2.

Задача 28. Определить на выходе из топки объем продуктов полного сгорания  
1 кг карагандинского угля марки К ее става: Ср=54,7%; Нр=3,3%; S**=0,8%; Np=0,8%; Op=4,8%, *Ар*=27,6%; *Wp*=8,0%. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 29. Определить теоретический и действительный объемы воздуха, необходимые для слоевого сжигания 1000 кг донецкого угля марки Г состава: Ср=55,2%; Нр=3,8%; S**=3,2%; Nр=1,0%; Ор=5,8%; *Ар*=23,0%; *Wp*=8,0%. Коэффициент избыт­ка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 30. Определить объем воздуха, необходимый для сжигания 800 кг/ч ленгерского угля марки БЗ состава: Ср=45,0%; Нр=2,6%; S**=l,7%; Np=0,4%; Ор=9,9%; *Aр*=11,4%; *Wp*=29,0%, и 500 кг/ч экибастузского угля марки СС состава: Ср=43,4%; Нр=2,9%; S**=0,8%; Np=0,8%; Op=7,0%; *Aр*=38,1%; *Wp*=7,0%, при коэффициентах избытка воздуха в то­почной камере соответственно αт=1,4 и 1,3.

Задача 31. Определить теоретический и действительный объемы воздуха, необходимые для сжигания 2000 м3/ч природного газа Ставропольского месторождения состава: СО2=0,5%; СН4=92,8%; С2Н6=2,8%; С3Н8=0,9%; С4Н10=0,4%; С5Н12=0,1%; N2=2,5%; и 1000 м3/ч природного газа Ленинградского месторождения состава: CO2=0,1%; СН4=89,7%; С2Н6=5,2%; С3Н8=1,7%; С4Н10=0,5%; С5Н12=0,1%; N2=2,7%, при коэффициентах избытка воздуха в топочной камере соответственно αт=1,15 и 1,1.

Задача 32. Определить теоретический и действительный объемы воздуха, необходимые для слоевого сжигания 2000 кг кузнецкого угля марки Д, если известен состав его горючей массы: Cг=78,5%; Нг=5,6%; S**= 0,4%; Nг=2,5%; Oг=13,0%, зольность сухой массы *Ас*=15,0% и влажность рабочая *Wp*=12,0%. Коэффициент избытка воздуха в топочной камере αт=1,3.

Задача 33. Определить теоретический объем воздуха, необ­ходимый для слоевого сжигания 1500 кг ленинградских сланцев, если известен состав их горючей массы: Сг=74,0%; Нг=9,5%; S**=6,l%; Nг=0,4%; Ог=10,0%; *Ар*=46,0%; *Wp*=11,5% и(СО2)**=16,4%.

Задача 34. В топке котла сжигается смесь, состоящая из 2·103 кг кузнецкого угля марки Д состава: C**=58,7%; Н**=4,2%; (S**)1=0,3%; N**=l,9%; O**=9,7%; *A*=13;2%; *W=*12,0%, и 3·103 кг кузнецкого угля марки Г состава: С**=66Д%; Н**=4,7%; (S**)2=0,5%; N**=1,8%; O**=7,5%; *А=*11,0%; *W*=8,5%. Определить теоретический объем сухого воздуха, необходимый для сгорания смеси.

Задача 35. В топке котла сжигается воркутинский уголь марки Ж состава: Сp=59,6%; Нр=3,8%; S**=0,8%; Np=l,3%; Ор=5,4%; Aр=23,6%; Wp=5,5%. Определить объем сухих газов при полном сгорании топлива. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 36. Определить объем водяных паров при полном сгорании в слое 10 кг/ч фрезерного торфа состава: Ср=24,7% Нр=2,б%; S**=0,l%; Np=l,l%; Ор=15,2%; *Ар*=6,3%; *Wр*=50,0% при коэффициентах избытка воздуха в топке αт=1,3 и 1,4.

Задача 37. В топке котла сжигается 600 м3 природного газа Угерского месторождения состава: СО2=0,2%; СН4=98,5%; С2Н6=0,2%; С3Н8=0,1%; N2=l,0%. Определить объем продуктов сгорания при коэффициенте избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 38. Определить объем сухих газов, получаемых при полном сгорании в слое 800 кг кузнецкого угля марки Д, если известен состав его горючей массы: Cг=78,5%; Нг=5,6%; S**=0,4%; Nг=2,5%; Ог=13,0%; зольность сухой массы *Аг=*15,0% и влажность рабочая *Wp*=12,0%. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 39. Определить объем двух- и трехатомных газов и содержание СО2 и SO2 в сухих газах, получаемых при полном сгорании 1 кг донецкого угля марки Т состава: Ср=62,7%; Нр=3,1%; S**=2,8%; Np=0,9%; Ор=1,7%; *Ар*=23,8%; *Wp*=5,0% если известно, что дымовые газы при полном сгорании содержат RO**=18,8%.

Задача 40. Определить объем трехатомных газов и содер­жание в них СО2 и SO2, получаемых при полном сгорании 1 кг ткибульского угля марки Г состава: Ср=45,4%; Нр=3,5%; S**=1,3%; Np=0,9%; Оp=8,9%; *Aр*=27,0%; *Wp*=13,0%, если из­вестно, что дымовые газы содержат RO**=18,7%.

Задача 41. Определить объем сухих дымовых газов, получа­емых при сжигании 1000 кг фрезерного торфа состава: Ср=24,7%; Нр=2,6%; S**=0,1%; Np=l,l%; Op=15,2%; *Aр*=6,3%; *Wp*=50,0%, если известно, что дымовые газы при полном сгорании топлива содержат RO2=15,0%. Коэффициент избытка воздуха в топке αт= 1,3.

Задача 42. В топке котла сжигается 5·103 кг/ч донецкого угля марки Г состава: Ср=0,2%; Нр=3,8%; S**=3,2%; Np=l,0%; Ор=5,8%; *Ар*=23,0%; *Wp*=8,0%. Определить, на сколько был увеличен объем подаваемого в топку воздуха, если известно, что при полном сгорании топлива содержание RO2 в дымовых газах снизилось с 16 до 14%.

Задача 43. В топке котла сжигается 2·103 кг/ч малосерни­стого мазута состава: Ср=84,65%; Нр=11,7%; S**=0,3%; Ор=0,3%; *Ар*=0,05%; *Wp*=3,0%. Определить, на сколько был увеличен объем подаваемого в топку воздуха, если известно, что при полном сгорании топлива содержание RO2 в дымовых газах снизилось с 15 до 12%.

Задача 44. В топке котла во время испытаний сожжено 3·103 кг/ч кузнецкого угля марки Д состава: Сp=58,7%; Нр=4,2%; S**=0,3%; Np=l,9%; Ор=9,7%; *Aр*=13,2%; *Wp*=12,0%. В течение первой половины испытаний в продуктах полного сгорания топлива получено RO2=18%, а в течение второй половины испытаний RO2 уменьшилось до 15%. Определить, какой объем воздуха добавлен в топку между первой и второй половинами испытаний.

Задача 45. Определить объем продуктов сгорания, получаемых при полном сгорании 1 кг ленинградских сланцев состава Ср=20,6%; Нр=2;7%; S**=l,7%; Np=0,l%; Op=2,8%; *Ар*=46,0%; *Wp*=11,5%; (СО2)**=16,4%. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 46. Определить объем продуктов сгорания, получаемых при полном сгорании 2·103 кг/ч карагандинского угля марки К состава: Ср=54,7%; Нр=3,3%; S**=0,8%; Np=0,8%; Ор=4,8%; *Ар*=27,6%; *Wp*=8,0%, если известно, что дымовые газы содержат RO2=18%.

Задача 47. Определить максимальное содержание трехатомных газов в продуктах полного сгорания 1 кг донецкого угля марки А состава: Ср=63,8%; Нр=1,2%; S**=l,7%; Np=0,6%; Ор=1,3%; *Ар*=22,9%; *Wp*= 8,5%.

Задача 48. В топке котла сжигается смесь из 2·103 кг, донецкого угля марки Д состава: С**=49,3%; H**=3,б%; (S**)1=3,0%; N**=l,0%; О**=8,3%; *A*=21,8%; *W*=13,0% и 3·103 кг/ч донецкого угля марки Г состава: С**=55,2%; Н**=3,8%; (S**)2=3,2%; N**=1,0%; O*=*5,8%; *A*=23%; *W*=8%. Определить объем газов, получаемых при полно сгорании смеси, если коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 49. Определить объем газов, получаемых при полном сгорании 1000 м3/ч природного газа Радченковского мест рождения состава: СО2=0,1%; СН4=85,8%; С2H6=0,2%; С3Н8=0,1%; С4Н10=0,1%; N2=13,7%. Коэффициент избытка воздуха в топочной камере αт=1,1.

Задача 50. В топке котла сжигается 1 кг артемовско угля марки БЗ состава: Ср=35,7%; Нр=2,9%; S**=0,3%; Nр=0,7%; Ор=12,1%; *Ар*=24,3%; *Wp*=24,0%. Определить объем продуктов сгорания и содержание в них кислорода О2, если RO2=18%.

Задача 51. В топке котла сжигается 1 кг анадырского угля марки БЗ состава: Ср=50,1%; Нр=4,0%; S**=0,1 Np=0,7%; Ор=12,2%; *Ар*=11,9%; *Wp*=21,0%. Определить коэффициент избытка воздуха при полном сгорании топлива, если RO2 = 16%.

Задача 52. В топке котла сжигается донецкий уголь марки Т состава: Ср=62,7%; Нр=3,1%; S**=2,8%; Np=0,9%; Op= l,7%; *Ар*=23,8%; *Wp*=5,0%. Определить содержание азота N2 в проду­ктах сгорания и коэффициент избытка воздуха при полном сгора­нии топлива, если RO2=15,0%.

Задача 53. Определить объем сухих газов и коэффициент избытка воздуха при полном сгорании природного газа Сара­товского месторождения состава: СО2=1,2%; СН4=91,9%; С2Н6=2,1%; С3Н8=1,3%; С4Н10=0,4%; С5Н12=0,1%; N2=3,0%, если известно, что продукты сгорания содержат RO2=16,0% и О2=4,0%.

Задача 54. В топке котла сжигается 1 кг райчихинского уг­ля марки Б1 состава: Ср=30,4%; Нр=1,7%; S**=0,3%; Np=0,5%; Ор=12,2%; *Aр*=7,9%; *Wp*=47,0%. Определить содержание кисло­рода О2 в продуктах сгорания и коэффициент избытка воздуха при полном сгорании топлива, если RO2=16,0%.

Задача 55. Определить массу продуктов сгорания и концен­трацию золы в продуктах сгорания, получаемых при полном сгорании 1 кг ленинградских сланцев состава: Ср=20,6%; Hp=2,7%; S**=1,7%; Np=0,l%; Ор=2,8%; *Aр*=46,0%; *Wp*=11,5%; (СО2)**=16,4%, если, известно, что доля золы топлива, уносимой продуктами сгорания, *аун*=0,95. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 56. Определить массу продуктов сгорания и концентрацию золы в продуктах сгорания, получаемых при полном сгорании 1 кг карагандинского угля марки К состава: Ср=54,7%; Нр=3,3%; S**=0,8%; Np=0,8%; Ор=4,8%; *Ар*=27,6%; *Wp*=8,0%, если известно, что доля золы топлива, уносимой продуктами сгорания, *аун*=0,85. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 57. Определить массу продуктов сгорания, получаемых при полном сгорании 1 м3 природного газа Ставропольского месторождения состава: СО2=0,2%; СН4=98,2%; С2Н6=0,4%; С3Н8=0,1%; С4Н10=0,1%; N2=l,0%, если известно, что плотность сухого газа *ρ*=0,728 кг/м3. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,15.

Задача 58. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки, получаемых при полном сгорании 1 кг карагандинского угля марки К состава: Ср=54,7%; Нр=3,3%; S**=0,8%; Np=0,8%; Op=4,8%; Aр=27,6%; *Wp*=8,0%; если известно, что температура газов на выходе из топки равна *θг*=1000°С, доля золы топлива, уносимой продуктами сгорания, *аун*=0,85 и приведенная величина уноса золы сжигаемого топлива Апр.ун=4,6 кг·%/МДж. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 59. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки, получаемых при полном сгорании 1 кг донецкого угля марки Т состава: Ср=62,7%; Нр=3,1%; S**=2,8%; Np=0,9%; Ор=1,7%; *Ар*=23,8%; *Wр*=5,0%, если известно, что температура газов на выходе из топки *θг*=1100°С.

Задача 60. В топке котла сжигается 1 кг донецкого угля марки А состава: Ср=63,8%; Нр=1,2%; S**=l,7%; Nр=0,6%; Ор=1,3%; *Ар*=22,9%; *Wp*=8,5%. Определить энтальпию избыточного воздуха на выходе из топки при полном сгорании угля, если известно, что температура газов на выходе из топки *θг*=1000°С. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 61. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки, получаемых при полном сгорании 1 м3 природного газа Газлинского месторождения состава: СО2=0,4%; СН4=94,0%; С2Н6=2,8%; С3Н8=0,4%; С4Н10=0,3%; C5H12=0,l%; N2=2,0%, если известно, что температура газов на выходе из топки *θг*=1000°С. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,1.

Задача 62. Определить энтальпию избыточного воздуха на выходе из топки при полном сгорании 1 м3 природного газа Шебелинского месторождения состава: СО2=0,1%; СН4=92,8%; С2Н6=3,9%; С3Н8=1,0%; С4H10=0,4%; С5Н12=0,3%; N2=l,5%, если известно, что температура газов на выходе из топки *θг*=1000°С. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,1.

Задача 63. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки, получаемых при полном сгорании 1 кг высокосернистого мазута состава: Ср=83,0%; Нр=10,4%; S**=2,8%; Ор=0,7%; *Ар*=0,1%;*Wp*=3,0%, если известно, что температура газов на выходе из топки *θг*=1100°С. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,15.

Задача 64. Определить энтальпию избыточного воздуха и золы на выходе из топки при полном сгорании 1 кг донецкого угля марки Г состава: Cp=55,2%; Нр=3,8%; S**=3,2%; Np=1,0%; Ор=5,8%; *Ар*=23,0%; *Wp*=8,0%, если известно, что температура газов на выходе из топки *θг*=1100°С, доля золы топлива, уносимой продуктами сгорания, *аун*=0,85 и приведенная величина уноса золы сжигаемого топлива *Апр.ун=*3,72 кг·%/МДж. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 65. В топке котла сжигается 1 кг карагандинского угля марки К состава: Ср=54,7%; Нр=3,3%; S**=0,8%; Np=0,8%; Ор=4,8%; *Ар*=27,6%; *Wp*=8,0%. Построить  
*Iθ*-диаграмму для продуктов сгорания в интервале температур горения топлива 600...2000°С. Коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3.

Задача 66. В топке котельного агрегата паропроизводительностью*D*=13,4 кг/с сжигается подмосковный уголь марки Б2 состава: Ср=28,7%; Нр=2,2%; S=2,7%; Np=0,6%; Op=8,6%; *Ар*=25,2%; *Wp*=32,0%. Составить тепловой баланс котельного агрегата, если известны температура топлива при входе в топку *tТ*=20°C, натуральный расход топлива *В=*4 кг/с, давление пере­гретого пара *рпп*=4 МПа, температура перегретого пара *tnn*=450°C, температура питательной воды *tпв*=150°С, величина непрерывной продувки *Р*=4%; теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг топлива *V0*=2,94м3/кг, объем уходящих газов на выходе из последнего газохода *Vyx*=4,86 м3/кг, температура уходящих газов на выходе из после­днего газохода *θ*ух=160°С, средняя объемная теплоемкость газов при постоянном давлении *срух*=1,415 кДж/(м3·К), коэффициент избытка воздуха за последним газоходом αyx=1,48, температура воздуха в котельной *tв*=30°С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении *срв=*1,297 кДж/(м3·К), содержание в уходящих газах оксида углерода СО=0,2% и трехатомных газов RO2=16,6% и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=4%. Потерями теплоты с физической теплотой шлака пренебречь.

Задача 67. В топке котла сжигается малосернистый мазут состава: Cp= 84,65%; Нр=11,7%; S=0,3%; Op=0,3%; *Ap*=0,05%; *Wp*=3,0%. Определить располагаемую теплоту, если температура подогрева мазута *tТ*=93°С и энтальпия пара, идущего на распыливание топлива паровыми форсунками, *iф*=3280 кДж/кг.

Задача 68. В топке котла сжигается челябинский уголь марки БЗ состава: Сp=37,3%; Нр=2,8%; S=1,0%; Np=0,9%; Оp=10,5%; *Ap*=29,5%; *Wp*=18%. Определить располагаемую теп­лоту, если температура топлива на входе в топку *tT*=20°С.

Задача 69. Определить теплоту, полезно использованную в водогрейном котле, если известны натуральный расход топлива *B*=1,2 кг/с, расход воды Мв=70 кг/с, температура воды, поступающей в котел, *t1*=70°С и температура воды, выходящей из него, *t2*=150°С.

Задача 70. Определить теплоту, полезно использованную в котельном агрегате паропроизводительностью*D* = 5,45 кг/с, если натуральный расход топлива *B*=0,64 кг/с, давление перегре­того пара *рп.п*=1,3 МПа, температура перегретого пара *tпп*=275°С, температура питательной воды *tп.в*=100°С и величина непрерывной продувки *Р*=3%.

Задача 71. В топке котельного агрегата паропроизводитель­ностью*D*=5,6 кг/с сжигается абанский уголь марки Б2 состава: Ср=41,5%; Нр=2,9%; S=0,4%; Np=0,6%; Op=13,l%; *Aр*=8,0%; Wp=33,5%. Определить в процентах теплоту, полезно использованную в котлоагрегате, если известны натуральный расход топлива *B*=1,12 кг/с, давление перегретого пара *рп.n*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=400°С, температура питательной воды *tп.в*=130°C, величина непрерывной продувки *Р*=3% и температура топлива на входе в топку *tT*=20°C. .

Задача 72. В топке котельного агрегата паропроизводитель­ностью*D*=7,22 кг/с сжигается высокосернистый мазут состава: Ср=83,0%; Нр=10,4%; S=2,8%; Op=0,7%; Aр=0,1%; *Wp*=3,0%. Определить располагаемую теплоту в кДж/кг и тепло­ту, полезно использованную в котлоагрегате в процентах, если известны температура подогрева мазута *tT*=90°C, натуральный расход топлива *B*=0,527 кг/с, давление перегретого пара *рп.п=*1,3 МПа, температура перегретого пара *tпп*=250°C, температу­ра питательной воды tпв=100°С и величина непрерывной продувки *Р*=4%.

Задача 73. В топке котельного агрегата паропроизводитель­ностью*D*=4,2 кг/с сжигается природный газ Дашавского месторождения с низшей теплотой сгорания *Q=*35700 кДж/м3. Определить в кДж/м3 и процентах теплоту, полезно использованную в котлоагрегате, если известны натуральный расход топлива *B*=0,32 м3/с, теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 топлива, *V0*=9,5 м3/м3, давление перегретого пара *рп.п*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=400°С, температура питательной воды *tпв*=130°С, темпе­ратура воздуха в котельной *tв*=30°C, температура поступаю­щего в топку воздуха *t*=230°С и коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,1.

Задача 74. В топке котла сжигается малосернистый мазут состава: Cp=84,65%; Нр=11,7%; S=0,3%; Op=0,3%; *Ap*= 0,05%; *Wp*=3,0%. Определить в кДж/кг и процентах потери теплоты с уходящими газами из котлоагрегата, если известны коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом*αух*=1,35, тем­пература уходящих газов на выходе из последнего газохода *θух*=160°С, температура воздуха в котельной *tв*=30°С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении *c*=1,297 кДж/(м3·К) и температура подогрева мазута *tT* =90°С.

Задача 75. В топке котельного агрегата сжигается караган­динский уголь марки К состава: Ср=54,7%; Нр=3,3%; S=0,8%; Nр=0,8%; Ор=4,8%; *Ар*=27,6%; *Wp*=8,0%. Определить потери теплоты с уходящими газами из котлоагрегата, если известны коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом*αух*=1,43, объем уходящих газов на выходе из последнего газохода *Vyx=*8,62 м3/кг, температура уходящих газов на выходе из после­днего газохода *θух*=150°С, средняя объемная теплоемкость газов при постоянном давлении *с*=1,4 кДж/(м3·К), температура воздуха в котельной *tв*=30°С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении *с=*1,297 кДж/(м3·К) и поте­ри теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=3%.

Задача 76. В топке котельного агрегата сжигается камен­ный уголь с низшей теплотой сгорания *Q*=27600 кДж/кг. Опре­делить потери теплоты в процентах с уходящими газами из котлоагрегата, если известны коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом*αух*=1,4, объем уходящих газов на выходе из последнего газохода *Vyx=*10,5м3/кг, температура уходящих газов на выходе из последнего газохода *θух*=160°С, средняя объемная теплоемкость газов при *р*=const*c=*1,415 кДж/(м3·К), теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг топлива *V0*=7,2 м3/кг, температура воздуха в котельной *tв*=30°C, температура воздуха, поступающего в топку, *t=*180°C, коэффициент избытка воздуха в топке *α*т=1,2, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении *с*=1,297 кДж/(м3·К) и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4=*4%.

Задача 77. Определить, на сколько процентов возрастут по­тери теплоты с уходящими газами из котельного агрегата при повышении температуры уходящих газов *θух* со 160 до 180°С, если известны коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом*αух*=1,48, объем уходящих газов на выходе из последнего газохо­да *Vyx*=4,6 м3/кг, средняя объемная теплоемкость газов при постоянном давлении *c=*1,415 кДж/(м3·К), теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг топлива *V0*=2,5 м3/кг, температура воздуха в котельной *tв*=30°С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении *с*=1,297 кДж/(м3·К) и потери теплоты от механической не­полноты сгорания топлива *Q4*=340 кДж/кг. Котельный агрегат работает на фрезерном торфе с низшей теплотой сгорания *Q*=8500 кДж/кг.

Задача 78. Определить в процентах потери теплоты с ухо­дящими газами из котельного агрегата, если известны коэффици­ент избытка воздуха за котлоагрегатом*αух*=1,5, температура уходящих газов на выходе из последнего газохода *θух*=150°С, температура воздуха в котельной *tв*=30°C, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении *с*=1,297 кДж/(м3·К), температура топлива при входе в топку *tT*=20°С и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=3,5%. Котельный агрегат работает на абанском угле марки Б2 состава: Ср=41,5%; Hр=2,9%; S=0,4%; Np=0,6%; Ор=13,1%; *Aр*=8,0%; *Wp*= 33,5%.

Задача 79. Определить, на сколько процентов уменьшатся потери теплоты с уходящими газами из котельного агрегата при снижении температуры уходящих газов *θух* со 145 до 130°С, если известны коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом*αух*=1,43, объем уходящих газов на выходе из послед­него газохода *Vух*=8,62 м3/кг, средняя объемная теплоем­кость газов при постоянном давлении *c=*1,415 кДж/(м3·К), теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг топлива, *V0=*5,815 м3/кг, температура воздуха в котельной *tв*=30°С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоян­ном давлении *с*=1,297. кДж/(м3·К) и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=3%. Котельный аг­регат работает на каменном угле с низшей теплотой сгорания *Q*=22 290 кДж/кг.

Задача 80. В топке котельного агрегата сжигается челябинс­кий уголь марки БЗ состава: Cp=37,3%: Нр=2,8%; S=1,0%; Np=0,9%; Op=10,5%; *Aр*=29,5%; *Wp*=18,0%. Определить в кДж/кг и процентах потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива, если известны содержание в уходящих газах оксида углерода СО=0,25% и трехатомных газов RO2=17,5% и температура топлива на входе в топку *tT*=20°С.

Задача 81. Определить в кДж/кг и процентах потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива, если известны из данных анализа содержание оксида углерода в уходящих газах СО=0,28% и содержание трехатомных газов RO2=19%. Котельный агрегат работает на каменном угле с низшей теплотой сгорания *Q*=22825 кДж/кг, содержание в топливе углерода Ср=58,7% и серы S=0,3%.

Задача 82. В топке котельного агрегата сжигается кузнецкий уголь марки Д состава: Ср=58,7%; Нр=4,2%; S=0,3%; Np=l,9%; Ор=9,7%; *Aр*=13,2%; *Wp*=12,0%. Определить в процентах и кДж/кг потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива, если известны температура топлива на входе и топку *tT*=20°С, доля золы в шлаке и провале от содержания ее в топливе *ашл+пр*=80%, доля золы в уносе от содержания ее и топливе *аун*=20%; содержание горючих в шлаке и провале *Сшл+пр*=25% и содержание горючих в уносе *Сун*=30%.

Задача 83. Определить в кДж/кг и процентах потери тепло­ты от механической неполноты сгорания топлива, если известны из данных испытаний потери теплоты топлива со шлаком *Q*= 600 кДж/кг, потери теплоты с провалом топлива *Q*=100 кДж/кг и потери теплоты с частичками топлива, уноси­мыми уходящими газами *Q*=760 кДж/кг. Котельный агрегат работает на донецком угле марки Т состава: Сp=62,7%; Нр=3,1%; S=2,8%; Np=0,9%; Ор=1,7%; *Aр*=23,8%; *Wp*=5,0%.

Задача 84. Определить в процентах и кДж/кг потери тепло­ты в окружающую среду, если известны температура топлива на входе в топку *tT*=20°C, теплота, полезно использованная в котлоагрегате, *q1*=84%; потери теплоты с уходящими газами *q2=*11%, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=0,5%, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=4%. Котельный агрегат работает на подмосковном угле марки Б2 с низшей теплотой сгорания *Q*=10516 кДж/кг, содержание в топливе влаги *Wp*=32,0%. Потерями теплоты с физической теплотой шлака пренебречь.

Задача 85. В топке котельного агрегата сжигается донецкий уголь марки А состава: Ср=63,8%; Нр=1,2%; S=l,7% Nр=0,6%; Ор=1,3%; *Ар*=22,9%; *Wp*=8,5%. Определить в кДж/кг и процентах потери теплоты с физической теплотой шлака, если  
известны доля золы топлива в шлаке *ашл*=0,8; теплоемкость шлака *сшл*=0,934 кДж/(кг·К) и температура шлака *tшл*=600°С.

Задача 86. Определить в процентах потери теплоты в окружающую среду, если известны теплота, полезно использованная в котлоагрегате, *q1*=87%, потери теплоты с уходящими газами *q2* = 8%, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=0,5%, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=3,5%; доля золы топлива в шлаке *aшл*=0,8, теплоемкость шлака *сшл*=0,934 кДж/(кг·К), температура шлака *tшл*=600°C, температура воздуха в котельной *tв*=30°C, темпера­тура воздуха, поступающего в топку, *t*=169°С и коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,4. Котельный агрегат работает на донецком угле марки Т состава: Ср=62,7%; Нр=3,1%; S=2,8%; Np=0,9%; Ор=1,7%; *Ар*=23,8%; *Wp*=5,0%.

Задача 87. В пылеугольной топке котельного агрегата паропроизводительностью*D*=5,56 кг/с сжигается бурый уголь с низшей теплотой сгорания *Q=*15000 кДж/кг. Определить кпдкотлоагрегата (брутто) и расход натурального и условного топлива, если известны давление перегретого пара *рп.п*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=450°С, температура питатель­ной воды *tпв*=150°C, величина непрерывной продувки *Р*=3%, потери теплоты с уходящими газами *q2*=7%, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=0,5, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=1%, потери теплоты в окружающую среду *q5=*1,3% и потери теплоты с физической теплотой шлака *q6*=0,4%.

Задача 88. Определить кпд брутто и нетто котельной установки, работающей на кузнецком угле марки Д состава: Cр=58,7%; Hp=4,2%; S=0,3%; Np=l,9%; Oр=9,7%; *Ар*=13,2%; *Wp*=12,0%, если известны натуральный расход топ­лива *B*=0,24 кг/с, паропроизводительность котельного агрегата *D*=1,8 кг/с, давление перегретого пара *pпп*=4MПа температу­ра перегретого пара *tпп*=450°С, температура питательной воды *tп.в*=140°С, величина непрерывной продувки *Р=*3%; расход пара на собственные нужды котельной *Dсн*=0,01 кг/с и давление пара, расходуемого на собственные нужды, *рс.н*=0,5МПа.

Задача 89. В топке котельного агрегата сжигается камен­ный уголь, состав горючей массы которого: Сг=88,5%; Нг=4,5%; S=0,5%; Nг=l,8%; Ог=4,7%; зольность сухой массы *Ас*=13,0% и влажность рабочая *Wp*=7,0%. Определить кпд котельного агрегата (брутто), если известны температура воздуха в котельной *tв*=25°С, температура воздуха, поступающего в топ­ку, *t*=175°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3, потери теплоты с уходящими газами *Q2*=2360 кДж/кг, потери теплоты от химической неполноты сгорания *Q3=*147,5 кДж/кг, потери теплоты от механической неполноты сгорания *Q4*=1180 кДж/кг, потери теплоты в окружающую среду *Q5=*147,5 кДж/кг и потери теплоты с физической теплотой шлаков *Q6*=88,5 кДж/кг.

Задача 90. Определить кпд котельной установки (нетто), еcли известны кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=89,6%, рас­ход топлива *B*=0,334 кг/с, расход пара на собственные нужды котельной *Dсн*=0,012 кг/с, давление пара, расходуемого на собственные нужды, *рсн*=0,5 МПа и температура питательной воды *tпв*=120°С. Котельный агрегат работает на высокосернистом мазуте с низшей теплотой сгорания горючей массы *Q*=40 090 кДж/кг, содержание в топливе золы *Ар*=0,1% и влаги *Wp*= 3,0%. Температура подогрева мазута *tT*=90°С.

Задача 91. В топке водогрейного котла сжигается природ­ный газ Саратовского месторождения с низшей теплотой сгорания *Q*=35 799 кДж/м3. Определить расход натурального и условного топлива, если известны кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=89%, расход воды *Мв*=75 кг/с, температура воды, поступа­ющей в котел, *t1*=70°С и температура воды, выходящей из него, *t2*=150°С.

Задача 92. В топке котельного агрегата паропроизводительностью*D*=5,6 кг/с сжигается челябинский уголь марки БЗ с низшей теплотой сгорания *Q=*13997 кДж/кг. Определить эко­номию топлива в процентах, получаемую за счет предваритель­ного подогрева конденсата, идущего на питание котлоагрегатов в регенеративных подогревателях, если известны темпера­тура топлива при входе в топку *tT*=20°С, теплоемкость рабо­чей массы топлива *с*=2,1 кДж/(кг·К), кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=91,5%, давление перегретого пара *рпп*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=430°C, температура кон­денсата *tк*=32°С, температура питательной воды после регенера­тивного подогревателя *tпв*=130°C и величина непрерывной продувки *Р*=3%.

Задача 93. В топке котельного агрегата паропроизводительностью*D*=64 кг/с сжигается бурый уголь с низшей теплотой сгорания *Q*=15300 кДж/кг. Определить расчетный расход топлива, если известны кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=89,3%; давление перегретого пара *рпп*=10 МПа, температура перегретого пара *tпп*=510°C, температура питательной воды *tпв*=215°С, поте­ри теплоты топлива со шлаком *Q=*172 кДж/кг, потери теплоты с провалом топлива *Q*= 250 кДж/кг и потери теплоты с ча­стицами топлива, уносимыми уходящими газами, *Q*=190 кДж/кг.

Задача 94. В топке котельного агрегата паропроизводительностью*D*=3,9 кг/с сжигается природный газ Ставропольского месторождения с низшей теплотой сгорания *Q*=35 675 кДж/м3. Определить экономию условного топлива в процентах, получаемую за счет предварительного подогрева конденсата, идущего на питание котлоагрегатов в регенеративных подогревателях, если известны кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=91%; давление перегретого пара *рпп*=1,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=280°С, температура конденсата *tк*=32°С, температура питательной воды после регенеративного подогревателя *tпв*=100°С и величина непрерывной продувки *Р*=3%.

Задача 95. Определить площадь колосниковой решетки, ко­торую требуется установить под вертикально-водотрубным кот­лом паропроизводительностью*D*=6,l кг/с, работающим на подмосковном угле марки Б2 состава: Cp=28,7%; Нр=2,2%; S=2,7%; Np=0,6%; Op=8,6%; *Ap*= 25,2%; *Wp*= 32,0%, если из­вестны температура топлива при входе в топку *tT=*20°С, давление перегретого пара *рпп*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=420°С, температура питательной воды *tпв*=180°С, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=87%, величина непрерывной продувки *Р*=4% и тепловое напряжение площади колосниковой решетки *Q/R*=1170 кВт/м2.

Задача 96. Определить объем топочного пространства, предназначенного для вертикально-водотрубного котла паропро­изводительностью*D*=13,8 кг/с, при работе на малосернистом мазуте состава: Сp=84,65%; Нр=11,7%; S=0,3%; Ор=0,3%; *Aр*=0,05%; *Wp*=3,0%, если известны температура подогрева ма­зута *tT*=90°C, давление перегретого пара *pпп*=1,4 МПа, темпера­тура перегретого пара *tпп*=250°С, температура питательной воды *tпв*=100°С, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=88%; величина не­прерывной продувки *Р*=3% и тепловое напряжение топочного объема *Q/Vт*=490 кВт/м3.

Задача 97. Определить площадь колосниковой решетки, объем топочного пространства и кпд топки котельного агрегата паропроизводительностью*D*=5,45 кг/с, если известны давление перегретого пара *pпп*=1,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=280°C, температура питательной воды *tпв*=100°С, кпдкотло­агрегата (брутто) *η*=86%, величина непрерывной продувки *Р*=3%,тепловое напряжение площади колосниковой решетки *Q/R*=10l5 кВт/м2; тепловое напряжение топочного объема *Q/Vт*=350 кВт/м3, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=0,5% и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=5,5%. Котельный агрегат рабо­тает на кузнецком угле марки Т с низшей теплотой сгорания горючей массы *Q*=34345 кДж/кг, содержание в топливе золы *Ар=*16,8% и влаги *Wp*= 6,5%.

Задача 98. В топке котельного агрегата паропроизводительностью*D*=7,05 кг/с сжигается природный газ Саратовского месторождения состава: СО2=0,8%; СН4=84,5%; С2Н6=3,8%; С3Н8=1,9%; С4Н10=0,9%; С5Н12=0,3%; N2=7,8%. Определить объемтопочного пространства и кпд топки, если известны давление перегретого пара *рпп*=l,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=280°C, температура питательной воды *tпв*=110°С, кпдтеплоагрегата (брутто) *η*=91%, величина непрерывной продувки *Р*=4%, тепловое напряжение топочного объема *Q/Vт*=310 кВт/м3, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=1,2% и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4=*1%.

Задача 99. Определить площадь колосниковой решетки и кпд топки котельного агрегата паропроизводительностью*D*=5,9 кг/с, если известны давление перегретого пара *рпп*=l,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=250°C, температура питательной воды *tпв*=120°С, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=86,5%, тепловое напряжение площади колосниковой решетки *Q/R=*1260 кВт/м2, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *Q3*=101,5 кДж/кг и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *Q4*=1290 кДж/кг. Котельный агрегат работает на кизеловском угле марки Г с низшей теплотой сгорания горючей массы *Q*=31349 кДж/кг, содержание в топливе золы *Ар*=31% и влаги *Wp*= 6%.

Задача 100. Определить тепловое напряжение топочного объема камерной топки котельного агрегата паропроизводительностью*D*=2,5 кг/с, если известны давление перегретого пара *рпп*=l,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=250°C температура питательной воды *tпв*=100°C, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=90%, величина непрерывной продувки *Р*=4% и объем топочного пространства *Vт*=24 м3. Котельный агрегат работает на высокосернистом мазуте с низшей теплотой сгорания горючей массы *Q*=40090 кДж/кг, содержание в топливе золы *Ар*=0,1% и влаги *Wp*=3%. Температура подогрева мазута *tT*=90°С.

Задача 101. В топке водогрейного котла сжигается челябинский уголь марки БЗ с низшей теплотой сгорания *Q*=13 997 кДж/кг. Определить тепловое напряжен: площади колосниковой решетки, если известны кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=85%, расход воды *Мв*=65 кг/с, температура воды, поступающей в котел, *t1*=70°C, температура воды, выходящей из него, *t2*=150°С и площадь колосников решетки *R=* 15 м2.

Задача 102. В шахтно-мельничной топке сжигается Донецкий уголь марки Г с низшей теплотой сгорания *Q*=22024 кДж/кг. Определить площадь колосниковой решетки, объем поточного пространства и кпд топки, если тепловое напряжение площади колосниковой решетки *Q/R*=1270 кВт/м2, тепловое напряжение топочного объема *Q/Vт*=280 кВт/м3, расход топлива*В*=0,665 кг/с, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=0,6% и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4=*4,4%.

Задача 103. Определить полезное тепловыделение в топке котельного агрегата, работающего на подмосковном угле марки Б2 состава: Ср=28,7%; Нр=2,2%; S=2,7%; Np=0,6%; Ор=8,6%; *Ар*=25,2%; *Wp*=32,0%, если известны температура топлива на входе в топку *tт*=20°С, температура воздуха в котельной *tв*=30°С, температура горячего воздуха *tгв*=300°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3, присос воздуха в топоч­ной камере Δαт=0,05, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=0,5%, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=3%, объем рециркулирующихuгазов *Vрц*=1,1 м3/кг, температура рециркулирующих газов *θрц*=1000°С и средняя объемная теплоемкость рециркулирующих газов с=1,415 кДж/(м3К).

Задача 104. Определить, на сколько изменится полезное тепловыделение в топке котельного агрегата за счет подачи к горелкам предварительно подогретого воздуха, если известны температура воздуха в котельной *tв*=30°С, температура горячего воздуха *tгв*=250°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,15, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05 и потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=1%. Котельный агрегат работает на природном газе Саратовского месторождения состава: СО2=0,8%; СН4=84,5%; С2Н6=3,8%; С3Н8=1,9%; С4Н10=0,9%; С5Н12=0,3%; N2=7,8%.

Задача 105. Определить теоретическую температуру горения топлива в топке котельного агрегата, работающего на донецком угле марки Д состава: Ср=49,3%; Нр=3,6%; S=3,0%; Np=l,0%; Ор=8,3%; *Aр*=21,8%; *Wp*=13,0%,если известны температура воздуха в котельной *tв*=30°C, температура горячего воздуха *tгв*=295°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*= 0,5%, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=3% и поте­ри теплоты с физической теплотой шлака *q6*=0,5%.

Задача 106. Определить теоретическую температуру горения и топке котельного агрегата, работающего на природном газе состава: СН4=92,2%; С2Н6=0,8%; С4Н10=0,1%; N2=6,9%, если известны температура воздуха в котельной *tв*=30°C, тем­пература горячего воздуха *tт.в*=250°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,1, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,04 и потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*= 1%.

Задача 107. Определить, на сколько изменится теоретическая температура горения в топке котельного агрегата за счет подачи к горелкам предварительно подогретого воздуха, если известны температура воздуха в котельной *tв*=30°С, температура горячего воздуха *tт.в*=250°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,15, присос воз­духа в топочной камере Δαт=0,05 и потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=1,0%. Котельный агрегат работает на природном газе Став­ропольского месторождения состава: СО2=0,2%; СН4=98,2%; С2Н6=0,4%; С3Н8=0,1%; С4Н10=0,1%; N2=l,0%.

Задача 108. Определить температуру газов на выходе из топки котельного агрегата паропроизводительностью*D=*13,9 кг/с, работающего на подмосковном угле марки Б2 состава: Ср=28,7%; Нр=2,2%; S=2,7%; Np=0,6%; Op=8,6%; *Ар*=25,2%; *Wp*=32,0%, если известны температура топлива на входе в топку *tT*=20°C, давление перегретого пара *рпп*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=450°C, температура питательной воды *tпв*=150°С, величина непрерывной продувки *Р*=4%, теплоемкость рабочей массы топлива *с*=2,1 кДж/(кг·К), кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=86,8%, теоретическая температура зрения топлива в топке *θm*=1631°С, условный коэффициент загрязнения *ζ*=0,6, степень черноты топки *а*т=0,708, лучевоспринимающая поверхность нагрева *Нл*=239 м2, средняя суммарная теплоемкость продуктов сгорания *Vcp*=8,26 кДж/(кг·К) в интервале температур *θт—θ**,* расчетный коэффициент, зависящий от относительного местоположения максимума температуры в топке, *М*=0,45, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=2% и потери теплоты в окружающую среду *q5*=0,9%.

Задача 109. Определить температуру газов на выходе из топ­ки котельного агрегата паропроизводительностью*D*=13,5 кг/с, работающего на донецком угле марки ПА с низшей теплотой сгорания *Q=*25 265 кДж/кг, если известны давление перегрето­го пара *рпп*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=450°C, температура питательной воды *tпв*=100°С, величина непрерыв­ной продувки *Р*=3%, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=86,7%, теоретическая температура горения топлива в топке *θm*=2035°С, условный коэффициент загрязнения *ζ*=0,6, степень черноты топ­ки *а*т=0,546, лучевоспринимающая поверхность нагрева *Нл*=230 м2, средняя суммарная теплоемкость продуктов сгорания топлива *Vcp=*15,4кДж/(кг·К) в интервале температур*θт—θ**,* расчетный коэффициент, зависящий от относительного положе­ния максимума температуры в топке, *М*=0,45, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=4% и потери теплоты в окружающую среду *q5=*0,9%.

Задача 110. Определить температуру газов на выходе из топки котельного агрегата паропроизводительностью*D=*12,6кг/с, работающего на фрезерном торфе с низшей теплотой сгорания *Q=*1125 кДж/кг, если известны температура топлива на входе в топку *tT*=20°С, давление перегретого пара *рпп*=4 МПа, тем­пература перегретого пара *tпп*=450°C, температура питательной воды *tпв*=150°C, теплоемкость рабочей массы топлива *с*=2,64 кДж/(кг·К), кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=85%, теоре­тическая температура горения топлива в топке *θm*=1487°С, усло­вный коэффициент загрязнения *ζ*=0,6, степень черноты топки *а*т=0,729, лучевоспринимающая поверхность нагрева*Нл*=240 м2, в интервале температур *θт—θ*, средняя суммарная теплоемкость продуктов сгорания топлива *Vcp*=7,37 кДж/(кг·К), расчетный коэффициент, зависящий от относительного местоположения максимума температуры в топке, *M=*0,45, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*= 2% и потери теплоты в окружающую среду *q5*=0,9%.

Задача 111. Определить количество теплоты, переданное лучевоспринимающим поверхностям топки котельного агрега­та, работающего на донецком каменном угле марки Т соста­ва: Сp=62,7%; Нр=3,1%; S=2,8%; Np=0,9%; Op=l,7%; *Ap*=23,8%; *Wp*=5,0%,если известны температура воздуха в котельной *tв*=30°С, температура горячего воздуха *tгв*=300°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,25, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, температура газов на выходе из топки =1100°С, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=0,6%, потери теплоты от механической неполноты сгорания *q4*=3%, потери теплоты в окружающую среду *q5*=0,5% и потери теплоты с физической теплотой шлака *q6*=0,4%.

Задача 112. Определить количество теплоты, переданное лучевоспринимающим поверхностям топки котельного агрегата, работающего на карагандинском угле марки К состава: Ср=54,7%; Нр=3,3%; S=0,8%; Np=0,8%; Ор=4,8%; *Ар*=27,6%; *Wp*=8,0%, если известны температура воздуха в котельной *tв*=30°C, температура горячего воздуха *tгв*=350°C, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, температура газов на выходе из топки =1000°С, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=0,6%, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=3,0%, потери теплоты в окружающую среду *q5*=0,5% и потери теплоты с физической теплотой шлака *q6*=0,4%.

Задача 113. Определить количество теплоты, переданное лучевоспринимающим поверхностям топки котельного агрегата, работающего на природном газе состава: СО2=0,2%; СН4=97,9%; С2Н4=0,1%; N2=1,8%, если известны температура воздуха в котельной *tв*=30°C, температура горячего воздуха *tгв*=230°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,1, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, температура газов на выходе из топки =1000°С, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3=*1 % и потери теплоты в окружающую среду *q5*=1,0%.

Задача 114. Определить количество теплоты, переданное лучевоспринимающим поверхностям топки котельного агрегата, работающего на высокосернистом мазуте состава: Ср=83,0%; Нр=10,4%; S=2,8%; Ор=0,7%; *Ар*=0,1%; *Wp*=3,0%, если известны полезное тепловыделение в топке *Qт*=39100 кДж/кг, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,15, температура газов на выходе из топки =1100°С и потери теплоты в окружающую среду *q5*=1,0%.

Задача 115. Определить количество теплоты, переданное лучевоспринимающим поверхностям топки котельного агрегата, работающего на донецком угле марки Д с низшей теплотой сгорания *Q**=*19453 кДж/кг, если известны температура воздуха в котельной *tв*=30°С, температура горячего воздуха *tгв*=295°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, теоретически необходимый объем воздуха *V0*=5,17 м3/кг, энтальпия продуктов сгорания *I*=12160 кДж/кг, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=0,7%, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива q*4*=3%,потери теплоты в окружающую среду *q5*=0,5% и потери теплоты с физической теплотой шлака *q6*=0,3%.

Задача 116. Определить лучевоспринимающую поверхность нагрева топки котельного агрегата паропроизводительностью*D*=4,09 кг/с, работающего на природном газе Ставропольского месторождения с низшей теплотой сгорания *Q**=*35621 кДж/м3, если известны давление перегретого пара *рпп*=4МПа, темпера­тура перегретого пара *tnn*=425°C, температура питательной воды *tпв*=130°С, величина непрерывной продувки *Р*=3%, теоретичес­ки необходимый объем воздуха *V0*=9,51 м3/м3, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=90%, температура воздуха в котельной *tв*=30°С, температура горячего воздуха *tгв*=250°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,15, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, теоретическая температура горения топлива в топке *θm*=2040°С, температура газов на выходе из топки =1000°С, энтальпия продуктов сгорания при *θ**I*=17500 кДж/м3, условный коэффициент загрязнения *ζ*=0,65, степень черноты топки *а*т=0,554, расчетный коэффициент, завися­щий от относительного местоположения максимума температу­ры в топке, *М*=0,44, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=1 % и потери теплоты в окружающую среду *q5*=1,0%.

Задача 117. Определить лучевоспринимающую поверхность нагрева топки котельного агрегата паропризводительностью*D=*13,9 кг/с, работающего на каменном угле с низшей теплотой сгорания *Q*=25070 кДж/кг, если известны давление перегрето­го пара *рпп*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=450°С, температура питательной воды *tпв*=150°С, величина непрерыв­ной продувки *Р*=4%, теоретически необходимый объем воздуха *V0*=6,64 м3/м3, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=87%, темпера­тура воздуха в котельной *tв=*30°C, температура горячего воздуха *tгв*=390°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,25, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, теоретическая температура горения топлива в топке *θm*=2035°С, температура газов на выходе из топки *θ*=1080°С, условный коэффициент загрязнения *ζ*=0,6, степень черноты топки *а*т*=*0,546, расчетный коэффициент, завися­щий от относительного местоположения максимума температу­ры в топке, *М*=0,45, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива *q3*=1,0%, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4* = 3% и потери теплоты в окружа­ющую среду *q5*=1%.

Задача 118. Определить лучевоспринимающую поверхность нагрева топки котельного агрегата паропроизводительностью*D*=13,8 кг/с, работающего на высокосернистом мазуте состава: Сp= 83,0%; Нр=10,4%; S=2,8%; Ор=0,7%; *Aр*=0,1%; *Wp*=3%, если известны температура подогрева мазута *tT*=90°C, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=86,7%, давление перегретого пара *рпп*=1,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=250°С, температу­ра питательной воды *tпв*=100°С, величина непрерывной продувки *Р*=3%, количество теплоты, переданное лучевоспринимающим поверхностям *Qл*=17400кДж/кг, теоретическая температура го­рения топлива в топке *θm*=2100°С, температура газов на выходе из топки *θ*=1100°С, условный коэффициент загрязнения *ζ*=0,55, степень черноты топки *а*т*=*0,529 и расчетный коэффициент, зависящий от относительного местоположения максимума темпера­туры в топке, *М*=0,44.

Задача 119. Определить количество теплоты, воспринятое паром в пароперегревателе котельного агрегата паропроизводительностью*D*=13,5 кг/с, работающего на подмосковном угле марки Б2 с низшей теплотой сгорания *Q*=10516кДж/кг, если известны температура топлива на входе в топку *tT*=20°С, теплоемкость рабочей массы топлива с=2,1 кДж/(кг·К), давление насыщенного пара *рнп*=4,5 МПа, давление перегретого пара *рпп*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=450°С, темпера­тура питательной воды *tпв*=150°С, величина непрерывной про­дувки *Р*=3%,кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=88% и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4=*4%.

Задача 120. Определить количество теплоты, воспринятое паром в пароперегревателе котельного агрегата, работающего на донецком угле марки Д состава: Ср=49,3%; Нр=3,6%; S=3,0%; Np=l,0%; Ор=8,3%; *Ар*=21,8%; *Wp*=13,0%, если известны энтальпия продуктов сгорания на входе в пароперегреватель *I*=9318 кДж/кг, температура газов на выходе из пароперегрева­теля *θ*=600°С, коэффициент избытка воздуха за пароперегревателем α*пе*=1,3, присос воздуха в газоходе пароперегревателя Δα*пе*=0,05, температура воздуха в котельной *tв*=30°С и потери теплоты в окружающую среду *q5*= 0,5%.

Задача 121. Определить количество теплоты, воспринятое паром в пароперегревателе котельного агрегата паропроизводительностью*D*=9,73 кг/с, если известны давление насыщенного пара *рнп*=1,4 МПа, давление перегретого пара *рпп*=1,3МПа, температура перегретого пара *tпп*=250°C, температура питатель­ной воды *tпв*=100°С, величина непрерывной продувки *Р*=4%, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=90% и потери теплоты от меха­нической неполноты сгорания топлива *q4*=3,5%. Котельный агрегат работает на кузнецком угле марки Т с низшей теплотой сгорания горючей массы *Q*=34 345 кДж/кг, содержание в топ­ливе золы *Ap*=16,8% и влаги *Wp*=6,5%.

Задача 122. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из пароперегревателя котельного агрегата паропроизводительностью*D*=3,89 кг/с, работающего на природном газе Саратовского месторождения с низшей теплотой сгорания *Q*=35 799 кДж/м3, если известны давление насыщенного пара *рнп*=1,5 МПа, давление перегретого пара *рпп*=1,4 МПа, темпе­ратура перегретого пара *tпп*=350°С, температура питательной воды *tпв*=100°C, величина непрерывной продувки *Р*=4%, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=92,0%, энтальпия продуктов сгора­ния на входе в пароперегреватель *I*=17220 кДж/м3, теорети­ческий объем воздуха, необходимый для сгорания топлива, *V0*=9,52 м3/м3, присос воздуха в газоходе пароперегревателя Δα*пе*=0,05, температура воздуха в котельной *tв*=30°C и потери теплоты в окружающую среду *q5*=1l%.

Задача 123. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из пароперегревателя котельного агрегата паропроизводительностью*D*=5,6 кг/с, работающего на челябинском угле марки БЗ с низшей теплотой сгорания *Q*=13 997 кДж/кг, если известны давление насыщенного пара *рнп*=4,3 МПа, давление перегретого пара *рпп*=4МПа, температура перегретого пара *tпп*=430°С, температура питательной воды *tпв*=130°С, кпдкотло­агрегата (брутто) *η*=89%, энтальпия продуктов сгорания на входе в пароперегреватель *I*=7800 кДж/кг, теоретический объ­ем воздуха, необходимый для сгорания топлива *V0*=3,74 м3/кг, присос воздуха в газоходе пароперегревателя Δα*пе*=0,04, тем­пература воздуха в котельной *tв*=30°С, потери теплоты от меха­нической неполноты сгорания топлива *q4*=3% и потери теплоты в окружающую среду *q5*=1%.

Задача 124. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из пароперегревателя котельного агрегата, работающего на фрезерном торфе состава: Ср=24,7%; Нр=2,6%; S=0,1%; Np=l,l%; Ор=15,2%; *Ap*= 6,3%; *Wp*=50,0%, если известны тем­пература газов на входе в пароперегреватель *θ*=900°С, количе­ство теплоты, воспринятое паром в пароперегревателе, *Qпе*=1200 кДж/кг, коэффициент избытка воздуха за пароперегревателем α*пе*=1,3, присос воздуха в газоходе пароперегревателя Δα*пе*=0,05, температура воздуха в котельной *tв*=30°С и потери теплоты в окружающую среду *q5*=0,5%.

Задача 125. Определить количество теплоты, воспринятое паром и конвективную поверхность нагрева пароперегревателя котельного агрегата паропроизводительностью*D*=21 кгс/с, работающего на донецком угле марки А с низшей теплотой сгорания *Q*=22825кДж/кг, если известны температура топлива при входе в топку *tT*=20°C, теплоемкость рабочей массы топлива с=2,1 кДж/(кг·К), давление насыщенного пара *рнп*=4 МПа, давление перегретого пара *рпп*=3,5 МПа, температура перегре­того пара *tпп*=420°С, температура питательной воды *tпв*=150°C, величина непрерывной продувки *Р*=4%, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=88%, коэффициент теплопередачи в пароперегрева­теле *кnе*=0,051 кВт/(м2·К), температура газов на входе в паропе­регреватель *θ*=950°C, температура газов на выходе из паропе­регревателя *θ*=605°С, температура пара на входе в пароперегреватель *tнп*=250°C и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4=*4,0%.

Задача 126. Определить конвективную поверхность нагрева пароперегревателя котельного агрегата паропроизводительностью*D*=13,6 кг/с, работающего на карагандинском каменном угле, если известны давление насыщенного пара *рнп*=4,5 МПа, давление перегретого пара *рпп*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=450°С, коэффициент теплопередачи в пароперегрева­теле *кпе*=0,045 кВт/(м2·К), температура газов на входе в паропе­регреватель *θ**=*1052°С, температура газов на выходе из пароперегревателя *θ*=686°С и температура пара на входе в пароперегреватель *tнп*=256°С.

Задача 127. Определить конвективную поверхность нагрева пароперегревателя котельного агрегата паропроизводительностью*D*=7,05 кг/с, работающего на природном газе Саратовского месторождения состава: СО2=0,8%; СН4=84,5%; С2Н6=3,8%; С3Н8=1,9%; С4Н10=0,9%; С5Н12=0,3%; N2=7,8%, если известны давление перегретого пара *рпп*=1,4 МПа, тем­пература перегретого пара *tпп*=280°С, температура питательной воды *tпв*=110°С, величина непрерывной продувки *Р*=4%, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=91°/o, энтальпия продуктов сгорания на входе в пароперегреватель *I*=17320 кДж/кг, энтальпия про­дуктов сгорания на выходе из пароперегревателя *I*=12 070 кДж/кг, присос воздуха в газоходе пароперегревателя Δα*пе*=0,05, температура воздуха в котельной *tв*=30°С, потери теплоты в окружающую среду *q5*=1%,коэффициент теплопере­дачи в пароперегревателе *кпе*=0,05 кВт/(м2·К) и температурный напор в пароперегревателе *Δtпе*=390°C.

Задача 128. Определить конвективную поверхность нагрева пароперегревателя котельного агрегата, работающего на донецком угле марки А состава: Ср=63,8%; Нр=1,2%; S=l,7%; Np=0,6%; Ор=1,3%; *Aр*=22,9%; *Wp*=8,5%, если известны рас­четный расход топлива *Bp*=1,1 кг/с, температура пара на входе в пароперегреватель *tнп*=316°C, температура перегретого пара *tпп*=510°С, температура газов на входе в пароперегреватель *θ**=*1000°С, температура газов на выходе из пароперегревателя *θ*=700°С, коэффициент избытка воздуха за пароперегревателем α*пе*=1,25, присос воздуха в газоходе пароперегревателя Δα*пе*=0,05, температура воздуха в котельной *tв*=30°C, коэффициент теплопередачи в пароперегревателе *кпе=*0,055 кВт/(м2·К) и потери теплоты в окружающую среду *q5=*1%.

Задача 129. Определить количество теплоты, воспринятое водой в экономайзере котельного агрегата, работающего на малосернистом мазуте состава: Ср=84,65%; Нр=11,7%; S=0,3%; Ор=0,3%; *Ар*=0,05%; *Wp*=3,0%, если известны температура газов на входе в экономайзер *θ**=*330°С, температура газов на выходе из экономайзера *θ*=180°С, коэффициент избытка воздуха за экономайзером α*э*=1,3, присос воздуха в газоходе экономайзера Δα*э*=0,1, температура воздуха в котельной *tв*=30°C и потери теплоты в окружающую среду *q5*=1%.

Задача 130. Определить количество теплоты, воспринятое водой в экономайзере котельного агрегата паропроизводительностью*D*=5,45 кг/с, работающего на кузнецком угле марки Т с низшей теплотой сгорания *Q*=26180 кДж/кг, если известны давление перегретого пара *рnn*=1,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=280°С, температура питательной воды *tпв*=100°С, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=86%, величина непрерывной продувки *Р*=3%, температура воды на выходе из экономайзера *t*=150°C и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=4%.

Задача 131. Определить количество теплоты, воспринятое водой в экономайзере котельного агрегата паропроизводительностью*D*=7,66 кг/с, работающего на природном газе Ставро­польского месторождения с низшей теплотой сгорания *Q*=35 621 кДж/кг, если известны давление перегретого пара *рnn*=4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=425°С, темпера­тура питательной воды *tпв*=100°С, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=90%, величина непрерывной продувки *Р*=3% и температу­ра воды на выходе из экономайзера *t*=168°С.

Задача 132. Определить энтальпию воды на выходе из экономайзера котельного агрегата паропроизводительностью*D*=5,6 кг/с, работающего на подмосковном угле марки Б2 с низ­шей теплотой сгорания *Q*=10516 кДж/кг, если известны температура топлива на входе в топку *tT=*20°C,теплоемкость рабо­чей массы топлива с=2,1 кДж/(кг·К), давление перегретого пара *рnn*=1,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=350°C, температура питательной воды *tпв*=100°С, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=88%, величина непрерывной продувки *Р*=4%, эн­тальпия продуктов сгорания на входе в экономайзер *I*=3860 кДж/кг, энтальпия продуктов сгорания на выходе из экономайзера *I*=2050 кДж/кг, теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания топлива *V0*=2,94 м3/кг, присос воздуха в газоходе экономайзера Δα*э*=0,1, температура воздуха в котельной *tв*=30°C, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=4% и потери теплоты в окружающую среду *q5*=1%.

Задача 133. Определить энтальпию воды на выходе из экономайзера котельного агрегата паропроизводительностью*D*=73 кг/с, работающего на кузнецком угле марки Т состава: Cp= 68,6%; Нp=3,1%; S=0,4%; Np=1,5%; Op=3,l%; *Ap=*5,8%; *Wp*=6,5%, если известны расчетный расход топлива *Bp*=1,1 кг/с, температура питательной воды *tпв*=100°C, величина непрерывной продувки *Р*=4%; температура газов на входе в экономайзер *θ*=330°С, температура газов на выходе из экономайзера *θ*=150°С,коэффициент избытка воздуха за экономайзером α*э=*1,45, присос воздуха в газоходе экономайзера Δα*э*=0,1, температура воздуха в котельной *tв*=30°С и коэффициент сохранения теплоты *φ*=0,99.

Задача 134. Определить энтальпию воды на выходе из экономайзера котельного агрегата паропроизводительностью*D=*13,8 кг/с, работающего на высокосернистом мазуте состава: Cp=83%; Hp=10,4%; S=2,8%; Ор=0,7%; *Ap*=0,1%; *Wp*=3,0%, если известны температура подогрева мазута *tT*=90°C, давление перегретого пара *рnn*=1,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=280°С, температура питательной воды *tпв*=100°С, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=88%; величина непрерывной продувки *Р=*3% и количество теплоты, воспринятое водой в экономайзере, *Qэ*=3100 кДж/кг.

Задача 135. Определить энтальпию продуктов сгорания на соде из экономайзера котельного агрегата, работающего на природном газе Саратовского месторождения состава: СО2=0,8%; СН4=84,5%; С2Н6=3,8%; С3Н8=1,9%; С4Н10=0,9%; С5Н12=0,3%; N2=7,8%, если температура газов на входе в экономайзер *θ*=300°С, коэффициент избытка воздуха за экономайзером α*э=*1,35, присос воздуха в газоходе экономайзера Δα*э*=0,l, температура воздуха в котельной *tв*=30°C, количество теплоты, принятое водой в экономайзере, *Qэ*=2600 кДж/кг и потери теплоты в окружающую среду q5=1%.

Задача 136. Определить энтальпию продуктов сгорания на коде из экономайзера котельного агрегата паропроизводительностью*D*=13,8 кг/с, работающего на малосернистом мазуте состава: Ср=84,65%; Нр=11,7%; S=0,3%; Op=0,3%; *Ар*=0,05%; *Wp*=3,0%, если известны расчетный расход топлива *Вр*=1,06 кг/с, температура питательной воды *tпв*=100°С, температура воды на выходе из экономайзера *t*=150°C, величина непрерывной продувки *Р*=4%,температура газов на входе в экономайзер *θ*=330°С, коэффициент избытка воздуха за экономайзером α*э=*1,3, присос воздуха в газоходе экономайзера Δα*э*=0,1, температура воздуха в котельной *tв*=30°С и потери теплоты в окружающую среду *q5=*1%.

Задача 137. Определить конвективную поверхность нагрева экономайзера котельного агрегата паропроизводительностью*D*=4,0 кг/с, работающего на природном газе, если известны температура воды на входе в экономайзер *tпв*=100°С, температура воды на выходе из экономайзера *t*=152°С, коэффициент теплопередачи в экономайзере *кэ*=0,02кВт/(м2·К), температура газов на входе в экономайзер *θ*=280°С и температура газов на выходе из экономайзера *θ*=150°С.

Задача 138. Определить количество теплоты, воспринятое водой, конвективную поверхность нагрева экономайзера котельного агрегата паропроизводительностью*D*=5,45кг/с, работающего на донецком каменном угле марки Т с низшей теплотой сгорания *Q**=*24365 кДж/кг, если известны давление перегрето­го пара *рnn*=1,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=260°C, температура питательной воды *tпв*=104°C, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=88%, величина непрерывной продувки *Р*=3%, тем­пература воды на выходе из экономайзера *t*=164°С, коэффициент теплопередачи в экономайзере *кэ=*0,021 кВт/(м2·К), темпе­ратура газов на входе в экономайзер *θ*=290°С, температура газов на выходе из экономайзера *θ*=150°С и потери теплоты от механической неполноты сгорания *q4*=4%.

Задача 139. Определить энтальпию воды на выходе и конвективную поверхность нагрева экономайзера котельного агрега­та паропроизводительностью*D*=5,9 кг/с, работающего на донецком угле марки А, если известны расчетный расход топлива   
*Вр*=0,62 кг/с, количество теплоты, воспринятое водой в эконо­майзере *Qэ*=2520 кДж/кг, температура питательной воды *tпв*=100°C, коэффициент теплопередачи в экономайзере *кэ*=0,021 кВт/(м2·К), величина непрерывной продувки *Р*=4%, температура газов на входе в экономайзер *θ*=320°С и температура газов на выходе из экономайзера *θ*=170°С.

Задача 140. Определить количество теплоты, воспринятое воздухом в воздухоподогревателе котельного агрегата, работающего на донецком угле марки Т состава: Ср=62,7%; Нр=3,1%; S=2,8%; Np=0,9%; Ор=1,7%; *Aр*=23,8%; *Wp*=5,0%, если известны температура газов на входе в воздухоподогреватель *θ*=400°С, температура газов на выходе из воздухоподогрева­теля *θ*=300°С, коэффициент избытка воздуха за воздухоподог­ревателем α*вп*=1,4, присос воздуха в воздухоподогревателе Δα*вп*=0,05, температура воздуха на входе в воздухоподогреватель *t**=*30°С, температура воздуха на выходе из воздухоподогрева­теля *t**=*174°C и потери теплоты в окружающую среду *q5*=1%.

Задача 141. Определить количество теплоты, воспринятое воздухом в воздухоподогревателе котельного агрегата, работающего на карагандинском угле марки К, если известны тем­пература воздуха на входе в воздухоподогреватель *t**=*30°С, температура воздуха на выходе из воздухоподогревателя *t*=170°С, теоретически необходимый объем воздуха *V0*=5,61 м3/кг, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05 и присос воздуха в воздухоподогревателе Δα*вп*=0,05.

Задача 142. Определить количество теплоты, воспринятое воздухом в воздухоподогревателе котельного агрегата, работающего на природном газе Ставропольского месторождения со­става: СО2=0,2%; СН4=98,2%; С2Н6=0,4%; С3Н8=0,1%; С4Н10=0,1%; N2=1,0%, если известны температура воздуха на входе в воздухоподогреватель *t**=*30°C, температура воздуха на выходе из воздухоподогревателя *t*=180°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,15, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05 и присос воздуха в воздухоподогревателе Δα*вп*=0,06.

Задача 143. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из воздухоподогревателя котельного агрегата, работа­ющего на природном газе Саратовского месторождения, если известны температура воздуха на входе в воздухоподогреватель *t**=*30°С, температура воздуха на выходе из воздухоподогрева­теля *t*=170°С, теоретически необходимый объем воздуха *V0*=9,52 м3/м3, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,15, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, присос воздуха в воздухоподогревателе Δα*вп*=0,06, энтальпия продуктов сгора­ния на входе в воздухоподогреватель   
*I*=7670 кДж/м3 и потеря теплоты в окружающую среду *q5*=1%.

Задача 144. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из воздухоподогревателя котельного агрегата, работа­ющего на карагандинском угле марки К состава: Сp=54,5%; Нр=3,3%; S=0,8%; Np=0,8%; Ор=4,8%; *Aр*=27,6%; *Wp*=8,0%, если известны температура воздуха на входе в воздухоподогреватель *t**=*30°C, температура воздуха на выходе из воздухоподогревателя *t*=177°C, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, коэффици­ент избытка воздуха за воздухоподогревателем α*вп*=1,45, присос воздуха в воздухоподогревателе Δα*вп*=0,05, температура газов на входе в воздухоподогреватель *θ*=450°С и потери теплоты в окружающую среду *q5=*1%.

Задача 145. Определить конвективную поверхность нагрева воздухоподогревателя котельного агрегата, работающего на донецком угле марки Т, если известны температура воздуха входе в воздухоподогреватель *t**=*30°С, температура воздуха выходе из воздухоподогревателя *t*=175°C, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, присос воздуха в воздухоподогревателе Δα*вп*=0,05, расчетный расход топлива *Bр*=0,64 кг/с, теоретически необходимый объем воздуха *V0*=6,44 м3/кг, коэффициент теплопереда в воздухоподогревателе *квп*=0,0182 кВт/(м2·К), температура газов на входе в воздухоподогреватель *θ*=412°С и температура газов на выходе из воздухоподогревателя *θ*=310°С.

Задача 146. Определить конвективную поверхность нагрева воздухоподогревателя котельного агрегата паропроизводительностью*D*=5,9 кг/с, работающего на донецком угле марки Т состава: Ср=62,7%; Нр=3,1%; S=2,8%; Np=0,9%; Op=1,7; *Аp*=23,8%; *Wр=*5,0%, если известны давление перегретого пара *рпп*=1,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=275°С, температура питательной воды *tпв*=100°С, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=88%, величина непрерывной продувки *Р*=4%, температура воздуха на входе в воздухоподогреватель *t**=*30°С, температура воздуха на выходе из воздухоподогревателя *t*=170°С коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, присос воздуха в воздухоподогревателе Δα*вп*=0,06, коэффициент теплопередачи в воздухоподогревателе *квп*=0,0178 кВт/(м2·К), температура газов на входе в воздухоподогреватель *θ*=402°С, температура газов на выходе воздухоподогревателя *θ*=300°С и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=4%.

Задача 147. Определить конвективную поверхность нагрева воздухоподогревателя котельного агрегата паропроизводительностью*D=*13,5 кг/с, работающего на подмосковном угле марки Б2 состава: Ср=28,7%: Нр=2,2%; S=2,7%; Np=0,6%; Ор=8,6%; *Ар*=25,2%; *Wp*=32,0%, если известны температура топлива на входе в топку *tT*=20°С, давление перегретого пара *рпп=4* МПа, температура перегретого пара *tпп*=450°С, температура питательной воды *tпв*=150°C, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=88%, величина непрерывной продувки *Р=4%,* энтальпия продуктов сгорания на входе в воздухоподогреватель *I=*3780 кДж/кг, энтальпия продуктов сгорания на выходе из воздухоподогревателя *I**=*2770 кДж/кг, средняя температура воздуха *tcp.в*=110°C, присос воздуха в воздухоподогревателе Δα*вп*=0,05, коэффициент теплопередачи в воздухоподогревателе *квп*=0,0174 кВт/(м2·К), температурный напор в воздухоподогревателе Δ*tвп*=230°С, потери теплоты от механической неполно­ты сгорания топлива *q4*=4% и потери теплоты в окружающую среду *q5*=1%.

Задача 148. Определить максимально допустимый золовый износ стенки хромомолибденовой трубы воздухоподогревателя котельного агрегата, если известны коэффициент, учитывающий абразивные свойства золы*а*=10·10-9м·с3/(кг·ч), коэффициент, учитывающий вероятность ударов частиц золы о поверхность трубы, *η*=0,334,коэффициент неравномерности концентрации золы *βк*=1,2, коэффициент неравномерности скорости газов *βw*=1,25, средняя скорость газа в узких промежутках между трубами *w*=10м/с, длительность работы поверхности нагрева *τ*=8160 ч, доля золы топлива, уносимая продуктами сгорания из топки *аун*=0,85, температура газов на входе в пучок *θ'*=407°С икоэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3. Котельный агрегат работает на карагандинском угле марки К состава: Ср=54,7%; Нр=3,3%; S=0,8%; Np=0,8%; Op=4,8%; *Ар*=27,6%; *Wp*=8,0%.

Задача 149. Определить максимально допустимый золовый износ стенки углеродистой трубы воздухоподогревателя котельного агрегата, если известны коэффициент, учитывающий аб­разивные свойства золы, *а*=14·10 м·с3/(кг·ч), коэффициент, учитывающий вероятность ударов частиц золы о поверхность трубы, *η*=0,334, коэффициент неравномерности концентрации золы *βк*=1,2, коэффициент неравномерности скорости газов *βw*=1,25, средняя скорость газа в узких промежутках между трубами *w*=12м/с, длительность работы поверхности нагрева *τ*=8160 ч, доля золы топлива, уносимая продуктами сгорания из топки, *аун*=0,85, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,3, объем продуктов сгорания *Vг*=7,24 м3/кг и температура газов на ходе в пучок *θ'*=412°С. Котельный агрегат работает на донецком угле марки Д с содержанием золы Ар=21,8%.

Задача 150. В топке котельного агрегата сжигается донецкий уголь марки Т состава: Ср=62,7%; Нр=3,1%; S=2,8%; Nр=0,9%; Ор=1,7%; *Aр*=23,8%; *Wp*=5,0%. Определить температуру точки росы продуктов сгорания, если известны доля золы эплива, уносимая продуктами сгорания из топки, *аун*=0,85 и температура конденсации водяных паров *tк*=50°С.

Задача 151. Определить максимально допустимый золовый износ стенки углеродистой трубы воздухоподогревателя котель­ного агрегата и температуру точки росы продуктов сгорания, если известны коэффициент, учитывающий абразивные свойства золы, *а*=14·10-9 м·с3/(кг·ч), коэффициент, учитывающий веро­ятность ударов частиц золы о поверхность трубы, *η*=0,334, коэффициент неравномерности концентрации золы *βк*=1,2, коэффици­ент неравномерности скорости газов *βw*=1,25, средняя скорость газа в узких промежутках между трубами *w*=9 м/с, длитель­ность работы поверхности нагрева *τ*=8160 ч, доля золы топлива, уносимая продуктами сгорания из топки, *аун*=0,85, температура газов на входе в пучок *θ'*=427°С, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,4 и температура конденсации водяных паров *tк*=50°С. Котельный агрегат работает на подмосковном угле марки Б2 состава: Ср=28,7%; Нр=2,2%; S=2,7%; Np=0,6%; Ор=8,6%; *Ар*=25,2%; *Wp*=32,0%.

Задача 152. В топке котельного агрегата сжигается челябинс­кий уголь марки БЗ состава: Ср=37,3%; Нр=2,8%; S=1,0%; Np=0,9%; Ор=10,5%; *Ар*=29,5%; *Wp*=18,0%. Определить тем­пературу точки росы продуктов, сгорания, если известны доля золы топлива, уносимая продуктами сгорания из топки, *аун*=0,85 и температура конденсации водяных паров *tк*=50°С.

Задача 153. Определить расчетную подачу вентилятора ко­тельного агрегата паропроизводительностью*D*=13,8 кг/с, рабо­тающего на природном газе с низшей теплотой сгорания *Q*=35700 кДж/м3, если давление перегретого пара *рnn*=4МПа; температура перегретого пара *tпп*=430°С, температура питатель­ной воды *tпв*=130°C, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=91%; те­оретически необходимый объем воздуха *V0*=9,48 м3/м3, коэф­фициент запаса подачи *β1=*1,05, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,15, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05. утечка воздуха в воздухоподогревателе Δα=0,04, температура холодного воздуха, поступающего в вентилятор, *tвп*=20°C и барометрическое давление воздуха *hб*=98·103 Па.

Задача 154. Определить расчетную подачу вентилятора ко­тельного агрегата, работающего на донецком каменном угле марки Т состава: Ср=62,7%; Нр=3,1%; S=2,8%; Np=0,9%; Ор=1,7%; *Ар*=23,8%; *Wp*=5,0%, если расчетный расход топлива *Вр*=3,1 кг/с, коэффициент запаса подачи *β1=*1,05, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,2, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, утечка воздуха в воздухоподогревателе Δα=0,035, температура поступающего в вентилятор холодного воз­духа *tхв*=25°С и барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па.

Задача 155. Определить мощность электродвигателя для привода вентилятора котельного агрегата паропроизводительностью*D*=4,16 кг/с, работающего на природном газе Дашавского месторождения состава: СО2=0,2%; СН4=98,9%; С2Н6=0,3%; С3Н8=0,1%; C4H10=0,l°/o; N2=0,4%, если давление перегретого пара *рпп*=1,4 МПа, температура перегретого пара *tпп*=275°С, температура питательной воды *tпв*=130°C, величина непрерывной продувки *Р*=3%,кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=90%, коэффициент запаса подачи *β1=*1,1, коэффициент из­бытка воздуха в топке αт=1,1, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, утечка воздуха в воздухоподогревателе Δα=0,04, температура холодного воздуха, поступающего в вентилятор, *tхв*=20°С, расчетный полный напор вентилятора *Нв*=2,1 кПа, коэффициент запаса мощности электродвигателя *β2=*1,1, эксплуатационный кпд вентилятора *η*=61% и барометрическое давление воздуха *hб*=98·103 Па.

Задача 156. Определить мощность электродвигателя привода вентилятора котельного агрегата, работающего на ром угле состава: Ср=41,6%; Нр=2,8%; S=0,2%; Np=0,7%; Ор=11,7%; *Ар*=10,0%; *Wp*=33,0%, если коэффициент запаса подачи *β1*=1,1, расчетный расход топлива *Вр*=2,1 кг/с, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,25, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,06, утечка воздуха в воздухоподогревателе Δα=0,04, температура холодного воздуха, поступающего в вентилятор, *tхв*=20°C, расчетный полный напор вентилятора *Нв*=1,9 кПа, коэффициент запаса мощности электродвигателя *β2*=1,13 эксплуатационный кпд вентилятора *η*=62% и барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па.

Задача 157. Определить мощность электродвигателя для привода вентилятора котельного агрегата паропроизводительностью*D*=13,9 кг/с, работающего на подмосковном угле с низшей теплотой сгорания *Q*=10 636 кДж/кг, если температура топлива на входе в топку *tT*=20°С, теплоемкость рабочей, массы топлива *c*=2,1кДж/(кг·К), давление перегретого пара *рпп*=4МПа, температура перегретого пара *tпп*=450°С, температура питательной воды *tпв*=150°С, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=86%, теоретически необходимый объем воздуха *V0*=2,98 м3/кг, коэффициент запаса подачи *β1*=1,05, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,25, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, утечка воздуха в воздухоподогревателе Δα=0,04, температура холодного воздуха, поступающего в вентилятор, *tхв*=25°С, расчетный полный напор вентилятора *Нв*=1,95 кПа, коэффициент запаса мощности электродвигателя *β2*=1,1, эксплуатационный кпд вентилятора *η*=61 %, барометрическое давление воздуха *hб*=98·103 Па и потери теплоты от механической неполноты, сгорания топлива *q4*=4%.

Задача 158. Определить расчетный полный напор вентилятора котельного агрегата, работающего на фрезерном торфе состава: Ср=24,7%; Нр=2,6%; S=0,1%; Np=1,1%; Op=15,2%; *Ар*=6,3%;*Wp*=50,0%, если расчетный расход топлива *Вр*=4,6 кг/с, коэффициент запаса подачи *β1*=1,05, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,25, присос воздуха в топочной камере Δαт=0,05, утечка воздуха в воздухоподогревателе Δα=0,045, температура холодного воздуха, поступающего в вентилятор, *tхв*=20°С, мощность электродвигателя для привода вентилятора *N*=60 кВт, коэффициент запаса мощности электро­двигателя *β2*=1,1, эксплуатационный кпд вентилятора *η*=60% и барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па.

Задача 159. Определить расчетный полный напор вентилято­ра котельного агрегата, работающего на буром угле с низшей теплотой сгорания *Q**=*15 800 кДж/кг, если коэффициент запаса подачи *β1*=1,05, условный расход топлива *Bу*=1,45 кг/с, коэффициент избытка воздуха в топке αт=1,25, присос воздуха в то­почной камере Δαт=0,05, теоретически необходимый объем воз­духа *V0=*4 м3/кг, утечка воздуха в воздухоподогревателе Δα=0,04, температура холодного воздуха, поступающего в вентилятор, *tхв*=25°C, мощность электродвигателя для привода вен­тилятора *N*=54 кВт, коэффициент запаса мощности электро­двигателя *β2*=1,1, эксплуатационный кпд вентилятора *η*=61%, барометрическое давление воздуха *hб*=98·103 Па и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=5%.

Задача 160. Определить расчетную подачу дымососа котель­ного агрегата, работающего на природном газе состава: СО2=0,2%; СН4=97,9%; С2Н4=0,1%; N2=1,8%, если коэффици­ент запаса подачи *β1*=1,1, расчетный расход топлива *Bр*=0,32 кг/с, коэффициент избытка воздуха перед дымососом α*д*=1,45, температура газов перед дымососом *θд=*188°С и баро­метрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па.

Задача 161. Определить расчетную подачу дымососа котельного агрегата паропроизводительностью*D*=13,9 кг/с, работа­ющего на подмосковном угле состава: Сp=28,7%; Нр=2,2%; S=2,7%; Np=0,6%; Ор=8,6%; *Aр*=25,2%; *Wp*=32,0%, если тем­пература топлива на входе в топку *tT*=20°С, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=88%, давление перегретого пара *pпп*=4 МПа, тем­пература перегретого пара *tпп*=450°С, температура питательной воды *tпв*=140°С, величина непрерывной продувки *Р*=3%, коэф­фициент запаса подачи *β1*=1,05, коэффициент избытка воздуха перед дымососом α*д*=1,55, температура газов перед дымососом *θд=*180°С, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=4,5% и барометрическое давление *hб*=98·103 Па.

Задача 162. Определить мощность электродвигателя для привода дымососа котельного агрегата паропроизводительностью*D*=9,73 кг/с, работающего на челябинском буром угле состава: Cp=37,3%; Нр=2,8%; S=1,0%; Np=0,9%; Op=10,5%; *Ар*=29,5%; *Wp=*18,0%, если температура топлива на входе в топ­ку *tT*=20°С, давление перегретого пара *pпп*=1,4 МПа, температу­ра перегретого пара *tпп*=275°С, температура питательной воды *tпв*=100°C, кпдкотлоагрегата (брутто) *η*=86%, величина не­прерывной продувки *Р*=3%, коэффициент запаса подачи *β1*=1,05, коэффициент избытка воздуха перед дымососом α*д*=1,6, температура газов перед дымососом *θд=*182°С, расчетный пол­ный напор дымососа *Hд*=2,2 кПа, коэффициент запаса мощ­ности электродвигателя *β2*=1,1, эксплуатационный кпд дымососа *η*=65%, барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива*q4*=4%.

Задача 163. Определить мощность электродвигателя для привода дымососа котельного агрегата, работающего на малосе­рнистом мазуте состава: Ср=84,65%; Нр=11,7%; S=0,3%; Ор=0,3%; *Aр*=0,05%; *Wp*= 3,0%, если коэффициент запаса по­дачи *β1*=1,05, расчетный расход топлива *Bр*=1,05 кг/с, коэффи­циент избытка воздуха перед дымососом α*д*=1,5, температура газов перед дымососом *θд=*195°С, расчетный полный напор ды­мососа *Hд*=2,14 кПа, коэффициент запаса мощности электро­двигателя *β2*=1,1, эксплуатационный кпд дымососа *η*=63% и барометрическое давление воздуха *hб*=97·103Па.

Задача 164. Определить расчетный полный напор дымососа котельного агрегата, работающего на природном газе состава: СО2=0,1%; СН4=98%; С2Н6=0,4%; С3Н6=0,2%; N2=1,3%, если коэффициент запаса подачи *β1*=1,1, расчетный расход топлива *Bp*=1 кг/с, коэффициент избытка воздуха перед дымососом α*д*=1,45, температура газов перед дымососом *θд=*177°С, мощ­ность электродвигателя для привода дымососа *N*=80 кВт, коэффициент запаса мощности электродвигателя *β2*=1,1, эксплу­атационный кпд дымососа *η*=62% и барометрическое давление воздуха *hб*=98·103 Па.

Задача 165. Определить расчетный полный напор дымососа котельного агрегата, работающего на высокосернистом мазуте состава: Сp=83,0%; Hp=10,4%; S=2,8%; Op=0,7%; *Aр*=0,1%; *Wp*=3,0%, если коэффициент запаса подачи *β1*=1,05, условный расход топлива *Ву*=1,36 кг/с, коэффициент избытка воздуха пе­ред дымососом α*д*=1,5, температура газов перед дымососом *θд=*192°С, мощность электродвигателя для привода дымососа *N*=102 кВт, коэффициент запаса мощности электродвигателя *β2*=1,1, эксплуатационный кпд дымососа *η*=66% и барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па.

Задача 166. Определить объем дымовых газов, проходящих через дымовую трубу котельной, в которой установлены два одинаковых котлоагрегата, работающих на донецком угле марки Д состава: Ср=49,3%; Нр=3,6%; S=3,0%; Np=1,0%; Op=8,3%; *Аp*=21,8%; *Wp*=13,0%, если расчётный расход топлива *Bp*=1,12 кг/с, температура газов перед дымовой трубой *θдm=*185°С, коэффициент избытка воздуха перед трубой α*дm*=1,5 и барометрическое давление воздуха *hб*=98·103 Па.

Задача 167. Определить диаметр устья дымовой трубы и объем газов, проходящих через дымовую трубу котельной, в которой установлены три одинаковых котлоагрегата, работа­ющих на карагандинском угле марки К состава: Сp=54,7%; Нр=3,3%; S=0,8%; Np=0,8%; Ор=4,8%; *Аp*=27,6%;*Wp*=8,0%, если расчетный расход топлива *Bp*=2,1кг/с, температура газов перед дымовой трубой *θдm=*187°С, коэффициент избытка воздуха перед трубой α*дm*=1,5, скорость газов на выходе из трубы *wдm*=8,8 м/с и барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па.

Задача 168. Определить высоту и диаметр устья дымовой трубы котельной, в которой установлены два одинаковых котло­агрегата, работающих на малосернистом мазуте состава: Сp=84,65%; Нр=11,7%; S=0,3%; Op=0,3%; *Ар*=0,05%; *Wp*=3,0%, если тяга, создаваемая трубой, *S*=231 Па, расчетный расход топлива *Bр*=1,05 кг/с, температура газов перед дымовой трубой *θдm=*182°С, коэффициент избытка воздуха перед трубой α*дm*=1,5, средняя температура газов в трубе *θср*=187°С, темпера­тура окружающего воздуха *tв*=20°С, скорость газов на выходе из трубы *wдm*=10 м/с, барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па и приведенная к нормальным условиям плотность воздуха *ρв=*1,205 кг/м3.

Задача 169. Определить высоту дымовой трубы котельной если тяга, создаваемая трубой, *S=*192 Па, температура газов на входе в дымовую трубу *θдm=*180°С, температура газов на выходе из дымовой трубы *θ=*186°С, температура окружающего воздуха *tв*=20°С, приведенная к нормальным условиям плотности газа *ρг*=0,52кг/м3, приведенная к нормальным условиям плотность воздуха *ρв*=1,205 кг/м3 и барометрическое давление вдуха*hб*=98·103 Па.

Задача 170. Определить концентрацию диоксида серы у по­верхности земли для котельной, в которой установлены два одинаковых котлоагрегата, работающих на высокосернистом ма­зуте состава: Сp=83%; Нр=10,4%; S=2,8%; Op=0,7%; *Aр*=0,1%; *Wp*=3,0%, если известны высота дымовой трубы *Н=*31м, расчетный расход топлива *Вр*=0,525 кг/с, температура газов на входе в дымовую трубу *θдm=*180°С, температура газов на выходе из дымовой трубы *θ=*186°С, коэффициент избытка воздуха перед трубой α*дm*=1,5, температура окружающего воз­духа *tв*=20°С, барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па, коэффициент, учитывающий скорость осаждения диоксида серы в атмосфере, *F=*1,0, коэффициент, учитывающий условия выхода продуктов сгорания газов из устья дымовой трубы *т* =0,9, коэф­фициент стратификации атмосферы *А*=120 с2/3·град1/3 и фоновая концентрация загрязнения атмосферы диоксидом серы *Сф*=0,03·10-6 кг/м3.

Задача 171. Определить концентрацию диоксида серы у по­верхности земли для котельной, в которой установлены три одинаковых котлоагрегата, работающих на донецком угле марки Т состава: Cp= 62,7%; Нр=3,1%; S=2,8%; Np=0,9%; Op=1,7%; *Ар=*23,8%;*Wp*=5,0%, если известны высота дымовой трубы *Н=*32м, расчетный расход топлива *Bр*=0,35 кг/с, температура газов на входе в дымовую трубу *θдm=*180°С, температура газов на выходе из дымовой трубы *θ=*185°С, коэффициент избытка воздуха перед трубой α*дm*=1,7, температура окружающего воздуха *tв*=20°С, барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па, коэффициент, учитывающий скорость осаждения диоксида серы в атмосфере, *F=*1,0, коэффициент, учитывающий условия выхода продуктов сгорания из устья дымовой трубы, *m*=0,9, коэффици­ент стратификации атмосферы *А*=120 с2/3·град1/3 и фоновая концентрация загрязнения атмосферы диоксидом серы *Сф*=0,03·10-6 кг/м3.

Задача 172. Определить концентрацию золы у поверхности земли для котельной, в которой установлены два одинаковых котлоагрегата, работающих на кузнецком угле марки Д состава: Ср=58,7%; Нр=4,2%; S=0,3%; Np=1,9%; Op=9,7%; *Aр*=13,2%; *Wp*=12,0%, если известны высота дымовой трубы *Н=*32 м, расчетный расход топлива *Bp*=0,225 кг/с, температура газов на входе в дымовую трубу *θдm=*182°С, температура газов на выходе из дымовой трубы *θ=*188°С, коэффициент избытка воздуха перед трубой α*дm*=1,75, температура окружающего воз­духа *tв*=20°С, барометрическое давление воздуха *hб*=97·103Па, доля золы топлива, уносимая дымовыми газами *аун*=0,85, коэф­фициент, учитывающий скорость осаждения золы в атмосфере, *F=*1,0, коэффициент, учитывающий условия выхода продуктов сгорания из устья дымовой трубы, *т*=0,9, коэффициент стратификации атмосферы *А*=120 с2/3·град1/3 и фоновая концентрация загрязнения атмосферы золой *Сф*=0,02·10-6 кг/м3.

Задача 173. Определить высоту дымовой трубы котельной, в которой установлены три одинаковых котлоагрегата, работающих на донецком угле марки А состава: Ср=63,8%; Нр=1,2%; S=1,7%; Np=0,6%; Ор=1,3%; *Ap*=22,9%; *Wp*=8,5%, если известны расчетный расход топлива *Bр*=0,63 кг/с, температура газов на входе в дымовую трубу *θдm=*178°С, температура газов на выходе из дымовой трубы *θ=*184°С, коэффициент избытка воздуха перед трубой α*дm*=1,7, температура окружающего воз­духа *tв*=20°С, барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па, коэффициент, учитывающий скорость осаждения диоксида серы в атмосфере, *F=*1,0, коэффициент, учитывающий условия выхода продуктов сгорания из устья дымовой трубы, *т*=0,9, коэффициент стратификации атмосферы *А=*120 с2/3·град1/3, фоновая концентрация загрязнения атмосферы диоксидом серы *Сф*=0,03·10-6 кг/м3 и п.д.к. диоксида серы у поверхности земли *С*=0,5· 10-6 кг/м3.

Задача 174. Определить высоту дымовой трубы котельной в которой установлены два одинаковых котлоагрегата, работающих на ангренском угле марки Б2 состава: Ср=39,8%; Нр=2,0%; S=1,3%; Np=0,2%; Ор=9,1%; *Ар*=13,1%; *Wp*=34,5%, если известны расчетный расход топлива *Вр*=0,21 кг/с, температура газов на входе в дымовую трубу *θдm=*179°C, температура газов на выходе из дымовой труб *θ=*183°С, коэффициент избытка воздуха перед трубе α*дm*=1,75, температура окружающего воздуха *tв*=20°С, барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па, доля золы топлив уносимая дымовыми газами, *аун*=0,85, коэффициент, учитывающий скорость осаждения золы в атмосфере, *F*=1,0, коэффициент, учитывающий условия выхода продуктов сгорания из устья дымовой трубы, *т*=0,9, коэффициент стратификации атмосферы *А*=120 с2/3·град1/3, фоновая концентрация загрязнения атмосферы золой *Сф*=0,02·10-6 кг/м3 и п. д. к. золы у поверхности земли *С*=0,5·10-6 кг/м3.

Задача 175. Определить расход нагреваемой воды и поверхность нагрева прямоточного водоводяного теплообменника, если известны расход нагревающей воды *W1*=15 кг/с, температура нагревающей воды на входе в теплообменник *t=*120°C, температура нагревающей воды на выходе из теплообменника *t*=80°C, температура нагреваемой воды на входе в теплообменник *t*=10°С, температура нагреваемой воды на выходе из теплооб­менника *t*=60°С, коэффициент теплопередачи *k=*1,9 кВт/(м2·К) и коэффициент, учитывающий потери теплоты теплообменником в окружающую среду, *η*=0,98.

Задача 176. Определить поверхность нагрева противоточного водоводяного теплообменника, если известны расход нагре­ваемой воды *W2*=5кг/с, температура нагревающей воды на входе в теплообменник *t=*97°C, температура нагревающей воды на выходе из теплообменника *t*=63°С, температура нагреваемой воды на входе в теплообменник *t*=17°C температура нагрева­емой воды на выходе из теплообменника *t*=47°Cи коэффициент теплопередачи *k=*1,1 кВт/(м2·К).

Задача 177. Определить расход нагревающего пара и поверхность нагрева противоточного пароводяного теплообменника, если известны расход нагреваемой воды *W2*=5,6 кг/с, давление нагревающего пара *pn*=0,12 МПа, температура нагревающего пара *tn*=104°С, энтальпия конденсата *i=*436 кДж/кг, температу­ра нагреваемой воды на входе в теплообменник *t*=12°С, температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника *t*=42°C, коэффициент теплопередачи *k=*1,05 кВт/(м2К) и коэффициент, учитывающий потери теплоты теплообменником в окружающую среду, *η*=0,97.

Задача 178. Определить расход нагреваемой воды и сред­ний температурный напор в прямоточном пароводяном теплооб­меннике, если известны расход нагревающего пара *D1=*1 кг/с, давление нагревающего пара *pп*=0,118 МПа, температура нагре­вающего пара *tn*=104°C,энтальпия конденсата *i=*436 кДж/кг, температура нагреваемой воды на входе в теплообменник *t*=10°C, температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника *t*=36°С и коэффициент, учитывающий потери теплоты теплообменником в окружающую среду, *η*=0,98.

Задача 179. Определить поверхность нагрева прямоточного водоводяного теплообменника, если известны расход нагрева­ющей воды *W1*=2 кг/с, расход нагреваемой воды *W2*=2,28кг/с, температура нагревающей воды на входе в теплообменник *t=*97°С, температура нагреваемой воды на входе в теплообмен­ник *t*=17°C, температура нагреваемой воды на выходе из тепло­обменника *t*=47°C,коэффициент теплопередачи *k*=0,95 кВт/(м2·К) и коэффициент, учитывающий потери тепло­ты теплообменником в окружающую среду, *η*=0,97.

Задача 180. Определить расчетную производительность и расчетный напор питательного насоса для котельной с мак­симальной паропроизводительностью*Dmах*=5,56кг/с, если изве­стны давление в барабане котла *рк*=1,4 МПа, плотность воды *ρ*=958 кг/м3, сопротивление всасывающего и нагнетательного трубопроводов *Нсет*=0,2МПа, коэффициент запаса по паропроизводительности котельной *β1*=1,2 и коэффициент запаса по напору *β2*=1,1.

Задача 181. Определить мощность электродвигателя для привода питательного насоса для котельной с максимальной паропроизводительностью*Dmax*=8,34 кг/с, если известны давле­ние в барабане котла *рк=*2,4 МПа, температура перекачиваемой воды *tпв*=100°С, сопротивление всасывающего и нагнетатель­ного трубопроводов *Нсет*=0,2 МПа, коэффициент запаса по паропроизводительности котельной *β1*=1,2, коэффициент запаса по напору *β2*=1,1 и кпд питательного насоса *ηпн*=0,8.

Задача 182. Определить расчетную производительность и расчетный напор питательного насоса котельной, если известны давление в барабане котла *рк*=3,6 МПа, сопротивление вса­сывающего и нагнетательного трубопроводов *Нсет*=0,2 МПа, коэффициент запаса по напору *β2*=1,1, мощность электродвигателя для привода питательного насоса *N*=100 кВт и кпд питательного насоса *ηпн*=0,75.

Задача 183. Определить мощность электродвигателя для привода питательного насоса для котельной с максимальной паропроизводительностьюDmax=1,8 кг/с, если известны давле­ние в барабане котла *рк=*2,4 МПа, плотность воды *ρ*=958 кг/м3, сопротивление всасывающего и нагнетального трубопроводов *Нсет*=0,15 МПа, коэффициент запаса по паропроизводительности котельной *β1*=1,2, коэффициент запаса по напору *β2*=1,1 и кпд питательного насоса *ηпн*=0,74.

Задача 184. Определить величину непрерывной продувки и расход воды на выходе из расширителя непрерывной продувки котельного агрегата паропроизводительностью*D*=5,56 кг/с, ес­ли давление в котле *p1*=1,37 МПа, давление в расширителе *р2*=0,118 МПа, степень сухости пара, выходящего из расшири­теля, *х*=0,98, солесодержание питательной воды *Sпв*=8,75·10-5 кг/кг и солесодержание продувочной воды *Sпр*=3·10-3 кг/кг.

Задача 185. Определить величину непрерывной продувки и количество пара, выделяющегося из продувочной воды в рас­ширителе непрерывной продувки котельного агрегата паропро­изводительностью*D=*4,16 кг/с, если давление в котле *р1*=1,37 МПа, давление в расширителе *р2*=0,12 МПа, степень сухости пара, выходящего из расширителя, *х*=0,98, солесодержание питательной воды *Sпв*=9·10-5 кг/кг и солесодержание продувочной воды *Sпр*=3,1·10-3 кг/кг.

Задача 186. Определить количество продувочной воды и расход воды на выходе из расширителя непрерывной продувки котельного агрегата паропроизводительностью*D=*6,9кг/с, если величина непрерывной продувки *Р*=4%; энтальпия продувочной воды *i*=836 кДж/кг, давление в расширителе *р2*=0,12 МПа и степень сухости пара, выходящего из расширителя, *х*=0,98.