Муниципальное автономное учреждение

"Средняя общеобразовательная школа № 44"

**РЕФЕРАТ**

по физике

на тему: "Роторно-поршневые двигатели внутреннего сгорания"

Выполнила ученица

10 класса

Кокотова А.А.

Проверил учитель физики

Лукиных Г.И.

г. Пермь

2020 г.

|  |  |
| --- | --- |
| **Оглавление** |  |
| Введение … | 3 |
| Глава 1. История создания роторно-поршневых двигателей (РПД)  | 4 |
| Глава 2. Роторно-поршневые двигатели…… | 6 |
| 2.1 Устройство. Принцип действия. Фазы | 6 |
| 2.2 Классификация роторных двигателей | 8 |
| 2.3 Достоинства и недостатки РПД | 10 |
| 2.4 Применение | 12 |
| Заключение… | 14 |
| Список литературы | 15 |
| Приложения… | 16 |

**Введение**

Ежедневно мы имеем дело с двигателями, приводящими в движение автомобили, корабли, производственную технику, железнодорожные локомотивы и самолеты. Именно появление и широкое использование тепловых машин быстро продвинуло вперед промышленность.

Тепловой двигатель – устройство, преобразующее внутреннюю энергию топлива в механическую энергию. Их топливом является твердое и жидкое топливо, солнечная и атомная энергии.

Виды тепловых двигателей:

1. паровая машина - [тепловой двигатель](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C) [внешнего сгорания](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D1%88%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D0%BE_%D1%81%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F), преобразующий энергию [водяного пара](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D0%B0%D1%80) в [механическую работу](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0) [возвратно-поступательного](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%80) [движения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) [поршня](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%88%D0%B5%D0%BD%D1%8C), а затем во вращательное движение [вала](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BB_%28%D0%B4%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C_%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%29). В более широком смысле паровая машина - любой двигатель внешнего сгорания, который преобразует энергию [пара](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80) в [механическую работу](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0).

2. реактивный двигатель - двигатель, создающий необходимую для движения силу тяги посредством преобразования внутренней энергии топлива в кинетическую энергию реактивной струи рабочего тела.

3. паровая и газовая турбины - лопаточная машины, в ступенях которых энергия сжатого или нагретого газа (пара) преобразуется в механическую работу на валу.

4. двигатель внутреннего сгорания - разновидность теплового двигателя, в котором топливо сгорает непосредственно в рабочей камере (внутри) двигателя. Тем самым, топливная смесь и является рабочим телом таких двигателей.

Поговорим подробнее о ДВС. Двигатели внутреннего сгорания делятся на несколько типов: поршневые двигатели, роторные, газотурбинные, реактивные, турбореактивные и множество их разновидностей и модификаций. Наибольшее распространение получили поршневые двигатели внутреннего сгорания, нет в мире практически ни одного человека, не сталкивавшегося в своей жизни, и не использовавшего данный агрегат. С роторными двигателями внутреннего сгорания мы встречаемся реже, чем с поршневыми. Хотелось бы подробнее рассмотреть принцип действия, применение, особенности, достоинства и недостатки роторно-поршневых двигателей внутреннего сгорания. И понять, почему роторные ДВС используются намного реже, чем остальные виды ДВС.

**Глава 1. История создания РПД**

Феликс Ванкель - гениальный изобретатель роторно-поршневого двигателя, не имел ни малейшего понятия даже об основах высшей математики, однако это не помешало ему создать революционный для своего времени тип двигателя. После того как старший Ванкель погиб в первой мировой войне, Феликс не имел средств или возможности не только поступить в университет, но даже получить какую-либо рабочую специальность. Но это не сломило духа юного изобретателя, и он самостоятельно изучал технические дисциплины. Уже в возрасте 22 лет, в 1924 году, Ванкель пришёл к идее роторно-поршневого двигателя. Но начало XX века — это совсем не легкое время для Германии, поэтому далее Ванкелю пришлось даже посидеть полгода в тюрьме, как противнику Гитлера, и только в 1936 году, после того как его разработки заинтересовали BMW, он получил финансирование и собственную лабораторию. За этим последовали долгие годы разработок, смена помощников и команд. После войны Ванкель был привлечен немецкой фирмой NSU, в одну из рабочих групп, трудившихся над созданием роторного двигателя под руководством Вальтера Фройде. Вклад Ванкеля — это обширные исследования уплотнений вращающихся клапанов. Базовая схема и инженерная концепция принадлежат Фройде. В марте 1954 года был создан первые эскизы двигателя, а уже три года спустя был совершен первый успешный пуск двигателя на испытательном стенде. Первый двигатель имел вращающуюся камеру и неподвижный ротор. Неудобство конструкции навело на мысль поменять схему местами. Первый двигатель с вращающимся ротором начал работу в середине 1958 года. Он мало отличался от своего потомка наших дней — разве что свечи пришлось перенести на корпус.

В отделе разработок NSU смогли упростить технологически сложную конструкцию двигателя, и в сентябре 1963 года на Международном автосалоне во Франкфурте состоялась премьера двухместного кабриолета NSU/Wankel Spider. Почти сотня компаний, занимающихся производством автомобилей, закупила лицензии на выпуск этого мотора. Треть лицензий оказалась в Японии.

Советский Союз лицензию не покупал. Разработки собственного роторного двигателя начались с того, что в Союз привезли и разобрали немецкий автомобиль Ro-80, производство которого NSU начала в 1967 году. Через семь лет после этого на заводе ВАЗ появилось конструкторское бюро, разрабатывающее исключительно роторно-поршневые двигатели. Его трудами в 1976 году возник двигатель ВАЗ-311. Но первый блин получился комом, и его дорабатывали еще шесть лет.

Первый советский серийный автомобиль с роторным двигателем — это ВАЗ-21018, представленный в 1982 году. К сожалению, уже в опытной партии у всех машин вышли из строя моторы. Дорабатывали еще год, после чего появился ВАЗ-411 и ВАЗ 413, которые были взяты на вооружение силовыми ведомствами СССР. Там не особо переживали за расход топлива и малый ресурс мотора, зато нуждались в быстрых, мощных, но неприметных авто, способных угнаться за иномаркой.

**Глава 2. Роторно-поршневые двигатели**

**2.1 Устройство. Принцип действия. Фазы**

Чтобы понять принцип работы, следует разобраться, какова конструкция роторного двигателя. (приложение 1) Итак, вместо поршней энергия сгорания топлива у такого силового агрегата воспринимается ротором. Ротор имеет вид равностороннего треугольника. Каждая сторона этого треугольника и играет роль поршня.

Чтобы обеспечить процесс горения, ротор помещается в закрытое пространство, состоящее из трех элементов – двух боковых корпусов, и одного центрального, называющегося статором. Пространство, в котором производится процесс горения, сделано в статоре, боковые корпуса обеспечивают только герметичность этого пространства.

Внутри статора сделан цилиндр, в котором и размещается ротор. Чтобы внутри этого цилиндра происходили все необходимые процессы, выполнен он в виде овала, с немного прижатыми боками.

Сам статор с одной стороны имеет окна для впуска топливовоздушной смеси или воздуха, и выпуска отработанных газов. Противоположно им сделано отверстие под свечи зажигания.

Особенностью движения ротора в цилиндре статора является то, что его вершины постоянно контактируют с поверхностью цилиндра, его движение сделано по эксцентриковому типу. Он не только вращается вокруг своей оси, но еще и смещается относительно нее. Для этого в роторе сделано большое отверстие, с одной стороны этого отверстия имеется зубчатый сектор. С другой стороны в ротор вставлен вал с эксцентриком. Чтобы обеспечить вращение в боковой корпус установлена неподвижная шестерня, входящая в зацепление с зубчатым сектором ротора, она является опорной точкой для него. При своем эксцентриковом движении он опирается на неподвижную шестерню, а зацепление обеспечивает ему вращательное движение. Вращаясь, он обеспечивает и вращение вала с эксцентриком, на который он одет.

Теперь о самом принципе работы. Выполнение определенной работы поршня внутри цилиндров называется тактами. Классический поршневой двигатель имеет четыре такта (приложение 2,3):

1.впуск — в цилиндр подается горючая смесь;

2.сжатие — увеличение давления в цилиндре за счет уменьшения объема;

3.рабочий ход — энергия, выделенная при сгорании смеси, преобразовывается во вращение вала;

4.выпуск — из цилиндра выводятся отработанные газы;

Данные такты имеют все двигатели внутреннего сгорания, и сопровождаются они определенным движением поршня.

Однако они выполняются по-разному. Существуют двухтактные поршневые двигатели, в которых такты совмещены, но такие моторы чаще применяются на мотоциклах и другой бензиновой технике, хотя раньше создавались и дизельные двухтактные моторы. В них одно движение поршня включает два такта. При движении поршня вверх – впуск и сжатие, а при движении вниз – рабочий ход и выпуск. Все это обеспечивается наличием впускных и выпускных окон.

Классические автомобильные поршневые двигатели обычно являются 4-тактными, где каждый такт отделен. Но для этого в двигатель включен механизм газораспределения, который значительно усложняет конструкцию.

Что касается роторного двигателя, то отсутствие поршня как такового позволило несколько совместить конструктивные особенности 2-тактных и 4-тактных моторов.ты

Поскольку цилиндр роторного двигателя имеет впускные и выпускные окна, то надобность в газораспределительном механизме отпала, при этом сам процесс работы сохранил все четыре такта по отдельности.

Теперь рассмотрим, как все это происходит внутри статора. Углы ротора постоянно контактируют с цилиндром статора, обеспечивая герметичное пространство между сторонами ротора.

Овальная форма цилиндра статора обеспечивает изменение пространства между стенкой цилиндра и двумя близлежащими вершинами ротора.

Далее рассмотрим действие внутри цилиндра только с одной стороны ротора. Итак, при вращении ротора, одна из его вершин, проходя сужение овала цилиндра, открывает впускное окно и в полость между стороной треугольника ротора и стенкой цилиндра начинает поступать горючая смесь или воздух. При этом движение продолжается, эта вершина достигает и проходит высокую часть овала и дальше идет на сужение. Возможность постоянного контакта вершины ротора обеспечивается его эксцентриковым движением.

Впуск воздуха производится до тех пор, пока вторая вершина ротора не перекроет впускное окно. В это время первая вершина уже прошла высоту овала цилиндра и пошла на его сужение, при этом пространство между цилиндром и стороной ротора начинает значительно сокращаться в объеме – происходит такт сжатия.

В момент, когда сторона ротора проходит максимальное сужение, в пространство между стороной ротора и стенкой цилиндра подается искра, которая воспламеняет горючую смесь, сжатую между зауженной стенкой цилиндра и стороной ротора.

Особенностью роторного двигателя является то, что воспламенение производится не перед прохождением стороны так называемой «мертвой точки», как это делается в поршневом двигателе, а после ее прохождения. Делается это для того, чтобы энергия, выделенная при сгорании, воздействовала на ту часть стороны ротора, которая уже прошла ВМТ (верхняя мёртвая точка). Этим обеспечивается вращение ротора в нужную сторону.

После прохождения свечи, первая вершина ротора начинает открывать выпускное окно, и постепенно, пока вторая вершина не перекроет выпускное окно – производится отвод газов.

Следует отметить, что был описан весь процесс, сделанный только одной стороной ротора, все стороны проделывают процесс один за другим. То есть, за одно вращение ротора производится одновременно три цикла – пока в полость между одной стороной ротора и цилиндра запускается воздух или горючая смесь, в это время вторая сторона ротора проходит ВМТ, а третья – выпускает отработанные газы.

Теперь о вращении вала, на эксцентрик которого надет ротор. За счет этого эксцентрика полный оборот вала производится меньше чем за один оборот ротора. То есть, за один полный цикл вал сделает три оборота, при этом отдавая полезное действие дальше. В поршневом двигателе один цикл происходит за два оборота коленчатого вала и только один полуоборот при этом является полезным. Этим обеспечивается высокий выход КПД.

Если сравнить роторный двигатель с поршневым, то выход мощности с одной секции, которая состоит из одного ротора и статора, равна мощности 3-цилиндрового двигателя.

**2.2Классификация роторных двигателей**

Классификация роторных двигателей весьма важна, так как она сразу очерчивает весьма обширный круг потенциально возможных конструкций, и главное — позволяет с первого шага выбрать наиболее перспективные и эффективные конструкции среди прочих мало работоспособных и не технологичных типов роторных машин.

***1) Роторные двигатели с неравномерным разнонаправленным (возвратно-вращательным) движением главных рабочих элементов.***

Данный тип двигателя характеризуется тем, что в нем нет вращения ротора, а происходит его возвратно — дуговые качания вокруг оси. Процессы сжатия и расширения происходят между неподвижными лопатками ротора и статора, которые и не позволяют совершать ротору непрерывное вращение. По своим очертаниям этот двигатель выглядит роторным, но по организации кинематики движения он по сути дела ближе к поршневым машинам с кривошипным механизмом, так как требует применения для преобразования колебательных движений вала во вращетельные особых сложных механизмов. В этом заключен главный недостаток его конструкции, поэтому данная схема не получила распространения. Кроме того в этой схеме возможны ударные столкновения лопастей между собой.

***2) Роторные двигатели с неравномерным однонаправленным (пульсирующе-вращательным) движением главного рабочего элемента.***

Внутри корпуса вращаются два ротора с неравномерным вращением, которые пульсируя как бы «догоняют друг друга». Такты сжатия и расширения происходят между лопастями этих двух роторов во время их сближения и удаления. Главный недостаток этой роторной схемы — два вала двух роторов вращаются неравномерно — рывками, толчковыми импульсами. Поэтому требуется применение сложного, нагруженного знакопеременными нагрузками механизма для выравнивания скорости вращения валов мотора. Кроме того в этой схеме возможны ударные столкновения лопастей между собой.

***3) Роторные двигатели с уплотнительными заслонками — лопастями, которые движутся в роторе, совершая возвратно-поступательные или качающиеся движения. Частный случай – с заслонками – лопастями, отклоняющимися на шарнирах на роторе;***

Надо сказать, что подобная схема роторных машин давно и широко применяется в пневмомоторах, где сжатый воздух вращает лопатки таких устройств. Поэтому у многих инженеров и изобретателей при взгляде на такие роторные пневмомоторы появляется понятная мысль приспособить такую машину под двигатель внутреннего сгорания. Для этого нужно лишь встроить такт сжатия в кинематическую схему такой машины. И пытливые умы меняют форму внутренней камеры мотора — получается теоретическая схема, которая на бумаге вполне может качественно работать…. Но на практике все не так просто, реализация в жизнь этой схемы сталкивается с огромными сложностями. Первая трудность — в условиях высоких температур и давлений в ДВС очень сложно обеспечить подвижность лопаток ротора и практически невозможно обеспечить герметичность линий их контакта с корпусом. При этом лопатки должны постоянно двигаться — под действием центробежной силы вращения и пружин или приводом от специального механизма — но оба варианта реализовать очень сложно. Поэтому в технике до сих пор нет работоспособных образцов этого типа роторных двигателей внутреннего сгорания.

***4) Роторные двигатели с уплотнительными заслонками, которые движутся,0 совершая возвратно — поступательные или качающиеся движения корпусе.***

 Данная схема по принципу работы похожа на предыдущую, только заслонки — лопасти, разделяющие камеры двигателя выдвигаются не из ротора, а из корпуса. При этом ротор должен иметь сложную форму с лопастями — лопатками, которые и будут воспринимать на себя давление газов, которые должны отсекать от других объемов рабочей камеры лопатки- заслонки в корпусе. Эта схема имеет примерно те же принципиальные недостатки, что и предыдущая схема.

***5) Роторные двигатели с простым и равномерным вращательным движением главного рабочего и всех иных элементов.***По своей концепции такие схемы двигателей — наиболее перспективные и наиболее технически совершенные. В таких конструкциях нет ни одной детали совершающей возвратно — поступательные, качательные или планетарно-вращательные движения. Поэтому двигатели этого типа могут без труда достигать скоростей вращения в десятки тысяч оборотов в минуту с соответствующим набором мощности. В 19-м веке были созданы несколько типов роторных паровых двигателей этой схемы и они показывали значительно лучшие характеристики, чем поршневые паровые двигатели.

Но вот работоспособных двигателей внутреннего сгорания этой схемы построено не было, даже на уровней идей, отраженных в патентных заявках обнаружено буквально несколько единиц, да и те — малореализуемых конструкций.

*6) Роторные двигатели с планетарным вращательным движением главного рабочего элемента.*

Наиболее известные широкой общественности роторные двигатели Ванкеля относятся именно к последней классификационной группе

 **2.3 Достоинства и недостатки РПД**

*Преимущества*

1. Низкий уровень вибраций. Роторно-поршневой двигатель полностью механически уравновешен, что позволяет повысить комфортность лёгких транспортных средств типа микроавтомобилей, мотокаров и юникаров.

2.Главным преимуществом роторно-поршневого двигателя являются отличные динамические характеристики: на низкой передаче возможно без излишней нагрузки на двигатель разогнать машину выше 100 км/ч

3. Масса движущихся частей в РПД гораздо меньше, чем в аналогичных по мощности «нормальных» поршневых двигателях, так как в его конструкции отсутствуют коленчатый вал и шатуны.

4. К тому же однороторный двигатель выдаёт мощность в течение трёх четвертей каждого оборота выходного вала. В отличие от одноцилиндрового поршневого двигателя, который выдаёт мощность только в течение одной четверти каждого оборота выходного вала. (современный серийный РПД с объёмом рабочей камеры 1300 см³ имеет мощность 220 л.с., а с турбокомпрессором — 350 л.с.)

5. габаритные размеры в 1,5-2 раза меньше, чем в поршневых ДВС
 6. Число деталей 35-40 % меньше, чем в поршневых ДВС

7. За счёт отсутствия преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное, двигатель Ванкеля способен выдерживать гораздо большие обороты, но с меньшими вибрациями, по сравнению с традиционными двигателями.

Роторно-поршневые двигатели обладают более высокой мощностью при небольшом объёме камеры сгорания, сама же конструкция двигателя сравнительно мала и содержит меньше деталей. Небольшие размеры улучшают управляемость, облегчают оптимальное расположение трансмиссии (развесовка) и позволяют сделать автомобиль более просторным для водителя и пассажиров.

*Недостатки*

1. Соединение ротора с выходным валом через эксцентриковый механизм, являясь характерной особенностью РПД Ванкеля, вызывает давление между трущимися поверхностями, что в сочетании с высокой температурой приводит к дополнительному износу и нагреву двигателя.В связи с этим возникает повышенное требование к периодической замене масла. При правильной эксплуатации периодически производится капитальный ремонт, включающий в себя замену уплотнителей. Ресурс при правильной эксплуатации достаточно велик, но не заменённое вовремя масло неизбежно приводит к необратимым последствиям, и двигатель выходит из строя.

2. Наиболее важной проблемой считается состояние уплотнителей. Площадь пятна контакта очень невелика, а перепад давления очень высокий. Следствием этого, неразрешимого для двигателей Ванкеля, противоречия являются высокие утечки между отдельными камерами и, как следствие, падение коэффициента полезного действия и токсичность выхлопа.
Проблема быстрого износа уплотнителей на высокой скорости вращения вала была решена применением высоколегированной стали.

3. Другой особенностью двигателей Ванкеля является его склонность к перегреву. Камера сгорания имеет линзовидную форму, то есть при маленьком объёме у неё относительно большая площадь. При температуре горения рабочей смеси основные потери энергии идут через излучение. Интенсивность излучения пропорциональна четвёртой степени температуры, таким образом идеальная форма камеры сгорания — сферическая. Лучистая энергия не только бесполезно покидает камеру сгорания, но и приводит к перегреву рабочего цилиндра. Эти потери не только снижают эффективность преобразования химической энергии в механическую, но и вызывают проблемы с воспламенением рабочей смеси, поэтому в конструкции двигателя часто предусматривают 2 свечи.

4. Высокие требования к геометрической точности изготовления деталей двигателя делают его сложным в производстве — требуется применение высокотехнологичного и высокоточного оборудования: станков, способных перемещать инструмент по сложной траектории эпитрохоидальной поверхности камеры объёмного вытеснения.

При всех преимуществах (высокая удельная мощность, простота устройства, несложный ремонт при правильной эксплуатации), важной проблемой является меньшая экономичность на низких оборотах по сравнению с обычными ДВС.

**2.4 Применение**

Двигатель разрабатывался изначально именно для применения на автотранспорте. Первый серийный автомобиль с роторным двигателем — немецкий спорткар NSU Spider.

Первый массовый (37204 экземпляра) — немецкий седан бизнес-класса NSU Ro 80.

К сожалению, ресурс двигателя оказался весьма мал (ремонт требовался уже после пробега порядка 50 тыс. км), поэтому автомобиль заслужил плохую репутацию и стал скандально известен. На многих сохранившихся автомобилях оригинальный двигатель заменён на поршневой V4 «Essex» фирмы Ford.

Citroën также экспериментировал с РПД — проект Citroën M35.

После этого серийное и мелкосерийное производство роторно-поршневых двигателей Ванкеля производились только фирмами Mazda (Япония) и ВАЗ (Россия).

Инженерам фирмы Mazda, создавшим роторно-поршневой двигатель «Renesis» удалось решить основные проблемы таких двигателей — токсичность выхлопа и неэкономичность. По сравнению с двигателями-предшественниками, удалось сократить потребление масла на 50 %, бензина на 40 % и довести выброс вредных окисей до норм, соответствующих Euro IV. Двухкамерный двигатель «Renesis» объёмом всего 1,3 л выдаёт мощность в 250 л. Следующая модель двигателя Renesis 2 16X имеет объём 1,6 литра, и при большей мощности, нагревается меньше.

Автомобили марки Mazda с буквами RE в наименовании (первые буквы от названия «Renesis») могут использовать в качестве топлива как бензин, так и водород (так как менее чувствителен к детонации, чем обычный двигатель, использующий возвратно-поступательное движение поршня). Это явилось вторым витком роста внимания к РПД со стороны разработчиков.

**Заключение**

Изучив материалы по выбранной теме, я пришла к такому выводу: роторно-поршневые двигатели имеют много достоинств, но при этом и большое количество недостатков, из-за которых многие производители отказались от использования этого двигателя. Важно отметить, что существуют способы устранения недостатков. Это доказали инженеры фирмы Mazda, т.к. они смогли устранить основные проблемы РПД.

Несколько способов решения проблем РПД:

 1. Одним из основных путей повышения топливной экономичности РПД является устранение недогорания топлива в камерах сгорания.
Наиболее распространенным решением указанной проблемы является оптимизация мест расположения свечей зажигания, их количества и параметров системы зажигания.

2. Весьма перспективным направлением снижения токсичности в РПД является применение альтернативных топлив, в первую очередь, газообразных. Так, например, компании Mazda выпустила в автомобиль RX – 8 Hydrogen RE, работающий и на водороде и на бензине.

 Я считаю, что роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания является одной из наиболее перспективных альтернатив поршневому ДВС. Нужно лишь устранить основные недостатки.

**Список сайтов и литературы**

1. Роторно-поршневой двигатель // Большая советская энциклопедия.

2.<https://tractorreview.ru/dvigateli/ustroystvo/dvigatel-vnutrennego-sgoraniya-ustroystvo-i-printsip-rabotyi.html>.

3. http://www.airaces.ru/stati/porshnevojj-aviacionnyjj-dvigatel-motor-nutrennego-sgoraniya-ustrojjstvo-i-princip-raboty.html.

4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Роторный\_двигатель

5. avtodvigateli.com/vidy/drugie/rotornyj-dvigatel.html.

6. www.rotor-motor.ru/page01.htm.

7.https://toptexnik.ru/dvigarely/gazoturbinnyj-dvigatel-ustrojstvo-i-printsip-raboty.

**Приложения**

Приложение 1.

****

**схема РПД**
1 - впускное окно;

2 выпускное окно;

3 - корпус;

4 - камера сгорания;

5 – неподвижная шестерня;

 6 - ротор;

 7 – зубчатое колесо;

8 - вал;

9 – свеча зажигания

Приложение 2.

****

Приложение 3.

****