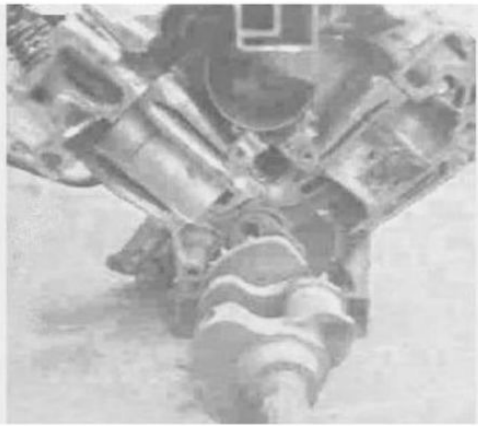
18+

Юрий Владимирович
Медовщиков



# ОСНОВЫ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Издание II

**Юрий Владимирович Медовщиков**

# Основы тепловых двигателей внутреннего сгорания. Издание II

*http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=70428895*
*ISBN 9785006249370*

## Аннотация

Книга является современным научным исследованием автора по вопросам теплотехники, конструкции и пр. двигателей внутреннего сгорания.Книга может применяться как учебное пособие, издание II, переработанное.

# Содержание


Ю.В.Медовщиков 5
Источники 7
ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ СОКРАЩЕНИЯ 9
ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТА 10
НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ТОПЛИВА
И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
ЭВОЛЮЦИЯ ТЕОРИИ ТЕРМИЧЕСКИХ 20
ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
НА ПРАКТИКЕ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОВЫХ 32
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ
Основные термодинамические параметры 33
газов
Основные законы теплотехники 35
и термодинамики
Виды и элементарный состав топлива 47
Конец ознакомительного фрагмента. 48

# Основы тепловых двигателей внутреннего сгорания Издание II

**Юрий Владимирович Медовщиков**

© Юрий Владимирович Медовщиков, 2024

ISBN 978-5-0062-4937-0
Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

# Ю.В.Медовщиков
# ОСНОВЫ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Издание II

Москва
Автор:
***Медовщиков Юрий Владимирович***

Все данные материалы были рецензированы ранее разными специалистами в данных областях для научных журналов.

Состав монографии, т.е текст полностью построен на личных авторских статьях научных журналов, собранных в монографию и дополненных необходимым иллюстрационным материалом и схемами. Книга является научно-техническим исследованием автора и одновременно учебным пособием, так как построена целиком на материалах его личных научных статей, опубликованных ранее в научных журналах по данной тематике проведенных исследований и работ. Кроме этого основой материала является курс лекций, про-

читанный им ранее по вопросам «Теплотехники и термодинамики транспортных двигателей внутреннего сгорания».

Книга может быть полезна как итоги проведенного всестороннего научного исследования в области транспортных двигателей внутреннего сгорания особенно по вопросам определения основных параметров двигателей и их экологических характеристик. Кроме этого книга подходит для вопросов обучения по соответствующим специальностям в данных направлениях.

.

# Источники

– Медовщиков Ю. В. Расчетное определение показателей токсичности автомобилей.-М.:ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление,1991,N6,стр.40—41.

– Медовщиков Ю. В. Подход к методам математического моделирования движения автомобиля в произвольных параметрических условиях и его токсичности.-М.:ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление,1992,N3,стр.41—50.

– Медовщиков Ю. В. Вариационные методы различных задач движения.-М.:ВИНИТИ: Транспорт: наука, техника, управление,1995,N7,стр.58—61.

– Медовщиков Ю. В. Новые методы математического моделирования движения автотранспортных средств и токсичности вредных выбросов.-М.:ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление,2001,N1,стр.21—24.

– Медовщиков Ю. В. Расчетные методы определения количества вредных выбросов с отработавшими газами. – М.:ВИНИТИ, Транспорт: наука, техника, управление, 2001, N3,стр.27—40.

– Медовщиков Ю. В. Математическая модель системы впрыска топлива для двигателей внутреннего сгорания-М: ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление,2001,N9,стр.23—27.

– Медовщиков Ю. В. Применение методов газохрома-

тографического анализа для определения канцерогенных ПАУ и нитроПАУ в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания.-М.:ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление,2002,N5,стр.41—46.

– Медовщиков Ю. В. Методы испытаний двигателей внутреннего сгорания и определения их основных эксплуатационных свойств.-М.:ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление,2003,N1,стр40—45.

– Медовщиков Ю. В. Метод определения проектировочных параметров двигателей внутреннего сгорания автомобилей.-М.:ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление,2004,N9,стр.32—34.

– Медовщиков Ю. В. Эволюция тепловых двигателей внутреннего сгорания.-М.:ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление,2005,N7.стр.35—37.

– Медовщиков Ю. В. Рекорды топливной экономичности.– М.:Автомобильная промышленность,1994,N3,стр.34—36.

– Медовщиков Ю. В. Мировые рекорды экономичности. – М.:ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление, 1994, N5,стр.50—52.

– Медовщиков Ю. В. Автомобили. Мировые рекорды экономичности. М.:Набла,1993,Препринт N11,19с.

# ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

*ДВС- двигатели внутреннего сгорания*

*ПАУ – полициклические ароматические углеводороды.*

# ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТА НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ТОПЛИВА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Сейчас в мире эксплуатируется очень большое количество автомобилей различных марок, потребляющих огромное количество топлива и выбрасывающих колоссальный объем отработавших газов с многочисленными вредными для здоровья человека и окружающей среды компонентами.

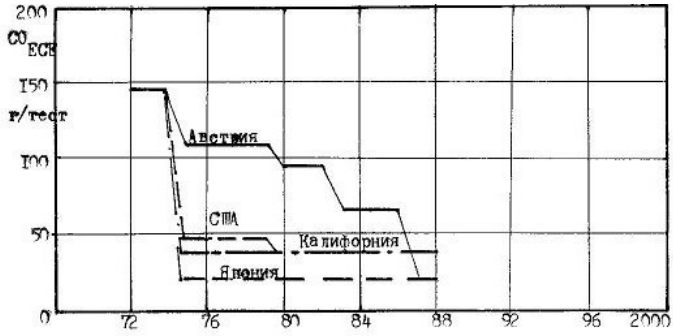
К транспортным средствам относятся любые средства для передвижения людей, осуществляющих перевозки и т. д. Поэтому самыми распространенными и многочисленными являются легковые автомобили, грузовые, автобусы, мотороллеры, мотоциклы, мопеды и др. В преобладающем большинстве на них используются тепловые двигатели внутреннего сгорания работающие по циклам Отто, Дизеля, Ванкеля и т. п. и использующие в качестве топлива продукты нефтеперегонки: бензин и дизтопливо, а также природный и другие газы, спирты и т. д. Существуют альтернативные варианты привода, основным из которых является электропривод. Первые загрязняют окружающую среду продуктами сгорания непосредственно при работе, последние – являются источниками загрязнения при работе источников тока на производстве, что то же весьма опасно. и представляет собою

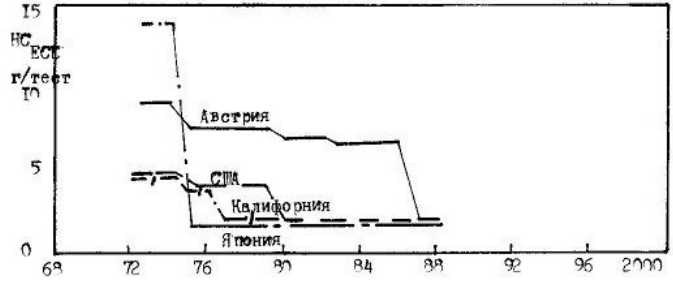
отдельную сложную проблему. Более выгодным и дешевыми источниками электроэнергии при массовых перевозках в этом случае является контактная, т.е.троллейбусы, трамваи, метро.

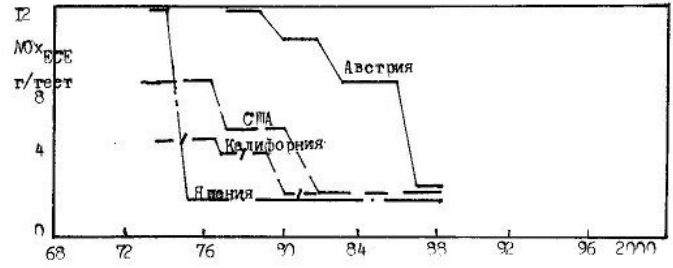
К средствам транспорта относят и другие категории: поезда, самолеты, корабли и пр., но, как правило, они также имеют уже указанные силовые энергетические установки. Естественного и они то же являются источником эмиссии вредных веществ в окружающую среду. Поэтому вся проблема в целом сводится к следующему: оценка и снижение негативного влияния на окружающую среду, в первую очередь, от автотранспорта, как основного источника загрязнений. Тем не менее, задач в этом направлении очень много. К основным из них можно отнести, например: разработку необходимого математического аппарата для проведения аналитических оценок высокой точности в области исследования вопросов потребления топлива и связанных с ним количества вредных выбросов с отработавший газами. Для этого необходимо исследовать также и многочисленные смежные вопросы.

Проблема потребления топлива относительно ясна, так как оно необходимо для непосредственного привода транспортного средства в движение, тем не менее вредные выбросы с отработавшими газами несколько более сложный и малоисследованный вопрос. Автомобили с отработавшим газами выбрасывают как продукты неполного сгорания, так

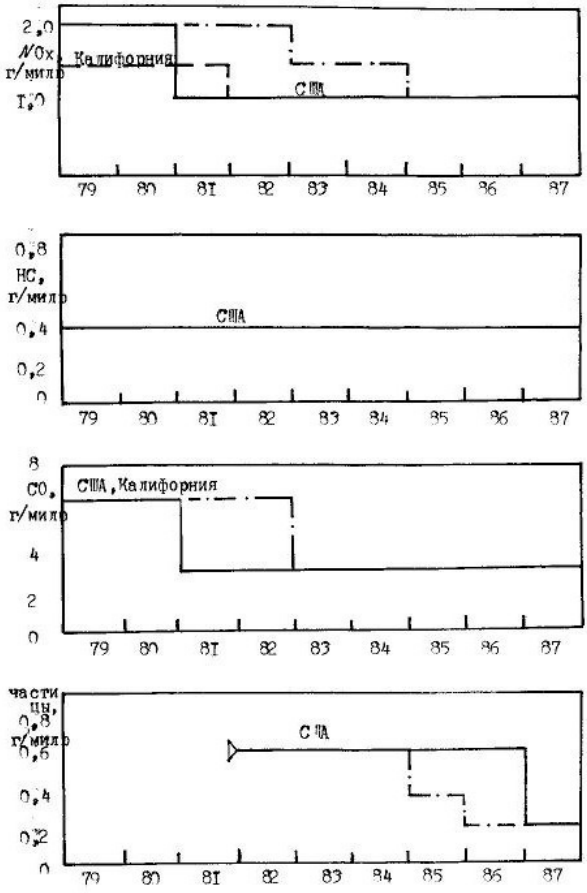
и очень много различных компонентов, к основным из которых относят еще следующие: углекислый газ, окись углерода, окислы азота, несгоревшие углеводороды и. альдегиды, сажа в виде частиц, свинец, сера и ее окиси, полициклические ароматические углеводороды – ПАУ и их нитропроизводные в виде НИТРОПАУ и пр.



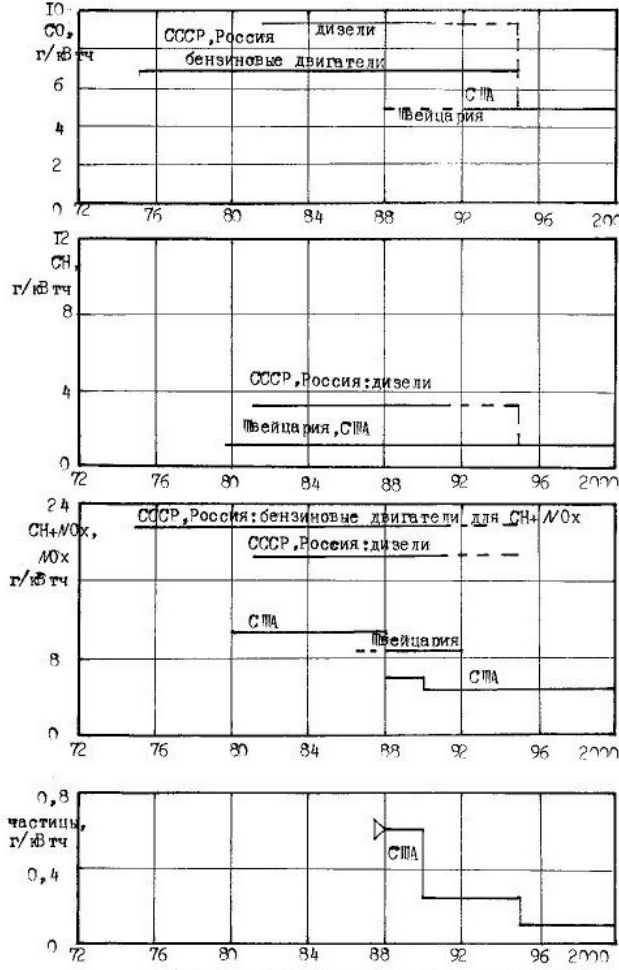




Изменение норм выбросов токсичных компонентов с отработавшими газами для легковых автомобилей.




Границы выбросов токсичных компонентов с отработавшими газами для легковых автомобилей с дизелями




Изменение норм выброса токсичных компонентов с отработавшими газами для грузовых автомобилей.

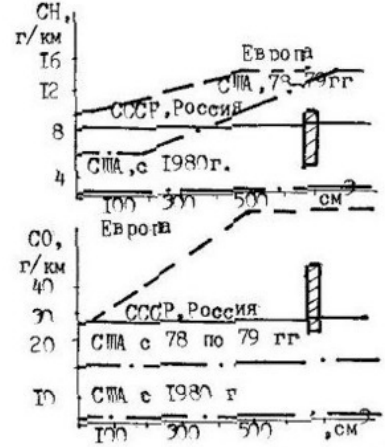
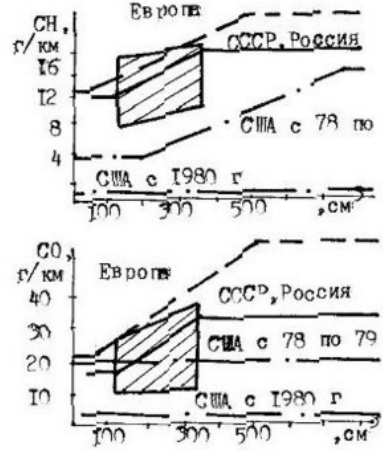
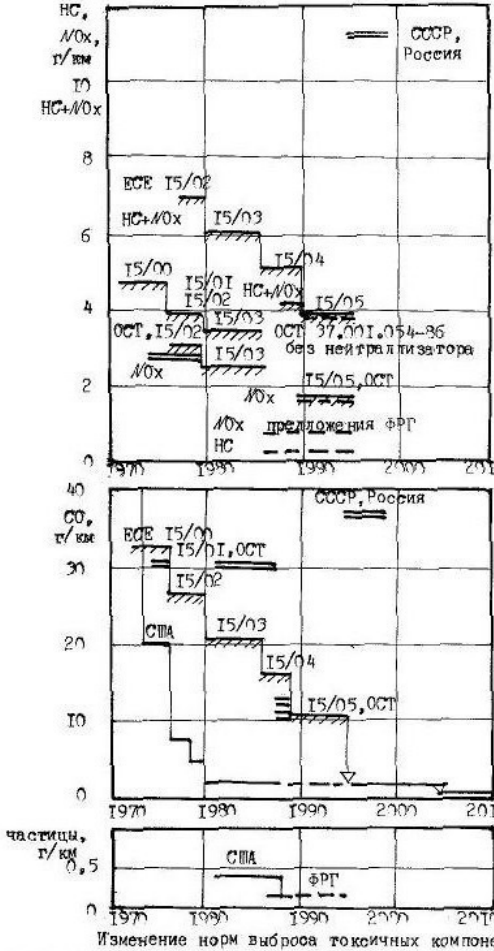



Рис. I.3.г. Нормы, предлагаемые для мотоциклов с четырехтактными двигателями.




Нормы, предлагаемые для мотоциклов с 2-х тактными двигателями. ▨ – реальный уровень выброса токсичных веществ современными мотоциклами.




Изменение норм выброса токсичных компонентов в Европе ( нормы ECE ), США ( *US* -75 ), СССР и России ( ОСТ ) Легковые автомобили с объемом двигателей менее I,4 л.

# ЭВОЛЮЦИЯ ТЕОРИИ ТЕРМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ПРАКТИКЕ

На сегодня можно говорить о том, что теория тепловых процессов двигателей в части непосредственно термодинамики представляет собой не только фундаментальную науку, но практически завершенную область, которая дает непосредственные практические результаты в области проектирования современных тепловых двигателей внутреннего сгорания. Однако известно, что она базируется на практических исследованиях определенных ученых, вошедших в историю развития двигателестроения. Если назвать данные конкретные имена и их непосредственный вклад, а так же проследить эволюционные пути развития в данном направлении можно сделать выводы о различных путях прогресса в этой области знаний.

В 1805 г швейцарец Исаак де Риваз построил первый Экипаж с газовым двигателем и электрическим зажиганием, Но это была лишь повозка с вертикально установленным «пороховым стволом», в котором топливо взрывалось от искры, а привод к колесам от давления расширения газа осуществлялся механически, например, с помощью цепи.

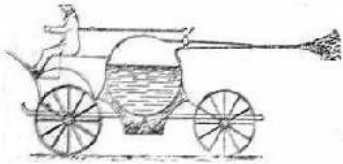


Схема паровика
Ньютона

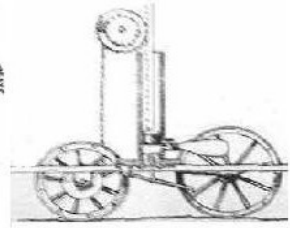
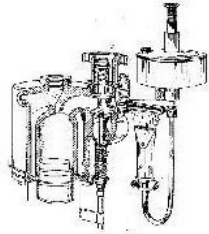


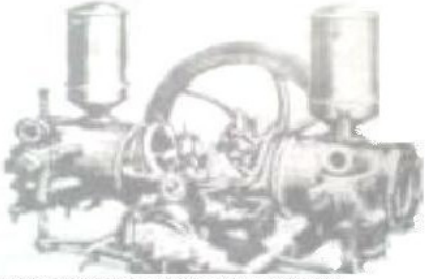
Схема Ривса



одноцилиндровый



испарительный
карбюратор



двухцилиндровый оппозитный

Первые тепловые двигатели

Считается, что Н. Отто является создателем конструкции четырехтактного двигателя внутреннего сгорания, которая сегодня практически ни в чем не изменилась. Однако уже тогда существовала альтернативная научная школа и другие лица, так же добившиеся фундаментального успеха в области двигателестроения для автомобилей. Здесь рассматривается в первую очередь исторический вклад европейских ученых, однако предположительно подобные научные разработки и их применение существовало уже тогда и в России, но чтобы выявить непосредственные данные у нас не хватает обьективных опубликованных сведений.

Основное начное направление естественно связано сименем Сади Карно, который сформулировал теорию кругового теплового процесса и в 1824 г сформулировал свой термодинамический закон, по которому тепло отдаваемое при круговом изотермическом процессе может преобразоваться в работу, а тепловой к. п. д. не может превышать 100%.В это время во Франции проводились исследования непосредственно в области теплотехники, то есть паровых котлов для паровых машин. Это было направление изотермических исследований и тепловых процессов. Совместные разработки вместе с ним проводил немец Карл фон Линде, который пошел дальше по пути создания тепловых машин с амиачным охладителем (то есть изотермических холодильников).Причем изотермические процессы оказались основным

направлением исследований в то время. Непосредственно К. Линде был уже научным руководителем Р. Дизеля, который и вывел его на путь создания двигателя с воспламенением от сжатия. Правильнее будет сказать, что Р. Дизель определил для себя другое направление исследований – в области апроксимации изобарного теплового процесса при постоянном давлении и принес мировой цивиллизации колосальнейшую пользу в области прогресса двигателестроения транспортных двигателей.

Первые двигатели внутреннего сгорания были стационарными и работали на легких фракциях бензинов. Первый значительный шаг по сравнению с паровым двигателем был сделан Леноиром в 1860 г (Париж):он сделал свой атмосферный газовый двигатель с высоким к. п. д. После 1867 г на смену ему пришел двигатель Н. Отто, созданный на фирме Дойл и имевший вдвое меньший расход. Н. Отто считается создателем современного 4-тактного цикла для двигателей внутреннего сгорания, поэтому расход топлива двигателя был меньше вдвое. так как предыдущая конструкция двигателя имела настоящий двухтактный цикл сгорания. При этом Н. Отто получил патент на этот созданный им вместе с другими четырехтактный цикл сгорания для атомосферного двигателя, но базировался в своих разработках на известной уже теории четырехтактного двигателя, открытой еще в 1862 г французом Беа Де Роша (т.е. за 14 лет до Отто), а в 1873гв Мюнхене уже работал такой четырехтактный дви-

гатель, созданный часовым мастером Ройтманом.

В 1879 г. И.С.Костович (Петербург, Россия) создал первый бензиновый карбюраторный двигатель (он появился в 1884 г.).Рудольф Дизель получил многостадийное образование сперва в лицее и технической школе Аугсбурга, а потом в техническом университете Мюнхена. Он вырос в семье эмигрантов из Парижа, средств на обучение не было, однако выбрал путь в науке. Таким образом, он участвовал в молодости в развитии практической науки теории изотермических процессов. Однако у него постепенно появилось свое направление исследований. Тогда происходила замена мускульной силы (лошадиной упряжки) на паровые двигатели, однако все понимали, что на практике и у них ограниченные возможности. Двигатели Отто тогда еще применялись в большей степени в качестве стационарных. Но уже существовал электропривод со множеством недостатков.

Р. Дизелю удалось повести эволюцию в двигателестроении своим направлением далеко вперед и сделать колоссальный прогресс в технике. При исследованиях с амиачными машинами он выяснил, что можно использовать не только тепло, подводимое снаружи, но и непосредственно внутри, несмотря на его потери при выпуске. Это осуществлялось при непосредственном впрыске топлива, на что он смог получить патент в 1892 г,а годом позже – еще один. Это уже был тепловой процесс другого типа и его непосредственный научный вклад в теорию двигателестроения. Это уже была

последняя фаза экспериментов, которые в Германии поддержали фирмы Круп и МАН. Через четыре года уже был создан практически используемый двигатель, процесс работы которого был назван по имени автора дизельным (тогда считалось, что он изотермический).Уже тогда были определены максимальное давление впрыска форсунок 25.4 Мпа, а рабочее Дизель довел до 2.9—3.4МПа. При этом уже использовался компрессорный нагнетатель. В 1897г этот двигатель наконец заработал, а его тепловой к. п. д. составлял 26.2% при невысоком расходе топлива. После этого Р. Дизель смог продать свои патенты многим фирмам, развить промышленное двигателестроение, однако вскоре его настиг финансовый кризис. Тогда в Германии существовала интересная ситуация, что дизельные двигатели в большей степени применялись для легковых автомобилей, (например, это было с фирмой «Мерседес-Бенц»),а впервые на грузовых дизель стал применяться лишь в 1918г,и постепенно нашел свое основное место. И только столетие спустя у нас например была внедрена сплошная дизелизация грузового автопарка. Сам Р. Дизель сперва выпустил свою книгу о теории рабочего процесса, затем переехал в Англию, где стал внедрять дизеля в качестве судоходных и железнодорожных. В Германии заводы по выпуску этих двигателей проводили уже самостоятельные исследования: схема Дизеля была- рядный двигатель, другие разработчики уже предложили V-образные с компрессорным наддувом (работы профессора Рей-

ниша) и форкамерные без компрессора (Проспер Л Оранж).Это было три основных научных направлений исследований того времени. По некоторым данным в России также применялись некоторые подобные схемы для железнодорожного транспорта, а также известно что в них принимали участие и русские, например, Луцкой для фирм двигателей Даймлер, создав как раз некие альтернативные схемы конструкций (вертикальный двигатель с батарейным зажиганием, с клапанным приводом и распредвалом).

Однако эволюция в области исследований тепловых процессов двигателей на этом не остановилась а даже перешла почти сразу в свою следующую фазу, еще более прогрессивную: в 1922 г. Роберт Бош, работая в этой же области теории двигателестроения, – изобретает легкую помпу для впрыска среднего давления. В 1927 г она уже серийно применяется, что дает ему возможность перенести исследования для двигателей Отто, то есть бензинового процесса, и получить еще большую выгоду. В последствии Р. Бош известен как автор внедрения различных систем впрыска бензиновых двигателей, в том числе и с электронным зажиганием. Интересно что, тогда Бош только смог доказать, что дизеля для легковых автомобилей менее выгодны, а фирма «Мерседес» в конце 30-годов только начала сокращать их выпуск, причем уже существовали схемы впрыска. А у нас только в конце прошлого века начали применять лицензионные схемы впрыска для легковых автомобилей. Например в 1973 г. Р. Бош усо-

вершенствовал свои научные разработки, внедрив электронную систему зажигания «Джетроник».

Параллельно продолжались усовершенствования непосредственно дизельного процесса: сперва с помощью нагнетателя воздуха с его предварительным нагревом, а Георг Бючи (Швецария) в 1905 запатентовал и предложил известную современную схему турбонагнетателя с предварительным охлаждением. Это позволило еще увеличить мощность и экономичность дизелей. Постепенно дизель занял свое место в качестве двигателя грузового автомобиля. В России больше проводились испытания зарубежной техники в автопробегах. Однако параллельно в 30-х годах вместе с существовавшей уже серийной дизельной продукцией испытывалось уже и альтернативное топливо: сжатый и сжиженные газ и газогенераторные схемы.

Применение светильного газа было известно уже давно – еще на стационарных двигателях Отто. Однако на борту автомобиля это альтернативное топливо было трудно хранить. У нас уже тогда практически решили эту задачу и даже придумали проведение дорожных испытаний в автопробегах. Этими работами, как и испытаниями занимался профессор Бриллинг Н. Р. Он же занимался и организацией испытательных дизельных пробегов, то есть непосредственном практическим усовершенствованием дизельных двигателей. Других ученых двигателистов у нас в данном случае выделить сложно, так как они в большой степени занимались други-

ми альтернативными конструкциями, а кроме того – об этом мало что известно. Во всяком случае газогенераторные автопробеги у нас позволили выделить альтернативное топливо для дизелей еще тогда: сжатый и сжиженные газы, а также проводились эксперименты с топливом из древесных чурок и соломы. Это лишь одна из известных детально научных разработок по тепловым двигателям внутреннего сгорания из СССР причем именно на альтернативных топливах.

Все остальные исследователи уже не были авторами научной школы и теории данного типа изотермического процесса, принесшего колосальнейшую пользу человечеству, а лишь его исследователями, внесшими необходимые практические улучшения или изменения. Теория теплового процесса двигателя внутреннего сгорания в данном случае получила необходимое правильное направление и позволила развить системы впрыска от высокого давления – до низкого. Сперва был создан процесс воспламенения от сжатия, а потом он еще был развит до впрыска для бензиновых двигателей. При этом были созданы сложные прецезионные схемы топливных насосов высокого давления и форсунок и более того – усовершенствованные схемы с низким давлением и портативными форсунками. Для увеличения экономичности в данном случае были найдены способы практического наддува топливовоздушной смеси с охлаждением или подогревом, электронное и калильное зажигание, форкамерное зажигание, формы поршней и головок, и многое другое.

Таким образом, теория термического теплового процесса для тепловых двигателей внутреннего сгорания на практике сразу совершила гигантский скачек для транспортных большегрузных двигателей и даже породила новую форму для легкового – впрыск топлива вместо процесса карбюрации. Эволюция данной области естествознания уже почти сразу определила и современные уровни и требования, а также качество техники и технический прогресс. Это было плодом определенных конкретных исследователей и ученых и их творческим вкладом в науку.

В 1957 г Ф. Ванклем (Япония) был создан работоспособный роторно-поршневой двигатель, который впервые появился на серйных моделях «НСУ-Спайдер». Однако при этом известно также, что в СССР в это же время проводились аналогичные работы под руководством академика Стечкина Б. С. в основном для аэросаней и другой спецтехники.


корпус
выпускное окно
ротор
свеча
зажигания
впускное окно

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

При проектировании тепловых двигателей, а так же в некоторых других случаях используются несколько фундаментальных научных дисциплин. Наряду непосредственно с машиноведением, то есть проектировочными тяговыми и прочностными расчетами и некоторыми другими, – базовыми являются в первую очередь теплотехника и термодинамика. Они определяют сущность рабочих процессов, происходящих с газами и их законы. Более того, они являются интегрированными научными и учебными дисциплинами, обосновывающими достижения других в данной области (математики, физики, химии…),то есть применительно непосредственно к устройствам, способным совершать работу (двигателям).Изучение данной дисциплины позволит получить необходимые первоначальные знания и сведения в области тепловых двигателей, которые могут потребоваться в дальнейшем для разных целей и на практике.

# Основные термодинамические параметры газов

Газы, которые встречаются повсеместно являются инертными, но рассматриваются как рабочие тела с помощью которых происходит превращение теплоты в механическую работу и они подчиняются основным законом теплотехники. Идеальным называют вооброжаемый газ, в котором молекулы рассматриваются как материальные точки (обладающие массой, но не имеющие обьема), между которыми отсутствуют силы взаимодействия. Основными параметрами рабочего тела являются: давление (p),температура (T),удельный обьем (отношение обьема газа к его плотности – v).

Удельной теплоемкостью называют:

$$C = dq / d\,T,$$

где dq – теплота [Дж],

dT – приращение температуры, [K].

Она показывает, какое количество теплоты необходимо подвести к единице количества вещества для нагревания его на 1К..Различают теплоемкость: массовую [Дж/кгК],киломольную [Дж/кмольК],обьемную [Дж/м3К].Общая формулировка несколько иная:

$C = dU/dT + p*dV/dT,$

где dU – изменение внутренней энергии газа,
p*dV/dT – удельная работа.

Энтропией является величина:

$$dS = dq/T$$

изменение которой в элементарном процессе равно отношению количества теплоты dq, участвующей в этом процессе к постоянной температуре T.

Энтальпией называют функцию :

$u + p*v = i,$

– где U -внутренняя энергия системы.

Количество теплоты же тогда можно определить следующим образом:

$dq = di + v*dp.$

Кроме указанных термодинамических параметров важную роль играет уравнение состояния:

$P*V = R*T,$

где R – газовая постоянная, а для 1 Кмоля газа это уравнение имеет вид:

P*Vm = Ro*T,

где Ro=8,31*1000 [Дж/КмольК] – универсальная газовая постоянная, одинаковая для любого газа,

Vm=v*m=m/p – обьем, занимаемый 1 Кмолем газа при нормальных условиях. Киломоль – это количество вещества в килограммах, численно равное его молекулярной массе.

## Основные законы теплотехники и термодинамики

С помощью газов можно совершать положительную работу, т.е. их обычно используют для приводов тепловых двигателей различных типов или холодильных машин. Поэтому для оценки работы необходимо знать основные понятия о термодинамическом процессе.

Состояние системы газа может быть равновесным или неравновесным. Равновесным считают состояние при котором параметры газа (P,V,T) остаются неизменными сколько угодно долго, пока какие-либо внешние воздействия не изменят их. Иначе состояние считается неравновесным. Последовательность же изменения термодинамического состояния системы называют термодинамическим процессом. Если в результате прямого термодинамического процесса си-

стема перешла из одного состояния в другое, а затем вернулась обратно к первоначальному состоянию, то возник обратный термодинамический процесс. Обратимым называют равновесный процесс, который протекает в прямом и обратном направлениях через один и тот же ряд равновесных состояний, не вызывая изменения в самом газе и в телах, окружающих систему. Неравновесные процессы необратимы и все действительные процессы в теплотехнике практически необратимы.

При расширении и сжатии газа совершается работа (изнутри или извне).Здесь она определяется как:

$$dL = p * dV$$

где p – сила, dV – элементарное изменение обьема.

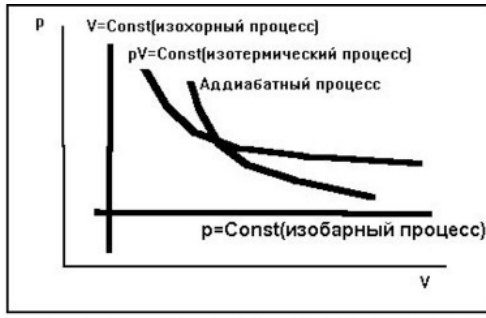
Полная работа является суммой или интегралом этого выражения и измеряется в [Дж]: 1 Дж= 1 Квтч. Работа газа в практической области давно уже применяется для тепловых двигателей и других машин и поэтому имеет свои исторические законы.

Законы в термодинамике играют важную роль и обуславливаются для идеальных газов: но на практике переносятся на реальные газы. Далее приводятся основные термодинамические законы и некоторые аспекты их практического применения.

Закон Авогадро для идеальных газов гласит, что все газы при одинаковом давлении и температуре содержат в равном обьеме одинаковое число молекул.

Закон Дальтона определят для смеси газов следующее: если различные компоненты газовой смеси не вступают в химические реакции друг с другом, то каждый газ занимает весь обьем сосуда, равномерно распределяясь в нем. Давление каждого из газов называется парциальным: таким образом, давление, оказываемое газовой смесью, равно сумме парциальных давлений.

Основные типы термодинамических процессов и законы их определяющие: это изохорный, изобарный, изотермический и аддиабатный. Самым простым термодинамическим циклом, приближенным к реальным условиям является, например, цикл Карно.




ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Изохорный процесс протекает при постоянном обьеме (он может совершаться, например, при нагревании газа, помещенного в сосуд: кстати один из первых паровых автомобилей под названием повозка Куньо работал именно так!).Его обоснованием является закон Шарля: давление оказываемое на стенки сосуда при изохорном процессе прямо пропорционально абсолютной температуре

$P1/T1 = P2/T2$.

Изобарный процесс протекает при постоянном давлении

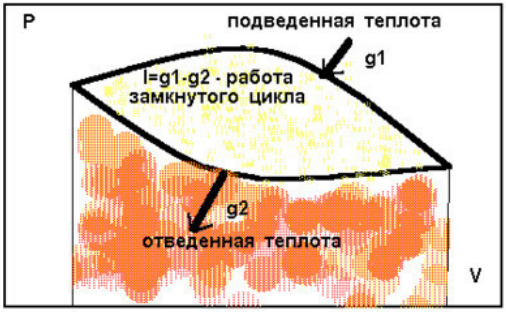
(он осуществляется при помещении газа в плотный цилиндр с подвижным поршнем, на который действует постоянная внешняя сила при подведении и отводе теплоты: похожий процесс, например, осуществлялся в старых движителях паровозов, без учета отвода теплоты!).В данном случае при нагревании температура газа повышается и он расширяясь выталкивает поршень из цилиндра; а при отводе теплоты температура газа понижается и поршень, например, под действием внешней силы возвращается в исходное состояние. Этот процесс определяет закон Гей-Люссака: в изобарном процессе обьем, занимаемый данной массой газа, прямо пропорционален температуре

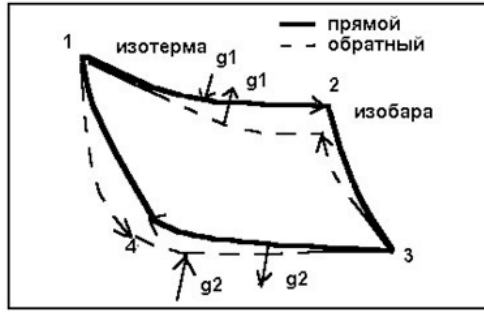
V1/T1 = V2/T2.

Изотермический процесс протекает при неизменной температуре: практически его осуществить очень сложно! Здесь имеем

*P1*V1 = P2*V2*

Аддиабатный процесс протекает без теплообмена с окружающей средой (также осуществить очень сложно).


P
подведенная теплота
g1
l=g1-g2 - работа
замкнутого цикла
g2
отведенная теплота
V




ИДЕАЛЬНЫЙ ЦИКЛ ТЕПЛОВОГО ДВИГАТЕЛЯ
(ЦИКЛ КАРНО)

Первый закон термодинамики представляет собой закон сохранения энергии для термодинамических процессов: энергия не исчезает и не возникает из ничего, а лишь переходит из одного вида в другой в эквивалентных количествах. Примером является переход теплоты в механическую работу и наоборот.

Если к М кг газа, занимающего при температуре Т обьем V подвести при постоянном давлении некоторое количество теплоты, то в результате этого температура газа повысится, а обьем – увеличится. Если при этом в газе дополнительно никаких процессов не происходит, то на основании закона

сохранения энергии можно записать:

$$dQ = dK + dH + dL,$$

где dK – изменение средней кинетической энергии газа,

dH – потенциальная энергия взаимодействия молекул газа,

dK + dH = dU – изменение внутренней энергии системы молекул в результате подвода теплоты.

Поэтому 1-й закон термодинамики записывается как:

$$dQ = dU + pdV$$

и формулируется следующим образом: количество теплоты dQ, подводимое к системе газа, затрачивается на изменение ее внутренней энергии dU и совершение внешней работы dL (которая является непосредственно полезной).

Для того, что бы двигатель совершал при этом практическую работу нужно организовать круговой процесс и периодическое его повторение, поэтому требуется непрерывное повторение процесса расширения рабочим телом (газом).Это может достигаться следующим образом:

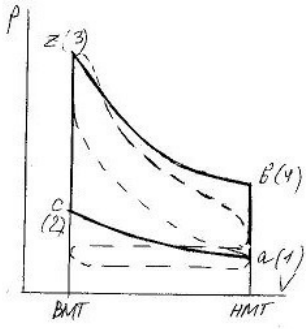
1способ: непрерывное удаление из двигателя старого расширившегося рабочего тела и подача нового, которое также будет расширяться,

2способ: рабочее тело после расширения возвращается в исходное состояние путем сжатия, а потом снова расширяется (но на его сжатие должна тратиться работа внешних

сил).

Современные двигатели работают по 1-му способу, отчасти используя 2-й. Однако смысл в данном случае сохраняется, так как разница между подводимым теплом и отводимым, определяется совершенной работой самого расширяющегося газа и непосредственно над ним при сжатии. Отсюда возникает понятие о коэффициенте полезного действия тепловой машины как двигателя, который представляет собой отношение количества теплоты, превращенной непосредственно в работу к количеству затраченной теплоты.

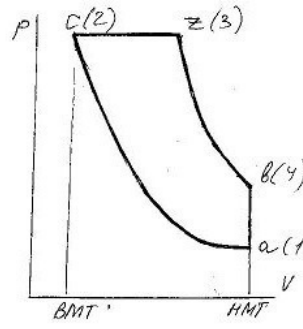
Таким образом, исторический смысл второго закона термодинамики, сформулированного С. Карно, а также Т.У.Кельвиным заключается в том, что он формулирует возможность и направление совершения термодинамического процесса и определяет понятие теплового двигателя: «…повсюду, где имеется разность температур, может происходить возникновение движущей силы…,нельзя надеятся использовать всю движущую силу топлива…,невозможно построить вечный двигатель…» (как и еще одна формулировка первого закона термодинамики) – нельзя построить периодически действующую машину, все действия которой сводились бы к производству механической работы и охлаждению одного и того же источника теплоты… Практический же смысл его на сегодня можно привести непосредственно к понятию о коэффициенте полезного действия.



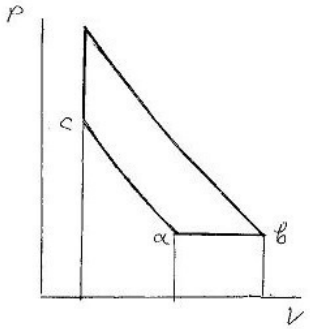

Цикл Отто

- - - - реальный цикл

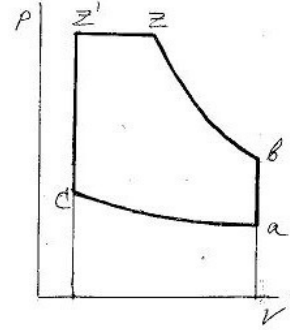
____ теоретический с учетом механических потерь




Цикл Дизеля




Цикл газотурбинного двигателя при V=Const




Общий вид смешанного цикла

Данные о работе карбюраторного двигателя и дизеля

| Наименование такта двигателя | Параметры рабочей среды | Карбюраторный двигатель | Дизельный двигатель |
|---|---|---|---|
| Впуск | Давление в цилиндре, МПа в конце пуска (кгс/см2) | 0.07÷0.09 (0.7-0.9) | 0.08-0.095 (0.8-0.95) |
| | Температура в конце впуска, °С | 60-120 | 50-80 |
| Сжатие | Давление в конце сжатия, МПа (кгс/см2) | 0,5-0.9 (5-9) | 3,5-4,0 (35-40) |
| | Температура в конце сжатия, °С | 300-380 | 600-700 |
| Расширение (рабочий ход) | Давление в конце сгорания, МПа (кгс/см2) | 3,0-3,5 (30-35) | 6,0-8.0 (60-80) |
| | Температура в конце сгорания, °С | 1900-2500 | 1700-2000 |
| Выпуск | Давление в конце расширения (начало открытия выпускного клапана), МПа (кгс/см2) | 0,5-0,6 (5-6) | 0,4-0,5 (4-5) |
| | Температура в конце выпуска, °С | 900-1100 | 600-700 |
| | КПД двигателя | 0,22-0,27 | 0,32-0,36 |

Тепловые потери дизельного двигателя составляют:
потери тепла в окружающую среду 28 %,
потери тепла с уносимыми отработанными газами - 36%.
Тепловые потери карбюраторного двигателя соответственно больше.

# Виды и элементарный состав топлива

Топливом называют горючие вещества, применяемые для получения теплоты при их сжигании. Основные виды топлив: твердые (различные типы углей),жидкие (нефтяные фракции), газообразные (природный и промысловый газ).

Твердые топлива используются в основном для топочных устройств или регенераторов, которые в настоящее время для современных типов двигателей уже практически не используются за исключением паровых котлов и турбин, и бывают следующих видов: древесина, торф, ископаемый уголь, горючие сланцы.

В качестве топлива используются различные виды, обладающие различными качествами, составом, каллорийностью и другими характеристиками. Различают следующие основные виды топлив двигателей различных типов: бензины, дизельные топлива, сжатые и сжиженные газы, спиртовые, рапсовые и прочие технические растворители. Кроме того, для турбинных двигателей и других генераторов может использоваться также водяной пар, как вторичный энергоноситель при сжигании первичного (например, углей различных типов или высококалорийного газа ацетилена) и т. п.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.