



---

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
**ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Первый проректор  
по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.Н. Прокофьев

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**ПРОГРАММА**

вступительного экзамена в магистратуру  
по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Брянск 2015

Программа вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» . – Брянск: БГТУ, 2015.–28 с.

Разработали:

доцент, канд. техн. наук

доцент, канд. техн. наук

/ Н.А. Курбатская/

/ А.С. Стребков/

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
от 9 июня 2015 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

доцент, канд. техн. наук

/Н.А.Курбатская/

Согласовано:

Начальник учебно-методического управления

профессор, доктор тех. наук

/А.А.Реутов/

© Курбатская Наталья Александровна  
Стребков Александр Сергеевич

© ФГБОУ ВПО «Брянский государственный  
технический университет»

## Предисловие

Программа вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» определена преподавателями кафедры «Промышленная теплоэнергетика» на основании государственных образовательных стандартов подготовки бакалавров и магистратуров по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника».

### 1. Сроки подготовки и проведения экзамена

Вступительный экзамен в магистратуру по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» проводится после завершения программы обучения бакалавров в качестве вступительных испытаний при наборе в магистратуру. На подготовку к экзамену выделяется время, установленное правилами приема по решению Приемной комиссии БГТУ. В это время для абитуриентов по решению Приемной комиссии БГТУ могут быть проведены обзорные лекции и консультации по вопросам, соответствующим основным разделам направления подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника»:

- Тепломассообменные процессы и аппараты;
- Котельные установки и парогенераторы;
- Источники и системы теплоснабжения предприятий;
- Технологические энергоносители промышленных предприятий;
- Режимы работы энергетических установок.

### 2. Порядок проведения экзамена

Экзамен проводится в тестовой форме с последующим собеседованием по экзаменационным билетам. В каждый экзаменационный билет входят пять тест-билетов по десять вопросов, соответствующих следующим разделам направления подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника»:

- Тепломассообменные процессы и аппараты;
- Котельные установки и парогенераторы;
- Источники и системы теплоснабжения предприятий;
- Технологические энергоносители промышленных предприятий;
- Режимы работы энергетических установок.

Вопросы по каждому разделу соответствуют основным изучаемым дидактическим единицам и компетенциям ФГОС обучения бакалавров по направлению подготовки 140100 (13.03.01) «Теплоэнергетика и теплотехника» и отражают базовый уровень подготовки, который должны иметь поступающие в магистратуру по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Вопросы носят как теоретический, так и практический (задачи) характер. По каждому разделу составлены сто оригинальных вопросов, из

которых сформировано тридцать тест-билетов (количество может быть и больше), ни один из которых не повторяется.

Для регистрации ответов на тест-билеты предоставляется разработанный специальный бланк (приложение 1), выдаваемый каждому абитуриенту на экзамене.

На подготовку и заполнение бланка абитуриентам отводится 2 академических часа. Далее комиссия проверяет ответы и, при необходимости, дает абитуриентам возможность пояснить принятые решения. В процессе собеседования с членами Государственной экзаменационной комиссии экзаменуемый показывает собственный уровень компетенции по направлению подготовки 140100 (13.03.01) «Теплоэнергетика и теплотехника» в диалоге.

### 3. Перечень вопросов, внесенных в экзаменационные билеты

#### Тест-билет № 1

по разделу

#### **«Режимы работы энергетических установок»**

1. **Что понимают под режимом работы энергетической установки?**
2. Что такое выход ВЭР?
3. Что означает в маркировке турбоагрегатов наличие букв Т или ПТ?
4. В каком трубопроводе самое высокое давление (см. схему ПТУ)?
5. Что такое утилизация ВЭР?
6. Если увеличить температуру газа на входе ГУБТ, то ...
7. По формуле  $\frac{k}{k-1} RT_1 \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$  рассчитывается ...
8. Чему равен внутренний относительный к.п.д. паровой турбины (см. h-s диаграмму воды и водяного пара)?
9. Что происходит при закрытии задвижки на нагнетательной магистрали компрессорной станции?
10. Разработка какого вида энергобаланса требует больших трудозатрат:
11. **Изменение режима работы ПВД линии регенерации питательной воды ПТУ вызвано**
12. Что такое удельный выход ВЭР?
13. Что означает в маркировке турбоагрегатов наличие буквы К или А?
14. Какой тип турбоагрегата (см. схему ПТУ)?
15. Что такое регенерация ВЭР?
16. Если увеличить входную температуру газа, то ...
17. По формуле  $\frac{k}{k-1} RT_1 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$  рассчитывается ...

18. Чему равен внутренний теплоперепад паровой турбины (см. h-s диаграмму воды и водяного пара)?
19. Что происходит при закрытии задвижки на всасывающей линии центробежного компрессора?
20. Как формируется плановый аналитический энергобаланс?
21. **Изменение режима работы ПНД линии регенерации питательной воды ПТУ вызвано**
22. Что характеризует потенциал ВЭР за технологическим агрегатом
23. Что означает в маркировке турбоагрегата наличие буквы Р или ПР?
24. Какой тип турбоагрегата (см. схему ПТУ)?
25. Что такое непосредственное использование ВЭР?
26. Если увеличить давление газа перед ГУБТ, не меняя режима работы технологического агрегата, то ...
27. По формуле  $G \cdot \Delta h_0 \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{эм}$  рассчитывается ...
28. Чему равны потери энергии паровой турбины (h-s диаграмму воды и водяного пара)?
29. Что происходит при открытии байпасной задвижки на компрессорной станции?
30. Как формируется отчетный синтетический энергобаланс?
31. Что такое технологический агрегат в структуре ТЭС ПП?
32. Что такое потенциал экономии тепловых ВЭР на промышленном предприятии?
33. Что означает в маркировка турбоагрегатов П-... и ПР-... ?
34. Какой тип турбоагрегата (см. схему ПТУ)?
35. Что такое неизбежные энергопотери?
36. Если при работе турбодетандера увеличить входное давление газа, то какой из ответов будет ошибочен
37. По формуле  $G \cdot \Delta h_0 \cdot \frac{1}{\eta_{oi} \cdot \eta_{эм}}$  рассчитывается ...
38. Какая линия отражает процесс работы турбины с внутренним относительным к.п.д., равным 0,75 (см. h-s диаграмму воды и водяного пара)?
39. Какой режим работы пневмосистемы повышает угрозу помпажа при работе компрессоров?
40. Что производится при реализации планового синтетического энергобаланса?
41. Что такое технологическая линия?
42. Как классифицируются ВЭР по видам?
43. Что означает в маркировке турбоагрегатов наличие буквы П или Т?
44. К какому типу отнести данную электростанцию (см. схему ПТУ)?
45. Что такое экономически обоснованные энергопотери?
46. Если в процессе работы снизить давление за турбодетандером, то, скорее всего

47. Укажите ошибку в формуле для оценки располагаемого теплоперепада

турбины  $\frac{k-1}{k} RT_1 \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$

48. Какая линия отражает процесс работы турбины с мощностью, равной половине от номинальной (см. **h-s диаграмму воды и водяного пара**)?

49. Что происходит, если прикрываются поворотные сопловые лопатки компрессора?

50. Чем отличается нормализованный энергобаланс от оптимального?

51. Что такое технологический участок?

52. К каким видам ВЭР отнести доменный газ?

53. Что означают в маркировке турбоагрегата ПТ-ХХ-130/13 цифры Х?

54. Схема включения какого турбоагрегата изображена неправильно (см. схему ПТУ)?

55. Что такое технически устранимые энергопотери?

56. Если увеличить степень повышения давления, то ...

57. Укажите ошибку в формуле для оценки располагаемого теплоперепада

турбины  $\frac{k}{k-1} RT_2 \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$

58. Чему равен располагаемый теплоперепад турбины при работе на номинальной нагрузке (см. **h-s диаграмму воды и водяного пара**)?

59. Как можно понизить напор центробежного компрессора при снижении его производительности?

60. Что характерно при формировании аналитического энергобаланса?

61. Что такое ПЭР?

62. К каким видам ВЭР отнести природный газ в магистральном газопроводе?

63. Что означают в маркировке турбоагрегата Р-90-ХХ цифры Х?

64. Какому отбору пара соответствует на схеме трубопровод П-3 (см. схему ПТУ)?

65. Что такое экономически неоправданные энергопотери?

66. Если недоохладить воздух в промежуточном холодильнике, то ...

67. В формуле для оценки располагаемого теплоперепада компрессора

допущена ошибка  $\frac{k}{k-1} RT_2 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$ , что будет при попытке использовать её

для расчетов?

68. Какая линия отражает рабочий процесс турбины типа П, работающей с полной нагрузкой на конденсационном режиме (см. **h-s диаграмму воды и водяного пара**)?

69. Что произойдет при работе центробежного компрессора, если отключить промежуточный холодильник воздуха?

70. Какую цель преследует нормализованный энергобаланс

71. Что такое ВЭР?

72. Какой из теплоносителей в трубопроводных системах предприятия обладает потенциалом ВЭР?
73. Что означают в маркировке турбоагрегата К-XXX цифры X?
74. Из какого трубопровода возможно обеспечить подачу технологического пара давлением не ниже 25 бар (см. схему ПТУ)?
75. Что такое энергопотери, подлежащие обязательному устранению?
76. Если вместо воды в кристаллизатор УНРС направить пар, то ...
77. Укажите ошибку в формуле формуле для оценки располагаемого теплоперепада компрессора  $\frac{R}{k-1} kT_1 \left[ 1 - \left( \frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$
78. Какая линия отражает рабочий процесс турбины типа П, работающей с минимальным пропуском пара в конденсатор (см. **h-s диаграмму воды и водяного пара**)?
79. Как при прочих равных условиях изменится работа компрессора летом по сравнению с зимой?
80. Какую цель преследует оптимальный энергобаланс?
81. Что включает в себя ТЭС ПП?
82. Как оценить потенциал экономии горючих ВЭР на промышленном предприятии?
83. Что означают в маркировке турбоагрегатов ПТ-65-XX/13, Т-25-XX/2 и Р-100-XX/40 цифры X?
84. Какой трубопровод предназначен обеспечить подачу теплофикационного пара (см. схему ПТУ)?
85. Какие потери не следует относить к неизбежным?
86. Чем отличается ГУБТ от турбодетандера природного газа?
87. По формуле  $\frac{k}{k-1} RT_1 \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \cdot \eta_{oi}$  можно определить...
88. Какая линия отражает рабочий процесс турбины типа П, с номинальной теплофикационной нагрузкой (см. h-s диаграмму воды и водяного пара)?
89. Что обеспечивает частотно-регулируемый электропривод компрессора?
90. Какой энергобаланс формируется при энергетическом обследовании предприятия?
91. Что образует ТЭС ПП?
92. Как оценить потенциал тепловых ВЭР?
93. Что означают в маркировке турбоагрегатов ПТ-50-130/ XX, Т-40-90/ XX и Р-10-40/X цифры X?
94. К какому трубопроводу можно подключить отбор ПТА-3. Как будет при этом маркироваться турбоагрегат №3 (см. схему ПТУ)?
95. Что включают в себя энергопотери при утилизации (регенерации) ВЭР?
96. Если использовать сухое тушение кокса, то ...

97. По формуле  $\frac{k}{k-1} RT_1 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \frac{1}{\eta_{oi}}$  можно определить:

98. На каком из режимов достигается наибольший внутренний относительный к.п.д. турбины (см. h-s диаграмму воды и водяного пара)?

99. Как изменяется положение рабочей точки на напор-расходной характеристике центробежного компрессора при снижении числа оборотов?

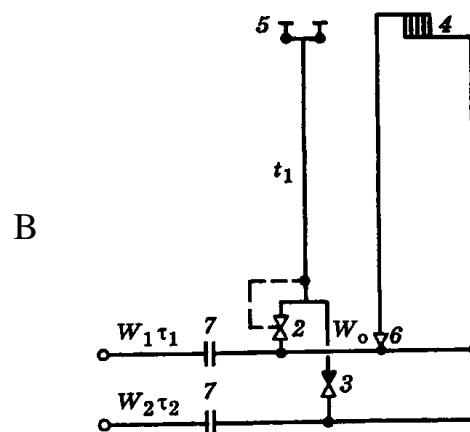
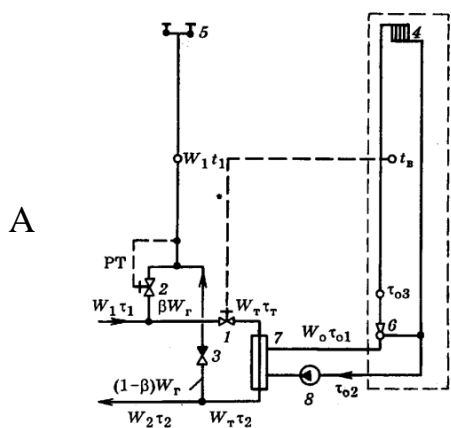
100. Какой энергобаланс может быть сформирован на основе анализа документации о материально-финансовой деятельности предприятия?

### Тест-билет № 2

по разделу

### **«Источники и системы теплоснабжения предприятий»**

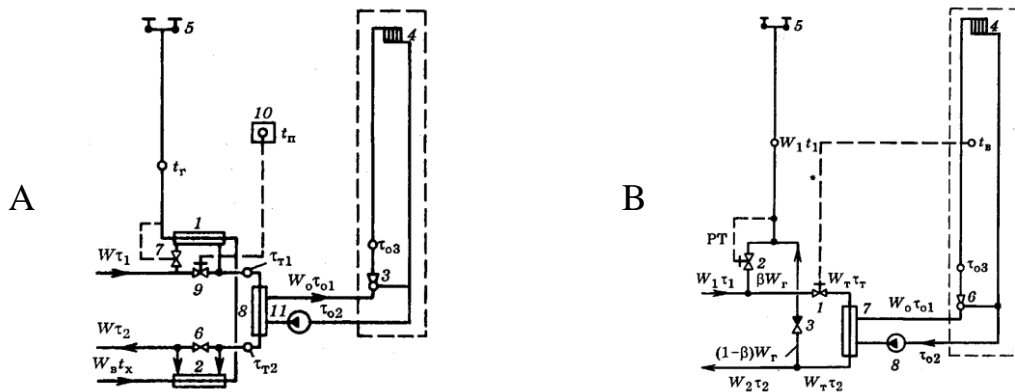
1. Для чего предназначены системы отопления?
2. Чему равен расчетный расход воды, который нужно подать в систему вентиляции производственного здания, если расчетная вентиляционная нагрузка составляет 1000 кВт, тепловая сеть работает по температурному графику 150/70 °С?
3. Как определяется годовой расход тепла в системах горячего водоснабжения?
4. При осушении 10 кг воздуха его влагосодержание изменилось с 12 до 4 г/кг сух.возд. Какое количество влаги было отведено из воздуха?
5. В чем заключается основной метод регулирования тепловой нагрузки в паровых системах теплоснабжения?
6. В каких случаях применяется элеваторное подключение местных отопительных систем к водяной тепловой сети?
7. Какая схема соответствует независимой схеме присоединения отопительной установки к тепловой сети?



8. Как влияет скорость ветра на термическое сопротивление наружной поверхности надземного теплопровода?
9. В каком случае отопительно-производственные котельные оборудуются паровыми и водогрейными котлами?

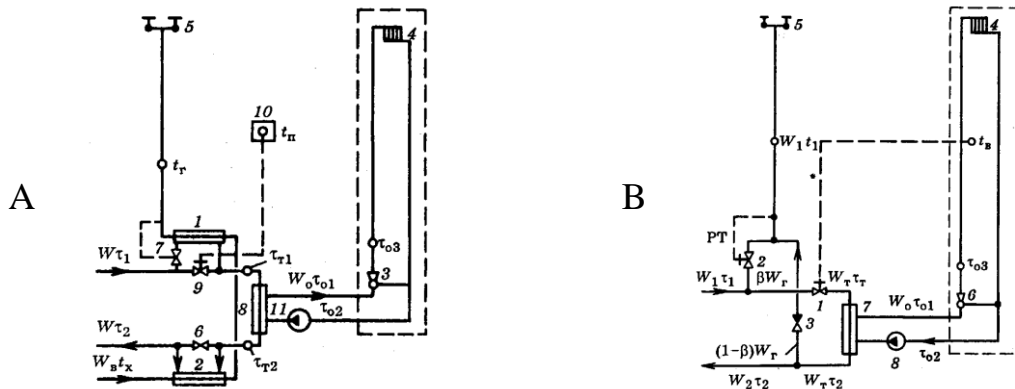


10. Что такое коэффициент теплофикации?
11. Чему равно сопротивление теплопередачи для многослойного ограждения?
12. Для чего предназначены системы вентиляции?
13. Как определяется расчетный расход тепла в системах горячего водоснабжения?
14. При охлаждении 10 кг воздуха его энтальпия изменилась с 38 до 3 кДж/кг. Какое количество холода было затрачено на охлаждение воздуха?
15. В местную систему отопления поступает вода с температурой 80 °С и расходом 3 кг/с. Расход инжестируемой воды составляет 1 кг/с. Чему равна температура сетевой воды в подающей магистрали, если температура сетевой воды в обратной магистрали составляет 60 °С?
16. Когда применяется независимое подключение местных отопительных систем к водяной тепловой сети?
17. Какая схема присоединения установок горячего водоснабжения соответствует закрытой системе теплоснабжения?



18. Чему равно термическое сопротивление наружной поверхности изоляции, если наружный диаметр трубопровода равен 219 мм, толщина тепловой изоляции составляет 60 мм, коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к наружному воздуху равен 13,96 Вт/(м<sup>2</sup> · К)?
19. Для чего в котельной используется сепаратор непрерывной продувки?
20. Что учитывает коэффициент регенерации?
21. Определите температуру начала-конца отопительного периода для цеха, если суммарные тепловыделения в цехе составляют 450 кВт, расчетный расход тепла системами отопления 1000 кВт, расчетная температура воздуха в рабочей зоне 17 °С, расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления – 28 °С.
22. Как определяется расчетный расход тепла в системах вентиляции?
23. Как определяется средний за неделю расход тепла в системах горячего водоснабжения?
24. При нагреве 10 кг воздуха его энтальпия изменилась с 2 до 40 кДж/кг. Какое количество теплоты было затрачено на нагрев воздуха?
25. Как осуществляется регулирование тепловой нагрузки «пропусками»?
26. Что такое нейтральная точка тепловой сети?

27. Какая схема присоединения установок горячего водоснабжения соответствует открытой системе теплоснабжения?



28. Чему равно термическое сопротивление теплоизоляционного слоя, если наружный диаметр трубопровода равен 219 мм, трубопровод проложен надземно, толщина теплоизоляционного слоя составляет 60 мм, коэффициент теплопроводности материала 0,084 Вт/(м·К)?

29. Что такое принципиальная тепловая схема котельной?

30. Для чего на ТЭЦ устанавливаются пиковые водогрейные котлы?

31. Как определяются потери теплоты через наружные ограждающие конструкции зданий?

32. Что такое расчетный воздухообмен?

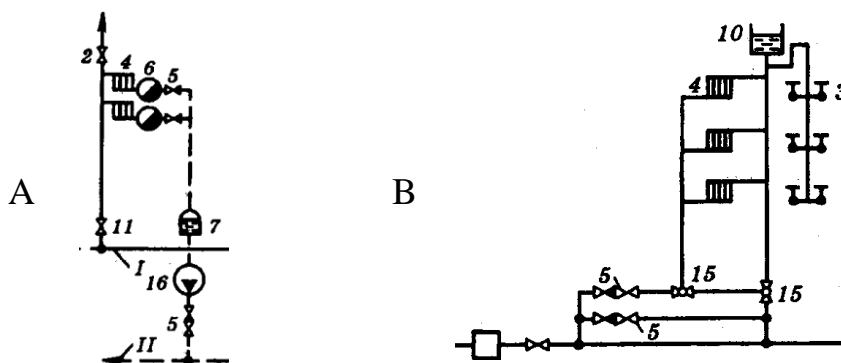
33. Какие параметры определяют расчетный расход тепла в системах горячего водоснабжения?

34. При увлажнении 10 кг воздуха его влагосодержание изменилось с 5 до 10 г/кг сух.возд. Какое количество влаги было затрачено на увлажнение воздуха?

35. Как осуществляется качественное регулирование отпуска тепла потребителям?

36. Что понимается под гидравлической устойчивостью тепловой сети?

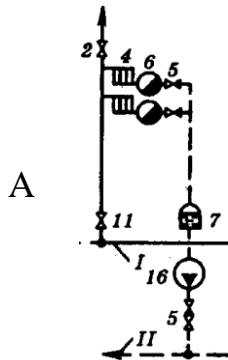
37. Какая схема соответствует паровой системе теплоснабжения с возвратом конденсата?



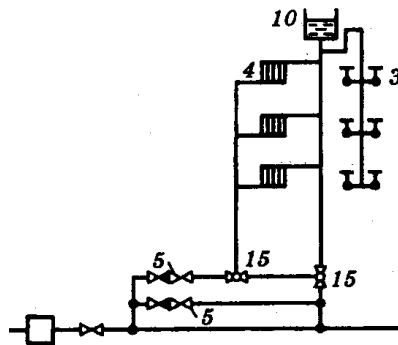
38. Чему равно термическое сопротивление грунта при канальной прокладке тепловой сети, если коэффициент теплопроводности грунта 1,75 Вт/(м·К); глубина залегания теплопровода 1,8 м; эквивалентный внутренний диаметр железобетонного канала 720 мм?

39. Для чего используется редуционно-охлаждающая установка?

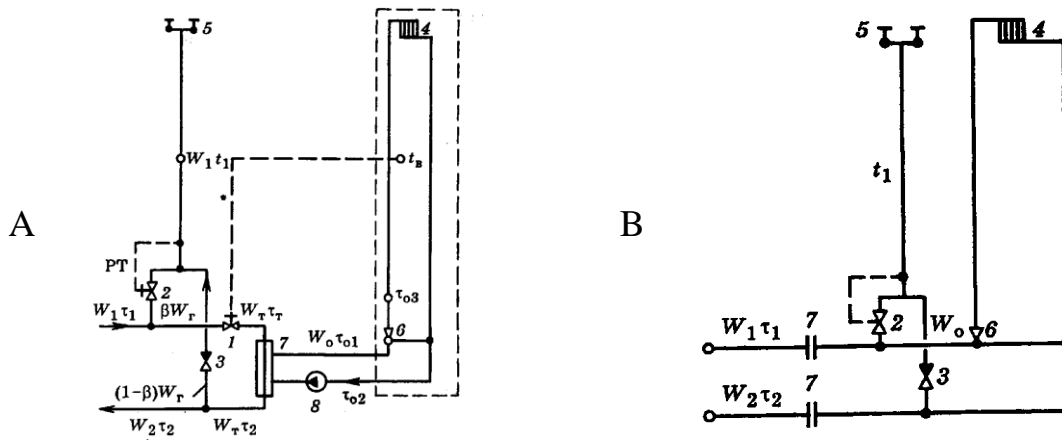
40. Когда на ТЭЦ устанавливают конденсационные турбоагрегаты с одним или двумя регулируемы отборами пара типа П?
41. Чему равен расчетный расход воды, который нужно подать в систему отопления производственного здания, если расчетная отопительная нагрузка составляет 1000 кВт, тепловая сеть работает по температурному графику 150/70 °С?
42. Когда предусматривают устройство аварийной вентиляции?
43. От каких факторов зависит суточный график расхода теплоты на технологические нужды?
44. При нагреве 10 кг воздуха, поступающего в кондиционер с энтальпией 3 кДж/кг, было затрачено 200 кДж. Какой будет энтальпия воздуха на выходе из кондиционера?
45. Как осуществляется количественное регулирование отпуска тепла потребителям?
46. Для чего используется элеватор?
47. Какая схема соответствует паровой системе теплоснабжения без возврата конденсата?



В



48. Какие материалы и изделия применяются для тепловой изоляции трубопроводов тепловой сети при надземной и канальной прокладке трубопроводов?
49. Что такое монтажная тепловая схема котельной?
50. Когда на ТЭЦ устанавливают конденсационные турбоагрегаты с двумя или тремя регулируемы отборами пара — производственным и отопительным типа ПТ?
51. Как выглядит уравнение теплового баланса здания?
52. Когда предусматривают устройство общеобменной вентиляции?
53. Как определяется годовой расход тепла в системах отопления промышленного предприятия, работающего круглосуточно и без выходных дней?
54. Что происходит с воздухом при обработке его в кондиционере паром?
55. Как осуществляется качественно-количественное регулирование отпуска тепла потребителям?
56. Чему равен расход подпиточной воды в закрытой системе теплоснабжения?
57. Какая схема соответствует зависимой схеме присоединения установок к тепловой сети?



58. Определите тепловые потери с 1 м трубопровода в грунте при глубине заложения 2 м. Наружный диаметр трубопровода 0,23 м. Коэффициент теплопроводности грунта 2,2 Вт/(м·К). Естественная температура грунта на отметке оси трубопровода + 5 °С, температура теплоносителя 150 °С. Изоляция выполнена из совелита с коэффициентом теплопроводности 0,099 Вт/(м·К) толщиной 60 мм.

59. Когда отопительно-производственные котельные оборудуются только паровыми котлами?

60. Когда на промышленной ТЭЦ устанавливают турбины с противодавлением и отбором пара для производственных потребителей типа Р?

61. Что такое удельная отопительная характеристика здания?

62. Когда предусматривают устройство местной вентиляции?

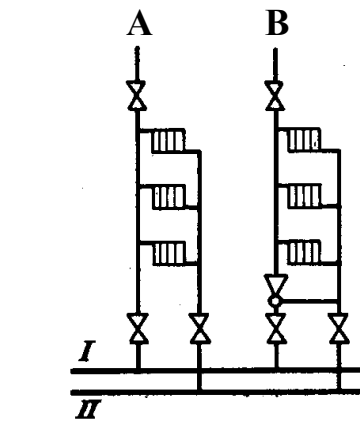
63. Как определяется годовой расход тепла в системах отопления промышленного предприятия, работающего с выходными днями и в две смены?

64. В каком случае возможен политропический процесс обработки воздуха водой?

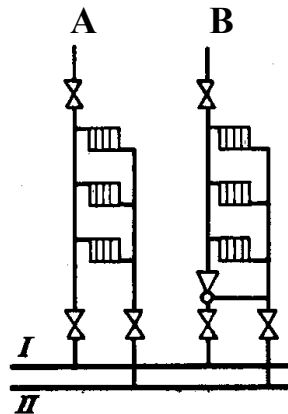
65. В элеваторе к сетевой воде с температурой 100 °С и расходом 5 кг/с подмешивается вода из обратной линии сети с температурой 65 °С и расходом 2 кг/с. Чему будет равна температура воды, поступающей в местную систему отопления?

66. Чему равен расход подпиточной воды в открытой системе теплоснабжения?

67. Какая схема соответствует схеме непосредственного присоединения систем отопления к тепловой сети?

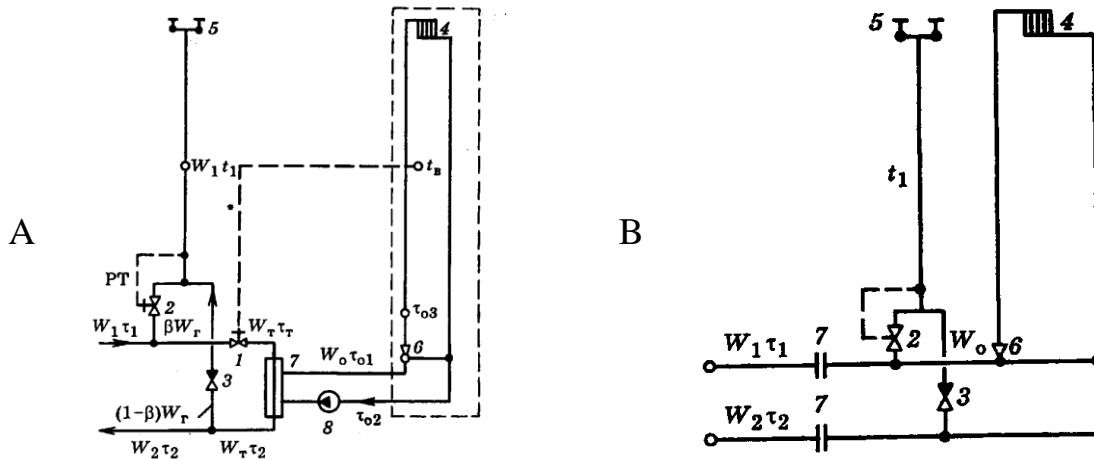


68. Чему равно условное термическое сопротивление, учитывающее взаимодействие тепловых потоков проложенных в грунте труб, если коэффициент теплопроводности грунта  $1,2 \text{ Вт/(м·К)}$ ; глубина залегания теплопровода  $1,0 \text{ м}$ , расстояние между осями теплопроводов  $500 \text{ мм}$ ?
69. Для чего используются рециркуляционные насосы в котельной?
70. Когда на промышленной ТЭЦ устанавливают конденсационные турбоагрегаты с одним или двумя регулируемы отборами пара типа Т?
71. Как определяется расчетный расход тепла в системах отопления?
72. Что понимается под расчетным значением температуры наружного воздуха для проектирования вентиляции производственных помещений?
73. Как ориентировочно оценивают падение температуры при транспортировке перегретого пара?
74. В каком случае возможен адиабатический процесс обработки воздуха водой?
75. Расход рабочей воды, подаваемой в элеватор, составляет  $4 \text{ кг/с}$ . Каким должен быть расход инжектируемого потока, чтобы в местную систему отопления вода поступала с температурой  $95 \text{ }^\circ\text{C}$ , если температура сетевой воды в подающей магистрали -  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ , в обратной -  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
76. Как определяется коэффициент гидравлической устойчивости сети?
77. Какая схема соответствует схеме присоединения систем отопления к тепловой сети со снижением температурного потенциала?



78. При какой прокладке теплопровода тепловая изоляция больше влияет на тепловые потери?
79. Для чего предназначена линия перепуска в котельных?
80. Как определяется удельный расход условного топлива на комбинированную выработку электрической энергии на ТЭЦ?
81. Какие отопительные приборы относятся к конвективно-радиационным приборам?
82. Как определяется расчетный расход тепла в системах вентиляции?
83. Как определяется годовой расход тепла на технологические нужды ( $n$  – продолжительность года в секундах,  $n_o$  – продолжительность отопительного периода)?
84. В каком случае возможен изотермический процесс обработки воздуха водой?
85. Какие опоры трубопроводов относятся к неподвижным?
86. Что такое располагаемый напор?

87. Какая схема соответствует независимой схеме присоединения отопительной установки к тепловой сети?



88. За расчетную температуру окружающей среды при расчете тепловых потерь трубопроводов при бесканальной подземной прокладке следует принимать:

89. Что такое развернутая тепловая схема котельной?

90. Как определяется удельный расход условного топлива на выработку теплоты на ТЭЦ?

91. Какие отопительные приборы относятся к конвективным приборам?

92. При выделении в цехе нескольких различных веществ однонаправленного действия за расчетный воздухообмен принимается:

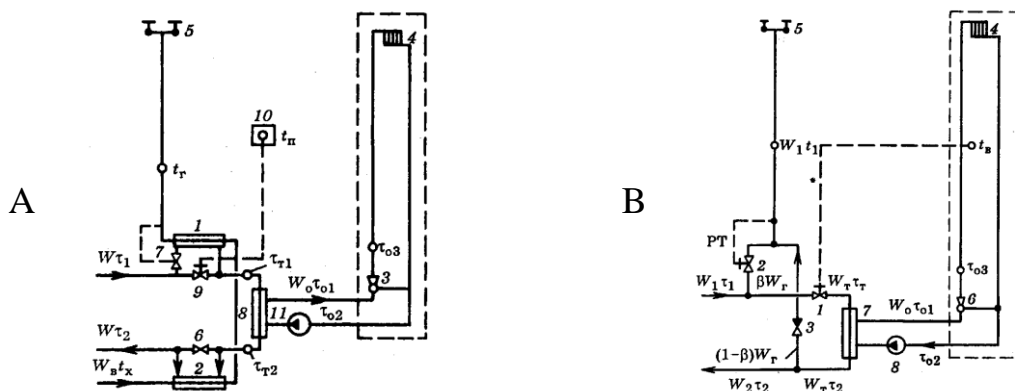
93. Чему равен коэффициент заполнения суточного графика теплопотребления на технологические нужды?

94. Что происходит с воздухом при обработке его в кондиционере перегретой водой?

95. Какие компенсаторы температурных деформаций относятся к осевым?

96. Как определяется суммарное гидравлическое сопротивление при параллельном включении участков тепловой сети?

97. Какая схема присоединения установок горячего водоснабжения соответствует закрытой системе теплоснабжения?



98. За расчетную температуру окружающего воздуха при расчете тепловых потерь трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, следует принимать...

99. Чему равно оптимальное количество котлоагрегатов, устанавливаемых в котельной с паровыми котлами?

100. Как определяется удельная комбинированная выработка электрической энергии на паротурбинной ТЭЦ?

### Тест-билет № 3

*по разделу*

#### **«Тепломассообменные процессы и аппараты»**

1. Найдите определение располагаемого температурного напора.
2. При оребрении поверхности теплообмена коэффициент теплоотдачи ...
3. В кожухотрубном теплообменнике загрязненный теплоноситель рекомендуется направлять ...
4. При охлаждении масла воздухом значение коэффициента теплопередачи определяется ...
5. Применение спиральных трубных элементов в регенеративных подогревателях высокого давления имеет следствием ...
6. Указать неверное утверждение, связывающее летучесть и составы жидкой и паровой фаз раствора.
7. Указать неверное положение для кипящего слоя.
8. Движущая сила массопереноса в системе «вода–воздух» определяется ...
9. Температура высушиваемого материала при постоянной скорости сушки ...
10. Крепление труб в трубных досках должно обеспечивать ...
11. Среди приведенных параметров найдите число единиц переноса тепла NTU.
12. Оребрение поверхности теплообмена производится ...
13. Указать давление греющего пара в сетевом подогревателе марки ПСВ–500–3–23.
14. Укажите зону подогревателя питательной воды, реализующую максимальный тепловой поток.
15. Укажите материал ребра заданных размеров, для которого КПД ребра максимален.
16. Количество воздуха, растворенного в воде при данном давлении, при увеличении температуры воды ...
17. Температурный гистерезис насадки равен нулю при ...
18. Процесс обработки воздуха в камере орошения водой постоянной температуры протекает при условиях ...
19. Укажите преимущества перегретого пара как сушильного агента.
20. Крепление труб вальцовкой обеспечивает ...
21. Средний температурный напор в теплообменном аппарате не зависит от следующих параметров (указать правильное):
22. Укажите обязательные элементы кожухотрубного теплообменника.
23. В поверхностных регенеративных подогревателях турбоустановок соотношение давления воды и давления пара ...
24. Поверхность теплообмена в маслоохладителях следует оребрять со стороны масла при ...

25. Коэффициент полезного действия ребра заданной формы увеличивается при ...
26. Количество газа, растворяющегося в воде при заданной температуре зависит от ...
27. Порозность слоя представляет собой ...
28. В водо–воздушном теплообменнике коэффициенты теплоотдачи имеют значения:  $\alpha_1 = 10 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ;  $\alpha_2 = 10000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ . Как изменится коэффициент теплопередачи, если значение  $\alpha_2$  станет равным  $\alpha_2 = 100000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ?
29. В основном периоде сушки скорость сушки ...
30. Шаг разбивки труб в пучке определяется ...
31. Средний температурный напор в теплообменнике не зависит от схемы движения теплоносителей. При каких условиях это положение выполняется?
32. Давления теплоносителей в охладителях масла подчиняются условию ...
33. Определите понятие «недогрев» для пароводяных подогревателей.
34. При каком числе ходов теплоносителя  $Z$  подвод и отвод осуществляется с одной стороны аппарата (указать правильное значение)?
35. Для растворов, близких к идеальным, указать значение летучести  $\alpha$ .
36. Какая насадка имеет больший коэффициент аккумуляции теплоты?
37. Воздух в процессе термовлажностной обработки охлаждается и осушается. Указать знак коэффициента обработки.
38. Укажите параметры материала, влияющие на скорость его сушки.
39. Компактность трубного пучка определяется ...
40. Какие теплообменники из перечисленных – разборные?
41. Температурный напор по ходу греющего теплоносителя ...
42. Укажите общее число перегородок в крышках кожухотрубного теплообменника с 4–мя ходами теплоносителя внутри труб.
43. С какой целью производится охлаждение масла в энергетических установках?
44. Укажите зону регенеративного пароводяного подогревателя, реализующую наибольший коэффициент теплопередачи.
45. Степень оребрения поверхности возрастает при ...
46. Деаэрация воды имеет целью ...
47. При какой температуре насадки учет излучения обязателен?
48. Нарушение контакта ребер с несущей поверхностью ...
49. Какой показатель влажности материала используется в процессах сушки?
50. Как уменьшается объем кипящего слоя при увеличении скорости газа?
51. Укажите схему движения теплоносителей с минимальным температурным напором.
52. Укажите минимальное сечение одноходового противоточного кожухотрубного теплообменника.
53. Укажите расчетную начальную температуру воды в водо–масляных охладителях.
54. Коэффициент полезного действия ребра представляет собой отношение количества тепла, переданного реальным ребром к ...



55. При передаче одинаковых тепловых потоков изменение температуры максимально для ...
56. Укажите наиболее эффективный процесс деаэрации.
57. Дайте определение термически прозрачного элемента насадки.
58. Воздух в процессе термовлажностной обработки охлаждается и увлажняется. Указать знак коэффициента термовлажностной обработки.
59. Какие виды влаги не удаляются при сушке?
60. Укажите аппараты, работающие с изменением фазового состояния.
61. Укажите коэффициент эффективности схемы  $\varepsilon$  для теплообменного аппарата.
62. В водомасляном охладителе коэффициент теплопередачи определяется ...
63. Наиболее компактной в кожухотрубном теплообменнике является разбивка труб по сторонам ...
64. В пароводяных подогревателях нагреваемая вода движется ...
65. Для оребренной с наружной стороны трубки удельный тепловой поток (пренебрегая термическим сопротивлением стенки) ...
66. Дайте определение летучести.
67. При какой порозности  $\varepsilon$  слой является заведомо кипящим?
68. Определить понятие «влажностное содержание воздуха».
69. Рециркуляция сушильного агента в конвективной сушилке уменьшает ...
70. В процессе теплопередачи через стенку с коэффициентами теплоотдачи  $\alpha_{\min}$  и  $\alpha_{\max}$  справедливо ...
71. При каких условиях изменения температур теплоносителей в теплообменном аппарате одинаковы?
72. Найдите определение компактности поверхности теплообмена.
73. При нагреве мазута паром укажите соотношение давления мазута и пара.
74. При конденсации греющего пара в пароводяных подогревателях коэффициент теплоотдачи зависит ...
75. Коэффициент полезного действия ребра не зависит ...
76. Низкокипящим в растворе называется компонент, который ...
77. Возможно ли применение металлической насадки при температуре газа более 1000 °С?
78. В водо-воздушном теплообменнике появление загрязнений уменьшает тепловой поток при ...
79. Какая влажность материала называется равновесной?
80. Изменение числа ходов теплоносителя имеет следствием ...
81. Число труб, размещаемых на трубной доске, определяется ...
82. Укажите значение теплового эквивалента кипящего теплоносителя.
83. Укажите величину снижения температуры масла в водомасляном охладителе.
84. Пластинчатые теплообменники по сравнению с кожухотрубными ...
85. Укажите форму ребра, обеспечивающую максимальный коэффициент полезного действия его (при одинаковых размерах и материалах ребра).
86. Закон Генри утверждает ...

87. Что такое относительная влажность воздуха?
88. Дайте определение кипящего слоя.
89. Скорость сушки определяется ...
90. Учет термического сопротивления стенки трубы обязателен при переносе тепла между теплоносителями ...
91. Дайте определение коэффициента использования трубной доски.
92. Возможен ли нагрев холодного теплоносителя до температуры большей, чем конечная температура горячего теплоносителя?
93. Чем осуществляется подогрев мазута на ТЭЦ?
94. Чем осуществляется компенсация температурных напряжений в пароводяных подогревателях высокого давления?
95. При использовании оребренных поверхностей теплообмена компактность теплообменного аппарата ...
96. Что такое абсорбция?
97. Коэффициент аккумуляции тепла насадкой – это ...
98. Укажите правильное положение организации работы кожухотрубных теплообменников.
99. Укажите рекомендуемую скорость воды в стальных трубах.
100. При одинаковых массовых расходах и тепловых потоках изменение температуры максимально для теплоносителя ...

#### Тест-билет № 4

*по разделу*

#### **«Котельные установки и парогенераторы»**

1. Что представляет собой атмосферный воздух?
2. Какая теплота сгорания топлива больше: высшая  $Q_g^p$  или низшая  $Q_n^p$ ?
3. Какое жидкое топливо применяют для сжигания в котельных промышленных предприятий?
4. Что указывают цифры в обозначениях котлоагрегатов?
5. Какие деаэраторы применяются в котельных с паровыми котлами типа ДЕ?
6. Куда вводят фосфаты?
7. Как можно определить коэффициент избытка воздуха в эксплуатационных условиях?
8. Какие средства измерения применяют для определения состава продуктов сгорания?
9. Что понимают под полным анализом продуктов сгорания и упрощенным анализом?
10. Сколько питательных насосов устанавливают в каждой котельной?
11. Какие котлы используются для выработки пара и горячей воды?
12. Какого диаметра экранные трубы котлов типа ДЕ?
13. Для чего предназначены пароперегреватели?
14. Для чего предназначены колосники в топке для сжигания твердого топлива в плотном слое?

15. Каким образом получают пылевидное топливо?
16. Что такое дегазация?
17. Все газоанализаторы показывают процентное содержание в продуктах сгорания  $RO_2$ ,  $O_2$  и т. д. Как это понимать?
18. Как подсчитывается коэффициент избытка воздуха по углекислотной формуле?
19. Как изменяется содержание  $RO_2$  и  $O_2$  при движении продуктов сгорания по газоходам котельного агрегата, работающего под разрежением?
20. Может ли содержание  $RO_2$  после пароперегревателя быть больше содержания  $RO_2$  перед ним, если котлоагрегат работает под разрежением?
21. Чем конструктивно отличаются котлы типа ДКВР от ДЕ?
22. Где расположены пароперегреватели паровых котлов?
23. Для чего служат водяные экономайзеры?
24. Каково назначение воздухоподогревателя?
25. Что такое гарнитура?
26. Для чего служит продувочный трубопровод?
27. Как подсчитывается коэффициент избытка воздуха по кислородной формуле?
28. Можно ли определить присос воздуха в какой-либо газоход по показаниям газоанализатора?
29. На что расходуется поступившая в топку котлоагрегата теплота?
30. Что называется тепловым балансом парового или водогрейного котла?
31. Где расположены конвективные трубы котла типа ДЕ?
32. Из каких труб состоит поверхность нагрева чугунных экономайзеров?
33. Какая жесткость является карбонатной?
34. Чем определяют теплоту сгорания топлива?
35. Одинаковы ли по конструкции топки для сжигания жидкого и газообразного топлив?
36. К какому классу относятся котлы ДКВР?
37. По какой формуле наиболее точно подсчитывается коэффициент избытка воздуха при полном и неполном горении?
38. Что называют располагаемой теплотой?
39. Какую минимальную температуру могут иметь уходящие газы?
40. Чем обусловлена и от каких факторов зависит потеря теплоты от химической неполноты горения ( $q_3$ )?
41. По какому параметру можно судить об изменении расхода первичного или вторичного воздуха, подаваемого в топку?
42. Какими потерями теплоты сопровождается работа парового или водогрейного котла?
43. Чем обусловлена и от каких факторов зависит потеря теплоты с уходящими газами?
44. Как влияет коэффициент избытка воздуха на потерю теплоты от химической неполноты горения?
45. Отделены ли конвективные трубы от топочной камеры котла типа ДЕ?

46. Чем снабжены концы ребристых труб чугунных экономайзеров?
47. Где установлены обдувочные устройства экономайзера?
48. Как называются паровые котлы, у которых внутри труб проходит вода, а снаружи трубы омываются горячими газами?
49. Что называют зеркалом испарения в котлах?
50. Через какую часть поверхности нагрева эффективнее передается теплота?
51. В каких единицах принято выражать потери теплоты в паровом или водогрейном котле?
52. При каких условиях объем уходящих газов будет минимален?
53. Как влияют наружные и внутренние загрязнения поверхности нагрева котла на потерю теплоты с уходящими газами?
54. Какой КПД больше, брутто или нетто?
55. Из каких труб изготовлены кипящие экономайзеры паровых котлов?
56. Как называется часть площади поверхности нагрева котла, которая обогревается газообразными продуктами сгорания?
57. Какие трубы в паровых котлах серии ДЕ нагреваются излучением?
58. При какой схеме движения потоков пара и горячих газов в пароперегревателе температурный напор будет максимальным?
59. Для чего предназначен предохранительный клапан котлоагрегата?
60. Как называются куски каменного угля, имеющие размер меньше 6 мм?
61. Чем обусловлены потери теплоты с физической теплотой шлака ( $q_{6\text{шл}}$ )?
62. Что понимают под оптимальным коэффициентом избытка воздуха?
63. У какого котла больше (в процентах) потеря теплоты от наружного охлаждения: паропроизводительностью 100 т/ч или 10 т/ч?
64. Какие трубы имеют пароперегреватели?
65. Какого элемента нет в регенеративном воздухоподогревателе?
66. Что служит для осуществления естественной тяги?
67. Что означает маркировка тягодутьевой машины ДН?
68. Для чего предназначены водоуказательные приборы (стекла)?
69. Как влияет на качество мазута сернистость?
70. Где устанавливаются сепарационные устройства котла?
71. Что называется коэффициентом избытка воздуха?
72. Может ли происходить присос атмосферного воздуха в газоходы котлоагрегата, работающего под наддувом?
73. Где устанавливают дымосос?
74. Для чего предназначены дутьевые вентиляторы?
75. Для чего служат конденсационные горшки, соединенные с водоотделителем?
76. Какова минимальная паропроизводительность котлов серии ДКВР?
77. С каким шагом расположены конвективные трубы вдоль барабана у котлов типа ДЕ?
78. Какие устройства служат для распыления и ввода мазута в топку?
79. Какие газы излучают?

80. Какое из перечисленных твердых топлив имеет наибольшую теплоту сгорания?
81. Изменяется ли коэффициент избытка воздуха по мере движения продуктов сгорания по газоходам у котлов, работающих под разрежением?
82. Из каких газов состоят продукты сгорания при полном горении с коэффициентом избытка воздуха больше единицы?
83. Сколько в одном баре миллиметров водяного столба?
84. Как называется движение пароводяной смеси вниз в подъемной трубе котельной установки?
85. По какому параметру классифицируются бурые угли?
86. Что означает  $q_2$  в тепловом балансе котельной установки?
87. С каким шагом расположены конвективные трубы поперек барабана у котлов типа ДЕ?
88. Что измеряют тягомерами?
89. Что означает цифра 2 в маркировке ВДН-25×2?
90. На какое рабочее давление рассчитаны чугунные экономайзеры?
91. Определите, какое количество воздуха присасывается в газоход водяного экономайзера, приходящееся на  $1 \text{ м}^3$  сжигаемого природного газа, если коэффициент избытка воздуха перед водяным экономайзером составил  $\alpha' = 1,2$ , а после него  $\alpha'' = 1,4$ ? (Теоретический объем воздуха  $V^0 = 9,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .)
92. Как изменяется уровень температур в топочной камере с увеличением коэффициента избытка воздуха?
93. Для каких целей устанавливают дутьевые вентиляторы?
94. Что означает цифра 10 в маркировке ДН-10?
95. Какова толщина стенки барабана котла типа ДКВр, работающего на давлении 14 ат?
96. Какой диаметр у коллекторных труб?
97. Какая требуемая скорость движения продуктов сгорания в экономайзере?
98. Трубные пучки котельного агрегата очищают от сыпучих отложений
99. Грубодисперсные примеси удаляют из воды
100. Как называется процесс удаления накипеобразующих солей?

### Тест-билет № 5

по разделу

#### **«Технологические энергоносители промышленных предприятий»**

1. Теплоэнергетическая система промышленного предприятия – это...
2. Для получения сжатого воздуха на промышленном предприятии необходимы...
3. Давление сжатого воздуха, используемого на промышленном предприятии, как правило, не превышает
4. Необходимый расход воды при обратном водоснабжении зависит от ...

5. Какую схему газоснабжения применяют для разноуровневых по давлению цехов–потребителей?
6. К искусственным горючим газам относят ...
7. По агрегатному состоянию рабочего тела холодильные установки делят на ...
8. Для энергетического сравнения абсорбционных и компрессионных холодильных установок используют зависимость ...
9. Для получения товарных инертных газов в воздухоразделительной установке (ВРУ) необходимо:
10. Детандер в воздухоразделительной установке предназначен для ...
11. Построение системы обеспечения предприятия энергоносителями осуществляется на принципах ...
12. Качество сжатого воздуха определяется наличием в нем ...
13. Выбери возможную схему трубопроводов сжатого воздуха на предприятии
14. Термостабильные воды определяются ...
15. К горючим природным газам относят ...
16. Неравномерность газопотребления на металлургическом предприятии связана в основном:
17. Укажите схему абсорбционной холодильной установки (I – компрессор; II – конденсатор; III – охладитель; IV – дроссель; V – сепаратор; VI – испаритель)
18. Под холодопроизводительностью установки понимают ...
19. Продукты разделения воздуха в жидком состоянии производятся ...
20. Охлаждающей средой в теплообменниках воздухоразделительных установок высокого давления могут быть ...
21. Система обеспечения промышленного предприятия энергоносителями включает:
22. Для охлаждения рубашек цилиндров компрессоров небольшой производительности лучше использовать ...
23. Расчетную нагрузку для проектирования компрессорной станции определяют ...
24. Потери воды при обратном водоснабжении существуют ...
25. Газопроводы по давлению классифицируют на ...
26. Сжиженные углеводородные газы транспортируют к цехам–потребителям:
27. Укажите схему пароэжекторной холодильной установки
28. Какие вещества применяют в качестве хладагентов в промышленности?
29. Хранение и транспортировка продуктов разделения воздуха осуществляется ...
30. Энергетический баланс установки разделения воздуха, где получают продукты только в газообразном виде ...
31. Коэффициенты, показывающие отличие на эксплуатационных режимах максимальных расходов энергоносителей от расчетных, учитывают ...
32. При потребности предприятия в сжатом воздухе свыше 200 м<sup>3</sup>/мин и небольшом требуемом его давлении предпочтительнее использовать ...
33. Воздухосборники компрессорной станции проверяют на ...
34. Каскадная система технического водоснабжения представлена ступенями X–ТЭЦ, холодильные установки, компрессорная, Y – локальные оборотные циклы

технологического процесса, Q – газоочистка, гидротранспорт, Z – гидрозолоудаление. Укажите их порядковое расположение по мере загрязнения воды.

35. На промышленном предприятии ввод газа выполнен от сети среднего давления. Основные цеха–потребители газа среднего давления. Для газоснабжения цеха № X, потребителя газа низкого давления, целесообразно установить ...

36. Неплотности соединений газопроводов и присоединения арматуры на наземных газопроводах низкого давления проверяют ...

37. Укажите схему парокомпрессионной холодильной установки

38. Какие вещества используют в качестве криоагентов в промышленности?

39. Выход какого продукта больше при ректификации воздуха?

40. Для получения товарных инертных газов в воздухоразделительной установке (ВРУ) необходимо ...

41. Энергетический потенциал доменного газа может быть определен ...

42. Система воздухообеспечения предприятия предназначена для ...

43. Расчетный расход сжатого воздуха по предприятию учитывает ...

44. Обратная схема водоснабжения изображена на рис. ...

45. Газорегуляторный пункт на предприятии предназначен для ...

46. Утечку газа на подземных газопроводах можно определить ...

47. Виды установок, используемых в системах холодоснабжения предприятия по температурному уровню ...

48. Холодильный коэффициент показывает ...

49. Укажите направление использования продуктов разделения воздуха, отличающееся наибольшей неравномерностью.

50. По давлению воздухоразделительные установки делят на ...

51. Потребность в энергоносителях определяется на основе ...

52. Производительность компрессорной станции определяется при параметрах ...

53. Суточные графики потребления сжатого воздуха на предприятии.

54. Прямоточная схема водоснабжения изображена ...

55. Укажите последовательность расположения оборудования на линии редуцирования газа по его ходу.

56. Проблема суточной неравномерности газопотребления на заводе может быть решена ...

57. Система холодоснабжения промышленного предприятия предназначена для ...

58. Компрессионные холодильные установки в качестве источника используют ...

59. Давление воздуха в воздухоразделительных установках, основанных на ректификации, ниже ...

60. Чем крупнее воздухоразделительная установка, тем относительный теплоприток через изоляцию ...

61. В систему производства и распределения энергоносителей входят имеющиеся на предприятии ...

62. Требуемое для работы компрессорной станции количество оборотной воды определяется ...

63. Сжатый воздух на промышленном предприятии используется ...

64. Стабилизационная обработка воды выполняется для ...
65. Выбор оборудования газорегуляторного пункта зависит от ...
66. Природный газ одорируют для ...
67. По способу получения холода установки могут быть разделены на ...
68. Хладоагенты и криоагенты характеризуются основными параметрами:
69. Выход какого продукта больше при ректификации воздуха?
70. Укажите схему колонны, применяемой для получения продуктов разделения воздуха.
71. Эффективность использования энергоносителя определяется ...
72. Скорости сжатого воздуха в сетях определяются ...
73. В систему воздуховоснабжения предприятия входят ...
74. В систему подготовки воды для систем охлаждения входят ...
75. Укажите порядок установки оборудования в ГРП.
76. Экономический эффект от замены природным газом жидкого или твердого топлива в технологических установках определяется ...
77. Рабочим телом в криоустановках могут быть ..
78. Каскадная система технического водоснабжения представлена ступенями X – ТЭЦ, холодильные установки, компрессорная, Y – локальные оборотные циклы технологического процесса, Q – газоочистка, гидротранспорт, Z – гидрозолоудаление. Укажите их порядковое расположение по мере загрязнения воды.
79. Система обеспечения предприятия продуктами разделения воздуха предназначена для ...
80. Продуктами разделения воздуха, получаемыми в промышленных установках являются ...
81. Главным критерием совершенства системы обеспечения предприятия необходимыми энергоресурсами является ...
82. Компрессорную станцию рациональнее комплектовать ...
83. На предприятии производство сжатого воздуха на компрессорной и его потребление в цехах ...
84. Система водоснабжения завода предназначена в основном для обеспечения ...
85. Расчетная потребность предприятия в газе определяется ...
86. Давление газа на выходе из газорегуляторного пункта при работе его на байпасе по сравнению со входным ...
87. Какие вещества используют в качестве криоагентов в промышленности?
88. Система холодоснабжения промышленного предприятия предназначена для ...
89. Используются ли система холодоснабжения предприятия для получения продуктов разделения воздуха?
90. Скорости сжатого воздуха в сетях промышленных предприятий должны составлять ...
91. Энергобаланс предприятия позволяет ...
92. В состав компрессорной станции на основе поршневых компрессоров с избыточным давлением сжатого воздуха 0,8 МПа должны входить ...
93. Система смазки поршневых компрессоров должна быть ...
94. Масштабы водопотребления на промышленном предприятии больше для ...



95. Газовый баланс предприятия составляется ...
96. Недостатками искусственных газов являются ...
97. Рабочим телом в абсорбционных холодильных установках могут быть ...
98. Пароэжекторные холодильные установки в качестве источника используют...
99. Технологические схемы воздуходелительных установок классифицируют на типы по ...
100. Давление воздуха в воздуходелительных установках, основанных на ректификации, выше при ...

#### **4. Оценка результатов экзамена**

На вступительном экзамене оценивается своевременность сдачи работы и качество ответов. Работы, сданные без уважительной причины позже срока, экзаменационной комиссией могут не рассматриваться.

Экзаменационная оценка выставляется по 100-бальной системе. Каждый вопрос оценивается в 2 балла. При суммарном количестве баллов, полученных абитуриентом, менее 90, экзаменационная комиссия может добавить не более 10 баллов по результатам собеседования. При собеседовании обсуждению подлежат не более пяти вопросов. Если при обсуждении вопросов абитуриент не показывает компетенции, то экзаменационная комиссия может снять или уменьшить полученные за данный вопрос баллы.

Если по решению Приемной комиссии требуется оценка знаний абитуриентов по 5-ти бальной системе, то перевод баллов осуществляется следующим образом:

- оценка «5» выставляется студентам, получившим 80-100 баллов;
- оценка «4» выставляется студентам, получившим 64-79 балла и давшим по требованию экзаменационной комиссии все необходимые пояснения;
- оценка «3» выставляется студентам, получившим 50-63 баллов;
- оценка «2» выставляется студентам, получившим 40-50 баллов.

Абитуриенты, получившие менее 40 баллов считаются не прошедшими конкурсный отбор.

#### **5. Рекомендуемая литература**

1. Промышленные теплообменные процессы и установки: учеб. пособие для вузов/ А.М. Бакластов, В.А. Горбенко [и др]. Под ред. А.М. Бакластова.–М.: Энергоатомиздат, 1986.–328 с.

2. Назмеев, Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: учеб. пособие для вузов/ Ю.Г. Назмеев, В.М. Лавыгин. – 2-е изд.– М.: Изд-во МЭИ, 2002.– 260 с.

3. Теплообменники энергетических установок: учеб. для вузов/ К.Э. Аронсон, С.Н. Блинков [и др.]. Под ред. Ю.М. Бродова.–Екатеринбург: Изд-во «Сократ», 2003.–968 с.

4. Повышение надежности и эффективности теплообменных аппаратов ТЭС: учеб. пособие для вузов/ Б.С. Ревзин, О.В. Комаров.– 3–е изд.– Екатеринбург: Изд–во УПИ, 2004.–465 с.
5. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод).– М.: Энергия, 1973.–296 с.
6. Сидельковский, Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий/ Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев.– М.: Энергоатомиздат, 1988.– 528 с.
7. Черкасский, В.М. Нагнетатели и тепловые двигатели/ В.М. Черкасский, Н.В. Калинин, Ю.В. Кузнецов, В.И. Субботин.–М.: Энергоатомиздат, 1997.–384 с.
8. Котлы малой и средней мощности: каталог–справочник.– М.: НИИЭИНФОРМЭНЕРГО, 1987.–208 с.
9. Липов, Ю.М. Компоновка и тепловой расчет парогенератора/ Ю.М. Липов, Ю.Ф. Самойлов, Т.В. Виленский.–М.: Энергоатомиздат, 1988.–208 с.
10. Стерман, Л.С. Тепловые и атомные станции: учебник для вузов/ Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин.– М.: Энергоатомиздат, 1995.–416 с.
11. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов.– М.: Изд–во МЭИ, 1999.–472 с.
12. Сазанов, Б.В. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов/ Б.В. Сазанов, В.И. Ситас.– М.: Энергоиздат, 1990.–304 с.
13. Соколов, Е.Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения/ Е.Я. Соколов, В.М. Бродянский.– 2–е изд.– М.: Энергоиздат, 1981.–335 с.
14. Глизманенко, Д.А. Получение кислорода/ Д.А. Глизманенко.– 5–е изд.–М.:Химия, 1972.–752 с.
15. Алабовский, А.Н. Газоснабжение промышленных предприятий: учебник/А.Н. Алабовский [и др.].–Киев: «Вища школа», 1984.
16. 14. Водное хозяйство промышленных предприятий: справ.изд.: в 4 кн./В.И. Аксенов, Я.М. Щелоков, Ю.А. Галкин, И.И. Ничкова; под ред. В.И. Аксенова. - М.: Теплотехник, 2007
17. Фотин, Б.С. Поршневые компрессоры/ Б.С. Фотин, И.Б. Пирумов, И.К. Прилуцкий, П.И. Пластинин; под общ. ред. Б.С. Фотина.–Л.:Машиностроение, 1987.–372 с.
18. Курылев. Е.С. Холодильные установки: учебник/ Е.С. Курылев.–СПб.: Политехника, 2000.–576 с.

19. Теплоэнергетика и теплотехника (Кн.4): Промышленная теплоэнергетика: справ./ под общ. редакцией А.В. Клименко и В.М. Зорина.–М.: Изд-во МЭИ, 2002.–604 с.

20. Лисиенко, В.Г. Хрестоматия энергосбережения. Справочное изд. в 2–х книгах. Книга 1/ Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Под общ. редакцией Лисиенко В.Г.– М.: Теплоэнергетик, 2003.–688 с.

21. Михальченко, Г.Я. Энергосбережение: правовая база, технология и технические средства: учеб. пособие/ Г.Я. Михальченко, А.С. Стребков, В.А. Хвостов.–Брянск, БГТУ, 2005.–303 с.

**Вступительный экзамен в магистратуру:** Программа вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» . – Брянск: БГТУ, 2015.–28 с.

Рабочую программу разработали  
доцент, канд. техн. наук  
доцент, канд. техн. наук

Н.А. Курбатская  
А.С. Стребков

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика» БГТУ (протокол № 7 от 9.06.2015 г.)

Зав. кафедрой «ПТЭ»  
доцент, к.т.н.

Н.А. Курбатская

Декан ФЭЭ

В.А.Хвостов