

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Кумертауский филиал
федерального государственного
образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

ТЕМА №1 КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Время: 2 часа

Специальность «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Преподаватель Золотарев Евгений Серафимович



Содержание

2

1.1 Классификация тепловых двигателей

1.2 Двигатель внешнего сгорания с регенерацией
теплоты

1.3 Газотурбинный двигатель

1.4 Поршневые двигатели внутреннего сгорания

1.5 Достоинства и недостатки различных
двигателей

Список рекомендуемых источников

1.1 Классификация тепловых двигателей

3

Двигатели с внешним подводом тепла имеют следующие характерные особенности:

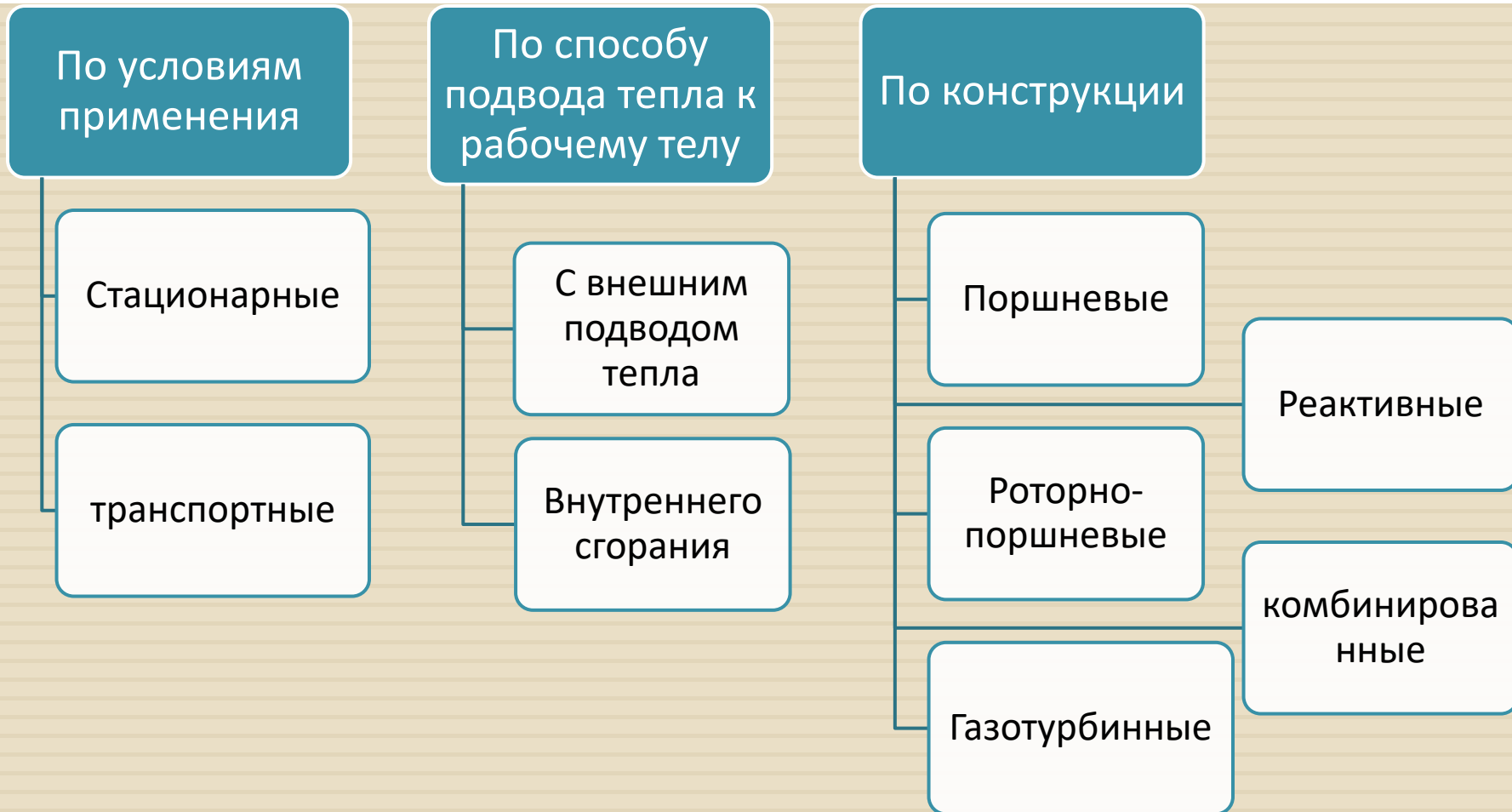
- теплота к рабочему телу (РТ) подводится вне рабочего цилиндра (обычно в теплообменнике);
- замкнутый цикл, т.е. РТ не обновляется и циркулирует по замкнутому кругу, меняя свое агрегатное состояние;
- работа совершается в расширительном цилиндре или турбине.

Классическими примерами этих двигателей являются паровые двигатели (рисунки 1.1 и 1.2) и двигатель Стирлинга (рисунок 1.3).

Поршневые паровые двигатели были созданы в конце 18 века. Спустя 100 лет появились паровые турбины.

1.1 Классификация тепловых двигателей

4



1.1 Классификация тепловых двигателей

5

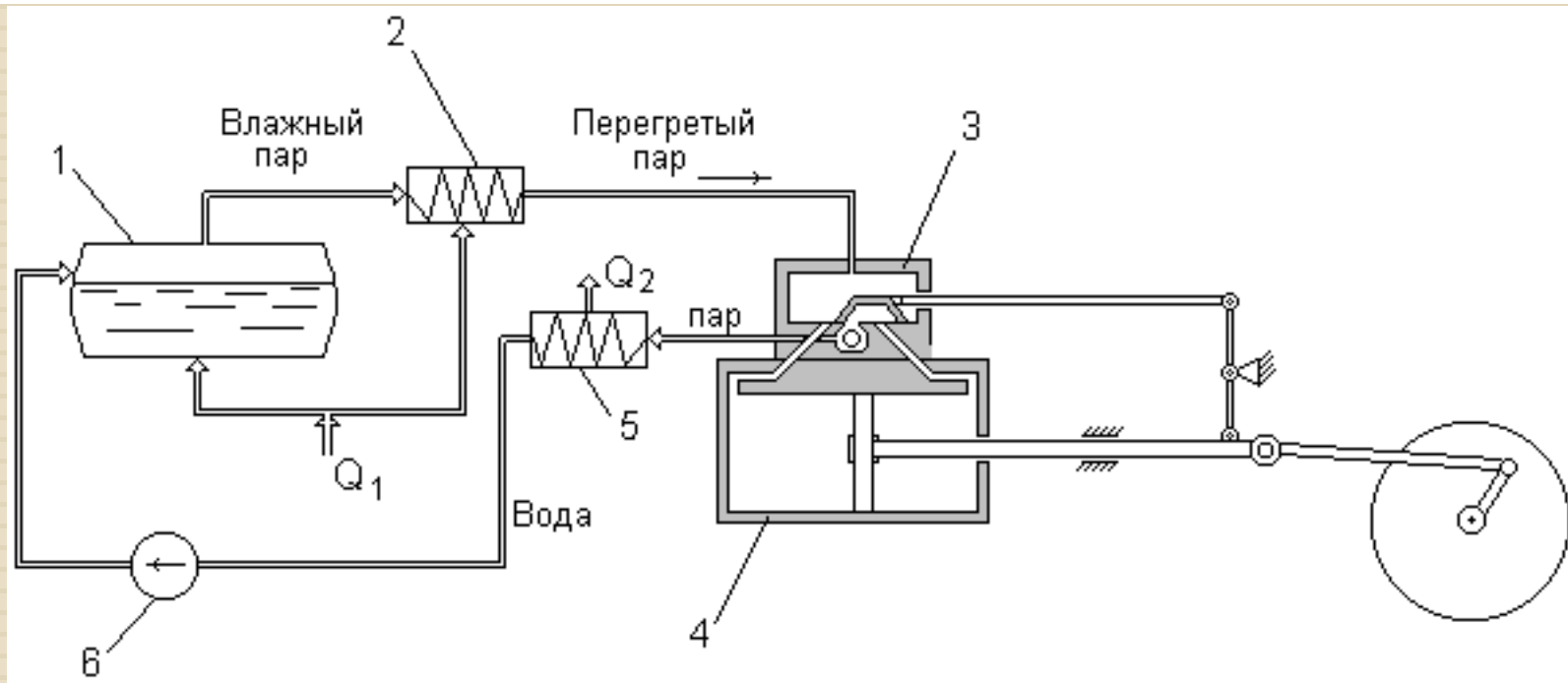


Рисунок 1.1 - Схема поршневого парового двигателя:

1 – парогенератор (котёл); 2 – пароперегреватель; 3 – распределительная коробка; 4 – рабочий цилиндр; 5 – конденсатор; 6 - насос

1.1 Классификация тепловых двигателей

6

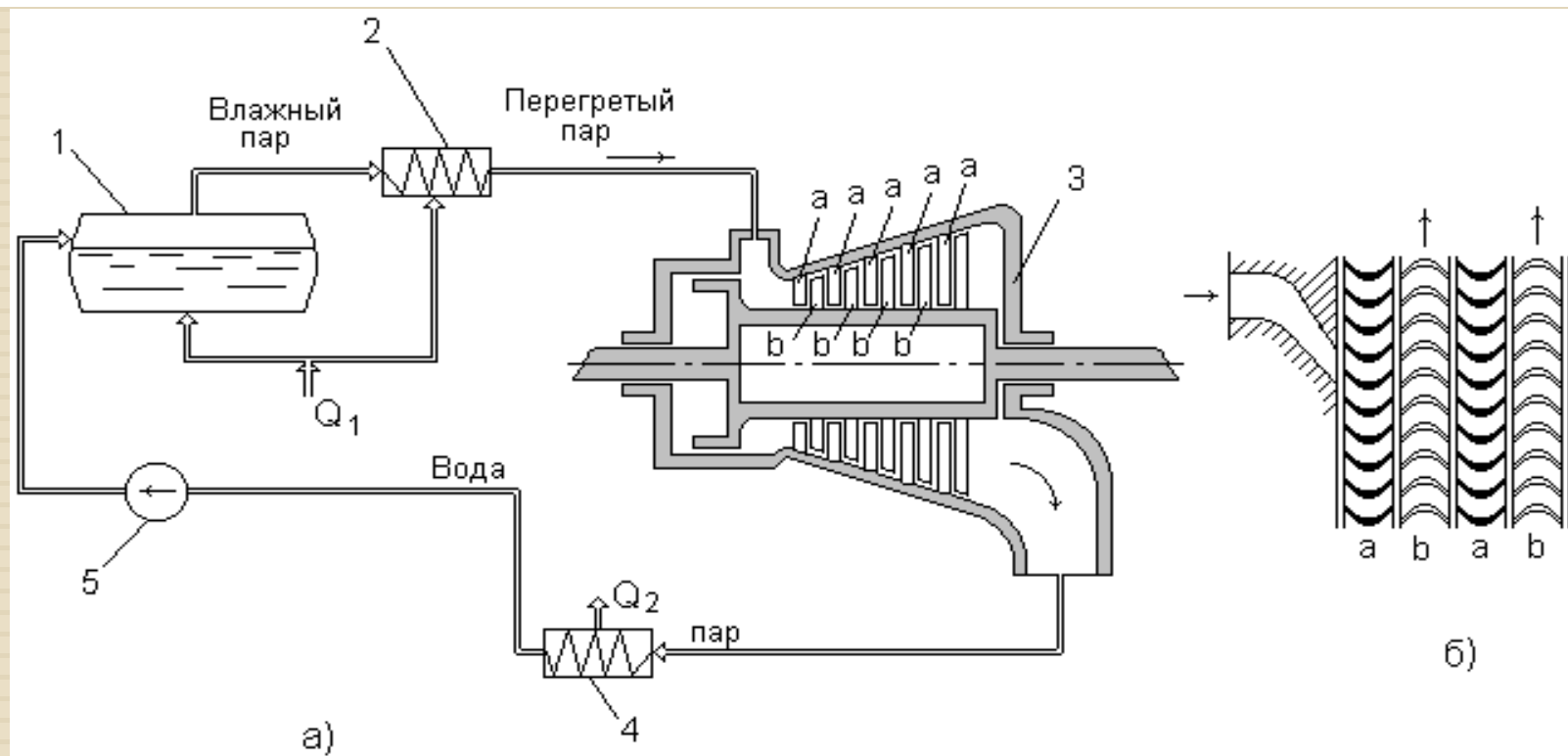


Рисунок 1.2 - Паровой турбинный двигатель:

а) схема двигателя; б) расположение лопаток (а – на реакторе; б – на турбине); 1 – парогенератор (котёл); 2 – пароперегреватель; 3 – паровая турбина; 4 – конденсатор; 5 – насос

1.2 Двигатель внешнего сгорания с регенерацией теплоты

7

Особенностью этого двигателя является замкнутый цикл. РТ в его полостях не заменяется, а только изменяет свой объём за счёт подвода и отвода теплоты.

В цилиндре (рисунок 1.3) имеется два поршня – рабочий 2 и вытеснитель 3. Полости V_1 и V_2 соединяются между собой каналами, проходящими через нагреватель 4, регенератор 5 и холодильник 6.

К нагревателю подводится тепло или за счет внешнего источника, или за счет омывания его наружной поверхности горячими газами, образующимися во внешней камере сгорания.

1.2 Двигатель внешнего сгорания с регенерацией теплоты

8

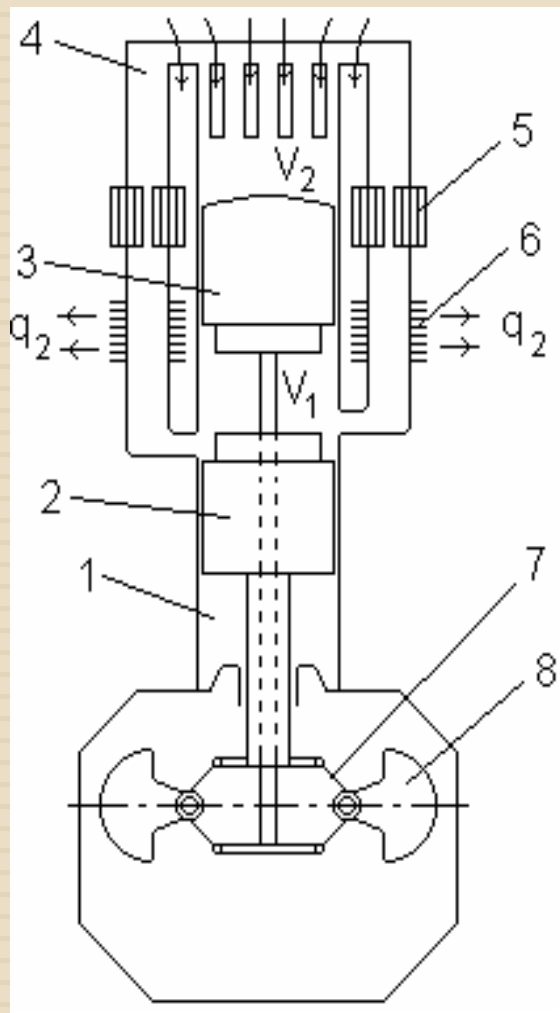


Рисунок 1.3 - Схема двигателя внешнего сгорания с регенерацией теплоты:
1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – вытеснитель;
4 – нагреватель; 5 – регенератор (теплообменник); 6 – холодильник; 7 – шатун; 8 – коленчатый вал

1.2 Двигатель внешнего сгорания с регенерацией теплоты

9

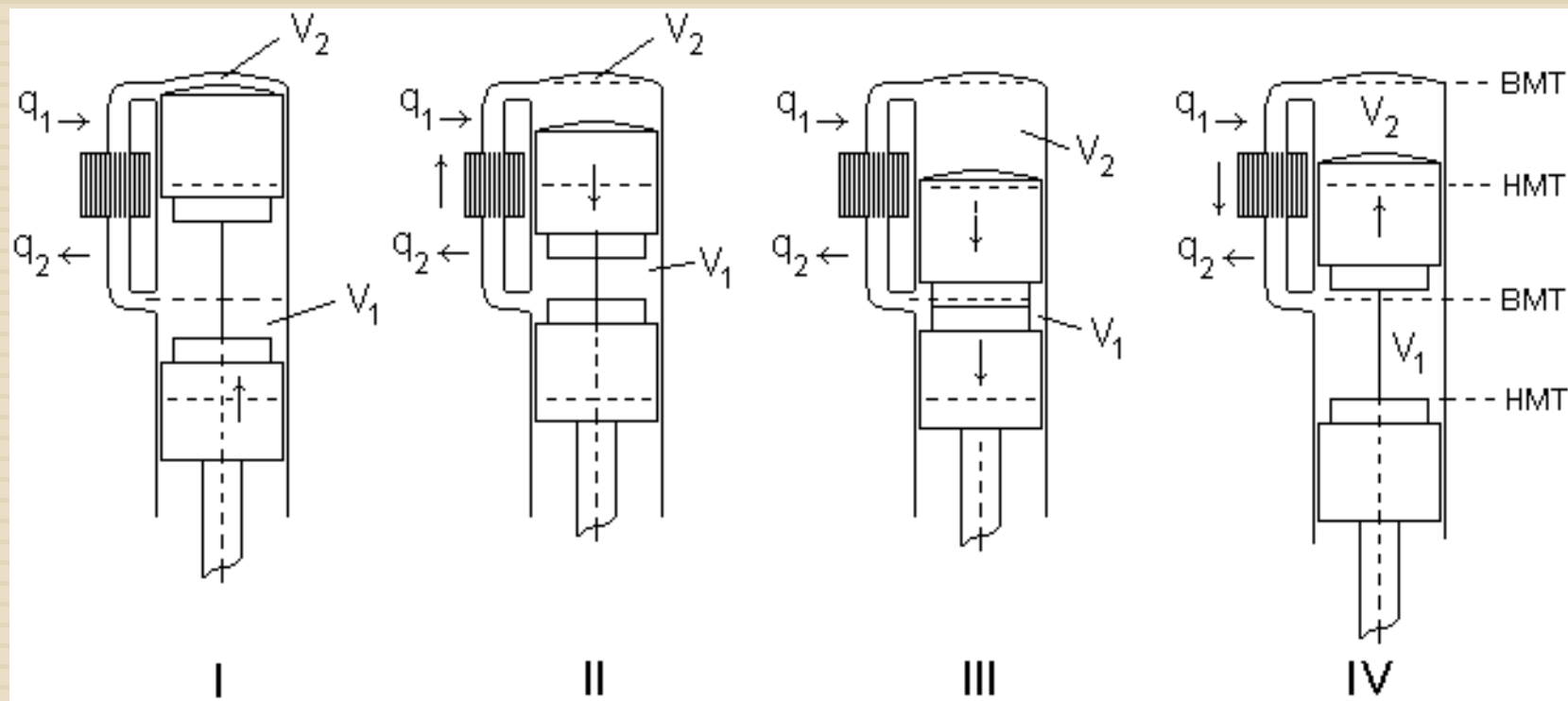


Рисунок 1.4 - Схема действия двигателя внешнего сгорания с регенерацией теплоты: I – сжатие; II – перепуск рабочего тела с нагреванием; III – расширение (рабочий ход); IV – перепуск рабочего тела с охлаждением

1.2 Двигатель внешнего сгорания с регенерацией теплоты

10

Холодильник постоянно омывается охлаждающей средой и отводит теплоту q_2 от рабочего тела. Регенератор запасает теплоту в период течения горячего рабочего тела и отдаёт её при обратном течении холодного газа.

В качестве РТ в современных двигателях Стирлинга обычно применяется водород или гелий, сжатые до давления 10-14 МПа.

Рабочий цикл осуществляется за четыре такта (рисунок 1.5).

I такт – сжатие. Вытеснитель 3 – неподвижен, поршень 2 движется вверх, сжимает рабочее тело в полости V_1 и соединительных каналах. В конце сжатия рабочий поршень останавливается, а вытеснитель 3 начинает перемещаться к НМТ.

II такт – перепуск рабочего тела под действием вытеснителя из V_1 в V_2 . Рабочий поршень при этом неподвижен. В регенераторе 5 рабочее тело частично подогревается, затем в полости V_2 температура его повышается за счёт подвода теплоты извне. Второй такт заканчивается, когда вытеснитель сблизится с находящимся в ВМТ рабочим поршнем.

1.2 Двигатель внешнего сгорания с регенерацией теплоты

11

IV такт – перепуск с охлаждением рабочего тела. Вытеснитель 3, перемещаясь вверх, перегоняет рабочее тело из полости V_2 в V_1 . При прохождении через регенератор, рабочее тело, имея ещё достаточно высокую температуру, отдаёт часть теплоты, затем, окончательно охладившись в холодильнике 6, поступает в межпоршневую полость с минимальной температурой. Давление РТ при этом снижается.

В связи с регенерацией это рабочий цикл может быть равен циклу Карно. Но практически осуществить чёткое разделение функций между поршнем и вытеснителем, и добиться их прерывистого движения не удастся. В действительности они двигаются в течение всего цикла, имея различные скорости в соответствующих тактах.

Неполное прекращение движения поршня и вытеснителя в нужных точках, а также большие «мёртвые» объёмы существенно снижают к.п.д. действительного цикла. Например, двигатель, мощностью 30 кВт имеет эффективный к.п.д. 0,38 и литровую мощность 80 кВт/л.

1.2 Двигатель внешнего сгорания с регенерацией теплоты

12

Достоинства такого двигателя:

- топливо горит в отдельной камере, с большим избытком воздуха. В результате имеет место полное сгорание топлива, что существенно уменьшает токсичность отработавших газов;
- бесшумность работы, т.к. нет выпуска газов под давлением;
- мягкая работа, т.к. нет взрывного действия газов.

Недостатками двигателей внешнего сгорания являются:

- низкие к.п.д. и литровая мощность;
- большие габариты и масса. Это объясняется наличием громоздких и металлоёмких теплообменных устройств.

1.3 Газотурбинный двигатель

13

По принципу своего действия газотурбинные двигатели относятся к двигателям внутреннего сгорания. На рисунке 1.5 показана принципиальная схема одновального газотурбинного двигателя.

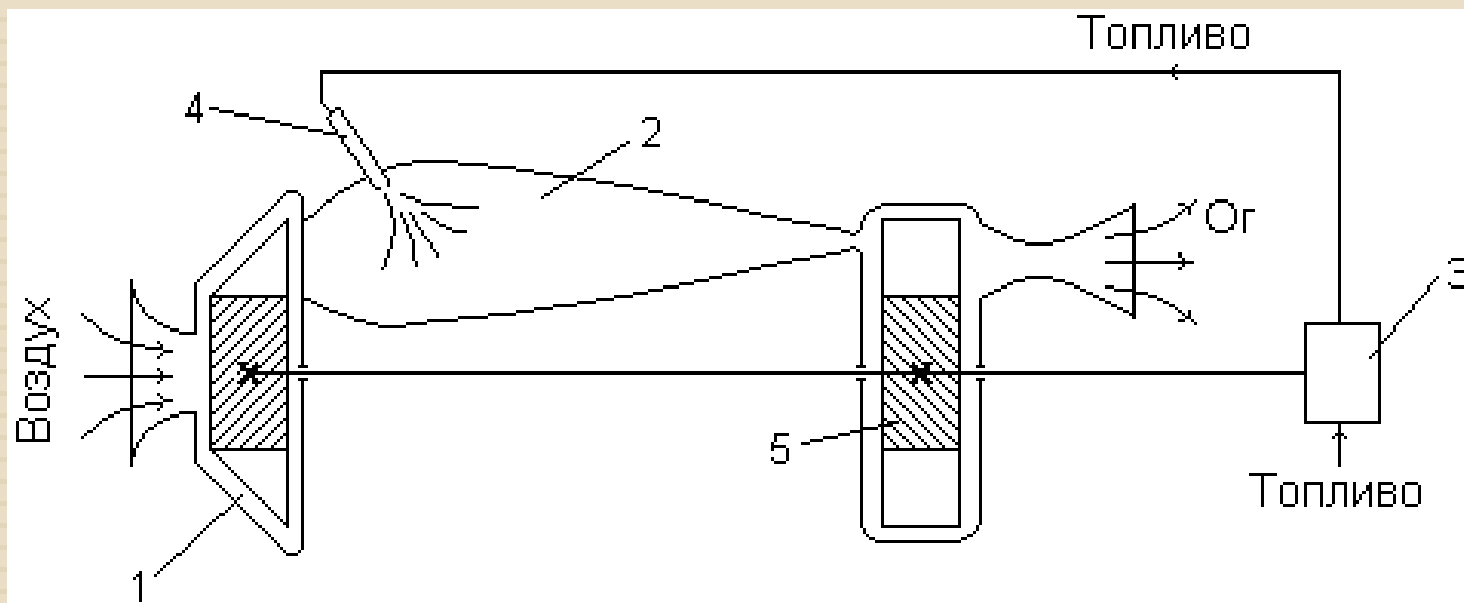


Рисунок 1.5 - Схема одновального газотурбинного двигателя:
ОГ – отработавшие газы; 1 – компрессор; 2 – камера сгорания; 3 – топливный насос; 4 – форсунка; 5 - турбина

1.3 Газотурбинный двигатель

14

Преимущества газотурбинных двигателей: прямоточность и непрерывность рабочего процесса, обеспечивающая резкое снижение удельных габаритных и массовых показателей; благоприятная тяговая характеристика. Т.е. при снижении частоты вращения возрастает крутящий момент, развиваемый турбиной. Причём это происходит автоматически; полная уравновешенность и отсутствие деталей, совершающих сложное движение; высокий механический к.п.д.; высокие пусковые качества и быстрый выход на рабочие режимы; отсутствие системы охлаждения и всех, связанных с ней приборов и механизмов; малая требовательность к свойствам топлив (многотопливность); отсутствие точно сопряжённых подвижных деталей и др.

Недостатками газотурбинных двигателей являются:

- низкая топливная экономичность и большой шум;
- плохая работа на неустановившихся режимах;
- высокая стоимость используемых материалов;
- трудность очистки воздуха в связи с большим его расходом.



1.3 Газотурбинный двигатель

15

Перечисленные недостатки в той или иной степени могут быть устранены, но это приводит к усложнению конструкции двигателя, а значит и к повышению его стоимости, габаритов и массы. Поэтому, в настоящее время, считается нецелесообразным применение на автомобилях газотурбинных ДВС малой мощности. Однако считается целесообразным применение мощных газотурбинных ДВС на автомобилях и гусеничных машинах большой грузоподъемности

1.4 Поршневые двигатели внутреннего сгорания

16

Поршневые двигатели подразделяются:

по роду применяемого топлива:

- бензиновые;
- газовые;
- работающие на дизельном топливе, соляровом масле, газойле;
- многотопливные (работающие на дизельном, газотурбинном топливе, керосине и бензине);

по способу организации рабочего цикла:

- двухтактные;
- четырёхтактные.

по способу воспламенения рабочей смеси:

- с принудительным воспламенением от электрической искры (с искровым зажиганием);
- с воспламенением от сжатия (дизели, двигатели, работающие по газожидкостному циклу).

1.4 Поршневые двигатели внутреннего сгорания

17

по способу приготовления горючей смеси:

- с внешним смесеобразованием (карбюраторные, газовые, с впрыском бензина во впускной трубопровод);
- с внутренним смесеобразованием (дизели, с впрыском бензина в цилиндр и искровым зажиганием, газовые с подачей газа в цилиндр в начале хода сжатия).

по способу внутреннего смесеобразования:

- с объёмным смесеобразованием (неразделённые камеры сгорания);
- с плёночным смесеобразованием (М-процесс);
- с объёмно-плёночным смесеобразованием;
- с вихрекамерным смесеобразованием;
- с предкамерным смесеобразованием.

по способу регулирования в связи с изменением нагрузки:

- двигатели с количественным регулированием, когда при изменении нагрузки состав смеси остаётся постоянным, меняется только её количество (преимущественно двигатели с внешним смесеобразованием);

1.4 Поршневые двигатели внутреннего сгорания

18

- двигатели с качественным регулированием, когда с изменением нагрузки изменяется состав (качество) смеси путём увеличения или уменьшения количества вводимого в двигатель топлива (преимущественно дизели);
- двигатели со смешанным регулированием, когда при изменении нагрузки меняется состав и количество смеси.
 - по способу организации наддува:
 - без наддува;
 - с механическим наддувом (компрессор наддувочного воздуха приводится от коленчатого вала двигателя через повышающую передачу);
 - с газотурбинным наддувом (изобарным, импульсным, импульсным регулируемым);
 - с комбинированным наддувом (параллельно или последовательно включены свободный турбокомпрессор и приводной от двигателя).
 - по охлаждению наддувочного воздуха:
 - без охлаждения;
 - с охлаждением, в том числе в рекуперативных охладителях наддувочного воздуха.



1.4 Поршневые двигатели внутреннего сгорания

19

по способу охлаждения:

- с жидкостным охлаждением;
- с воздушным охлаждением.

по расположению цилиндров:

- Рядные (вертикальные и горизонтальные);
- V-образные;
- Звездообразные и др.

1.5 Достоинства и недостатки различных двигателей

20

Карбюраторные двигатели перед дизелями обладают следующими преимуществами:

1. Меньшие габариты и масса;
2. Лучше самоприспособляемость;
3. Легче запуск, особенно при низких температурах;
4. Более простая регулировка и обслуживание.
5. Недостатки карбюраторных двигателей:
6. Низкая экономичность;
7. Загрязнение воздушного бассейна вредными и ядовитыми продуктами
8. Высокие требования к топливу;
9. Низкие динамические качества при переменных нагрузках;
10. Зависимость работы системы питания от положения машины (продольный и боковой уклоны дороги);
11. Большая зависимость от высоты над уровнем моря. Так, на каждый километр подъёма над уровнем моря у карбюраторных двигателей мощность снижается на 12%, а у дизелей на 9%;
12. Повышенная пожароопасность.

1.5 Достоинства и недостатки различных двигателей

21

Дизели по сравнению с карбюраторными двигателями обладают следующими преимуществами:

1. Выше экономичность;
2. Могут работать (кратковременно) на нестандартных топливах;
3. Хорошие динамические качества;
4. Допускают форсирование мощности за счёт наддува.

Однако дизели, по сравнению с карбюраторными двигателями имеют следующие минусы:

1. Больше габариты и масса;
2. Сложная и дорогая аппаратура;
3. Больше шум и жёсткая работа.

Двухтактные двигатели по сравнению с четырёхтактными обладают следующими преимуществами:

1. При одинаковой быстроходности литровая мощность на 50-65% больше;
2. Лучше равномерность $M_{кр}$ и равномерность хода;
3. Отсутствует ГРМ, т. е. проще конструкция;
4. Лучше многотопливность.

1.5 Достоинства и недостатки различных двигателей

22

Минусы двухтактных двигателей:

1. Теоретическая мощность в 2 раза выше, т. к. рабочий цикл осуществляется за 2 хода поршня. Но так как затраты индикаторной мощности на привод продувочных агрегатов 5-10%, процесс газообмена менее совершенен, т.к. времени на газообмен в 4-5 раз меньше, отсюда действительно превышение мощности составляет в 1,6–1,8 раз;
2. Тепловая нагрузка выше;
3. Большая напряженность рабочего процесса, отсюда износ больше;
4. Ограничения форсирования по частоте вращения.

1.5 Основные требования, предъявляемые к автомобильным двигателям

23

1. Развитие необходимой мощности при различных скоростях движения автомобиля, хорошая приемистость при трогании автомобиля и при изменении его рабочих режимов.
2. Низкая себестоимость, достигаемая за счет обеспечения технологичности конструкции деталей, снижения их массы и применения полноценных заменителей металла.
3. Максимальная экономичность на всех режимах работы.
4. Высокая удельная мощность и малые габариты без снижения надежности работы.
5. Удобство в эксплуатации, простота и удобство тех. обслуживания и ремонта.
6. Надежность пуска и работы.
7. Низкая степень токсичности отработавших газов и низкий уровень шума при работе.
8. Перспективность конструкции, позволяющая проводить ее дальнейшую модернизацию путем формирования мощности двигателя и улучшения его показателей в соответствии с уровнем развития техники.
9. Быстрая приспособляемость к работе на переменных режимах, в зависимости от условий эксплуатации.

Список рекомендуемых источников

1. Луканин, В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. в 3 кн. кн. 1. Теория рабочих процессов: Учебник для вузов/ В.Н. Луканин и др; под редакцией В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 3-е изд., перераб. и испр. - М.: Высшая школа, 2007. 479 с.: ил.
2. Колчин, А. И. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов./ А. И. Колчин, В. П. Демидов – 4-е изд. , стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 496 с.: ил.