

Третьякова Людмила Сергеевна

муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

средняя общеобразовательная школа №27

город Пятигорск

"ВТОРОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ"

Цели урока:

а) образовательные: ввести понятия об обратимом и необратимом процессах; систематизировать знания о видах тепловых процессов; сформулировать закономерность о направлении протекания тепловых процессов, раскрыть её статистический смысл; активизировать учащихся на применение уже имеющихся теоретических знаний к изучаемой теме;

б) развивающие: продолжить формирование умений характеризовать термодинамические процессы; моделировать реальные ситуации и оценивать получающиеся результаты, ссылаясь на теоретический материал;

в) воспитательные: воспитывать интерес к предмету, любознательность, логическое мышление, грамотную речь;

Тип урока: урок сообщения новых знаний

Ход урока

1. Проверка домашнего задания. Повторение изученного:

Фронтальный опрос: - Как определить изменение внутренней энергии системы согласно первому закону термодинамики? - На что расходуется, согласно первому закону термодинамики, количество теплоты, подведенное к системе? - Какой процесс называется адиабатным? - Сформулировать первый закон термодинамики для адиабатного процесса.



В беседе обсудим следующие вопросы: допускает ли первое начало термодинамики теплообмен от менее нагретого тела к более нагретому? (*Первый закон не запрещает этого процесса, он требует лишь сохранения энергии.*) Наблюдаются ли такие процессы в природе? (*Нет.*)

Вывод: Важную сторону тепловых процессов — их направление — описывает второе начало термодинамики. Рассмотрим его содержание.

Повторим и определим несколько свойств термодинамических процессов.

Равновесным называют процесс, в ходе которого в каждый момент времени система находится в равновесном состоянии. Равновесное состояние характеризуется одинаковостью свойств (параметров) всех частей системы. Из определения следуют выводы: а) равновесный процесс — это бесконечно медленный процесс изменения параметров системы (иногда говорят о квазистационарном процессе); б) это модель реальных процессов; в) процессы природы всегда неравновесные — их можно описать с помощью модели равновесного процесса с той или иной степенью точности.

2. Изучение нового материала:

Все термодинамические процессы можно делить на **самопроизвольные** и **несамопроизвольные**. Для иллюстрации ставятся и обсуждаются **опыты**.

1. Термодинамическая система — нагретое тело: процесс — теплообмен, остывание тела; характер процесса — самопроизвольный. Система — капля чернил (или кусочек сахара); процесс — растворение (диффузия) вещества в воде; характеристика процесса — самопроизвольный. Вопросы для обсуждения: изменяются ли при самопроизвольном процессе параметры системы? Какие? (*В разных процессах разные.*) Наблюдаются ли самопроизвольные процессы в природе? (*Да, охлаждение нагретых тел, распространение запахов и др.*)



2. Термодинамическая система — газ в цилиндре; процесс — сжатие газа; характеристика процесса — несамопроизвольный. Вопросы для обсуждения: действуют ли внешние объекты на газ в сильфоне при его сжатии? Какие? Может ли сжатие газа происходить без этого действия? Какие параметры газа изменяются при его сжатии? Какие примеры несамостоятельных термодинамических процессов можно привести? (*Охлаждение продуктов внутри холодильника, т. е. переход тепла от холодного тела (продукты) к теплomu (воздух комнаты); собиpание пыли пылесосом; изменение формы твердого тела.*)

Все термодинамические процессы делят на обратимые и необратимые. Обратимым называют процесс, при котором возможен обратный переход системы из конечного состояния в начальное через все промежуточные состояния без изменений в окружающих системах. Чаще всего пример обратимого процесса приводят из механики — это колебания математического маятника без трения. Таким образом, по определению обратимый процесс — идеальный процесс. Необратимым называют процесс, при котором обратный переход через те же состояния невозможен без внешних воздействий. Все реальные процессы в природе всегда необратимы. Так, колебания маятника (опыт) всегда затухают, механическая энергия переходит во внутреннюю. Теплопередача всегда необратимый процесс. Совершенно невообразимо явление нагревания печки за счет охлаждения всей комнаты!

Вопросы для организации беседы: всегда ли систему, участвующую в процессе перехода из состояния A в состояние B , можно перевести через все промежуточные состояния из B в A ? (*Всегда, но для этого необходимо нужное воздействие; процесс необратимый.*) Докажите, что перечисленные ниже процессы необратимы: сгорание топлива, отвердевание, испарение.

Обобщение проводится по вопросам: может ли неравновесный процесс быть обратимым? (*Нет.*) Можно ли неравновесный процесс изобразить графически? (*Нет, так как различны параметры частей системы.*) Докажите, что



при изучении термодинамики мы обычно рассматривали равновесные обратимые процессы.

Второе начало термодинамики описывает необратимость процессов в природе, указывает направления энергетических превращений. Оно является гениальным обобщением многочисленных опытных фактов: разные ученые осмысливали разные факты, приходили к несколько отличным формулировкам закона, но смысл всех определений одинаков. Приведем несколько важнейших определений.

Впервые второе начало термодинамики было сформулировано в 1850 г. немецким физиком-теоретиком Р. Клаузиусом (1822—1888). Несколько позднее он дал две простейшие формулировки: «Теплота не может переходить от более холодного тела к более нагретому, если одновременно не происходят в связи с этим другие изменения», «Переход теплоты от более холодного тела к более теплому не может иметь места без компенсации»

Почти одновременно, в 1851 г., формулировку второго начала термодинамики предложил английский физик У. Томсон (1824—1907), который утверждал, что в природе невозможны процессы, единственным следствием которых было бы совершение механической работы, произведенной в результате охлаждения резервуара.

В рамках общей теории систем второе начало термодинамики приобретает смысл следующего утверждения: ***все макроскопические процессы в природе самопроизвольно протекают только в одном определенном направлении.*** Второе начало термодинамики — феноменологический закон. Не случайно в XIX в. его называли принципом, аксиомой, постулатом. Каков же его смысл? Чем объясняется направленность процессов в природе? Ответы на эти вопросы были даны австрийским физиком-теоретиком Л. Больцманом (1844—1906): в замкнутой системе самопроизвольный процесс идет в направлении перехода от менее вероятного состояния в более вероятное.



Наиболее вероятным состоянием является равновесное состояние системы. Таким образом, второе начало термодинамики имеет статистический смысл, справедливо для систем из большого числа частиц. При таком раскрытии смысла закона он приобретает теоретический характер.

Развитие энергетики является одной из важнейших предпосылок научно – технического прогресса. Мощный расцвет промышленности и транспорта в XIX веке был связан с изобретением и усовершенствованием тепловых двигателей.

Тепловые двигатели появились в начале XVIII в. в период интенсивного развития металлургической и текстильной промышленности. В России паровой двигатель был предложен И. И. Ползуновым в 1765 г. В 1784 г. Уатт получил патент на универсальный паровой двигатель. В те годы, когда жил Сади Карно (1796—1832), наилучшие паровые машины имели КПД 5 %. Это навело его на мысль исследовать причины несовершенства тепловых машин и найти пути повышения их КПД. В 1824 г. С. Карно издает работу «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу». Эта работа вошла в сокровищницу мировой науки и поставила ее автора в ряды основоположников термодинамики. В ней С. Карно был предложен цикл идеальной тепловой машины.

Тепловой двигатель представляет собой устройство, превращающее внутреннюю энергию топлива в механическую. Энергия, выделяющаяся при сгорании топлива, путем теплообмена передается газу. Газ, расширяясь, совершает работу против внешних сил, приводя в движение механизм.

Доклад не тему: «Сади Карно. Идеальная тепловая машина. Цикл Карно». Почему так важно изучить работу тепловых двигателей? Дело в том, что наша цивилизация — машинная цивилизация, причем большая часть машин — это тепловые машины разных видов. Но принцип их работы один; именно он основывается на законах термодинамики. Несомненно, без тепловых двигателей жизнь общества сразу бы резко затормозилась, приняла бы другие



формы... Не было бы электричества, не ездили бы автомашины, не летали бы самолеты... Поэтому тепловые двигатели — это великое достижение человеческой культуры, научной мысли людей Земли.

1. Принцип работы теплового двигателя. Идея создания тепловых двигателей состоит в превращении части внутренней энергии тела (топлива) в механическую энергию других тел. Таким образом, возникает возможность совершения механической работы. Итак, идея преобразования внутренней энергии топлива в механическую работу состоит в следующем: внутренняя энергия топлива при сгорании последнего преобразуется во внутреннюю энергию высокотемпературного газа, которая при расширении газа частично превращается в механическую работу.

Примеры процессов и соответствующих им преобразованиях энергии: а) выстрел ружья: сгорание пороха, работа газа по выталкиванию пули из гильзы и ствола; б) нагревание пробирки с водой и вылет пробки: получение высокоэнергетического пара, работа пара при расширении по выталкиванию пробки.

2. Что же такое тепловой двигатель и каково его устройство? Тепловой двигатель — это устройство для превращения внутренней энергии топлива в механическую. Разные двигатели устроены по-разному, но у всех есть общие элементы.

Во-первых, нужен объект, который совершает работу,— это газ; его называют рабочим телом.

Во-вторых, согласно первому началу термодинамики необходим элемент по преобразованию внутренней энергии топлива в энергию газа — это нагреватель; во многих случаях нагреватель — это камера сгорания топлива.

В-третьих, согласно второму началу термодинамики не вся энергия газа превращается в работу, часть ее отдается холодильнику. Это третий общий элемент тепловых двигателей; во многих случаях, к сожалению, это внешняя среда, воздух.



3. Как обеспечивается постоянная работа теплового двигателя? Какие процессы лучше всего выбрать? С теоретической точки зрения процесс, в котором участвует термодинамическая система, должен быть круговым, т. е. система должна возвращаться в первоначальное состояние. Сначала газ изотермически расширяется при определенной температуре. Совершается работа, равная количеству теплоты, полученному от нагревателя. Далее газ адиабатно расширяется. Совершается работа за счет убыли внутренней энергии газа. Затем газ изотермически сжимается, внешними силами совершается работа. Но внутренняя энергия газа не изменяется. Значит, газ должен отдавать холодильнику количество теплоты, равное работе внешних сил. Для завершения цикла газ адиабатно сжимают. Естественно, внешние силы совершают работу; температура газа растет, так как теплообмен с внешней средой исключен.

4. Каковы характеристики тепловых двигателей? Следует отметить, что технических характеристик двигателей может быть много: масса и объем двигателя, число цилиндров, степень сжатия смеси в карбюраторных (до 8—9) и дизельных (до 16—18) двигателях, вид топлива и др.

Важнейшей характеристикой двигателей является коэффициент полезного действия. КПД — это характеристика теплового двигателя, равная отношению энергии, которая затрачена на работу, ко всей энергии, полученной от сгорания топлива. По закону сохранения энергии работа газа равна $A = Q_1 - Q_2$. Отсюда получаем

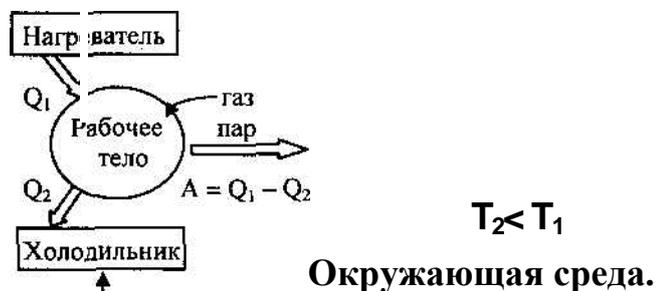
$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Вывод: 1. Тепловые машины и развитие техники:



Сообщения учащихся на темы: «Виды тепловых двигателей: карбюраторный двигатель, дизельный двигатель, паровая турбина, газовые турбины, реактивные двигатели».

2. Принцип работы тепловых двигателей



В работе двигателей можно выделить следующие общие черты:

1) Энергия топлива → механическая энергия.

При этом энергия топлива сначала превращается во внутреннюю энергию газа или пара, нагретых до высокой температуры.

2) Необходимо наличие двух тел с различными температурами. Они называются нагревателем и холодильником. Кроме того, необходимо рабочее тело (пар или газ).

В процессе работы теплового двигателя рабочее тело забирает у нагревателя некоторое количество теплоты Q_1 и превращает часть его в механическую энергию A , а непревращенную часть теплоты Q_2 передает холодильнику.

По закону сохранения и превращения энергии $Q_1 = Q_2 + A$.

3) Работа любого теплового двигателя циклична.

Каждый цикл состоит из разных процессов:

- получения энергии от нагревателя;
- рабочего хода (расширения рабочего тела и превращения части полученной энергии в механическую);
- передачи неиспользованной части энергии холодильнику.

Наличие нагревателя, рабочего тела и холодильника - принципиально необходимое условие для непрерывной циклической работы любого теплового двигателя

3. КПД теплового двигателя: $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$; $\eta < 1, Q_2 < 0$

Для идеального двигателя цикл Карно: $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_2} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

а) η не зависит от Q , p , V , m топлива;

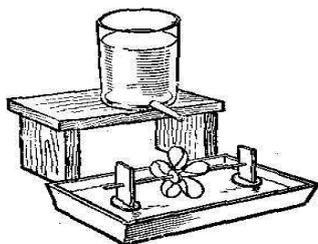
б) η является функцией только двух температур.

3. Итоги урока.

4. Домашнее задание . с.226-238

Экспериментальное задание: «*Модели водяного колеса и водяной турбины*» Возьмите бутылочную пробку. Сделайте в ней по оси гвоздем сквозное отверстие. В это отверстие вставьте карандаш или прямую палочку длиной около 12см. Постепенно плавьте палочку сургуча в расплавленные комочки наносите на пробку по окружности. В эти комочки сейчас же вставляйте тупым концом скорлупки грецкого ореха. (Не обожгитесь! Держите в руках не пробку, а палочку, на которой она укреплена. Палочку сургуча кладите на пяточок или жестянку: к металлу расплавленный сургуч не пристает.) Все скорлупки приклеивайте к пробке так, чтобы их внутренняя часть была направлена в одну сторону.

По окружности пробки нужно уместить 5 или 6 скорлупок на равном расстоянии друг от друга. Места наклеек следует заранее отметить карандашом или мелом.



Установите колесо под струей воды так, как это показано на рисунке. Для этого, прежде всего, изготовьте две стойки. Их можно сделать из проволоки, навив ее на карандаш (3—4 витка) и оставив конец в 10—12см. Стойки



укрепите на подставках, которые можно приготовить из обыкновенной сырой картофелины. Ее надо разрезать пополам, положить разрезанной плоскостью вниз, а в выпуклую часть вставить стойку.

«Водонапорный бак» изготовьте из консервной банки, в дне которой около стенки гвоздем пробейте отверстие. Если у вас есть кусочек воска, то можно в отверстие вставить водоотводную трубочку (можно использовать и струю воды из водопроводного крана).

На двух других рисунках показаны иные конструкции водяного колеса, который тоже просто сделать.

Водяные колеса — прапрадедушки тех турбин, которые на гидроэлектростанциях вращают роторы генераторов, вырабатывающих электроэнергию.

Водяные колеса кончают свою жизнь, они малопроизводительны, в них вода давит сразу только на одну лопасть. Лопасть эта уходит и под струю подставляется новая. Если в колесе 6 лопастей, то 5 из них вертятся впустую в ожидании очереди попасть под струю. Этот недостаток устранен в турбине. И ней вода действует сразу на все лопасти.

