

Творческий проект:

«Паровая турбина»

Выполнил :

Евсеев Руслан Дмитриевич

учащийся 11 класса

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №46» г.Калуги

Руководитель:

Иванова Татьяна Анатольевна

Учитель физики

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №46» г.Калуги

Введение

Актуальность:

Добыча электроэнергии в путешествиях и походах будет актуальна ещё несколько десятилетий, а переносная паровая турбина – очень хорошее решение для нашего времени.

Проблема:

Отсутствие источников энергии в путешествиях, а так же отсутствие моделей паровых турбин у меня в школе.

Гипотеза:

Проверить возможность создания и работы действующей паровой турбины

Цель:

Создание модели паровой турбины и её проверка

Задачи:

Изучить литературу по данной теме. Определить и приобрести необходимые для создания турбины материалы. Распланировать последовательность действий.

Основная часть

Глава 1

Паровая турбина — тепловой двигатель, в котором энергия пара преобразуется в механическую работу. В лопаточном аппарате паровой турбины потенциальная энергия сжатого и нагретого водяного пара преобразуется в кинетическую, которая в свою очередь преобразуется в механическую работу — вращение вала турбины.

Паровые турбины по своей конструкции представляют тепловой двигатель, который постоянно находится в работе. В период эксплуатации перегретый или насыщенный пар воды, который поступает в проточную часть, и благодаря своему расширению принуждает вращаться ротор. Вращение происходит в результате воздействия на лопаточный аппарат потока пара. Турбина паровая входит в состав паротурбинной конструкции, которая предназначена для выработки энергии. Также существуют установки, способные кроме электроэнергии выработать тепловую энергию — пар, прошедший через лопатки пар, поступает на нагреватели сетевой воды. Подобный вид турбин именуется промышленно-теплофикационным или теплофикационным типом турбин. В первом случае, в турбине отбор пара предусмотрен для промышленных целей. В комплекте с генератором паровая турбина представляет турбоагрегат. Монтаж, наладку и запуск турбинных установок обычно осуществляют компании, имеющие большой опыт в этом деле.

Виды.

Первое устройство, приводимое в движение паром, было описано Героном Александрийским. В России П. Д. Кузьминский в нач. 1890-х гг. построил и опробовал судовую П. т. собств. конструкции.

Паровая турбина получила практическое применение лишь в конце 19 века, когда такие отрасли, как термодинамика, машиностроение и металлургия, достигли необходимого уровня. К. Г. П. де Лаваль (1878) и Ч. А. Парсонс (1884) создали первые промышленно пригодные паровые турбины. В П. т. Парсонса использован принцип поступенчатого расширения пара, который лежит в основе конструкции совр. паровых турбин.

В Европе паровая турбина получила всеобщее признание в качестве привода электрогенераторов только с 1899, когда на электростанции г. Эльберфельд (Германия) впервые были применены две паровых турбины Парсонса мощностью по 1000 кВт каждая.

Глава 1.1

Принцип действия турбомашины

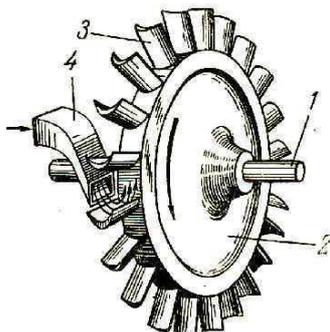


Рис. 1. Схема простейшей активной турбины.

- 1- вал,
- 2 – диск,
- 3 – лопатка,
- 4 – сопло.

Принцип работы.

Паровые турбины работают следующим образом: пар, образующийся в паровом котле, под высоким давлением, поступает на лопатки турбины. Турбина совершает обороты и вырабатывает механическую энергию, используемую генератором. Генератор производит электричество.

Электрическая мощность паровых турбин зависит от перепада давления пара на входе и выходе установки. Мощность паровых турбин единичной установки достигает 1000 МВт.

Принцип работы конденсационной турбины: Свежий (острый) пар из котельного агрегата по паропроводу попадает на рабочие лопатки паровой турбины. При расширении, кинетическая энергия пара превращается в механическую энергию вращения ротора турбины, который расположен на одном валу с электрическим генератором. Отработанный пар из турбины направляется в конденсатор, в котором, охладившись до состояния воды путём теплообмена с циркуляционной водой пруда-охладителя, градирни или водохранилища по трубопроводу направляется обратно в котельный агрегат при помощи насоса. Большая часть полученной энергии используется для генерации электрического тока.

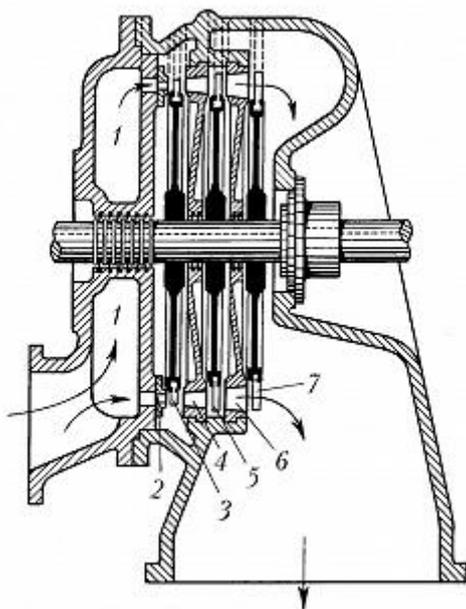
Используемое топливо.

Для нагрева воды до газообразного состояния используют разные энергоносители. На теплоэлектростанциях – мазут, газ, уголь, торф. На атомных – энергию распада радиоактивного топлива. Можно использовать отработанный пар металлургического, химического, машиностроительного производств. Малые паровые турбины работают на бензине.

КПД паровой турбины.

20 – 40%

Конструкция паровых турбин



Схематический продольный разрез активной паровой турбины с тремя ступенями давления: 1 – кольцевая камера свежего пара; 2 – сопла первой ступени; 3 – лопатки первой ступени; 4 – сопла второй ступени; 5 – лопатки второй ступени; 6 – сопла третьей ступени; 7 – лопатки третьей ступени; ...

П. т. состоит из двух осн. частей – ротора с лопатками (подвижная часть турбины) и статора с соплами (неподвижная часть). Поток пара, образующийся в паровом котле, под высоким давлением поступает через направляющие (статор с соплами) на криволинейные лопатки турбины, закреплённые по окружности ротора, и, воздействуя на них, приводит ротор, закреплённый на одном валу с электрогенератором, во вращение (происходит преобразование тепловой энергии пара в механическую работу). Каждый ряд направляющих и лопаток называется ступенью турбины. Корпус паровой турбины с несколькими ступенями давления разделяют диафрагмами на отд. камеры, в каждой из которых помещён один из дисков с лопатками. Пар может проникать из одной камеры в другую только через сопла, расположенные по окружности диафрагм. Давление пара снижается после каждой ступени, а скорости истечения пара остаются примерно одинаковыми, что достигается выбором соответствующих размеров сопел.

Роторы паровой турбины, предназначенные для привода электрических генераторов, работающих на электрическую сеть, имеют фиксированную частоту вращения – 3000 об/мин в России и 3600 об/мин в США и др. странах. Роторы П. т., предназначенных для др. потребителей мощности, могут иметь др. частоту вращения, соответствующую характеристикам оборудования потребителя (напр., транспортные турбины). Давление и темп-ра пара перед турбиной определяются её назначением. Кпд современных паровых турбин достигает 40–42%.

Глава 2.1

Малые паровые турбины

В электроэнергетике под малыми генерирующими установками понимаются агрегаты мощностью менее 10 МВт. В настоящее время, в России, как и в других странах с рыночной экономикой, весьма остро стоит вопрос об электроснабжении предприятий и населенных пунктов в отдаленных территориях, где нет централизованного электроснабжения. Ибо прежние схемы с дизель-генерацией становятся крайне дорогими по мере роста цены на диз-толиво. Так же подчас остро стоит вопрос подключения к электроснабжению новых малых и средних предприятий, когда для них нет резервов электрических мощностей. В этом случае всегда определяется - что дешевле: строить новые сети до магистральных ЛЭП по подключаться к ним по тарифам местных энергетиков и далее получать энергию по их расценкам, или построить свою автономную малую электростанцию и быть полностью энергонезависимым. В этом случае малые паросиловые установки на дешевом твердом топливе всегда могут давать электроэнергию дешевле, чем энергетики предлагают получать из сети.

Но на таком пути автономного энергоснабжения всегда стоит вопрос о стоимости малой паросиловой установки. К сожалению - при уменьшении габаритных размеров паро-силовой установки с турбиной ее термодинамический КПД падает, а цена на 1 кВт агрегатной мощности – растет

Попытки делать стандартные малые паросиловые установки с турбинами на водяном паре всегда упирались в мизерный КПД таких установок. Например- в книге Ф.Бойко "Паровозы промышленного транспорта" указано- что в середине 50-х годов турбогенератор паровоза мощностью 1 кВт расходовал на 1 кВт-час мощности 100 кг пара (КПД- 1%), а в книге П.Черняев "Судовые силовые установки и их эксплуатация" - указано, что в середине 70-х годов главные паросиловые установки с турбинами достигли КПД в 35%, а вот малые судовые паросиловые агрегаты мощностью 15 - 50 кВт (для привода вспомогательных судовых механизмов) расходовали до 30 кг пара в час на 1 кВт мощности, что в 5 раз хуже, чем главная машина.

Трудность достижения малыми турбинами высоких значений КПД, которые характерны для больших турбин заключается в изменении соотношения скоростей истекающего из сопел пара и окружных скорости движения лопаток турбин, по мере уменьшения диаметров роторов малых турбин. Именно поэтому малые паровые турбины крайне редко применяются в автономной, распределенной электрогенерации.

Однако нам они подойдут

Глава 3

Принцип действия паровой турбины

В кастрюлю наливаем воду и плотно закрываем крышкой, доводим воду до кипения при помощи подогрева на плите или другом источнике тепла. После закипания начнётся парообразование, но так как кастрюля плотно закрыта крышкой, пару некуда выходить и он будет накапливаться, пока в кастрюле будет место. Проверять, с какой силой выходит пар можно открывая специальный клапан на крышке. Когда струя пара станет достаточно сильной для того, чтобы перемещать лопасти вентилятора, вентилятор начнёт крутиться. Постепенно увеличивая частоту оборотов лопастей вентилятора, мы увеличиваем и энергию, вырабатываемую таким способом. К вентилятору подсоединены амперметр и вольтметр, которые нужны для замеров. Также можно убедиться в работе устройства, подключив к вентилятору лампочку, которая засветится или, при достаточно больших оборотах, телефон, который будет заряжаться.



Рис.3 Герметичная крышка с отверстием для выхода воздуха



Рис.4 Отверстие для крепления вентилятора



Рис.5 Вентилятор, закреплённый на крышке



Рис.6 Вид модели сверху

Заключение

Использовать мою модель можно в походах, из-за её компактности и простоты работы. Кастрюлю можно подогреть на огне, заряжая при этом свой телефон.

Однако есть и огромные паровые турбины, которые используют в качестве двигателей на морском транспорте, а также привода электрического генератора на тепловых, атомных и гидроэлектростанциях.

Действие таких турбин можно показывать на примере моей модели, поэтому модель можно рассматривать в школе на уроках физики, посвящённых данной теме.

Ссылки:

- https://wiki.wargaming.net/ru/Navy:Паровая_турбина
https://ru.wikipedia.org/wiki/Паровая_турбина
<https://library.voenmeh.ru/cnau/xYfNWNpX71s4rjt.pdf>
<http://par-turbina.ucoz.net/load/1>

Книги:

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. (Теория теплового процесса и конструкция турбин) Изд. 4-е, переработ. М., «Энергия», 1967.
2. Кириллов И.И., Иванов В.А., Кириллов А.И. Паровые турбины и паротурбинные установки. - Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1978. - 276 с., ил.
3. Трухний А.Д., Ломакин Б.В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: Учебное пособие для вузов. - М.: Издательство МЭИ, 2002. - 540 с.: ил., вкладки
4. Иванов В.А. Стационарные и переходные режимы мощных паротурбинных Установок. - М., «Энергия», 1971.
5. Смоленский А.Н. Паровые и газовые турбины. Учебник для техникумов. М., «Машиностроение», 1977
6. Самойлович Г.С. Современные паровые турбины. - М., «Государственное энергетическое издательство», 1960
7. Бесчинский А.А., Доллежалъ Н.А. Современные проблемы энергетики. - М., «Энергоатомиздат», 1984.
8. Теплоэнергетика №1, 1998
9. Тезисы докладов на Всесоюзной научно-технической конференции «Проблемы совершенствования современных паровых турбин». Выпуск 183 (дополнительный). Калуга, 1972