Основные понятия и определения термодинамики

Теоретическое занятие

Специальность: 15.02.09 Аддитивные технологии

ОП 05 Теплотехника

Тема 1.1. Основные понятия и определения термодинамики

Преподаватель: Селин И.И.

2022

Основные понятия и определения термодинамики

1.1 Введение. Теплотехника.

Теплотехника – наука, которая изучает методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепловых машин, аппаратов и устройств. Теплота используется во всех областях деятельности человека. Для установления наиболее рациональных способов его использования, анализа экономичности рабочих процессов тепловых установок и создания новых, наиболее совершенных типов тепловых агрегатов необходима разработка теоретических основ теплотехники. Различают два принципиально различных направления использования теплоты – энергетическое и технологическое. При энергетическом использовании, теплота преобразуется в механическую работу, с помощью которой в генераторах создается электрическая энергия, удобная для передачи на расстояние. Теплоту при этом получают сжиганием топлива в котельных установках или непосредственно в двигателях внутреннего сгорания. При технологическом - теплота используется для направленного изменения свойств различных тел (расплавления, затвердевания, изменения структуры, механических, физических, химических свойств). Количество производимых и потребляемых энергоресурсов огромно.

Такими теоретическими разделами являются техническая термодинамика и основы теории теплообмена, в которых исследуются законы превращения и свойства тепловой энергии и процессы распространения теплоты. Данный курс является общетехнической дисциплиной при подготовке специалистов технической специальности[1].

1.2. Термодинамическая система.

Техническая термодинамика (т/д) рассматривает закономерности взаимного превращения теплоты в работу. Она устанавливает взаимосвязь между тепловыми, механическими и химическими процессами, которые совершаются в тепловых и

[1] Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. -М.; Высшая школа, 2020.

холодильных машинах, изучает процессы, происходящие в газах и парах, а также свойства этих тел при различных физических условиях. Термодинамика базируется на двух основных законах (началах) термодинамики:

I закон термодинамики - закон превращения и сохранения энергии;

II закон термодинамики – устанавливает условия протекания и направленность макроскопических процессов в системах, состоящих из большого количества частиц.

Техническая т/д, применяя основные законы к процессам превращения теплоты в механическую работу и обратно, дает возможность разрабатывать теории тепловых двигателей, исследовать процессы, протекающие в них и т.п. Объектом исследования является термодинамическая система, которой могут быть группа тел, тело или часть тела. То, что находится вне системы называется окружающей средой. Т/д система – это совокупность макроскопических тел, обменивающиеся энергией друг с другом и окружающей средой. Например: т/д система – газ, находящейся в цилиндре с поршнем, а окружающая среда – цилиндр, поршень, воздух, стены помещения.

Изолированная система - т/д система, не взаимодействующая с окружающей средой.

Адиабатная (теплоизолированная) система – система имеет адиабатную оболочку, которая исключает обмен теплотой (теплообмен) с окружающей средой.

Однородная система – система, имеющая во всех своих частях одинаковый состав и физические свойства.

Гомогенная система – однородная система по составу и физическому строению, внутри которой нет поверхностей раздела (лед, вода, газы).

Гетерогенная система – система, состоящая из нескольких гомогенных частей (фаз) с различными физическими свойствами, отделенных одна от другой видимыми поверхностями раздела (лед и вода, вода и пар). В тепловых машинах (двигателях) механическая работа совершается с помощью рабочих тел – газ, пар[2].

1.3. Параметры состояния.

---

[2] Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. -М.; Высшая школа, 2020.

Величины, которые характеризуют физическое состояние тела называются термодинамическими параметрами состояния. Такими параметрами являются удельный объем, абсолютное давление, абсолютная температура, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, концентрация, теплоемкость и т.д. При отсутствии внешних силовых полей (гравитационного, электромагнитного и др.) термодинамическое состояние однофазного тела можно однозначно определить 3-мя параметрами – уд. объемом (υ), температурой (T), давлением (P).

Удельный объем – величина, определяемая отношением объема вещества к его массе.

$$\upsilon = V / m, [м^3/кг], (1.1)$$

Плотность вещества – величина, определяемая отношением массы к объему вещества.

$$\rho = m / V, [кг/м^3], (1.2)$$

$$\upsilon = 1 / \rho; \rho = 1 / \upsilon; \upsilon \bullet \rho = 1. (1.3)$$

Давление – с точки зрения молекулярно-кинетической теории есть средний результат ударов молекул газа, находящихся в непрерывном хаотическом движении, о стенку сосуда, в котором заключен газ.

$$P = F / S; [Па] = [Н/м^2] (1.4)$$

Внесистемные единицы давления:

1 кгс/м^2 = 9,81 Па = 1 мм. водн. ст.

1 ат. (техн.атмосфера) = 1 кгс/см^2 = 98,1 кПа.

1 атм. (физическая атмосфера) = 101,325 кПа = 760 мм. рт. ст.

1 ат. = 0,968 атм.

1 мм. рт. ст. = 133,32 Па.

1 бар = 0,1 МПа = 100 кПа = 10^5 Па.

Различают избыточное и абсолютное давление.

Избыточное давление ($P_и$)– разность между давлением жидкости или газа и давлением окружающей среды.

Абсолютное давление (P) – давление, отсчитываемое от абсолютного нуля давления или от абсолютного вакуума. Это давление является т/д параметром состояния.

Абсолютное давление определяется:

При давлении сосуда больше атмосферного:

$$P = P_и + P_о; \quad (1.5)$$

При давлении сосуда меньше атмосферного:

$$P = P_о + P_в; \quad (1.6)$$

где $P_о$ – атмосферное давление; $P_в$ – давление вакуума.

Температура – характеризует степень нагретости тел, представляет собой меру средней кинетической энергии поступательного движения его молекул. Чем больше средняя скорость движения, тем выше температура тела. За т/д параметр состояния системы принимают термодинамическую температуру (T), т.е. абсолютную температуру. Она всегда положительная. При температуре абсолютного нуля (T=0) тепловые движения прекращаются, и эта температура является началом отсчета абсолютной температуры.

1.4. Уравнение состояния и термодинамический процесс.

Основные т/д параметры состояния P, υ, T однородного тела зависят друг от друга и взаимно связана между собой определенным математическим уравнением, который называется уравнением состояния:

$$f(P, \upsilon, T) = 0. \quad (1.7)$$

Равновесным состоянием называется состояние тела, при котором во всех его точках объема P, υ и T и все другие физические свойства одинаковы. Совокупность изменений состояния т/д системы при переходе из одного состояния в другое называется т/д процессом. Т/д процессы бывают равновесные и неравновесные. Если процесс проходит через равновесные состояния, то он

называется равновесным. В реальных случаях все процессы являются неравновесными.

Если при любом т/д процессе изменение параметра состояния не зависит от вида процесса, а определяется начальным и конечным состоянием, то параметры состояния называются функцией состояния. Такими параметрами являются внутренняя энергия, энтальпия, энтропия и т.д. Интенсивные параметры – это параметры не зависящие от массы системы (давление, температура). Аддитивные (экстенсивные) параметры – параметры, значения которых пропорциональны массе системы (Объем, энергия, энтропия и т.д.)[3].

[3] Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика. –М.; Высш.шк., 2020.

Список использованной литературы

1. Балахонцев Е.В., Верес А.А. Теплотехника (методические указания и контрольные задания для студентов-заочников инженерно-технических специальностей высших учебных заведений). М.; Высшая школа, 2020. – 64 с.
2. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика. – М.; Высшая школа, 2020. –261 с.
3. Лариков Н.Н. Теплотехника: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и дополн.-М.; Стройиздат, 2020. – 432 с.
4. Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М. и др. Теплотехника: Учебник для вузов. –М.; Высшая школа, 2020. – 671 с.
5. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. - М.; Высшая школа, 2020. – 560 с.
6. Панкратов Г.П. Сборник задач по теплотехнике. М.; Высшая школа, 2020. – 248 с.
7. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплоснабжение и вентиляция. - М.; Стройиздат, 2020. – 248 с.