

Главное управление образования Гродненского облисполкома

УО «Скидельский государственный колледж»

УТВЕРЖДАЮ

Зам.директора по УПР

УО «Скидельский государственный
колледж»

_____ Г.М.Кузьмицкая

_____ 2025 г.

ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ И ГИДРАВЛИКИ

**Методические рекомендации по изучению предмета и выполнению
контрольных работ для учащихся заочной формы получения образования
учреждений, обеспечивающих получение среднего специального
образования по специальности 5-04-0812-02 «Техническое обслуживание и
ремонт
сельскохозяйственной техники» (педагогическая деятельность)»**

Рассмотрено на заседании цикловой
комиссии преподавателей среднего
специального образования по специальности
«Техническое обслуживание и ремонт
сельскохозяйственной техники»
(педагогическая деятельность)»

Протокол № ____ от _____ 202__ г.

Председатель _____ Е.Ф.Литвин

Скидель, 2025

Составитель: преподаватель *Л.П.Полукошко*

Рецензенты: заместитель директора по УПР *Г.М.Кузьмицкая*
председатель цикловой комиссии преподавателей среднего
специального образования по специальности «Техническое
обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники»
(педагогическая деятельность)» *Е.Ф.Литвин*

Разработаны на основе типовой (учебной) учебной программы для учреждений, обеспечивающих получение среднего специального образования по специальности «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства»

Разработка включает методические рекомендации по изучению предмета и выполнению контрольной работы.

Пояснительная записка

Предмет «Основы теплотехники и гидравлики» изучается на первом курсе. Задача изучения предмета – дать учащимся знания и навыки по эффективному использованию теплоты на предприятиях АПК, рациональному использованию теплотехнического, гидравлического и энергетического оборудования, применяемого на предприятиях АПК.

При изучении программного материала используются знания, полученные по предметам «Физика», «Математика», «Техническая механика» и другие.

В результате изучения предмета учащиеся должны

знать на уровне представления:

- области применения тепла на предприятиях АПК;
- научные основы термодинамики и теплообмена;
- процессы преобразования энергетических ресурсов в тепловую энергию;

знать на уровне понимания:

- принципы рационального использования топлива;
- общее устройство и эксплуатацию теплотехнического оборудования и систем теплоснабжения;

– основные законы и уравнения термодинамики и гидравлики, используемые в процессах при производстве сельскохозяйственной техники;

– основные законы и уравнения термодинамики и гидравлики, используемые в процессах при производстве и эксплуатации сельскохозяйственной техники;

уметь:

– определять основные параметры рабочих тел и теплоносителей с помощью уравнений термодинамики, по таблицам и диаграммам технической литературы;

– составлять тепловые балансы основного теплотехнического оборудования, вычислять коэффициенты полезного действия и производить экономические оценки применяемого оборудования;

– производить тепловые расчеты по использованию тепла на отопление, горячее водоснабжение, сушку сельскохозяйственной продукции;

– обоснованно подходить к выбору двигателей на привод насосов, вентиляторов, кондиционеров;

– определять основные показатели работы тепловых двигателей;

удельный расход топлива, КПД, значения параметров, рабочих тел, развиваемой мощности;

– пользоваться технической литературой, справочными материалами, таблицами, диаграммами и вычислительной техникой;

Интенсификация сельского хозяйства производства Республики Беларусь неразрывно связана с развитием теплоэнергетики и технологическими тепловыми процессами, применяемыми на предприятиях АПК, которые требуют довольно большого количества органического топлива.

В целом по Республике Беларусь за год потребляется около 40 млн. тонн условного топлива на нужды предприятий АПК – около 30 % всех энергоресурсов народного хозяйства.

Неуклонный рост цен на органические энергоносители вынуждает работников АПК находить пути более рационального использования топлива, применять новые, более совершенные технологии по выработке тепловой энергии из местных видов топлива, применять биогазовые и газогенераторные установки, тепловые насосы, солнечные водонагреватели, ветродвигатели и т. д.

В целях контроля знаний учащихся предусмотрено проведение обязательной контрольной работы, задания для которой разрабатываются преподавателем предмета и рассматриваются предметной (цикловой) комиссией.

В программе приведены критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся по предмету, разработанные на основе десятибалльной шкалы и показателей оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях, обеспечивающих получение среднего специального образования (постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29 марта 2004 г. № 17).

II. Список источников для изучения учебного предмета

1. Чернов А.В., Бессеребренников Н.К. Основы гидравлики и теплотехники. – М.: Высшая школа 1979г.
2. Черняк О.В. Основы теплотехники и гидравлики. -М.: Высшая школа 1979г.
3. Егорушкин В.Е., Цеплович Б.И. Основы гидравлики и теплотехники. – М.:Машиностроение, 1988г.
4. Захаров А.А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1966г.
5. Б.Х. Драганов., А.В. Кузнецов., С.П. Рудобашта. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. – М.: « Агропромиздат 1990г.
6. О.Н. Брюханов., А.Т. Мелик – Аракелян., В.И., Коробко. Основы гидравлики и теплотехники. – Москва Академия 2004г.

III. План самостоятельного изучения учебного предмета

Раздел, тема	Требования к знаниям и умениям	Литература задания для самостоятельной работы учащихся	Вопросы для самоконтроля
Раздел 1. Основы технической термодинамики			
Основные уравнения термодинамики. Теплёмкость. Газовые смеси.	Сформировать знания об основных уравнениях термодинамики, теплёмкостях и газовых смесях.	[1] стр.20-22	1. Объясните смысл уравнений термодинамики. 2. Изложите виды теплёмкости и их взаимосвязь. 3. Сформулируйте закон Дальтона, объясните способы задания смеси газов.
Термодинамические основы компрессоров.	Ознакомиться с устройством, принципом действия компрессоров, их видами, классификациями.	[1] стр.238-247	1. Назовите виды, устройство и принцип действия компрессоров. 2. Объясните основные технические характеристики, классификацию компрессоров.
Раздел 2. Основы теплообмена			
Виды теплообмена. Теплопроводность.	Сформировать знания о способах распространения теплоты, теплопроводности через однослойную, многослойную и цилиндрическую стенки.	[1] стр.97-105	1. Назовите способы распространения тепла. 2. Объясните сущность процесса передачи тепла теплопроводностью.
Конвекция и тепловое излучение.	Сформировать знания о законах распространения тепла конвекцией и тепловым излучением.	[1] стр.105-116	1. Назовите законы распространения тепла. 2. Объясните сущность законов распространения тепла конвекцией и тепловым излучением.
Теплопередача. Теплообменные аппараты	Сформировать знания о классификации, устройстве и принципе действия теплообменных аппаратов. Дать понятие о сложном теплообмене, различных видах теплообменников и схемах движения, теплоносителей в аппаратах.	[1] стр.124-126	1. Объясните классификацию, устройство и принцип действия теплообменных аппаратов. 2. Изложите о различных видах теплообменников, схемы движения теплоносителей в аппаратах.
Раздел 3. Топливо и теплогенерирующие установки			
Котельные установки.	Изучить устройство, принцип действия, характеристики котельных установок, технику безопасности при их эксплуатации.	[1] стр.162-177	1. Назовите устройство, принцип работы котельных установок. 2. Охарактеризуйте мероприятия безопасной

			эксплуатации.
Теплогенераторы.	Изучить устройство, принцип действия, характеристики теплогенераторов, технику безопасности при их эксплуатации.	[1] стр.146-162	1. Назовите устройство, принцип работы теплогенераторов. 2. Охарактеризуйте мероприятия безопасной эксплуатации.
Раздел 4. Применение теплоты в сельском хозяйстве			
Сушка сельскохозяйственной продукции, применение тепла на фермах и в тепличных хозяйствах.	Изучить основные понятия процесса сушки, устройство, принцип работы, особенности эксплуатации сушильных установок.	[1] стр.214-228	1. Выскажите общее суждение о процессе сушки. 2. Назовите устройство, принцип работы и особенности эксплуатации сушильных установок.
Основы холодильной техники.	Изучить устройство, принцип действия холодильных установок.	[1] стр.232-236	1. Назовите общее устройство холодильных установок. 2. Выскажите общее суждение о принципе действия холодильных установок.
Энергосберегающие технологии.	Ознакомиться с основными направлениями государственной политики в области энергосберегающих технологий. Сформировать представление о вторичных энергетических ресурсах, нетрадиционных источниках энергии и их применении в Республике Беларусь.	[1] стр.237-240	1. Выскажите общее суждение об основных направлениях государственной политики в области энергосберегающих технологий. 2. Назовите виды вторичных энергетических ресурсов, нетрадиционные источники энергии и их применения в Республике Беларусь.
Раздел 5. Основы гидравлики и насосы			
Гидродинамика и ее законы.	Сформировать понятие об основных законах и уравнениях гидродинамики.	[1] стр.267-291	1. Объясните основные положения гидродинамики. 2. Назовите уравнения и законы гидродинамики.
Насосы и их работа.	Изучить устройство, классификацию и принцип действия насосов. Сформировать знания по определению основных показателей работы насосов.	[1] стр.291-307	1. Выскажите общее суждение об устройстве, классификации и принципе работы различных типов насосов. 2. Объясните методику расчета основных показателей работы насосов.
Практическая работа № 5 Расчет необходимо количества тепла на отопление и расчет количества отопительных приборов.	Научиться определять расход тепла на отопление, количество отопительных приборов.	Раздаточный материал	
Практическая работа №	Научиться определять основные	Раздаточн	

6	Расчет показателей насосов	основных работы	показатели работы насосов.	ый материал	
---	----------------------------------	--------------------	----------------------------	----------------	--

Используемая литература

№ п\п	Наименование	Автор	Издательство, год издания
Основная			
1	Основы теплотехники и гидравлики	Черняк О. В.	Колос, 2001
2	Основы теплотехники и гидравлики	Егорушкин В. Е.	Машиностроение 1988
Дополнительная			
1	Сборник задач по гидравлике и теплотехнике	Ерохин В. Г.	Колос, 1979
2	Основы теплотехники и теплоснабжение сельскохозяйственных предприятий	Егорушкин В. Е.	Колос, 1972

Методические рекомендации по изучению разделов, тем программы

Введение

Теплоэнергетика Республики Беларусь, структура топливного баланса. Современный уровень и перспективы развития теплоэнергетики в сельскохозяйственном производстве.

Динамика развития теплоэнергетики народного хозяйства Республики Беларусь. Современные теплосиловые установки и потребители теплоты в сельском хозяйстве. Значение энергосберегающих технологий при использовании топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь.

Виды топлива, применяемого в сельском хозяйстве. Перспективы использования местного топлива и вторичных энергетических ресурсов (отработавших газов и горячей воды биотоплива).

Перспективы развития и внедрения энергии солнца, ветра, биомассы и др.

Структура предмета «Основы теплотехники и гидравлики» и его связь с другими предметами учебного плана.

РАЗДЕЛ 1. Основы технической термодинамики

1.1. Основные понятия и определения. Уравнения состояния рабочих тел

Техническая термодинамика, её задачи и основные определения. Рабочее тело, параметры, определяющие его состояние. Понятие идеальных и реальных газов. Основные газовые законы.

Уравнение состояния для одного килограмма идеального газа, газовая постоянная, её размерность и физическая сущность.

Уравнение состояния для любого количества идеального и реального газа.

Понятие о газовой смеси. Закон Дальтона. Способы задания смесей через массовые и объёмные доли. Состав смеси в массовых и объёмных долях, соотношение между ними. Состав смеси, заданный числом молей. Плотность смеси. Кажущаяся молярная масса смеси. Газовая постоянная смеси. Газовая постоянная и теплоёмкость смеси.

Методические рекомендации

Техническая термодинамика – наука, изучающая взаимопревращения теплоты и работы и условия, при которых эти превращения совершаются наиболее эффективно. Она является теоретической основой расчета и проектирования тепловых двигателей (паровых и газовых турбин, реактивных и ракетных двигателей, поршневых ДВС), а также компрессорных, сушильных и холодильных установок.

Теоретическим фундаментом технической термодинамики является первый и второй законы термодинамики, а также уравнения состояния рабочего тела, без использования каких-либо гипотез о внутреннем строении.

Введение понятия идеального газа является моделью реального газа, дающий хорошую сходимость с практикой.

Необходимо усвоить, что теплота и работа являются формами энергетического взаимодействия между телами.

Работа всегда превращается в теплоту, в то время как переход теплоты в работу имеет ограничение даже в идеальном изотермическом процессе. Необходимо знать различия между идеальной газовой постоянной и универсальной газовой постоянной, понятие парциального давления, понимание формулировки законы Дальтона, закон Авогадро.

1.2. Законы термодинамики. Термодинамические процессы

Первый закон термодинамики, его содержание и формулировки. Математическое выражение первого закона термодинамики, принцип эквивалентности теплоты и работы.

Внутренняя энергия и её свойства. Энтальпия и энтропия газа.

Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный. Соотношение параметров, определение работы, теплоемкости и теплоты процесса.

Порядок расчета энергетических характеристик процессов, их изображение в PV и TS координатах. Политропный процесс, показатель политропы.

Методические рекомендации

Необходимо понять особенности применения в термодинамике закона сохранения и превращения энергии.

Уяснить принципиальную разницу между внутренней энергией, являющейся функцией состояния рабочего тела, а также работой и теплотой являющимися функциями процесса.

Метод исследования термодинамических процессов базируется на применении первого закона термодинамики. Основная задача исследования термодинамического процесса – определение теплоты участвующей в процессе и работы изменения объема рабочего тела.

Уяснить понятие политропного процесса. Разобраться в определении показателя политропы и теплоемкости политропного процесса, как обещающих величин, из которых получают частные значения для основных процессов. Научиться изображать графически pV и Ts координатах, как основные, так и политропные процессы.

1.3. Круговые процессы.

Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания

Круговые процессы или циклы, их виды (прямые и обратные). Второй закон термодинамики, его содержание и формулировки. Аналитическое выражение второго закона. Энтропия газов. Система координат Ts . Абсолютная термодинамическая температура. Цикл Карно, условия его протекания.

Идеальные циклы поршневых ДВС. Циклы ДВС с подводом теплоты (при постоянных объеме и давлении, смешанный цикл). Изображение циклов ДВС в pV и TS координатах. Анализ и сравнение циклов поршневых ДВС. Определение термического КПД и влияние параметров цикла ДВС на увеличение КПД. Отличие действительных циклов от идеальных.

Определение мощности ДВС.

Индикаторная диаграмма работы ДВС

Методические рекомендации

Непрерывное получение работы за счет теплоты возможно только в цикле и невозможно в разомкнутом процессе. Поэтому необходимо изучить все вопросы, относящиеся к циклам, особенно к циклу Карно. Формула для КПД цикла Карно, по сути, также является техническим выражением второго закона термодинамики.

Несмотря на наличие в литературе большого количества формулировок второго закона термодинамики сущность его сводится к двум основным положениям:

1. Теплота не может самопроизвольно переходить от холодного тела к горячему без затраты работы.

2. Для превращения теплоты в работу в тепловой машине необходимо наличие источников теплоты (горячего тела) и холодильника (холодного тела).

Эффективность превращения теплоты в работу (термический КПД) в любом другом цикле не может быть больше чем в цикле Карно, при тех же параметрах рабочего тела.

Пытаясь понять смысл исследований Карно, Клаузиус пришел к понятию энтропии. В обратимом процессе сохраняется не количество тепла, переданное нагревателем холодильнику, а другая величина, изменение которой равно изменению подведенной теплоты поделенной на температуру тела. Он что существует некая величина S , которая подобна энергии, давлению, температуре, характеризует состояние газа. Таким образом, в обратимом цикле Карно энтропия рабочего тела не изменяется.

К понятию энтропии можно прийти и другим путем, определив ее, как дополнительную функцию состояния, которая остается постоянной при аднобатном процессе – подобно тому, как температура постоянно при изотермическом процессе.

Термодинамический анализ циклов ДВС проводится при соответствующих допущениях. При рассмотрении действительных процессов обратить внимание на отличие индикаторных диаграмм от теоретического идеального цикла. Проанализировать уравнения термического КПД для различных циклов и влияния основных показателей, характеризующих циклы на термический КПД.

Разобраться в экономичности циклов ДВС. При сравнении экономичности рассматриваемых циклов при одинаковых степенях сжатия необходимо знать, какой из циклов наиболее экономичный.

1.4. Термодинамические процессы воды и водяного пара. Влажный воздух

Парообразование. Классификация паров. Диаграммы $P-v$, $T-s$ и $h-s$ для воды и водяного пара. Тройная и критическая точки.

Основные термодинамические процессы водяного пара и их графическое изображение.

Абсолютная и относительная влажность, плотность, влагосодержание и энтальпия влажного воздуха, h - d -диаграмма. Изображение процессов нагрева, охлаждения, увлажнения, осушения и смешивания влажного воздуха.

Методические рекомендации

Примером реального газа является водяной пар, который образуется из воды в результате фазового перехода. Процесс перехода жидкости в пар состоит из нескольких стадий: нагрев, кипение, парообразование. Получение пара из воды следует рассматривать в p - v -координатах, T - S и h - s -диаграммах водяного пара, на которых эти стадии разделены пограничными кривыми, разделяющими области жидкости, влажного насыщенного пара и перегретого пара.

В приложении приведена h - s - диаграмма водяного пара.

Влажный воздух представляет собой смесь сухого воздуха и водяного пара и характеризуется несколькими параметрами, взаимно связанными между собой. Необходимо усвоить понятия относительной влажности, влагосодержания, абсолютной влажности, энтальпии, температуры точки росы. Графически связь между параметрами влажного воздуха представлена в h - d -диаграмме, с помощью которой можно решать ряд сложных практических задач. Следует ознакомиться с основными формулами для расчета параметров влажного воздуха и научиться определять их с помощью h - d -диаграммы.

1.5. Термодинамические основы компрессоров.

Компрессоры и компрессорные установки.

Принцип работы компрессора. Рабочий процесс одноступенчатого поршневого компрессора и изображение его работы в координатах PV .

Термодинамическое обоснование многоступенчатого сжатия. Работа на привод компрессора.

Ротационные и центробежные компрессоры, классификация.

Методические рекомендации

Изучение темы лучше начать с изучения теоретического и действительного процессов сжатия и индикаторной диаграммы одноступенчатого компрессора. Обратите внимание, что на диаграмме линии всасывания и нагнетания получаются плавными, т.к. при прохождении воздуха через клапаны давление меняется, возникает пульсация в воздухопроводе и вибрация клапанных пружин.

Важно понять, что для увеличения производительности компрессора, для получения более высокого давления и для уменьшения затрачиваемой работы необходимо применять многоступенчатое сжатие.

Далее следует разобраться с принципом действия и назначением оборудования компрессоров, которое состоит из смазочных аппаратов, маслоотделителей, фильтров, холодильников, с правилами эксплуатации, регулирования и ухода за компрессором, с учетом того, что компрессор является взрывоопасным сооружением.

При изучении центробежных компрессоров необходимо особое внимание уделить их классификации. В зависимости от развиваемого давления

центробежные машины разделяются на:

- вентиляторы, давление до 0,015 МПа;
- нагнетатели, до 0,25 МПа;
- турбокомпрессоры, более 0,25 МПа.

РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ТЕПЛООБМЕНА

2.1 Основные виды и характеристики теплообмена, теплопроводность

Предмет теории теплообмена. Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.

Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Понятие о теплообмене излучением и его основные характеристики.

Законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа.

Коэффициент теплоотдачи излучением.

Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенки. Коэффициент теплопередачи и термическое сопротивление. Тепловая изоляция.

Классификация теплообменных аппаратов.

Основные положения теплового расчёта. Средний температурный напор. Сравнение прямоточных и противоточных схем движения теплоносителей.

Методические рекомендации

Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение.

Обычно передача теплоты от теплоносителя с высокой температурой происходит через разделительную стенку. В этом случае участвуют все виды теплообмена – теплопроводность, конвекция излучение. Теплообмен, учитывающий все виды теплопередачи называется сложным.

Теплообменными аппаратами называют устройства, в которых осуществляется передача теплоты от одного теплоносителя к другому. Необходимо уяснить классификацию теплообменных аппаратов. Научиться изображать схематично для рекуперативного теплообменника характер изменения температур для случаев прямотока и противотока.

2.2 Конвективный теплообмен. Тепловое излучение

Основные понятия и определения. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплопередачи, его физическая сущность и значение для различных условий движения теплоносителей. Теорема подобия. Числа и уравнения подобия. Режимы движения жидкостей. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости.

Понятие о теплообмене излучением и его основные характеристики. закон Стефана- Больцмана. Излучение газов. Коэффициент излучения.

Конвективный и лучистый теплообмен в сельскохозяйственных и производственных помещениях.

Методические рекомендации

Конвективный перенос тепла обусловлен способностью жидкости и газа перемещаться в пространстве и переносить при этом теплоту. Внутри же перемещающихся объемов жидкости или газа теплота распространяется за счет теплопроводности. Совместный процесс переноса теплоты перемещающимися объемами среды и теплопроводностью называется конвективным теплообменом.

Конвективный теплообмен определяется совокупностью многих физических процессов и описывается системой дифференциальных уравнений, которую совместно с условиями однозначности практически решить нельзя. Поэтому для изучения конвективного теплообмена используется теория подобия, которая является теоретической основой экспериментальных исследований. Поэтому при изучении темы следует уяснить способы анализа физических процессов, на основании которых эти явления можно привести к безразмерному виду.

Познакомившись с физическими особенностями переноса тепла при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости, обратите внимание на критерии подобия, входящие в критериальные уравнения, описывающие эти процессы, и на метод их расчета по определяющим геометрическим размерам и температурам. Уясните, как влияют на характер критериальных зависимостей режим движения теплоносителя (ламинарный или турбулентный) и род движения (свободный или вынужденный).

Изучение теплообмена лучеиспусканием следует начинать с основных законов теплового излучения Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. При изучении этих законов следует уделить внимание их физической сущности. Необходимо уяснить, почему введено понятие абсолютно черного тела, и разницу между ним и серыми телами. Степень черноты тел очень часто используется при расчетах лучистого теплообмена, а поэтому необходимо твердо усвоить это понятие. Особое внимание следует обратить на изучение излучения газов.

Изучая процессы теплообмена излучением между телами, следует обратить внимание на изменение интенсивности теплообмена в зависимости от расположения тел относительно друг друга.

2.3 Теплопередача. Теплообменные аппараты

Общие положения теплопередачи. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки (однослойную и многослойные). Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление. Тепловая изоляция.

Классификация теплообменных аппаратов. Основы расчёта теплообменных аппаратов. Определение среднего температурного напора.

Сравнительная характеристика схем движения теплоносителей в аппаратах.

Методические рекомендации

При изучении вопроса теплопередачи вначале необходимо уяснить физический смысл теплопередачи и из каких процессов она состоит, усвоить

понятие коэффициента теплопередачи и термического сопротивления теплопередаче, изучить как и какие факторы оказывают влияние на их величину.

Разделение общего процесса распространения теплоты на элементарные явления: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение является методологическим приемом. В действительности же эти явления протекают одновременно.

На практике очень часто встречаются случаи передачи теплоты от одной среды к другой через разделяющую стенку. В этом случае мы можем наблюдать явление конвективной теплоотдачи от среды к поверхности стенки, перенос тепла через стенку за счет теплопроводности, а затем снова теплоотдачу от поверхности стенки к среде.

Необходимо разобраться в классификации теплообменных аппаратов по схеме передачи тепла от первичного теплоносителя ко вторичному.

В рекуперативных аппаратах теплота передается от горячего теплоносителя, к холодному через разделяющую их стенку. Примерами таких аппаратов являются некоторые воздухонагреватели, водоподогреватели и др.

Регенеративными называются такие аппараты, в которых одна и та же поверхность нагрева омывается поочередно то горячим, то холодным теплоносителем. При этом теплота, аккумулированная стенками аппарата (насадкой) при охлаждении горячего теплоносителя, отдается холодному. Примером таких теплообменников могут служить регенераторы стекловаренных и мартеновских печей.

РАЗДЕЛ 3. ТОПЛИВО И ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ

Классификация видов топлива и его расчётные характеристики. Теплота сгорания топлива. Продукты сгорания. Реакции горения, определение необходимого количества воздуха. Схемы горелок для жидкого и газообразного топлива.

Топочные устройства, экономичность сгорания.

Принципиальная схема котельной установки. Дополнительные поверхности нагрева и вспомогательное оборудование. Тепловой баланс и КПД котельной установки. Котлы малой и средней мощности, техника безопасности.

Назначение и общее устройство теплогенераторов, их типы.

Топливная система. Рабочий процесс и регулирование режима работы. Электрокалориферные установки.

Правила безопасности и пожарная безопасность.

Методические рекомендации

Важнейшая теплотехническая характеристика топлива – его теплота сгорания. Уяснить различие между низшей и высшей теплотой сгорания топлива. Разобраться в структуре формулы Д.И.Менделеева для определения низшей теплоты сгорания топлива по его составу. Для сопоставления экономичности работы теплоэнергетического оборудования, где используются различные сорта и виды топлив, вводится понятия условного топлива.

Познакомиться с устройством, принципом действия, характеристиками котельных установок, техникой безопасности при их эксплуатации.

Познакомить с устройством, характеристиками теплогенераторов и калориферов, техникой безопасности при их эксплуатации.

РАЗДЕЛ 4. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОТЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

4.1. Системы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения

Тепловой и воздушный режимы сельскохозяйственных помещений. Системы отопления и отопительные приборы, их характеристика.

Оборудование для нагрева воздуха. Горячее водоснабжение.

Общие сведения. Принципиальные схемы вентиляции. Расчёт систем вентиляции. Подбор вентиляторов.

Методические рекомендации

Тепловые потери помещения, составление уравнения теплового баланса для помещения. Расчетные расходы теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение определяют для каждого квартала населенного пункта по укрупненным показателям согласно СНиП 2.04.07-86 Тепловые сети. Необходимо научиться определять максимальный тепловой поток на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий, тепловую нагрузку на горячее водоснабжение, построению графиков часовых расходов теплоты на отопление и вентиляцию в зависимости от температуры наружного воздуха и горячее водоснабжение, а также графиков годового расхода теплоты по продолжительности стояния температур наружного воздуха.

Тепловой расчет системы отопления. Выбор и размещение элементов системы отопления в помещениях здания. Присоединение системы отопления. Тепловой и гидравлический режим работы. Расчет числа секций в приборе и числа приборов.

4.2. Сушка сельскохозяйственной продукции

Естественная и искусственная сушка. Тепловые режимы сушки. Классификация сушильных установок.

Материальный и тепловой баланс. Расход сушильного агента и теплоты. Изображение процесса сушки в h_d -диаграмме. Особенности эксплуатации сушильных установок.

Методические рекомендации

Водяной пар является рабочим телом в теплоэнергетических установках, а также находит широкое применение в различных технологических процессах. Необходимо разобраться в процессе парообразования и уметь изображать этот процесс в p_v -, TS - и HS - диаграммах. Усвоить основные понятия влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха по h_d - диаграмме. Знать принципы построения процессов нагрева, охлаждения воздуха, процессов испарения влаги посредством нагретого воздуха.

4.3. Основы работы холодильной техники

Потребители холода в сельском хозяйстве. Основы получения искусственного холода.

Классификация холодильных установок и их принципиальные схемы.

Холодильные агенты и их основные свойства. Оптимальные параметры микроклимата в хранилищах.

Методические рекомендации

Рассмотреть понятия «умеренное охлаждение», «холод», «дресселирование». Изучить основные требования, предъявляемые к холодильным агентам. Разобрать термодинамический цикл парокомпрессорной холодильной установки. Абсорбционные холодильные установки. Пароэжекторные холодильные установки.

Общие понятия глубокого охлаждения. Цикл высокого давления с однократным дресселированием. Изучить цикл, основанный на сочетании дресселирования и детандирования.

4.4. Пути экономии теплоэнергетических ресурсов в сельском хозяйстве

Основы энерготехнологии. Энерготехнологические схемы использования топлива. Вторичные энергетические ресурсы и их использование в условиях Республики Беларусь.

Применение биогаза и схемы биогазовых установок. Альтернативные виды топлива для ДВС.

Основные способы снижения расхода органических видов топлива в сельскохозяйственном производстве. Нетрадиционные источники энергии и их применение в условиях Республики Беларусь.

Методические рекомендации

Экономия теплоэнергетических ресурсов в настоящее время является важнейшим направлением повышения эффективности производства любой отрасли промышленности. Большие резервы экономии топлива кроются в использовании вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

Среди основных энерготехнологических методов переработки биомассы можно выделить:

- термохимический метод;
- биохимический метод;
- агрохимический метод.

С учетом природных, географических и метеорологических условий Республики Беларусь в качестве нетрадиционных и возобновляемых местных источников энергии можно рассматривать:

- малые гидроэнергетические и ветроэнергетические установки;
- биоэнергетические установки, или установки по производству биогаза;
- гелиоустановки;
- установки для сжигания отходов растениеводства и др.

РАЗДЕЛ 5. ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ И НАСОСЫ

5.1. Основы гидростатики

Характеристики жидкости, её основные свойства. Вязкость, единицы её измерения и приборы для измерения.

Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Схема и принцип действия гидравлического пресса, домкрата, силовых цилиндров. Сила давления на плоские поверхности.

Методические рекомендации

Необходимо усвоить основные положения и разделы дисциплины, различие между реальной и идеальной жидкостью; изучить физические свойства жидкости; разобраться в сущности понятия вязкости, коэффициентах и единицах вязкости, влиянии различных факторов на вязкость жидкости; силы, действующие в жидкости.

При изучении понятия о давлении необходимо уяснить: разницу между атмосферным, абсолютным избыточным давлениями и вакуумом; единицы измерения давления в различных системах измерения и их перевод из одной системы в другую; измерение давления.

Изучая законы гидростатики особое внимание уделить основному уравнению гидростатики, изучить его составляющие и их физический смысл; обратить внимание на техническое приложение законов Паскаля и Архимеда.

5.2. Основы гидродинамики

Основные понятия и определения. Поток жидкости, гидравлические элементы потока. Режимы движения реальных жидкостей. Уравнение Бернулли для жидкости при установившемся движении. Практическое применение уравнения Бернулли. Движение жидкости и гидравлические сопротивления.

Гидравлический расчёт простого трубопровода, последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Понятие о гидравлическом ударе.

Кавитация.

Истечение жидкости из отверстий и насадок.

Методические рекомендации

В процессе изучения раздела гидродинамики следует усвоить основные элементы потока: живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус. Через уравнение неразрывности потока уяснить связь между средней скоростью потока, живым сечением и расходом жидкости.

Отдельно следует разобраться с ламинарным и турбулентным режимами движения жидкости, их зависимости от скорости и плотности жидкости и от ее вязкости и как, оперируя этими параметрами можно с помощью числа Рейнольдса определить режим движения жидкости.

Особое внимание надо уделить уравнению Бернулли и физической сущности каждого его слагаемого: необходимо понять, что оно представляет собой закон сохранения энергии движущейся жидкости и что 1-3 члены этого уравнения – геометрический, пьезометрический и скоростной напоры (т.е. полная удельная энергия жидкости в данном сечении), четвертый член уравнения представляет собой потерю удельной энергии на преодоление сопротивлений при ее движении между заданными сечениями (потеря напора).

Определение потерь напора является одной из основных задач практической гидравлики. Эти потери уходят на преодоление сопротивлений движению жидкости. При этом в гидравлике различают два вида сопротивлений:

- сопротивления, проявляющиеся по всей длине потока, обусловленными трением частиц жидкости друг о друга и о стенки; соответствующие им потери напора называются линейными;

- местные сопротивления, обусловленные препятствиями, устанавливаемыми в потоке (задвижка, кран, колено, сужение, расширение), соответствующие им потери напора называются местными потерями.

5.3. Насосы и их работа

Назначение насосов и их основные типы. Классификация насосов по виду преобразуемой энергии. Маркировка, область применения.

Основные технические показатели насосов: объёмная подача (производительность), давление насоса, напор, высота всасывания, мощность и КПД насоса.

Характеристики насосов и насосных установок. Подбор насоса.

Консольные насосы, основные элементы конструкции. Пуск и остановка консольного насоса.

Насосы типа ЭВЦ, вихревые насосы, осевые насосы.

Методические рекомендации

Прежде, чем знакомиться с конструкциями насосов, следует изучить схему насосной установки и ее параметры: геометрическая высота всасывания, нагнетания, подъема жидкости, мощность и КПД. Затем последовательно изучите устройство центробежных, поршневых и специальных насосов, их принцип действия, область применения, достоинства и недостатки, характеристики насосов. Для лучшего усвоения материала необходимо понять, как определяется общая рабочая точка насоса и трубопровода: точка пересечения характеристик насоса и трубопровода. Для ее отыскания сначала вычерчиваются обе характеристики в одинаковом масштабе, а затем они накладываются друг на друга. Расход и давление, соответствующие точке пересечения характеристик обеспечиваются насосом при подаче жидкости в данном трубопроводе. Из построенных характеристик видно, что в данном трубопроводе невозможно развить подачу насоса большую, чем в точке пересечения характеристик, так как в этом случае создаваемый напор будет меньше, чем сопротивление трубопроводов. Работа насоса в этом трубопроводе при меньших подачах, чем в точке пересечения характеристик не желательна, так как режимы его работы будут не экономичны. В этом случае надо регулировать подачу.

При подборе насоса для совместной его работы с трубопроводом необходимо, чтобы рабочая точка (т.е. точка пересечения характеристик) находилась в области максимального значения КПД насоса.

IV. Методические рекомендации по выполнению домашней контрольной работы

Домашняя контрольная работа является формой самостоятельной работы учащегося, которую он выполняет, изучая курс учебной дисциплины.

Домашняя контрольная работа является формой самостоятельной работы учащегося, которую он выполняет, изучая курс учебной дисциплины.

Цель контрольных работ – определить степень усвоения учащимися изучаемого материала и умения использовать полученные знания при решении практических задач.

Основной формой руководства самостоятельной работой учащихся-заочников со стороны преподавателей, средством промежуточного контроля и оказания им индивидуальной помощи в усвоении и применении изучаемого материала в межсессионный период является организация выполнения и рецензирования домашних контрольных работ (*преподаватель уточняет количество контрольных работ по учебной дисциплине*).

Выполненная домашняя контрольная работа высылается в учреждение образования на рецензирование в соответствии с календарным графиком выполнения домашних контрольных работ (выдается учащемуся на предыдущей лабораторно-установочной или экзаменационной сессии).

В исключительных случаях по уважительной причине администрация образования может разрешить, в том числе и в период лабораторно-экзаменационной сессии, прием на рецензирование домашних контрольных работ, выполненных после установленных учебным графиком сроков их сдачи.

Домашняя контрольная работа регистрируется заведующим отделения, затем направляется на рецензию к преподавателю соответствующей учебной дисциплины, за которой закреплена данная группа учащихся, для проведения всех видов учебной работы.

Контрольная работа проверяется преподавателем, после чего она передается заведующему отделением.

Критерии оценки выполнения домашней контрольной работы

При рецензировании контрольной работы учитываются соответствие ответов вопросам и плану, глубина раскрытия вопросов, последовательность изложения материала, степень использования рекомендованной литературы, обоснованность автором работы положений и выводов, достаточность объема, эстетичность оформления, грамотность и аккуратность, наличие ссылок и указателей на использованные источники.

Отметка «зачтено» выставляется при условии:

- работа выполнена в полном объеме, в соответствии с заданием, ответы на все теоретические вопросы даны полно, последовательно.
- работа аккуратно оформлена, приведен список использованной литературы.

Работа может быть зачтена, если она содержит единичные не существенные ошибки:

- опiski, не искажающие сути ответа на теоретические вопросы;
- отсутствие выводов в процессе освещения контрольных вопросов;
- отсутствие списка используемой литературы или несоответствие его оформлению требованиям стандарта.

Отметка «не зачтено» выставляется, если работа выполнена не в полном объеме или содержит следующие существенные ошибки:

- не раскрыто основное содержание вопросов задания.
- ответы на теоретические вопросы полностью переписаны из учебной литературы без адаптации к контрольному заданию.
- отдельные вопросы в работе освещены не в соответствии с вариантом задания.

В этом случае учащемуся предлагается выполнить новый вариант задания. При этом указывается, что вновь выполненная контрольная работа должна быть возвращена в учреждение образования с ранее выполненной.

Домашняя контрольная работа, выполненная небрежно, неразборчивым почерком, а также не по данному варианту возвращается учащемуся без проверки, с указанием причин.

Повторно выполненная домашняя контрольная работа, как правило, направляется на рецензирование преподавателю, который проверял работу в первый раз.

По незачтенным работам преподаватели могут проводить собеседование для выяснения возникших при рецензировании вопросов.

Требования к оформлению домашней контрольной работы

Домашняя контрольная работа может быть выполнена в письменном виде в ученической тетради в клеточку или напечатана на компьютере.

Домашняя контрольная работа выполняется в ученической тетради, то должна содержать не менее 12 листов рукописного текста на двух сторонах листа (или 20 – 24 страницы ученической тетради) с таблицами, иллюстрациями, схемами и т.д. Расстояние от края листа до границ текста в начале строк – 20мм. Абзац в тексте начинается отступом равным 10-15 мм. Рекомендуется отводить поля 30-40 мм.

Титульный лист контрольной работы должен содержать следующие реквизиты:

1. наименование подчиненности учебного заведения (Главное управление образования Гродненского областного исполнительного комитета).
2. название учреждения образования – (УО «Скидельский государственный колледж»);
3. номер домашней контрольной работы – №1;
4. название учебной дисциплины, по которой выполняется контрольная работа;
5. курс и группу;
6. фамилию, имя, отчество учащегося;
7. номер шифра учащегося, вариант контрольной работы;
8. дату сдачи контрольной работы на заочное отделение и дату рецензии (заполняется заведующим отделением);
9. фамилию и инициалы рецензента.

Выполненная домашняя контрольная работа подписывается учащимися ниже списка литературы с указанием даты выполнения.

Изложение текста

Текст, условные знаки, иллюстрации следует выполнять синими или черными чернилами. Разрешается выполнение иллюстраций и т.п. карандашом. Для иллюстраций, схем и т.п. разрешается применение

копирования (ксерокопирование, светокопирование и т.п.) с дальнейшим вклеиванием их в домашнюю контрольную работу.

Каждый вопрос дальнейшей контрольной работы рекомендуется начинать с новой страницы. Все страницы должны быть пронумерованы. Вопросы и условия практических заданий контрольной работы записываются полностью в соответствии с контрольным заданием.

Расстояние между вопросом и ответом должно быть не менее 10 мм.

В тексте не допускается:

- применять произвольные словообразования;
- применять сокращение слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующих государственным стандартам.

К выполнению контрольной работы учащиеся должны подходить творчески. Не допускается бездумное списывание текста с первоисточника. В контрольной работе необходимо проявить понимание избранной темы, умение самостоятельно анализировать материал, делать аргументированные выводы и обобщения. Если в учебной литературе встречаются непонятные термины, лучшим вариантом будет обращение за консультацией к преподавателю или к справочной литературе. Учащемуся следует вникнуть в текст учебной литературы или первоисточника, пропустить через собственное сознание, чтобы работа была качественной подготовкой к итоговой контрольной работе. Наиболее распространенной ошибкой является переписывание текста, который учащемуся непонятен. Запомните, настоящее образование начинается с самообразования. Необходимо детально разобраться в контрольных вопросах.

(Предлагается пример описания контрольного задания: Каждый вариант содержит три вопроса. Первый вопрос относится к первому разделу дисциплины. Второй вопрос – ко второму разделу. Третий вопрос предполагает работу не только с учебными пособиями, но и со словарем и справочной литературой. Первым этапом работы учащегося является знакомство с соответствующими разделами и подбор литературы к каждому разделу. Некоторая «незавершенность» списка литературы к каждому варианту предполагает самостоятельный поиск. Наиболее полный список рекомендуемой литературы можно найти в данном пособии.)

Если в тексте контрольной работы встречаются цитаты, их необходимо писать абсолютно точно и брать в кавычки с указанием источника, из которого она взята (фамилия, инициалы автора, название произведения, том, часть, место и год издания, страница).

Однако не следует перегружать текст цитатами. Они должны логически вписываться в ход ваших мыслей.

Контрольная работа учит работать с литературой, обобщать материал, анализировать схемы, таблицы, конспектировать.

Каждый вопрос должен содержать логический вывод, заключение, которое можно сделать по данной проблеме, и которое может содержать самостоятельные рассуждения учащегося. При написании контрольной работы не следует пользоваться устаревшей литературой. В спорном случае следует консультироваться с преподавателем.

V. Задания для контрольной работы

Вопросы контрольной работы

1. Охарактеризуйте развитие теплоэнергетики народного хозяйства Республики Беларусь.
2. Дайте определение технической термодинамике, сформулируйте основные законы, на которых она базируется.
3. Дайте определения и охарактеризуйте основные понятия термодинамики (теплота, работа, внутренняя энергия).
4. Охарактеризуйте основные параметры состояния рабочих тел (давление, объём, температура).
5. Дайте определение и раскройте сущность понятий: «термодинамическая система», «термодинамический процесс», «идеальный газ».
6. Сформулируйте и запишите уравнение состояния идеального газа.
7. Сформулируйте и запишите выражение первого закона термодинамики.
8. Дайте определение теплоёмкости, охарактеризуйте виды теплоёмкости в зависимости от количественной единицы вещества.
9. Дайте определение и раскройте сущность понятий «энтальпия» и «энтропия».
10. Назовите и охарактеризуйте основные термодинамические процессы (изохорный, изобарный, изотермический).
11. Раскройте сущность кругового процесса (цикла), его графическое изображение и основные характеристики.
12. Опишите прямой цикл Карно (идеальный цикл ДВС), отобразите его графически в p - v -координатах.
13. Дайте определение основным термодинамическим процессам воды и водяного пара (испарение, кипение, конденсация), отобразите эти процессы графически в p - v -координатах.
14. Опишите рабочий процесс одноступенчатого поршневого компрессора и изображение его работы в p - v -координатах.
15. Опишите рабочий процесс двухступенчатого поршневого компрессора и изображение его работы в p - v -координатах.
16. Дайте определение понятию «теплообмен», опишите основные виды и характеристики теплообмена (теплопроводность, конвекция, тепловое излучение).
17. Запишите аналитическое выражение закона Фурье, охарактеризуйте каждый его член.
18. Дайте определение понятию «теплопроводность», приведите и опишите схему передачи теплоты через плоскую однослойную стенку.
19. Опишите и отобразите графически процесс передачи теплоты через плоскую стенку из нескольких слоёв различной теплопроводностью, запишите уравнение теплопроводности.
20. Сформулируйте и запишите основной закон конвективного теплообмена (закон Ньютона-Рихмана).
21. Охарактеризуйте процесс теплоотдачи при изменении агрегатного

- состояния вещества (теплоотдача при кипении и конденсации).
22. Опишите процесс лучистого теплообмена, дайте характеристику основным определениям.
 23. Раскройте сущность процесса горения, опишите способы сжигания топлива и топочные устройства.
 24. Приведите классификацию видов топлива, составные части топлива и опишите основные расчётные характеристики.
 25. Дайте определения понятиям «топливо» и «условное топливо», охарактеризуйте условия применения данных понятий.
 26. Опишите назначение и классификацию котлов, приведите принципиальную схему котельной установки.
 27. Назовите основное и вспомогательное оборудование котельных установок, опишите их назначение и работу.
 28. Опишите особенности эксплуатации котельных установок и основные требования безопасности.
 29. Проклассифицируйте и опишите системы отопления сельскохозяйственных помещений, дайте характеристику применяемым отопительным приборам.
 30. Охарактеризуйте назначение и виды вентиляции, приведите принципиальные схемы вентиляции.
 31. Назовите типы и дайте характеристику нагревательным приборам систем отопления.
 32. Опишите методику определения количества тепла и секций радиаторов на отопление.
 33. Опишите способы сушки сельскохозяйственной продукции, раскройте понятие «сушильный агент».
 34. Приведите классификацию сушильных установок и их принципиальные схемы.
 35. Охарактеризуйте процесс сушки сельскохозяйственной продукции с помощью $H-d$ – диаграммы.
 36. Охарактеризуйте холодильные агенты и их основные свойства.
 37. Приведите принципиальную схему холодильной установки и опишите принцип её работы.
 38. Сформулируйте основные пути экономии теплоэнергетических ресурсов в сельском хозяйстве.
 39. Назовите и охарактеризуйте альтернативные виды топлива для ДВС, нетрадиционные источники энергии.
 40. Проанализируйте роль гидравлики в современной технике, назовите физические характеристики и свойства жидкости.
 41. Дайте определение понятию гидростатическое давление, запишите основное уравнение гидростатики.
 42. Назовите приборы для измерения гидростатического давления, раскройте сущность закона сообщающихся сосудов.
 43. Раскройте понятие силы гидростатического давления жидкости на плоские поверхности, определение центра давления.
 44. Запишите закон Архимеда, охарактеризуйте условие плавания тел и остойчивость плавающих тел.
 45. Раскройте сущность понятий: поток, виды движения, линии тока и

элементарная струйка.

46. Дайте характеристику ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости (критерий Рейнольдса).
47. Запишите уравнение Д. Бернулли и объясните смысл каждого его члена.
48. Дайте характеристику потерь на гидравлическое сопротивление (трение) и местные потери.
49. Приведите классификацию трубопроводов, охарактеризуйте основные расчетные зависимости.
50. Раскройте смысл явления гидравлического удара в трубах, проанализируйте меры ослабления его действия.
51. Опишите устройство, принцип действия и основные показатели работы центробежных насосов.
52. Раскройте сущность понятия кавитация насосов, проанализируйте меры ослабления его действия.
53. Опишите назначение насосов, их основные типы, маркировку и область применения.
54. Опишите основные технические показатели насосов: объёмная подача, давление насоса, напор, высота всасывания, мощность и КПД насоса.
55. Охарактеризуйте конструктивные разновидности консольных насосов, область их применения.

56-65.

Газ массой M (кг) расширяется по изобаре при абсолютном давлении P (МПа) так, что его температура повышается от t_1 (°C) до t_2 (°C). Определить конечный объём газа V_2 (м³), совершенную работу L (кДж) подведенную теплоту Q (кДж) и изменение внутренней энергии газа U (кДж).

Исходные данные

Величина	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Масса M (кг)	0,55	0,85	1,2	0,95	0,75	0,5	0,45	0,55	0,85	0,95
Давление P	0.3	0.4	0.35	0.45	0.5	0.55	0.40	0.35	0.55	0.6
Температ, t_1	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50
Температ, t_2	400	300	500	400	300	500	400	300	500	400
Род газа	Воздух	Кислород O_2	Азот, N_2	Аргон, Ar	Метан, CH_4	Воздух	Кислород O_2	Азот, N_2	Аргон, Ar	Метан, CH_4

Задача № 1 (образец)

Дано: $M = 1$ кг; $P = 1$ МПа; $T_1 = 100^\circ\text{C} = 373\text{K}$; $T_2 = 600^\circ\text{C} = 873\text{K}$; Род газа – воздух

Определить: $V_2 = ?$; $Q = ?$; $L = ?$; $\Delta U = ?$

Решение:

1. Определим удельную газовую постоянную воздуха из уравнения универсальной газовой постоянной (приложение 4)

$\mu R = 8314,3$ Дж/кг·К, откуда

$$R = \frac{8314,3}{\mu} = \frac{8314,3}{28,9} = 287 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{K}$$

$\mu = 28,9$ кг/к моль – молекулярная масса воздуха

2. Определим объем воздуха после нагрева из уравнения состояния

$$P V_2 = M R T_2,$$

Где $M = 1$ кг – масса воздуха

V_2 (м³) – объем после нагрева

$R = 287$ Дж/кг·К – удельная газовая постоянная

$T_2 = 273 + t_2 = 273 + 600 = 873$ – конечная температура воздуха

$P = 1$ МПа = $1 \cdot 10^6$ Па – удельное давление

$$V_2 = \frac{M R T_2}{P} = \frac{1 \cdot 287 \cdot 873}{1 \cdot 10^6} = 0,25 (\text{м}^3)$$

3. Расход тепла на нагрев воздуха в изобарном процессе составит:

$$Q = C_p (T_2 - T_1) M \text{ (кДж)}, \text{ где}$$

$$C_p = \frac{\mu C_p}{\mu} = \frac{29,3}{28,9} = 1,01 \text{ кДж} / \text{кг} \cdot \text{K} - \text{массовая теплоемкость воздуха при постоянном давлении}$$

$$Q = 1,01 (873 - 373) = 505 \text{ (кДж)}$$

4. Построим график изобарного процесса расширения воздуха и определим выполненную работу газом при расширении: $L = P (V_2 - V_1) M$ (кДж),

где $V_2 - V_1$ (м³) – разность объемов

1-2 – Изобара расширения

Площадка 1-2-2' - 1' - 1 – есть работа, но т.к. $PV = RT$, то

$$L = R (T_2 - T_1) M = 287 (873 - 373) \cdot 1 = 143,5 \text{ кДж}$$

5. Изменение внутренней энергии составит: $Q = \Delta U + L$ (кДж) – уравнение 1-го закона термодинамики

$$\Delta U = Q - L = 505 - 143,5 = 361,5 \text{ кДж}$$

Ответ: $V_2 = 0,25$ (м³), $Q = 505$ кДж, $L = 143,5$ кДж, $\Delta U = 361,5$ кДж

66-75. Определите эффективную мощность четырехтактного ДВС и удельный расход топлива по следующим данным: среднее индикаторного давление P_i диаметр цилиндра D , ход поршня S , число цилиндров Z , частота вращения n , механический к.п.д. η_n .

Исходные данные

Величина	Марка двигателя	D (мм)	S (мм)	N-с ⁻¹	Z (шт)
66	A-01M	130	140	28,3	6
67	Д-108	145	205	17,8	4
68	Д-120	105	120	55,5	2
69	A-41	130	140	29,2	4
70	Д-160	145	205	20,8	4
71	A-145-T	105	120	33,3	4
72	СМД-18	120	140	30,0	4
73	A-90ТК	165	170	31,7	8
74	СМД-62	130	115	35,0	6
75	СМД-21	120	140	33,3	4

Величина	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
P_i (МПа)	0,75	0,77	0,77	0,71	0,97	1,0	0,9	1,1	1,0	1,2
η_n	0,85	0,88	0,90	0,90	0,89	0,87	0,85	0,80	0,86	0,86

Задача № 2 (образец)

Дано: Марка двигателя – А-1

$P_i = 1$ МПа, $D = 100$ мм, $S = 100$ мм, $N = 30$ об/с, $Z = 4$ шт, $\eta_m = 0,85$

Определить: $P_e = ?$, $b_e = ?$

Решение:

1. Определим рабочий объем цилиндра двигателя А-1:

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} \cdot 0,1 = 0,78 \cdot 10^{-3} (\text{м}^3)$$

2. Эффективная мощность двигателя составит:

$$P_e = \frac{P_i \cdot V_h \cdot N \cdot Z}{\tau} \cdot \eta \quad (\text{Вт}), \text{ где}$$

$\tau = 2$ – коэффициент тактности

$$P_e = \frac{1 \cdot 10^6 \cdot 0,78 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 4}{2} \cdot 0,85 = 40 \text{ кВт}$$

3. Удельный расход топлива двигателем составит:

$$b_e = \frac{3600}{\eta_e \cdot Q_n^p} \quad (\text{кг/кВт} \cdot \text{ч})$$

$\eta_e = 0,37$ – эффективный к.п.д. двигателя

$Q_n^p = 42 \text{ МДж/кг}$ – низшая теплота сгорания топлива

$$b_e = \frac{3600}{0,37 \cdot 42 \cdot 10^{-3}} \quad (\text{кг/кВт} \cdot \text{ч})$$

Ответ: $P_e = 40 \text{ кВт}$, $b_e = 0,23 \text{ кг/кВт} \cdot \text{ч}$

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

		<i>Последняя цифра шифра</i>									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Предпоследняя цифра шифра</i>	0	1, 27, 56,66	2, 28, 57,67	3, 29, 58,68	4, 30, 59,69	5, 31, 60,70	6, 32, 61,71	7, 33, 62,72	8, 34, 63,73	9, 35, 64,74	10, 36, 65,75
	1	11, 37,56 75	12, 38,57, 74	13, 39,58, 73	14, 40,59, 72	15, 41,60, 70	16, 42,61, 69	17, 43,62, 68	18, 44,63, 67	19, 45,64, 74	20, 46,65, 75
	2	21, 47, 61,70	22, 48, 65,69	23, 49,56, 71	24, 50,57, 75	25, 51, 59,66	26, 52, 64,67	27, 53, 60,68	28, 54, 62,69	29, 55, 59,70	7, 53,64 73
	3	1, 27, 56,66	2, 28,57, 73	3, 29,58, 72	4, 30,59, 65	5, 31,60, 71	6, 32,61 75	7, 33, 62, 67	8, 34, 60,69	9, 35,56 70	10, 36 62,67
	4	11, 37,56, 66	12, 38,58, 67	13, 39,59, 74	14, 40, 57,67	15, 41, 58,68	16, 42, 65,69	17, 43,58 71	18, 44,65 75	19, 45,68 60	20, 46,56 67
	5	21, 47, 61,67	22, 48,58, 71	23, 49, 62,72	24, 50,60, 73	25, 51, 58,74	26, 52, 64,75	27, 53,62 72	28, 54, 65,69	29, 55,65 71	6, 30, 60,66
	6	1, 27, 56,67	2, 28, 57,68	3, 29, 58,69	4, 30, 59,70	5, 31, 62,71	6, 32,56, 70	7, 33, 58,72	8, 34, 57,73	9, 35, 57,74	10, 36, 65,75
	7	11, 37,65, 66	12, 38,64 67	13, 39, 59,68	14, 40,60 71	15, 41,61 73	16, 42, 59,69	17, 43, 56,66	18, 44, 64,74	19, 45,65 75	20, 46,56 72
	8	21, 47, 61,72	22, 48,56 70	23, 49, 65,68	24, 50, 64,74	25, 51,57 67	26, 52,61 71	27, 53, 62,72	28, 54,58 73	29, 55, 58,66	12, 30, 57,67
	9	1, 27, 56,68	2, 28, 57,69	3, 29, 58,70	4, 30, 59,71	5, 31, 62,72	6, 32,58 72	7, 33, 59,73	8, 34,57 67	9, 35, 58 71	10, 36, 64,75

Перечень единиц системы СИ для важнейших величин в теплотехнике и гидравлики

Приложение 1

Величины	Буквенное обозначение	Наименование	Обозначение
Длина	L	метр	м
Масса	m	килограмм	кг
Время	t	секунда	с
Термодинамическая температура	T	Кельвин	К
Количество вещества	M	Моль	Моль
Площадь	F	Квадратный метр	м ²
Объём	V	Кубический метр	м ³
Скорость	v	Метр в секунду	м/с
Ускорение	g	Метр в секунду в квадрате	м/с ²
Частота вращения	n	Секунда в минус первой степени	с ⁻¹
Плотность	ρ	Килограмм на метр кубический	кг/м ³
Сила	P	Ньютон	Н
Удельный объём	v	Кубический метр на килограмм	м ³ /кг
Давление	P	Паскаль	Па
Количество теплоты	Q	Джоуль	Дж
Работа	L	Джоуль	Дж
Энергия	E	Джоуль	Дж
Мощность	N	Ватт	Вт
Тепловой поток	Q	Ватт	Вт
Удельное количество теплоты	g	Джоуль на килограмм	Дж/кг
Энтальпия	h	Джоуль на килограмм	Дж/кг
Удельная теплоёмкость	c	Джоуль на килограмм	Дж/кг
Удельная газовая постоянная	R	Джоуль на килограмм - Кельвин	Дж/(кг*К)
Удельная энтропия	S	Джоуль на килограмм - Кельвин	Дж/(кг*К)
Теплопроводность	λ	Ватт на метр – Кельвин	Вт/м*К
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи)	α	Ватт на квадратный метр – Кельвин	Вт /(м ² *К)
Плотность теплового потока	q	Ватт на квадратный метр - Кельвин	Вт/м ²
Объёмный расход(подача, производительность)	V(Q)	Кубический метр в секунду	м ³ /с
Массовый расход	m	Килограмм в секунду	кг/с
Вязкость динамическая	μ	Паскаль - секунду	Па*с
Вязкость кинематическая	ν	Квадратный метр в секунду	м ² /с

Приложение 3

Приставка для образования кратных и дольных единиц

Наименование приставок	Обозначение	Отношение к основной единице	Наименование приставок	Обозначение	Отношение к основной единице
Дека	да	10^1	Деци	д	10^{-1}
Гекто	г	10^2	Санتي	с	10^{-2}
Кило	к	10^3	Милли	м	10^{-3}
Мега	М	10^6	Микро	мк	10^{-6}
Гига	Г	10^9	Нано	н	10^{-9}
Тера	Т	10^{12}	Пико		10^{-12}

Приложение 4

Молекулярные массы, плотности и объемы киломолей при нормальных условиях и газовые постоянные важнейших газов.

Величины	Химические обозначение	Молекулярная масса μ кг/К*моль	Плотность ρ кг/м ³	Объем киломоля μ м ³ /кг	Газовая постоянная R , Дж/(кг* К)
Воздух	-	28,96	1,293	22,40	287,0
Кислород	O ₂	32	1,429	22,39	259,8
Азот	N ₂	28,014	1,251	22,40	296,8
Атмосферный азот ¹	N ₂	28,16	(1,257)	(22,40)	295,3
Гелий	He	4,003	0,179	22,42	2078,0
Аргон	Ar	39,948	1,783	22,39	208,2
Водород	H ₂	2,016	0,090	22,43	4124,0
Оксид углерода	CO	28,011	1,250	22,40	296,8
Двуокись углерода	CO ₂	44,011	1,977	22,26	188,9
Серный газ	SO ₂	64,066	2,926	21,89	129,8
Метан	CH ₄	16,043	0,717	22,39	518,2
Этилен	C ₂ H ₂	26,038	1,251	22,41	319,3

Наименование буквы	Произношение	Наименование буквы	Произношение	Наименование буквы	Произношение
α	альфа	ι	иота	ρ	ро
β	бета	κ	каппа	σ	сигма
γ	гамма	λ	ламбда	τ	тау
δ	дельта	μ	ми	υ	и псилон
ϵ	э псилон	ν	ни	ϕ	фи
ζ	дзета	ξ	кси	χ	хи
η	Эта	$\omicron$	О микрон	ψ	пси
θ	тета	π	пи	ω	О мега

Образец оформления библиографического описания
источников в списке, приводимом в реферате

Характеристика источника	Пример оформления
Книга (один, два автора)	Райс, Ф. Психология подросткового и юношеского возраста. – СПб : изд-во «Питер», 2000. – 656 с. Кравченко, А.И., Анурин В.Ф. Социология : Учебник для вузов . – СПб : Питер, 2003. – 432с.
Книга(три, четыре автора)	Философия: вопросы и ответы/ Мартынов М.И., Кравченко Л.Г, Киселева С.А. – Мн.: «ТетраСистемс», 2002. – 272с.
Интернет-публикация	Биография Селезнева Геннадия Николаевича // www.seleznev.ru/biography.asp