

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ
«ПЕРЕМЫШЛЬСКИЙ ТЕХНИКУМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТА»

Дисциплина

Физика

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ

Тема:

ДВИГАТЕЛЬ СТИРЛИНГА

Выполнил обучающийся:

Курс 1 группа ЧС-12

Рябов Виталий Олегович

Руководитель:

Преподаватель физики

Анисеева Елена Александровна

)

Перемышль, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА I. ДВИГАТЕЛЬ СТИРЛИНГА.....	4
1.1 Что такое двигатель Стирлинга?	4
1.2 Принцип работы двигателя Стирлинга.....	5
1.3 История двигателя.....	6
1.4. Разновидности двигателей	7
1.5. Виды двигателей и их устройство.....	8
ГЛАВА II. ИСПЫТАНИЕ МАКЕТА ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА.....	9
2.1 Практическое испытание макета двигателя Стирлинга.....	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	12
СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	13

ВВЕДЕНИЕ

В течение многих веков люди придумывали разные способы получения электричества. Одним из них являются тепловые двигатели. Эти двигатели широко используются в жизни человека. Обычно выделяют семь видов тепловых двигателей: двигатель Стирлинга, паровая машина, поршневой двигатель, турбинные двигатели внутреннего и внешнего сгорания, реактивные двигатели, твёрдотельные двигатели.

Актуальность проекта: В наше время большое значение придаётся вопросу экологии. Двигатель Стирлинга не загрязняет окружающую среду, то есть экологичность двигателя обусловлена, прежде всего, экологичностью источника тепла. При использовании некоторых экологически чистых источников тепла «стирлинг» даёт довольно высокий КПД.

Цель проекта: Испытать макет двигателя Стирлинга: продемонстрировать его работоспособность.

Задачи проекта:

1. Изучить теорию и принципы работы двигателя Стирлинга.
2. Приобрести рабочий макет двигателя Стирлинга.
3. Проверить работоспособность макета путём нагрева на спиртовке и оценить особенности его функционирования в реальных условиях.
5. На основе данных, полученных в проекте, сделать вывод: является ли двигатель Стирлинга достойной альтернативой бензиновому и дизельному двигателям.

Проблема проекта:

Необходимость наглядного представления принципа работы двигателя Стирлинга и демонстрация его работы в простых условиях.

Практическая значимость проекта:

Данный проект демонстрирует возможности экологически чистого и простого в изготовлении двигателя, который может быть использован в образовательных целях, а также в бытовых ситуациях для демонстрации принципов преобразования тепловой энергии в механическую.

ГЛАВА I. ДВИГАТЕЛЬ СТИРЛИНГА

1.1 Что такое двигатель Стирлинга?

Двигатель Стирлинга — тепловая машина, в которой рабочее тело в виде газа или жидкости движется в замкнутом объёме, разновидность двигателя внешнего сгорания. Основан на периодическом нагреве и охлаждении рабочего тела с извлечением энергии из возникающего при этом изменения давления. Может работать не только от сжигания топлива, но и от любого источника тепла.

В 1816 году уроженец Шотландии Роберт Стирлинг запатентовал тепловую машину, которую сегодня называют в честь своего создателя. Изначально, установку разрабатывали с целью заменить машину, работающую за счёт пара. Котлы паровых механизмов взрывались, при превышении допустимых норм давлением. С этой точки зрения Стирлинг намного безопасней, функционирует, используя температурный перепад. Несмотря на такой быстрый успех продвижения модели, в начале двадцатого столетия от дальнейшего развития двигателя внешнего сгорания отказались из-за его себестоимости в пользу двигателя внутреннего сгорания.

Сам двигатель представляет собой тепловую машину, в которой рабочее тело, в виде газа или жидкости, движется в замкнутом объёме. Он основан на периодическом нагреве и охлаждении рабочего тела с извлечением энергии из возникающего при этом изменения объёма рабочего тела. Обычно в роли рабочего тела выступает воздух, но также используются водород и гелий.

Работает «стирлинг» от любого источника тепла.

1.2 Принцип работы двигателя Стирлинга

Двигатель Стирлинга использует цикл Стирлинга. Цикл Стирлинга состоит из четырёх фаз и разделён двумя переходными фазами: нагрев, расширение, переход к источнику холода, охлаждение, сжатие и переход к источнику тепла. Таким образом, при переходе от тёплого источника к холодному источнику происходит расширение и сжатие газа, находящегося в цилиндре. При этом изменяется давление, за счёт чего можно получить полезную работу.

Таким образом, он работает за счёт разности температур между нагревающей и охлаждающей частью.

Работа двигателя осуществляется следующим образом:

Под действием высокой температуры воздуха в полости рабочей камеры нагревается и увеличивается в объеме. Увеличение объема воздуха воздействует на поршень, перемещая его в верхнюю мертвую точку;

Под воздействием радиатора или рубашки охлаждения воздушная масса охлаждается. Поршень возвращается в обратном направлении. После этого цикл повторяется.

1.3 История двигателя

Изобретателем парового двигателя считается англичанин Джеймс Уатт, хотя у него были предшественники. В России первый паровой двигатель собственной конструкции построил Иван Ползунов.

В XIX веке инженеры хотели создать безопасную замену паровым двигателям того времени, котлы которых часто взрывались из-за высоких давлений пара и неподходящих материалов для их постройки. Эта проблема волновала и шотландского священника Роберта Стирлинга. Он решил создать машину, в которой будет использоваться сила нагретого воздуха вместо силы пара. Так и появился двигатель Стирлинга, который был запатентован 27 сентября 1816 года. В 1945 году инженеры фирмы «Philips» нашли Стирлингу обратное применение - раскрутив вал двигателя электромотором, они вызвали охлаждение головки цилиндров -190°C . Эта особенность двигателя Стирлинга нашла применение в промышленных холодильных установках. В наше время широко используется в сложных конструкциях, таких как современные подводные лодки.

1.4. Разновидности двигателей

Так как двигатель несложен в строении, его нетрудно изготовить своими руками. Существуют различные способы его изготовления. Самые популярные - из жестяных банок из-под консервов или газировок. Их популярность объясняется тем, что жесть хорошо проводит тепло, а также её легко паять. Также сделать двигатель можно из шприцов или других пластиковых предметов. Минус таких двигателей в том, что они работают только на низких температурах из-за нетермоустойчивости пластика.

1.5. Виды двигателей и их устройство

Существует несколько видов моторов Стирлинга отличающихся по своей конструкции:

1. Альфа; 2. Бета; 3. Гамма; 4. Роторный.

Альфа

Конструктивно состоит из двух цилиндров. На один из цилиндров установлен охлаждающей радиатор. Второй край этого цилиндра подвергается нагреву. В каждой рабочей камере установлен отдельный поршень. Передача усилия от поршневой группы осуществляется на коленчатый вал. Коленчатый вал с поршнем и вытеснителем соединены шарнирно.

Бета

В конструкцию входит одна рабочая камера. Она одновременно подвергается нагреву и охлаждению. Нагреву подвергается один край рабочей камеры, охлаждению – второй. Под действием изменения давления воздуха или газа находящегося в рабочей камере перемещается поршень.

Гамма

Отличием конструкции являются два рабочих цилиндра отдельно стоящие друг от друга. Одна рабочая камера постоянно подвергается нагреву. На нее устанавливают радиатор охлаждения. Вторая камера постоянно охлаждённая.

Роторный двигатель Стирлинга

Отличается отсутствием кривошипно-шатунного механизма. Это уменьшает габаритно массовые параметры силового агрегата. Конструкция роторного двигателя позволяет улучшить герметичность рабочей камеры.

ГЛАВА II. ИСПЫТАНИЕ МАКЕТА ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА

2.1 Практическое испытание макета двигателя Стирлинга

Макет двигателя Стирлинга был приобретен на одном из маркетплейсов (рисунок 1). Судя по его конструкции, он относится к типу Гамма. Это можно определить по следующим признакам:

- Два рабочих цилиндра: Один цилиндр постоянно подвергается нагреву, а другой — охлаждению. Это характерно для гамма-конфигурации.
- Разделение цилиндров: Рабочие цилиндры расположены отдельно друг от друга, что также является отличительной чертой гамма-двигателей.
- Наличие радиатора охлаждения: Один из цилиндров оснащен радиатором, что указывает на его охлаждение.

Таким образом, приобретенный двигатель Стирлинга относится к Гамма-типу, что делает его подходящим для демонстрации принципа работы двигателя Стирлинга в учебных целях.



Рисунок 1. Макет двигателя Стирлинга

Далее я провел практическое испытание макета двигателя (рисунок 2).

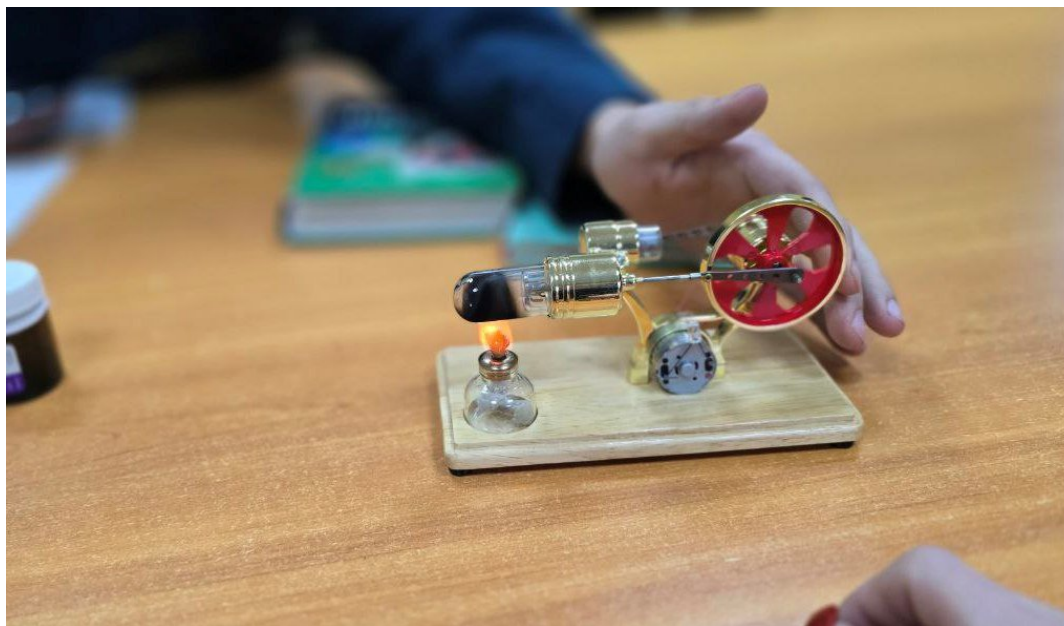


Рисунок 2. Испытание двигателя Стирлинга

Двигатель успешно запускался при нагревании рабочей камеры спиртовкой. Во время испытания было отмечено следующее:

1. Запуск двигателя. После нагрева рабочей камеры спиртовкой двигатель начал вращаться. Это происходит из-за увеличения давления газа внутри нагретого цилиндра, что приводит к движению поршня и, соответственно, к вращению маховика.

2. Изменение скорости вращения. По мере нагрева скорость вращения двигателя увеличивается. Это связано с тем, что при более высокой температуре разница в давлении между нагретым и охлажденным цилиндрами становится больше, что приводит к более интенсивному движению поршня.

3. Зависимость от температуры окружающей среды. Температура окружающей среды была 24°C , что достаточно для стабильной работы. Я предполагаю, что, если температура окружающей среды низкая, двигатель может работать менее эффективно, так как разница температур между нагретым и охлажденным цилиндрами будет меньше. Это может привести к снижению скорости вращения или даже к остановке двигателя.

4. Звук работы двигателя. Во время работы двигатель издает характерные звуки, связанные с движением поршня и вращением маховика. Эти звуки могут быть использованы для оценки стабильности работы двигателя.

5. Влияние на окружающую среду. Нагрев спиртовкой может привести к небольшому повышению температуры воздуха вокруг двигателя.

На основании наблюдений за работой двигателя Стирлинга можно сделать следующие выводы:

1. Эффективность. Двигатель Стирлинга показал способность преобразовывать тепловую энергию в механическую, что является его основным преимуществом. Однако его эффективность зависит от разницы температур между нагретым и охлажденным цилиндрами. В условиях эксперимента с использованием спиртовки двигатель работал, но его мощность была ограничена.

2. Экологичность. Двигатель Стирлинга не загрязняет окружающую среду напрямую, так как он работает за счет разницы температур, а не за счет сжигания топлива. Это делает его потенциально более экологически чистым по сравнению с бензиновыми и дизельными двигателями.

3. Универсальность. Двигатель Стирлинга может работать от различных источников тепла, что делает его универсальным. В эксперименте использовался нагрев спиртовкой, но в реальных условиях он может работать от солнечной энергии, геотермальных источников и других видов тепла.

4. Ограничения: Несмотря на свои преимущества, двигатель Стирлинга имеет некоторые ограничения. Его мощность и эффективность могут быть ниже по сравнению с бензиновыми и дизельными двигателями, особенно в условиях, когда разница температур невелика. Кроме того, его конструкция может быть более сложной и дорогой в производстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе реализации проекта была испытана действующая модель двигателя Стирлинга из доступных материалов. Цель проекта достигнута. Испытания показали, что даже простая конструкция способна эффективно демонстрировать ключевые принципы преобразования тепловой энергии в механическую.

Вывод на основании проведенного испытания: двигатель Стирлинга может быть достойной альтернативой бензиновым и дизельным двигателям в определенных условиях, особенно там, где важна экологичность и универсальность источников энергии. Однако его применение может быть ограничено в ситуациях, где требуется высокая мощность и эффективность.

Полученные знания о циклах работы и устройстве двигателя могут послужить основой для дальнейших разработок и экспериментов.

Кроме того, работа над проектом помогла узнать об изобретателях индустриального века, благодаря которым произошла Первая промышленная революция. Вероятно, в ближайшее время двигатель Стирлинга найдет применение в качестве основной силовой установки в стационарных энергоблоках небольшой мощности, использующих нетрадиционные источники теплоты, или во вспомогательных системах основной силовой установки транспортных средств. Способность производить электричество из возобновляемых ресурсов делает двигатель Стирлинга эко-машиной будущего.

1. Двигатель Стирлинга полезен при использовании возобновляемых источников тепловой энергии (КПД до 30% при использовании солнечной энергии).

2. Двигатель можно использовать в быту как доступный источник энергии, а также как устройства обучения или развлечения.

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

I. Учебная и монографическая литература

1. Бреусов В.П., Куколев М.И. Проектная разработка и технология изготовления двигателей с внешним подводом теплоты, работающих на биогазе, Двигателестроение №2 (236), 2021
2. Круглов М.Г. Двигатели Стирлинга/Круглов М.Г., Даниличев В.Н., 3. Перельман Яков Исидорович «Занимательная физика. Книга Издательство «Наука», Москва, 2020
4. Ридер Г., Хупер Ч. Двигатели Стирлинга / перевод с англ. д-ра техн. Наук Ченцова С.Н. и кандидатов техн. наук Черейского Е.Е. и Кабакова В.И. – М.: Мир, 2021. 464 с.
5. Уокер Г. Двигатели Стирлинга / Сокращенный перевод с англ. Сутугина - М.: Машиностроение, 2021. 408 с.

II. Интернет-ресурсы

1. <http://www.stena.ee/blog/DIY/dvigatel-stirlinga-svoimi-rukami>
(дата обращения 14.03.2023)
2. <http://www.yaplakal.com/forum2/topic411405.html>
(дата обращения 14.03.2023)
3. <http://izobreteniya.net/kak-sdelat-dvigatel-stirlinga-v-domashnih-usloviyah/>.
(дата обращения 14.03.2023)