**Дата** 12.01.2021

**Группа** 20-ПСО-2д

**Дисциплина** Естествознание (физика)

**Тема** Принцип действия тепловых двигателей

Естественными двигателями являются любые живые организмы. Но работы мускул человеку всегда было мало, и со временем, еще задолго до появления науки, человек научился использовать средства, заменяющие свои физические усилия. С древних времен человек «приручил» силу ветра, воды, воздуха для передвижения и совершения механической работы. С тех времен до сегодняшних дней человек осуществляет попытки создания вечного двигателя. Возможно ли это?

Идея использования сил природы для совершения работы и увеличения силы человека привлекала с древних времен с создания простейших механизмов. Позже появились ветряные и водяные мельницы (упоминание о первых водяных мельницах относится к началу нашей эры). В средневековье появляются уже достаточно совершенные водяные двигатели, использующиеся для различных нужд, например, как подъемные устройства

Усложнение механизмов привело к идее построения вечного двигателя, по-латыни perpetuum mobile. Под таким двигателем понимали некоторое хитроумное устройство, которое без каких-либо внешних воздействий могло бы двигаться и совершать полезную механическую работу сколь угодно долго. Идея вечного двигателя была очень популярна в 17 – 18 веках.

Развитие науки термодинамики и строгие опыты Джоуля показали, что механическое движение никогда не исчезает бесследно. Энергия механического движения переходит в энергию хаотического движения частиц вещества. Закон сохранения энергии, основанный на опытных фактах, запрещает существование вечного двигателя. **Любой двигатель является устройством способным совершать упорядоченную макроскопическую работу на основе преобразования энергии из одного вида в другой.**

В самых первых двигателях механическая энергия ветра и воды преобразовывалась в механическую энергию вращающегося колеса. Позднее появились тепловые двигатели. Развитие науки об электричестве привело к появлению электродвигателей, преобразующих энергию электрического поля в механическую энергию и наоборот. Наконец в 20 веке человек научился преобразовывать в механическую энергию внутреннюю энергию атомных ядер.

Идея использования тепла для совершения механических действий также пришла из глубокой древности. Одно из первых дошедших до нас изобретений принадлежит Герону Александрийскому, жившему приблизительно за 120 лет до нашей эры. Соответствующее устройство, которое он назвал «эолипилом». В шаре, из которого выходят две г-образные трубки находится вода. При нагревании вода закипает, и образующийся пар, выходя из трубок, вращает сосуд. Каждая трубка при этом работает как реактивный двигатель.

Эолипил Герона являлся игрушкой и не выполнял действительно полезной работы. Подобные игрушки, например, плавающий на реактивной паровой тяге кораблик, несложно сделать самому. Реальный двигатель, работающий на основе реактивной тяги, является неэффективным. В последующих устройствах, в которых тепловая энергия преобразовывалась в механическую, горячий водяной пар толкал поршень в цилиндре, что являлось более эффективным. Далее создаются паровые машины (первая - Ползуновым, дошедшая до наших дней - Уаттом) и циклические тепловые двигатели, работающие продолжительное время и возвращающиеся в исходное состояние (по циклу). Термодинамический цикл Папена сопровождается сменой изобарного и изохорного процессов, основанных на нагревании и охлаждении газа при постоянном объеме или давлении.

Устройство любого теплового двигателя достаточно сложна. Чтобы понять принцип работы тепловых машин, рассмотрим двигатель, состоящий из цилиндра с поршнем, который может перемещаться вдоль цилиндра в определенном диапазоне. Данный двигатель состоит из цилиндра с поршнем, который может перемещаться вдоль цилиндра в определенном диапазоне. В объеме цилиндра ограниченного поршнем находится газ. Поднимаясь вверх, цилиндр может поднять некоторое тело, то есть совершить полезную механическую работу.

Пусть в начальном состоянии цилиндр в отсутствие груза находится в нижнем состоянии. Подвесим груз и начнем нагревать газ в цилиндре, для чего подсоединим к цилиндру нагреватель. Сначала газ расширяться не будет, поскольку давление снизу недостаточно для подъема поршня. Процесс нагрева или охлаждения газа при постоянном объеме называется **изохорным**. Все передаваемое газу тепло идет на нагрев газа, при этом его давление возрастает. Когда давление под поршнем возрастет достаточно для того, чтобы сила давления уравновесила вес поршня и груза, поршень начнет подниматься. Поскольку вес поршня и груза не изменяются, сила давления, а значит, и само давление остаются постоянными. При этом температура и объем газа увеличиваются. Процесс нагрева или охлаждения газа при постоянном давлении называется **изобарным**. После достижения верхней точки наш двигатель совершит полезную работу. Поднятый груз можно отсоединить. Но, если мы хотим продолжить работу по циклу, необходимо вернуть поршень в нижнее положение.

Для этого газ необходимо охладить, следовательно, нужно убрать нагреватель и привести в тепловой контакт с цилиндром некоторое холодное тело. Тогда сила давления газа будет больше веса поршня. Поэтому первоначально процесс охлаждения газа пойдет без изменения объема. Это тоже изохорный процесс, но с уменьшением давления. После того, как давление газа упадет настолько, что сила давления будет уравновешивать вес поршня, дальнейшее охлаждение газа будет сопровождаться уменьшением его объема. То есть поршень начнет двигаться вниз. Так же, как и процесс 2-3 процесс 4-1 будет происходить при постоянном давлении, то есть будет изобарным. Заметим, что соответствующий процесс на диаграмме *p-V* изобразился в виде замкнутой направленной линии (в данном случае – прямоугольника). Такой термодинамический процесс называется **термодинамическим циклом**.

Таким образом, для мысленного конструирования теплового двигателя нам потребовался сосуд с газом, (газ называется рабочим телом), нагреватель и холодное тело. Оказывается, что эти принципиальные элементы можно найти в любом тепловом двигателе. Термодинамические циклы, соответствующие тепловым двигателям могут иметь вид разнообразных замкнутых кривых. В любой конструкции принцип работы двигателя остается неизменным.

**Выводы:**

* Любой двигатель является устройством способным совершать упорядоченную макроскопическую работу на основе преобразования энергии из одного вида в другой.
* Принцип работы любого циклического теплового двигателя заключается в том, что взятое от горячего тела тепло при выполнении циклического процесса рабочим телом идет на совершение механической работы. При этом часть этого тепла отдается некоторому холодному телу.
* Тепловой двигатель (паровая машина) сыграл и продолжает играть чрезвычайно важную роль в развитии нашей цивилизации. И, несмотря на то, что с конца XIX столетия во многих случаях паровая машина была заменена электрическим двигателем, она сыграла особую роль в техническом прогрессе человечества, а сотни мастерских конструкций тепловых двигателей представляют собой образцы высокого взлета научно-технической, инженерной мысли и творчества человека во все времена.

**Пример решения задачи**

**Задача**. На спир­тов­ке на­гре­ва­ют воду. Взяли 175 г воды и на­гре­ли от https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image21_1294.png до https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image22_da65.png. При этом масса спир­тов­ки умень­ши­лась с 163 г до 157 г. Найти КПД теп­ло­вой уста­нов­ки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Дано:*** | ***СИ*** |  |
| https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image26_8b37.png  https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image27_8368.png  https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image28_818d.png  https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image29_51c6.png  https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image30_53d0.png | https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image31_55ce.png      https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image32_5799.png  https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image33_4fef.png | ***Ре­ше­ние:***  Вна­ча­ле вы­пи­шем фор­му­лу для КПД:  https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image25_0738.png.  В дан­ном слу­чае мы за­ме­ни­ли ра­бо­ту по­лез­ным ко­ли­че­ством теп­ло­ты, то есть тем ко­ли­че­ством теп­ло­ты, ко­то­рое пошло непо­сред­ствен­но на на­грев воды. |
| ***Найти:***  https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image34_4ddf.png |  |

Пре­жде чем ре­шать за­да­чу, необ­хо­ди­мо опре­де­лить­ся с про­цес­са­ми, ко­то­рые про­ис­хо­дят в дан­ной за­да­че. Пер­вый про­цесс – это сго­ра­ние топ­ли­ва. Вто­рой – на­гре­ва­ние воды.

По­лез­ное ко­ли­че­ство теп­ло­ты, то есть то тепло, ко­то­рое пошло непо­сред­ствен­но на на­гре­ва­ние воды, можно вы­чис­лить по фор­му­ле:

https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image35_4bf9.png

Ко­ли­че­ство теп­ло­ты, вы­де­лен­ное на­гре­ва­те­лем, то есть, в дан­ном слу­чае, тепло, вы­де­лив­ше­е­ся при сго­ра­нии спир­та:

https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image36_4207.png

Массу сго­рев­ше­го спир­та найти легко: это та масса, на ко­то­рую умень­ши­лась масса спир­тов­ки, то есть: https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image37_4413.png.

По­лу­ча­ем: https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image38_461b.png.

Оста­лось вы­чис­лить КПД уста­нов­ки:

https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image39_4813.png.

За­ме­тим, что КПД может вы­чис­лять­ся не толь­ко в про­цен­тах, но и в долях. К при­ме­ру, для дан­ной за­да­чи ответ может быть: https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image40_49f7.png.

Если ана­ли­зи­ро­вать дан­ную за­да­чу, то можно уви­деть, что толь­ко чет­вёр­тая часть (при­бли­зи­тель­но) тепла, ко­то­рое вы­де­ля­ет­ся при сго­ра­нии спир­та, идёт на на­гре­ва­ние воды. С одной сто­ро­ны, это ка­жет­ся до­ста­точ­но малым зна­че­ни­ем, но, с дру­гой сто­ро­ны, для мно­гих теп­ло­вых машин такое зна­че­ние КПД ока­зы­ва­ет­ся даже боль­шим.

**Ответ:**https://100ballov.kz/pluginfile.php/3456/mod_page/content/4/image41_5975.png.

**Задания для самостоятельного решения**

1. **Вопросы:**

* Что такое двигатель?
* Почему невозможен вечный двигатель?
* Что такое тепловой двигатель?
* Каковы особенности тепловых двигателей, которые необходимо учитывать для эффективного применения?

1. **Задание.** Вставьте пропущенные слова: «Под двигателем можно понимать \_\_\_\_\_\_\_\_ устройство, способное совершать \_\_\_\_\_\_ работу».

Варианты ответов: любое, реактивное; физическую; паровое; механическую

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Исмаилова З.И.