

**Институт**

филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске

**Направление подготовки**

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА и ТЕПЛОТЕХНИКА

**Банк заданий по специальной части вступительного  
испытания в магистратуру**

**Задание №6 экзаменационного билета (5 баллов)**

***Тема 1. Теоретическая основа теплоэнергетики и теплотехники***

Задание 6.1

Взаимосвязь термодинамической системы и окружающей среды.

Задание 6.2

Закон сохранения и превращения энергии. Модель передачи энергии.

Задание 6.3

Термодинамические законы, действующие в реальных газах.

Задание 6.4

Температурное поле, градиент температуры, плотность теплового потока.

Задание 6.5

Оценка работоспособности систем на основе эксергетического анализа.

Задание 6.6

Потери эксергии при необратимых процессах. Эксергетический КПД.

Задание 6.7

Термодинамические основы процессов расширения и сжатия газов.

Задание 6.8

Термодинамические процессы во влажном воздухе.

Задание 6.9

h-d диаграмма влажного воздуха.

Задание 6.10

Цикл Карно и его термодинамическое значение.

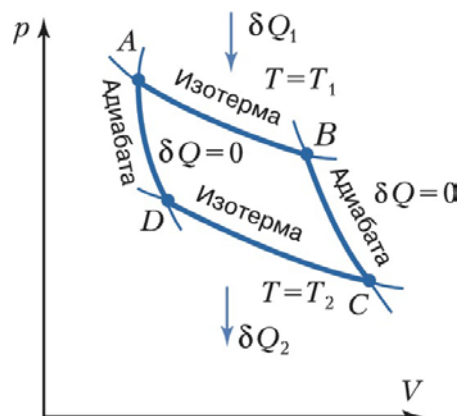
**Пример правильного ответа на Задание 6.10**

**Цикл Карно и его термодинамическое значение.**

Чем больше тепла в прямом цикле превращено в полезную работу и чем меньше, поэтому ее передано теплоприемнику, тем цикл более экономичен и тем, следовательно, выше его термический КПД. В связи с этим возникает вопрос, какое максимальное значение может иметь термический КПД. Впервые этот вопрос поставил в 1827г. французский инженер С. Карно в таком аспекте: «Возможно ли безграничное усовершенствование паровой машины в смысле увеличения ее КПД или есть граница, которую природа вещей

мешает перешагнуть каким-либо образом?». В результате Карно предложил цикл, названный его именем, имеющий действительно наивысший возможный термический КПД в заданных температурных границах, т.е. при заданных температурах теплоотдатчика и теплоприемника.

Цикл Карно в координатах  $PV$ , считая, что он является равновесным и что, кроме того, его совершает 1 кг рабочего тела.



В начале процесса рабочее тело имеет параметры  $p_1, v_1, T_1$  (точка 1, рис.1). Эта точка соответствует моменту, когда рабочее тело сообщается с теплоотдатчиком и начинается процесс расширения при постоянной температуре, равной  $T_1$ , до точки 2. В процессе расширения по изотерме 1-2 к рабочему телу подводится тепло в количестве  $q_1$ . Работа изотермического расширения определяется площадью 1-2-6-8-1. За процессом 1-2 следует разобщение рабочего тела с теплоотдатчиком и происходит дальнейшее расширение по адиабате 2-3. Этот процесс продолжается до тех пор, пока поршень не займет крайнее положение, что соответствует точке 3. Работа адиабатного процесса расширения определяется площадью 2-3-5-6-2. В этот момент, т.е. в точке 3, рабочее тело сообщается с теплоприемником, имеющим температуру  $T_2$ , и начинается процесс сжатия, в течение которого должно быть отведено  $q_2$  единиц тепла. Этот процесс изотермический, так как рабочее тело сообщено с теплоприемником и работа его определяется площадью 4-3-5-7-4.

Когда отвод тепла  $q_2$  прекратится, рабочее тело разобщается с теплоприемником (точка 4); дальнейшее сжатие происходит по адиабате 4-1. В конце этого процесса рабочее тело принимает первоначальные параметры. Работа адиабатного сжатия определяется площадью 4-7-8-1-4.

Таким образом, цикл Карно состоит из изотерм 1-2 и 3-4 и адиабат 2-3 и 4-1, причем верхняя изотерма изображает процесс, протекающий при  $T_1$ , а нижняя – при температуре  $T_2$ . В результате рассмотренных процессов полезная работа цикла определяется площадью 1-2-3-4-1, являющейся положительной разностью площадей 1-2-3-5-8-1 и 1-4-3-8-1.

Цикл Карно определяет предельно достижимый КПД тепловой машины в данных температурах горячего и холодного источника, который определяется следующей формулой:

$$\eta = 1 - \frac{T_{х.и.}}{T_{г.и.}},$$

где:  $T_{х.и.}$  – температура холодного источника;  $T_{г.и.}$  – температура горячего источника.

## Задание №7 экзаменационного билета (5 баллов)

### Тема 2. Основы теплопередачи.

#### Задание 7.1

Основные уравнения для расчетов процессов сушки.  $h_d$  - диаграмма процессов сушки.

#### Задание 7.2

Основные формы теплопередач. Вынужденная теплопередача.

#### Задание 7.3

Назначение, принципиальные схемы, состав и параметры теплообменного оборудования, газотурбинных тепловых электростанций.

#### Задание 7.4

Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой. Особенности теплообмена излучением в поглощающей среде.

#### Задание 7.5

Назначение, принципиальные схемы, состав и параметры оборудования парогазовых тепловых электростанций.

#### Задание 7.6

Теплообменное оборудование тепловых пунктов.

#### Задание 7.7

Пластинчатые теплообменники, достоинства и недостатки.

#### Задание 7.8

Воздуховоздушные теплообменники, особенности работы.

#### Задание 7.9

Рекуперативные теплообменники, особенности работы, методы расчета.

#### Задание 7.10

Теплопроводность, форма. Характеристика теплопроводности.

Пример правильного ответа на Задание 7.10

#### **Теплопроводность, форма. Характеристика теплопроводности.**

Для понимания влияния различных факторов на изучаемый процесс огромное значение имеет создание его физической модели и ее визуализации в виде графической схемы постановки задачи. Эта схема дает ясное представление о том, какие параметры непосредственно участвуют в описании процесса и предопределяет его математическое описание.

В теории теплообмена традиционно рассматриваются пять основных способов организации процесса:

Теплопроводность

Конвективный теплообмен

Процессы тепло- и массообмена при фазовых превращениях

Тепловое излучение

Совместные тепломассообменные процессы.

Каждый из указанных способов передачи тепла и массы имеет собственную классификацию, зависящую от главенствующих параметров. Данная классификация строится на основе базисных понятий протекающих процессов переноса импульса, энергии, массы. Приведем эту классификацию по каждому отмеченному способу организации процесса и проиллюстрируем ее простейшими модельными представлениями, которые, конечно, только улучшает восприятие материала и будут способствовать формированию

представления о том, какого типа задачи будут рассматриваться в данном курсе и каковы основные параметры составляющие их описание.

Теплопроводность подразделяется на: стационарную и нестационарную. В математическом описании процесса стационарной теплопроводности следует считать, что

$$\partial T / \partial \tau = 0,$$

где  $\tau$  – время.

Простейшая модель стационарной теплопроводности дает следующую формулу для расчета удельного теплового потока  $q$ , Вт/м<sup>2</sup>:

$$q = \frac{\lambda}{\delta}(T_1 - T_2),$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала стенки, Вт/(м\*К).

Нестационарная теплопроводность характеризуется условием

$$\partial T / \partial \tau \neq 0$$

и может также подразделяться на переходный процесс нестационарной теплопроводности и периодический процесс нестационарной теплопроводности.

### **Задание №8 экзаменационного билета (10 баллов)**

#### ***Тема 3. Термодинамические процессы, происходящие в основном оборудовании тепловых электрических станций.***

##### **Задание 8.1**

Кипение жидкости. Основные соотношения для расчета.

##### **Задание 8.2**

Процессы при высоких температурах. Тепловой баланс.

##### **Задание 8.3**

Промежуточный перегрев пара на ТЭЦ. Коэффициент теплофикации и методика нахождения его оптимального значения. Использование коэффициента теплофикации для распределения тепловой нагрузки между отборами турбин и пиковыми водогрейными котельными.

##### **Задание 8.4**

Способы построения графиков, изменения температур и расходов теплоносителей с использованием ЭВМ в промышленных теплоэнергетических системах.

##### **Задание 8.5**

Методы регулирования отпуска теплоты из систем теплоснабжения и их сравнительные характеристики.

##### **Задание 8.6**

Паровые газовые турбины. Детандеры.

##### **Задание 8.7**

Регенеративный подогрев в газотурбинных системах.

Задание 8.8

Выбор количества и типа размеров основного, вспомогательного оборудования ТЭЦ.

Задание 8.9

Методы регулирования отпуска теплоты из паровых систем теплоснабжения.

Задание 8.10

Работа сжатия и производительность компрессора.

Пример правильного ответа на Задание 8.10

**Работа сжатия и производительность компрессора.**

На сжатие газа затрачивается работа. Привод компрессора может осуществляться от электродвигателя, двигателя внутреннего сгорания или турбины.

Работа, затраченная на сжатие 1 кг газа в идеальном компрессоре, может быть определена с помощью диаграммы.

При адиабатическом сжатии:

$$a_{\text{сж}}^{\text{ад}} = \frac{1}{k-1} \cdot (p_2 v_2 - p_1 v_1);$$

при изотермическом:

$$a_{\text{сж}}^{\text{из}} = p_1 v_1 \cdot \ln \frac{p_2}{p_1};$$

при политропическом:

$$a_{\text{сж}}^{\text{пол}} = \frac{1}{n-1} \cdot (p_2 v_2 - p_1 v_1).$$

Подставив в уравнение соответствующие значения  $l_{\text{сж}}$ , после несложных преобразований получим формулу для работы, затрачиваемой на сжатие газа в компрессоре.

При адиабатическом сжатии:

$$a_o^{\text{ад}} = \frac{k}{k-1} \cdot (p_2 v_2 - p_1 v_1) = \frac{k}{k-1} \cdot p_1 v_1 \cdot \left( \lambda^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) \text{ (Дж/кг)},$$

при изотермическом сжатии:

$$a_o^{\text{из}} = p_1 v_1 \ln \lambda \text{ (Дж/кг)},$$

при политропическом сжатии:

$$a_o^{\text{пол}} = \frac{n}{n-1} \cdot (p_2 v_2 - p_1 v_1) = \frac{n}{n-1} \cdot p_1 v_1 \cdot \left( \lambda^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right) \text{ (Дж/кг)}$$

$$\lambda = \frac{p_2}{p_1}$$

где:  $\frac{p_2}{p_1}$  - степень повышения давления.

Наименьшая работа, затрачиваемая на сжатие газа в компрессоре, будет при изотермическом сжатии. Однако осуществить изотермическое сжатие газа трудно, поэтому в реальных компрессорах сжатие осуществляется по политропе с показателем  $n = 1,2 - 1,3$ . При адиабатическом сжатии газа в компрессоре работа может быть определена также по формуле:

$$a_{ad} = h_2 - h_1 \text{ (кДж/кг)},$$

где  $h_1$  и  $h_2$  – значение энтальпии газа на входе в компрессор и выходе из него.

Объемная производительности поршневого компрессора определяется площадью ( $S$ ) поршня и ходом поршня ( $L$ ), а также числом ходов поршня ( $n$ ) в единицу времени:

$$Q = S_{\pi} * L_{\pi} * n, \text{ м}^3/\text{с}$$

Объемная производительность центробежного компрессора:

$$Q_{\text{ц}} = C_{r1} * \pi D_1 * b_1, \text{ м}^3/\text{с}$$

где:  $C_{r1}$  – расходная составляющая скорости, определяемая из треугольника скоростей на входе в рабочее колесо компрессора;

$D_1$  – диаметр рабочего колеса на входной кромке лопатки;

$b_1$  – ширина рабочего колеса на входе в межлопаточный канал.

#### **Задание №9 экзаменационного билета (20 баллов)**

##### ***Тема 4. Машины и аппараты, используемые в системах теплоснабжения промышленных предприятий.***

###### **Задание 9.1**

Тепловые и конструктивные расчеты, используемые теплоносителем. Аппараты со смешением теплоносителей.

###### **Задание 9.2**

Методы расчета тепловых потерь и снижения температуры теплоносителя при движении его через тепловую сеть.

###### **Задание 9.3**

Выпарные, дистилляционные и сушильные установки промышленных предприятий их схема и конструкции.

###### **Задание 9.4**

Тепловые сети их назначения, схемы и конструкции

###### **Задание 9.5**

Высокотемпературные теплотехнические процессы и установки. Классификация. Структура теплового баланса.

##### ***Тема 5. Котельные установки их классификация. Тепловые схемы и их области использования.***

###### **Задание 9.6**

Регенерация в котельных установках.

Задание 9.7

Методика теплового расчета котельных.

Задание 9.8

Основы аэродинамического расчета в котельных установках.

Задание 9.9

КПД котла по прямому и обратному балансу.

Задание 9.10

Котельные установки, тепловые схемы, области использования.

Пример правильного ответа на Задание 9.10

**Котельные установки, тепловые схемы, области использования.**

Научно-технический прогресс, интенсификация производства, повышение его технического уровня и улучшение условий труда в значительной мере определяются развитием энергетики. В промышленности используется более 50% всех видов энергоресурсов, в том числе до 65% вырабатываемой электроэнергии. Соответственно большой роли энергетики в промышленном производстве современные промышленные предприятия имеют сложные и многообразные энергетические системы, состоящие из комплексов установок и устройств, предназначенных для сжигания топлива и производства, транспорта, распределения и потребления электроэнергии, теплоты, сжатого воздуха, газа, кислорода.

*Структура энергосистемы промышленного предприятия.*

Энергоиспользование в промышленности или на конкретном предприятии характеризуется энергетическим КПД, т.е. отношением полезно используемой энергии к затраченной:

$$\eta_{\text{исп}} = \frac{\sum Q_{\text{подв}} - \sum Q_{\text{пот}}}{\sum Q_{\text{подв}}},$$

где  $\sum Q_{\text{подв}}$ ,  $\sum Q_{\text{пот}}$  – подведенная энергия и потери энергии в данном производстве;

$$\eta_{\text{исп}} = \eta_{\text{т}} \eta_{\text{пр.э}} \eta_{\text{тр.э}} \eta_{\text{р.м}} \eta_{\text{пр.м}},$$

где  $\eta_{\text{т}}$  – КПД добычи, переработки и транспорта топлива;

$\eta_{\text{пр.э}}$  – КПД производства энергии;

$\eta_{\text{тр.э}}$  – КПД транспорта энергии;

$\eta_{\text{р.м}}$  – КПД рабочей машины, технологического агрегата;

$\eta_{\text{пр.м}}$  – КПД привода механизма.

При использовании на предприятии нескольких видов энергоносителей

$$\eta_{\Sigma \text{исп}} = \sum_1^n (\eta_i, \varepsilon_i),$$

где  $\varepsilon_i$  и  $\eta_i$  – доля данного энергоносителя в общем расходе энергии и КПД его использования.

Для оценки обобщенного КПД энергоносители приводятся к условному природному топливу  $Q_{\text{прир}}$ . Например, при использовании электроэнергии  $Q_{\text{подв}}^{\text{э}}$ :

$$Q_{\text{прир.}} = \frac{Q_{\text{подв}}}{\eta_{\text{э.с}} \eta_{\text{тр.э}} \eta_{\text{тр.д.т}}},$$

где  $\eta_{\text{э.с}}$  – КПД электростанции;  $\eta_{\text{тр.д.т}}$  – КПД транспорта и добычи топлива.

Суммарный КПД использования топливно-энергетических ресурсов в промышленности составляет  $\eta_{\Sigma \text{исп}} = 0,35 - 0,4$ . Имеются технические возможности существенного повышения полезного энергоиспользования в промышленности.

В настоящее время на тепловых паротурбинных электростанциях вырабатывается более 80% электроэнергии, в качестве основных теплоносителей в промышленности и в быту используются пар и подогретая паром или продуктами сгорания горячая вода, получаемые в котельных установках. Широкое применение пара для производства электроэнергии, в технологических процессах и в быту определяет использование в котлах более 25% всего добываемого топлива. В зависимости от назначения на промышленных предприятиях применяются автономные производственные и отопительные котельные на органическом топливе (рис.1.а) и котлы, использующие теплоту отходящих газов и другие тепловые отходы технологических агрегатов (рис.1.б).

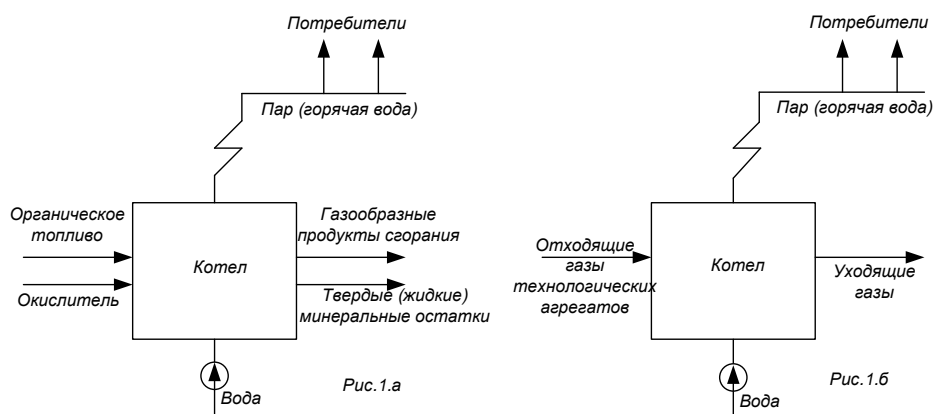


Рис.1 Автономная котельная установка промышленного предприятия:

а - на органическом топливе; б – использующая теплоту отходящих газов и другие тепловые отходы технологических агрегатов.

## Задание №10 экзаменационного билета (20 баллов)

### Тема 6. Экономика и управление в теплоэнергетике.

#### Задание 10.1

Место малого бизнеса в ТЭК

#### Задание 10.2

Бизнес-планирование на предприятии топливно-энергетического комплекса: сущность, содержание и структура

#### Задание 10.3

Мотивация как функция управления: сущность, содержательные и процессуальные теории мотивации. Ограничения применения в топливно-энергетическом комплексе

#### Задание 10.4

Контроль как функция управления: виды, этапы, принципы. Особенности контроля на теплоэнергетических предприятиях.



#### Задание 10.5

Основные направления повышения производительности труда теплоэнергетического предприятия.

#### Задание 10.6

Факторы ресурсосбережения в теплоэнергетике.

#### Задание 10.7

Характеристика и разработка инновационного проекта в топливно-энергетическом комплексе. Основы управления инновационным проектом.

#### Задание 10.8

Прогнозирование социальных и экологических последствий инноваций в топливно-энергетическом комплексе.

#### Задание 10.9

Сырьевая база теплоэнергетических предприятий и принципы их размещения.

#### Задание 10.10

Сравнительная характеристика иерархических и адаптивных структур управления организацией топливно-энергетического комплекса.

Пример правильного ответа на Задание 10.10

#### **Сравнительная характеристика иерархических и адаптивных структур управления организацией топливно-энергетического комплекса.**

Из всего разнообразия организационных структур управления очень четко выделяются две большие группы. Это - иерархические и адаптивные организационные структуры. Иерархические организационные структуры (их еще иногда называют: формальные, механистические, бюрократические, классические, традиционные) характеризуются жесткой иерархией власти на предприятии, формализации правил и процедур, которые используются централизованным принятием решений, узко определенной ответственностью в деятельности.

Большую часть организационных структур механистического (бюрократического) типа можно разделить на две категории: функциональные и дивизиональные структуры

Адаптивные организационные структуры (органические, гибкие) характеризуются размытостью иерархии управления, небольшим количеством уровней управления, гибкостью структуры власти, слабым или умеренным использованием формальных правил и процедур, децентрализацией принятия решений, широко обусловленной ответственностью в деятельности.

Для адаптивных (гибких, органических) организационных структур характерно отсутствие бюрократической регламентации деятельности органов управления, отсутствие детального разделения труда по видам работ, размытость уровней управления и небольшое их количество, гибкость структуры управления, децентрализация принятия решений, индивидуальная ответственность каждого работника за общие результаты деятельности.

Кроме того, адаптивные организационные структуры, как правило, характеризуются следующими признаками:

- способностью сравнительно легко менять свою форму;
- ориентацией на ускоренную реализацию сложных проектов, комплексных программ, решения сложных проблем;
- ограниченной действием во времени, то есть формированием на временной основе на период решения проблемы, выполнение проекта, программы;
- созданием временных органов управления.

К разновидностям структур адаптивного типа можно отнести проектные, матричные, программно-целевые, проблемно-целевые структуры, основанные на групповом подходе (командные, проблемно-групповые, бригадные), сетевые организационные структуры.

Сравнение иерархических и адаптивных организационных структур по различным признакам представлено в таблице

Критерий сравнения	Иерархические структуры управления	Адаптивные структуры управления
Характеристика иерархии управления	Жесткая иерархия. Уровни управления четко определены	Отсутствие иерархии или ее размытость. Уровни управления четко не определены
Характеристика развития вертикальных и горизонтальных связей	Сильно развиты вертикальные субординационные связи	Высокий уровень горизонтальной интеграции между персоналом. Хорошо развитые связи кооперации и координации
Тип руководства	Моноцентрический, постоянный	Полицентрический, смена лидеров по ситуациям
Формализация применяемых правил и процедур осуществления управленческой деятельности	Жесткая формализация правил и процедур	Слабая или умеренная формализация правил и процедур
Формализация отношений управленческого персонала	Узко определенные обязанности, права и ответственность	Широко определенные обязанности, права и ответственность
Разделение управленческого труда	Узкая специализация деятельности. Жесткое и постоянное закрепление функций	Широкая специализация деятельности. Временное закрепление функции за группами
Характеристика принятия управленческих решений	Централизация принятия управленческих решений	Децентрализация принятия управленческих решений
Характеристика отношений персонала организации	Формальные отношения, носящие официальный характер	Неформальные отношения, носящие личностный характер

Крупные организации в том числе и **организации топливно-энергетического комплекса** не используют тот или иной вид организационной структуры в чистом виде, а скорее используют несколько видов структур управления.