# Ещё в давние времена люди старались использовать энер­гию топлива для превращения её в механическую. В 17в. был изобретён тепловой двигатель, который в последующие годы был усовершенствован, но идея осталась той же. Во всех двига­телях энергия топлива переходит сначала в энергию газа или пара, а газ (пар) расширяясь, совершает работу и охлаждается, а часть его внутренней энергии при этом превращается в механическую энергию. К сожалению, коэффициент полезного действия не высок.

*Тепловой двигатель – устройство, преобразующее внутреннюю энергию топлива в механическую энергию*

# К тепловым двигателям относятся: паровая машина, двигатель внутреннего сгорания, паровая и газовая турбины, реактивный двигатель. Их топливом является твёрдое и жидкое топливо, солнечная и атомная энергии.

# Тепловые двигатели - паровые турбины - устанавливают также на всех АЭС для получения пара высокой температуры. На всех основных видах современного транспорта преимущественно используются тепловые двигатели: на автомобильном- поршневые двигатели внутреннего сгорания; на водном- ДВС и паровые турбины; на ж/д- тепловозы с дизельными установками; в авиации- поршневые, турбореактивные и реактивные двигатели. Без тепловых двигателей современная цивилизация немыслима. Мы не имели бы в изобилии дешевую электроэнергию и были бы лишены всех двигателей скоростного транспорта.

# Двигатель внутреннего сгорания.

#

При полном сгорании углеводородов конечными продуктами являются углекислый газ и вода. Однако полного сгорания в поршневых ДВС достичь технически невозможно. Сегодня порядка 60% из общего количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу крупных городов, приходится на автомобильный транспорт.

В состав отработавших газов ДВС входит более 200 различных химических веществ. Среди них:

* продукты неполного сгорания в виде оксида углерода, альдегидов, кетонов, углеводородов, водорода, перекисных соединений, сажи;
* продукты термических реакций азота с кислородом – оксиды азота;
* соединения неорганических веществ, которые входят в состав топлива, – свинца и других тяжелых металлов, диоксид серы и др.;
* избыточный кислород.

Количество и состав отработавших газов определяются конструктивными особенностями двигателей, их режимом работы, техническим состоянием, качеством дорожных покрытий, метеоусловиями.

Оксид углерода (СО) образуется в двигателях при сгорании обогащенных топливовоздушных смесей, а также вследствие диссоциации диоксида углерода, при высоких температурах. В обычных условиях СО – бесцветный газ без запаха. Токсическое действие СО заключается в его способности превращать часть гемоглобина крови в карбо-ксигемоглобин, вызывающий нарушение тканевого дыхания. Наряду с этим СО оказывает прямое влияние на тканевые биохимические процессы, влекущие за собой нарушение жирового и углеводного обмена, витаминного баланса и т. д. Токсический эффект СО связан также с его непосредственным влиянием на клетки центральной нервной системы. При действии на человека СО вызывает головную боль, головокружение, быструю утомляемость, раздражительность, сонливость, боли в области сердца. Острые отравления наблюдаются при вдыхании воздуха с концентрацией СО более 2.5 мг/л в течение 1 часа.

Оксиды азота в отработавших газах образуются в результате обратимой реакции окисления азота кислородом воздуха под воздействием высоких температур и давления. По мере охлаждения отработавших газов и разбавления их кислородом воздуха оксид азота превращается в диоксид. Оксид азота (NO) – бесцветный газ, диоксид азота (NO2) – газ красно-бурого цвета с характерным запахом. Оксиды азота при попадании в организм человека соединяются с водой. При этом они образуют в дыхательных путях соединения азотной и азотистой кислоты. Оксиды азота раздражающе действуют на слизистые оболочки глаз, носа, рта. Воздействие NO2 способствует развитию заболеваний легких. Симптомы отравления проявляются только через 6 часов в виде кашля, удушья, возможен нарастающий отек легких. Также NОХ участвуют в формировании кислотных дождей.

Причиной образования углеводородов (СН) является неоднородность состава горючей смеси в камере сгорания двигателя, а также неравномерность температуры и давления в различных ее частях. В некоторых зонах цилиндра (паразитных объемах) топливо практически не сгорает, так как происходит обрыв цепной реакции окисления углеводородов.

Оксиды азота и углеводороды тяжелее воздуха и могут накапливаться вблизи дорог и улиц. В них под воздействием солнечного света проходят различные химические реакции. Разложение оксидов азота приводит к образованию озона (О3). В нормальных условиях озон не стоек и быстро распадается, но в присутствии углеводородов процесс его распада замедляется. Он активно вступает в реакции с частичками влаги и другими соединениями, образуя смог. Кроме того, озон разъедает глаза и легкие.

Отдельные углеводороды СН (бензапирен) являются сильнейшими канцерогенными веществами, переносчиками которых могут быть частички сажи.

При работе двигателя на этилированных бензинах образуются частицы твердого оксида свинца вследствие распада тетраэтилсвинца. В отработавших газах они содержатся в виде мельчайших частиц размером 1–5 мкм, которые долго сохраняются в атмосфере. Присутствие свинца в воздухе вызывает серьезные поражения органов пищеварения, центральной и периферической нервной системы. Воздействие свинца на кровь проявляется в снижении количества гемоглобина и разрушении эритроцитов.

Состав отработавших газов дизельных двигателей отличается от бензиновых. В дизельном двигателе происходит более полное сгорание топлива. При этом образуется меньше окиси углерода и несгоревших углеводородов. Но, вместе с этим, за счет избытка воздуха в дизеле образуется большее количество оксидов азота.

Кроме того, работа дизельных двигателей на определенных режимах характеризуется дымностью. Черный дым представляет собой продукт неполного сгорания и состоит из частиц углерода (сажи) размером 0.1–0.3 мкм. Белый дым, образующийся в основном при работе двигателя на холостом ходу, состоит, главным образом, из альдегидов, обладающих раздражающим действием, частичек испарившегося топлива и капелек воды. Голубой дым образуется при охлаждении на воздухе отработавших газов. Он состоит из капелек жидких углеводородов.

Особенностью отработавших газов дизельных двигателей является содержание канцерогенных полициклических ароматических углеводородов, среди которых наиболее вреден диоксин (циклический эфир) и бензапирен. Последний, так же как и свинец, относится к первому классу опасности загрязняющих веществ. Диоксины и близкие им соединения во много раз токсичнее таких ядов, как кураре и цианистый калий.

В отработавших газах обнаружен также акреолин (особенно при работе дизельных двигателей). Он имеет запах пригорелых жиров и при содержании более 0.004 мг/л вызывает раздражение верхних дыхательных путей, а также воспаление слизистой оболочки глаз.

Вещества, содержащиеся в выхлопных газах автомобилей, могут вызвать прогрессирующие поражения центральной нервной системы, печени, почек, мозга, половых органов, летаргию, синдром Паркинсона, пневмонию, эндемическую атаксию, подагру, бронхиальный рак, дерматиты, интоксикацию, аллергию, респираторные и другие заболевания. Вероятность возникновения заболеваний возрастает по мере увеличения времени воздействия вредных веществ и их концентрации.

Во всем мире большое внимание уделяется замене жидких нефтяных топлив сжиженным углеводородным газом (пропан-бутановая смесь) и сжатым природным газом (метаном), а также спиртосодержащими смесями.

Преимущества газового топлива – высокое октановое число и возможность применения нейтрализаторов. Однако при их использовании уменьшается мощность двигателя, а большая масса и габариты топливной аппаратуры снижают эксплуатационные показатели автомобиля. К недостаткам газообразных топлив относится также высокая чувствительность к регулировкам топливной аппаратуры. При неудовлетворительном качестве изготовления топливной аппаратуры и при низкой культуре эксплуатации токсичность отработавших газов двигателя, работающего на газовом топливе, может превышать значения бензинового варианта.

В странах с жарким климатом распространение получили автомобили с двигателями, работающими на спиртовых топливах (метаноле и этаноле). Применение спиртов снижает выброс вредных веществ на 20–25%. К недостаткам спиртовых топлив относится существенное ухудшение пусковых качеств двигателя и высокая коррозионная агрессивность и токсичность самого метанола. В России спиртовые топлива для автомобилей в настоящее время не применяются.

Все большее внимание как у нас в стране, так и за рубежом уделяется идее применения водорода. Перспективность этого топлива определяется его экологической чистотой (у автомобилей, работающих на данном топливе, выброс оксида углерода уменьшается в 30–50 раз, оксидов азота в 3–5 раз и углеводородов в 2–2.5 раза), неограниченностью и возобновляемостью сырьевых ресурсов. Однако внедрение водородного топлива сдерживается созданием энергоемких систем хранения водорода на борту автомобиля. Применяемые в настоящее время металлогидридные аккумуляторы, реакторы разложения метанола и другие системы очень сложны и дороги. Учитывая также трудности, связанные с требованиями компактного и безопасного образования и хранения водорода на борту автомобиля, автомобили с водородным двигателем какого-либо заметного практического применения пока не имеют.

В качестве альтернативы ДВС большой интерес представляют электрические силовые установки, использующие электрохимические источники энергии, аккумуляторные батареи и электрохимические генераторы. Электромобили отличаются хорошей приспособляемостью к переменным режимам городского движения, простотой технического обслуживания и экологической чистотой. Однако их практическое применение остается пока проблематичным. Во-первых, нет надежных, легких и достаточно энергоемких электрохимических источников тока. Во-вторых, перевод автомобильного парка на питание электрохимическими аккумуляторами приведет к расходованию огромного количества энергии наих подзарядку. Эта энергия в большинстве своем вырабатывается на тепловых электростанциях. При этом за счет многократной конвертации энергии (химическая – тепловая – электрическая – химическая – электрическая – механическая) общий КПД системы очень низкий и экологическое загрязнение районов вокруг электростанций многократно превысит нынешние значения.

#

# Паровая турбина.

# В современной технике так же широко применяют и другой тип теплового двигателя. В нём пар или нагретый до высокой температуры газ вращает вал двигателя без помощи поршня, шатуна и коленчатого вала. Такие двигатели называют *турбинами.*

# В современных турбинах, для увеличения мощности применяют не один, а несколько дисков, насажанных на общий вал. Турбины применяют на тепловых электростанциях и на кораблях.

Наибольшее значение имеет использование тепловых двигателей на тепловых электростанциях, где они приводят в движение роторы генераторов электрического тока.

Бурное развитие энергетики в нашей стране осуществляется в тесном единстве с мероприятиями по охране окружающей среды. Последние необходимы потому, что в энергетических установках, например на электрических тепловых станциях, широко используют твердое, жидкое, газообразное топливо. Однако прежде чем сжигать топливо, нужно извлечь из него ценную промышленную продукцию. Поэтому разрабатывают и применяют такие энергетические процессы, которые позволяют комплексно перерабатывать и использовать топливо. Например, газ перед сжиганием подвергают термическому разложению, получая при этом ацетилен, этилен, водород, сажу, графит. Эти продукты используют в различных отраслях промышленности ( например, графит- в электротехнической промышленности) для получения полезных изделий, а водород в качестве топлива, которое при сжигании не загрязняет природу.

При работе тепловых электрических станциях выделяется дым, образующийся в процессе сжигания топлива. В дыме содержатся продукты сгорания топлива (оксиды серы, углерода, сажа, углеводороды и т.п.), которые загрязняют атмосферу. Чтобы уменьшить степень загрязнения атмосферы, на электростанциях устанавливают золоуловители, а так же используют крупные агрегаты, в которых достигается практически полное сгорание топлива (КПД работы современных агрегатов достигает 95-99%).

Для примера на рисунке 2 показана схема переработки топлива в энергетическом комплексе на базе ТЭС. В данном случае совершается комплексная задача: использование топлива для получения пара, приводящего в действие турбогенератор (производство электрической энергии); получение водорода, серы и изделий из плавленого шлака; исключение выброса в атмосферу оксида серы и других вредных продуктов сгорания топлива. Достигается это следующим образом.

Конвертор и парогенератор связаны общими газо-, воздухо- и паропроводами и образуют единый энерготехнологический комплекс. Твердое топливо после дробления и разлома поступает одновременно в две камеры конвертора. Одна из них служит для сжигание топлива с целью нагревания воды и получения пара; продукты сгорания топлива в виде газов при температуре выше 1500 градусов из этой камеры поступают в парогенератор, где при сгорании выделяют в меньшим количестве продукты отхода. Такой двухступенчатый режим сжигания топлива снижает количество загрязняющих атмосферу оксидов азота. В другую камеру конвертора поступает пылевидное топливо путем его вдувание паром и горячим воздухом; в ней происходит конверсия (изменение, переработка) твердого топлива; из него получается газообразное топливо (газ конверсии), из которого в последующем выделяют водород (топливо, не дающие вредных отходов) и серу. Необходимая для этого процесса энергия выделяется горячей водой, нагреваемой в камере конвертора, в которой сжигается твердое топливо.

Для уменьшения степени загрязнения окружающей среды отходами различных промышленных предприятий широко применяют электрофильтры. Они служат главным образом для газов и воздуха от пыли. Рассмотрим устройство и принцип действия одного из электрофильтров. В камере располагают коронирующие и осадительные электроды. Коронирующие электроды сделаны из проволоки или металлической ленты, а осадительные – в виде металлических пластин или цилиндров.

На коронирующие электроды подают отрицательный потенциал до 100 кВ, а осадительные соединяют с положительным полюсом источника тока. При этом возникает коронный заряд, вследствие чего происходит направленное движение электронов и отрицательных ионов от коронирующих к осадительным электродам. Взвешенные в газе (воздухе) частицы пыли, двигаясь с небольшой скоростью в камере электрофильтра, адсорбируют ионы, заряжаются и начинают двигаться по направлению к осадительным электродам. Осевшая на осадительных электродах пыль удаляется путем встряхивание электродов или смыванием с помощью специальных приспособлений. Для питания электрофильтров используют специальную выпрямительную подстанцию, оборудованную средствами автоматической защиты от коротких замыканий.

На ТЭС, а также на многих предприятиях машиностроения, металлообработки, химической промышленности и других в большом количестве применяют воду для охлаждения оборудования, сырья, готовой продукции. В результате вода загрязняется механическими примесями и растворимыми химическими веществами. Сток такой воды в водоемы загрязняет их. Наиболее радикальный путь предотвращения загрязнения водоемов сточными водами - применение безотходной технологии, т.е. таких технологических процессов и мер, которые позволяют получать не только готовую продукцию, но и перерабатывать отходы производства и исключать сток загрязненной воды. Более успешно эта проблема решается при создании территориально-производственных комплексов.

**РЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ**

Реактивный двигатель, двигатель, создающий необходимую для движения силу тяги путём преобразования исходной энергии в кинетическую энергию реактивной струи рабочего тела; в результате истечения рабочего тела из сопла двигателя образуется реактивная сила в виде реакции (отдачи) струи, перемещающая в пространстве двигатель и конструктивно связанный с ним аппарат в сторону, противоположную истечению струи. В кинетическую (скоростную) энергию реактивной струи в Р. д. могут преобразовываться различные виды энергии (химическая, ядерная, электрическая, солнечная). Р. д. (двигатель прямой реакции) сочетает в себе собственно двигатель с движителем, т. е. обеспечивает собственное движение без участия промежуточных механизмов.

Для создания реактивной тяги, используемой Р. д., необходимы: источник исходной (первичной) энергии, которая превращается в кинетическую энергию реактивной струи;

рабочее тело, которое в виде реактивной струи выбрасывается из Р. д.; сам Р. д. - преобразователь энергии. Исходная энергия запасается на борту летательного или др. аппарата, оснащенного Р. д. (химическое горючее, ядерное топливо), или (в принципе) может поступать извне (энергия Солнца). Для получения рабочего тела в Р. д. может использоваться вещество, отбираемое из окружающей среды (например, воздух или вода);

вещество, находящееся в баках аппарата или непосредственно в камере Р. д.; смесь веществ, поступающих из окружающей среды и запасаемых на борту аппарата. В современных Р. д. в качестве первичной чаще всего используется химическая энергия. В этом случае рабочее тело представляет собой раскалённые газы - продукты сгорания химического топлива. При работе Р. д. химическая энергия сгорающих веществ преобразуется в тепловую энергию продуктов сгорания, а тепловая энергия горячих газов превращается в механическую энергию поступательного движения реактивной струи и, следовательно, аппарата, на котором установлен двигатель. Основной частью любого Р. д. является камера сгорания, в которой генерируется рабочее тело. Конечная часть камеры, служащая для ускорения рабочего тела и получения реактивной струи, называется реактивным соплом.

В зависимости от того, используется или нет при работе Р. д. окружающая среда, их подразделяют на 2 основных класса - воздушно-реактивные двигатели (ВРД) и ракетные двигатели (РД). Все ВРД - тепловые двигатели, рабочее тело которых образуется при реакции окисления горючего вещества кислородом воздуха. Поступающий из атмосферы воздух составляет основную массу рабочего тела ВРД. Т. о., аппарат с ВРД несёт на борту источник энергии (горючее), а большую часть рабочего тела черпает из окружающей среды. В отличие от ВРД все компоненты рабочего тела РД находятся на борту аппарата, оснащенного РД. Отсутствие движителя, взаимодействующего с окружающей средой, и наличие всех компонентов рабочего тела на борту аппарата делают РД единственно пригодным для работы в космосе. Существуют также комбинированные ракетные двигатели, представляющие собой как бы сочетание обоих основных типов.

Принцип реактивного движения известен очень давно. Родоначальником Р. д. можно считать шар Герона. Твёрдотопливные ракетные двигатели - пороховые ракеты появились в Китае в 10 в. н. э. На протяжении сотен лет такие ракеты применялись сначала на Востоке, а затем в Европе как фейерверочные, сигнальные, боевые. В 1903 К. Э. Циолковский в работе "Исследование мировых пространств реактивными приборами" впервые в мире выдвинул основные положения теории жидкостных ракетных двигателей и предложил основные элементы устройства РД на жидком топливе. Первые советские жидкостные ракетные двигатели - ОРМ, ОРМ-1, ОРМ-2 были спроектированы В. П. Глушко и под его руководством созданы в 1930-31 в Газодинамической лаборатории (ГДЛ). В 1926 Р. Годдард произвёл запуск ракеты на жидком топливе. Впервые электротермический РД был создан и испытан Глушко в ГДЛ в 1929-33.

В 1939 в СССР состоялись испытания ракет с прямоточными воздушно-реактивными двигателями конструкции И. А. Меркулова. Первая схема турбореактивного двигателя? была предложена русским инженером Н. Герасимовым в 1909.

В 1939 на Кировском заводе в Ленинграде началась постройка турбореактивных двигателей конструкции А. М. Люльки. Испытаниям созданного двигателя помешала Великая Отечественная война 1941-45. В 1941 впервые был установлен на самолёт и испытан турбореактивный двигатель конструкции Ф. Уиттла (Великобритания). Большое значение для создания Р. д. имели теоретические работы русских учёных С. С. Неждановского, И. В. Мещерского, Н. Е. Жуковского, труды французского учёного Р. Эно-Пельтри, немецкого учёного Г. Оберта. Важным вкладом в создание ВРД была работа советского учёного Б. С. Стечкина "Теория воздушно-реактивного двигателя", опубликованная в 1929.

Р. д. имеют различное назначение и область их применения постоянно расширяется.

Наиболее широко Р. д. используются на летательных аппаратах различных типов.

Турбореактивными двигателями и двухконтурными турбореактивными двигателями оснащено большинство военных и гражданских самолётов во всём мире, их применяют на вертолётах. Эти Р. д. пригодны для полётов как с дозвуковыми, так и со сверхзвуковыми скоростями; их устанавливают также на самолётах-снарядах, сверхзвуковые турбореактивные двигатели могут использоваться на первых ступенях воздушно-космических самолётов. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели устанавливают на зенитных управляемых ракетах, крылатых ракетах, сверхзвуковых истребителях-перехватчиках. Дозвуковые прямоточные двигатели применяются на вертолётах (устанавливаются на концах лопастей несущего винта). Пульсирующие воздушно-реактивные двигатели имеют небольшую тягу и предназначаются лишь для летательных аппаратов с дозвуковой скоростью. Во время 2-й мировой войны 1939-45 этими двигателями были оснащены самолёты-снаряды ФАУ-1.

РД в большинстве случаев используются на высокоскоростных летательных аппаратах.

Жидкостные ракетные двигатели применяются на ракетах-носителях космических летательных аппаратов и космических аппаратах в качестве маршевых, тормозных и управляющих двигателей, а также на управляемых баллистических ракетах. Твёрдотопливные ракетные двигатели используют в баллистических, зенитных, противотанковых и др. ракетах военного назначения, а также на ракетах-носителях и космических летательных аппаратах. Небольшие твёрдотопливные двигатели применяются в качестве ускорителей при взлёте самолётов. Электрические ракетные двигатели и ядерные ракетные двигатели могут использоваться на космических летательных аппаратах.

**Окружающая среда**

Тепловые двигатели (в том числе и реактивный) – необходимый атрибут современной цивилизации. С их помощью вырабатывается ≈ 80% электроэнергии. Без тепловых двигателей невозможно представить современный транспорт. В тоже время повсеместное использование тепловых двигателей связано с отрицательным воздействием на окружающую среду.

Сжигание топлива сопровождается выделением в атмосферу углекислого газа, способного поглощать тепловое инфракрасное (ИК) излучение поверхности Земли. Рост концентрации углекислого газа в атмосфере, увеличивая поглощение ИК – излучения, приводит к повышению её температуры (парниковый эффект). Ежегодно температура атмосферы Земли повышается на 0,05 єС. Этот эффект может создать угрозу таяния ледников и катастрофического повышения уровня Мирового океана.

Продукты сгорания топлива существенно загрязняют окружающую среду.

Углеводороды, вступая в реакцию с озоном, находящимся в атмосфере, образуют химические соединения, неблагоприятно воздействующие на жизнедеятельность растений, животных и человека.

Потребление кислорода при горении топлива уменьшает его содержание в атмосфере.

Для охраны окружающей среды широко использует очистные сооружения, препятствующие выбросу в атмосферу вредных веществ, резко ограничивают использование соединений тяжелых металлов, добавляемых в топливо, разрабатывают

Двигатели, использующие водород в качестве горючего (выхлопные газы состоят из безвредных паров воды), создают электромобили и автомобили, использующие солнечную энергию.

 Выбросы вредных веществ в атмосферу- не единственная сторона воздействия энергетики на природу. Согласно законам термодинамики производство электрической и механической энергии в принципе не может быть осуществлено без отвода в окружающую среду значительных количеств теплоты. Это не может не приводить к постепенному повышению средней температуры на земле. Одно из направлений, связанное с охраной окружающей среды, это увеличение эффективности использования энергии, борьба за её экономию.