

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоменко Елена Семеновна **Министерство образования и науки Республики Саха (Якутия)**

Должность: исполняющая обязанности заведующей филиалом, начальник отдела
ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

учебно-производственной работы

филиал «Пеледуйский»

Дата подписания: 03.11.2023 04:43:12

Уникальный программный ключ:

03c04d4933a2307f9c20d0107fe3c7a0c84980be

Фонд оценочных средств
по учебной дисциплине ОП.08 «Техническая термодинамика и теплопередача»
для студентов очного отделения среднего профессионального образования
по профессии 26.02.03 «Судовождение»

Фонд оценочных средств по дисциплине ОП.08 «Техническая термодинамика и теплопередача», разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта. Основной профессиональной образовательной программы по специальности среднего профессионального образования 26.02.03 Судовождение и на основании Положения об организации практической работы в техникуме и методических рекомендаций по формированию фонда оценочных средств организации практической работы в условиях реализации ФГОС, утвержденных Методическим советом ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум» филиал «Пеледуйский».


Организация-разработчик:

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Республики Саха (Якутия) «Ленский технологический техникум» филиал «Пеледуйский»

Разработчик: Филимонов Д.Б., мастер производственного обучения

Рассмотрена и рекомендована предметно – цикловой комиссией филиала «Пеледуйский»

Протокол № 2 «27» сентября 2023г.

Председатель ПЦК  /Вавилова Е.Ю. /

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине ОП.08 «Техническая термодинамика и теплопередача»
по профессии 26.02.03 Судовождение

Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины ОП.07 «Техническая термодинамика и теплопередача» является приобретение студентами знаний в области фундаментальных законов энергообмена в форме теплоты и работы, принципов действия тепловых машин и теплотехнических устройств.

Объем знаний, приобретенных в процессе изучения данной дисциплины должен быть достаточным для применения их в практической деятельности по изучаемой специальности.

Задачи изучения дисциплины.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение физической сущности основных законов термодинамики, принципов преобразования теплоты в работу;
- изучение основных термодинамических процессов, их характеристик, взаимосвязи между параметрами, внутренней энергией, теплотой и работой;
- изучение термодинамических циклов тепловых машин, их свойств и тепловой эффективности;
- освоение навыков расчета и анализа эффективности теплотехнических устройств и процессов;
- освоение инженерных методов обеспечения работоспособности, энергосбережения, эффективной и безотказной работы автомобильных двигателей.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе освоения

В результате изучения дисциплины

Студент должен знать:

- основные законы преобразования энергии, законы термодинамики и тепломассообмена;
- термодинамические процессы и циклы;
- основные свойства рабочих тел, применяемых в теплосиловых установках;
- принцип действия теплосиловых установок и устройств.
- основные способы энергосбережения;
- связь теплоэнергетических установок с проблемой защиты окружающей среды.

Студент должен уметь:

- применять знания свойств газов, параметров и уравнений состояния идеального газа;
- применять основные законы термодинамики при анализе термодинамических циклов тепловых машин, оценке их свойств и тепловой эффективности;
- решать задачи термодинамики, газодинамики и теплопередачи для уяснения физической сущности рабочих процессов тепловых двигателей, прогнозирования их показателей в различных условиях эксплуатации;
- анализировать физическую сущность термодинамических циклов тепловых машин с целью выбора рациональных режимов их использования с учетом зависимости от внешних, режимных и регулировочных факторов;

Иметь практический опыт ПО:

- работы с индикаторными диаграммами циклов Дизеля и Отто.
- работы с индикаторными диаграммами циклов ГТУ.
- работы с I-S диаграммой воды и водяного пара.

Место дисциплины в учебном процессе и значение в формировании специалиста

Для полного освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплопередача» необходимо знание студентами следующих дисциплин: Физика и Математика.

Овладение полученными по изучаемой дисциплине знаниями позволит молодым специалистам в их практической деятельности.

В ходе изучения дисциплины обучающийся также должен развить общие компетенции:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, применять стандарты антикоррупционного поведения;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;

ОК 11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

ПК 1.1. Обеспечивать техническую эксплуатацию главных энергетических установок судна, вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления.

ПК 1.2. Осуществлять контроль выполнения национальных и международных требований по эксплуатации судна.

ПК 1.3. Выполнять техническое обслуживание и ремонт судового оборудования.

ПК 1.4. Осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов.

ПК 1.5. Осуществлять эксплуатацию судовых технических средств в соответствии с установленными правилами и процедурами, обеспечивающими безопасность операций и отсутствие загрязнений окружающей среды.

ПК 2.1. Организовывать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности.

ПК 2.2. Применять средства по борьбе за живучесть судна

ПК 2.3. Организовывать и обеспечивать действия подчинённых членов экипажа судна при оставлении судна, использовать спасательные шлюпки, спасательные плоты и иные спасательные средства.

ПК 3.1. Планировать работу структурного подразделения.

ПК 3.2. Руководить работой структурного подразделения.

ПК 3.3. Анализировать процесс и результаты деятельности структурного подразделения.

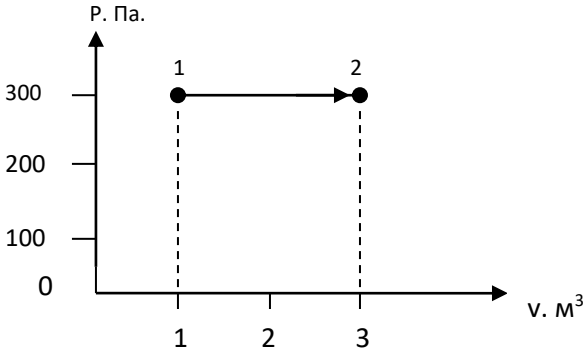
дисциплины:

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Знать:	
3 1. Основные законы преобразования энергии, законы термодинамики и тепломассообмена;	Оценка выполнения практических занятий. Промежуточная аттестация.
3 2 Термодинамические процессы и циклы;	Оценка выполнения практических занятий. Промежуточная аттестация.
3 3. Основные свойства рабочих тел, применяемых в теплосиловых установках.	Оценка выполнения практического занятия. Промежуточная аттестация
3.4 Принцип действия теплосиловых установок и устройств.	Оценка выполнения практического занятия. Промежуточная аттестация.
3 5 Основные способы энергосбережения	Оценка выполнения практического занятия. Промежуточная аттестация.
3 6. Связь теплоэнергетических установок с проблемой защиты окружающей среды.	Оценка выполнения практического занятия. Промежуточная аттестация.
Уметь:	
У.1. применять знания свойств газов, параметров и уравнений состояния идеального газа	Оценка выполнения практического занятия. Промежуточная аттестация.
У.2. применять основные законы термодинамики при анализе термодинамических циклов тепловых машин, оценке их свойств и тепловой эффективности	Оценка выполнения практических занятий. Промежуточная аттестация
У.3 Решать задачи термодинамики, газодинамики и теплопередачи для уяснения физической сущности рабочих процессов тепловых двигателей, прогнозирования их показателей в различных условиях эксплуатации	Оценка выполнения практических занятий. Промежуточная аттестация
У. 4. Анализировать физическую сущность термодинамических циклов тепловых машин с целью выбора рациональных режимов их использования с учетом зависимости от	Оценка выполнения практических занятий. Промежуточная аттестация

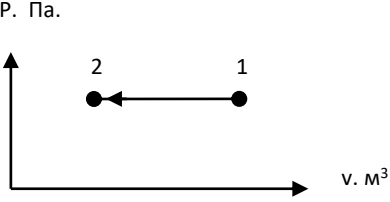
внешних, режимных и регулировочных факторов	
---	--

3.1 Комплект оценочных материалов, в соответствии с формируемыми компетенциями:

Шифр компетенции	Название компетенции	Задание/ Вопрос	Ключ / Ответ
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	1.Первый закон термодинамики для изотермического процесса. a) $\Delta U=A$. b) $\Delta U=Q$. c) $\Delta U=A+Q$. d) $Q=A^I$. e) $\Delta U=A+A^I$ A) $\Delta U=A$. +Q. +	1. e
ОК 02.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности	1.При протекании изотермического процесса величиной равной нулю является. a) A; b) Q; c) A'; d) ΔU ; e) PV.	1. d

ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие	 <p>1. Газ переходит из состояния 1 в состояние 2 в процессе, представленном на диаграмме в p-v. Работа для этого процесса равна.</p> <p>a) 0; b) 30 Дж; c) 600 Дж; d) 300 Дж; e) 900 Дж.</p>	1. с
--------	--	---	------

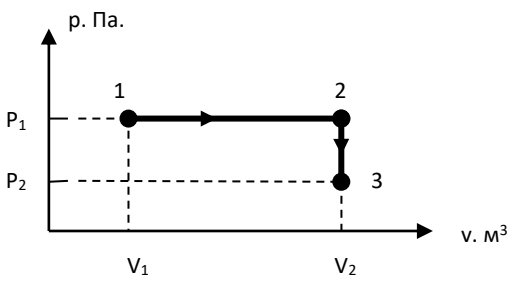
Шифр компетенции	Название компетенции	Задание/ Вопрос	Ключ / Ответ
ОК 04.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами	<p>1. При передаче газу количества теплоты $2 \cdot 10^4$ Дж Он совершил работу, равную $5 \cdot 10^4$ Дж. Тогда изменение внутренней энергии:</p> <p>a) $-3 \cdot 10^4$ Дж. b) $5 \cdot 10^4$ Дж. c) $-2 \cdot 10^4$ Дж. d) $3 \cdot 10^4$ Дж. e) $7 \cdot 10^4$ Дж.</p>	1. а

ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	 <p>1. На рисунке изображен процесс перехода идеального газа из состояния 1 в состояние 2. Для этого процесса справедливо утверждение:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) газ совершил положительную работу; b) газ отдал теплоту внешним телам; c) температура газа не изменилась; d) внутренняя энергия газа увеличилась; e) это адиабатический процесс сжатия газа. 	1. b
ОК 06.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, применять стандарты антикоррупционного поведения	<p>1. Первый закон термодинамики для изобарного процесса:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) $Q = A$; b) $\Delta U = Q$; c) $\Delta U = 0$; d) $\Delta U = A$; e) $\Delta U = A + Q$. 	1. e
ОК 07.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	<p>1. Укажите изотермический процесс, для которого первый закон термодинамики записывается в виде $\Delta U = A$:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) изотермический; b) адиабатный; c) изобарный; d) изохорный; e) термодинамический. 	1. b.

Шифр компете	Название компетенции	Задание/ Вопрос	Ключ / Ответ
--------------	----------------------	-----------------	--------------

нции			
ОК 09.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности	1.Первый закон термодинамики для адиабатного процесса: а) $Q=A$; б) $\Delta U=A+Q$; в) $\Delta U=A$; г) $\Delta U=0$; д) $\Delta U=Q$.	1. с.
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	1.работа идеального газа равна нулю, если процесс: а) изохорный; б) изотермический; в) изобарный; г) адиабатный; д) термодинамический.	1. а
ОК 11.	Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере	1.Изменение внутренней энергии идеального газа при адиабатном расширении равно: а) $\Delta U=0$; б) $\Delta U > 0$; в) ΔU – любое значение; г) $\Delta U \geq 0$; д) $\Delta U < 0$.	1. е.
ПК 1.1.	Обеспечивать техническую эксплуатацию главных энергетических установок судна, вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления.	1.Тепловой двигатель получает от нагревателя в каждую секунду 7,2 МДж теплоты и отдает холодильнику 6,4 МДж. КПД двигателя равен: а) 11%; б) 7.2%; в) 100%; г) 6.4%; д) 0.11%/	1. а.
ПК 1.2.	Осуществлять контроль выполнения национальных и международных требований по эксплуатации судна.	1.Тепловая машина за один цикл работы отдала холодильнику 400 Дж теплоты и произвела 600 Дж работы. Какой КПД: а) 50%; б) 100%; в) 40%; г) 20%; д) 60%.	1. е.
ПК 1.3.	Выполнять техническое обслуживание и ремонт судового оборудования.	1.Максимальное значение КПД, которое может иметь тепловая машина с температурой нагревателя 727.°С и температурой холодильника 27°С, равно: а) 30%; б) 100%;	1. с.

		c) $\approx 96\%$; d) 70% ; e) $\approx 43\%$ /	
--	--	---	--

Шифр компетенции	Название компетенции	Задание/ Вопрос	Ключ / Ответ
ПК 1.4.	Осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов.	<p>1. Газ перешел из состояния 1 в состояние 3 в процессе 1-2-3. Работу можно определить по формуле:</p>  <p>a) $A = p_1(V_2 - V_1)$; b) $A = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1)$; c) $A = (p_2 - p_1) V_1$; d) $A = (p_2 - p_1) V_2$; e) $A = (p_2 + p_1)(V_2 - V_1)$.</p>	1. г
ПК 1.5.	Осуществлять эксплуатацию судовых технических средств в соответствии с установленными правилами и процедурами, обеспечивающими безопасность операций и отсутствие загрязнений окружающей среды.	<p>1. В идеальной тепловой машине температура холодильника вдвое меньше температуры нагревателя. Если не меняя температуры нагревателя, температуру холодильника понизить вдвое, то КПД машины увеличится:</p> <p>a) $\frac{4}{3}$ раза; b) 3 раза; c) $\frac{3}{2}$ раза; d) $\frac{5}{2}$ раза; e) 2 раза.</p>	1. с,
ПК 2.1.	Организовывать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности.	<p>При протекании изохорного процесса величиной, равной нулю, является:</p> <p>a) ΔU; b) PV; c) A; d) U; e) Q/</p>	1. с.

ПК 2.2	Применять средства по борьбе за живучесть судна	1.Если в некотором процессе работа газа и изменение его внутренней энергии равны по модулю, то такой процесс является: а) термодинамическим.4; б) изотермическим; в) изохорическим; г) адиабатическим; д) изобарическим.	1.в.
--------	---	---	------

Шифр компетенции	Название компетенции	Задание/ Вопрос	Ключ / Ответ
ПК.2.3.	Организовывать и обеспечивать действия подчинённых членов экипажа судна при оставлении судна, использовать спасательные шлюпки, спасательные плоты и иные спасательные средства.	1.При передаче газу количества теплоты 17 кДж он совершает работу, равную 50 кДж. Изменение внутренней энергии газа равно: а) 33 кДж; б) 57 кДж; в) - 57 кДж; г) - 33 кДж; д) 0.	1. d
ПК 3.1.	Планировать работу структурного подразделения.	1.Если КПД идеальной тепловой машины 80%, температура холодильника 27°С, то температура нагревателя: а) $T_1 = \frac{\eta Q_2}{1-\eta} = 1200K.$ б) $T_1 = \frac{T_2}{\eta} = 375K.$ в) $T_1 = \frac{T_2}{1+\eta} = 135K.$ г) $T_1 = \frac{\eta Q_2}{1+\eta} = 375K.$ д) $T_1 = \frac{T_2}{1-\eta} = 1500K.$	1. в,
ПК 3.2.	Руководить работой структурного подразделения	1.В идеальном тепловом двигателе абсолютная температура нагревателя в 3 раза выше, чем температура холодильника. Найти КПД двигателя. а) 57%;	1.d.

		b) 87%; c) 47%; d) 67%; e) 77%.	
ПК 3.3.	Анализировать процесс и результаты деятельности структурного подразделения	1.Газ при адиабатическом процессе совершил работу 200 МДж. Изменение внутренней энергии газа равно: a) 200 МДж; b) 400 МДж; c) – 200 МДж; d) 0; e) 200 Дж.	

1.3 Основные показатели результатов подготовки:

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) ¹	ПК , ОК	Наименование темы ²	Уровень освоения темы (ознакомительный, репродуктивный, продуктивный)	Наименование контрольно-оценочных средств ³	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6
31, 3 2, 33,34, 35,36. У1,У2, У3,У4.	ОК1,ОК2, ОК3,ОК4, ОК5.ОК6, ОК7,ОК8. ОК9,ОК10 ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3, ПК1.4, ПК1.5, ПК2.1, ПК2.2. ПК2.3. ПК2.4. ПК2.5. ПК2.6. ПК2.7. ПК3.1. ПК3.2. ПК3.3.	Раздел 1. Законы газов и жидкостей. Основные параметры состояния.	Репродуктивный	<i>Практическое занятие №1- по разделу</i>	<i>Вопросы к дифференциальному зачёту.</i>

31, 3 2, 33,34, 35,36. У1,У2, У3,У4	ОК1,ОК2, ОК3,ОК4, ОК5,ОК6, ОК7,ОК8. ОК9,ОК10 ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3, ПК1.4, ПК1.5, ПК2.1, ПК2.2. ПК2.3. ПК2.4. ПК2.5. ПК2.6. ПК2.7. ПК3.1. ПК3.2. ПК3.3.	Раздел 2. Законы термодинамики.	Репродуктивный	<i>Практиче с-кое занятие №2- по разделу</i>	<i>Вопросы к дифференц иальному зачёту.</i>
31, 3 2, 33,34, 35,36. У1,У2, У3,У4	ОК1,ОК2, ОК3,ОК4, ОК5,ОК6, ОК7,ОК8. ОК9,ОК10 ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3, ПК1.4, ПК1.5, ПК2.1, ПК2.2. ПК2.3. ПК2.4. ПК2.5. ПК2.6. ПК2.7. ПК3.1. ПК3.2. ПК3.3.	Раздел 3. Циклы тепловых двигателей.	Репродуктивный	<i>Практиче с-кое занятие №5- по разделу</i>	<i>Вопросы к дифференц иальному зачёту.</i>
31, 3 2, 33,34, 35,36. У1,У2, У3,У4	ОК1,ОК2, ОК3,ОК4, ОК5,ОК6, ОК7,ОК8. ОК9,ОК10 ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3, ПК1.4, ПК1.5, ПК2.1, ПК2.2.	Раздел 4. Водяные пары.	Репродуктивный	<i>Практиче с-кое занятие №6- по разделу</i>	<i>Вопросы к дифференц иальному зачёту.</i>

	ПК2.3. ПК2.4. ПК2.5. ПК2.6. ПК2.7. ПК3.1. ПК3.2. ПК3.3.				
31, 3 2, 33,34, 35,36. У1,У2, У3,У4	ОК1,ОК2, ОК3,ОК4, ОК5,ОК6, ОК7,ОК8. ОК9,ОК10 ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3, ПК1.4, ПК1.5, ПК2.1, ПК2.2. ПК2.3. ПК2.4. ПК2.5. ПК2.6. ПК2.7. ПК3.1. ПК3.2. ПК3.3.	Раздел 5. Основные понятия теории теплообмена.	Репродуктивный	<i>Вопросы для устного опроса по теме, разделу</i>	<i>Вопросы к дифференц иальному зачёту.</i>

Столбцы 1,2 заполняются в соответствии с разделом 4 рабочей программы « Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины»

Столбцы 3,4 в соответствии с п.2.2 рабочей программы «Тематический план и содержание учебной дисциплины»

3 примерный состав КОС для текущего контроля знаний, умений обучающихся по разделам и (или) темам учебных дисциплин и промежуточной аттестации.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется в форме **экзамена**.

Критериями получения экзамена являются:

- посещение лекций;
- посещение практических занятий;
- выполнение и защита заданий;
- получение положительной оценки на экзамене.

При наличии задолженностей для допуска к экзамену необходимо не иметь долгов по учебной дисциплине.

Критерии оценок:

5 - изложение полученных знаний в устной и/или письменной форме полное, в соответствии с требованиями учебной программы, допускаются несущественные ошибки, проявление познавательной активности к изучаемой дисциплине.

4 - изложение знаний в устной или письменной форме полное, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные незначительные ошибки; возможна небольшая помощь преподавателя; проявление познавательного интереса к изучаемой дисциплине.

3 - изложение знаний неполное, но не препятствующее усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправляемые с помощью преподавателя. Недостаточная самостоятельность при выполнении заданий воспроизводящего характера с помощью преподавателя. Пассивность, слабый интерес к изучаемой дисциплине.

2 - изложение учебного материала неполное, бессистемное. Существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя. Учащийся не может ответить на наводящие вопросы преподавателя, и выполнить самостоятельно задание. Отсутствие внимания на уроке, интереса к изучаемому предмету.

Приложение 1

Вопросы для зачета за семестр.

1. Что изучает техническая термодинамика
2. Термодинамическая система.
3. Классификация термодинамических систем.
4. Термодинамические параметры состояния системы.
5. Давление как один из термодинамических параметров системы.
6. Температура как один из термодинамических параметров системы.
7. Удельный объем как один из термодинамических параметров системы.
8. Уравнение состояния идеальных газов.
9. Первый закон термодинамики.
10. Внешняя работа. Изменение объема.
11. Внутренняя энергия.
12. Теплоемкость.
13. Изохорная теплоемкость.
14. Изобарная теплоемкость.
15. Энтальпия.
16. Энтропия.
17. Термодинамический процесс.
18. Равновесный термодинамический процесс.
19. Неравновесные и необратимые процессы.
20. Изохорный процесс в P-V и T-S координатах.
21. Изобарный процесс в P-V и T-S координатах.
22. Изотермический процесс в P-V и T-S координатах.
23. Адиабатный процесс в P-V и T-S координатах.
24. Политропный процесс.
25. Термический к.п.д цикла Карно.

Приложение 2

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЭКЗАМЕНА.

1. Что изучает техническая термодинамика
2. Термодинамическая система.
3. Классификация термодинамических систем.
4. Термодинамические параметры состояния системы.
5. Давление как один из термодинамических параметров системы.
6. Температура как один из термодинамических параметров системы.
7. Удельный объем как один из термодинамических параметров системы.
8. Уравнение состояния идеальных газов.
9. Первый закон термодинамики.
10. Внешняя работа. Изменение объема.

11. Внутренняя энергия.
12. Теплоемкость.
13. Изохорная теплоемкость.
14. Изобарная теплоемкость.
15. Энтальпия.
16. Энтропия.
17. Термодинамический процесс.
18. Равновесный термодинамический процесс.
19. Неравновесные и необратимые процессы.
20. Изохорный процесс в P-V и T-S координатах.
21. Изобарный процесс в P-V и T-S координатах.
22. Изотермический процесс в P-V и T-S координатах.
23. Адиабатный процесс в P-V и T-S координатах.
24. Политропный процесс.
25. Термический к.п.д цикла Карно.
26. Второй закон термодинамики.
27. Цикл теплового двигателя. Термический КПД.
28. Цикл холодильной установки. Холодильный коэффициент.
29. Цикл Карно в p-v координатах.
30. Цикл Карно в T-S координатах.
31. Понятие об энтропии.
32. Цикл Тринклера.
33. Цикл Отто, индикаторная диаграмма.
34. Цикл Отто в p-v координатах.
35. Цикл Отто в T-S координатах.
36. Цикл Дизеля, индикаторная диаграмма.
37. Цикл Дизеля в p-v координатах.
38. Цикл Дизеля в T-S координатах.
39. Цикл газотурбинной установки (ГТУ) в p-v координатах.
40. Цикл газотурбинной установки (ГТУ) в T-S координатах.
41. Способы передачи теплоты.
42. Количественные характеристики переноса теплоты.
43. Теплопроводность.
44. Коэффициент теплопроводности.
45. Перенос теплоты теплопроводностью через плоскую однородную стенку.
46. Перенос теплоты теплопроводностью через плоскую многослойную стенку.
47. Конвективный теплообмен.
48. Естественная и вынужденная конвекция.
49. Смешанная конвекция.
50. Лучистый теплообмен. Коэффициенты поглощения, отражения и пропускания.

Приложение 3

Практическое занятие № 1.

Раздел 1. «Законы газов и жидкостей. Основные параметры состояния».

Тема 1.1. Общие законы статики газов и жидкостей. Законы идеальных газов

Название практического занятия: Определение основных параметров состояния газа, используя единицы измерений в системе СИ

Учебная цель: Ознакомиться с основными параметрами состояния газа и единицами измерения системы СИ

Учебные задачи:

1. Ознакомится с каждым параметром и как они зависят друг от друга.
2. Ознакомится с единицами измерения основных параметров.

Требования к результатам усвоения учебной дисциплины:

Студент должен

уметь:

- определять основные параметры состояния газа используя формулы;
- пользоваться термодинамическими таблицами..

знать:

- параметры состояния газа;
- единицы в которых они измеряются в системе СИ.

Задачи практического занятия:

1. Получить представление о идеальном и реальном газах.
2. Получить представление о параметрах состояния газа.

Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практического занятия:

Расчет параметров и процессов идеального газа

Основными параметрами состояния являются: удельный объем, абсолютная температура, абсолютное давление.

Удельный объем v , м³/кг:

$$v = V/m = 1/\rho,$$

где V , м³ – объем, m , кг – масса, ρ , кг/м³ – плотность.

Абсолютная температура T , К:

$$T = 273,15 + t.$$

Абсолютное давление p , Па:

$$p = p_{\text{атм}} + p_{\text{изб}},$$

$$p = p_{\text{атм}} - p_{\text{вак}}.$$

где: $p_{\text{атм}}$ – атмосферное давление,

$p_{\text{изб}}$ – избыточное давление,

$p_{\text{вак}}$ – вакуумное давление.

Связь между единицами измерения:

$$1 \text{ кПа} = 10^3 \text{ Па}; \quad 1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па},$$

$$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па} = 100 \text{ кПа},$$

$$1 \text{ ат} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 98000 \text{ Па} = 98 \text{ кПа},$$

$$1 \text{ мм. рт. ст.} = 133,3 \text{ Па}.$$

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Какими параметрами характеризуется газ.
2. Дать определение давления.
3. Дать определение температуре
4. В каких единицах измеряется давление.
5. В каких единицах измеряется температура.
6. Дать определение удельного объема.
7. В каких единицах измеряется удельный объем.

Задания для практического занятия:

1. Изучить методы расчета и определения по термодинамическим таблицам основных параметров состояния газа..

Инструкция по выполнению практической работы:

1. Ознакомится с понятиями термодинамические параметры с использованием литературы.
2. Ознакомится с методами расчета параметров состояния газа
3. Решить задачи по теме.

Методика анализа и оценка результатов, полученных в ходе практического занятия

1. Полнота ответов на поставленные вопросы.
2. Решить задачу по теме
3. Умение пользоваться таблицами.

4. По результатам занятия сформулируйте вывод.
5. Оценка ставится общая, объективно по всем пунктам.

Порядок выполнения отчета по практическому занятию

1. Ответить на полученные вопросы
2. Решить задачу.

Практическое занятие № 2.

Раздел 2. «Законы термодинамики».

Тема 2.2. Термодинамические процессы газов

Название практического занятия: Исследование газовых термодинамических процессов

Учебная цель: Ознакомиться с пятью газовыми термодинамическими процессами.

Учебные задачи:

1. Ознакомиться со связью основных параметров в процессах.
2. Ознакомиться с графическим изображением процессов в p - v - T -скоординатах..

Требования к результатам усвоения учебной дисциплины:

Студент должен

уметь:

- анализировать газовые термодинамические процессы;
- читать графические изображения процессов..

знать:

- особенности каждого газового термодинамического процесса;.

Задачи практического занятия:

1. Получить представление о пяти газовых термодинамических процессах.
2. Получить представление связей между основными параметрами в процессах.
3. Научиться читать графические изображения процессов.

Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практического занятия:

В технической термодинамике рассматривают следующие основные термодинамические процессы:

- изохорный* – при постоянном объеме ($v = \text{const}$),
- изобарный* - при постоянном давлении ($p = \text{const}$),
- изотермический* – при постоянной температуре ($T = \text{const}$),
- адиабатный* – без внешнего теплообмена ($\delta q = 0$),
- политропный* – при постоянной теплоемкости.

Характеристики, относящиеся к 1 кг вещества, называются удельными, они обозначаются строчными буквами, а характеристики, относящиеся к полной массе – заглавными. Полные характеристики получают умножением удельных на величину массы:

$$Q = m \cdot q, L = m \cdot \ell$$

Уравнение состояния идеального газа:

$$p \cdot v = R \cdot T \quad \text{для 1 кг идеального газа;}$$

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T \quad \text{при расчетах с произвольной массой } m,$$

где R , Дж/(кг·К) – удельная газовая постоянная (таблица 1 Приложения).

$$R = R_{\mu} / \mu = 8,31451 \cdot 10^3 / \mu.$$

1 закон термодинамики:

$$q = \Delta u + \ell.$$

В таблице 1 приведены формулы для расчета процессов.

Таблица 1.

Процесс	Связь параметров	Работа изменения объема	Теплота

Изохорный	$p_2/p_1 = T_2/T_1$	$\ell = 0$	$q = c_v (T_2 - T_1)$
Изобарный	$v_2/v_1 = T_2/T_1$	$\ell = p (v_2 - v_1)$	$q = c_p (T_2 - T_1)$
Изотермический	$p_2/p_1 = v_1/v_2$	$\ell = RT \ln (v_2/v_1)$ $\ell = RT \ln (p_1/p_2)$	$q = \ell$
Адиабатный	$p_2/p_1 = (v_1/v_2)^k$ $T_2/T_1 = (v_1/v_2)^{k-1}$ $T_2/T_1 = (p_2/p_1)^{(k-1)/k}$	$\ell = \frac{R}{k-1} (T_1 - T_2)$	$q = 0$
Политропный	$p_2/p_1 = (v_1/v_2)^n$ $T_2/T_1 = (v_1/v_2)^{n-1}$ $T_2/T_1 = (p_2/p_1)^{(n-1)/n}$	$\ell = \frac{R}{n-1} (T_1 - T_2)$	$q = c_v \frac{n-k}{n-1} (T_2 - T_1)$

Изменение внутренней энергии идеального газа в термодинамическом процессе:

$$\Delta u = c_v \cdot (T_2 - T_1).$$

Изменение энтальпии идеального газа в термодинамическом процессе:

$$\Delta h = c_p \cdot (T_2 - T_1).$$

Массовые теплоемкости идеального газа c_p и c_v можно определить по формулам:

$$c_p = k \cdot R / (k-1); \quad c_v = R / (k-1),$$

или как отношение мольной теплоёмкости газов к молекулярной массе (таблица 2

Приложения):

$$c_v = \mu c_v / \mu, \quad c_p = \mu c_p / \mu,$$

$k = c_p / c_v$ - показатель адиабаты или коэффициент Пуассона.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Что представляет собой изохорный процесс.
2. Что представляет собой изобарный процесс
3. Что представляет собой изотермический процесс
4. Что представляет собой адиабатный процесс.
5. Что представляет собой политропный процесс..

Задания для практического занятия:

- 1 Изучить газовые термодинамические процессы.
- 2 Изучить графические изображения процессов.

Инструкция по выполнению практической работы:

1. Ознакомится с понятиями термодинамический процесс.
2. Ознакомится с порядком анализа термодинамических процессов.

Методика анализа и оценка результатов, полученных в ходе практического занятия

1. Полнота ответов на поставленные вопросы.
2. Умение читать графики процессов.
3. По результатам занятия сформулируйте вывод.
4. Оценка ставится общая, объективно по всем пунктам.

Порядок выполнения отчета по практическому занятию

1. Ответить на полученные вопросы..

Практическое занятие № 5

Раздел 3. «Циклы тепловых Двигателей.».

Тема 3.4. Термодинамические циклы ДВС

Название практического занятия: Исследование цикла Дизеля .

Учебная цель: Ознакомиться по учебной литературе с методами исследования цикла Дизеля.

Учебные задачи:

1. Ознакомится графическим изображением цикла и определить из каких термодинамических процессов он состоит.
2. Ознакомится с анализом цикла термическим к.п.д..

Требования к результатам усвоения учебной дисциплины:

Студент должен

уметь:

-исследовать цикл Дизеля;

знать:

-основные формулы для определения к.п.д цикла;

Задачи практического занятия:

1. Получить представление о анализе цикла Дизеля в $p-v$ и $T-s$ координатах.
2. Получить представление о к.п.д. цикла Дизеля.
3. Научиться читать графические изображения цикла Дизеля и определять работу и теплоту.

Обеспеченность занятия:

1. Учебно-методическая литература:
 - В.А. Кузовлев Техническая термодинамика и основы теплопередачи, М. Высшая школа. 1983.
 - О.М. Рабинович Сборник задач по технической термодинамике Машиностроение, 1973.

Дополнительные источники:

1. Справочная литература:
 - Л.М.Архипова Теплотехника Методический комплекс 2003 г;
2. Технические средства обучения:
 - Мультимедийный проектор;
 - Ноутбук.
3. Рабочая тетрадь (*обычная в клетку*).
4. Раздаточные материалы
 - термодинамические таблицы...
5. Ручка.
6. Карандаш простой

Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практического занятия:

Цикл Дизеля.

Изучение циклов с подводом теплоты при постоянном объеме показало, что для повышения экономичности двигателя, работающего по этому циклу, необходимо применять высокие степени сжатия. Но это увеличение ограничивается температурой самовоспламенения горючей смеси. Если же производить раздельное сжатие воздуха и топлива, то это ограничение отпадает. Воздух при большом сжатии имеет настолько высокую температуру, что подаваемое топливо в цилиндр самовоспламеняется без всяких специальных запальных приспособлений.

И наконец, раздельное сжатие воздуха и топлива позволяет использовать любое жидкое тяжелое и дешевое топливо— нефть, мазут, смолы, каменноугольные масла и пр.

Такими высокими достоинствами обладают двигатели, работающие с постепенным сгоранием топлива при постоянном давлении. В них воздух сжимается в цилиндре двигателя, а жидкое топливо распыляется сжатым воздухом от компрессора. Раздельное сжатие позволяет применять высокие степени сжатия (до $\epsilon = 20$) и исключает преждевременное самовоспламенение топлива. Процесс горения топлива при

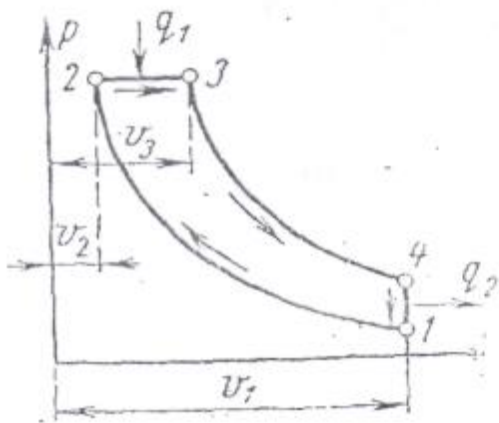


Рис. 17-4

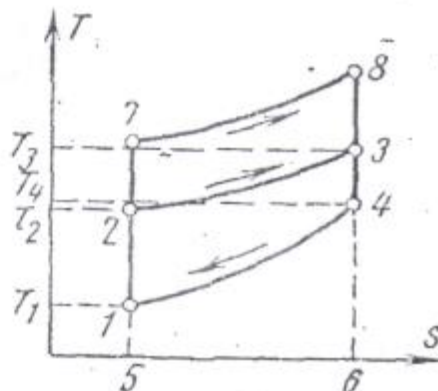


Рис. 17-5

постоянном давлении обеспечивается соответствующей регулировкой топливной форсунки. Создание такого двигателя связывают с именем немецкого инженера Дизеля, впервые разработавшего конструкцию подобного двигателя.

Рассмотрим идеальный цикл двигателя с постепенным сгоранием топлива при постоянном давлении, т. е. цикл с подводом теплоты при постоянном давлении. На рис. 17-4 и 17-5 изображен этот цикл в pV - и TS - диаграммах. Осуществляется он следующим образом. Газообразное рабочее тело с начальными параметрами p_1, v_1, T_1 сжимается по адиабате 1-2; затем телу по изобаре 2-3 сообщается некоторое количество теплоты q_1 . От точки 3 рабочее тело расширяется по адиабате 3-4. И наконец, по изохоре 4-1 рабочее тело возвращается в первоначальное состояние, при этом в теплоприемник отводится теплота q_2 .

Характеристиками цикла являются: степень сжатия $\epsilon = v_1/v_2$ и степень предварительного расширения $\rho = v_3/v_2$.

Определим термический к. п. д. цикла, полагая, что теплоемкости c_v и c_p и их отношение $k = c_p/c_v$ постоянны.

Термический к. п. д. цикла равен

$$\eta_t = (q_1 - q_2)/q_1 = 1 - (q_2/q_1)$$

Количество подведенной теплоты будет

$$q_1 = c_p(T_3 - T_2).$$

количество отведенной теплоты равно

$$q_2 = c_v(T_4 - T_1).$$

Термический к. п. д. цикла

$$\eta_t = 1 - [c_v(T_4 - T_1)/c_p(T_3 - T_2)] = [(T_4 - T_1)/k(T_3 - T_2)]$$

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Что представляет собой цикл Дизеля с подводом теплоты при постоянном давлении.
2. Из каких термодинамических процессов состоит цикл Дизеля.
3. Что такое термический к.п.д. цикла.
4. Как по графикам цикла Дизеля определить количества работы и теплоты
5. Какие достоинства и недостатки цикла Дизеля.

Задания для практического занятия:

1. Изучить цикл Дизеля и его анализ.

2. Научится читать графические изображения цикла Дизеля в p - v - T - s координатах.

Инструкция по выполнению практической работы:

1. Ознакомится с индикаторной диаграммой цикла Дизеля.
2. Ознакомится с порядком анализа цикла Дизеля.

Методика анализа и оценка результатов, полученных в ходе практического занятия

1. Полнота ответов на поставленные вопросы.
2. Умение читать графики цикла.
3. По результатам занятия сформулируйте вывод.
4. Оценка ставится общая, объективно по всем пунктам.

Порядок выполнения отчета по практическому занятию

1. Ответить на полученные вопросы..

Практическое занятие № 6

Раздел 4. «Водяные пары».

Тема 4.4. Термодинамические циклы парознергетических установок

Название практического занятия: Исследование цикла Ренкина .

Учебная цель: Ознакомиться по учебной литературе с методами исследования цикла Ренкина.

Учебные задачи:

1. Ознакомится графическим изображением цикла в p - v , T - si - h -диаграммах.
2. Ознакомится с анализом цикла и термическим к.п.д..

Требования к результатам усвоения учебной дисциплины:

Студент должен

уметь:

-исследовать цикл Ренкина;

знать:

-основные формулы для определения к.п.д цикла;.

Задачи практического занятия:

1. Получить представление о анализе цикла Ренкина в p - v , T - si h -диаграммах.
2. Получить представление о к.п.д. цикла Ренкина.
3. Ознакомится со способами повышения к.п.д. цикла Ренкина.

Обеспеченность занятия:

2. Учебно-методическая литература:

- В.А. Кузовлев Техническая термодинамика и основы теплопередачи, М. Высшая школа. 1983.

- О.М. Рабинович Сборник задач по технической термодинамике Машиностроение, 1973.

Дополнительные источники:

7. Справочная литература:

– Л.М.Архипова Теплотехника Методический комплекс 2003 г;

8. Технические средства обучения:

– Мультимедийный проектор;

– Ноутбук.

9. Рабочая тетрадь(обычная в клетку).

10. Раздаточные материалы

- термодинамические таблицы...

11. Ручка.

12. Карандаш простой

Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практического занятия:

На рис. 19-4 изображен идеальный, цикл Ренкина в p - v - $дианрамме$, Точка 4 характеризует состояние кипящей воды в котле при давлении p_1 .. Линия 4-5 изображает процесс

парообразования в котле; затем пар подсушивается в перегревателе — процесс 5-6, 6-1 — процесс перегрева пара в перегревателе при давлении p_1 . Полученный пар по адиабате 1-2 расширяется в цилиндре парового двигателя до давления P_2 в конденсаторе. В процессе 2-2' пар полностью конденсируется до состояния кипящей жидкости при давлении p_2 , отдавая теплоту парообразования охлаждающей воде. Процесс сжатия воды 2'-3 осуществляется в насосе; получающееся при этом повышение температуры воды ничтожно мало, и им в исследованиях при давлениях до 30—40 бар

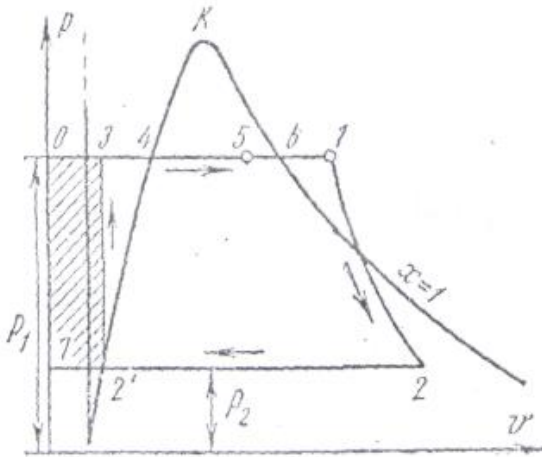


Рис. 19-4

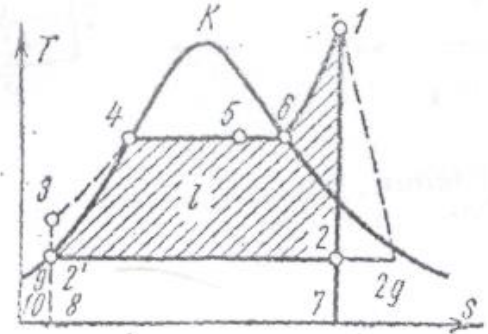


Рис. 19-5

пренебрегают. Линия 3-4 изображает изменение объема воды при нагревании от температуры в конденсаторе до температуры кипения. Работа насоса изображается заштрихованной пл. $-032'7$. Энтальпия пара при выходе из перегревателя в точке 1 равна i_1 и на Ts -диаграмме (рис. 19-5)* изображается пл. $92' 34617 109$. Энтальпия пара при входе в конденсатор в точке 2 равна i_2 и на Ts -диаграмме изображается пл. $92' 27 109$. Энтальпия воды при выходе из конденсатора в точке 2' равна i_2' и на Ts -диаграмме изображается пл. $92' 8109$. Полезная работа пара в цикле Ренкина изображается на $p\nu$ -диаграмме пл. $2'346122'$ (рис. 19-5).

Если в цикле Ренкина учитывать работу, насоса, то процесс адиабатного сжатия воды в нем представится на Ts -диаграмме (рис. 19-5) адиабатой 2'-3, а изобара 3-4 соответствует нагреванию воды в котле при давлении p_1 до соответствующей температуры кипения.

Термический к. п. д. цикла Ренкина определяется по уравнению

$$\eta_t = (q_1 - q_2)/q_1.$$

Теплота q_1 в цикле подводится при $p = const$ в процессах 3-4 (подогрев воды до температуры кипения), 4-6 (парообразование) и 6-1 (перегрев пара) (см. рис. 19-5).

Для 1 кг пара q_1 равно разности энтальпий начальной и конечной точек процесса

$$q_1 = i_1 - i_3.$$

Это количество теплоты изображается на Ts -диаграмме пл. $82'346178$. Отвод теплоты q_2 осуществляется в конденсаторе по изобаре 2-2', следовательно,

$$q_2 = i_2 - i_2'.$$

Отводимая теплота изображается на Ts -диаграмме пл. $2' 2782'$. Термический к. п. д. цикла Ренкина определяем по уравнению

$$\eta_t = [(i_1 - i_2) - (i_3 - i_2')]/(i_1 - i_3)$$

Термический к. п. д. цикла может быть также получен по уравнению

$$\eta_t = l/q_1.$$

где l — полезная работа цикла.

Полезная работа цикла равна работе паровой турбины без работы, затраченной на привод насоса. Работа паровой турбины равна уменьшению энтальпии в процессе 1-2

$$l_p = i_1 - i_2.$$

При адиабатном сжатии воды в насосе к подаче ее в котел затрачивается работа

$$l_n = i_3 - i'_2.$$

Тогда

$$l = l_p - l_n = (i_1 - i_2) - (i_3 - i'_2).$$

отсюда к. п. д. цикла Ренкина равен

$$\eta_t = [(i_1 - i_2) - (i_3 - i'_2)] / (i_1 - i_2)$$

Учитывая, что вода практически несжимаема, уравнение можно представить в ином виде.

При адиабатном сжатии, воды в насосе и $v = \text{const}$.

$$i_n = i_3 - i'_2 = \int_{p_1}^{p_2} v dp = v(p_1 - p_2).$$

где v — удельный объем воды при давлении p_2 ,

Работа на привод насоса изображается на pv -диаграмме пл. 032'70 (см. рис. 19-1).

Заменив в уравнении (19-1) разность $(i_3 - i'_2)$ на $v(p_1 - p_2)$, получим

$$\eta_t = [(i_1 - i_2) - v(p_1 - p_2)] / (i_1 - i_2).$$

но

$$i_3 = i'_2 + v(p_1 - p_2).$$

поэтому

$$\eta_t = [(i_1 - i_2) - v(p_1 - p_2)] / [i_1 - i'_2 - v(p_1 - p_2)] \quad (19 - 2)$$

В таком виде уравнение для термического к. п. д. цикла Ренкина применяется в технических расчетах.

Напомним, что при невысоких давлениях в расчетах цикла Ренкина делают следующие допущения: не учитывают повышения температуры воды при адиабатном сжатии в насосе (практически точки 3 и 2' в Ts -диаграмме сливаются) полагают, что изобары жидкости сливаются с пограничной кривой жидкости вследствие того, что удельный объем воды весьма мал по сравнению с объемом пара; пренебрегают работой насоса. Поэтому цикл Ренкина с учетом этих допущений принимает вид, изображенный на рис. 19-6,

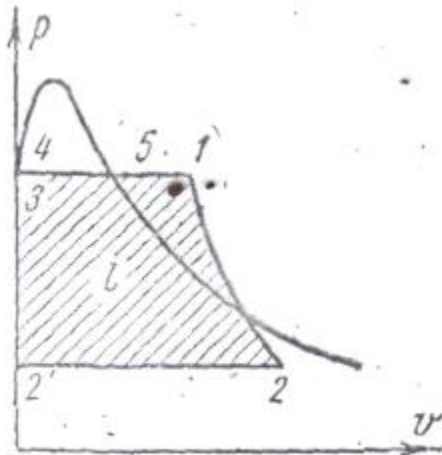


Рис. 19-6

а термическим к. п. д. паротурбинного цикла определяется по приближенной формуле
Место для формулы. (19-3)

Термический к. п. д. цикла Ренкина равен отношению адиабатного теплогидения к энтальпии перегретого пара минус энтальпия кипящей воды при давлении и в конденсаторе и вычисляется по таблицам или по h -диаграмме водяного пара, •
При расчетах паротурбинных установок

и отдельных, элементов в нем требуется знание массового удельного расхода пара, обычно обозначаемого буквой u . Теоретический массовый удельный расход пара в килограммах на 1 $MДж$ составляет

V

Рис. 19-6

$g_{сop} \leq 1000/(U_3$

- 2.
- 3.
- 4.

где U_1 и U_2 — энтальпия, $кж/кг$.

Потери от необратимого расширения пара в двигателе учитываются внутренним относительным $\kappa!$ п. д. турбины

где U_3 ; (U_3 — энтальпия $к$ копне действительного расширения пара в тур-
• бине. 1

Потери от необратимости, уменьшая полезную работу, увеличивают удельный расход *пара*:

$<1\Gamma1 — 1000/(7, \bullet — /,п).$

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Что представляет собой цикл Ренкина.
2. Как выглядит схема ПСУ.
3. Что такое термический к.п.д. цикла.
4. Как по графикам цикла Ренкина определить количества работы и теплоты
5. Какие достоинства и недостатки цикла Ренкина.

Задания для практического занятия:

1. Изучить цикл Ренкина и его анализ.
2. Научится читать графические изображения цикла Ренкина в $p-v$ - $T-s$ и h - s диаграммах.

Инструкция по выполнению практической работы:

1. Ознакомится циклом Ренкина в $p-v$, $T-s$ и h - s диаграммах .
2. Ознакомится с порядком анализа цикла Ренкина.

Методика анализа и оценка результатов, полученных в ходе практического занятия

1. Полнота ответов на поставленные вопросы.
2. Умение читать диаграммы цикла.
3. По результатам занятия сформулируйте вывод.
4. Оценка ставится общая, объективно по всем пунктам.

Порядок выполнения отчета по практическому занятию

1. Ответить на полученные вопросы..

Вопросы для дифференцированного зачета за первый семестр.

51. Что изучает техническая термодинамика
52. Термодинамическая система.
53. Классификация термодинамических систем.
54. Термодинамические параметры состояния системы.
55. Давление как один из термодинамических параметров системы.
56. Температура как один из термодинамических параметров системы.
57. Удельный объем как один из термодинамических параметров системы.
58. Уравнение состояния идеальных газов.
59. Первый закон термодинамики.
60. Внешняя работа. Изменение объема.
61. Внутренняя энергия.
62. Теплоемкость.
63. Изохорная теплоемкость.

64. Изобарная теплоемкость.
65. Энтальпия.
66. Энтропия.
67. Термодинамический процесс.
68. Равновесный термодинамический процесс.
69. Неравновесные и необратимые процессы.
70. Изохорный процесс в P-V и T-S координатах.
71. Изобарный процесс в P-V и T-S координатах.
72. Изотермический процесс в P-V и T-S координатах.
73. Адиабатный процесс в P-V и T-S координатах.
74. Политропный процесс.
75. Термический к.п.д цикла Карно.
76. Второй закон термодинамики.
77. Цикл теплового двигателя. Термический КПД.
78. Цикл холодильной установки. Холодильный коэффициент.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЗАЧЕТА.

1. Что изучает техническая термодинамика
2. Термодинамическая система.
3. Классификация термодинамических систем.
4. Термодинамические параметры состояния системы.
5. Давление как один из термодинамических параметров системы.
6. Температура как один из термодинамических параметров системы.
7. Удельный объем как один из термодинамических параметров системы.
8. Уравнение состояния идеальных газов.
9. Первый закон термодинамики.
10. Внешняя работа. Изменение объема.
11. Внутренняя энергия.
12. Теплоемкость.
13. Изохорная теплоемкость.
14. Изобарная теплоемкость.
15. Энтальпия.
16. Энтропия.
17. Термодинамический процесс.
18. Равновесный термодинамический процесс.
19. Неравновесные и необратимые процессы.
20. Изохорный процесс в P-V и T-S координатах.
21. Изобарный процесс в P-V и T-S координатах.
22. Изотермический процесс в P-V и T-S координатах.
23. Адиабатный процесс в P-V и T-S координатах.
24. Политропный процесс.
25. Термический к.п.д цикла Карно.
26. Второй закон термодинамики.
27. Цикл теплового двигателя. Термический КПД.
28. Цикл холодильной установки. Холодильный коэффициент.
29. Цикл Карно в p-v координатах.
30. Цикл Карно в T-S координатах.
31. Понятие об энтропии.
32. Цикл Тринклера.
33. Цикл Отто, индикаторная диаграмма.

34. Цикл Отто в $p-v$ координатах.
35. Цикл Отто в $T-S$ координатах.
36. Цикл Дизеля , индикаторная диаграмма.
37. Цикл Дизеля в $p-v$ координатах.
38. Цикл Дизеля в $T-S$ координатах.
39. Цикл газотурбинной установки (ГТУ) в $p-v$ координатах.
40. Цикл газотурбинной установки (ГТУ) в $T-S$ координатах.
41. Способы передачи теплоты.
42. Количественные характеристики переноса теплоты.
43. Теплопроводность.
44. Коэффициент теплопроводности.
45. Перенос теплоты теплопроводностью через плоскую однородную стенку.
46. Перенос теплоты теплопроводностью через плоскую многослойную стенку.
47. Конвективный теплообмен.
48. Естественная и вынужденная конвекция.
49. Смешанная конвекция.
50. Лучистый теплообмен. Коэффициенты поглощения, отражения и пропускания.