**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1. Создание двигателя

2. Газовые тепловые двигатели

Заключение

Литература

Приложение

**Введение**

Первым механическим двигателем, нашедшим практическое применение, была паровая машина. Вначале она предназначалась для использования в заводском производстве, но позднее паровой двигатель стали устанавливать на самодвижущихся машинах - паровозах, пароходах, автомобилях и тракторах.

Над использованием пара в качестве рабочего тела люди задумывались еще в глубокой древности, однако лишь на рубеже 17 - 18 веков удалось найти способ производить полезную работу с помощью пара. Пар приводил в действие насос, качавший воду в резервуар. Вытекая из резервуара и падая на водяное колесо, вода заставляла его вращаться. Водяное колесо, в свою очередь, приводило в движение заводские механизмы и машины. Таким образом, и после изобретения парового насоса непосредственным двигателем рабочих машин оставалось водяное колесо. Прошло еще немало времени, прежде чем пытливый человеческий ум создал надежный двигатель, способный непосредственно приводить в действие разнообразные машины и механизмы. Прошло более чем два столетия, прежде чем появился двигатель, ставший одной из предпосылок появления нового вида боевых машин - танков.

**1. Создание двигателя**

Первая попытка поставить пар на службу человеку была предпринята в Англии в 1698 году: машина Сэйвери предназначалась для осушения шахт и перекачивания воды. Сам изобретатель назвал ее "огневой машиной" и широко разрекламировал как "друга шахтеров". Для получения пара, приводившего машину в действие, требовался огонь, но изобретение Сэйвери еще не было двигателем в полном смысле этого слова, поскольку кроме нескольких клапанов, открывавшихся и закрывавшихся вручную, в нем не имелось подвижных частей.

Машина Сэйвери работала следующим образом: сначала герметичный резервуар наполнялся паром, затем внешняя поверхность резервуара охлаждалась холодной водой, отчего пар конденсировался, и в резервуаре создавался частичный вакуум. После этого вода - например со дна шахты - засасывалась в резервуар через заборную трубу и после впуска очередной порции пара выбрасывалась наружу через выпускную. Затем цикл повторялся, но воду можно было поднимать только с глубины менее 10,36 м, поскольку в действительности ее выталкивало атмосферное давление.

Первая удачная паровая машина с поршнем была построена французом Дени Папеном, чье имя чаще ассоциируется с изобретением автоклава, который имеется сегодня практически в каждом доме в виде кастрюли-скороварки.

В 1674 году Папен построил пороховой двигатель, принцип действия которого основывался на воспламенении в цилиндре пороха и перемещении поршня внутри цилиндра под воздействием пороховых газов. Когда избыток газов выходил из цилиндра через специальный клапан, а оставшийся газ охлаждался, в цилиндре создавался частичный вакуум, и поршень возвращался в исходное положение под действием атмосферного давления.

Машина была не очень удачной, но она навела Папена на мысль заменить порох водой. И в 1698 году он построил паровую машину (в том же году свою "огненную машину" построил и англичанин Сэйвери). Вода нагревалась внутри вертикального цилиндра с поршнем внутри, и образовавшийся пар толкал поршень вверх. Когда пар охлаждался и конденсировался, поршень опускался вниз под действием атмосферного давления. Таким образом, посредством системы блоков паровая машина Папена могла приводить в действие различные механизмы, например насосы.

Услышав о паровой машине Папена, Томас Ньюкомен, который часто бывал на шахтах в Вест Кантри, где он работал кузнецом, и лучше чем кто-нибудь другой понимал, как нужны хорошие насосы для предотвращения затопления шахт, объединил усилия с водопроводчиком и стекольщиком Джоном Калли в попытке построить более совершенную модель. Их первая паровая машина была установлена на угольной шахте в Стаффордшире в 1712 году. Как и в машине Папена, поршень перемещался в вертикальном цилиндре, но в целом машина Ньюкомена была значительно более совершенной. Чтобы ликвидировать зазор между цилиндром и поршнем, Ньюкомен закрепил на торце последнего гибкий кожаный диск и налил на него немного воды.

Пар из котла поступал в основание цилиндра и поднимал поршень вверх. Но при впрыскивании в цилиндр холодной воды, пар конденсировался, в цилиндре образовывался вакуум, и под воздействием атмосферного давления поршень опускался вниз. Этот обратный ход удалял воду из цилиндра и посредством цепи, соединенной с коромыслом, двигавшимся наподобие качелей, поднимал вверх шток насоса. Когда поршень находился в нижней точке своего хода, в цилиндр снова поступал пар, и с помощью противовеса, закрепленного на штоке насоса или на коромысле, поршень поднимался в исходное положение. После этого цикл повторялся.

Машина Ньюкомена оказалась на редкость удачной и использовалась по всей Европе более 50 лет. В 1740 году машина с цилиндром длиной 2,74 м и диаметром 76 см за один день выполняла работу, которую бригады из 25 человек и 10 лошадей, работая посменно, раньше выполняли за неделю. В 1775 году еще большая машина, построенная Джоном Смитоном (создателем Эддистоунского маяка), за две недели осушила сухой док в Кронштадте (Россия). Ранее с использованием высоких ветряков на это уходил целый год.

И тем не менее, машина Ньюкомена была далека до совершенства. Она преобразовывала в механическую энергию всего лишь около 1 % тепловой энергии и, как следствие, пожирала огромное количество топлива, что, впрочем, не имело особого значения, когда машина работала на угольных шахтах.

В целом машины Ньюкомена сыграли огромную роль в сохранении угольной промышленности: с их помощью удалось возобновить добычу угля во многих затопленных шахтах.

Проект первой в мире паровой машины, способной непосредственно приводить в действие любые рабочие механизмы, предложил 25 апреля 1763 года русский изобретатель И. И, Ползунов, механик на Колывано-Воскресенских горнорудных заводах Алтая.(рис см в Приложении). Проект попал на стол к начальнику заводов, который одобрил его и отослал в Петербург, откуда вскоре пришел ответ: "...Сей его вымысл за новое изобретение почесть должно". Паровая машина Ползунова получила признание.

Ползунов предлагал построить вначале небольшую машину, на которой можно было бы выявить и устранить все недостатки, неизбежные в новом изобретении. Заводское начальство с этим не согласилось и решило строить сразу огромную машину для мощной воздуходувки. Постройку машины поручили Ползунову, в помощь которому были выделены "не знающие, но только одну склонность к тому имеющие из здешних мастеровых двое" да еще несколько подсобных рабочих.

С этим "штатом" Ползунов приступил к постройке своей машины. Строилась она год и девять месяцев. Когда машина уже прошла первое испытание, изобретатель заболел скоротечной чахоткой и за несколько дней до завершающих испытаний умер.

23 мая 1766 года ученики Ползунова Левзин и Черницын одни приступили к последним испытаниям паровой машины. В "Дневной записке" от 4 июля было отмечено "исправное машинное действие", а 7 августа 1766 года вся установка - паровая машина и мощная воздуходувка - была сдана в эксплуатацию.

Всего за три месяца работы машина Ползунова не только оправдала все затраты на ее постройку в сумме 7233 рублей 55 копеек, но и дала чистую прибыль в 12640 рублей 28 копеек.

10 ноября 1766 года котел дал течь, и машина остановилась. Несмотря на то, что эту неисправность можно было легко устранить, заводское начальство, не заинтересованное в механизации, забросило творение Ползунова.

В течение последующих тридцати лет машина бездействовала, а в 1779 году тогдашние управители алтайских заводов отдали распоряжение машину разобрать, "находящуюся при оной фабрику разломать и лес употребить на что годен будет".

Примерно в это же время в Англии над созданием паровой машины работал шотландец Джеймс Уатт.

Начиная с 1763 года он занимался усовершенствованием малоэффективной пароатмосферной машины Ньюкомена, которая, в общем-то, годилась только для перекачивания воды. Ему было ясно, что основной недостаток машины Ньюкомена состоял в попеременном нагревании и охлаждении цилиндра. Каким же образом избежать этого? Ответ пришел к Уатту воскресным весенним днем 1765 года. Он понял, что цилиндр может постоянно оставаться горячим, если до конденсации отводить пар в отдельный резервуар через трубопровод с клапаном. Более того, цилиндр может оставаться горячим, а конденсор холодным, если снаружи их покрыть теплоизоляционным материалом. Кроме того Уатт сделал еще несколько усовершенствований, окончательно превративших пароатмосферную машину в паровую. В 1768 году он подал прошение о патенте на свое изобретение. Патент он получил, но построить паровую машину ему долго не удавалось. И только в 1776 году паровая машина Уатта была, наконец, построена и успешно прошла испытание. Она оказалась вдвое эффективнее машины Ньюкомена.

В 1782 году Уатт создал новую замечательную машину - первую универсальную паровую машину двойного действия. Крышку цилиндра он оснастил изобретенным незадолго до того сальником, который обеспечивал свободное движение штока поршня, но предотвращал утечку пара из цилиндра. Пар поступал в цилиндр попеременно то с одной стороны поршня, то с другой. Поэтому поршень совершал и рабочий и обратный ход с помощью пара, чего не было в прежних машинах.

Поскольку в паровой машине двойного действия шток поршня совершал тянущее и толкающее действие, прежнюю приводную систему из цепей и коромысла, которая реагировала только на тягу, пришлось переделать. Уатт разработал систему связанных тяг и применил планетарный механизм для преобразования возвратно-поступательного движения штока поршня во вращательное движение, использовал тяжелый маховик, центробежный регулятор скорости, дисковый клапан и манометр для измерения давления пара.

Запатентованная Уаттом "ротативная паровая машина" сначала широко применялась для приведения в действие машин и станков прядильных и ткацких фабрик, а позже и других промышленных предприятий. Таким образом, паровая машина Уатта стала изобретением века, положившим начало промышленной революции.(рис см. в Приложении).

В 1785 году одна из первых машин Уатта была установлена в Лондоне на пивоваренном заводе Сэмюэла Уитбреда для размалывания солода. Машина выполняла работу вместо 24 лошадей. Диаметр ее цилиндра равнялся 63 см, рабочий ход поршня составлял 1,83 м, а диаметр маховика достигал 4,27 м. Машина сохранилась до наших дней, и сегодня ее можно увидеть в действии в сиднейском музее "Пауэрхауз".

Двигатель Уатта годился для любой машины, и этим не замедлили воспользоваться изобретатели самодвижущихся механизмов.

**2. Газовые тепловые двигатели**

В 1816 г. пастор Роберт Стирлинг получил патент на "машину, которая производит движущую силу посредством нагретого воздуха". В 1827 г. и 1840 гг. он получил еще два патента на усовершенствованные варианты свой машины. Р.Стирлинг занимал министра по делам церкви Шотландии. Изготовление двигателей Стирлинга началось в 1818г. Они приводили в действие водяные насосы, воздуходувки и станки на мелких фабриках, где не годились громоздкие паровые машины. Кинематическая схема модифицированного двигателя Стирлинга приведена на риг. 1.

Рис. 1 Схема двигателя Стирлинга

Двигатель состоит из рабочего и теплообменного цилиндров соединенных трубкой. В цилиндрах перемещаются соответсвенно рабочий и вытеснительный поршни, связанные шатунами, ползуном и штоком. Шатуны одеты на палец кривошипа, который находится на одном валу с маховиком. Источник тепла нагревает газ в правой части теплообменного цилиндра. Газ разширяется ичерез трубку оказывает давлением на рабочий поршень. Поршень опускается, толкает шатун и поворачиает маховик. При этом одновременно в право двигатеся вытеснительный поршень. Он вытесняет газ из нагревающейся части теплообменного цилиндра в его холодную часть, которая имеет охлаждающееся оребрение. Теплообменный поршень заполнен теплоизолирующим материалом. Газ остывает, создавая обратное усилие на рабочий поршень, поршень поднимается вверх и цикл повторяется с начала. Есть вариант двигателя в цилиндре которого устанавливались один над другим два поршня: вытеснитель и рабочий поршень. Вытеснитель делит полость над рабочим поршнем на две части "горячую" - расположенную между вытеснителем и торцом цилиндра и "холодную" - заключенную между поршнями. Обе части полости сообщаются между собой через перепускную магистраль, в которой последовательно установлены холодильник, примыкающий к "холодной" полости, регенератор и нагреватель, примыкающий к "горячей" полости. Задача вытеснителя состоит в перемещении рабочего тела из "горячей" полости в "холодную" и, наоборот, через перепускную магистраль. Поршни в цилиндре движутся попеременно, и их мертвые точки смещены. Двигатель Стирлинга впервые содержал теплообменник для регенерации тепла отработавшего горячего воздуха - регенератор . Существовавшие в то время материалы очень ограничивали уровень рабочих температур и давлений, что для двигателя Стирлинга было очень важно. Роберт Стирлинг выразил надежду, что препятствия, которые возникают из-за отсутствия соответствующих материалов со временем будут устранены. Он оказаля прав. В 20 веке о двигателе вспомнили снова. В настоящее время этот двигатель считается перспективным.

В 1837 г. бал запатентован еще один двигатель на горячем воздухе, получивший название "калорический двигатель". Его изобретатель Джодж Кейли создал его как аналог паровой машины. У этого двигателя был котел, в котором в отличии от паровой машины не испаряли воду, а нагревали сжатый воздух. При этом часть сжатого воздуха использовалась в котле ( в нем сжигали топливо), затем обе части смешивали, поэтому, строго говоря, рабочи телом служил не чистый воздух, а его смесь с продуктами сгорания, С жатый воздух получали в поршневом компрессоре, Между компрессором и котлом устанавливался управляемый золотник, при помощи которго осуществлялось распределение воздуха на два потока: в топку ( в качестве окислителя) и на смешение. Котел, кроме того, был снабжен устройством для загрузки угля и для перекрытия клапанов на время загрузки. Испытания двухцилиндрового образца такого двигателя показали его работоспособность, но КПД составлял всего около 8%.

В 1852 г. появился двигатель шведского изобретателя Эриксона и вызвал в то время большие ожидания. Рабочий цилиндр двигателя устанавливался вертикально, и под ним была топка. Компрессорный цилиндр размещался сверху над рабочим. Рабочий цилиндр через выхлопное окно соединялся с теплообменником, а теплообменник имел два поочередно перекрываемых патрубка: первый для сообщения с атмосферой и второй для ссобщения с нагнетательным клапном компрессороного цилиндра. Всасывающий клапан компрессора был открыт в атмосферу. Когда в топке разводили огонь, воздух в рабочем цилиндре нагревался и поднимал рабочий поршень. При своем перемещении этот поршень передавал усилие на механизм отбора мощности и одновременно перемещал поршень компрессора, сжимая находившийся в компрессорном цилиндре воздух. Заием открывалось выхлопное окно и отработаший горячий воздух из рабочего цилиндра выпускался в атмосферу через теплообменник. Теплообменник был заполнен медной сеткой, и выходящий воздух нагревал эту сетку, отдавая ей тепло, не использованное в рабочем цилиндре. Затем в рабочий цилиндр через теплообменник начинал поступать сжатый воздух из компрессора. Проходя через ячейки сетки, этот воздух нагревался запасенным в ней теплом. После того как рабочий цилиндр заполнялся, механизм отбора мощности опускал поршень, сжимая заряд, и цикл повторялся. К сожалению двигатель Эриксона по мощности и по экономичности уступал паровым машинам.

Ж. Хотфейл (1678-1682гг.) и Х.Гюйгенс (1681г.) предлагали так называемый атмосферный двигатель, у которого поршень поднимался взрывом пороха вверх и фиксировался. После охлаждения продуктов сгорания под поршнем создавалось разрежение, У двигателя Гюйгенса под действием атмосферного давления поршень опускался, совершая полезную работу. У двигателя Готфейльда разряжение в подпоршневой полости использовалось для всасывания воды, а после того как поршень переставали удерживать, он, опускаясь вытеснял воду. Это была видимо первая попытка использовать продуктов сгорания непосредственно для производства работы.

Решение задачи использования продуктов сгорания лежало на пути поисков соответствующего горючего.

Братья Клод и Жозеф Нисефор Ньепсы в 1794 г. начали поиски такого топлива. Братья писали так : "Занимаясь разыскиванием физической (природной) силы, которая могла сравниться с силой паровых машин и при этом не требовала таких громоздких приборов, а в особенности не поглащала столько топлива, мы предположили, что нашим требованиям мог бы удовлетворить расширяемый огнем атмосферный воздух. Но так как воздух, судя по произведенным до сих пор наблюдениям, разрежается весьма слабо, даже при высокой температуре, то мы представили себе, что исли он будет внезапно пронизан в замкнутом объеме пламенем чрезвычайно горючего вещества, измельченного в очень мелкий порошок и рассеянного по всему объему этого сосуда, то он разовьет гараздо большую энергию и произведет нечто вроде взрыва, соразмерного сопротивлению тех препятствий, которые он должен преодолеть". В качестве такого порошка братья на первых порах применили ликоподий - семена спорового растения плауна. Но урожай спор плауна очень ограничен. Свой двигатель братья назвали "пироэолофор". Сведения об устройстве этого двигателя крайне скудны. В 1816 г. братья начинают использовать нефть и строят опытное судно на Сене под Парижем. Но денежные средства братьев иссекают. Вскоре Клод умер, а Нисефор забросил пирэолофор и сосредоточился на фотографии, что и принесло ему славу.

Француз Филип Лебон обнаружил, что при высокой температуре без доступа воздуха дерево выделяет горючий газ. Из дальнейших опытов он убедился, что такой же , но в еще больших количествах выделяет каменный уголь. В 1799 г. он получает патент на светильный газ, но никто не интересуется его изобретением. Тогда Лебон на собственные средства оборудует систему газового освещения одной из парижских гостинниц. И такая наглядная демонстрация помогает ему получить правительственную концессию. Получив газообразное горючее, Лебон также сообразил, что его можно равномерно распределить в воздухе и получить поле воспламенения однородную массу, подобно пару. Он в 1801 г. берет патент, являющийся развитием основного и содержащий описание двигателя на светильном газе. Лебон проедлагал сжимать светильный газ и воздух отдельными насосами и смешивать их в специальной камере. Затем смесь подавалась в рабочий цилиндр, где воспламенялась и расширялась. Двигатель был двойного действия.

Работы Ньепсов и идеи Лебона не получили должного развития по той причине, паровая машина в начале 19 века практически только начинала свой победный ход в качестве универсального двигателя.

Первая официально зарегестрированная попытка создания двигателя внутреннего сгорани (ДВС) была сделана почти одновременно с началом работ братье Ньепсов. В 1794 г. изобретатель Роберт Стрит получил в Англии патент на атмосферный двигатель, работающий на продуктах сгорания горючей жидкости (терпентин или спирт). Жидкость наливалась на дно вертикального цилиндра, при нагреве испарялась, и ее пары смешивались с воздухом. После воспламенения горючей смеси продукты ее сгорания поднимали поршень и совершали работу.

Были предложения использовать водород в 1820г. англичанином Сесиль. В 1841 г. изобретатель Джеймс Джонстон получил в Англии патент на двигатель, работающий на смеси водорода с кислородом. Продукты сгорания, охлаждались, конденсировались, и и поршень перемещался атмосферным воздухом. Но как известно, применение водорода в качестве горючего связано с трудностями его транпортировки и хранения.

Есть сведения о том, что изобретатель Самуэль Браун построил и получи два патента в Англии 1823 г. двигатель внутреннего сгорания на светильном газе. Это был атмосферный двигатель. Разряжение в цилиндре достигалось тем, сто после выпуска продуктов сгорания остаток газов в цилиндре охлаждался. Цилиндр был снабжен водяной рубашкой. Воспламенение осуществлялось в мертвой точке открытым пламенем.

В 1833 г. изобретатель Вельмант Райт получает в Англии патент, в котором оговорено охлаждение цилиндров с помощью водяной рубашки в двигателе двойного действия.

В 1938 г. в Англии выдан патент В.Бартнеру, согласно которому газ и воздух предварительно сжимают в отдельных цилиндрах, а смесь перед воспламенением дожимают в рабочем цилиндре. Воспламенение должно бало производиться в мертвой точке с помощью раскаленной губчатой пластины или же пламенем через золотник.

Есть сведения еще об одном работавшем двигателе. Этот двигатель построил и запатентовал в 1842 г. Дрейк. Всасывание смеси происходило на первой половине хода и зажигание было калильным от раскаленной чугунной трубки, сообщающейся с цилиндром в середине хода поршня. Регулирование было качественным и осуществлялось при помощи центробежного регулятора. Позднее двигатель был приспособлен для работы на керосине.

В 1854 г. Барзани и Матеукки получили английский патент , а затем и французкий патент на атмосферный двигатель со свободным поршем. Смесь светильного газа с воздухом воспламенялась под поршнем электрической искрой, и давление продуктов сгорания поднимало свободный поршень вверх. За счет охлаждения под поршнем создавалось разряжение, под действием атмосферного давления поршень опускался и прикрепленная к его штоку рейка приводила во вращение вал с маховиком. Впускные и выпукные клапаны управлялись от вала.

В 1858 г. Дегеран получил французкий патент на газовый двигатель со сжатием горючей смеси в рабочем цилиндре.

24 января 1860 г. был выдан патент французкому инженеру Ленуару. Но двигатель строился раньше. Машина была двойного действия с золотниковым распределением рабочего тела: нижний золотник обеспечивал поочередную подачу воздуха и газа в полости цилиндра, расположенные по разные стороны поршня, верхний золотник обеспечивал поочередный выпуск отработавших продуктов сгорания из этих полостей. Ленуар принял меры, чтобы газ и воздух до попадания в цилиндр не смешивались (к золотнику они подводились по отдельным каналам). Всасывание смеси происходило примерно до половины хода, после чего золотник перекрывал впускное окно и смесь воспламенялась электрической искрой. Давление сгоревшей смеси возрастало и действовало на поршень, производя работу расширения. После окончания расширения второй золотник соединял цилиндр с выхлопной трубой и поршень вытеснял отработавшие газы. Цикл замыкался.

На всемирной выставке в Париже 1867 г. немецкий коммерсант Николаус Август Отто представил новый газовый двигатель, который он создал в содружестве с инженером Эйгеном Лангеном. Цилиндр был вертикальным, вдоль оси поршня к нему была прикреплена рейка, связанная с валом отбора мощности. Двигатель работал следующи образом. Вращением вала поршень поднимался со дна цилиндра на одну десятую долю высоты цилиндра, в результате чего под поршнем создавалось разрежение и происходило всасывание смеси. Затем смесь воспламенялась. Воспламенение осуществлялось открытым пламенем через трубку. При врыве смеси давление под поршнем возрастало. Под действием этого давления поршень поднимался, объем увеличивался и давление падало. При подъеме поршня механиз отсоединял рейку от вала и поршень сначало под давлением газов, а затем по инерции поднимался до тех пор, пока под ним не создавалось разрежение. В этом и заключалась оригинальность идеи Отто, он не охлаждал газы под поршнем, а использовал для получения разряжения инерцию поршня.

Через десять лет, в 1878 г., в Париже открылась очередная всемирная выставка, на ней было представлено несколько модификаций нового двигателя Отто. В первые в двигателе был реализован цикл, который в последствии получил название четырехтактного и который был изложен Отто в его патенте, поданной им в патентное ведомство Германии 4 августа 1877г. В отличие от предшевствующего двигателя Отто, цилиндр был горизонтальным и удлиненным. Между поршнем и крышкой цилиндра оставался достаточно большрй зазор для организации камеры сгорания. После вытеснения продуктов сгорания этот зазаор оставался заполненным остаточными газами. В крышке было предусмотрено два впускных канала (один для воздуха, другой для газа). Во время хода всасывания открывался сначала канал для воздуха и только через некоторое время газовый, благодоря чему в цилиндр раньше поступал чистый воздух, а затем газовоздушная смесь. Воспламенение производилось открытым пламенем в канале подачи газа между органом его перекрытия и цилиндром. Регулирование осуществлялось пропусками подачи газа. Всасывающий клапан был автоматическим, выхлопной - управляемый в виде плоского вращающегося золотника.

**Заключение**

http://www.history.rochester.edu/steam/marshall/В 1781 г. шотландский инженер Дж.Уатт (Watt, James, 1736-1819) создал двигатель с вращающимся моментом на валу, на котором впервые был применен регулятор частоты вращения. Регулирование частоты вращения осуществлялось двумя сбалансированными на одной оси грузами, вращающимися синхронно с валом машины и соединенными с дроссельной заслонкой, перекрывающей проходное сечение парового патрубка. При увеличении частоты вращения центробежные силы вращающихся шаров поднимали с помощью тяг муфту, соединенную с заслонкой, уменьшая проходное сечение паропровода и скорость вращения двигателя.

Центробежный регулятор был известен задолго до Уатта и широко применялся на ветряных мельницах для автоматической регулировки зазора между жерновами (момента сопротивления) в зависимости от ветрового напора, т.е. скорости врещения крыльев мельницы. Дата изобретения и автор мельничного регулятора неизвестены.

В 1787 г. Уатт адаптировал существующий центробежный регулятор под паровую машину, создав более совершенную конструкцию, названную для отличия от прототипа - регулятором Уатта. Особое место в истории техники регулятор Уатта занял благодаря тому, что именно его конструкция легла в основу теории и практики регуляторостроения, новой отрасли промышленности, повлекшей за собой формирование особой области знаний - "Теории автоматического управления и регулирования", составляющей основу современных технологий управления промышленными системами.

Установка паровой машины Дж. Уатта на транспортные объекты (повозки и корабли) привела к появлению транспортного машиностроения. Интенсивное развитие паровой транспортной энергетики поставило перед наукой задачу разработки теории регулирования, пригодной для промышленного проектирования систем регулирования. Первый учебный курс "Теория регуляторов прямого действия" был опубликован в 1838 г. Д. С. Чижовым (1785-1852), профессором математики Петербургского университета.

Дальнейшее увеличение быстроходности паровых машин и повышение требований к точности регулирования и стабильности частоты вращения привели в ряде случаев к появлению незатухающих колебаний в системе паровая машина - регулятор, рассмотренных в 1846 г. профессором Н.Ф. Ястржемским в курсе лекций по теоретической механике. Для преодоления указанных недостатков рекомендовалось применять регуляторы с механическим и гидравлическим усилением моментов. В лекциях, впервые в Европе, было представлено теоретическое обоснование принципов расчета и выбора регуляторов непрямого действия.

Завершение разработки основ теории регуляторов прямого действия связано с работами К. Максвелла (1831-1879) - "О регуляторах" (1868 г.), и И. А. Вышнеградского (1831-1895) - "О регуляторах прямого действия" (1876 г.). Заслугой обоих авторов явилось исследование регулятора и объекта регулирования как единой динамической системы.

Изобретение в 1860 г. Э. Ленуаром (1822-1900) двигателя внутреннего сгорания, усовершенствованного в 1878 г. Н. Отто (1832-1891) и доведенного им до серийного изготовления, а также создание в 1884 г. К. Г. П. Лавалем (1845-1913) и Ч. А. Парсоном (1854-1931) первых промышленных паровых турбин стимулирует дальнейшее развитие как транспортной энергетики, так и теории и практики автоматического регулирования.

В 1892 г. выходит в свет работа А. М. Ляпунова (1847-1918) "Общая задача об устойчивости движения", окончательно сформулировавшая теорию регулирования как особую область знаний, опирающуюся на строго доказанный математический аппарат и конкретные практические приложения.

Создание Рудольфом Дизелем (1858-1913) в 1897 г. двигателя внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия завершает развитие теории и практики автоматического регулирования в его классическом представлении, что и оформляется изданием в Берлине книги М. Толле "Регулирование двигателей" (1905).

**Литература**

# Д. Н. Вырубов, В. П. Алексеев Большая советская энциклопедия.-М.,1964

# Кулешов В.В. Большая советская энциклопедия.-М.,1964

3. Паровые двигатели. –М., 1977

**Приложение 1**

Чертеж паровой машины И.И.Ползунова, выполненный изобретателем в 1765 году Машина была построена на Барнаульском заводе и действовала в 1766 году

Эволюция паровой машины Дж.Уатта

1774 г. 1781 г. 1784 г.

