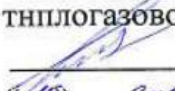


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 04.06.2023 01:33:58  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
ТНПЛОгазоводоснабжения  
 Н.Е. Семичева  
«15» января 2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине  
**Термодинамика**  
*(наименование дисциплины)*

---

21.05.04 Горное дело, специализация «Открытые горные работы»  
*(код и наименование ОПОП ВО)*

Курск – 2022

# 1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

## 1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

### 1. Теоретические основы термодинамики: основные понятия и определения, законы термодинамики.

1. Понятие рабочего тела. Какие основные параметры состояния рабочего тела вы знаете?
2. Понятие идеального и реального газов. В чем их отличие? Почему в качестве рабочего тела в основном используются газы и пары?
3. Дайте определение давления как параметра состояния рабочего тела.
4. Что называется абсолютным давлением, атмосферным, избыточным и вакуумметрическим?
5. Какие единицы измерения давления газа вы знаете? Укажите, как перевести давление из одних единиц измерения в другие.
6. Какие приборы для измерения давления вы знаете? Перечислите основные, опишите принцип их действия, область применения, достоинства и недостатки.
7. Дайте определение температуры как параметра состояния газа.
8. Какие шкалы температур вы знаете? Укажите формулы пересчета из одних единиц измерения в другие.
9. Какие приборы для измерения давления вы знаете? Перечислите основные, опишите принцип их действия, область применения, достоинства и недостатки.
10. Дайте определение удельного объема как параметра состояния газа.
11. Какие приборы для измерения количества и расхода газа вы знаете? Перечислите основные, опишите принцип их действия, область применения, достоинства и недостатки.
12. Понятие смеси идеальных газов.
13. Способы задания состава газовой смеси.
14. Уравнение состояния для газовой смеси.
15. Кажущаяся молекулярная масса газовой смеси.

16. Газовая постоянная смеси газов.
17. Парциальное давление компонентов газовой смеси.
18. Формулы пересчета из объемных долей компонентов газовой смеси в массовые доли.
19. Формулы пересчета из массовых долей компонентов газовой смеси в объемные доли.
20. Понятие теплоемкости газов и их классификация, единицы измерения.
21. Изобарная и изохорная теплоемкости. Уравнение Майера. Газовая постоянная, ее физический смысл.
22. Формулы для расчета массовой теплоемкости газовой смеси при различных способах задания состава смеси.
23. Формулы для расчета объемной теплоемкости газовой смеси при различных способах задания состава смеси.
24. Понятие теплоты в термодинамическом процессе, единицы измерения.
25. Формулы для расчета количества теплоты при различных способах задания теплоемкости газа.
26. Понятие работы как формы передачи энергии. Работа термодинамического процесса, изображенного в  $p$ - $v$  координатах.
27. Понятие внутренней энергии как параметра состояния рабочего тела.
28. Формула для расчета изменения внутренней энергии в термодинамическом процессе.
29. Первый закон термодинамики: определение и формула.
30. Основные следствия из 1-го закона термодинамики. Понятие вечного двигателя 1-го рода.
31. Понятие энтальпии как параметра состояния рабочего тела. Первый закон термодинамики, выраженный через энтальпию.
32. Понятие энтропии как параметра состояния рабочего тела.  $T$ - $s$  диаграмма.
33. Изменение энтропии в термодинамических процессах, расчетные формулы для различных процессов.
34. Понятие термодинамического процесса. Прямые и обратные процессы. Обратимость процессов, условия обратимости.

35. Классификация термодинамических процессов.
36. Изобарный процесс: уравнение процесса, взаимосвязь параметров состояния рабочего тела в процессе, графики процесса в  $p-v$  и  $T-s$  координатах, работа и теплота процесса, изменение внутренней энергии.
37. Изохорный процесс: уравнение процесса, взаимосвязь параметров состояния рабочего тела в процессе, графики процесса в  $p-v$  и  $T-s$  координатах, работа и теплота процесса, изменение внутренней энергии.
38. Изотермический процесс: уравнение процесса, взаимосвязь параметров состояния рабочего тела в процессе, графики процесса в  $p-v$  и  $T-s$  координатах, работа и теплота процесса, изменение внутренней энергии.
39. Адиабатный процесс: уравнение процесса, взаимосвязь параметров состояния рабочего тела в процессе, графики процесса в  $p-v$  и  $T-s$  координатах, работа и теплота процесса, изменение внутренней энергии.
40. Политропический процесс как общая форма частных процессов.
41. Изображение политропных процессов в  $P-v$  и  $T-s$  координатах.
42. Теплоемкость политропического процесса, расчетная формула.
43. Показатели адиабаты и политропы: расчетные формулы.
44. Термодинамические циклы тепловых машин и холодильных установок. Прямые и обратные циклы.
45. Термический к.п.д. прямого цикла и холодильный коэффициент обратного цикла: расчетные формулы.
46. Прямой цикл Карно. Термический к.п.д. цикла Карно.
47. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент цикла Карно.
48. Второй закон термодинамики: основные формулировки и следствия из него.
49. Понятие вечного двигателя второго рода.
50. Понятие источника высокопотенциальной теплоты или теплоотдатчика.
51. Понятие источника низкопотенциальной теплоты или теплоприемника.
52. Принципиальная схема теплового двигателя как устройства преобразования теплоты в работу (механическую энергию).
53. Для чего нужно рабочее тело в тепловом двигателе? Почему нельзя преобразовать всю тепловую энергию от теплоотдатчика в работу?

## **2. Основы работы теплотехники: тепловых двигателей, холодильных машин и «тепловых» насосов.**

1. Что такое компрессоры? Классификация компрессоров.
2. Принципиальная схема поршневого компрессора. Термодинамический цикл одноступенчатого компрессора в  $p-v$  координатах.
3. Понятие идеального и реального компрессора. Индикаторные диаграммы идеального и реального компрессоров. В чем их отличие?
4. Принципиальная схема многоступенчатого компрессора. Цикл работы двухступенчатого компрессора в  $p-v$  координатах.
5. Для чего применяется многоступенчатое сжатие? В каких случаях применяется одноступенчатое сжатие, и в каких многоступенчатое?
6. Как изменяется работа сжатия на  $p-v$  диаграмме при изотермическом, политропном и адиабатном сжатии?
7. Как изменяется температура газа в конце сжатия на  $T-s$  диаграмме в изотермическом, политропном и адиабатном процессе?
8. Что такое двигатель внутреннего сгорания? Классификация двигателей внутреннего сгорания с точки зрения их термодинамических циклов?
9. Индикаторная диаграмма цикла двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном давлении.
10. Индикаторная диаграмма цикла двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном объеме (с мгновенным сгоранием топлива).
11. Индикаторная диаграмма цикла двигателя внутреннего сгорания со смешанным сгоранием топлива.
12. Водяной пар как рабочее тело. Где и для чего он используется?
13. Почему водяной пар рассматривается как реальный газ?
14. Сухой насыщенный пар, влажный насыщенный пар и перегретый пар: основные параметры состояния.
15.  $p-v$  диаграмма состояния водяного пара: пограничные линии, критические точки, изображение основных термодинамических процессов с паром на диаграмме.

16. T-s диаграмма состояния водяного пара: пограничные линии, критические точки, изображение основных термодинамических процессов с паром на диаграмме.
17. h-s диаграмма состояния водяного пара: пограничные линии, критические точки, изображение основных термодинамических процессов с паром на диаграмме.
18. Расчеты параметров пара и основных процессов с паром с помощью h-s диаграммы (например, расширение пара в турбине).
19. Расчеты параметров пара и основных процессов с паром с помощью h-s диаграммы (например, перегрев пара в пароперегревателе).
20. Покажите на диаграммах водяного пара стадии получения перегретого пара.
21. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара (сухого насыщенного и перегретого).
22. Расчеты параметров влажного пара, используя формулы и таблицы для сухого насыщенного пара.
23. Принципиальная схема паросиловой установки.
24. Цикл Ренкина, изображение цикла в P-v, T-s и h-S диаграммах.
25. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Пути повышения экономичности паросиловых установок.
26. Цикл паротурбинной установки с вторичным перегревом пара, изображение цикла в P-v, T-s и h-S диаграммах.
27. Теплофикационный цикл паротурбинной установки (ТЭЦ), изображение цикла в P-v, T-s и h-S диаграммах.
28. Регенеративный цикл паротурбинной установки (ТЭЦ), изображение цикла в P-v, T-s и h-S диаграммах.
29. Влажный воздух как рабочее тело. В каких инженерных системах и оборудовании и для чего он используется?
30. Почему влажный воздух рассматривается как смесь идеальных газов?
31. Основные параметры влажного воздуха: температура, влагосодержание, относительная влажность, энтальпия и др.

32. Основные процессы в теплотехнике с влажным воздухом.
33. H-d диаграмма влажного воздуха, основные характерные линии.
34. Расчет процессов с влажным воздухом с помощью H-d диаграммы: нагрев воздуха.
35. Расчет процессов с влажным воздухом с помощью H-d диаграммы: охлаждение воздуха.
36. Расчет процессов с влажным воздухом с помощью H-d диаграммы: охлаждение воздуха до точки росы.
37. Расчет процессов с влажным воздухом с помощью H-d диаграммы: охлаждение воздуха ниже точки росы.
38. Расчет процессов с влажным воздухом с помощью H-d диаграммы: осушка воздуха.
39. Расчет процессов с влажным воздухом с помощью H-d диаграммы: адиабатное увлажнение воздуха.
40. Основные расчетные формулы, используемые при расчете процессов с влажным воздухом без H-d диаграммы.
41. Что такое холодильные машины и установки? Для чего они предназначены?
42. Какие холодильные агенты используются в холодильных машинах? Характеристики хладагентов, применяемых в паровых холодильных установках.
43. Классификация холодильных машин и установок по принципу действия, конструктивным особенностям.
44. Основы расчета холодильной техники. Работа цикла, холодопроизводительность и холодильный коэффициент.
45. Циклы воздушной и паровой компрессионной холодильной установок.
46. Принципиальная схема и индикаторная диаграмма цикла воздушной компрессионной холодильной установки.
47. Принципиальная схема и индикаторная диаграмма цикла паровой компрессионной холодильной установки.
48. Принципиальная схема и индикаторная диаграмма цикла паровой абсорбционной холодильной установки.

49. Принципиальная схема и индикаторная диаграмма цикла паровой эжекционной холодильной установки.

**Шкала оценивания:** 3 балльная.

**Критерии оценивания** (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

**3 балла** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**1 балл** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**0 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.



## ***1.2 ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ***

### **1. Теоретические основы термодинамики: основные понятия и определения, законы термодинамики.**

1. Техническая термодинамика как наука, основные понятия и определения.
2. Основные параметры состояния газа и их единицы измерения.
3. Шкалы и единицы измерения температуры и взаимосвязь между ними.
4. Единицы измерения давления и взаимосвязь между ними.
5. Приборы и измерения в теплотехнике.
6. Приборы для измерения температуры.
7. Приборы для измерения давления.
8. Приборы для измерения расхода и количества жидкостей или газов.
9. Основные газовые законы (Шарля, Бойля-Мариотта, Гей–Люссака, Авогадро, Дальтона и др.).
10. Уравнение Менделеева-Клапейрона в различных формулировках.
11. Газовые смеси, способы задания состава газовой смеси, уравнение состояния смеси идеальных газов.
12. Теплоемкость газов, классификация, два способа подвода тепла, физический смысл газовой постоянной, уравнение Майера.
13. Теплота как форма передачи энергии. Понятие энтропии.
14. Внутренняя энергия рабочего тела, зависимость от температуры тела.
15. Работа расширения и сжатия рабочего тела. Понятие энтальпии.
16. Первый закон термодинамики, понятие вечного двигателя 1-го рода.
17. Изобарный процесс: основное уравнение процесса, изображение процесса в  $p-v$  и  $T-s$  диаграммах, выражение 1-го закона термодинамики для процесса.
18. Изохорный процесс: основное уравнение процесса, изображение процесса в  $p-v$  и  $T-s$  диаграммах, выражение 1-го закона термодинамики для процесса, работа и теплота процесса.
19. Изотермический процесс: основное уравнение процесса, изображение процесса в  $p-v$  и  $T-s$  диаграммах, выражение 1-го закона термодинамики для процесса, работа и теплота процесса.

20. Адиабатный процесс: основное уравнение процесса, изображение процесса в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  диаграммах, выражение 1-го закона термодинамики для процесса, работа и теплота процесса.
21. Политропный процесс как общий случай изо процессов (основное уравнение процесса, показатель политропы и его крайние значения, изображение процесса в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  диаграммах).
22. Второй закон термодинамики, его основные трактовки и следствия из него. Понятие о вечном двигателе второго рода.
23. Понятие о круговых термодинамических процессах или циклах. Изображение циклов в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  диаграммах. Понятие о КПД цикла.
24. Цикл и теорема Карно, понятие о термическом КПД цикла, термодинамический КПД цикла Карно.
25. Обратный цикл Карно и его применение в теплотехнике. Понятие о холодильном коэффициенте цикла Карно.

## **2. Основы работы теплотехники: тепловых двигателей, холодильных машин и «тепловых» насосов.**

1. Одноступенчатые компрессоры, принципиальная схема, работа одноступенчатого компрессора при изотермическом, адиабатном и политропном сжатии газа в цилиндре.
2. Многоступенчатый компрессор, принципиальная схема, затрачиваемая работа, изображение процесса на диаграммах.
3. Принципиальная схема двигателя внутреннего сгорания и его принцип действия.
4. Цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном объеме.
5. Цикл двигателя внутреннего сгорания при постоянном давлении.
6. Цикл двигателя внутреннего сгорания со смешанным сгоранием топлива.
7. Водяной пар и его основные параметры. Сухой насыщенный пар. Влажный пар, степень сухости влажного пара, определение параметров влажного пара. Тройная точка. Критическая точка. Перегретый пар.
8.  $p$ - $v$  диаграмма водяного пара: основные термины и параметры, основные линии и области диаграммы и их физический смысл.
9.  $T$ - $s$  диаграмма водяного пара: основные термины и параметры, основные линии и области диаграммы и их физический смысл.

10. h-s диаграмма водяного пара: основные термины и параметры, основные линии и области диаграммы и их физический смысл.
11. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара, формулы для расчета параметров влажного пара.
12. Основные термодинамические процессы с водяным паром, изображение процессов на h-s диаграмме, их расчет.
13. Схема и цикл паротурбинной установки, работающей по циклу Ренкина.
14. Схема и цикл паротурбинной установки, работающей по циклу с вторичным перегревом пара.
15. Схема и цикл паротурбинной установки, работающей по теплофикационному циклу.
16. Схема и цикл паротурбинной установки, работающей по регенеративному циклу.
17. Влажный воздух: три состояния влажного воздуха, основные параметры влажного воздуха.
18. h-d диаграмма влажного воздуха: основные линии и области диаграммы и их физический смысл. Прибор для измерения влажности.
19. Основные процессы обработки влажного воздуха в теплотехнике и теплоэнергетике и их расчет с помощью h-d диаграммы.
20. Парокомпрессионная холодильная машина: принципиальная схема и принцип ее работы.
21. Абсорбционная холодильная машина: принципиальная схема и принцип ее работы.
22. Пароэжекторная холодильная машина: принципиальная схема и принцип ее работы.
23. Воздушная компрессионная холодильная машина: принципиальная схема и принцип ее работы.

**Шкала оценивания:** 6 балльная.

**Критерии оценивания** (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

**6 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта полно и глубоко, при этом убедительно и аргументированно изложена собственная позиция автора по рассматриваемому вопросу; структура реферата логична; изучено большое количество актуальных источников, грамотно сделаны ссылки на источники; самостоятельно подобран яркий

иллюстративный материал; сделан обоснованный убедительный вывод; отсутствуют замечания по оформлению реферата.

**4 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта полно и глубоко, сделана попытка самостоятельного осмысления темы; структура реферата логична; изучено достаточное количество источников, имеются ссылки на источники; приведены уместные примеры; сделан обоснованный вывод; имеют место незначительные недочеты в содержании и (или) оформлении реферата.

**2 балла** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта неполно и (или) в изложении темы имеются недочеты и ошибки; структура реферата логична; количество изученных источников менее рекомендуемого, сделаны ссылки на источники; приведены общие примеры; вывод сделан, но имеет признаки неполноты и неточности; имеются замечания к содержанию и (или) оформлению реферата.

**0 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если содержание реферата имеет явные признаки плагиата и (или) тема реферата не раскрыта и (или) в изложении темы имеются грубые ошибки; материал не структурирован, излагается непоследовательно и сбивчиво; количество изученных источников значительно менее рекомендуемого, неправильно сделаны ссылки на источники или они отсутствуют; не приведены примеры или приведены неверные примеры; отсутствует вывод или вывод расплывчат и неконкретен; оформление реферата не соответствует требованиям.

### ***1.3 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ***

Методика расчета и задания представлены в методических указаниях:

\* **Техническая термодинамика:** методические указания и задания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов очной и заочной формы обучения направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 08.04.01 «Строительство», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.А. Жмакин, Н.С. Кобелев, Е.М. Кувардина. – Курск, 2017. – 32 с.: ил. 9, табл. 15, прилож. 4. – Библиогр.: с. 29.

**1. Теоретические основы термодинамики: основные понятия и определения, законы термодинамики.**

*Производственная задача № 1*

Определить массовый расход газа (кг/с) при известном объемном расходе  $V$  м<sup>3</sup>/мин, температуре  $t$  °С и манометрическом давлении  $P_m$  кПа. Барометрическое давление составляет  $B=98100$  Па.

Таблица 1- Исходные данные к расчету

Последняя цифра шифра	Газ	$V$ , м <sup>3</sup> /мин	Предпоследняя цифра шифра	$t$ , °С	$P_m$ , кПа
0	СО	0,4	0	80	40
1	СО <sub>2</sub>	0,5	1	65	42
2	N <sub>2</sub>	0,6	2	70	50
3	Воздух	0,1	3	75	70
4	O <sub>2</sub>	0,5	4	85	45
5	СО <sub>2</sub>	0,4	5	80	50
6	СН <sub>4</sub>	0,2	6	70	60
7	Воздух	0,3	7	75	72
8	O <sub>2</sub>	0,4	8	65	80
9	N <sub>2</sub>	0,2	9	85	55

Исходные данные:  $V=$  , м<sup>3</sup>/мин;  $t=$  , С;  $P_m=$  °, кПа; газ -

*Производственная задача № 2*

Смесь газов, для которой известен объемный состав: находится при давлении  $P_{см.}$  и температуре  $t_{см.}$ .

Определить молекулярную массу смеси и ее газовую постоянную, плотность и удельный объем смеси при заданных условиях и при нормальных условиях, а также парциальные давления компонентов смеси.

Таблица 2 - Исходные данные к расчету

Посл. цифра шифра	$P_{см.}$ , мм рт.ст.	$t_{см.}$ , °С	Предпол. цифра шифра	Объемный состав смеси, %			
				N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
0	748	150	0	40	20	30	10
1	750	250	1	50	25	13	12
2	760	350	2	60	30	2	8
3	740	450	3	70	25	1	4
4	752	150	4	80	10	5	5
5	758	250	5	85	11	3	1

6	760	150	6	75	17	4	4
7	768	100	7	65	23	4	8
8	770	100	8	55	27	8	10
9	768	200	9	45	22	18	15

Исходные данные:  $r_{N_2} = \%$ ;  $r_{O_2} = \%$ ;  $r_{CO_2} = \%$   $r_{H_2O} = \%$ ;  $t_{cm} =$   
 $^{\circ}C$ ;  $P_{cm} =$  мм рт.ст.

### Производственная задача № 3

Определить средние массовые и объемные теплоемкости газа при условии  $P = \text{Const}$  и  $v = \text{Const}$  в интервале температур  $t_1 \div t_2$ . Вычислить также удельную теплоту изохорного процесса для данного интервала температур, считая зависимость теплоемкости от температуры линейной.

Таблица 3 - Исходные данные к расчету (по последней цифре шифра)

Шифр	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Газ	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO
t <sub>1</sub> , °C	50	120	55	20	25	18	22	28	30	45
t <sub>2</sub> , °C	250	350	300	450	400	150	180	220	280	150

Исходные данные:  $t_1 = ^{\circ}C$ ;  $t_2 = ^{\circ}C$ ; газ.

### Производственная задача № 4

$V_1$  м<sup>3</sup> газа с начальным давлением  $P_1$  и начальной температурой  $t_1$  сжимается до изменения объема в  $\varepsilon$  раз ( $\varepsilon = v_1/v_2$ ). Сжатие происходит по политропе с показателем политропы  $n$ . Определить массу газа, конечные объем, давление и температуру газа, работу сжатия, количество отведенного тепла, изменения внутренней энергии, энтальпии и энтропии газа. (При расчете процесса принять теплоемкость газа не зависящей от температуры).

Изобразить процесс сжатия в  $P$ - $v$  и  $T$ - $s$  координатах и обозначить основные термодинамические процессы.

Таблица 4 - Исходные данные к расчету

Последняя - цифра шифра	Газ	$V_1$ , м <sup>3</sup>	$P_1$ , МПа	Предпол. цифра шифра	$\varepsilon$	$t_1$ , °C	$n$
0	CO	50	0,1	0	10	10	1,35
1	N <sub>2</sub>	55	0,15	1	8	15	1,32
2	H <sub>2</sub>	60	0,17	2	7	17	1,20
3	O <sub>2</sub>	65	0,12	3	12	20	1,25
4	воздух	70	0,11	4	15	25	1,3
5	N <sub>2</sub>	45	0,14	5	17	30	1,22

Последняя - цифра шифра	Газ	$V_1$ , м <sup>3</sup>	$P_1$ , МПа	Предпол. цифра шифра	$\varepsilon$	$t_1$ , °C	$n$
6	H <sub>2</sub>	40	0,18	6	10	5	1,18
7	воздух	30	0,2	7	13	15	1,28
8	СО	50	0,19	8	9	25	1,26
9	O <sub>2</sub>	60	0,15	9	15	35	1,38

Исходные данные: Газ - ;  $V_1 =$  , м<sup>3</sup>;  $P_1 =$  , МПа;  $\varepsilon =$  ;  $t_1 =$  , °C;  $n =$

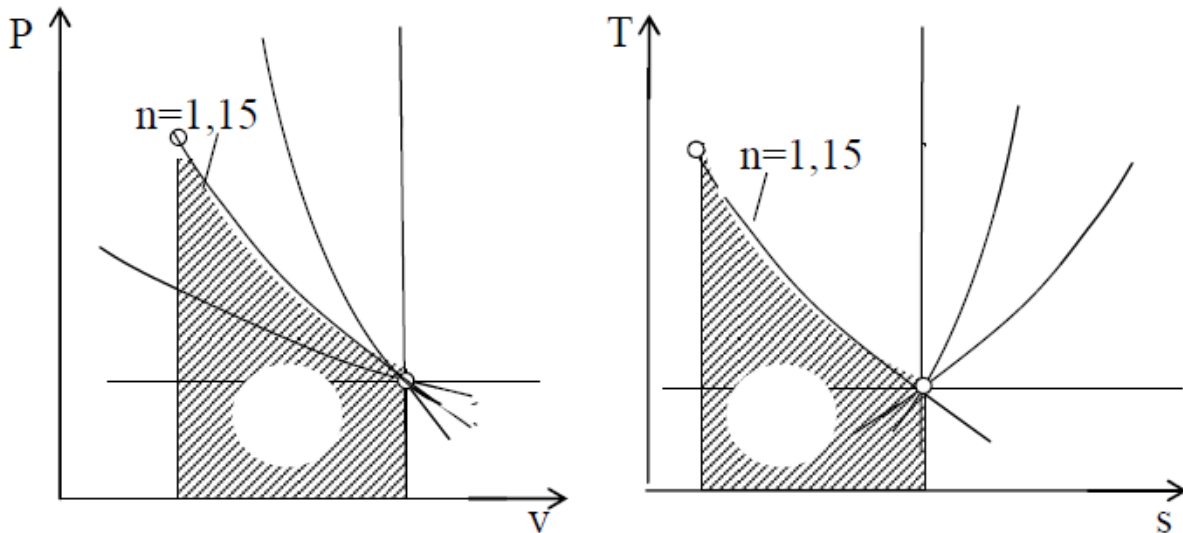


Рис.1. Политропический процесс сжатия в P-v и T-s координатах

## 2. Основы работы теплотехники: тепловых двигателей, холодильных машин и «тепловых» насосов.

### Производственная задача № 5

Поршневой 2-х ступенчатый компрессор производительностью  $V$  м<sup>3</sup>/мин засасывает атмосферный воздух при температуре  $t_1$  °C и давлении  $P_1$  бар и сжимает его до конечного давления  $P_k$  бар. Процессы сжатия в компрессоре адиабатные.

Определить: 1) давления воздуха по ступеням; 2) температуру воздуха в конце сжатия; 3) теоретическую мощность привода компрессора; 4) количество теплоты, отведенное от воздуха в промежуточных холодильниках 1-ой и 2-ступеней; 5) расход воды на охлаждение, если ее температура повышается на  $\Delta t$  °C.

Как изменятся температура и, соответственно, работа и расход воды на охлаждение, если сжатие будет происходить в одну ступень до того же конечного давления  $P_k$  ?

Представить схему 2-х ступенчатого компрессора и процессы сжатия в P-v и T-s координатах.

Таблица 5 - Исходные данные к расчету

Последняя цифра шифра	$P_1$ , бар	$t_1$ , °C	Предполс, цифра шифра	$V$ , м <sup>3</sup> /мин	$P_k$ , бар	$\Delta t$ , °C
0	1,0	10	0	3,0	8	13
1	0,8	15	1	10,0	25	8
2	0,9	20	2	8,5	9	10
3	0,98	25	3	3,5	36	12
4	1,00	30	4	10,0	36	20
5	0,89	5	5	4,0	15	18
6	0,90	0	6	4,5	20	15
7	1,00	15	7	9,0	14	16
8	1,00	25	8	6,0	8	12
9	0,98	35	9	10,0	10	25

Исходные данные:  $P_1=$  , бар;  $P_k=$  , бар;  $t_1=$  , °C;  $V_1=$  , м<sup>3</sup>/мин;  $\Delta t=$ , °C

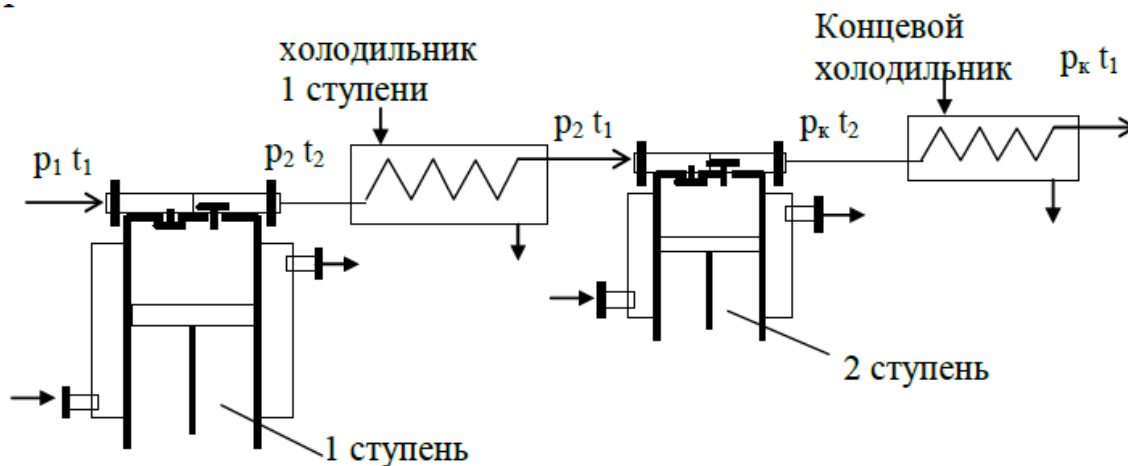


Рис.2. Схема 2-х ступенчатого компрессора

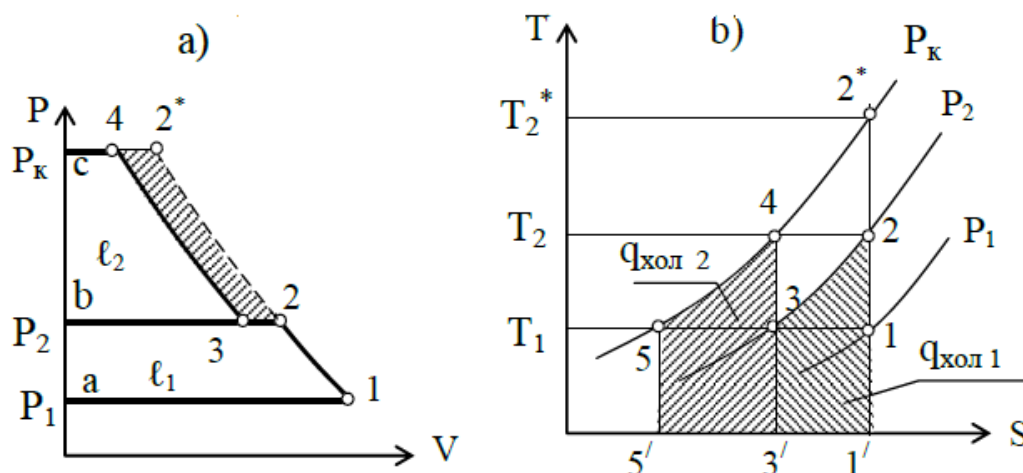


Рис.3 Процессы сжатия газа в двухступенчатом компрессоре



*Производственная задача № 6*

Рассчитать цикл поршневого двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом тепла (рис. 4), заданного параметрами: начальное давление  $P_1$  бар и температура  $t_1$  °С, степень сжатия  $\varepsilon = v_1/v_2$ ; степень повышения давления  $\lambda = P_3/P_2$ . Цикл отнесен к 1 кг воздуха. Теплоемкости принять постоянными и равными:  $C_p = 1,005$  кДж/(кг К);  $C_v = 0,718$  кДж/(кг К),

Определить: 1) Недостающие параметры узловых точек цикла;

2) для каждого из процессов цикла подсчитать изменение внутренней энергии  $\Delta u$ , изменение энтальпии  $\Delta h$  и изменение энтропии  $\Delta s$ ;

3) подводимую теплоту  $q_1$  и отводимую теплоту  $q_2$  в цикле;

4) работу цикла  $\ell_{ц}$ ;

5) термический КПД цикла  $\eta_t$ ;

6) Вычислить термический КПД цикла Карно,  $\eta^k$ , осуществляемого в том же интервале температур и относительный КПД цикла;

7) Построить в масштабе цикл ДВС в координатах P-v и T-s. Дать сводку полученных величин в прилагаемых таблицах 6.1, 6.2, 6.3.

Таблица 6.1 - Параметры узловых точек цикла

Точка	P, бар	v, м <sup>3</sup> /кг	T, К	t, °С
1				
2				
3				
4				

Таблица 6.2 - Расчетные характеристики процессов цикла

Процессы	C, кДж/(кг·К)	$\Delta u$ , кДж/кг	$\Delta h$ , кДж/кг	$\Delta s$ , кДж/(кг·К)	q, кДж/кг
1 - 2					0
2 - 3					
3 - 4					0
4 - 1					
		$\sum \pm \Delta u =$	$\sum \pm \Delta h =$	$\sum \pm \Delta s =$	$\sum \pm q =$

Таблица 6.3 - Характеристика цикла

Название величины	Обозначение, размерность	Результаты расчета
Подведенная теплота в цикле	$q_{подв.}$ , кДж/кг	
Отведенная теплота в цикле	$q_{хол.}$ , кДж/кг	
Полезная теплота цикла	$q_{пол.}$ , кДж/кг	
Термический КПД цикла	$\eta_t$	
Термический КПД цикла Карно	$\eta_k$	
Относительный КПД цикла	$\eta_{от}$	

Таблица 6.4 - Исходные данные для расчета.

Последняя цифра шифра	$\varepsilon$	$\lambda$	Предпоследняя цифра шифра	$P_1$ , бар	$t_1$ , °C
0	10,0	3,0	0	0,98	12
1	6,14	3,5	1	0,97	15
2	6,10	3,8	2	1,04	20
3	5,04	4,0	3	1,12	25
4	10,0	4,0	4	1,08	28
5	8,0	3,6	5	1,10	25
6	6,0	3,8	6	0,99	22
7	6,7	3,0	7	0,89	10
8	6,9	3,2	8	1,04	24
9	6,8	3,5	9	1,02	18

Исходные данные:  $P_1 =$  бар;  $t_1 =$  °C;  $\varepsilon = v_1/v_2 =$  ;  $\lambda = P_3/P_2 =$  .

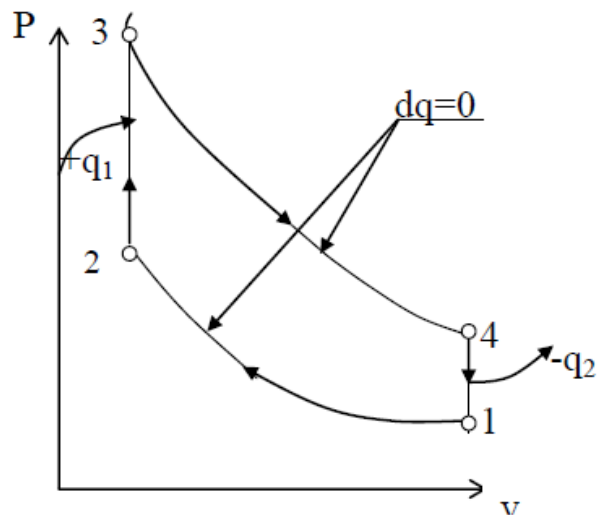


Рис.4. Цикл ДВС с изохорным подводом тепла

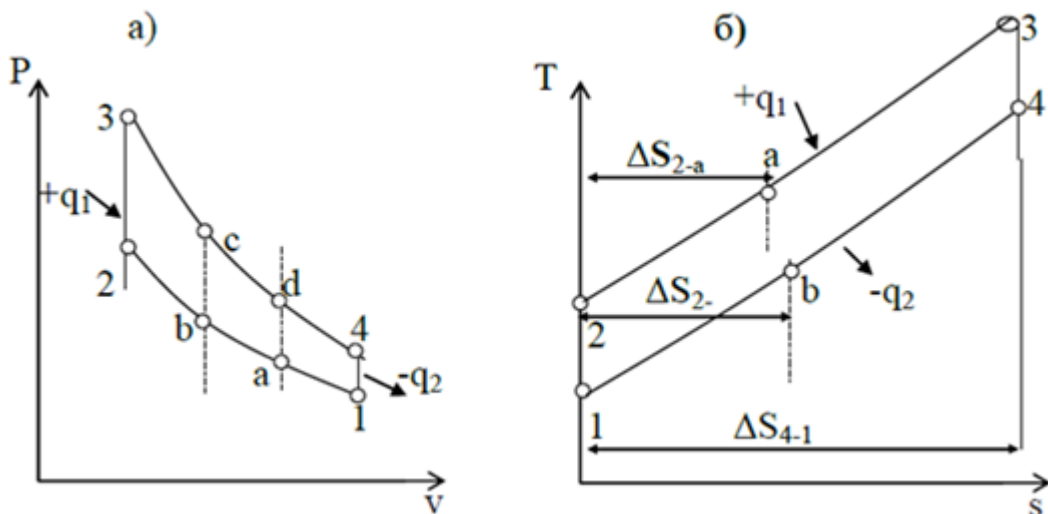


Рис.5 Теоретический цикл ДВС с изохорным сгоранием в P-v (а) и T-s (б) координатах

*Производственная задача № 7*

Из котла влажный пар с параметрами  $P_1$  кПа и сухостью  $x_1$  поступает в пароперегреватель, где в процессе  $P=\text{const}$  подсушивается до состояния сухого насыщенного пара, а затем перегревается до температуры  $t$  °С. Полученный перегретый пар на лопатках турбины адиабатно расширяется до давления  $P_4$ .

Определить параметры пара ( $P, t, v, h, s$ ) в начале и в конце каждого из процессов: 1-2, 2-3 и 3-4, изменения внутренней энергии, энтальпии и энтропии пара в процессах, работу и теплоту процессов. Результат решения свести в таблицу:

Таблица 7.1 - Параметры точек в процессах: 1-2, 2-3 и 3-4

Точка	Исходные параметры	$P$ , кПа	$t$ , °С	$v$ , м <sup>3</sup> /кг	$h$ , кДж/кг	$s$ , кДж/(кг К)
1	$P_1=$ , кПа; $x_1=$					
2	$P_2=P_1=$ ; $x_2=1$					
3	$P_3=P_1=$ ; $t_3=$ , °С					
4	$P_4=$ , кПа; $s_4=s_3$					

Таблица 7.2 - Таблица исходных данных.

Последняя цифра шифра	$x_1$	$P_1$ , кПа	Предпол. цифра шифра	$t_3$ , °С	$P_4$ , кПа
0	0,9	500	0	300	2
1	0,95	1000	1	400	5
2	0,95	1000	2	450	10
3	0,98	500	3	350	3
4	0,95	1500	4	400	4
5	0,93	2000	5	450	5
6	0,9	3000	6	500	5
7	0,9	1500	7	450	2
8	0,95	2000	8	400	3
9	0,9	3000	9	350	4

Исходные данные:  $P_1=$  , кПа;  $x_1=$  ;  $t_3=$  , °С;  $P_4=$  , кПа.

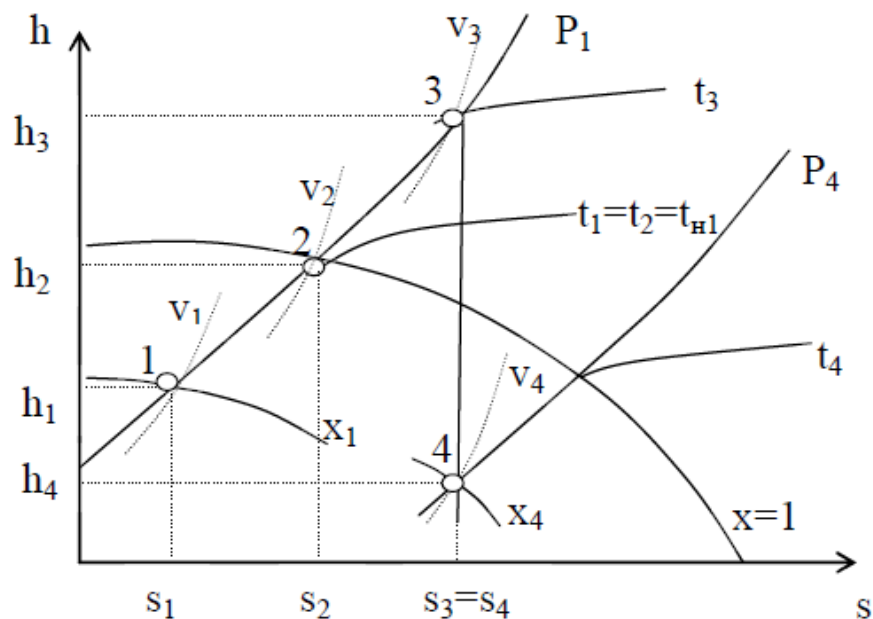


Рис.6. Процессы: 1 – 2 - подсушки пара, 2 – 3 - перегрев пара, 3 - 4 - расширения пара в турбине в h-s координатах

*Производственная задача № 8*

В калорифер поступает атмосферный воздух с температурой  $t_1$  °С и относительной влажностью  $\varphi_1$  %. В нем воздух нагревается до температуры  $t_2$  °С. Подогретый воздух направляется в сушилку, где в процессе сушки материала его температура снижается до  $t_3$  °С.

Определить конечное влагосодержание воздуха, количество поглощенной из материала влаги, расход воздуха и тепла на один кг испаренной влаги. Процессы подогрева воздуха и сушки изобразить в H-d диаграмме.

Таблица 8.1 - Исходные данные для расчета.

Последняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$\varphi_1, \%$	Предпол. цифра шифра	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$
0	10	80	0	98	35
1	12	75	1	96	36
2	15	70	2	94	37
3	20	65	3	92	38
4	20	60	4	90	39
5	25	65	5	88	40
6	22	50	6	85	40
7	24	45	7	85	42
8	26	40	8	80	45
9	28	35	9	80	45

Исходные данные:  $t_1 =$  ,°С;  $\varphi_1 =$  ,%;  $t_2 =$  ,°С;  $t_3 =$  ,°С.

Таблица 8.2 – Параметры состояния влажного воздуха

Параметры	Точки		
	1	2	3
$t, ^\circ\text{C}$			
$d, \text{г/кг с.в}$			
$H, \text{кДж/кг с.в}$			

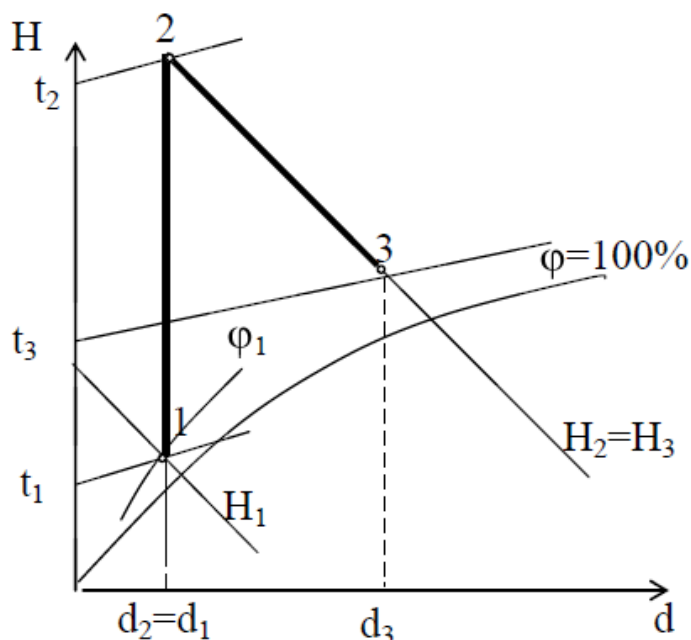


Рис.7. Схема процессов во влажном воздухе в сушильной установке:

1-2-процесс подогрева воздуха в калорифере;  
2-3-процесс идеальной сушки (испарения влаги)

**Шкала оценивания:** 3 балльная.

**Критерии оценивания** (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

**3 балла** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время или с опережением времени, при этом обучающимся предложено оригинальное (нестандартное) решение, или наиболее эффективное решение, или наиболее рациональное решение, или оптимальное решение.

**2 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время, типовым способом; допускается наличие несущественных недочетов.

**1 балл** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если при решении задачи допущены ошибки не критического характера и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки.

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

#### 1 Вопросы в закрытой форме.

1.1. Работа расширения идеального газа, совершаемая в изотермическом процессе, определяется выражением:

- а)  $\ell = R \cdot T \cdot \ln(v_2/v_1)$
- б)  $\ell = R \cdot T \cdot \lg(v_2/v_1)$
- в)  $\ell = P(v_2 - v_1)$
- г)  $\ell = R \cdot \ln(v_2/v_1)$
- д)  $\ell = R \cdot (T_2 - T_1)$

1.2. Что называется насыщенным влажным воздухом?

- а) Смесь сухого воздуха и сухого насыщенного водяного пара
- б) Смесь сухого воздуха и влажного насыщенного водяного пара
- в) Смесь сухого воздуха и перегретого водяного пара
- г) Смесь влажного воздуха и сухого насыщенного водяного пара
- д) Смесь влажного воздуха и влажного насыщенного водяного пара

1.3. Холодильный коэффициент – это ...:

- а) отношение теплоты, отведенной от холодного источника, к затраченной работе
- б) отношение затраченной работы к теплоте, отданной горячему источнику
- в) отношение теплоты, отданной горячему источнику, к затраченной работе
- г) отношение теплоты, отведенной от холодного источника, к теплоте отданной горячему источнику
- д) отношение затраченной работы к теплоте, отведенной от холодного источника

1.4. Кипение – это:

- а) процесс парообразования во всем объеме жидкости
- б) процесс парообразования с поверхности жидкости
- в) переход вещества из твердого состояния в газообразное
- г) переход вещества из жидкого состояния в твердое
- д) переход вещества из твердого состояния в жидкое

1.5. В цикле Ренкина паросиловой установки подвод теплоты осуществляется в следующем процессе:

- а) изобарном
- б) изотермическом
- в) изохорном
- г) адиабатном
- д) политропном

1.6. Внутренняя энергия идеального газа зависит от следующих величин:

- а) Температуры
- б) Температуры и объема
- в) Температуры и давления
- г) Давления и объема
- д) Является постоянной величиной

1.7. Процесс нагрева или охлаждения влажного воздуха в калорифере изображается на h-d диаграмме влажного воздуха как процесс:

- а) При постоянном влагосодержании  $d = \text{const}$ .
- б) При постоянной энтальпии  $h = \text{const}$ .
- в) При постоянной относительной влажности  $\varphi = \text{const}$ .
- г) При постоянной температуре мокрого термометра  $t_m = \text{const}$ .
- д) При постоянной температуре сухого термометра  $t_c = \text{const}$ .

1.8. Какое устройство называется тепловым насосом?

- а) Устройство для передачи теплоты от источника с низкой температурой к источнику с высокой температурой.
- б) Устройство для перекачивания жидкости, работающее от теплового двигателя.
- в) Устройство для рассеивания теплоты от источника с высокой температурой к источнику с низкой температурой.
- г) Устройство для создания и поддержания температур, ниже температуры окружающей среды.
- д) Устройство для преобразования тепловой энергии в механическую работу.

1.9. Как обозначаются параметры, относящиеся к сухому насыщенному пару?

- а)  $v''$ ,  $h''$ ,  $s''$
- б)  $v'$ ,  $h'$ ,  $s'$
- в)  $v_x$ ,  $h_x$ ,  $s_x$
- г)  $v$ ,  $h$ ,  $s$
- д)  $v_y$ ,  $h_y$ ,  $s_y$

1.10. Как определить КПД цикла Ренкина без учета работы насоса, если заданы:  $h_1$  - энтальпия пара перед турбиной,  $h_2$  - энтальпия пара за турбиной,  $h_2'$  - энтальпия кипящей жидкости при давлении  $p_2$ .

- а)  $\text{КПД} = (h_1 - h_2)/(h_1 - h_2')$
- б)  $\text{КПД} = (h_1 - h_2')/(h_1 - h_2)$
- в)  $\text{КПД} = (h_2 - h_2')/(h_1 - h_2)$
- г)  $\text{КПД} = (h_1 - h_2)/(h_2 - h_2')$
- д)  $\text{КПД} = (h_2 - h_2')/(h_1 - h_2')$

1.11. Теплота политропного процесса определяется по одному из следующих выражений:

- а)  $q = C_n(T_2 - T_1)$
- б)  $q = C_p(T_2 - T_1)$
- в)  $q = C_v(T_2 - T_1)$
- г)  $q = R(T_2 - T_1)$
- д)  $q = \Delta s * T$

1.12. В каком из процессов идеального газа теплота равна изменению энтальпии?

- а) **Изобарном**
- б) Изотермическом
- в) Изохорном
- г) Адиабатном
- д) Политропном

1.13. Влагосодержание влажного воздуха - это:

- а) **количество водяного пара, приходящееся на 1 кг сухого воздуха.**
- б) количество водяного пара в 1 кг влажного воздуха.
- в) количество водяного пара в 1 м<sup>3</sup> влажного воздуха.
- г) количество водяного пара в 1 кмоль влажного воздуха.
- д) количество водяного пара в % по массе во влажном воздухе.

1.14. Укажите правильное расположение линии постоянного влагосодержания влажного воздуха  $d = \text{const}$  на  $H-d$  диаграмме состояния влажного воздуха:

1.15. Для адиабатного процесса справедливо соотношение:

- а)  $(P_1/P_2) = (V_2/V_1)^k$
- б)  $(P_2/P_1) = (V_2/V_1)^k$
- в)  $(P_2/P_1) = (V_2/V_1)^{(1/k)}$
- г)  $(P_1/P_2) = (V_2/V_1)^{(1/k)}$
- д)  $(P_2/P_1) = (V_2/V_1)^n$

1.16 Изменение энтропии в изохорном процессе подвода теплоты к идеальному газу определяется выражением:

- а)  $s_2 - s_1 = C_v * \ln(T_2/T_1)$
- б)  $s_2 - s_1 = C_v * \ln(v_2/v_1)$
- в)  $s_2 - s_1 = R * \ln(v_2/v_1)$
- г)  $s_2 - s_1 = R * \ln(P_2/P_1)$
- д)  $s_2 - s_1 = C_p * \ln(v_2/v_1)$

1.17. В каком из процессов идеального газа при изменении температуры на один градус работа расширения равна газовой постоянной?

- а) **Изобарном**
- б) Изохорном
- в) Изотермическом
- г) Адиабатном
- д) Политропном



1.18. Какое из приведенных выражений определяет первое начало термодинамики?

- а)  $dq = du + pdv$
- б)  $dq = du - vdp$
- в)  $dq = du + vdp$
- г)  $dq = du - pdv$
- д)  $dq = pdv - du$

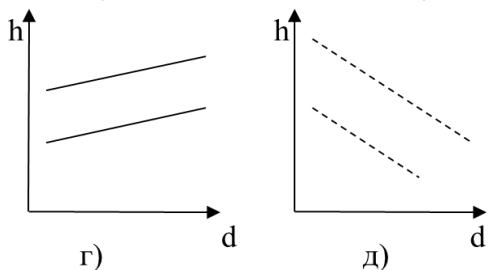
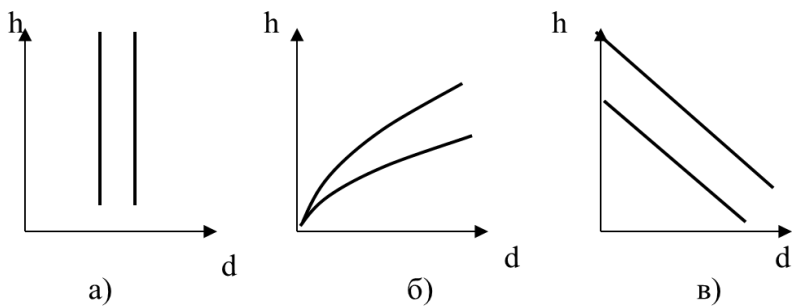
1.19. Что называется ненасыщенным влажным воздухом?

- а) Смесь сухого воздуха и перегретого водяного пара
- б) Смесь сухого воздуха и сухого насыщенного водяного пара
- в) Смесь сухого воздуха и влажного насыщенного водяного пара
- г) Смесь влажного воздуха и сухого насыщенного водяного пара
- д) Смесь влажного воздуха и влажного насыщенного водяного пара

1.20. Если влажный воздух охлаждать при постоянном влагосодержании, то его относительная влажность...:

- а) увеличится
- б) уменьшится
- в) не изменится
- г) изменится произвольно
- д) изменится в зависимости от парциального давления водяных паров

1.21. Укажите правильное расположение линии постоянной энтальпии влажного воздуха  $h = \text{const}$  на Н-d диаграмме состояния влажного воздуха:



- а)
- б)
- в)
- г)
- д)

1.22. Коэффициент трансформации теплового насоса – это отношение ...

- а) теплоты, отданной в конденсаторе, к мощности компрессора
- б) теплоты, полученной в испарителе, к теплоте, отданной в конденсатор
- в) теплоты, полученной в испарителе, к мощности компрессора
- г) мощности компрессора к теплоте, отданной в конденсаторе
- д) мощности компрессора к теплоте, полученной в испарителе

1.22. Укажите выражение для определения холодильного коэффициента обратного цикла Карно:

- а)  $\varepsilon = T_2 / (T_1 - T_2)$
- б)  $\varepsilon = (T_1 - T_2) / T_1$
- в)  $\varepsilon = T_1 / (T_1 - T_2)$
- г)  $\varepsilon = T_2 / T_1$
- д)  $\varepsilon = T_2 * (T_1 - T_2)$

1.23. Конденсация – это:

- а) **переход вещества из газообразного состояния в жидкое**
- б) переход вещества из жидкого состояния в газообразное
- в) переход вещества из твердого состояния в газообразное
- г) переход вещества из газообразного состояния в твердое
- д) процесс парообразования во всем объеме жидкости

1.24. Если степень сухости влажного пара равна 0,9, это значит:

- а) **в 1 кг пара содержится 0,1 кг насыщенной жидкости и 0,9 кг сухого насыщенного пара**
- б) в 1 кг пара содержится 0,9 кг насыщенной жидкости и 0,1 кг сухого насыщенного пара
- в) в 1 кг пара содержится 0,1 кг влажного пара и 0,9 кг сухого насыщенного пара
- г) в 1 кг пара содержится 0,1 кг ненасыщенной жидкости и 0,9 кг сухого насыщенного пара
- д) в 1 кг пара содержится 0,9 кг ненасыщенной жидкости и 0,1 кг сухого насыщенного пара

1.25 Какой формулой нужно воспользоваться для определения удельного объема влажного пара со степенью сухости (x) : (здесь  $v'$  и  $v''$  – удельные объемы насыщенной жидкости и сухого насыщенного пара, соответственно)

- а)  $v = v'(1 - x) + v''x$
- б)  $v = v'x + v''(1 - x)$
- в)  $v = v' + v''x$
- г)  $v = v'(1 - x) + v''$
- д)  $v = v''(1 - x) + v'x$

1.26. Повышение давления пара перед турбиной оказывает на термический КПД цикла Ренкина, следующее влияние:

- а) **повышает**
- б) понижает
- в) не влияет
- г) влияет незначительно
- д) влияет неоднозначно

1.27. Как определить КПД паросиловой установки, если обозначить: В – расход топлива,  $Q_H$  – теплота сгорания топлива,  $N_3$  – электрическая мощность генератора:

- а)  $\text{КПД} = N_3 / (B * Q_H)$
- б)  $\text{КПД} = (B * Q_H) / N_3$
- в)  $\text{КПД} = Q_H / (B * N_3)$
- г)  $\text{КПД} = (B * N_3) / Q_H$
- д)  $\text{КПД} = N_3 / Q_H$

1.28. В адиабатном процессе расширения идеального газа совершается работа, определяемая выражением:

- а)  $\ell = C_v(T_1 - T_2)$
- б)  $\ell = C_n(T_2 - T_1)$
- в)  $\ell = C_p(T_2 - T_1)$
- г)  $\ell = R(T_2 - T_1)$
- д)  $\ell = C_v(T_2 - T_1)$

1.29. Изменение энтропии в изобарном процессе подвода теплоты определяется выражением:

- а)  $s_2 - s_1 = C_p * \ln(v_2/v_1)$
- б)  $s_2 - s_1 = C_v * \ln(T_2/T_1)$
- в)  $s_2 - s_1 = C_v * \ln(v_2/v_1)$
- г)  $s_2 - s_1 = R * \ln(v_2/v_1)$
- д)  $s_2 - s_1 = R * \ln(P_1/P_2)$

1.30. Теплота, подведенная к рабочему телу в изохорном процессе, определяется выражением:

- а)  $q = C_v(t_2 - t_1)$
- б)  $q = C_n(t_2 - t_1)$
- в)  $q = C_p(t_2 - t_1)$
- г)  $q = R(t_2 - t_1)$
- д)  $q = 0$

1.31. Что называется туманом?

- а) **Смесь сухого воздуха и влажного насыщенного водяного пара.**
- б) Смесь сухого воздуха и сухого насыщенного водяного пара.
- в) Смесь сухого воздуха и перегретого водяного пара.
- г) Смесь влажного воздуха и влажного насыщенного водяного пара.
- д) Смесь влажного воздуха и сухого насыщенного водяного пара.

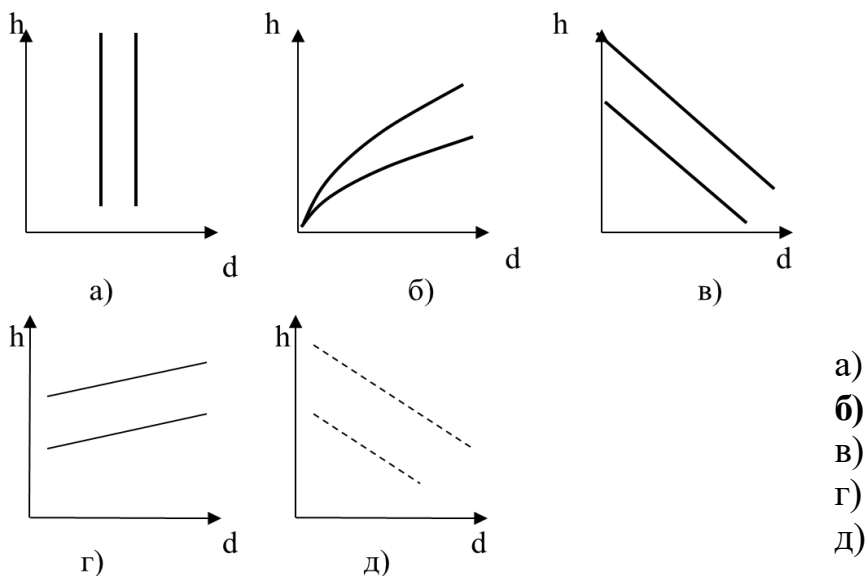
1.32. Если повышать относительную влажность воздуха при постоянной температуре, то его энтальпия –  $h$  и влагосодержание –  $d$  изменится следующим образом:

- а)  **$h$  – увеличится,  $d$  – увеличится**
- б)  $h$  – уменьшится,  $d$  – увеличится
- в)  $h$  – увеличится,  $d$  – уменьшится
- г)  $h$  – уменьшится,  $d$  – уменьшится
- д)  $h$  – увеличится  $d$  – не изменится

1.33. Процесс увлажнения или осушки влажного воздуха в камере орошения изображается на h-d диаграмме влажного воздуха как процесс:

- а) При постоянной энтальпии  $h = \text{const}$ .
- б) При постоянном влагосодержании  $d = \text{const}$ .
- в) При постоянной относительной влажности  $\varphi = \text{const}$ .
- г) **При постоянной температуре мокрого термометра  $t_m = \text{const}$ .**
- д) При постоянной температуре сухого термометра  $t_c = \text{const}$ .

1.34. Укажите правильное расположение линии постоянной относительной влажности воздуха  $\varphi = \text{const}$  на H-d диаграмме состояния влажного воздуха:



1.35. Какой газ не применяется в качестве холодильного агента из перечисленных ниже:

- а) **сероводород**
- б) фреоны
- в) аммиак
- г) углекислота
- д) сернистый ангидрид

1.36. Между верхней пограничной кривой и нижней пограничной кривой h-s диаграммы состояния водяного пара находится:

- а) **область влажного насыщенного пара**
- б) область перегретого пара
- в) область сухого насыщенного пара
- г) область ненасыщенной (некипящей) жидкости
- д) область насыщенной (кипящей) жидкости

1.37. Степень перегрева пара – это...

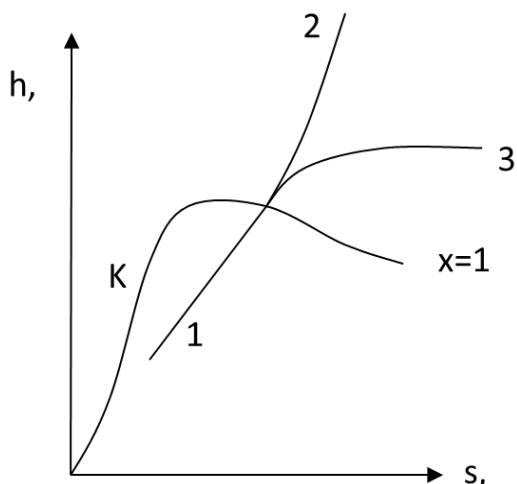
- а) **разность температур перегретого и насыщенного пара при данном давлении.**
- б) разность температур перегретого пара и критической температуры пара.
- в) отношение температур перегретого и насыщенного пара при данном давлении.

- г) отношение температуры перегретого пара к критической температуре пара.
- д) разность температур перегретого и влажного пара.

1.38. Какой формулой нужно воспользоваться для определения энтальпии влажного пара  $h_x$  со степенью сухости  $x$  (здесь  $r$  – теплота парообразования,  $h'$  и  $h''$  – энтальпии насыщенной жидкости и сухого насыщенного пара соответственно):

- А)  $h_x = h' + rx$
- Б)  $h_x = h'(1 - x) + rx$
- В)  $h_x = h'x + r(1 - x)$
- Г)  $h_x = h'x + h''(1 - x)$
- Д)  $h_x = h'' + rx$

1.39. Процесс 1-3, показанный на  $h$ - $s$  диаграмме водяного пара, является:



- а) **Изотермическим**
- б) Изобарным
- в) Изохорным
- г) Адиабатным
- д) Политропным

1.40. Повышение температуры пара перед турбиной оказывает на термический КПД цикла Ренкина следующее влияние:

- а) **повышает**
- б) понижает
- в) не влияет
- г) влияет незначительно
- д) влияет неоднозначно

1.41. Как определяется количество отведенной в конденсаторе теплоты  $q_2$  в цикле Ренкина, если:  $h_1$  – энтальпия пара перед турбиной,  $h_2$  – энтальпия пара за турбиной,  $h'_2$  – энтальпия кипящей жидкости при давлении  $p_2$ ?

- а)  **$q_2 = h_2 - h'_2$**
- б)  $q_2 = h_1 - h'_2$
- в)  $q_2 = h_1 - h_2$
- г)  $q_2 = h'_2$
- д)  $q_2 = h_2 + h'_2$

1.42. Теплоемкость политропного процесса определяется по формуле ( $n$  – показатель политропы,  $k$  – показатель адиабаты):

- А)  **$C_n = C_v(n - k)/(n - 1)$**
- Б)  $C_n = C_v(n - 1)/(n - k)$

- В)  $C_n = C_v(k - n)/(n - 1)$
- Г)  $C_n = C_v(n - k)/(1 - n)$
- Д)  $C_n = C_p(n - k)/(n - 1)$

1.43. Чему равно изменение энтропии идеального газа в обратимом изотермическом процессе расширения от  $v_1$  до  $v_2$ ?

- А)  $s_2 - s_1 = R \cdot \ln(v_2/v_1)$
- Б)  $s_2 - s_1 = C_p \cdot \ln(v_2/v_1)$
- В)  $s_2 - s_1 = C_v \cdot \ln(T_2/T_1)$
- Г)  $s_2 - s_1 = 0$
- Д)  $s_2 - s_1 = R \cdot \ln(P_2/P_1)$

1.44. Между изобарной –  $C_p$  и изохорной –  $C_v$  теплоёмкостями идеального газа существует связь, которая определяется выражением:

- а)  $C_v + R = C_p$
- б)  $C_v - C_p = R$
- в)  $C_p + C_v = R$
- г)  $R - C_v = C_p$
- д)  $C_p + R = C_v$

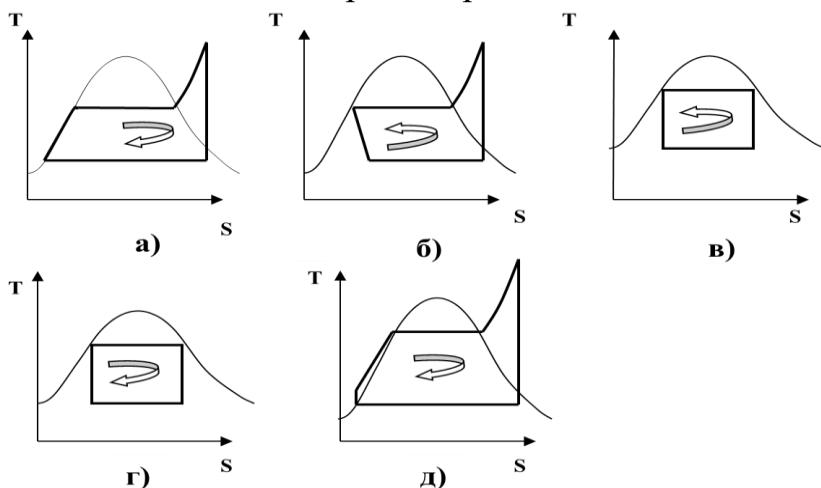
1.45. При адиабатном увлажнении воздуха его энтальпия не изменяется. Как при этом изменяется его температура –  $t$  и влагосодержание –  $d$ ?

- а)  $t$  – уменьшится,  $d$  – увеличится
- б)  $t$  – уменьшится,  $d$  – уменьшится
- в)  $t$  – увеличится,  $d$  – уменьшится
- г)  $t$  – увеличится,  $d$  – увеличится
- д)  $t$  – не изменится,  $d$  – увеличится

1.46. Холодопроизводительность холодильной машины – это:

- а) Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта одним килограммом холодильного агента.
- б) **Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта за единицу времени.**
- в) Температура, созданная в холодильной камере.
- г) Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта в окружающую среду.
- д) Массовый секундный расход холодильного агента в холодильной установке.

1.47. Укажите цикл парокомпрессионной холодильной машины:



- а)
- б)**
- в)
- г)
- д)

1.48. Процесс отвода теплоты в испарителе паровой компрессионной холодильной машины является:

- а) изобарно-изотермическим**
- б) изобарным
- в) изотермическим
- г) адиабатным
- д) изохорным

1.49. Влажностью пара называется ...

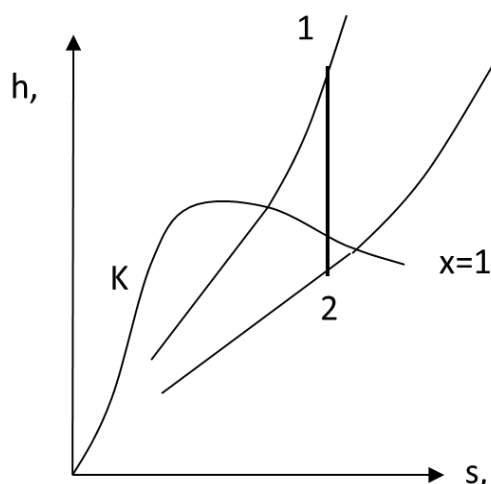
- а) отношение массы насыщенной жидкости к массе влажного пара**
- б) отношение массы сухого насыщенного пара к массе влажного пара
- в) отношение объема сухого насыщенного пара к объему влажного пара
- г) отношение объема насыщенной жидкости к объему влажного пара
- д) разность массы влажного пара и массы сухого пара

1.50. Снижению давления в конденсаторе при постоянных параметрах пара перед турбиной оказывает на термический КПД цикла Ренкина следующее влияние:

- а) повышает**
- б) понижает
- в) не влияет
- г) влияет незначительно
- д) влияет неоднозначно

1.51. Как изменяется состояние водяного пара в процессе 1-2, изображенном на h-s диаграмме?

- а) Перегретый пар переходит во влажный**
- б) Влажный пар переходит в перегретый
- в) Сухой насыщенный пар переходит во влажный
- г) Перегретый пар переходит в сухой насыщенный
- д) Влажный пар переходит в сухой насыщенный



1.52. Какой формулой нужно воспользоваться для определения энтропии влажного пара со степенью сухости (x) (здесь r – теплота парообразования,  $T_H$  - абсолютная температура насыщенного пара,  $s'$  и  $s''$  – энтропии насыщенной жидкости и сухого насыщенного пара соответственно):

- а)  $s = s' + r x / T_H$
- б)  $s = s'' + r x / T_H$
- в)  $s = s' + r (1-x) / T_H$
- г)  $s = s' + (s'' - s') x / T_H$
- д)  $s = s' + r x$

1.53. Процесс отвода теплоты в конденсаторе воздушной холодильной машины является:

- а) **изобарным**
- б) изотермическим
- в) изобарно-изотермическим
- г) адиабатным
- д) изохорным

1.54. Может ли холодильный коэффициент  $\varepsilon$  обратного цикла быть больше единицы?

- а) **Да, может.**
- б) Нет, не может.
- в) Нет, он всегда равен единице.
- г) Нет, он всегда меньше единицы.
- д) Принимает любые значения: как отрицательные, так и положительные

1.55. При прохождении хладагента через дроссельный вентиль в холодильной машине температура хладагента:

- а) **уменьшается.**
- б) увеличивается.
- в) остается постоянной.
- г) изменяется непредсказуемо.
- д) принимает строго определенное значение, независимо от исходной температуры.



1.56. Работа расширения идеального газа, совершаемая в изотермическом процессе, определяется выражением:

- а)  $l = R \cdot T \cdot \ln(v_2/v_1)$
- б)  $l = R \cdot T \cdot \lg(v_2/v_1)$
- в)  $l = P(v_2 - v_1)$
- г)  $l = R \cdot \ln(v_2/v_1)$
- д)  $l = R \cdot (T_2 - T_1)$

1.57. В каком из процессов идеального газа теплота равна изменению энтальпии?

- а) **Изобарном**
- б) Изотермическом
- в) Изохорном
- г) Адиабатном
- д) Политропном

1.58. Если при постоянной температуре влажного воздуха увеличивать его относительную влажность, то показания сухого –  $t_c$  и мокрого –  $t_m$  термометров будут изменяться следующим образом:

- а)  **$t_c$  – не изменится,  $t_m$  – увеличится**
- б)  $t_c$  – уменьшится,  $t_m$  – уменьшится
- в)  $t_c$  – не изменится,  $t_m$  – уменьшится
- г)  $t_c$  – увеличится,  $t_m$  – увеличится
- д)  $t_c$  – уменьшится,  $t_m$  – увеличится

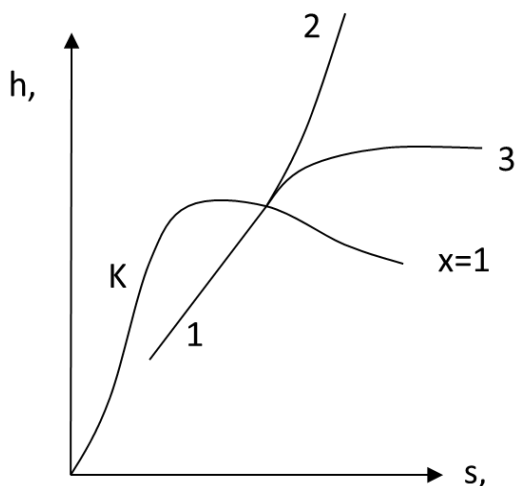
1.59. Процесс отвода теплоты в конденсаторе паровой компрессионной холодильной машины является:

- а) **сначала - изобарным, потом изобарно-изотермическим**
- б) изобарным
- в) изотермическим
- г) адиабатным
- д) изохорным

1.60. Испарение – это:

- а) **парообразование только со свободной поверхности жидкости**
- б) парообразование во всем объеме жидкости
- в) переход 1 кг жидкости в пар
- г) переход 1 м<sup>3</sup> жидкости в пар
- д) парообразование по всей массе жидкости

1.61. Процесс 1-2, показанный на h-s диаграмме водяного пара, является:

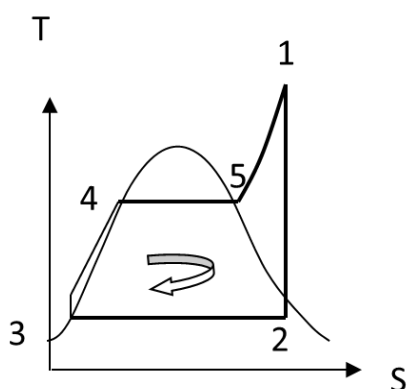


- а) Изотермическим
- б) Изобарным**
- в) Изохорным
- г) Адиабатным
- д) Политропным

1.62. Промежуточный перегрев пара в паросиловой установке выполняется с целью:

- а) снижения влажности пара за турбиной**
- б) снижения давления пара за турбиной
- в) повышения давления пара за турбиной
- г) повышения температуры пара за турбиной
- д) повышения влажности пара за турбиной

1.63. Укажите процесс расширения пара в турбине:

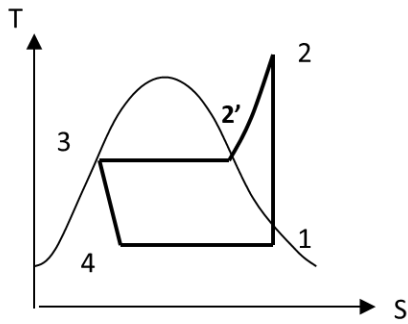


- а) Процесс 1-2**
- б) Процесс 2-3
- в) Процесс 3-4
- г) Процесс 4-5
- д) Процесс 5-1

1.64. Укажите, при какой температуре, начинается выпадение влаги из влажного воздуха:

- а) При температуре точки росы.**
- б) При температуре мокрого термометра.
- в) При температуре выше температуры точки росы.
- г) При температуре сухого термометра.
- д) При температуре ниже температуры точки росы.

1.65. Укажите процесс сжатия в компрессоре холодильной машины:



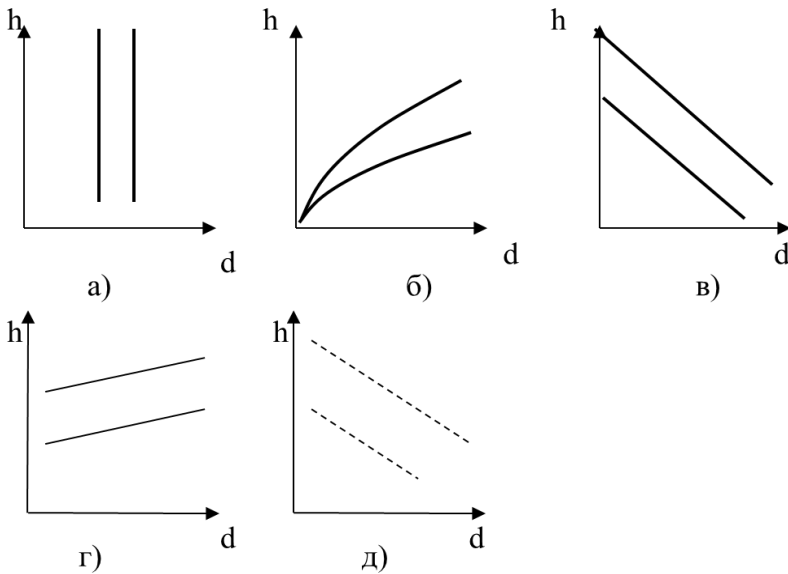
- а) Процесс 1-2
- б) Процесс 2-2'
- в) Процесс 2'-3
- г) Процесс 3-4
- д) Процесс 4-1

1.66. Между верхней пограничной кривой и нижней пограничной кривой диаграммы состояния водяного пара находится:

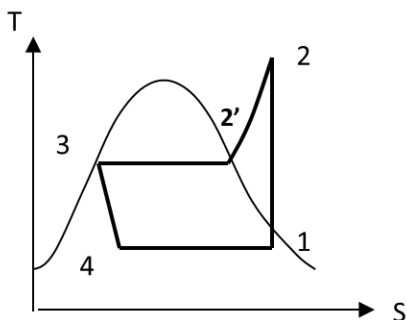
- а) область влажного насыщенного пара
- б) область перегретого пара
- в) область сухого насыщенного пара
- г) область ненасыщенной (некипящей) жидкости
- д) область насыщенной (кипящей) жидкости

1.67. Укажите правильное расположение линии изотермы сухого термометра  $t_s = \text{const}$  на  $h-d$  диаграмме состояния влажного воздуха:

- а)
- б)
- в)
- г)
- д)



1.68. Укажите процесс кипения холодильного агента в испарителе:



- а) Процесс 1-2
- б) Процесс 2-2'
- в) Процесс 2'-3
- г) Процесс 3-4
- д) **Процесс 4-1**

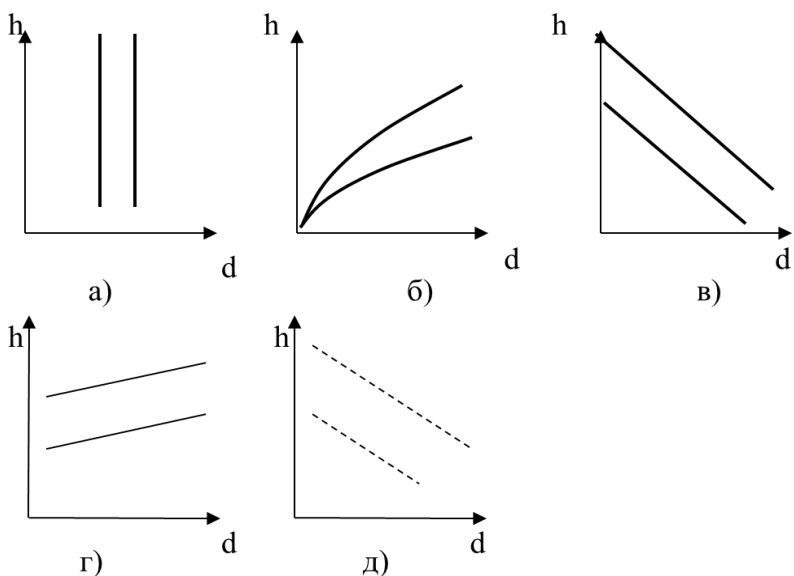
1.69. Как обозначаются параметры, относящиеся к влажному насыщенному пару?

- а)  $v'', h'', s''$
- б)  $v', h', s'$
- в)  **$v_x, h_x, s_x$**
- г)  $v, h, s$
- д)  $v_y, h_y, s_y$

1.70. Какой формулой нужно воспользоваться для определения удельного объема влажного пара со степенью сухости ( $x$ ): (здесь  $v'$  и  $v''$  – удельные объемы насыщенной жидкости и сухого насыщенного пара, соответственно)

- а)  **$v = v'(1 - x) + v''x$**
- б)  $v = v'x + v''(1 - x)$
- в)  $v = v' + v''x$
- г)  $v = v'(1 - x) + v''$
- д)  $v = v''(1 - x) + v'x$

1.71. Укажите правильное расположение линии изотермы мокрого термометра  $t_m = \text{const}$  на  $h-d$  диаграмме состояния влажного воздуха:



- а)
- б)
- в)
- г)
- д)

1.72. Как обозначаются параметры, относящиеся к перегретому пару?

- а)  $v'', h'', s''$
- б)  $v', h', s'$
- в)  $v_x, h_x, s_x$
- г)  **$v, h, s$**

д)  $v_y, h_y, s_y$

1.73. Регенеративный отбор пара в турбине используется для подогрева...:

- а) **питательной воды перед котлом**
- б) топлива перед котлом
- в) воздуха перед котлом
- г) пара в пароперегревателе
- д) сетевой воды перед подачей в теплосети

1.74. Регенеративные ступенчатые отборы пара из турбины выполняются с целью:

- а) увеличения термического КПД цикла
- б) увеличения мощности турбины
- в) уменьшения удельного расхода пара
- г) уменьшения размеров турбины
- д) **уменьшения расхода топлива**

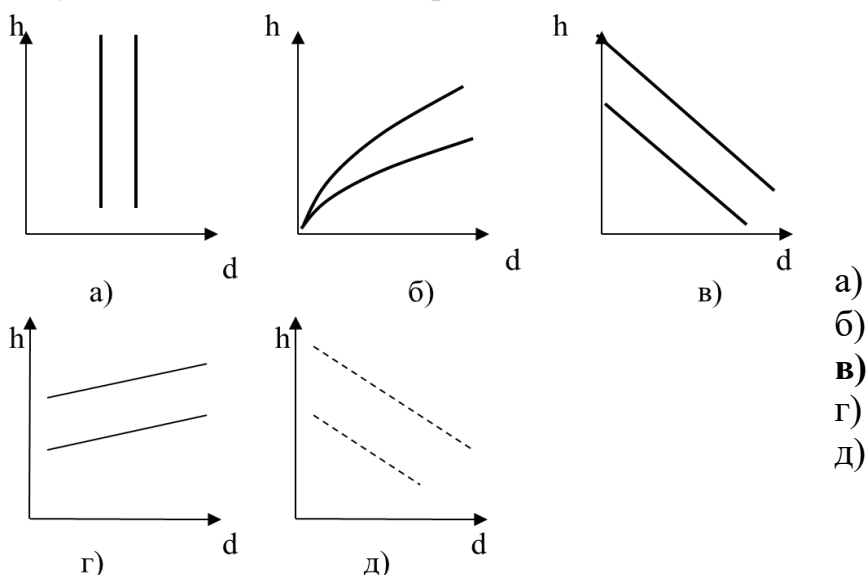
1.75. Укажите выражение для определения холодильного коэффициента обратного цикла Карно:

- а)  **$\varepsilon = T_2 / (T_1 - T_2)$**
- б)  $\varepsilon = (T_1 - T_2) / T_1$
- в)  $\varepsilon = T_1 / (T_1 - T_2)$
- г)  $\varepsilon = T_2 / T_1$
- д)  $\varepsilon = T_2 * (T_1 - T_2)$

1.76. По какой формуле определяется абсолютное давление, если  $p_{абс} > p_{атм}$ ?

- а)  **$p_{абс} = p_{атм} + p_{изб}$**
- б)  $p_{абс} = p_{атм} - p_{изб}$
- в)  $p_{абс} = p_{атм} + p_{вак}$
- г)  $p_{абс} = p_{атм} - p_{вак}$
- д) **правильный ответ отсутствует**

1.77. Укажите правильное расположение линии постоянной энтальпии влажного воздуха  $h = \text{const}$  на  $h-d$  диаграмме состояния влажного воздуха:



1.78. Повышение температуры пара перед турбиной оказывает на термический КПД цикла Ренкина, следующее влияние:

- а) **повышает**
- б) понижает
- в) не влияет
- г) влияет незначительно
- д) влияет неоднозначно

1.79. В каких единицах измеряется температура в термодинамике?

- а) Па
- б) °С
- в) **К**
- г) м<sup>3</sup>
- д) Н

1.80. В каких единицах измеряется теплота термодинамического процесса?

- а) Па
- б) °С
- в) **Дж**
- г) м/с
- д) Н

1.81. Какими приборами измеряется вакуумметрическое давление?

- а) барометрами
- б) манометрами
- в) пирометрами
- г) амперметрами
- д) **вакуумметрами**

1.82. По какой формуле определяется абсолютное давление, если  $p_{абс} < p_{атм}$ ?

- а)  $p_{абс} = p_{атм} + p_{изб}$
- б)  $p_{абс} = p_{атм} - p_{изб}$
- в)  $p_{абс} = p_{атм} + p_{вак}$
- г)  **$p_{абс} = p_{атм} - p_{вак}$**
- д) правильный ответ отсутствует

1.83. Какой термодинамический процесс называется изобарным?

- а) **при постоянном давлении**
- б) при постоянном объеме
- в) при постоянной температуре
- г) при постоянной энтропии
- д) когда все параметры рабочего тела изменяются

1.84. Какой термодинамический процесс называется изохорным?

- а) при постоянном давлении
- б) при постоянном объеме**
- в) при постоянной температуре
- г) при постоянной энтропии
- д) когда все параметры рабочего тела изменяются

1.85. Какой термодинамический процесс называется изотермическим?

- а) при постоянном давлении
- б) при постоянном объеме
- в) при постоянной температуре**
- г) при постоянной энтропии
- д) когда все параметры рабочего тела изменяются

1.86. Какой термодинамический процесс называется адиабатным?

- а) при постоянном давлении
- б) при постоянном объеме
- в) при постоянной температуре
- г) при постоянной энтропии**
- д) когда все параметры рабочего тела изменяются

1.87. Какой термодинамический процесс называется политропным?

- а) при постоянном давлении
- б) при постоянном объеме
- в) при постоянной температуре
- г) при постоянной энтропии
- д) когда все параметры рабочего тела изменяются**

1.88. Что называется сухим насыщенным паром?

- а) Пар при температуре и давления насыщения, в котором отсутствуют капельки кипящей жидкости;**
- б) Пар при температуре и давления насыщения, в котором присутствуют капельки кипящей жидкости;
- в) Пар при давлении насыщения и температуре выше температуры насыщения;
- г) Пар при температуре и давления насыщения со степенью сухости меньше 1;
- д) Правильный ответ отсутствует.

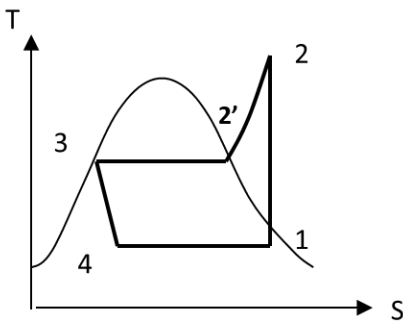
1.89. Что называется влажным насыщенным паром?

- а) Пар при температуре и давления насыщения, в котором отсутствуют капельки кипящей жидкости;
- б) Пар при температуре и давления насыщения, в котором присутствуют капельки кипящей жидкости;
- в) Пар при давлении насыщения и температуре выше температуры насыщения;
- г) Пар при температуре и давления насыщения со степенью сухости меньше 1;**
- д) Правильный ответ отсутствует.

1.90. Что называется перегретым паром?

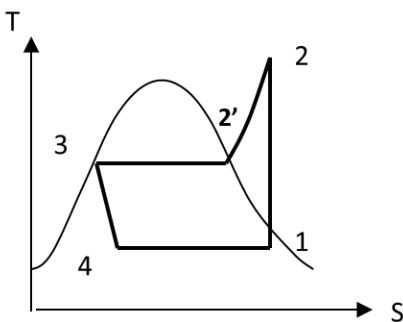
- а) Пар при температуре и давления насыщения, в котором отсутствуют капельки кипящей жидкости;
- б) Пар при температуре и давления насыщения, в котором присутствуют капельки кипящей жидкости;
- в) Пар при давлении насыщения и температуре выше температуры насыщения;**
- г) Пар при температуре и давления насыщения со степенью сухости меньше 1;
- д) Правильный ответ отсутствует.

1.91. Укажите процесс конденсации холодильного агента в конденсаторе:



- а) Процесс 2'-3**
- б) Процесс 4-1
- в) Процесс 1-2
- г) Процесс 2-2'
- д) Процесс 3-4

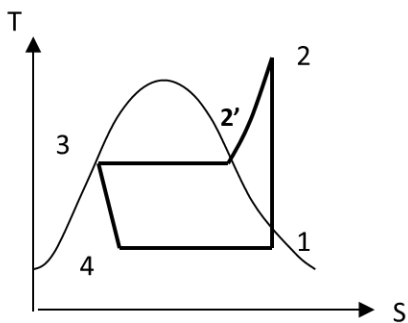
1.92. Укажите процесс испарения холодильного агента в испарителе:



- а) Процесс 2'-3
- б) Процесс 4-1**
- в) Процесс 1-2
- г) Процесс 2-2'
- д) Процесс 3-4

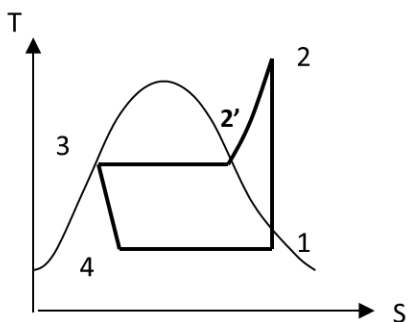
1.93. Укажите процесс сжатия холодильного агента в компрессоре:





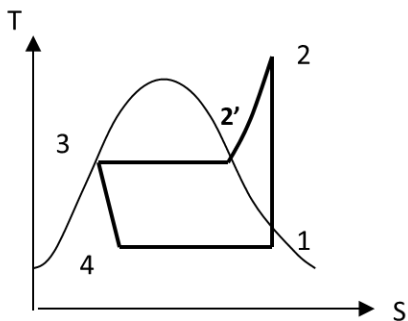
- а) Процесс 2'-3
- б) Процесс 4-1
- в) Процесс 1-2**
- г) Процесс 2-2'
- д) Процесс 3-4

1.94. Укажите процесс дросселирования холодильного агента:



- а) Процесс 2'-3
- б) Процесс 4-1
- в) Процесс 1-2
- г) Процесс 2-2'
- д) Процесс 3-4**

1.95. Укажите процесс охлаждения перегретых паров холодильного агента до температуры насыщения:



- а) Процесс 2'-3
- б) Процесс 4-1
- в) Процесс 1-2
- г) Процесс 2-2'**
- д) Процесс 3-4

1.96. В каких единицах измеряется удельный объем газа?

- а) л
- б) Н/м<sup>3</sup>
- в) кг/м<sup>3</sup>
- г) м<sup>3</sup>
- д) м<sup>3</sup>/кг

1.97. В каких единицах измеряется энтропия?

- А) Вт
- Б) Дж
- В) Дж/К**
- Г) Дж/кг
- Д) Н

1.98. Какими приборами измеряется атмосферное давление?

- а) барометрами;**
- б) манометрами;
- в) пирометрами;
- г) амперметрами;
- д) вакуумметрами.

1.99. По какой формуле определяется избыточное давление?

- а)  $p_{\text{изб}} = p_{\text{абс}} - p_{\text{атм}}$**
- б)  $p_{\text{изб}} = p_{\text{атм}} - p_{\text{абс}}$
- в)  $p_{\text{изб}} = \rho \cdot g \cdot V$
- г)  $p_{\text{изб}} = p_{\text{атм}} + p_{\text{абс}}$
- д) правильный ответ отсутствует

1.100. Выберите формулу для расчета КПД цикла Карно:

- а)  $\varepsilon_k = T_2 / (T_1 - T_2)$
- б)  $\ell = q_1 - q_2$
- в)  $\eta = (q_1 - q_2) / q_1$
- г)  $\varepsilon = q_2 / (q_1 - q_2)$
- д)  **$\eta_k = (T_1 - T_2) / T_1$**

1.101. В каких единицах измеряется плотность газа?

- а) кг
- б) Н/м<sup>3</sup>
- в) кг/м<sup>3</sup>**
- г) м<sup>3</sup>
- д) м<sup>3</sup>/кг

1.102. В каких единицах измеряется энтальпия?

- А) Вт
- Б) Дж**

- В) Дж/К
- Г) Дж/кг
- Д) Н

1.103. Какими приборами измеряется абсолютное давление?

- а) барометрами
- б) манометрами
- в) пирометрами
- г) **не измеряется непосредственно, вычисляется косвенным путем**
- д) вакуумметрами

1.104. По какой формуле определяется вакуумметрическое давление?

- а)  $p_{\text{вак}} = p_{\text{абс}} - p_{\text{атм}}$
- б)  **$p_{\text{вак}} = p_{\text{атм}} - p_{\text{абс}}$**
- в)  $p_{\text{вак}} = \rho \cdot g \cdot V$
- г)  $p_{\text{вак}} = p_{\text{атм}} + p_{\text{абс}}$
- д) правильный ответ отсутствует

1.105. Выберите формулу для расчета холодильного коэффициента цикла холодильной установки:

- а)  $\varepsilon_k = T_2 / (T_1 - T_2)$
- б)  $\ell = q_1 - q_2$
- в)  $\eta = (q_1 - q_2) / q_1$
- г)  **$\varepsilon = q_2 / (q_1 - q_2)$**
- д)  $\eta_k = (T_1 - T_2) / T_1$

1.106. В каких единицах измеряется внутренняя энергия?

- а) Вт
- б) **Дж**
- в) Дж/К
- г) Дж/кг
- д) Н

1.107. Какими приборами измеряется расход газа?

- а) счетчиками
- б) **расходомерами**
- в) тепломерами
- г) не измеряется непосредственно, вычисляется косвенным путем
- д) напоромерами

1.108. В какой последовательности происходит цикл работы компрессора?

- а) **изобара – адиабата – изобара - изохора**
- б) изотерма – адиабата – изотерма - адиабата
- в) адиабата – изотерма – изобара – изотерма -изобара
- г) адиабата – изотерма – адиабата - изотерма
- д) адиабата - изобара – изотерма – изоэнтальпийный процесс - изотерма

1.109. Выберите формулу для расчета работы цикла теплового двигателя:

- а)  $q = \ell + \Delta u$
- б)  $\ell = q_1 - q_2$**
- в)  $\eta = (q_1 - q_2) / q_1$
- г)  $\varepsilon = q_2 / (q_1 - q_2)$
- д)  $\eta_k = (T_1 - T_2) / T_1$

1.110. Как обозначаются параметры, относящиеся к воде на линии насыщения?

- а)  $v'', h'', s''$
- б)  $v', h', s'$**
- в)  $v_x, h_x, s_x$
- г)  $v, h, s$
- д)  $v_y, h_y, s_y$

1.111. В каких единицах измеряется работа?

- а) Вт
- б) Дж**
- в) Дж/К
- г) Дж/кг
- д) Н

1.112. Снижение давления в конденсаторе при постоянных параметрах пара перед турбиной оказывает на термический КПД цикла Ренкина следующее влияние:

- а) повышает**
- б) понижает
- в) не влияет
- г) влияет незначительно
- д) влияет неоднозначно

## 2 Вопросы в открытой форме.

2.1. Смесь сухого воздуха и сухого насыщенного водяного пара называется (каким?) \_\_\_\_\_ влажным воздухом. **Ответ: «насыщенным».**

2.2. Смесь сухого воздуха и влажного насыщенного водяного пара называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «туманом».**

2.3. Смесь сухого воздуха и перегретого водяного пара называется (каким?) \_\_\_\_\_ влажным воздухом. **Ответ: «ненасыщенным».**

2.4. Процесс парообразования во всем объеме жидкости называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «кипением».**

2.5. Процесс парообразования с поверхности жидкости называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «испарением».**

2.6. Устройство для передачи теплоты от источника с низкой температурой к источнику с высокой температурой называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «тепловым насосом».**

2.7. Устройство для создания и поддержания температур ниже температуры окружающей среды называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «холодильной установкой».**

2.8. Устройство для преобразования тепловой энергии в механическую энергию (работу) называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «тепловым двигателем».**

2.9. Количество водяного пара, приходящееся на 1 кг сухого воздуха называется \_\_\_\_\_ влажного воздуха. **Ответ: «влажностью».**

2.10. Процесс перехода вещества из газообразного состояния в жидкое называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «конденсацией».**

2.11. Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта за единицу времени называется \_\_\_\_\_ холодильной установки. **Ответ: «холодопроизводительностью».**

2.12. Отношение теплоты, отведенной холодильной установкой от холодного источника, к затраченной работе, называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «холодильным коэффициентом».**

2.13. Отношение теплоты, отданной в конденсаторе, к мощности компрессора называется \_\_\_\_\_ теплового насоса. **Ответ: «коэффициентом трансформации».**

2.14. Разность температур перегретого и сухого насыщенного водяного пара при постоянном давлении называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «степенью перегрева пара».**

2.15. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянном давлении, называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «изобарным».**

2.16. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянном объеме, называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «изохорным».**

2.17. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянной температуре, называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «изотермическим».**

2.18. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянной энтальпии, называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «адиабатным».**

2.19. Термодинамический газовый процесс, в котором все параметры газа изменяются, называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «политропным».**

2.20. Термодинамический цикл, состоящий из двух изотермических и двух адиабатных процессов, называется циклом \_\_\_\_\_. **Ответ: «Карно».**

### **3. Вопросы на установление последовательности.**

3.1. Выберите правильную последовательность процессов в цикле парокомпрессионной холодильной установки:

- 1) конденсация;
- 2) сжатие в компрессоре;
- 3) дросселирование в редукционном вентиле;
- 4) кипение в испарителе.

**Ответ: 2, 1, 3, 4, 2**

3.2. Выберите правильную последовательность процессов в воздушной холодильной установке:

- 1) сжатие в компрессоре;
- 2) расширение в детандере;
- 3) охлаждение воздуха в теплообменнике.
- 4) нагрев воздуха холодильной камере.

**Ответ: 1, 3, 2, 4, 1**

3.3. Паросиловая установка, работающая по циклу Ренкина, включает в себя основное оборудование, работающее в следующей последовательности:

- 1) конденсатор
- 2) парогенератор
- 3) насос
- 4) пароперегреватель
- 5) паровая турбина

**Ответ: 2, 4, 5, 1, 3, 2**

3.4. Выберите правильную последовательность процессов с хладагентом в цикле парокомпрессионной холодильной установки:

- 1) конденсация паров хладагента;
- 2) сжатие хладагента в компрессоре;
- 3) дросселирование в редукционном вентиле;
- 4) кипение жидкого хладагента в испарителе.

**Ответ: 2, 1, 3, 4, 2**

3.5. Паросиловая установка, работающая по циклу Ренкина, включает в себя основное оборудование, работающее в следующей последовательности:

- 1) парогенератор;

- 2) конденсатор;
- 3) насос;
- 4) паровая турбина;
- 5) пароперегреватель.

**Ответ: 1, 5, 4, 2, 3, 1**

3.6. В какой последовательности и из каких термодинамических процессов состоит цикл работы пароконденсационной холодильной установки?

- 1) изобарный процесс.
- 2) изохорный процесс.
- 3) изотермический процесс.
- 4) изоэнтальпийный процесс.
- 5) адиабатный процесс.

**Ответ: 5, 1, 3, 4, 3, 5**

3.7. В какой последовательности происходит обратный цикл Карно:

- 1) изотермическое сжатие рабочего тела.
- 2) изотермическое расширение рабочего тела.
- 3) адиабатное расширение рабочего тела.
- 4) адиабатное сжатие рабочего тела.

**Ответ: 3, 2, 4, 1, 3**

3.8. В какой последовательности происходит прямой цикл Карно:

- 1) изотермическое сжатие рабочего тела.
- 2) изотермическое расширение рабочего тела.
- 3) адиабатное расширение рабочего тела.
- 4) адиабатное сжатие рабочего тела.

**Ответ: 2, 3, 1, 4, 2**

#### **4. Вопросы на установление соответствия.**

4.1. Укажите соответствующие размерности для физических величин:

- |                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| а) давление       | 1) $\text{м}^3/\text{кг}$ |
| б) температура    | 2) К                      |
| в) удельный объем | 3) $\text{м}^3$           |
| г) плотность      | 4) Па                     |
| д) объем          | 5) $\text{кг}/\text{м}^3$ |

**Ответ:** а) - 4

б) - 2

в) - 1

г) - 5

д) - 3

4.2. Укажите соответствие: какими приборами измеряется давление:

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| а) избыточное        | 1) барометром              |
| б) вакуумметрическое | 2) манометром              |
| в) атмосферное       | 3) вакууметром             |
| г) перепад давлений  | 4) вычисляется по формулам |
| д) абсолютное        | 5) дифманометром           |

**Ответ:** а) - 2

б) - 3

в) - 1

г) - 5

д) - 4

4.3. Укажите соответствующие величины для физических констант из теории технической термодинамики:

- |  |              |
|--|--------------|
| а) универсальная газовая постоянная $R_u$ , Дж/(кмоль·К)     | 1) 287       |
| б) газовая постоянная воздуха $R$ , Дж/(кг·К)                | 2) 1005      |
| в) молекулярная масса воздуха $\mu$                          | 3) 8314      |
| г) изобарная массовая теплоемкость воздуха $C_p$ , Дж/(кг·К) | 4) 28,96     |
| д) нормальные физические условия $p$ , мм рт.ст. и $T$ , К   | 5) 760 и 273 |

**Ответ:** а) - 3

б) - 1

в) - 4

г) - 2

д) - 5

4.4. Укажите соответствующие размерности для физических величин:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| а) удельная работа $l$                     | 1) Дж/(кг К)    |
| б) изменение внутренней энергии $\Delta U$ | 2) Дж/К         |
| в) энтропия $S$                            | 3) Дж/(кмоль·К) |
| г) удельная массовая теплоемкость          | 4) Дж/кг        |
| д) удельная мольная теплоемкость           | 5) Дж           |

**Ответ:** а) - 4

б) - 5

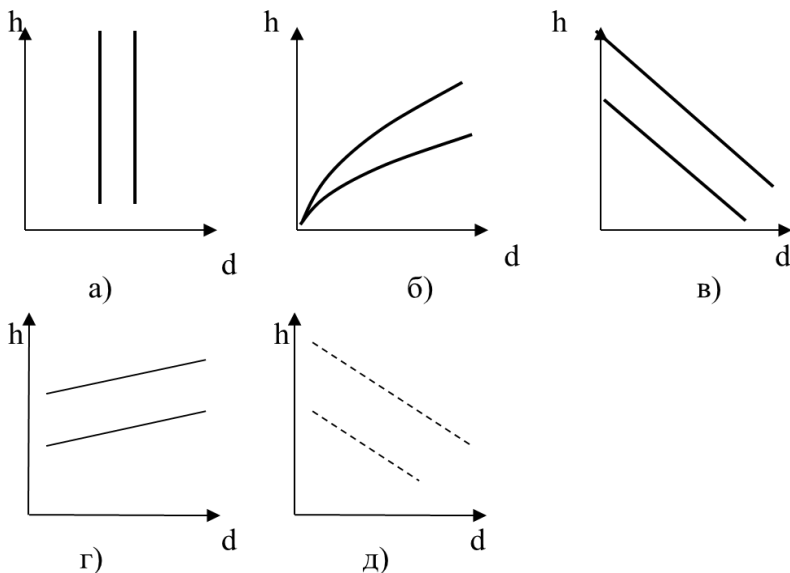
в) - 2

г) - 1

д) - 3

4.5. Укажите соответствующее название линий на  $h-d$  диаграмме состояния влажного воздуха:





- 1) изотермы сухого термометра  $t_c = \text{const}$ :
- 2) изотермы мокрого термометра  $t_m = \text{const}$ :
- 3) линии постоянного влагосодержания  $d = \text{const}$
- 4) линии постоянной относительной влажности  $\varphi = \text{const}$
- 5) линии постоянной энтальпии  $h = \text{const}$

**Ответ:** а) - 3

б) - 4

в) - 5

г) - 1

д) - 2

4.6. Какой термодинамический процесс называется:

- |                   |                                |
|-------------------|--------------------------------|
| а) политропным    | 1) при постоянном давлении     |
| б) адиабатным     | 2) при постоянном объеме       |
| в) изобарным      | 3) при постоянной температуре  |
| г) изохорным      | 4) при постоянной энтропии     |
| д) изотермическим | 5) при постоянной теплоемкости |

**Ответ:** а) - 5

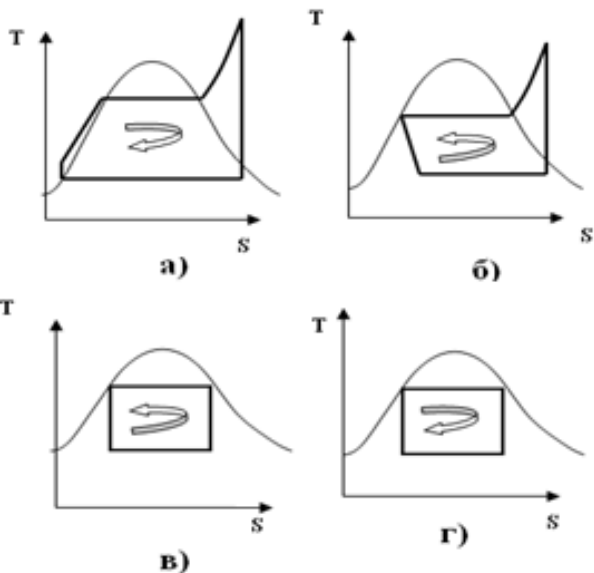
б) - 4

в) - 1

г) - 2

д) - 3

4.7. Укажите название соответствующий цикл парокомпрессионной холодильной машины:



- 1) Цикл Карно
- 2) Обратный цикл Карно
- 3) Цикл парокompрессионной холодильной установки
- 4) Цикл Ренкина паротурбинной установки

**Ответ:** а) - 4  
 б) - 3  
 в) - 2  
 г) - 1

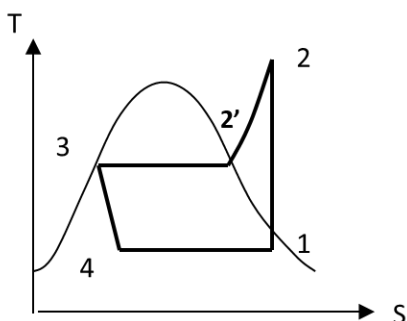
4.8. Как обозначаются параметры, относящиеся к:

- |   |                    |
|---|--------------------|
| а) сухому насыщенному пару              | 1) $v_x, h_x, s_x$ |
| б) влажному насыщенному пару            | 2) $v, h, s$       |
| в) перегретому пару                     | 3) $v', h', s'$    |
| г) воде в состоянии насыщения (кипения) | 4) $v'', h'', s''$ |

**Ответ:** а) - 4  
 б) - 1  
 в) - 2  
 г) - 3

4.9. Укажите соответствие процессов в цикле холодильной парокompрессионной установки:

- |                 |  |
|-----------------|--|
| а) Процесс 4-1  | 1) адиабатное сжатие хладагента в компрессоре.           |
| б) Процесс 1-2  | 2) изотермическое испарение хладагента в испарителе.     |
| в) Процесс 2-2' | 3) изотермическая конденсация хладагента в конденсаторе. |
| г) Процесс 2'-3 | 4) изобарное охлаждение хладагента в конденсаторе .      |
| д) Процесс 3-4  | 5) изоэнтальпийное дросселирование хладагента.           |



**Ответ:** а) - 2  
 б) - 1  
 в) - 4  
 г) - 3  
 д) - 5

4.10. Укажите правильное название, соответствующее тепловым процессам:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| а) переход вещества из газообразного состояния в жидкое  | 1) сублимация.    |
| б) переход вещества из жидкого состояния в газообразное  | 2) испарение.     |
| в) переход вещества из твердого состояния в газообразное | 3) кипение.       |
| г) переход вещества из газообразного состояния в твердое | 4) десублимацией. |
| д) парообразование со свободной поверхности жидкости     | 5) конденсация.   |

**Ответ:** а) - 5

б) – 3

в) – 1

г) – 4

д) – 2

**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения - 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

**Критерии оценивания результатов тестирования:**

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено - **2 балла**, не выполнено - **0 баллов**.

## **2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ** (производственные (или ситуационные) задачи и (или) кейс-задачи)

### *Компетентностно-ориентированная задача №1.*

Определите количества тепла  $q$ , затраченного в процессе нагрева воздуха при постоянном влагосодержании от температуры  $t_1=30$  °С до температуры  $t_2=67$  °С, если энтальпия влажного воздуха изменилась от  $H_1= 100$  кДж/кг с.в. До  $H_2=140$  кДж/кг с.в. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $q = 40$  кДж/кг с.в.**
- б)  $q = 1,08$  кДж/кг с.в.
- в)  $q = 120$  кДж/кг с.в.
- г)  $q = 240$  кДж/кг с.в.
- д)  $q = 20$  кДж/кг с.в.

### *Компетентностно-ориентированная задача №2.*

Азот находится в ресивере объемом  $V = 300$  литров при избыточном давлении  $P_{изб} = 1,97$  бар и температуре  $t = 27$  °С. Определите массу азота в ресивере, если барометрическое давление  $B = 1$  бар. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $m=1$  кг**
- б)  $m=0,5$  кг
- в)  $m=1,5$  кг
- г)  $m=2$  кг
- д)  $m=2,5$  кг

### *Компетентностно-ориентированная задача №3.*

В изохорном процессе воздух нагревается на  $100$  °С. Определите конечное давление -  $P_2$ , если начальные параметры: давление  $P_1 = 3$  бара, температура  $t_1=27$  °С. Выберите правильный вариант ответа. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $P_2 = 4$  бара.**
- б)  $P_2 = 2$  бара.
- в)  $P_2 = 3$  бара.
- г)  $P_2 = 5$  бар.
- д)  $P_2 = 6$  бар.

*Компетентностно-ориентированная задача №4.*

В изобарном процессе 2 кг воздуха увеличились в объеме в 2 раза. Определите подведенную теплоту, если начальная температура воздуха  $t_1 = 27$  °С, а изобарная теплоемкость  $C_p = 1$  кДж/(кг·К). К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $Q = 600$  кДж.
- б)  $Q = 300$  кДж.
- в)  $Q = 400$  кДж.
- г)  $Q = 500$  кДж.
- д)  $Q = 700$  кДж.

*Компетентностно-ориентированная задача №5.*

Определите холодильный коэффициент  $\varepsilon$  воздушной идеальной холодильной машины, если ее холодопроизводительность составляет 100 кВт, а тепловая мощность воздухоохладителя – 150 кВт.

**Ответ:**

- а)  $\varepsilon = 2,0$
- б)  $\varepsilon = 1,5$
- в)  $\varepsilon = 2,5$
- г)  $\varepsilon = 1,0$
- д)  $\varepsilon = 0,7$

*Компетентностно-ориентированная задача №6.*

Определите состояние пара при температуре 300 °С и давлении пара 2 МПа, если температура насыщения при этом давлении 212,37 °С.

**Ответ:**

- а) перегретый пар
- б) сухой насыщенный пар
- в) влажный насыщенный пар
- г) влажный пар
- д) насыщенная жидкость

*Компетентностно-ориентированная задача №7.*

Определите холодильный коэффициент  $\varepsilon$  парокомпрессионной холодильной установки, если она имеет удельную холодопроизводительность  $q_0 = 120$  кДж/кг, расход фреона  $G = 0,5$  кг/с, мощность привода компрессора  $N = 30$  кВт.

**Ответ:**

- а)  $\varepsilon = 2,0$
- б)  $\varepsilon = 1,6$
- в)  $\varepsilon = 1,8$

г)  $\varepsilon = 2,2$

д)  $\varepsilon = 4,0$

*Компетентностно-ориентированная задача №8.*

В обратимом изотермическом процессе расширения при температуре  $t = 227^\circ\text{C}$  к рабочему телу подводится теплота  $Q = 2,5$  МДж. Определите изменение энтропии в процессе. Выберите правильный вариант ответа. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

а)  $\Delta S = 5$  кДж/К

б)  $\Delta S = 2$  кДж/К

в)  $\Delta S = 3$  кДж/К

г)  $\Delta S = 4$  кДж/К

д)  $\Delta S = 6$  кДж/К

*Компетентностно-ориентированная задача №9.*

Определите работу цикла Карно, если теплота в количестве  $Q_1 = 1$  кДж подводится к рабочему телу при температуре  $t_1 = 327^\circ\text{C}$ , а отвод теплоты осуществляется при температуре  $t_2 = 27^\circ\text{C}$ . Выберите правильный вариант ответа. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

а)  $L = 0,5$  кДж

б)  $L = 1$  кДж

в)  $L = 1,5$  кДж

г)  $L = 2$  кДж

д)  $L = 2,5$  кДж

*Компетентностно-ориентированная задача №10.*

Температура воздуха на входе в компрессор воздушной холодильной машины  $t_2 = 27^\circ\text{C}$ , на выходе из компрессора  $t_1 = 127^\circ\text{C}$ . Чему равен ее холодильный коэффициент обратного цикла Карно?

**Ответ:**

а)  $\varepsilon = 3$

б)  $\varepsilon = 2$

в)  $\varepsilon = 2,5$

г)  $\varepsilon = 3,5$

д)  $\varepsilon = 4$

*Компетентностно-ориентированная задача №11.*

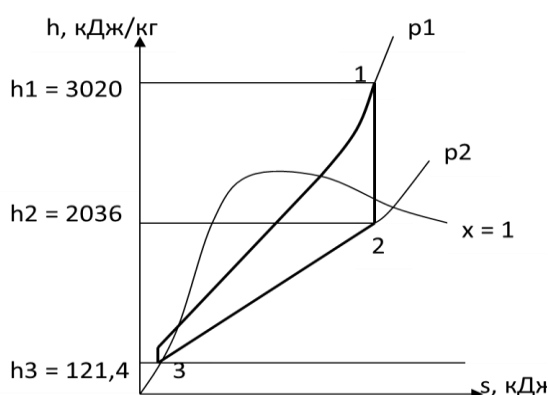
В изобарном процессе расширения воздух нагревается на  $100^\circ\text{C}$ . Определите работу расширения 1 кг воздуха, если его удельная газовая постоянная  $R = 287$  Дж/кг·К. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $l = 28,7$  кДж
- б)  $l = 2,87$  кДж
- в)  $l = 287$  кДж
- г)  $l = 0,287$  кДж
- д)  $l = 2870$  кДж

*Компетентностно-ориентированная задача №12.*

Определить работу цикла Ренкина и термический КПД цикла, если пар поступает в турбину с давлением 2 МПа и температурой 300 °С. Давление в конденсаторе 0,004 МПа. Задача решается с помощью  $h-s$  диаграммы водяного пара (см. методические указания). К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.



**Ответ:**

- а)  $l = 984$  кДж/кг,  $\eta_t = 0,34$
- б)  $l = 984$  кДж/кг,  $\eta_t = 0,66$
- в)  $l = 1915$  кДж/кг,  $\eta_t = 0,34$
- г)  $l = 1915$  кДж/кг,  $\eta_t = 0,66$
- д)  $l = 2899$  кДж/кг,  $\eta_t = 1,0$

*Компетентностно-ориентированная задача №13.*

Определите расход пара через турбину, если ее эффективная мощность на валу составляет  $N_{\text{э}} = 400$  МВт, относительный внутренний КПД паровой турбины равен 0,8, удельная теоретическая работа пара в турбине  $l_t = 1000$  кДж/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $D = 500$  кг/с
- б)  $D = 400$  кг/с
- в)  $D = 600$  кг/с
- г)  $D = 700$  кг/с
- д)  $D = 800$  кг/с

*Компетентностно-ориентированная задача №14.*

Определите абсолютный внутренний КПД турбины, если ее относительный внутренний КПД равен  $\eta_{oi} = 0,9$ , а термический КПД цикла Ренкина составляет  $\eta_t = 40$  %.

**Ответ:**

- а) Абс. вн. КПД  $\eta_o = 0,36$
- б) Абс. вн. КПД  $\eta_o = 0,34$

- в) Абс. вн. КПД  $\eta_o = 0,32$
- г) Абс. вн. КПД  $\eta_o = 0,30$
- д) Абс. вн. КПД  $\eta_o = 0,38$

*Компетентностно-ориентированная задача №15.*

Определите фактическую энтальпию пара на выходе из турбины, если относительный внутренний КПД турбины равен 0,9, удельная теоретическая работа пара в турбине  $l_t = 1000$  кДж/кг, энтальпия пара на входе  $h_1 = 3000$  кДж/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $h_{2д} = 2100$  КДж/кг
- б)  $h_{2д} = 1800$  КДж/кг
- в)  $h_{2д} = 1900$  КДж/кг
- г)  $h_{2д} = 2000$  КДж/кг
- д)  $h_{2д} = 2200$  КДж/кг

*Компетентностно-ориентированная задача №16.*

Определить степень сухости пара  $x$ , если объем пара при давлении  $p = 1,4$  МПа равен  $v = 0,08$  м<sup>3</sup>/кг, а объемы насыщенной жидкости и сухого насыщенного пара равны  $v' = 0,00115$  м<sup>3</sup>/кг,  $v'' = 0,1407$  м<sup>3</sup>/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $x = 0,57$
- б)  $x = 1$
- в)  $x = 0$
- г)  $x = 0,5$
- д)  $x = 0,76$

*Компетентностно-ориентированная задача №17.*

Определите параметры влажного воздуха -  $t_c$ ,  $d_c$  - после смешения двух потоков в отношении 1:2, если параметры первого потока: температура  $t_1 = 70$  °С,  $d_1 = 20$  г/кг с.в.; параметры второго потока: температура  $t_2 = 80$  °С, влагосодержание  $d_2 = 40$  г/кг с.в. Задача решается с помощью H-d диаграммы влажного воздуха. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $t_c = 77$  °С,  $d_c = 33$  г/кг с.в.
- б)  $t_c = 75$  °С,  $d_c = 30$  г/кг с.в.
- в)  $t_c = 150$  °С,  $d_c = 60$  г/кг с.в.
- г)  $t_c = 80$  °С,  $d_c = 40$  г/кг с.в.
- д)  $t_c = 70$  °С,  $d_c = 20$  г/кг с.в.



*Компетентностно-ориентированная задача №18.*

Определите параметры влажного воздуха -  $d_c$ ,  $H_c$  - после смешения двух потоков в отношении 1:2, если параметры первого потока: влагосодержание  $d_1 = 20$  г/кг с.в.,  $H_1 = 140$  кДж/кг с.в.; параметры второго потока: влагосодержание  $d_2 = 30$  г/кг с.в., энтальпия  $H_2 = 180$  кДж/кг с.в. Задача решается с помощью  $H$ - $d$  диаграммы влажного воздуха. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $d_c = 27$  г/кг с.в.;  $H_c = 167$  кДж/кг с.в.
- б)  $d_c = 25$  г/кг с.в.;  $H_c = 160$  кДж/кг с.в.
- в)  $d_c = 50$  г/кг с.в.;  $H_c = 320$  кДж/кг с.в.
- г)  $d_c = 30$  г/кг с.в.;  $H_c = 180$  кДж/кг с.в.
- д)  $d_c = 20$  г/кг с.в.;  $H_c = 140$  кДж/кг с.в.

*Компетентностно-ориентированная задача №19.*

Определите количество влаги  $m$ , испаренной в воздух в камере орошения в процессе при постоянной энтальпии  $H = \text{const} = 120$  кДж/кг с.в., если влагосодержание воздуха изменилось от  $d_1 = 20$  г/кг с.в. до  $d_2 = 30$  г/кг с.в. Задача решается с помощью  $H$ - $d$  диаграммы влажного воздуха. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $m = 10$  г/кг с.в.
- б)  $m = 15$  г/кг с.в.
- в)  $m = 25$  г/кг с.в.
- г)  $m = 50$  г/кг с.в.
- д)  $m = 5$  г/кг с.в.

*Компетентностно-ориентированная задача №20.*

Определите энтальпию влажного пара при степени сухости  $x = 0,5$ , если энтальпия насыщенной жидкости  $h' = 350$  кДж/кг, а теплота парообразования  $r = 2300$  кДж/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $h = 1500$  кДж/кг
- б)  $h = 1600$  кДж/кг
- в)  $h = 1400$  кДж/кг
- г)  $h = 1300$  кДж/кг
- д)  $h = 2475$  кДж/кг

*Компетентностно-ориентированная задача №21.*

Определите термический КПД цикла Ренкина без учета насоса, если энтальпии пара: перед турбиной  $h_1 = 3400$  кДж/кг, после турбины  $h_2 = 1800$

кДж/кг, а энтальпия конденсата  $h_2' = 200$  кДж/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а) КПД = 0,5
- б) КПД = 0,4
- в) КПД = 0,45
- г) КПД = 0,55
- д) КПД = 0,6

*Компетентностно-ориентированная задача №22.*

Определите степень сухости влажного пара, если его энтальпия  $h = 1600$  кДж/кг, энтальпия насыщенной жидкости  $h' = 500$  кДж/кг, а теплота парообразования  $r = 2200$  кДж/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $x = 0,5$
- б)  $x = 0,6$
- в)  $x = 0,7$
- г)  $x = 0,8$
- д)  $x = 0,9$

*Компетентностно-ориентированная задача №23.*

Найти абсолютное давление в газоходе котельного агрегата при помощи тягомера с наклонной трубкой, изображенной на рис. 3. Жидкость, используемая в тягомере, – спирт с плотностью  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>. Отсчет ведут по наклонной шкале  $l = 200$  мм. Угол наклона трубки  $\alpha = 30^\circ$ . Барометрическое давление  $B_0 = 99325$  Па приведено к  $0^\circ\text{C}$ .

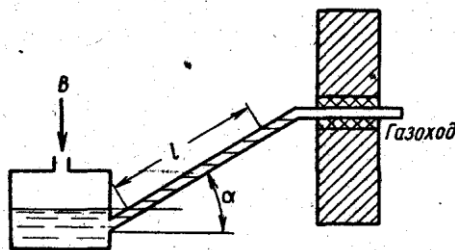


Рис. 3

**Ответ:**

- а)  $P_{\text{абс}} = 100895$  Па.
- б)  $P_{\text{абс}} = 100000$  Па.
- в)  $P_{\text{абс}} = 99325$  Па.
- г)  $P_{\text{абс}} = 1570$  Па.
- д)  $P_{\text{абс}} = 97755$  Па.

*Компетентностно-ориентированная задача №24.*

Какой объем занимают 10 кмоль азота при нормальных условиях?

**Ответ:**

- а)  $V = 224 \text{ м}^3$ .
- б)  $V = 22,4 \text{ м}^3$ .
- в)  $V = 2240 \text{ м}^3$ .
- г)  $V = 2,24 \text{ м}^3$ .
- д)  $V = 2 \text{ м}^3$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №25.*

В цилиндре диаметром 0,6 м содержится  $0,41 \text{ м}^3$  воздуха при  $p = 0,25 \text{ МПа}$  и  $t_1 = 35^\circ\text{C}$ . До какой температуры должен нагреваться воздух при постоянном давлении, чтобы движущийся без трения поршень поднялся на 0,4 м?

**Ответ:**

- а)  $t = 120^\circ\text{C}$ .
- б)  $t = 100^\circ\text{C}$ .
- в)  $t = 35^\circ\text{C}$ .
- г)  $t = 50^\circ\text{C}$ .
- д)  $t = 75^\circ\text{C}$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №26.*

Дутьевой вентилятор подает в топку парового котла  $102000 \text{ м}^3/\text{ч}$  воздуха при температуре  $300^\circ\text{C}$  и давлении  $20,7 \text{ кПа}$ . Барометрическое давление воздуха в помещении  $B = 100,7 \text{ кПа}$ . Определить часовую производительность вентилятора в  $\text{м}^3$  при нормальных условиях.

**Ответ:**

- а)  $V_{\text{н.у.}} = 58225 \text{ м}^3/\text{ч}$ .
- б)  $V_{\text{н.у.}} = 5822 \text{ м}^3/\text{ч}$ .
- в)  $V_{\text{н.у.}} = 582 \text{ м}^3/\text{ч}$ .
- г)  $V_{\text{н.у.}} = 58 \text{ м}^3/\text{ч}$ .
- д)  $V_{\text{н.у.}} = 582255 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №27.*

По трубопроводу протекает  $10 \text{ м}^3/\text{с}$  кислорода при температуре  $127^\circ\text{C}$  и давлении  $0,4 \text{ МПа}$ . Определить массовый расход газа в секунду.

**Ответ:**

- а)  $G = 38,5 \text{ кг/с}$ .
- б)  $G = 55,8 \text{ кг/с}$ .
- в)  $G = 10 \text{ кг/с}$ .
- г)  $G = 75,5 \text{ кг/с}$ .

д)  $G = 25,5$  кг/с.

*Компетентностно-ориентированная задача №28.*

Какой объем займет 1 кмоль газа при давлении 2 МПа и температуре 200°C?

**Ответ:**

а)  $V = 1,97$  м<sup>3</sup>/ч.

б)  $V = 19,7$  м<sup>3</sup>/ч.

в)  $V = 197$  м<sup>3</sup>/ч.

г)  $V = 17,9$  м<sup>3</sup>/ч.

д)  $V = 1,79$  м<sup>3</sup>/ч.

*Компетентностно-ориентированная задача №29.*

Масса пустого баллона для кислорода емкостью 0,05 м<sup>3</sup> равна 80 кг. Определить массу баллона после заполнения его кислородом при температуре 20 °С до давления 10 МПа.

**Ответ:**

а)  $m = 86,57$  кг.

б)  $m = 80$  кг.

в)  $m = 6,57$  кг.

г)  $m = 85,67$  кг.

д)  $m = 87,65$  кг.

*Компетентностно-ориентированная задача №30.*

Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15°C. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450°C. Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более 9,8 МПа? Начальное давление воздуха баллоне 4,8 МПа.

**Ответ:**

а)  $p_2 = 12,05$  МПа > 9,8 МПа, баллон взорвется.

б)  $p_2 = 9,8$  МПа = 9,8 МПа, баллон не взорвется.

в)  $p_2 = 9$  МПа < 9,8 МПа, баллон не взорвется.

г)  $p_2 = 15$  МПа > 9,8 МПа, баллон взорвется.

д)  $p_2 = 9,8$  МПа = 9,8 МПа, баллон взорвется.

*Компетентностно-ориентированная задача №31.*

В изобарном процессе расширения 1 кг воздуха его объем уменьшается в 2 раза. Определите подведенную теплоту, если начальная температура воздуха  $t_1 = 27$  °С, а изобарная теплоемкость  $C_p = 1$  кДж/(кг·К). К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

**Ответ:**

- а)  $Q = 600$  кДж;
- б)  $Q = 300$  кДж;
- в)  $Q = -300$  кДж;
- г)  $Q = -150$  кДж;
- д)  $Q = 150$  кДж.

*Компетентностно-ориентированная задача №32.*

Определите расход пара через турбину, если электрическая мощность генератора  $N_e = 100$  МВт, относительный электрический КПД турбогенератора равен 0,8, а теоретическая работа 1кг пара составляет  $\ell = (h_1 - h_2) = 1250$  кДж/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

- а)  $D = 100$  кг/с
- б)  $D = 70$  кг/с
- в)  $D = 80$  кг/с
- г)  $D = 90$  кг/с
- д)  $D = 64$  кг/с

*Компетентностно-ориентированная задача №33.*

Определите объем сосуда, в котором находится 4 кг влажного пара. Влажный пар находится в состоянии, при котором степень сухости  $x = 0,5$ , удельные объемы насыщенных жидкости и пара, соответственно:  $v' = 0,001$  м<sup>3</sup>/кг,  $v'' = 0,5$  м<sup>3</sup>/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

- а)  $V = 1,0$  м<sup>3</sup>
- б)  $V = 0,7$  м<sup>3</sup>
- в)  $V = 0,8$  м<sup>3</sup>
- г)  $V = 0,9$  м<sup>3</sup>
- д)  $V = 1,1$  м<sup>3</sup>

*Компетентностно-ориентированная задача №34.*

Определите количество теплоты, необходимое для нагрева и испарения 10 кг воды, если энтальпия воды  $h = 100$  кДж/кг, энтальпия сухого насыщенного пара  $h'' = 2700$  кДж/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

- а)  $Q = 26$  МДж;
- б)  $Q = 27$  МДж;
- в)  $Q = 28$  МДж;
- г)  $Q = 29$  МДж;
- д)  $Q = 30$  МДж.

*Компетентностно-ориентированная задача №35.*

Определите энтропию влажного пара при степени сухости  $x = 0,8$ , если

энтропия насыщенной жидкости  $s' = 2,3$  кДж/кг·К, теплота парообразования  $r = 2000$  кДж/кг и температура пара  $t = 227^\circ\text{C}$ . К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

- а)  $s = 5,5$  кДж/(кг·К)
- б)  $s = 5,3$  кДж/(кг·К)
- в)  $s = 5,4$  кДж/(кг·К)
- г)  $s = 5,2$  кДж/(кг·К)
- д)  $s = 5,6$  кДж/(кг·К)

*Компетентностно-ориентированная задача №36.*

Температура воздуха на входе в компрессор воздушной холодильной машины  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ , на выходе из компрессора  $t_2 = 127^\circ\text{C}$ . Чему равен ее холодильный коэффициент обратного цикла Карно?

- а)  $\varepsilon = 3$
- б)  $\varepsilon = 2$
- в)  $\varepsilon = 2,5$
- г)  $\varepsilon = 3,5$
- д)  $\varepsilon = 4$

**Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:**

в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения - 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи - 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

## ***Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи***

*(нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):*

**6-5 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

**4-3 балла** – выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

**2-1 балла** – выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** – выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.

## ***Инструкция по выполнению тестирования на промежуточной аттестации обучающихся***

Необходимо выполнить 16 заданий. На выполнение отводится 2 акад. час.

Задания выполняются на отдельном листе (бланке ответов), который сдается преподавателю на проверку. На отдельном листе (бланке ответов) запишите свои фамилию, имя, отчество и номер группы, затем приступайте к выполнению заданий. Укажите номер задания и рядом с ним:

- при выполнении заданий *в закрытой форме* запишите букву (буквы), которой (которыми) промаркированы правильные ответы;
- при выполнении задания *в открытой форме* запишите пропущенное слово, словосочетание, цифру или формулу;
- при выполнении задания *на установление последовательности* рядом с буквами, которыми промаркированы варианты ответов, поставьте цифры так, чтобы они показывали правильное расположение ответов;
- при выполнении задания *на установление соответствия* укажите соответствия между буквами и цифрами, располагая их парами.

При решении *компетентностно-ориентированной задачи (задания)* запишите развернутый ответ. Ответ записывайте аккуратно, разборчивым почерком. Количество предложений в ответе не ограничивается.

Баллы, полученные Вами за выполнение заданий, суммируются. Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме - 2 балла,
- задание в открытой форме - 2 балла,
- задание на установление последовательности - 2 балла;
- задание на установление соответствия - 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи (задания) - 6 баллов.

Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации - 36 (для обучающихся по очно-заочной и заочной формам обучения - 60).