

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ МОРСКОЙ РЫБОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»
(филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
профессионального образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ
ВрИО Директора



С.П. Сергиенко

«31» августа 2022 года

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«Техническая термодинамика и теплопередача»**

**По специальности
26.02.05 «Эксплуатация судовых энергетических установок»**

Фонд оценочных средств разработан на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 26.02.05 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Разработчик: Тесля С.И. – преподаватель СПбМРК

Рецензенты: Пантелеев Г.М. – преподаватель СПбМРК

Алексашкин М.С. – зам. ген. Директора по безопасности мореплавания
ООО «Навигаторь»

Рассмотрен на заседании предметной (цикловой) комиссии судомеханических дисциплин

Протокол № _____ от «___» _____ 2019 г.

Председатель ПЦК _____ (_____)

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ | 4 |
| 1.1 Область применения | 4 |
| 1.2 Результаты освоения дисциплины, подлежащие контролю | 4 |
| 1.3 Организация контроля и оценки освоения текущей программы дисциплины | 5 |
| 2. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ОСВОЕНИЙ УМЕНИЙ И ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 6 |
| 2.1 Материалы текущего контроля успеваемости | 6 |
| 2.1.1. Материалы текущего контроля успеваемости по форме «Устный опрос» | 6 |
| 2.1.2. Материалы текущего контроля успеваемости по форме «Практическая работа» | 35 |
| 2.1.3. Материалы текущего контроля успеваемости по форме «Контрольная работа» | 39 |
| 2.2 Материалы промежуточной аттестации | 49 |

1. Паспорт фонда оценочных средств

1.1 Область применения

Фонд оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплопередача» программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 26.02.05 «Эксплуатация судовых энергетических установок».

ФОС включает контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в форме экзамена. Итогом экзамена является оценка в баллах: «5» - отлично; «4» - хорошо; «3» - удовлетворительно; «2» - неудовлетворительно.

ФОС позволяет оценивать уровень освоения знаний и умений по дисциплине.

1.2 Результаты освоения дисциплины, подлежащие контролю

В результате контроля и оценки по дисциплине осуществляется проверка следующих знаний и умений по показателям:

Таблица 1

| Результаты обучения | Формы и методы контроля и оценки результатов обучения |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: <ul style="list-style-type: none">- Описывать и объяснять физические явления и свойства тел, в основе которых лежат законы термодинамики- Отличать гипотезы от научных теорий- Приводить примеры, показывающие, что основы теории термодинамики дают возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывающие еще неизвестные явления- Приводить примеры практического использования знаний термодинамики- Оценивать информацию, содержащуюся в СМИ, интернете, научно-популярных статьях- Применять полученные знания для решения термодинамических задач- Измерять ряд физических величин, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии- Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности, повседневной жизни; для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи, оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения | <ul style="list-style-type: none">- Устный опрос;- Контроль выполнения практической работы;- Контроль выполнения контрольной работы;- Аттестационный текущий контроль успеваемости;- Экзамен. |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| окружающей среды. | |
| Знать: | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Что такое физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие - Смысл физических величин: температура, теплота, теплоёмкость, давление, энтропия, энергия и т.д. - Смысл физических законов термодинамики: Менделеева-Клапейрона, основных уравнений МКТ, сохранения тепловой энергии, первого и второго начала термодинамики, цикла Карно и др. | <ul style="list-style-type: none"> - Устный опрос; - Контроль выполнения практической работы; - Контроль выполнения контрольной работы; - Аттестационный текущий контроль успеваемости; - Экзамен. |

1.3 Организация контроля и оценки освоения текущей программы дисциплины

Основными формами проведения текущего контроля знаний на занятиях являются: устный опрос, выполнение практической и контрольных работ по теме.

Таблица 2

| Раздел/тема дисциплины | Формы и методы текущего контроля и оценки результатов обучения |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Тема 1. Теоретические основы термодинамики | Устный опрос. Практическая работа. Контрольная работа |
| Тема 2. Циклы и рабочие процессы | Устный опрос |
| Тема 3. Термодинамические циклы ДВС и компрессорных машин | Устный опрос |
| Тема 4. Термодинамические циклы паросиловых установок | Устный опрос |
| Тема 5. Основы теплопередачи | Устный опрос |

Оценка освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплопередача» предусматривает систему оценивания: результаты текущей аттестации, выполнения контрольной работы и промежуточной аттестации.

Экзамен проводится в срок, установленный учебным планом, и определяемый календарным учебным графиком образовательного процесса.

2. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ОСВОЕНИЯ УМЕНИЙ И ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

2.1 Материалы текущего контроля успеваемости

Текущий контроль проводится ежемесячно в течение всего периода обучения. Формы текущего контроля представлены в таблице № 2 пункта 1.3. в паспорте фонда оценочных средств по дисциплине.

2.1.1. Материалы текущего контроля успеваемости по форме «Устный опрос»

Контроль по освоению темы в форме устного опроса по основным понятиям. Опрос направлен на проверку усвоения пройденного материала, а также на способность обучающихся формулировать четкие ответы на поставленные вопросы.

Критерии оценки результата:

Оценка 5 (отлично) На все вопросы билета даны полные и правильные ответы; сделан самостоятельный вывод всех формул и дано правильное толкование физического смысла присутствующих в них величин и коэффициентов; показано умение, пользоваться нормативным материалом и знание Международной системы единиц (СИ; приведены примеры природных явлений, в основе которых лежат изложенные при ответе законы термодинамики.

Оценка 4 (хорошо) Не на все вопросы билета даны полные и правильные ответы; самостоятельный вывод всех формул сделан с некоторыми ошибками и не все присутствующие в них величин и коэффициенты правильно истолкованы с точки зрения их физического смысла; показано умение, пользоваться нормативным материалом и знание Международной системы единиц (СИ); приведены примеры природных явлений, в основе которых лежат изложенные при ответе законы термодинамики.

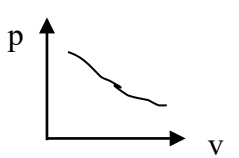
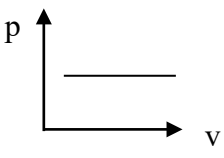
Оценка 3 (удовлетворительно) На все вопросы билета даны не полные ответы; формулы написаны с ошибками, не дано правильного толкование физического смысла присутствующих в них величин и коэффициентов; полного знание единиц СИ нет и явно выражено не умение, пользоваться нормативным материалом.

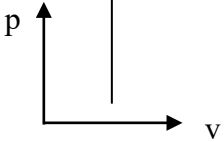
Оценка 2 (неудовлетворительно) Ни на один вопрос билета нет полного и правильного ответа; формулы не написаны или написаны неверно и нет понимание физического смысла присутствующих в них величин и коэффициентов; полное незнание единиц СИ.

Перечень вопросов для устного опроса

Раздел 1. Термодинамика и теплотехника

Тема 1. Теоретические основы термодинамики

| Вопрос | Правильный ответ | Вопрос | Правильный ответ |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Изотермический процесс | Процесс, протекающий при постоянной температуре | Работа газа при изохорном процессе | Равна нулю |
| Работа газа при изобарном процессе | $A = p \Delta V$ | Изотермический процесс в pV -координатах |  |
| Изобарный процесс в pV -координатах |  | Изопроцесс | Изопроцесс – (гр. «isos» - равный, одинаковый) процесс, при котором один из параметров состояния газа остается постоянным. |

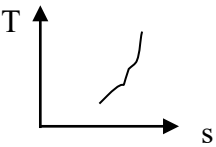
| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Изохорный процесс в pV -координатах |  | Изобарный процесс | Процесс, протекающий при постоянном давлении газа |
| Равновесные процессы | Равновесные процессы – температура и давление рабочего тела одинаковы по всей его массе. | Термодинамический процесс | Это процесс изменения состояния р.т., при котором параметры состояния изменяются, а масса р.т., совершающего процесс, остаётся неизменной. |
| Теплоёмкость смеси газов $c_{см} = c_1g_1 + c_2g_2 + \dots + c_n g_n$ | c_n - удельная теплоёмкость чистого газа g_n - массовая доля этого чистого газа в смеси | c_p и c_v Что это и какая больше | c_p - удельная теплоёмкость газа при постоянном давлении c_v - удельная теплоёмкость газа при постоянном объеме $c_p > c_v$ |
| Удельная теплоёмкость | Удельная теплоёмкость – количество теплоты, которое надо подвести к единице количества вещества (1 кг), чтобы нагреть его на один градус. | Теплоёмкость | Теплоёмкость – характеристика способности тела принимать или отдавать теплоту $C_{тела} = \Delta Q / \Delta t$ |
| Калория | Количество теплоты, необходимое для нагревания 1 г воды на 1 градус. 1 кал = 4,19 Дж. | Закон сохранения энергии для тепловых процессов | Закон сохранения энергии для тепловых процессов – полная энергия теплоизолированной системы сохраняется. |
| Первый закон термодинамики | Если подводим тепло к системе, то оно идет на изменение внутренней энергии и на совершение работы над внешними силами. $Q = \Delta U + A$ – первый закон термодинамики | Теплота | Теплота – это то, что делает предметы горячее, расплавляет твердые вещества или испаряет жидкости. |
| Существует два способа изменения внутренней энергии | Существует два способа изменения внутренней энергии системы: | Теплообмен | Теплообмен - процесс передачи энергии от одного тела к другому, |

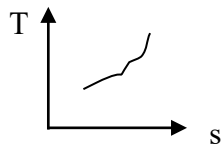
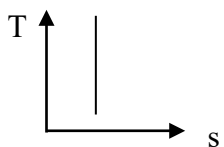
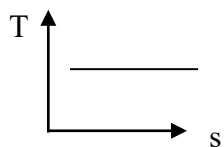
| | | | |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| системы: | а) превращение механической энергии во внутреннюю и наоборот путем совершения работы (сжимаем газ в цилиндре). Обратимый процесс; б) теплообмен - процесс передачи энергии от одного тела к другому, имеющему более низкую температуру, без совершения работы. | | имеющему более низкую температуру, без совершения работы. |
| Внутренняя энергия | Внутренняя энергия – сумма кинетических энергий всех частиц, из которых состоит тело, и потенциальной энергии взаимодействия этих частиц между собой. | Тепловые процессы | Тепловые процессы – процессы, связанные с изменением температуры или агрегатного состояния вещества. |
| Парциальное давление | Парциальное давление - это давление одного газа в смеси при условии, что он один занимает весь объем. | Закон Дальтона | Давление смеси идеальных газов равно сумме парциальных давлений входящих в неё газов. |
| Газовая смесь | Газовая смесь – это смесь, состоящая из нескольких различных чистых газов (воздух, выхлопные газы и др.). | Чистый газ | Чистый газ – все молекулы его одинаковы (кислород, углекислый газ, водяной пар, аммиак NH ₃ и т.п.). |
| Уравнение Клапейрона $pV/T = \text{const}$ | p – давление газа V – объем газа T - абсолютная температура | Прокомментировать формулу $p = 2/3 n \epsilon_k$ | n – концентрация молекул газа ϵ_k – кинетическая (полная) энергия молекулы p – давление газа |
| Прокомментировать формулу $p = n kT$ | n – концентрация молекул газа k – постоянная Больцмана p – давление газа T - абсолютная | Прокомментировать формулу $\epsilon_k = 3/2 kT$ | ϵ_k – кинетическая (полная) энергия молекулы k – постоянная Больцмана T - абсолютная температура |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | температура | | |
| Прокомментировать формулу $U = 3/2 M / \mu RT$ | U – внутренняя (полная) энергия газа T - абсолютная температура M – масса газа μ – молярная масса газа R – молярная газовая постоянная | Прокомментировать формулу $U = 3/2 p V$ | U – внутренняя (полная) энергия газа p – давление газа V – объем газа |
| Уравнение Менделеева-Клапейрона $p V = M / \mu RT$ | p – давление газа V – объем газа T - абсолютная температура M – масса газа μ – молярная масса газа R – молярная газовая постоянная | Закон Гей-Люссака | при M= const и p = const. $V_1 / V_2 = T_1 / T_2$ |
| Закон Шарля | при M= const и V = const $p_1 / p_2 = T_1 / T_2$ | Закон Бойля-Мариотта | $pV = \text{const}$, при постоянной массе и температуре газа, т.е. $p_1 V_1 = p_2 V_2$, при постоянной массе и температуре газа. |
| Международная практическая температурная шкала – шкала Цельсия | Международная практическая температурная шкала – это шкала Цельсия Опорные (реперные) точки: 0°C – температура таяния льда, 100°C – кипения воды при нормальном атмосферном давлении. | Абсолютная термодинамическая шкала – шкала Кельвина | Температура по термодинамической, или по абсолютной шкале температур. Это шкала Кельвина. $T = t^\circ\text{C} + 273$; $t^\circ\text{C} = T - 273$; |
| Температура | Температура – это физическая характеристика состояния вещества, определяемая средней кинетической энергией хаотического движения его частиц. Температура характеризует степень | Плотность вещества | <u>Плотность</u> в СИ – масса единицы объема (удельный вес – вес единицы объема). $\rho = m / V$ |

| | | | |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | нагретости вещества. | | |
| Единицы измерения давления | Паскаль, атмосфера, бар, мм рт. ст. | Давление | <u>Давление</u> - сила, действующая на единицу поверхности и направленная перпендикулярно к ней. $P = F / S$ |
| Термодинамика | Термодинамика (гр. «тепло + сила, связанная с движением материи») – наука о закономерностях преобразования энергии в различных физических, химических и других процессах, сопровождающихся поглощением или выделением тепла. | Чем пар отличается от газа | Парами называют такие газообразные тела, которые при <u>обычных</u> давлениях и температурах, встречающихся в практических условиях, легко превращаются в жидкость. Газы, при таких же условиях (т.е. обычных) остаются в газообразном состоянии. |
| Чем газ отличается от пара | Парами называют такие газообразные тела, которые при <u>обычных</u> давлениях и температурах, встречающихся в практических условиях, легко превращаются в жидкость. Газы, при таких же условиях (т.е. обычных) остаются в газообразном состоянии. | Теория теплопередачи | Теория теплопередачи – наука, изучающая вопросы передачи теплоты, или, как мы с вами будем говорить в дальнейшем, изучающая вопросы теплообмена. |
| Идеальный газ | Идеальный газ – это газ, молекулы которого не обладают силами взаимодействия, а сами молекулы представляют собой материальные точки с бесконечно малыми объемами. | Техническая термодинамика | Техническая термодинамика – наука, изучающая законы превращения тепловой энергии в механическую при помощи тепловых двигателей. |

Раздел 1. Термодинамика и теплотехника
 Тема 2. Циклы и рабочие процессы
 Тема 3. Термодинамические циклы ДВС и компрессорных машин

| Вопрос | Правильный ответ | Вопрос | Правильный ответ |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Линия 3 – 4 обратного цикла Карно</p> | <p>В процессе 3-4 давление повышается, объем уменьшается, температура повышается до T_1, равной температуре теплоотдатчика Это адиабата. В реальном холодильнике компрессор выдавливает хладагент в специальную камеру сжатия, откуда хладагент попадает в наружный змеевик (наружный радиатор).</p> | <p>Линия 4 - 1 обратного цикла Карно</p> | <p>Это уже изотермическое сжатие, при котором теплота Q_1 отводится теплоотдатчиком от рабочего тела. в наружный воздух. Это изотерма. В реальном холодильнике в точке «4» хладагент доходит до наружного змеевика и начинается отдача тепла в наружный воздух.</p> |
| <p>Второй закон термодинамики</p> | <p><u>1-я.</u> Теплота не может переходить от менее нагретого тела к более нагретому без совершения внешней работы. <u>2-я.</u> Теплота только тогда может быть превращена в работу, когда имеется перепад температур, т.е. при наличии теплоотдатчика и теплоприемника. <u>3-я.</u> Только часть теплоты, взятой от теплоотдатчика, может быть преобразована в работу. Остальная же часть этой теплоты д.б. отдана теплоприемнику.</p> | <p>Изохорный процесс в Ts – координатах</p> |  |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Три основных элемента теплового двигателя | Теплоприемник, теплоотдатчик и рабочее тело | Изобарный процесс в Ts – координатах |  |
| Адиабатический процесс в Ts – координатах |  | Изотермический процесс в Ts – координатах |  |
| КПД цикла Карно | $\eta = (Q_1 - Q_2) / Q_1$ $\eta = (T_1 - T_2) / T_1$ | Максимально возможный КПД теплового двигателя | $\eta = (Q_1 - Q_2) / Q_1$ $\eta = (T_1 - T_2) / T_1$ |
| Как изменяется энтропия системы при необратимых термодинамических процессах | Увеличивается | Линия 1 – 2 прямого цикла Карно | Идет процесс изотермического расширения газа с забором теплоты Q_1 от теплоотдатчика, т.е. на этапе 1-2 теплота Q_1 подводится к рабочему телу, температура его остаётся постоянной. Эта линия – изотерма. |
| Точка 1 прямого цикла Карно | <u>Точка «1»</u> - Поршень в крайнем левом положении, давление максимальное, объем минимальный, температура максимальная и равна температуре теплоотдатчика T_1 , рабочее тело сообщается с теплоотдатчиком, и начинается процесс расширения. Рабочее тело забирает тепло теплоотдатчика при постоянной температуре T_1 | Точка 2 прямого цикла Карно | Поршень в среднем положении, подвод теплоты закончен, рабочее тело отключается от теплоотдатчика, и процесс расширения газа происходит адиабатически. |
| Линия 2 - 3 обратного цикла Карно | В процессе 2-3 подводится теплота Q_2 от теплоприемника к | Линия 2 - 3 прямого цикла Карно | Адиабатическое расширение газа с понижением |

| | | | |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>рабочему телу (забираем тепло из нутра холодильника - продуктов в холодильнике и передаем его хладагенту). Процесс происходит при постоянной низкой температуре T_2. Это изотерма.</p> | | <p>температуры до T_2, равной температуре теплоприёмника. Эта линия – адиабата.</p> |
| <p>Линия 1 – 2 обратного цикла Карно</p> | <p>Перемещаем поршень вправо, давление падает, объем увеличивается, температура снижается до температуры теплоприемника T_2. Цилиндр в цикле Карно полностью изолирован от внешней среды, поэтому это процесс адиабатический. На диаграмме это адиабата. В реальном холодильнике это происходит в специальной расширительной камере перед попаданием в «морозилку».</p> | <p>Линия 3 - 4 прямого цикла Карно</p> | <p>Идет процесс изотермического сжатия газа с отдачей теплоты Q_2 теплоприемнику, т.е. на этапе 3-4 теплота Q_2 отводится от рабочего тела, температура его остаётся постоянной, равной температуре теплоприёмника T_2. Эта линия – изотерма.</p> |
| <p>Прямой цикл</p> | <p>Процессы, соответствующие расширению газа, принято называть прямыми процессами</p> | <p>Обратный цикл</p> | <p>Процессы, соответствующие сжатию газа, принято называть обратными процессами.</p> |
| <p>Точка 3 прямого цикла Карно</p> | <p>Поршень пришел в крайнее правое положение. Объем газа максимальный, давление минимальное, температура минимальная, равная температуре теплоприёмника T_2.</p> | <p>Точка 4 прямого цикла Карно</p> | <p>Поршень в среднем положении, отвод теплоты закончен, рабочее тело отсоединяется от холодильника, и дальнейшее сжатие будет идти адиабатически.</p> |

| | | | |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Рабочее тело сообщается с холодильником, начинается изотермическое сжатие. | | |
| Как изменяется энтропия системы при обратимых процессах | Не изменяется | Работа газа при изотермическом процессе | $A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$ |
| Точка 4 обратного цикла Карно | Поршень в среднем положении, рабочее тело сообщается с теплоотдатчиком, где продолжается его дальнейшее сжатие. | Обратимые процессы | Обратимость: процесс можно осуществить в прямом и обратном направлении. |
| Точка 3 обратного цикла Карно | Поршень дошел до крайнего правого положения, и начинается обратный ход поршня. | Точка 2 обратного цикла Карно | Поршень в среднем положении, рабочее тело сообщается с источником теплоты. В реальном холодильнике попадает в змеевик морозилки, который сообщается с источником теплоты (колбасой). |
| Точка 1 обратного цикла Карно | Поршень в крайнем левом положении, рабочее тело сжато до предела V_1 , находится под большим давлением p_1 , температура его высокая T_1 , равная температуре теплоотдатчика. | Прокомментировать формулу $\chi = Q_2 / (Q_1 - Q_2) = T_2 / (T_1 - T_2)$ | χ - холодильный КПД Q_2 – теплота подводимая к теплоприемнику Q_1 – теплота отводимая теплоотдатчиком T_2 – температура теплоприемника T_1 – температура теплоотдатчика |
| Как изменяется энтропия системы при обратимых процессах | Не изменяется | Необратимые процессы | Необратимые процессы – это процессы или вообще |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | неосуществимые в обратном направлении, или же обратный процесс происходит при других параметрах и с затратой работы извне. Иначе говоря, при обратном процессе не восстанавливается первоначальное состояние и рабочего тела, и внешней среды. |
| Термодинамический цикл дизельных двигателей - цикл со смешанным подводом теплоты– прокомментировать одну линию по выбору | Рассказ по диаграмме процесса | Термодинамический цикл карбюраторных двигателей - цикл с изохорным подводом теплоты– прокомментировать одну линию по выбору | Рассказ по диаграмме процесса |
| Термодинамический цикл газотурбинных двигателей - цикл с изобарным подводом теплоты– прокомментировать одну линию по выбору | Рассказ по диаграмме процесса | Термодинамический цикл одноступенчатого компрессора– прокомментировать одну линию по выбору | Рассказ по диаграмме процесса |
| На какие две группы подразделяются компрессоры | По способу выполнения процесса сжатия компрессоры можно разделить на две основные группы. Первая группа – компрессоры объемного сжатия. Вторая группа – компрессоры кинетического сжатия. | Какие компрессоры называются компрессорами первой группы | Первая группа – компрессоры объемного сжатия. В них давление повышается за счет уменьшения объема рабочего пространства. Это поршневые компрессоры. |
| Какие компрессоры называются компрессорами второй группы | Вторая группа – компрессоры кинетического сжатия. В них процесс сжатия | Термодинамический цикл двухступенчатого компрессора – прокомментировать одну | Рассказ по диаграмме процесса |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | происходит при принудительном движении газа, при котором его кинетическая энергия переходит в потенциальную. | линию по выбору | |
| По какой формуле определяется степень повышения давления в компрессоре | Отношение давления на выходе из компрессора к давлению на входе называется степенью повышения давления $k = p_2 / p_1$ | Какие машины называются компрессорами | Компрессорами называются машины для сжатия газов со степенью повышения давления больше 1,1. |
| Линия 5-6 на pV – диаграмме двухступенчатого компрессора | Сжатие газа в цилиндре второй ступени. Политропа | Линия 6-7 на pV – диаграмме двухступенчатого компрессора | Нагнетание сжатого воздуха из ЦВД в нагнетательный трубопровод |
| Линия 3-4 на pV – диаграмме двухступенчатого компрессора | Нагнетание газа в холодильник | Линия 4-5 на pV – диаграмме двухступенчатого компрессора | Поступление газа из холодильника в ЦВД |
| Линия 1-2 на pV – диаграмме двухступенчатого компрессора | Всасывание газа в ЦНД. | Линия 2-3 на pV – диаграмме двухступенчатого компрессора | Сжатие в первой ступени. Политропа |

Раздел 1. Термодинамика и теплотехника
Тема 4. Термодинамические циклы паросиловых установок

| Вопрос | Правильный ответ | Вопрос | Правильный ответ |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>В чем отличия цикла Ренкина от цикла Карно</p> | <p>1. Используется перегретый пар 2. Конденсация отработанного пара происходит полностью. 3. Не требуется компрессор, а используется насос.</p> | <p>Почему в реальных паровых двигателях используется перегретый пар</p> | <p>Перегретый пар имеет следующие преимущества перед насыщенным: 1 Когда перегретый пар будет отдавать свою теплоту в паровой машине, температура его понизится, но конденсации не будет (температура еще высокая). Когда влажный пар отдает теплоту, это всегда связано с его конденсацией, а это нежелательное явление для тепловой машины. 2 Теплопроводность перегретого пара меньше и он меньше теряет теплоты и дольше её сохраняет (мокрые ноги стынут быстрее) 3 Запас внутренней энергии перегретого пара полностью зависит от температуры, т.к. энергия молекулы $e = 3/2 kT$.</p> |
| <p>В чем преимущества перегретого пара перед просто сухим паром</p> | <p>Перегретый пар имеет следующие преимущества перед насыщенным: 1 Когда перегретый пар будет отдавать свою теплоту в паровой машине, температура его понизится, но конденсации не будет (температура еще</p> | <p>У какого двигателя лучше КПД – работающего по циклу Ренкина или циклу Карно</p> | <p>Карно</p> |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>высокая). Когда влажный пар отдает теплоту, это всегда связано с его конденсацией, а это нежелательное явление для тепловой машины.</p> <p>2 Теплопроводность перегретого пара меньше и он меньше теряет теплоты и дольше её сохраняет (мокрые ноги стынут быстрее)</p> <p>3 Запас внутренней энергии перегретого пара полностью зависит от температуры, т.к. энергия молекулы $e = 3/2 kT$.</p> | | |
| <p>Линия 3-4 на pV – диаграмме цикла Карно парового двигателя</p> | <p>Пар поступает в конденсатор, где происходит отбор теплоты от отработавшего пара при постоянном давлении. Очевидно, что эта изобара 3-4 является одновременно и изотермой с температурой, соответствующей температуре кипения. Точка 4 – точка окончания отбора теплоты – лежит в области влажного насыщенного пара, т.к. конденсация не полная – в конденсаторе образуется смесь воды и пара.</p> | <p>Линия 4-1 на pV – диаграмме цикла Карно парового двигателя</p> | <p>Адиабата сжатия в компрессоре не успевшего сконденсироваться пара и подача его питательным насосом в котел. Температура конденсата при сжатии повышается до температуры кипения при давлении в котле. Цикл замкнулся.</p> |
| <p>Линия 1-2 на pV – диаграмме цикла Карно парового двигателя</p> | <p>Вода при температуре кипения поступает в паровой котел. Это точка 1. Здесь к ней подводится теплота и вода под постоянным давлением начинает превращаться во влажный пар, а затем в сухой насыщенный.</p> | <p>Линия 2-3 на pV – диаграмме цикла Карно парового двигателя</p> | <p>Адиабата 2-3 изображает процесс расширения пара в паровой турбине или паровой машине.</p> |

| | | | |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Очевидно, что эта изобара является одновременно и изотермой. | | |
| Точка 6 на pV – диаграмме «вода – пар» | Влажный пар | Что такое насыщенный пар? | Когда число испарившихся молекул будет равно количеству конденсирующихся, наступает динамическое равновесие. Такой пар называют насыщенным. |
| Что такое влажный пар? | В процессе кипения над водой образуется смесь собственно пара и мельчайших частиц воды, увлеченных паром при кипении. Такая смесь называется влажным насыщенным паром. | Что такое перегретый пар? | Сухой пар при температуре выше температуры кипения жидкости |
| Что такое сухой пар? | Когда последняя частица воды превратится в пар – это будет сухой насыщенный пар, или просто сухой пар. | Критическая точка воды | Точка К, в которой вода и пар имеют одинаковые значения, называется критической точкой. критическое давление $p_{кр} = 225,65$ атм; критическая температура $t_{кр} = 374,15^\circ\text{C}$; критический удельный объем $v_{кр} = 0,0031$ м ³ /кг = 3л/кг. |
| Степень сухости пара | Степень сухости – это отношение веса сухого пара к общему весу влажного пара | Точка 5 на pV – диаграмме «вода – пар» | Перегретый пар |
| Точка 1 на pV – диаграмме «вода – пар» | Сухой пар | Точка 2 на pV – диаграмме «вода – пар» | Кипящая вода |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Точка 3 на pV – диаграмме «вода – пар» | Горячая вода до температуры кипения | Точка 4 на pV – диаграмме «вода – пар» | Вода при нуле градусов |
| При какой температуре вода имеет наибольшую плотность | 4°С | Какова температура кипения воды при давлении в 20 атм | Более 100°С, примерно, 150°С |
| Линия 1-2 на pV – диаграмме цикла Ренкина | Точка 1. Вода (конденсат) под высоким давлением и температурой, близкой к температуре кипения поступила в паровой котел от питательного насоса. Начинается процесс подвода теплоты в котельном агрегате. Участок 1-2. Повышение температуры воды до температуры кипения. | Линия 2-3 на pV – диаграмме цикла Ренкина | Процесс превращения кипящей жидкости в сухой насыщенный пар. |
| Линия 3-4 на pV – диаграмме цикла Ренкина | Участок получения перегретого пара в пароперегревателе. | Линия 4-5 на pV – диаграмме цикла Ренкина | Адиабата. Процесс расширения пара в паровой турбине или паровой машине. Давление падает. |
| Линия 5-6 на pV – диаграмме цикла Ренкина | Точка 5- пар поступает в конденсатор, где полностью конденсируется при постоянном давлении и точке 6 поступает в водяной насос. Изобара 5-6 является одновременно и изотермой. | Линия 6-1 на pV – диаграмме цикла Ренкина | Давление воды (конденсата) в питательном насосе повышается и вода подается в паровой котел. Процесс изохорный. Т.к. удельный объем воды по сравнению с удельным объемом пара очень мал, то при правильном масштабе изохору 6–1 надо было бы пустить практически по оси «р». Точка 1 не лежит на линии кипящей воды, т.к. у воды, поступившей в котел |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | после повышения давления в насосе, температура кипения выше и воду надо подогреть (участок 1-2). |
| Температура кипения аммиака при нормальном давлении | Аммиак NH_3 – кипит при нормальном давлении – минус $33,4^\circ\text{C}$. | В чем отличие принципа работы компрессорных холодильных машин от абсорбционных и парожеторных | В абсорбционных и парожеторных установках отвод теплоты происходит не за счет механической энергии, как в компрессорных, а за счет теплоты внешнего источника высокой температуры. |
| В чем отличие принципа работы холодильных машин от работы теплового насоса | Холодильная машина поддерживает постоянную низкую температуру за счет отбора теплоты из внутренней камеры и выброса ее в окружающую среду. Тепловой насос поддерживает постоянную высокую температуру за счет отбора теплоты от внешней среды (хотя она и более холодная) и подачу ее во внутреннюю камеру. | По какому циклу работает тепловой насос | По обратному |
| Принцип работы парового компрессорного холодильника | Жидкий хладагент под большим давлением подается в испаритель, давление хладагента резко падает, и он начинает интенсивно испаряться. Температура его при этом резко падает, и он забирает тепло от окружающего | Принцип работы воздушного компрессорного холодильника | В воздушной холодильной установке используется охлаждающий эффект расширения сжатого воздуха. |

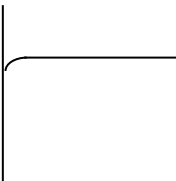
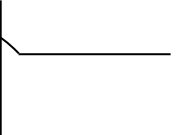
| | | | |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | воздуха и продуктов. | | |
| Классификация холодильных машин | В зависимости от условий протекания холодильных циклов холодильные установки для умеренного охлаждения разделяются на три типа: компрессорные, которые в свою очередь подразделяются на воздушные и паровые, парожетторные и абсорбционные (лат. «поглощение»). | Назначение насадки «сопло» при истечении газов | По мере продвижения по насадке давление газа будет постепенно понижаться, а скорость увеличиваться. Такие насадки называются соплами. |
| Назначение насадки «диффузор» при истечении газов | Если по мере продвижения по насадке давление газа будет увеличиваться, а скорость понижаться, то такие насадки называются диффузорами. | Суть процесса дросселирования газов | Если в трубопроводе имеется резкое сужение (кран, диафрагма, задвижка), то при переходе через это сужение скорость потока газа увеличивается, давление понижается, а удельный объем увеличивается. Такой процесс расширения потока называется дросселированием. |
| Что такое детандер | Детандер, или расширительный цилиндр (детандер – лат. «ослаблять»). Машина для охлаждения газа путем его расширения с отдачей внешней работы. $Q = \Delta U + A$. В детандере газ расширяется, толкает поршень, т.е. совершает работу, а т.к. $Q = 0$, то ΔU - уменьшается | | |

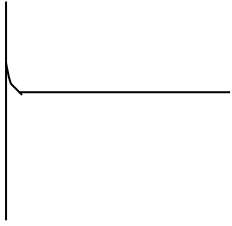
Раздел 1. Термодинамика и теплотехника
Тема 5. Основы теплопередачи

| Вопрос | Правильный ответ | Вопрос | Правильный ответ |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лучистый теплообмен | Лучистый теплообмен – процесс переноса энергии от одного тела к другому с помощью электромагнитного излучения. Это электромагнитные волны очень высокой частоты: инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение. | Теплообмен | Теплообмен - процесс передачи энергии от одного тела к другому, имеющему более низкую температуру, без совершения работы. |
| Что показывает коэффициент теплопередачи при теплообмене | Коэффициент теплопередачи «k» - характеризует интенсивность теплообмена между двумя средами (газ-вода) через стенку, т.е. учитывает λ , α_1 и α_2 . | Виды теплообмена | Существуют три вида теплообмена: теплопроводность, конвекция и лучистый теплообмен. |
| Что такое теплота | Теплота – это то, что делает предметы горячее, расплавляет твердые вещества или испаряет жидкости. | Конвекция | Конвекция (гр. «доставка, принесение») – процесс теплопередачи, осуществляемый путем переноса энергии потоками жидкости или газа. |
| Теплопроводность | Теплопроводность - явление передачи энергии от более нагретых участков тела к менее нагретым в результате теплового движения и взаимодействия частиц, из которых состоит тело. | Основные проблемы теплообмена в паровых котлах | 1) Чем толще слой золы и накипи, тем теплопроводность. Тепло вылетает в трубу. КПД падает 2) Металл трубки хуже отдает тепло \Rightarrow перегрев \Rightarrow размягчение металл \Rightarrow авария. Допустимый слой накипи - не более |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | <p>0,5 мм. А если есть масляная пленка, еще хуже: теплопроводность масла в 20 раз меньше теплопроводности накипи (см. выше) ⇒ наличие масла в котловой воде не допускается. 3) Чтобы стенки трубок не перегревались, д.б. хорошая циркуляция воды в них. Циркуляция достигается за счет разности плотностей холодной и горячей воды и за счет того, что нагретая вода уже содержит пузырьки пара.</p> |
| <p>Что показывает коэффициент теплоотдачи при теплообмене</p> | <p>Коэффициент теплоотдачи «α» - он показывает, какое количество теплоты (в ккал) передается за 1 час от газов к поверхности нагрева площадью 1 м² (или от поверхности нагрева к воде) при разности температур 1°С.</p> | <p>Виды конвективного теплообмена</p> | <p>Различают: а) свободную конвекцию – конвективный теплообмен при свободном движении среды, когда движение жидкости или газа вызвано исключительно неодинаковой плотностью в различных частях среды; б) вынужденную конвекцию – конвективный теплообмен при вынужденном движении среды, когда движение жидкости или газа вызвано внешними причинами – поток, создаваемый насосом, вентиляционный обдув двигателя при охлаждении т.п.</p> |

Раздел 2. Гидравлика
Тема 1. Общие сведения о жидкостях
Тема 2. Микроскопические свойства жидкостей

| Вопрос | Правильный ответ | Вопрос | Правильный ответ |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нарисовать мениск не смачивающей жидкости у стенки сосуда |  | Что такое «лапласово давление» | Это дополнительное давление, создаваемое силами поверхностного натяжения. Давление внутри жидкости может отличаться от внешнего давления над её поверхностью в зависимости от формы свободной поверхности жидкости (мениска). |
| Нарисовать мениск смачивающей жидкости у стенки сосуда |  | Есть ли разница в давлении газа внутри пузырька и давлении жидкости вокруг него | Давление вокруг пузырька меньше, чем давление газа внутри него |
| Какой сосуд называется капилляром | Капилляр (лат. «волосной») -очень тонкая трубка с внутренним диаметром менее 1 мм | Есть ли разница в давлении в капле воды и давлении воздуха вокруг неё | Давление в капле больше наружного давления вокруг неё. |
| Прокомментировать формулу $p = 2 \sigma / r$ | p - лапласово давление σ - коэффициент поверхностного натяжения r – радиус кривизны свободной поверхности жидкости (мениска) | Есть ли разница в давлении газа внутри большого и маленького мыльных пузырей | Чем меньше пузырек, тем в нем давление больше |
| Прокомментировать формулу $h = 2 \sigma / \rho g r$ | h – высота подъема (опускания) жидкости в капиллярной трубке σ - коэффициент поверхностного | Вязкость топочного мазута равняется 5. Что означает цифра пять? | На практике вязкость жидкости измеряется вискозиметром. Отношение времени истечения 200 см ³ |

| | | | |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>натяжения ρ- плотность жидкости g – ускорение свободного падения r – радиус капиллярной трубки</p> | | <p>мазута при данной температуре, к времени истечения 200 см^3 воды при температуре 20°C равно 5.</p> |
| <p>Гидравликой называется наука ...</p> | <p>Гидравликой называется наука, изучающая законы равновесия и движения жидкости и разрабатывающая методы их применения для решения технических задач.</p> | <p>Нарисовать мениск не смачивающей жидкости у стенки сосуда</p> |  |
| <p>Перевод слова «гидравлика»</p> | <p>Гидравлика слово греческое – «гидр» – вода + «авлос» – труба, желоб.</p> | <p>Плотность, или удельный вес дизельного топлива</p> | <p>800 кг/м^3</p> |
| <p>Что такое жидкость</p> | <p>Жидкость – агрегатное состояние вещества, промежуточное между твердым и газообразным. Жидкость - средняя энергия связи молекул примерно равна их средней кинетической энергии. Подобно твердому телу, жидкость имеет свой объем и свободную поверхность, чего нет у газов. Но в тоже время она всегда принимает форму сосуда, куда налита и непрерывно превращается в газообразное состояние.</p> | <p>Плотность, или удельный вес мазута</p> | <p>900 кг/м^3</p> |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Что такое плотность, или удельный вес жидкости | Плотность – это отношение массы жидкости к её объему $\rho = m / V$ [кг/м ³] Удельный вес – это отношение веса жидкости к её объему $\rho = F_T / V$ [Н/м ³] | Плотность, или удельный вес нефти | 800 кг/м ³ |
| Плотность, или удельный вес воды | 1000 кг/м ³ | Плотность, или удельный вес бензина | 700 кг/м ³ |
| При какой температуре вода имеет максимальную плотность и чему она равна | до +4°С ; 1000 кг/м ³ | Какая жидкость считается не смачивающей для данной поверхности | Если молекулы жидкости притягиваются к молекулам твердого вещества слабее, чем друг к другу, то жидкость называется не смачивающей это вещество. |
| Какая жидкость считается смачивающей для данной поверхности | Если молекулы жидкости притягиваются к молекулам твердого вещества сильнее, чем друг к другу, то жидкость называется смачивающей это вещество. | Сущность капиллярного явления | Для жидкостей, <u>смачивающих</u> поверхность капилляра, уровень жидкости в капилляре поднимается. Для жидкостей, <u>не смачивающих</u> поверхность капилляра, уровень жидкости в капилляре опускается. |
| Формула для определения высоты подъема жидкости в капиллярной трубке | $h = 2 \sigma / \rho g r$ | В каком случае жидкость в капиллярной трубке поднимается, а в каком опускается | Для жидкостей, <u>смачивающих</u> поверхность капилляра, уровень жидкости в капилляре поднимается. Для жидкостей, <u>не смачивающих</u> поверхность капилляра, уровень жидкости в капилляре опускается. |

| | | | |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вязкость жидкости | Вязкость – физическое свойство жидкости оказывать сопротивление сдвигу. | Что такое «идеальная жидкость» | Жидкость, лишенная вязкости, абсолютно несжимаемая, не изменяющая своей плотности с изменением температуры. |
| Как на практике определяется вязкость жидкости? | На практике вязкость жидкости измеряется вискозиметром. Вязкость жидкости определяется отношением времени истечения 200 см ³ исследуемой жидкости при данной температуре, к времени истечения 200 см ³ воды при температуре 20°C. Например, вязкость топочного мазута равна 5. | Текучесть жидкостей | Текучесть – смещение жидкости в направления действия силы. |
| Сила поверхностного натяжения | Сила F_n , обусловленная взаимодействием молекул жидкости, вызывающая сокращение площади её свободной поверхности и направленная по касательной к этой поверхности, называется силой поверхностного натяжения. | От каких параметров зависит сила поверхностного натяжения | Сила поверхностного натяжения прямо пропорциональна длине границы свободной поверхности жидкости: $F_n = \sigma L$, где σ - коэффициент поверхностного натяжения. У каждой жидкости свой. Брать из таблиц L – длина границы раздела |

Раздел 2. Гидравлика
Тема 3. Макроскопические свойства жидкостей
Тема 4. Гидростатические машины

| Вопрос | Правильный ответ | Вопрос | Правильный ответ |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| В каких единицах измеряется давление жидкости | Па, атм, бар, мм рт.ст., мм вод. ст. | Что такое водоизмещение судна и в каких единицах оно измеряется | Это вес воды, которую вытесняет судно. Оно равно весу судна. Измеряется в тоннах, т.к. вес 1 м^3 воды равен 1 т |
| Закон Архимеда | На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу жидкости, вытесненной этим телом. Тоже самое и для газов. | Условие плавания тел | Условие плавания тела – вес тела равен весу вытесненной этим телом жидкости. |
| Закон Паскаля | Жидкость среда практически несжимаемая, поэтому давление в жидкости распространяется во все стороны и по всему объему одинаково. Давление в жидкости, находящейся под собственным весом, зависит только от высоты столба жидкости и её плотности $p = \rho hg$; | Есть ли разница в величине выталкивающей силы в речной и морской воде | Есть. В морской воде она больше, т.к. плотность морской воды больше, а выталкивающая сила определяется по формуле $F = mg = \rho Vg$ |
| Каково давление воды на глубине 150 метров | 15 атм | Чем отличаются понятия «сила давления» и понятия просто «давление» | Сила давления – это произведение величины давления и площади, на которую оно оказываться. |
| Какое давление больше 7 атм или 9000 Па | 7 атм | Какое давление больше 17 атм или 2 МПа | 2 МПа |

| | | | |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Как называются приборы для измерения давления воды | Давление жидкости измеряется манометрами (от гр. <i>manos</i> – неплотный, редкий - в смысле среды, давление в которой измеряем). | На какие типы по принципу действия подразделяются манометры | По принципу действия манометры подразделяются на жидкостные, механические и электрические. |
| Какое давление больше 770 мм рт. ст. или 1 атм | 770 мм рт. ст. | Какое давление больше 730 мм рт. ст. или 0,1 МПа | 0,1 МПа |
| Формула для определения гидростатического давления жидкости | $p = \rho hg;$ | Виды механических манометров | Подразделяются на пружинные и мембранные. |

Раздел 2. Гидравлика
Тема 5. Элементы гидродинамики

| Вопрос | Правильный ответ | Вопрос | Правильный ответ |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Что изучает гидродинамика | Наука, которая изучает законы движения жидкости, называется гидродинамикой. Параметры, характеризующие движение жидкости – это ее скорость и давление. Задача гидродинамики – изучение изменения этих параметров в пространстве и во времени при движении жидкости. | Какое течение называется установившимся | Установившееся (стационарное) течение жидкости – это такое течение, при котором давление и скорость в каждой точке остаются постоянными <u>во времени</u> . |
| Какое течение называется неустановившимся | Неустановившееся (нестационарное) течение жидкости – это такое течение, при котором все или отдельные её характеристики (давление и скорость) изменяются во времени в рассматриваемых точках пространства. | Что такое сечение потока | Сечением потока называется площадь поперечного сечения потока, проведенная перпендикулярно линиям тока. |
| Что такое расход жидкости и как он определяется | Расход жидкости - количество жидкости, протекающее через сечение потока за единицу времени. Он может быть объемный ($\text{м}^3/\text{с}$), массовый ($\text{кг}/\text{с}$) и весовой ($\text{Н}/\text{с}$). Обозначается буквой $Q = V/t$ – объемный расход. | Что такое ламинарный режим течения | При ламинарном движении (лат. дословно «пластинка», т.е. слоистый, плоский) - вся масса жидкости движется параллельными скользкими друг по другу несмешивающимися слоями (струйками). |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Что такое турбулентный режим течения</p> | <p>При турбулентном режиме (лат. «беспорядочный») - частицы жидкости движется по произвольным сложным траекториям, струйки перемешиваются и поток жидкости представляет из себя беспорядочную движущую массу.</p> | <p>Что такое линия тока жидкости</p> | <p>Траектория – воображаемая линия, соединяющая положение материальной точки в последовательные ближайшие моменты времени. В гидродинамике это линия, по которой движется частица жидкости, и называется эта линия <u>линией тока</u>.</p> |
| <p>Какое течение жидкости называется равномерным установившимся</p> | <p>Равномерным называется такое установившееся движение, при котором площадь сечений потока и средняя скорость потока не меняется по его длине.</p> | <p>Какое течение называется напорным</p> | <p>Напорное течение – течение в закрытых руслах без свободной поверхности (по трубам).</p> |
| <p>Какое течение называется безнапорным</p> | <p>Безнапорное течение – течение в открытых руслах со свободной поверхностью (в реке).</p> | <p>Теорема о неразрывности струи</p> | <p>Теорема о неразрывности струи - Произведение площади поперечного сечения трубки тока и скорости течения жидкости есть величина постоянная для данной трубки тока $S v = const$.</p> |
| <p>Уравнение неразрывности потока $v_1 S_1 = v_2 S_2$</p> | <p>v_1 – скорость потока в сечении 1 v_2 – скорость потока в сечении 2 S_1 - площадь сечения 1 S_2 - площадь сечения 2</p> | <p>Уравнение Бернулли $\rho g h + p + \rho v^2/2 = const$</p> | <p>$h$ – высота подъема жидкости относительно нулевого уровня ρ- плотность жидкости g – ускорение свободного падения p – давление жидкости v – скорость потока в данном сечении</p> |
| <p>Скорость истечения жидкости из отверстия $v = \sqrt{2 g h}$</p> | <p>h – высота подъема жидкости относительно отверстия g – ускорение свободного падения v – скорость истечения</p> | <p>Расходомер Вентури</p> | <p>Рассказ по картинке</p> |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Карбюратор | Рассказ по картинке | Струйный насос (эжектор) | Рассказ по картинке |
| Трубка Пито | Рассказ по картинке | $h + p/\rho g + v^2/2g = H$ H – полный гидродинамический напор h – геодезическая высота – это ... | h – геодезическая высота (высота положения). Она соответствует потенциальной энергии единицы веса жидкости на высоте h |
| $h + p/\rho g + v^2/2g = H$ H – полный гидродинамический напор $p/\rho g$ – пьезометрическая высота – это ... | $p/\rho g$ – пьезометрическая высота (высота давления). Гр. piezo – «давлю». Это высота, на которую может подняться жидкость за счет давления p . | $h + p/\rho g + v^2/2g = H$ H – полный гидродинамический напор $v^2/2g$ – высота скоростного напора – это... | $v^2/2g$ – высота скоростного напора. Это высота, на которую может подняться жидкость за счет кинетической энергии. |
| Потеря напора в трубе $h_{\text{п}} = h_{\text{дл}} + h_{\text{м}}$ | $h_{\text{дл}}$ – потери напора по длине трубопровода, зависящие от сил трения и характера движения жидкости $h_{\text{м}}$ – потери на преодоление местных гидравлических сопротивлений (задвижки, краны, изгибы труб, резкое сужение или расширение труб и пр.) | Потери напора по длине прямой трубы $h_{\text{дл}}$ (формула Дарси) $h_{\text{дл}} = \lambda \cdot L / d \cdot v^2/2g$ | λ – коэффициент гидравлического трения; L – длина трубопровода; d – диаметр трубы; $v^2/2g$ – скоростной напор |
| Местные потери напора в трубопроводе $h_{\text{м}} = \zeta_{\text{м}} \cdot v^2/2g$ | $\zeta_{\text{м}}$ (дзета)-коэффициент местного сопротивления. Он характеризует потерю напора в местных сопротивлениях $v^2/2g$ – скоростной напор | Гидравлический удар | Гидравлическим ударом называется резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении потока жидкости. Гидравлический удар может возникнуть при быстром закрытии запорных кранов, внезапной остановкой насоса и т.п. |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Способы ослабления гидравлического удара</p> | <p>1 Медленное закрытие задвижек. Для этого запорные приспособления делают винтовыми. 2 Установка перед задвижкой противоударных воздушных колпаков или гидроаккумуляторов. При закрытии задвижки часть воды заходит в колпак, сжимая воздух внутри. Давление быстро гасится. 3 Установка электромагнитных кранов, отрывающих слив воды в канализацию при повышении давления.</p> | <p>Гидравлический таран – рассказ по картинке</p> | <p>Гидравлический удар может иметь и позитивную функцию. Явление гидравлического удара используется в водоподъемном устройстве, называемом гидравлическим тараном.</p> |
| <p>Сифон $H_c = (p_a - p_{\text{вак}}) / \rho g$</p> | <p>Сифон (гр. «трубка») – короткий трубопровод, по которому жидкость из вышестоящего резервуара самотеком движется в нижестоящий, причем часть трубопровода расположена выше уровня жидкости в вышестоящем резервуаре. H_c- высота подъема жидкости в сифоне p_a – атмосферное давление $p_{\text{вак}}$ – пониженное давление в сифонной трубке ρ- плотность жидкости g – ускорение свободного падения</p> | <p>Кавитация</p> | <p>Кавитация – местное нарушение сплошности течения с образованием в жидкости паровых и газовых полостей (каверн), вызванное местным падением давления в потоке.</p> |

2.1.2. Материалы текущего контроля успеваемости по форме «Практическая работа»

Контроль по освоению темы в форме практической работы направлен на проверку усвоения пройденного материала, а также на способность обучающихся использовать полученные теоретические знания при решении практических задач.

Критерии оценки результата:

Оценка 5 (отлично) Все задачи решены правильно и самостоятельно. Оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению технической документации.

Оценка 4 (хорошо) Все задачи решены правильно и самостоятельно. При оформлении работы допущены ошибки по части соответствия требованиям, предъявляемым к оформлению технической документации.

Оценка «Зачтено» Задачи решены с помощью преподавателя, при условии хорошего знания вопросов теории по данной теме.

Задания на практическую работу

(См. файл «Практические работы». 3 листа при печати 2 на 1)

2.1.3. Материалы текущего контроля успеваемости по форме «Контрольная работа»

Контроль по освоению темы в форме контрольной работы направлен на проверку усвоения пройденного материала, а также на способность обучающихся использовать полученные теоретические знания при решении практических задач.

Критерии оценки результата:

Оценка 5 (отлично) Все задачи решены правильно и самостоятельно. Оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению технической документации.

Оценка 4 (хорошо) Все задачи решены правильно и самостоятельно. При оформлении работы допущены ошибки по части соответствия требованиям, предъявляемым к оформлению технической документации.

Оценка 3 (удовлетворительно) Одна задача решена правильно, вторая – нет. Явно выражено не умение, пользоваться нормативным материалом.

Оценка 2 (неудовлетворительно) Ни одна задача не решена. Формулы не написаны или написаны неверно и нет понимание физического смысла присутствующих в них величин и коэффициентов; полное незнание правил перевода заданных параметров в единицы СИ.

Задания на Контрольные работы

(См. файл «Контрольная работа». 10 листов при печати 2 на 1)

2.2 Материалы промежуточной аттестации

Критерии оценки результата:

Оценка 5 (отлично) На все вопросы билета даны полные и правильные ответы; сделан самостоятельный вывод всех формул и дано правильное толкование физического смысла присутствующих в них величин и коэффициентов; показано умение, пользоваться нормативным материалом и знание Международной системы единиц (СИ); приведены примеры природных явлений, в основе которых лежат изложенные при ответе законы термодинамики.

Оценка 4 (хорошо) Не на все вопросы билета даны полные и правильные ответы; самостоятельный вывод всех формул сделан с некоторыми ошибками и не все присутствующие в них величин и коэффициенты правильно истолкованы с точки зрения их физического смысла; показано умение, пользоваться нормативным материалом и знание Международной системы единиц (СИ); приведены примеры природных явлений, в основе которых лежат изложенные при ответе законы термодинамики.

Оценка 3 (удовлетворительно) На все вопросы билета даны не полные ответы; формулы написаны с ошибками, не дано правильного толкование физического смысла присутствующих в них величин и коэффициентов; полного знание единиц СИ нет и явно выражено не умение, пользоваться нормативным материалом.

Оценка 2 (неудовлетворительно) Ни на один вопрос билета нет полного и правильного ответа; формулы не написаны или написаны неверно и нет понимание физического смысла присутствующих в них величин и коэффициентов; полное незнание единиц СИ.

Перечень вопросов и комплект билетов к экзамену по дисциплине «Техническая термодинамика и теплопередача»

1. Абсорбционная холодильная установка
2. Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы
3. Адиабатический процесс
4. Внутренняя энергия. Закон сохранения энергии для тепловых процессов
5. Водяной пар. Диаграмма вода - пар
6. Второй закон термодинамики
7. Газовые смеси. Теплоёмкость смеси газов
8. Задача: изобразить термодинамический процесс в pV - координатах
9. Задача: изобразить термодинамический процесс в pV - и Ts -координатах
10. Закон Дальтона
11. Законы идеальных газов - закон Гей-Люссака
12. Законы идеальных газов - закон Бойля- Мариотта
13. Законы идеальных газов - закон Шарля
14. Изопроцессы. Политропные процессы
15. Лучистый теплообмен
16. Обратимые и необратимые процессы
17. Основные параметры состояния рабочего тела
18. Паровая компрессорная холодильная установка – принцип работы (по рисунку)

19. Первый закон термодинамики
20. Понятие перегретого пара и его преимущества перед сухим паром
21. Понятие работы газа. Работа газа в изопроцессах
22. Понятие теплоемкости вещества
23. Принцип работы двухступенчатого компрессора (по рисунку)
24. Процесс идеального поршневого двухступенчатого компрессора
25. Прямой цикл Карно
26. Прямые и обратные циклы
27. Связь между изохорной и изобарной теплоемкостью газов
28. Тепловой насос – принцип работы (по рисунку)
29. Теплообмен излучением
30. Теплообмен конвекцией
31. Теплообмен теплопроводностью
32. Теплообмен. Проблемы теплообмена в паровых котлах
33. Термодинамические процессы при работе идеального ДВС
34. Термодинамические процессы при работе газотурбинной установки - цикл с изобарным подводом теплоты
35. Уравнение Менделеева-Клапейрона
36. Цикл Карно для паросиловой установки
37. Цикл Карно холодильной машины
38. Цикл Ренкина
39. Цикл с изохорным подводом теплоты – цикл карбюраторного ДВС
40. Цикл со смешанным подводом теплоты – цикл дизельного ДВС

Перечень задач с решениями (третий вопрос в билете)

(См. файл «Задачи к билетам» 3 листа

Перечень экзаменационных билетов
(См. файл «Экзаменационные билеты»)