

ВВЕДЕНИЕ

История инженерной деятельности тесно связана с историей цивилизации и закономерностями развития техники. Настоящее время можно выделить 5 этапов развития инженерной деятельности [1]:

Первый (праинженерный) этап был этапом становления инженерной деятельности в эпоху рабовладения, связанный, главным образом, со строительством и архитектурой.

Второй (предынженерный) этап инженерной деятельности начался в эпоху Возрождения и развивался в условиях феодализма и зарождения машинного производства. Основной сферой инженерной деятельности остается строительство, а также создание военных машин и фортификационных сооружений. Самым выдающимся инженером того времени был Леонардо да Винчи, художник, архитектор, механик, экспериментатор и изобретатель, гениальность которого была подкреплена широкими техническими знаниями. До этого времени инженер и архитектор практически не различались – это тот, кто руководит созданием сложных искусственных сооружений.

Третий этап становления инженерной деятельности имел место в эпоху промышленного переворота и распространения рабочих машин на базе парового двигателя.

Четвертый этап представлял собой развитие инженерной деятельности на основе системы машин и технических наук в условиях монополистического капитализма (империализма). В XIX в. с развитием науки и машинного производства появились социальные институты технических наук, и была научно обоснована техническая деятельность, которая с этого времени считается инженерной. Это событие стало ключевым для формирования понятия "инженер" в современном значении. С возникновением инженеров по профессии, как людей с научно-методической подготовкой и техническими навыками, реализуется идея единства науки и практических искусств, которая раньше рассматривалась лишь как идеал.

Пятый этап – формирование современного инженера в эпоху научно-технической революции. В XX в. инженерия разделилась на множество отраслей и подотраслей: физическая (электрическая, механическая, радио и т.п.), химическая, биохимическая инженерия, информационная и вычислительная техника представляют собой лишь некоторые ее разделы. Но для них всех характерно одно: инженер – это не тот, кто делает искусственный объект, а тот, кто управляет процессами его создания, планирует или проектирует сложную техническую систему.

С развитием массового машинного производства в науке формируется и особая сфера технических наук, специально ориентированных на решение инженерных задач в различных областях инженерной практики.

В настоящее время происходит дифференциация инженерной деятельности по отдельным узким направлениям и интеграция со смежными отраслями, которая, на пересечении полей деятельности, приводит к появлению качественно новых направлений инженерной сферы. Зарождаются такие направления как «Мехатроника», «Бионика» и др.

1. ПЕРВАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Человек, пожалуй, не смог бы выжить без орудий труда. Он слишком тщедушен и слаб, чтобы бороться с силами природы только руками и зубами. И с другой стороны, только благодаря тому, что эти примитивные человеческие существа научились пользоваться орудиями труда, и развился современный человек. При этом он в значительной степени утратил физическую силу и скорость передвижения, характерные для первобытного человека, с лихвой восполнив эти потери развитием мозга, рук и глаз, что позволило ему поставить себе на службу многочисленные орудия и машины и что сделало его властелином мира.

В древности, когда не было дорог и морских кораблей, многие народы жили изолированно. Первые изобретения появились около пяти тысяч лет до нашей эры. Изобретатели искали свои собственные решения, зачастую повторяя уже изобретенное, для строительства прочных жилищ, оружия для охоты и инструментов для обработки земли. Но некоторые изобретения стали лишь достоянием одного народа, а в других регионах их не знали (шелк и порох в Китае).

Основным материалом для изготовления различных инструментов были *дерево* и *камень*.

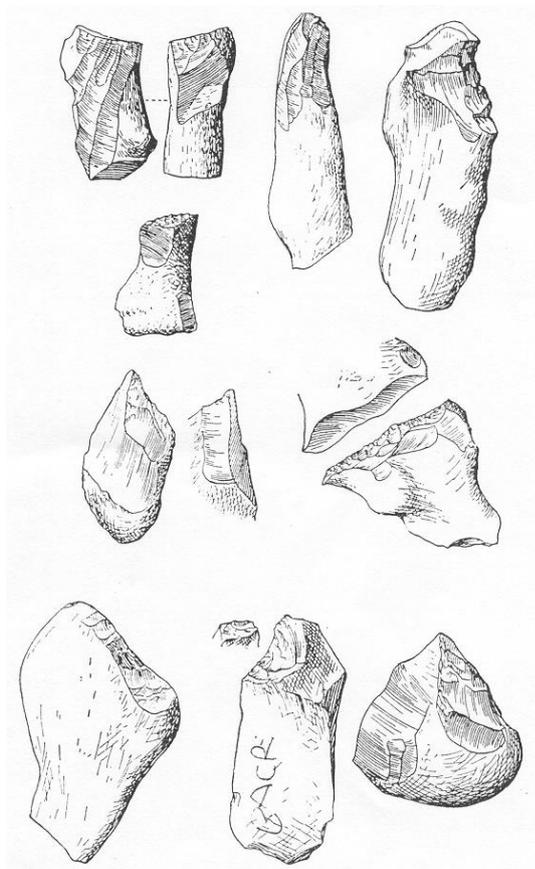


Рис. 1.1. Первые каменные орудия

Изучение развития инженерной деятельности начнем с эпохи позднего палеолита (старый каменный век), то есть с подобных по внешнему виду нам людей, живущих охотой и сбором пищи.

Уже на этой стадии люди имели в своем распоряжении громадное количество разнообразных орудий труда - в начале примитивных, рис.1.1. Чтобы получить более сложное орудие - топор или копье, - каменный наконечник вставляли в заранее приготовленное древко, закрепляя его при помощи кожаных ремешков, рис.1.2.

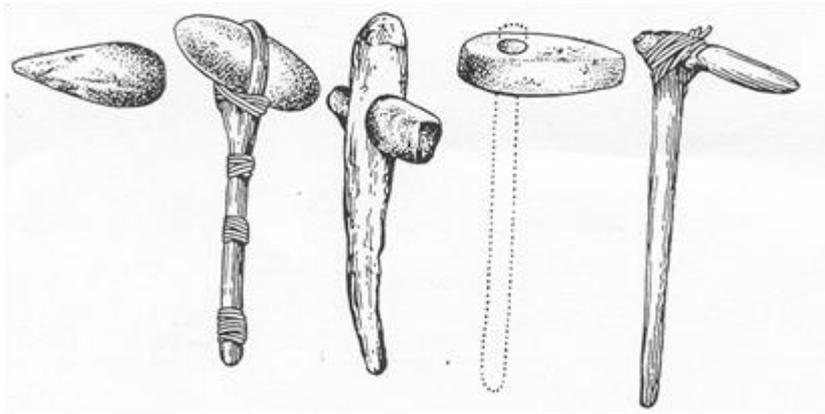


Рис. 1.2. Каменные топоры и мотыги

Орудия труда первоначально представляли собой орудия охоты, которые одновременно являлись и оружием для защиты от диких зверей. Такими первыми примитивными орудиями труда в первобытной общине были *палица* (дубина) (рис. 1.3) и *копье* - сначала палка с обожженным концом, а позднее с каменным наконечником.

На протяжении многих тысячелетий орудия труда совершенствовались: появились каменный *топор*, *пума*, состоявшая из каменного шара, вшитого в кожу, и гибкой рукоятки, оплетенной ремнем, а также орудия для метания камней - *праца* и *боласы*. Основными видами производственной деятельности становились охота на крупного зверя и рыболовство.

На охоте вырабатывалось умение действовать организованной и сплоченной группой. Постепенно орудия охоты и рыболовства становились все более совершенными: были изобретены *копьеметалки* - метательные дощечки эскимосов и австралийцев, применялись *гарпуны*, охотничьи каменные *ножи* и каменные *кинжалы*. Способы охоты становились более многообразными: устраивались ловушки и западни, организовывались облавы; вырабатывались приемы массовой охоты.

Из твердых пород камня изготавливались *топоры*, *тесла*, *мотыги*, *серпы*, *лощила* для шкур, *песты*, *абразивы*, *зернотерки* и *краскотерки*. Древние жители, судя по всему, прекрасно разбирались в каменном сырье, используя до двенадцати его видов, в том числе камни, принесенные издалека. Орудия изготавливались из тщательно подобранных по форме и размеру заготовок путем обивки и пикетажа. На зернотерках делалась специальная насечка для повышения их рабочих свойств. Лезвия тесел, топоров и мотыг затачивались на тонкозернистых абразивах.

Существовали два типа орудий для деревообработки. Одни предназначались для рубки и обтесывания заготовок, другие - для продольного раскалывания древесины. Приспосабливаясь к переменам климата, человек переходной мезолитической эпохи (средний каменный век) пошел еще дальше в своем развитии, создав, в частности, разнообразный плотницкий инструмент, в том числе *тесло*, *долото* и *стамеску*. *Тесла* - плоские, с широким лезвием, а *топоры* - *колуны* - массивные, клиновидной формы, с узким лезвием. Оба типа орудий крепились или в деревянных рукоятках или в роговых муфтах с помощью клиньев. Тогда же был создан и первый механизм плотника – *смычковая дрель*, в которой сверло приводилось в движение опоясывающей его тетивой, прикрепленной обоими

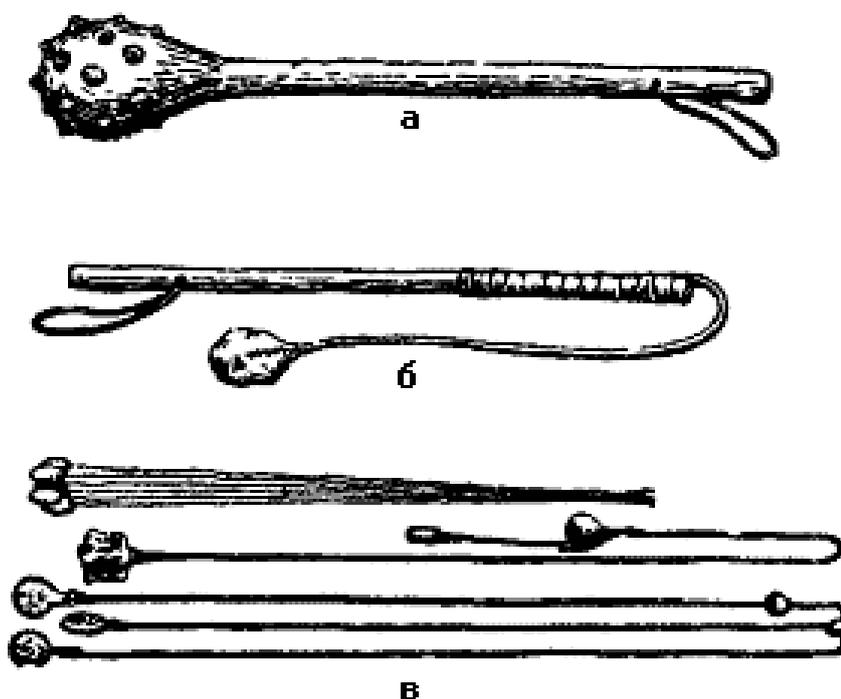


Рис. 1.3. Первобытные орудия: а) палица; б) пума;
в) боласы.

концами к некоторому подобию лука, которому придавалось возвратно-поступательное движение [2].

Появление шлифованного каменного топора дало возможность выделывать из цельного дерева *лодки*, а также вырубать бревна и вытесывать доски для постройки *жилищ*. Этими орудиями люди создавали такие важные средства передвижения как *сани*, *долбленные челны* и *весла*.

Лощила для выделки кож найдены одно и двухручные, в том числе миниатюрные изделия из галек диаметром 3 - 5 см. Часть лощил сделана из старых пестов для помола зерна округлой формы. *Песты* округлой формы использовались для грубого помола зерна, их диаметр 5 - 7 см, но встречались и более крупные экземпляры. Такую же округлую форму имеют

отбойники для изготовления орудий из кремня а также камня в технике точечного пикетажа.

Наибольшее количество каменных орудий составляли *зернотерки* и *растиральники* к ним (как правило, двуручные): это массивные плиты основания и более мелкие верхние камни.

Из кости изготавливались различные *шилья, проколки*. Некоторые из этих изделий имеют четырехгранную форму. Из кости изготовлено небольшое орудие с отверстием в верхней части, служившее для плетения. Из зубов животных изготавливались *подвески*. Из рога благородного оленя изготавливались *молотки, муфты* для составных орудий, *мотыги*. Большая часть этих изделий была найдена в сильно поврежденном виде или в фрагментах.

Существовали глиняные *цедилки*, связанные с переработкой молочных продуктов. Цедилка была сделана из миски полусферической формы, в дне которой были отверстия диаметром 2 - 3 мм.

Далее были изобретены *лук, стрелы, копьеметатель*.

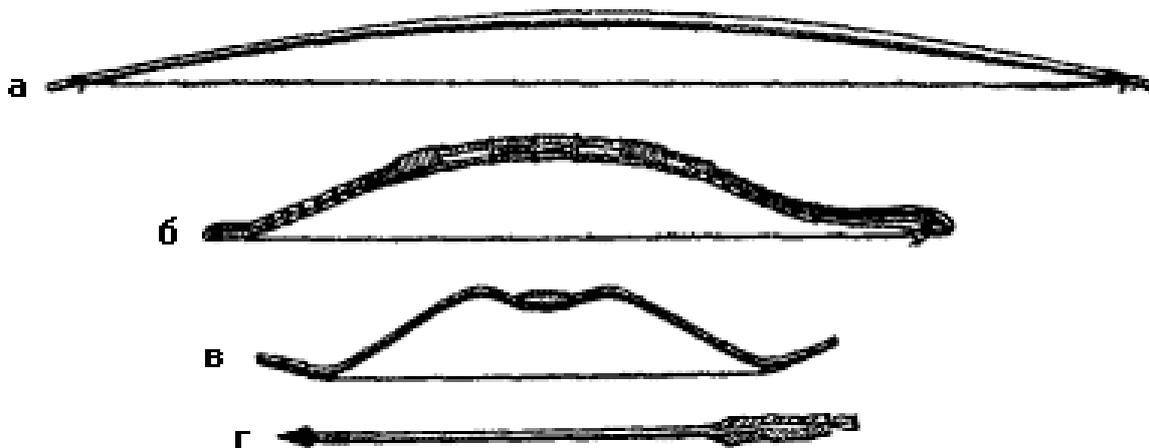


Рис. 1.4. Лук и стрелы: а) простой лук; б, в) сложные луки; г) стрела

1.1 Орудия охоты и защиты древнего человека

Лук - первый механизм действующий по принципу накопления энергии (натягивание тетивы), которая концентрируется и освобождается в момент выстрела приводя в движение стрелу, рис.1.4. Современные ученые, основываясь на исследованиях, найденных при раскопках миниатюрных кремневых наконечников, микролитов, которыми были оснащены стрелы, относят появление лука к эпохе верхнего палеолита (около 30 тыс. лет тому назад). Первоначально лук использовали исключительно на охоте. Форма наконечников стрел претерпевало множество изменений. Конструкции

наконечников стрел различных стран мира приведены на рис. 1.5. Копьеметатель – рычаг, удлиняющий руку для дальнего броска копья.

Исключительный интерес представляют материалы о луках и стрелах древних скифов (7 - 4 в. до н.э.). Скифы - народ воинов, которые в те давние времена вполне заслуженно пользовались репутацией лучших конных лучников древнего мира.

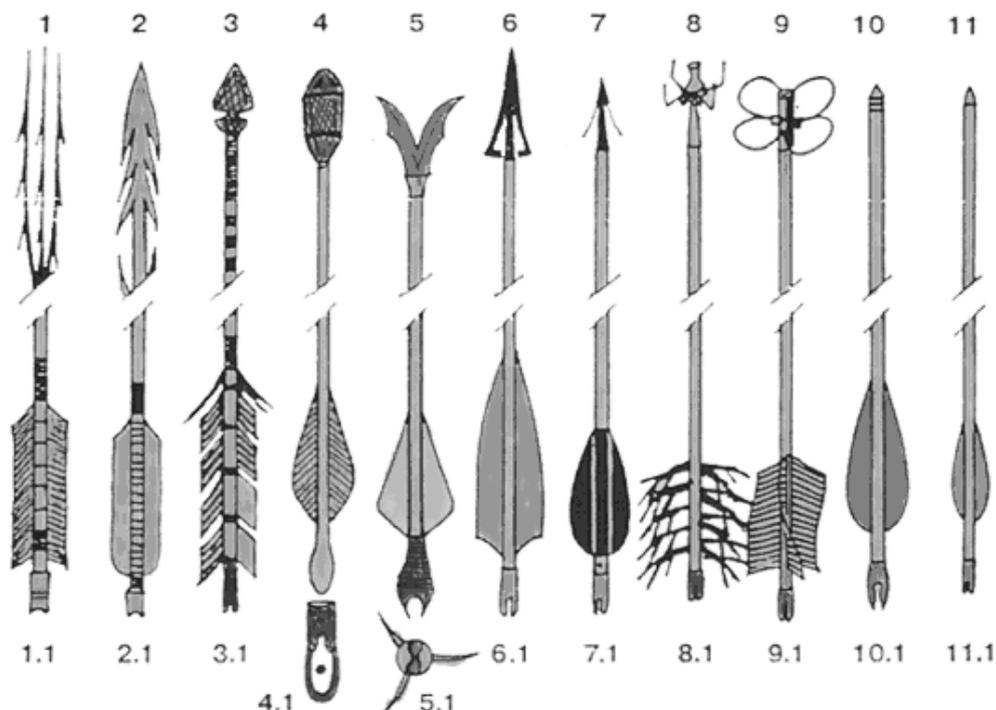


Рис. 1.5. Формы наконечников, применяемых в разных странах мира

1. Наконечник для ловли рыбы (Новая Гвинея)
2. Военный наконечник (Амазония).
1.1. и 2.1. Задний наконечник из бамбука.
3. Кремневый наконечник.
3.1. Прямое оперение (индейцы Северной Америки).
4. Свистящий наконечник из рога (Монголия).
4.1. Задний наконечник с петлей на тетиве (Средний Восток).
5. V-образный наконечник для перерезания веревок (Япония).
5.1. Задний наконечник турецкой стрелы.
6. и 6.1. Острие и оперение современной охотничьей стрелы.
7. и 7.1. Современная стрела для ловли рыбы.
8. Специальный наконечник "Иуда" с рикошетной пружиной.
8.1. Оперение "фру-фру" для уменьшения траектории полета стрел.
9. Плоский наконечник из проволоки для охоты на мелкую дичь.
9.1. Вариант оперения для стрельбы через редут.
10. Острие для стрельбы в мишень.
11. Аэродинамическое острие для стрельбы на дальность.

Наступление эпохи металла было чрезвычайно важным моментом в истории развития человечества. Именно в это время появилось (и почти повсеместно распространилось) новое мощное наступательное оружие -

сложный лук, который изготавливали из различных пород дерева, рога, кости, сухожилий и клея, сваренного из костей животных. Натяжение тетивы в таких луках было очень сильным. Для этого требовалось приложить значительные усилия. По сравнению с первыми примитивными луками, стрелы, выпущенные из сложных луков, имели большую дальность полета - около 250 м (даже в средневековой Англии большинство луков не отличались подобной дальностью). Поэтому лучник, вооруженный сложным луком и стрелами с металлическим наконечником, на Ближнем востоке, например, считался основным пешим воином.

Постепенно лук и стрелы «потеснили» привычные для войск Древнего Востока копья. Это четко просматривается на примере армий могучей Ассирии. Хорошо сохранившиеся многочисленные барельефы, которыми украшали стены дворцов ассирийских царей, являются неиссякаемым источником для изучения военного дела в странах Ближнего Востока.

В эпоху Великого переселения народов (раннего средневековья) луки и стрелы все еще оставались одним из основных видов вооружений. В битвах кочевников именно они наряду с мечами и саблями нередко решали исход сражения. А в Древней Руси лук и стрелы оставались основным видом дистанционного оружия вплоть до появления огнестрельного оружия, с которым немного позднее «мирно» сосуществовали, а иногда даже превосходили последнее по мощи и точности стрельбы. В российской регулярной армии лук и стрелы упразднил Петр I [3].

1.2 Земледелие и скотоводство

Развитие охоты способствовало *приручению животных* (в том числе и собак, как помощника человека) и возникновению первобытного скотоводства, поставившего во главе хозяйственной деятельности мужчину. В результате этого начинает разлагаться родовая община и возникает патриархальная семья. Постепенно сбор дикорастущих злаковых растений начинает занимать, если не ведущее, то значительное место в хозяйстве первобытных племен. Одновременно начинает складываться примитивное земледелие с обработкой земли мотыгой и возделыванием ячменя и пшеницы [3].

Технический переворот, происходивший в период *мезолита* (средний каменный век - переходной период от палеолита к неолиту, около 10 тыс. - 5 тыс. лет до н.э.) и в начале *неолита* (новый каменный век - исторический период развития людей, около 5 тыс. - 3 тыс. лет до н. э.) создал необходимые экономические предпосылки для перехода от первой фазы первобытнообщинного способа производства, когда безраздельно

господствовали уравнильные отношения, заключающиеся в том, что весь добытый продукт и все орудия труда являлись собственностью коллектива, - ко второй фазе.

Широкое использование орудий труда привело к значительному росту производительности труда и вызвало противоречие между достигнутым уровнем производительных сил и уравнильным способом распределения. Это противоречие было разрешено в результате так называемой «неолитической революции». Это была **первая производственная революция**. Сущность ее составляет переход от присваивающей экономики к производящей, от охоты к земледелию и скотоводству.

Во второй фазе развития первобытнообщинного способа производства господствующим становится трудовой способ распределения, при котором орудия труда распределяются индивидуально, а часть добываемого человеком продукта переходит в его более или менее полную собственность.

Существуют различные точки зрения по поводу происхождения земледелия и скотоводства. Одни исследователи считают, что скотоводство возникло среди охотничьих племен, а земледелие - среди племен, занимавшихся главным образом сбором съедобных растений. Другие ученые утверждают, что скотоводство возникло лишь тогда, когда развившееся земледелие создало предпосылки (запас корма) для разведения животных. Последние данные археологии свидетельствуют о том, что предпосылки для перехода к земледелию и к скотоводству начали складываться в период *мезолита* среди племен, занимавшихся одновременно охотой, рыболовством и собирательством.

Технические условия, позволявшие перейти от присваивающей формы хозяйства к производящей, возникли почти повсеместно, но осуществился этот переход в различные периоды времени из-за неравномерности исторического развития.

Переход к земледелию и скотоводству заложил подлинное начало истории человеческого общества. Впервые земледелие появилось в Иерихоне и Ярме (современные территории Иордании и Северо-восточного Ирака), и далее постепенно распространилось на Ближний Восток. Самые ранние находки – остатки фиговых садов (9400 лет до н.э.). Это свидетельствует о том, что человек перешел от охоты к земледелию. Примерно 1000 лет спустя (8400 лет до н.э.) появилось огородничество (найлены посадки овощей, пшеницы и ячменя).

На юго-западе Средней Азии (в предгорьях Копет-Дага в Туркмении) найдены поселения ранних земледельцев, по своему характеру напоминающие раннеземледельческие поселения Ближнего Востока. Оседло-

земледельческая культура в Туркмении, датирующаяся VI — V тыс. до н. э., получила название джейтунской. В северных районах Средней Азии, отделенных от южных земледельческих поселений Туркмении пустыней, а также на территории современного Казахстана признаки раннеземледельческих хозяйств появляются в IV тыс. до н. э.

В Закавказье древнейшие земледельческие поселения (Тому-Тепе, Шулавери) датируются V — IV тыс. до н. э. К северу от Кавказского хребта обитали преимущественно скотоводческие племена (III тыс. до н. э.). Скотоводческие племена известны в Северном Причерноморье в VII — VI тыс. до н. э., в Молдавии в VI тыс. до н. э. Земледельческие поселения, относящиеся к так называемой Трипольской культуре, открыты на правом берегу Украины и датируются IV — III тыс. до н. э.

Племена, жившие в северо-восточных районах территории Республики Беларусь, России, вели охотничий образ жизни. Им были уже известны полированные орудия труда, глиняная посуда, которые можно отнести к эпохе неолита. Вместе с тем, на этой территории не были найдены микролиты, которые являлись составной частью составных орудий. В то же время распространение получили бороздовые орудия

Одновременно со сбором злаковых растений происходил и процесс одомашнивания животных. Первым домашним животным (исключая собаку), согласно последним данным, были козы. Почти одновременно одомашнивались овцы. Скотоводство способствовало выделению пастушеских племен, которые не только производили больше продуктов, чем охотники, но и могли накапливать их. Это привело к возможности регулярного обмена.

1.3 Древнейшие жилища

Жилище – это любой дом или строение, где живут люди - поодиночке, семьями или по несколько семей сразу.

Люди строят жилища уже 50 тыс. лет. В глубокой древности это были пещеры, простые шалаши и шатры из веток, шкур животных или дерна. Когда же люди начали возделывать землю и перешли к оседлой жизни, они стали возводить более основательные дома.

Пещерными людьми часто называют наших предков – мастеров по изготовлению каменных изделий. Это вводит в заблуждение: будто бы в ту эпоху «квартирный вопрос» решен был с помощью пещер и люди жили тогда исключительно в подземельях.

Бесспорно, *пещеры* как жилплощадь использовались часто. Но люди селились в них, как правило, недалеко от входа, а то вовсе располагались снаружи пещеры под скальным навесом, закрытым со всех сторон звериными шкурами.



Рис.1.6 – Пещерный город Эски-Кермен

Глубины же пещер служили, очевидно, лишь как «общественные помещения». Здесь для решения важных вопросов собирались авторитетные представители рода. Здесь же совершались и магические обряды. Именно в глубине пещер стены обычно разрисованы «колдовской» живописью. Тут же помещались и сложенные из камней «алтари» с черепами медведей, культ которых был широко распространен в конце палеолита.

Наиболее древнее из жилищ (жилищем, впрочем, его не назовешь – лучше сказать стойбище) – это *ветровой заслон*. Его строят из веток, сучьев, коры, возводят из них полукруглую или прямую стенку с наклоном в безветренную сторону. Полученный каркас переплетают ветками кустарников, конопатят листьями, мхом, травой. Это уже хорошее укрытие

от ветра и дождя. Ветровые заслоны сооружали многие первобытные племена: аборигены Австралии, бушмены, тасманийцы и индейские племена.

Ветровые заслоны строили и люди каменного века (в некоторых местах найдены остатки таких заслонов).

Следующий образец допотопной архитектуры – *шалаши*. Они, можно сказать, естественным путем возникают из ветровых заслонов, если построить их так: один против другого с наклоном в разные стороны и так близко, чтобы верхние концы заслонов смыкались. Брошенные поверх них тростник или трава была первой крышей, построенной человеком.

Из полукруглых заслонов получались круглые *хижины*, из прямых – прямоугольные *дома*.

Во многих местах Западной Европы и на территории бывшего СССР найдены остатки жилищ людей каменного века: от простых землянок до больших домов, похожих на общинные поселения папуасов в Новой Гвинее. В таком грандиозном сооружении (до 100 метров в длину) жила вся деревня (до 100 человек).

Дома с опорными столбами для стен и крыш появляются впервые в верхнем палеолите: 35 – 10 тысяч лет назад. В ту пору многие жилища строились из костей мамонта. Пример тому – круглая хижина площадью 56 квадратных метров, обнаруженная при раскопках близ села Костенки на правом берегу Дона, к югу от Воронежа. Здесь откопали более 20 жилищ. Некоторые из них - длиной до 35, а шириной – до 15 метров.

Знаменитые *свайные постройки* – более поздняя архитектура каменного века. Они возникли в неолитическое время (7 – 5 тысяч лет назад). У берегов морских заливов, озер, рек, на болотах сооружались тогда обширные поселения, в которых все дома строились на высоких столбах.

В Европе *пещеры* еще продолжали служить временным убежищем для охотников и погорельцев, свайные поселения разрастались в большие деревни. При их застройке отмечаются элементы примитивной планировки. В хорошо сохранившихся домах на сваях можно еще увидеть на прочных полах украшавшие их инкрустации: узоры из березовой коры. Сохранились даже обрывки плетеных циновок. Уже тогда человек хотел жить с комфортом. В досвайных домах верхнего палеолита остались следы разводимых в них костров, а точнее сказать – очагов.

Кончился неолит. Наступила эпоха меди-бронзы, а дома на сваях еще строились в некоторых местах - например, в Архангельской области на берегах озера Лача. В долине Дуная (на Балканском полуострове) и в

Северной Италии свайные деревни сохранились до античного времени. И сейчас еще можно их увидеть в разных странах тропического пояса [3].

1.4 Обособление ремесла от земледелия

Специализация ремесел показала, что производительность труда зависит не только от виртуозности работника, но также и от совершенства его орудий. Возникла дифференциация инструментов. Так, в руках кузнеца появились, например, три разновидности молота: кувалда, ручник и молоточек для чеканки.

Если раньше ремесло было подсобным занятием земледельца и скотовода, то при рабовладельческом строе гончарное и ткацкое дело, обработка металла, горное дело и другие ремесла стали основным занятием определенной группы людей.

Большую роль в выделении ремесла сыграло гончарное дело, развитие которого было связано с изобретением гончарного круга.

1.5 Изобретение гончарного круга

Пластические свойства *глины* были известны человеку уже в глубокой древности. Она легко мялась и под умелыми руками быстро принимала такую форму, которую было очень трудно или даже невозможно придать другим известным материалам. Тогда же было обнаружено, что глиняные изделия после обжига их в огне удивительным образом меняют свои свойства - обретают твердость камня, водонепроницаемость и огнестойкость. Все это сделало глину наиболее удобным сырьем для изготовления посуды и кухонной утвари.

Как и все ремесла, техника керамики прошла долгий и сложный путь. Тысячелетия ушли на изучение достоинств и недостатков разнообразных глин. Из множества их видов древние мастера научились выбирать те, которые отличались наибольшей пластичностью, связанностью и влагоемкостью. В глиняную массу стали примешивать добавки, улучшающие качество изделий (например, крупный или мелкий песок). Одновременно древние гончары осваивали различные способы лепки.

Важным шагом в развитии гончарного производства стало освоение *приема вращения*. В этом случае мастер прилеплял к готовому днищу кусочек глины и, вращая днище одной рукой, другой обводил кусочком по спирали, постепенно вылепляя грани горшка. При этом способе изделие выходило более ровным. Позже для удобства работы под заготовку стали

подкладывать деревянный диск. Потом пришли к мысли, что процесс лепки значительно упростится, если заставить этот диск вращаться вместе с заготовкой - так был изобретен простейший *гончарный круг* (изобретение древних ремесленников - гончаров), рис 1.7.



Рис. 1.7 – Гончарная мастерская и гончарный круг

Первоначально гончарный круг представлял собой диск, углубленный посередине примерно на половину своей толщины. Своим углублением диск насаживался на выступавший и несколько закругленный конец деревянного стержня, плотно укреплявшегося в земле. Для того чтобы стержень не шатался и удерживал вертикальное положение, между ним и кругом помещали неподвижную деревянную доску с отверстием посередине. Получалось хорошо прилаженное устройство. Одной рукой мастер приводил круг в плавное равномерное вращение, а другой начинал лепку. Это несложное приспособление произвело настоящий переворот в гончарном деле, подняв его до уровня искусства. Благодаря нему работа заметно ускорилась и улучшилась. При вращении изделия выходили более плотными и однородными. Их форма получалась правильной и изящной. А главное, гончару удобней лепить на гончарном круге, он мог теперь наготовить сразу много глиняных кувшинов и мисок - не только для себя, и своей семьи, но и на продажу.

Новым шагом на пути совершенствования гончарного искусства стало изобретение *ножного круга*, который вошел в употребление во 2 тыс. до н.э. Главные его преимущества заключались в том, что он позволил в несколько раз увеличить скорость вращения и освободил мастера для работы обеими руками.

Усевшись рядом с кругом, гончар опирался ногой в нижний круг и приводил его в плавное движение. Благодаря тому, что нижнее колесо было тяжелее и больше диаметром, чем рабочее верхнее, оно исполняло роль маховика: сохраняло вращение некоторое время и после того, как нога с него была снята.

Одновременно с усовершенствованием гончарного круга шло усложнение техники обжига глины. В древности обжиг производился прямо на открытом огне при температуре в 300-400 градусов. Позже его стали производить в специальных *печах*.

1.6 Зарождение металлургии

В 3 тыс. до н.э. люди начали широко применять в своей хозяйственной деятельности *металлы*.

Металлы появились у человека не вдруг, не в результате какого-то революционного скачка в развитии общества – они постепенно входили в его жизнь в течение некоторого переходного периода между каменным веком и веком металлов.

Нельзя точно установить, когда люди начали добывать и обрабатывать металлы. Можно лишь предположить, что первыми привлекли внимание людей те металлы, которые встречаются в природе в чистом, самородном виде. И, прежде всего, должны были обратить внимание людей своим блеском золотые самородки.

Самые древние *золотые* вещи, найденные археологами в Египте, были изготовлены более 8 тыс. лет назад. Уходит в глубокое прошлое также использование самородного серебра, меди и метеоритного железа. Скорее всего, человек поначалу принимал эти самородки за мягкий камень и пытался обрабатывать уже известным способом обивки, постигая тем самым процессковки.



Рис.1.8 – Украшения из золота

1.6.1 Обработка меди

Около 4000 лет до нашей эры египтяне научились обрабатывать *медь*, которая была первым металлом, получившим широкое распространение.

Постоянно разыскивая необходимые им камни, наши предки уже в древности обратили внимание на красновато-зеленые или зеленовато-серые куски самородной меди. В обрывах берегов и скал им попадались медный колчедан, медный блеск и красная медная руда (*куприт*). Поначалу люди использовали их как обыкновенные камни и обрабатывали соответствующим способом. Вскоре они открыли, что при обработке меди ударами каменного молотка ее твердость значительно возрастает, и она делается пригодной для изготовления инструментов.

Сначала люди только ковали самородки меди каменными молотками, плющили её. Но медь редко попадалась в виде самородков; обыкновенно она смешана в руде с другими горными породами. Нужно большое умение, чтобы различить необходимую руду, выплавить медь из смеси и придать ей разные формы; для этого необходимо было применять огонь.

Золото и серебро встречаются слишком редко, поэтому они не получили широкого применения для создания орудий труда и оружия. *Медь* была одним из первых металлов (наряду с золотом и серебром), которые стал употреблять человек.

1.6.2 Зачатки металлургии

Было сделано важное открытие - кусок самородной меди или поверхностной породы, содержащей металл, попадая в огонь костра, обнаруживал новые, не свойственные камню особенности: от сильного нагрева металл расплавлялся и, остывая, приобретал новую форму. Если форму делали искусственно, то получалось необходимое человеку изделие.

Это свойство меди древние мастера использовали сначала для отливки украшений (рис. 1.9), а потом и для производства медных орудий труда, рис. 1.10. Так зародилась металлургия.



Рис. 1.7. Бычок. III тысячелетие до нашей эры

Необходимо отметить, что большой прогресс в литейном производстве вызвали два ключевых открытия:

1. Прокаливание некоторых камней вместе с древесным углем давало медь (так был открыт процесс выплавки металлов).

2. Расплавленную медь можно выливать в сосуд определенной формы, а после затвердевания, медь сохраняет форму сосуда (так был изобретен литейный процесс).



Рис.1.10 – Медные орудия труда

Выплавка металлов из руд была важным шагом, потому что природные запасы самородных металлов незначительны и их использование не могло иметь существенного значения для жизни людей. Более того, без открытия литья наиболее ценное свойство меди (сохранение приданной формы после остывания) оставалось бы неиспользованным [3].

Первые медные изделия появились в Месопотамии в четвертом тысячелетии до н.э. Первый найденный медный топор, отлитый в открытую форму, датируется этим же периодом. Но только в середине 3-го тысячелетия до н.э. медь в Египте стали получать из руды, добытой шахтным образом. Однако, медь обладает существенным недостатком - она слишком мягка; медное острие или лезвие скоро загибается и тупеет.

1.6.3 Выплавка бронзы

На открытие **бронзы** людей должна была натолкнуть случайность, неизбежная при массовом производстве меди. Некоторые сорта медных руд содержат незначительную (до 2%) примесь олова. Выплавляя такую руду, мастера заметили, что медь, полученная из нее, намного тверже обычной.

Оловянная руда могла попасть в медеплавильные печи и по другой причине. Как бы то ни было, наблюдения за свойствами руд привели к пониманию значения олова, которое и стали добавлять к меди, образуя искусственный сплав - бронзу.

Медь, при нагревании с оловом, плавилась лучше и легче подвергалась отливке, так как становилась более текучей. Бронзовые инструменты были тверже медных, хорошо и легко затачивались.

Поэтому, начиная с конца III тысячелетия до нашей эры, к меди для твердости стали добавлять олово в соотношении примерно 1:8, иногда также свинец, цинк, сурьму, мышьяк. Этот сплав называли *бронзой*. Для приготовления бронзовых изделий надо было либо сделать форму из камня и глины и вливать в неё расплавленный металл или бить горячие мягкие полосы молотом и придавать им вид лезвий, гвоздей, остроконечных палочек и т.д. Период преимущественного использования человеком бронзовых орудий называли «*бронзовым веком*».

В древности бронзы представляли собой сложные сплавы на основе меди с добавками олова (5-7 %), цинка (3-5%), сурьмы и свинца (1-3%) с примесями мышьяка, серы, серебра (десятые доли процента).

Зарождение выплавки бронзы и получения из нее литых изделий (оружия, украшения, посуды и др.) в разных регионах относится к 3 - 5 тысячелетию до н. э.

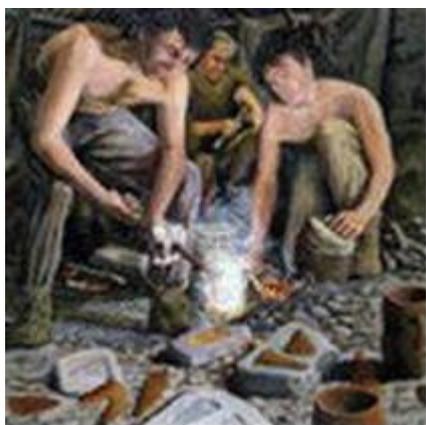


Рис.1.11 – Плавка и разливка бронзы

Бронзовые орудия по своим рабочим качествам превосходят медные: они тверже, острее, а литье их легче, потому что бронза плавится при более низкой температуре, чем медь. В то же время бронза была еще менее доступна, нежели медь, так как олово встречается в природе особенно редко.

Выплавка меди, а вскоре за этим и бронзы началась в разных странах не одновременно. Бронза могла распространяться вначале там, где имелись залежи медных и оловянных руд. В древности эти руды были известны в Иране (Хорасан), Малой Азии, северо-западной Аравии. В странах Передней

Азии и в Индии бронза стала широко применяться за 3 тысячи лет до нашей эры (за 5 тысяч лет до нашего времени). В Египте, на западе Малой Азии, на острове Крит и в Китае распространение бронзы наступило на тысячу лет позднее. Народы Европы познакомились с этим сплавом в начале второго тысячелетия до нашей эры, т. е. за 4 тысячи лет до нашего времени [3].

Совершенно независимо от этих стран медь и бронза распространялись с последней четверти третьего тысячелетия до нашей эры в причерноморских степях, а также в Закавказье.

Однако, бронза не могла приобрести такого широкого распространения, чтобы полностью вытеснить каменные орудия, потому что для получения ее нужно было иметь оловянную руду, довольно редко встречающуюся в природе.

По-видимому, почти одновременно была освоена плавка самородных серебра, золота и их сплавов. На территории, где жили восточные славяне, развитое литейное ремесло появилось в первых веках н. э. Основными способами получения отливок из бронзы и сплавов серебра и золота были литье в каменные формы и литье по воску, рис.1.12.



ис.1.12 – Литье в каменные формы

Металлургия бронзы позволила в несколько раз повысить производительность труда во всех отраслях человеческой деятельности. Само производство инструментов намного упростилось. Сначала отливку производили в открытых глиняных или песчаных формах, представлявших собой просто углубление. Их сменили открытые формы, вырезанные из камня, которые можно было использовать многократно.

Каменные формы делали из мягких пород известняка, в которых вырезали рабочую полость. Обычно каменные формы заливали так, что одна сторона изделия, образуемая открытой поверхностью расплава, оказывалась плоской. Однако большим недостатком открытых форм было то, что в них

получались только плоские изделия. Для отливки изделий сложной формы они не годились.

Выход был найден, когда изобрели закрытые разъемные формы. Перед литьем две половинки формы крепко соединялись между собой. Затем через отверстие заливалась расплавленная бронза. Когда металл остывал и затвердевал, форму разбирали и получали готовое изделие. Такой способ позволял отливать изделия сложной формы, но он не годился для фигурного литья [3].

Но и это затруднение было преодолено, когда изобрели закрытую неразъемную форму. При этом способе литья сначала лепилась из воска точная модель будущего изделия. Затем ее обмазывали глиной и обжигали в печи. Воск плавился и испарялся, а глина принимала точный слепок модели. В образовавшуюся таким образом пустоту заливали бронзу. Когда она остывала, форму разбивали.

1.6.4 Использование бронзовых орудий

Постепенно были открыты новые технические приемы работы с металлами, такие как *волочение*, *клевка*, *пайка* и *сварка*, рис.1.13-1.14, дополнявшие уже известные *ковку* и *литье*. Таким образом, вошли в употребление приемы холодной обработки металла или примитивнойковки.

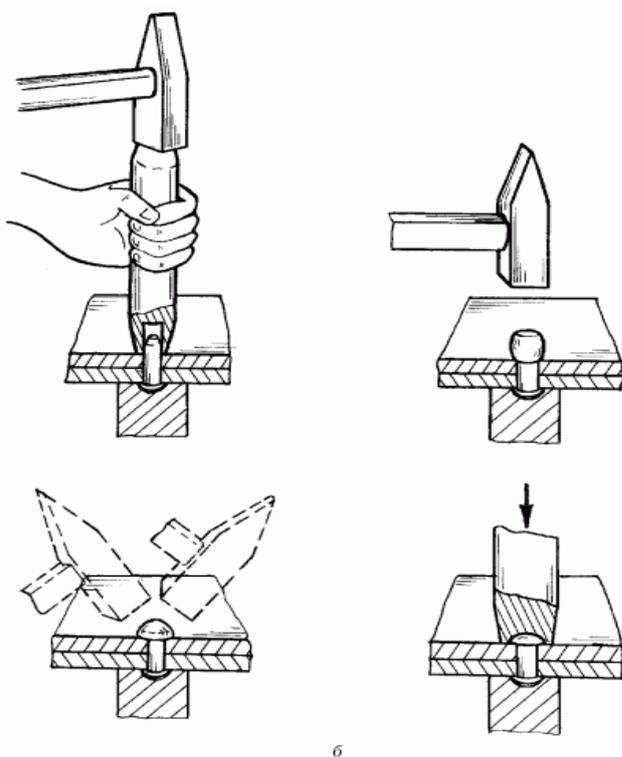


Рис.1.13 –Примеры соединения клепкой

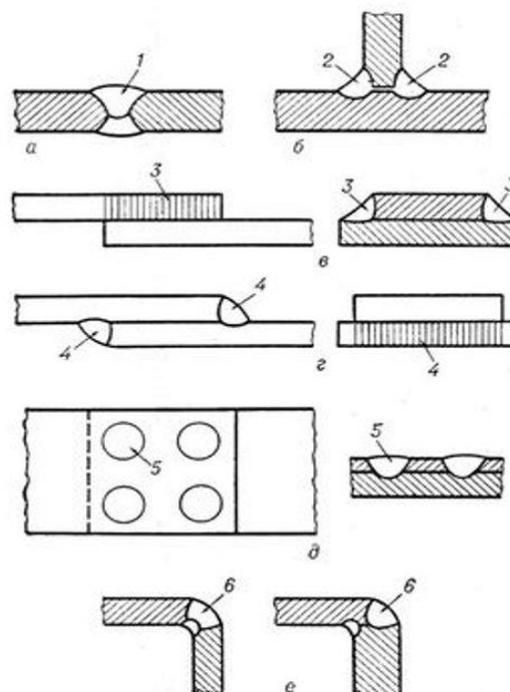


Рис.1.14 –Примеры соединения сваркой

Используя бронзовые орудия и инструменты, люди строили деревянные дома, с большим искусством обрабатывали камень, дерево, кость и рог. Они делали зеркала, булавки, различные золотые и серебряные украшения, бронзовые мотыги, серпы, оружие, предметы домашнего обихода.

При литье используются тигель для плавки металла и формы для придания заготовке нужной конфигурации. После отливки заготовку подвергали различным операциям - ковка, опиловка, заточка на камне и т. д. Воздуходувный мех был изобретен лишь к третьему тысячелетию до н.э., а до тех пор литейщики подавали воздух в печь силой своих легких, через специальные трубки.

Таким образом, необходимость многих принадлежностей для выплавки меди и последующего изготовления из нее различных предметов стимулировало *изобретательство*.

1.7 Улучшение способов передвижения

Расширение торговли и военные походы стимулировали развитие способов передвижения. Строились дороги, сооружались мосты. Наибольшим достижением стало создание колесной повозки, которая впервые стала использоваться с IV тысячелетия до н. э. в МохеджоДаро (Индия). Изобретение *колеса* в корне изменило способы передвижения по суше. Этому способствовал переход к скотоводству и земледелию, когда систематические передвижения стали необходимыми для смены пастбищ, а домашний инвентарь уже был сложнее, возникла необходимость изменить примитивный волок на колесную тележку [1].

Сначала *колесо* неподвижно закреплялось на подвижной оси, а затем изобрели (II тысячелетие до н. э.) колесо со ступицей, что давало значительные преимущества. Для уменьшения веса тележки вместо сплошных деревянных колес стали изготавливать колеса со спицами, позже появились металлические оси и колеса. Общий вид деревянных колес того времени и древняя египетская колесница с металлическими колесами со спицами изображены на рис. 1.15.

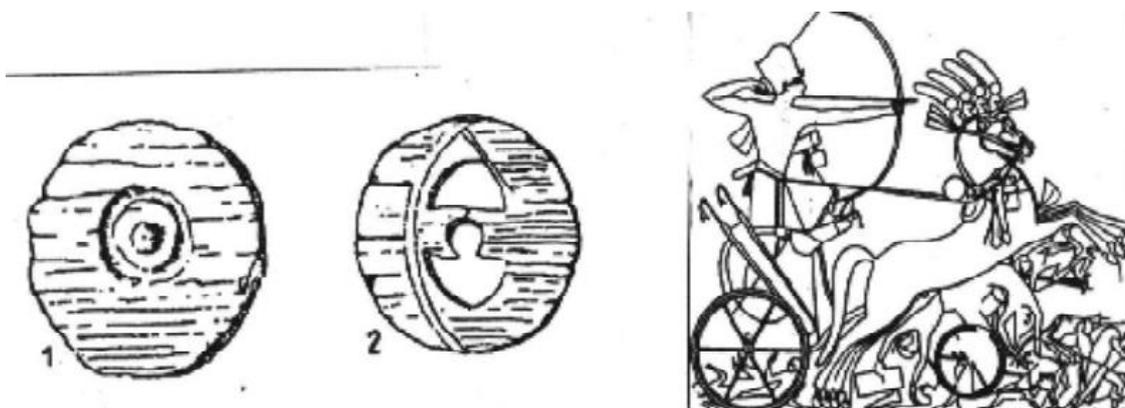


Рис.1.15 – Колеса деревянные (сплошное и с прорезями) и египетская колесница

Еще в древности человек использовал водные пути рек и морское пространство для передвижения. Особенное развитие морское дело приобрело в рабовладельческом обществе. Вначале мореплавание было каботажным. В 325 – 320 г. до н. э. греком Питием (из Миссими) было совершено путешествие на север с целью приобретения олова и янтаря. Он прошел Геркулесовы столбы (Гибралтар), достиг Британии, обогнул ее, приблизился к устью Эльбы и исследовал берега Норвегии вплоть до Полярного круга. Значительно улучшаются пристани, гавани, появляются маяки, например в Александрии [1]. Большие изменения произошли в морском флоте. Основным типом греческого боевого корабля являлась триера (рис. 1.16).

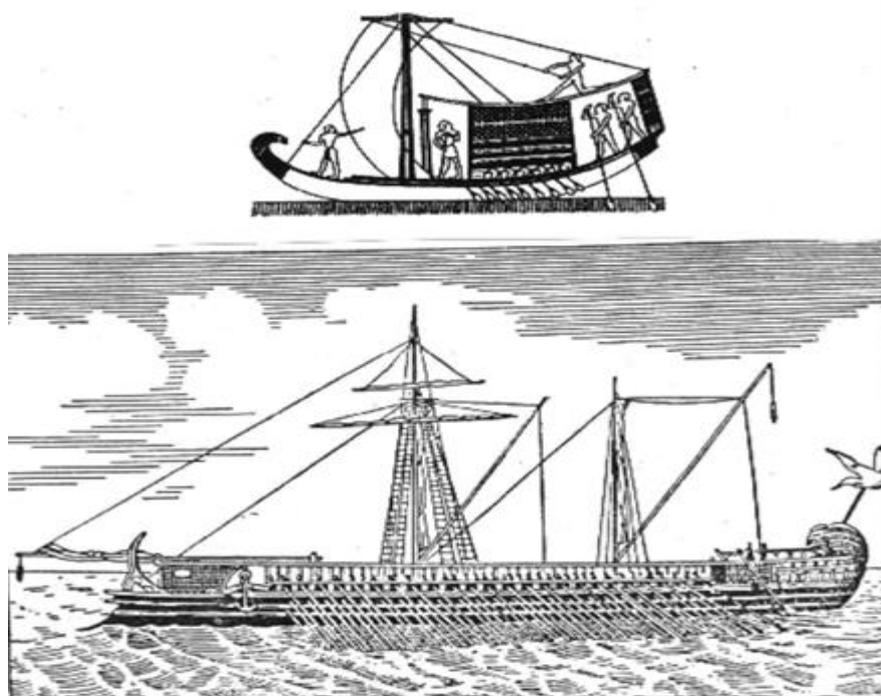


Рис.1.16 – Корабль древних египтян и греческая триера (снизу)

Корабль имел надводный медный таран. Численность экипажа достигала 150-200 чел. Желая увеличить быстроходность кораблей, греки, а

затем и римляне, стали сооружать суда с 4 этажами гребцов (тетреры), 5 этажами (пентеры) и даже с 8 этажами (октеры).

1.8 Зарождение систематизации знаний

Во время расцвета Римской империи изобретательство затормозилось. Римляне предприняли, например, ряд попыток по усовершенствованию конной упряжи, но до конца не довели. Единственное существенное изобретение римлян - *бетон* и его технология использования в военном и гражданском строительстве.

Это, отнюдь, не свидетельствует об отсутствии талантов, а объясняется следующими причинами:

1. Наличие рабов, которые выполняли тяжелую работу.
2. Не престижность изобретательства. Грамотные слои населения (патриции) считали ниже своего достоинства заниматься ремесленничеством. В почете была философия и литература.

Однако, империя сыграла в развитии Европы важную роль по распространению уже имеющихся изобретений и знаний. Объединенные едиными границами многие народы имели больше возможностей для этого.

С началом упадка Римской империи, когда остро чувствовалась нехватка рабочих рук (перестали захватывать рабов) возникла необходимость применять машины на трудоемких работах.

Изобретательство, в этот период, получило новый толчок. В 370 г. до н.э. неизвестный изобретатель предложил использовать на галерах вместо гребцов гребные колеса, приводимые в движение волами. Это не распространилось дальше рукописи, но это уже свидетельствует о поисках новых технических решений.

В разных частях империи (четвертый - пятый век) стали все шире внедряться *водяные мельницы*. (Решение извечной проблемы поиска новых энергоносителей).

В 700 г. до н.э. произошло нововведение, которое довольно существенно повлияло на развитие торговли и, как следствие, на изобретательство - применение *Денег*. Одни из первых *денег* (монеты) изготовил царь Лидии (Турция) Гиг (700 г. до н. э.) из *электра* (природный сплав золота и серебра). На монетах изображался герб царя – лев.

1.8.1 Великие изобретатели древности

Архимед (287 - 212 г. до н.э.) - один из величайших математиков. Разработав теорию *Рычага*, он фактически положил начало *Теоретической механике* (в античные времена эта наука не принесла практической пользы. Архимед опередил свое время. К этой теории вернулись в конце средневековья).

Но многие свои изобретения Архимед внедрил еще при жизни. К примеру, винтовой насос, который носит его имя, начал применяться в ирригации в этот период, рис.1.17. При обороне города Сиракузы Архимед создал систему из рычагов и скрученных веревок, которая позволяла метать камни весом до 30 кг на расстояние \80 м.

Атакующие римляне в страхе разбегались увидев на стенах обороняющихся замысловатые машины, ожидая от Архимеда очередных неожиданностей.

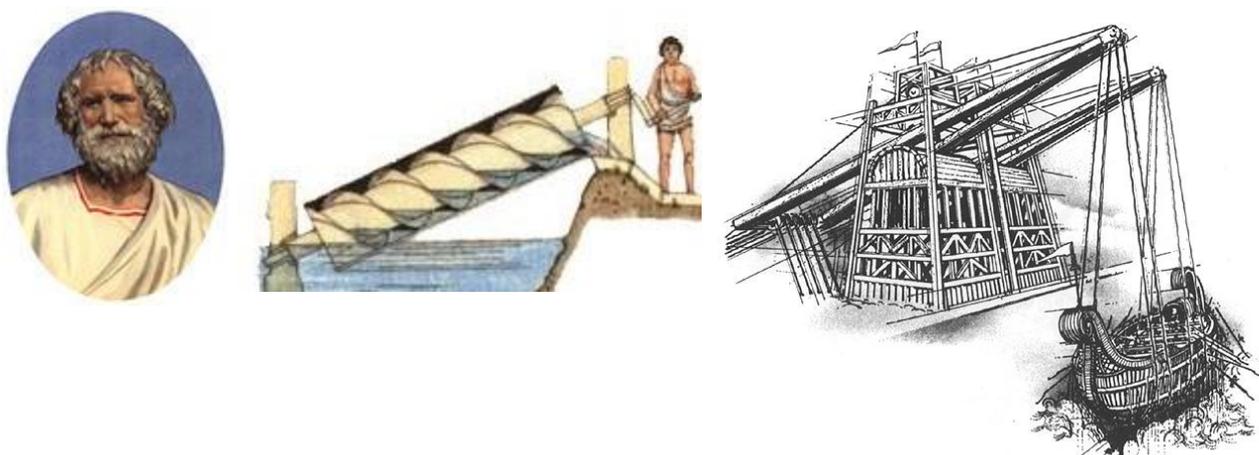


Рис.1.17 – Архимед из Сиракуз и его некоторые изобретения

В дальнейшем, *Фило* из Византии (180 г. до н.э.) и *Ктесибий* (0 г. до н.э.) пытались усовершенствовать подобную артиллерию применением бронзовых пружин, но технические возможности того времени не позволили осуществить этот замысел. *Ктесибий* же принадлежит изобретение нагнетательного насоса. Греки и римляне использовали его главным образом для водоснабжения, в пожарных машинах и для привода гидравлических устройств.

Герон из Александрии. Основное занятие - землемер. (умер за 70 лет до н.э. Грек) Наиболее полезные изобретения:

1. Прибор, предшествующий теодолиту.
2. Прибор для определения пройденного расстояния путем механического подсчета числа оборотов вращающегося колеса. (Принцип современного счетчика автомобиля). В этом его изобретении уже используется *Зубчатая передача*. В своих трактатах Герон описал насосы, пожарную помпу и пожарную машину, а также приспособление для автоматической регулировки фитиля и уровня масла в лампах.

Кроме этого, Герон сделал много изобретений, которые не нашли широкого применения в то время, но принципы, заложенные в них, использовались значительно позже. Главная из них - простейшая *Паровая турбина*, рис.1.18. Это первая попытка использовать *пар* как *новый источник энергии*, который в дальнейшем получил распространение.

Большой интерес представляет и изобретенная *Героном Ветряная мельница*. Его изобретательство использовалось и религиозными деятелями для внушения благоговейного страха верующим. К примеру, по заказу служителей культа *Герон* изготовил автоматический прибор, дающий при опускании монет в "священную" воду, рис.1.18, кукольный театр, где опускающиеся грузы заставляют двигаться куклы; механизм, рис.1.9, с помощью которого зажженный на алтаре огонь открывает двери храма и т.п.

Хитроумные конструкции всех этих "машин" повлияли на последующее развитие технически сложных механических устройств, в частности на часовое производство, развитие зубчатых передач и т. п. Несомненно, они заняли свое место и в истории автоматике.



Рис.1.18 – Герон и его хитроумные изобретения: паровая машина, автомат для воды

Древнеримские инженеры прославились строительством Колизея, терм, водопроводов, дорог и т. п. Ко времени заката империи в Риме было сооружено 9 больших каменных мостов. К Риму вели 28 больших мощеных военных дорог. 11 водопроводов Рима ежедневно поставляли в город 700 тыс. м³ воды. Благодаря применению двуручных воздуходувных мехов и введению плавильных печей римляне повысили качество стали.

Но при ближайшем рассмотрении оказывается, что ни в одной из этих областей технического творчества римские инженеры не получили новых теоретических результатов. Они узаконили технические нормы в строительстве зданий, но не создали ничего нового в методах расчета нагрузки балок и т. п. Все научные основания технической деятельности римляне заимствовали у греков. Это хорошо видно по книге военного инженера времен Цезаря римлянина Марка Витрувия, энциклопедический труд которого отразил состояние технической мысли Рима. Работа Витрувия пользовалась широкой популярностью и играла роль практического руководства для инженеров на протяжении всего средневековья. Компилятивный по замыслу и содержанию и рецептурно-описательный по

методу изложения, труд Витрувия был предназначен для практиков. Читателя, интересующегося теоретическим обоснованием приводимых рецептов и описаний, автор отсылает к своим предшественникам, к тому же Архимеду.

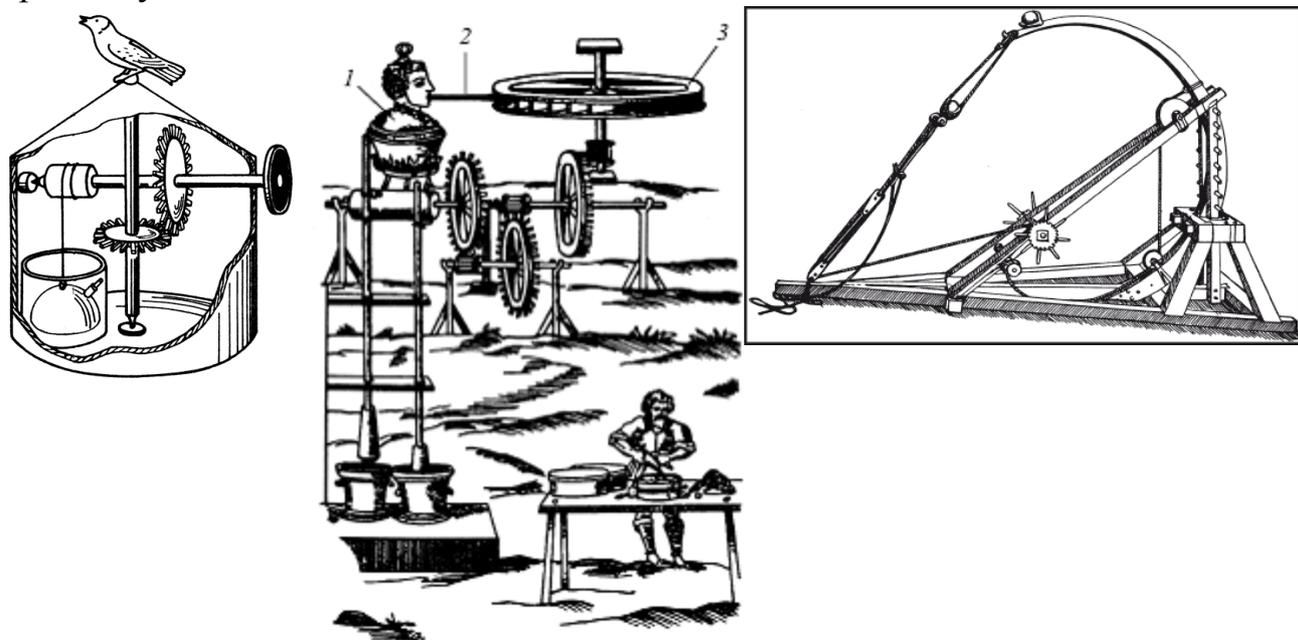


Рис.1.19 – Механизмы театра Герона и камнеметная машина

После 600 г до н.э. вошло в обиход водоподъемное колесо. Это было вертикальное колесо с прикрепленными к нему черпаками, которые перекачивали воду в оросительный желоб. На первых порах колесо вращалось мускульными усилиями человека (топчаком или воротом), а с 200 г до н.э. стали использовать вола. Животное вращало горизонтальное колесо и через *зубчатое зацепление* усилие передавалось на вертикальное.

Животных и раньше использовали как тягловую силу, но передачу усилия горизонтального вращения на вертикальное при помощи зубчатой передачи - впервые в массовом применении. Для дальнейшего развития изобретательства это было, во многих случаях, руководством к действию.

1.9. Зарождение рыночных отношений и денег

1.9.1 Зарождение рыночных отношений

Происхождение денег относят к 7-8 тысячелетию до н.э., когда у первобытных племен появились излишки каких-то продуктов, которые можно было обменять на другие нужные продукты. Тогда рыночные отношения носили еще не утвердившийся характер, преобладал натуральный обмен. Пропорции обмена устанавливались в зависимости от случайных обстоятельств.

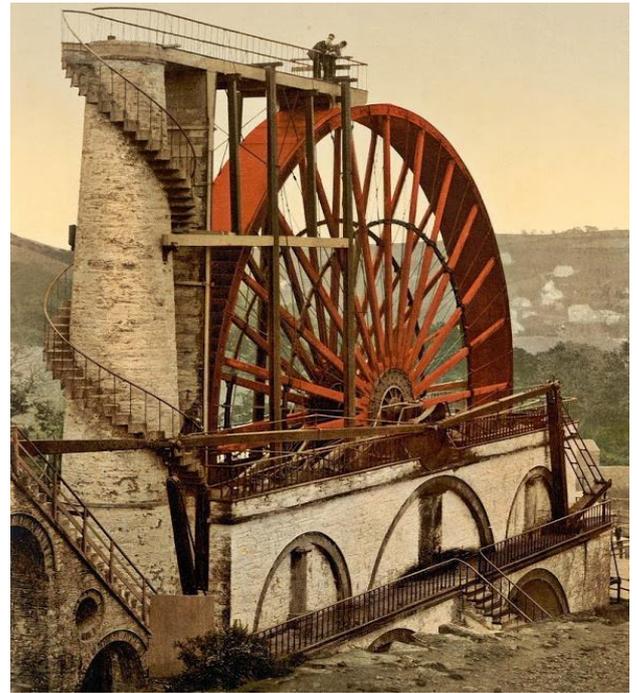


Рис.1.20 – Водоподъемное колесо

Что только не служило человеку *деньгами*! Диапазон таких вещей поистине велик: от коровьих черепов на острове Борнео до брусков соли в Африке, от металлических копий в Конго до человеческих черепов на Соломоновых островах. С обладанием этих необычных денег связаны те же хлопоты и волнения, что и с самыми обыкновенными деньгами. Устраивались особые «сберегательные кассы» для связок раковин. Создавали специальную охрану этих «касс», то есть домов, где племя хранило связки раковин – сбережения своих сочленов. Сила денег переносилась и в загробный мир. Покойнику в могилу клали связки раковин. Одной из очень распространенных форм денег в древности до изобретения монет, был скот. Корова, бык, овца – вот те деньги, которые употребляли многие древние народы, узнавшие в последствии настоящие деньги. Мы употребляем слова «капитал», «капитализм» и хорошо знаем, что они значат. Однако мало кто вспоминает при этом, что слово «капитал» произошло от латинского *caput* – голова, счет же скота вели по головам [4].

У одного и того же народа в разные времена и у разных народов в одно и то же время существовали различные эквиваленты. Так, с выделением пастушеских племен в результате первого крупного общественного разделения труда, орудием обмена был скот.

Северные народы применяли в качестве первого товара для обмена мех. Меховые деньги были широко распространены в Монголии, на Тибете и в районе Памира. Меха служили одним из главных предметов древнерусского торгового обмена с хазарами, арабами, Византией.

Этнография знает примеры очень примитивного обмена. Многие племена, находившиеся на очень низком уровне развития, обменивались с соседями так: в условленное место приносились продукты, предназначенные для мены. Там их раскладывали и оставляли. В отсутствие продавцов приходили соседние племена, с кем было договорено, оставляли свои товары и забирали оставленные для них.

Постепенно при обмене выявляется такой товар, который становится эквивалентом стоимости всех других товаров, то есть, все товары, которыми торговали в данной области, могли быть приравнены к определенному количеству этого товара. Так возникли первые *деньги*.

Среди многих первобытных народностей Азии, Африки, Океании очень долго существовала примитивная форма денег – раковины. Раковины каури ходили как деньги и в таких странах с высокой древней цивилизацией, как Китай, Япония и Индия, рис.1.21. У многих малоразвитых племен раковины – деньги носят в связке и в случае опасности зарывают их в землю как сокровища.



Рис.1.21 – Первые деньги – раковины Каури

В Меланезии известны так называемые «свиные деньги». Эти странные деньги представляют собой связки раковин, стеклянных бус, собачьих зубов и даже свиных хвостиков. Назначение этих денег довольно курьезно: на них покупают свиней и платят ими выкуп за невесту. Связки свиных денег достигают иногда по истине невероятной для денег величины – до 12 метров.

Известны были деньги в виде мраморных колец на Ново-Гебридских островах или в виде церемонийных каменных топоров – на Новой Гвинее. В Древнем Китае деньгами служили бронзовые лопаточки-мотыжки, бронзовые колокольчики, ножи или куски полудрагоценного камня нефрита;

на острове Борнео были агатовые деньги. В Индии существовали деньги-жемчужины.

Раковинные деньги оказались самой устойчивой формой товарных денег. Они не претерпели никаких изменений, дожив до наших дней. Вплоть до XX в. средством платежа служили также человеческие скальпы и черепа.

В мире существовали разные «экзотические» деньги. Так на острове Ява, который входит в группу Каролинских островов, до сих пор находятся в обращении феи. Они представляют собой каменные круги, с отверстием в центре, очень напоминающие мельничные жернова. Диаметр таких «монет» достигает порой нескольких метров, а масса – до тонны. После заключения торговой сделки продавец помечает фею своим знаком, стирая знак прежнего владельца. Во времена Юлия Цезаря в качестве денег использовали рабов. Так, одна рабыня приравнивалась к трем коровам, шести телятам, двенадцати овцам [4].

1.9.2 Развитие денежных эквивалентов

С ростом товарного производства наиболее часто обмениваемый товар становится средством взаимного обмена всех других товаров друг на друга. Постепенно роль всеобщего стоимостного эквивалента монополизирован определяется определенным товаром, который становится деньгами. Всеобщая форма стоимости превращается в денежную.

Между многочисленными видами эквивалентов шла длительная борьба. По мере увеличения общественного богатства роль всеобщего эквивалента закрепляется за благородными металлами (серебром, золотом), которые были обречены исполнять роль денежного материала в течение длительного периода человеческой истории.

Металлы не сразу вытеснили все предшествующие формы денег.

Человечество перепробовало сотни разновидностей денег, пока не перешло к наиболее выгодным и удобным формам – металлическим. В древнейших государствах мира – Месопотамии и Египте – пользовались слитками металла как посредниками при обмене. Иногда эти металлические деньги делали в форме кольца, полукольца, бруска и т.п. В Италии (до появления монет) обращались слитки меди, принимавшиеся на вес. Постепенно людям стало ясно, что лучше изготавливать слитки определенного постоянного веса.

В чем было преимущество металлических денег перед раковинами, коровами, черепами, жерновами и всеми этими примитивными деньгами? Во-первых, металл не портился, его можно было хранить как сокровище сколько угодно; во-вторых, он занимал мало места, и его просто было перевозить; в-третьих, металл легко было разделить на части и превратить слиток большей стоимости в слитки меньшей стоимости для мелких

торговых операций. В этом было серьезное преимущество металлических денег.

Наиболее выгодными были деньги из драгоценных металлов – золота и серебра. Чтобы воспрепятствовать подделке денег (добавлению к драгоценному металлу дешевых денег) государственная власть стала клеймить металлические деньги. Это клеймо означало, что в слитке содержится металл определенного качества. Кусочки металла оделись в «национальный мундир». Так появились первые *монеты*.

Очень долго металлические деньги сохраняли товарную форму. Серебряные и золотые деньги имели форму колец, ожерелий, брусков, золотого песка. В XIII веке до н.э. металлическим деньгам стали придавать форму брусков с определенным весом металла. По этой причине наименование многих денежных единиц тождественно с названием весовых единиц: фунт стерлингов, ливр (полфунта), марка (полфунта). В результате дальнейшего развития рыночных отношений из металла начинают чеканить монеты – денежные знаки, имеющие установленные законом форму и весовое содержание. Самая практичная форма монеты – круглая, хотя встречались самые разнообразные формы: квадратная, семиугольная, восьмигранник. Первым, кто изобразил свой профиль на монете, был *Александр Македонский*.

Монеты из природного сплава золота и серебра впервые появляются в государстве Лидия в VII веке до н.э.

Какие же свойства благородных металлов обусловили столь широкое признание их в качестве всеобщего стоимостного эквивалента?

Во-первых, благородные металлы достаточно прочны по отношению к истиранию, не ржавеют, долго сохраняют свой вид.

Во-вторых, они имеют почти один и тот же состав. Из них очень легко делать стандартные денежные элементы – монеты.

В-третьих, золото и серебро достаточно трудно фальсифицировать.

В-четвертых, они обладают легкой делимостью. Из них легко можно было создавать образцы различных денежных номиналов.

В-пятых, носитель должен быть достаточно редок и сложен в получении. И, в то же время, денежный носитель не должен быть слишком редок, ведь нужен определенный объем денег. Для золота уровень его редкости был оптимальным.

В-шестых, носитель информации не должен иметь собственной потребительской стоимости. Желательно, чтобы его нельзя было использовать для иных целей [4].

Таким образом, в процессе эволюции товарного обмена выделяется особый, абсолютно ликвидный товар - *деньги* -, используемый в качестве всеобщего эквивалента стоимости. Этим товаром становятся золото и

серебро – ранняя форма металлических денег. *Золотые и серебряные деньги* возникали практически во всех мировых цивилизациях. Можно даже сказать, что во многом цивилизация возникла и расширилась вместе с расширением и укреплением золотого денежного обращения.

Существует несколько предпосылок и версий возникновения *бумажных денег*.

Одна из них относится к I в. до н.э. и связана с кожаными деньгами. В это время в Китае появились деньги, изготовленные из шкурок белых оленей. Все олени белого цвета составляли собственность императора. В XIII в. Марко Поло встретил в том же Китае деньги из древесной коры, которая в то время служила бумагой.

Деньги имели форму четырехугольных пластинок и были снабжены особыми знаками и печатями. Эти пластинки обладали различной покупательской способностью и под страхом смертной казни были обязательны к приему.

Вторая версия возникновения бумажных денег исходит из того, что после активного использования золота в торговых сделках, стало очевидно, что как покупателям, так и торговцам неудобно и небезопасно перевозить, взвешивать и проверять на чистоту золото каждый раз при заключении сделок. Поэтому в практику вошло правило отдавать золото на хранение золотых дел мастерам, имеющим специальные кладовые и готовым за плату предоставить их. Получив золотой вклад, золотых дел мастер выдавал вкладчику квитанцию. Вскоре товары стали обменивать на эти квитанции, которые превратились в раннюю форму бумажных денег, а сами золотых дел мастера стали прототипами современных банкиров.

Третью версию раскрывает английский экономист Адам Смит, который говорил, что бумажные деньги должны рассматриваться в качестве более дешевого орудия обращения. Действительно, в обороте монеты стираются, часть благородного металла пропадает. К тому же, возрастают потребности в золоте у промышленности, медицины, потребительской сферы. И главное – товарооборот в масштабах, исчисляемых триллионами долларов, марок, франков, и других денежных единиц, золоту просто не под силу обслужить.

Деньги в виде *банковских билетов* были выпущены в 1716 году во Франции по проекту шотландца Джона Ло, впоследствии ставшего французским министром финансов. Это дало импульс массовому выпуску и хождению бумажных ассигнаций.

В период первой мировой войны бумажные деньги были уже практически во всех странах.

Бумажные деньги являются «неполноценными», так как не имеют самостоятельной стоимости. Затраты труда на их печатание незначительны. Вне процесса обращения они превращаются в клочки бумаги.

Государство придает им принудительную нарицательную стоимость в пределах данной страны. При этом оно устанавливает номиналы денежных знаков не произвольно, а с учетом ряда объективных факторов.

Бумажные деньги по своей природе неустойчивы и подвержены обесцениванию, так как они не имеют собственной стоимости. Обесценивание денег происходит по разным причинам: избыточный выпуск денег в обращение для покрытия бюджетного дефицита, военных и других непроизводительных расходов; снижение производительности труда и сокращение товарной массы и т.д. В целом обесценивание бумажных денег характерно для нестабильной экономики.

Длительное самостоятельное обращение бумажных денег невозможно, поэтому наряду с ними существуют кредитные деньги.

Кредитные деньги – это бумажные знаки стоимости, возникшие на основе кредита.

Вексель – это письменное долговое обязательство, дающее его владельцу (векселедержателю) право по наступлению срока требовать от должника (векселедателя) уплаты обозначенной на векселе суммы.

Вексель обладает свойством обращаемости, то есть способности обращаться вместо наличных денег [5]; поэтому он получил название *торговых денег*.

Вексель возник на основе торговли в кредит, то есть с появлением коммерческого кредитования. *Коммерческое кредитование* – это кредитование предприятиями друг друга, минуя банки.

В вексельном обороте может участвовать неограниченное количество лиц, поскольку вексель передается как средство платежа и в порядке переуступки права требования указанной суммы.

Разновидностью кредитных денег считается *банкнота*. Она возникла в конце XVII в. Владелец слитка золота или золотых монет мог оставить эти сокровища в уважаемом банке (позднее в центральном банке). После определения проб и тщательного взвешивания банк выдавал расписку о принятии золота на хранение. Эта «банковская записка», или как ее стали называть банкнота (bank note), была очень удобна в использовании. Она была равносильна золоту, поскольку в любое время могла быть обменена на депонированный ранее металл. Со временем банкнота все больше становилась похожа на бумажные деньги.

Обращение *депозитных денег*, создаваемых на основе банковских вкладов и безналичных расчетов, связано с чеком. *Чек* – это письменный приказ владельца счета банку уплатить наличными или перевести на счет подателя чека указанную в нем сумму денег [6].

В основном чеки бывают денежными и расчетными. По денежным чекам получают наличные деньги в банке. Расчетные чеки носят характер

ордера. Таким образом, переход от металлических денег к бумажным обусловлен рядом причин.

1.9.3 Деньги древности

Племена, населявшие берега теплых морей, использовали в качестве предмета обращения раковинные деньги. Раковины, насаженные на нитку в виде украшений, служили первобытными деньгами в Древней Индии, Китае, Индокитае, на восточном побережье Африки, Цейлоне и Филиппинских островах. На рис. 1.22. представлены образцы некоторых старинных денег, в том числе раковинных.

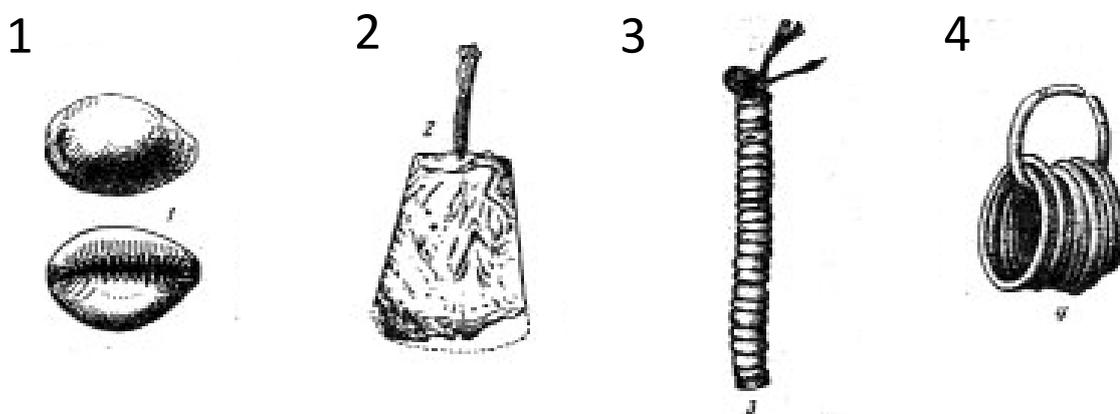


Рис. 1.22- Образцы древних денег: 1 - раковины каури; 2 - перламутровые подвески-деньги; 3 - связка денег-раковин; 4 - связка металлических денег-колец.

Только у Геродота, Ксенофана и у некоторых других древних авторов имеются сведения о том, что первые монеты стали чеканить в малоазийском государстве Лидии. Сейчас считается установленным, что древнейшие монеты появились в Лидии в 7 веке до нашей эры. Это были монеты из электра – сплава серебра и золота.

Несколькими десятилетиями позднее появились монеты в греческом городе Эгине. Эгинские монеты имели совсем другой вид, нежели лидийские, и чеканились из серебра. Поэтому можно предположить, что в Эгине монета была изобретена хоть и позднее, но совершенно самостоятельно. Очевидно, именно там развилась особенно быстро мелкая торговля, которая требовала удобных денег в виде монеты. Недаром греки называли эгинцев первыми мелкими торговцами. Самостоятельно появились монеты в Индии и Китае, причем в Китае согласно традиции, мелкие и медные монеты появились еще в начале 1 тысячелетия до нашей эры.

Известны тысячи монет: круглых и овальных, прямоугольных и квадратных. В этой массе монет могут встретиться и треугольные деньги

Парфии эпохи царей Аршакидов (Зв. до нашей эры – Зв. нашей эры) и бесформенные медные лепёшки, чеканенные грузинской царицей Тамарой (конец 12 – начало 13 века). Удлиненные пластинки, имеющие на концах закругленные фестоны в виде треугольников, - это золотые монеты султана Акбара (1556 – 1605 гг.). Овальные крошечные серебряные копейки - монеты Алексея Михайловича (1645 – 1676 гг.) – царя всея Руси. В Римской республике изготавливались зазубренные монеты; а литые монеты в форме дельфинов, изготовлявшиеся в конце 5 – начале 6 веков до нашей эры – это монеты греческой колонии Рима в Северном Причерноморье – Ольвии.

Часто на монетах имеется изображение правителя страны – короля, императора или царя. В восточных странах, где изображение помещали на монетах очень редко, обычно чеканилось только имя правителя, его титулы и почетные звания. Изображения и надписи, говорящие о правителе или правящем народе, или о каких-то городских божествах, или святынях, были всегда основной частью монетного типа. На монетах древней Греции особенно часто находим изображения божеств или священных животных, почитаемых в том городе, где была выпущена монета. Так, например, на монетах Афин чеканилась голова богини Афины – покровительницы этого греческого города, а на монетах Олимпии – голова Зевса. Часты были изображения Геракла (рис. 1.23) и других божеств.

Среди множества богов древних римлян был такой, который ведал



Рис. 1.23. Голова Геракла в львиной шкуре на монете А. Македонского (конец IV века до н.э.)

всеми начинаниями, изобретениями. Ему подчинялось время. Бога называли Янусом и изображали с двумя лицами, обращенными в разные стороны. Римляне верили, что важное на земле создано волей богов. Януса они считали творцом первой монеты. Поэтому на старинных монетах многих городов Италии на одной стороне изображена двуликая голова, а на другой – нос корабля, на котором будто бы Янус приплыл к берегам этой страны. В древней Греции были в обращении драхмы, оболы, холкосы и вошедшая в поговорку мелкая монет – лепта.

Первые персидские, тоже очень древние, деньги представляли собой скрученную вдвое серебряную проволоку, слегка расплющенную. Персидский царь Дарий 1 Гистасп задолго до нашей эры отчеканил свои знаменитые даррики. Каждый из них имел 8,4 грамма чистого золота и нес на себе изображение царя, стреляющего из лука.

На рис. 1.24 – 1.28 представлены изображения некоторых древнегреческих, монгольских и древнерусских монет.

Рис.1.25 – Серебряник Владимира



Рис. 1.26-Образцы древнерусских монет



Рис. 1.27- Греческие монеты (серебро).

1. Афинская монета с изображением Афины и совы.
2. Коринфская монета с изображением Афины и Пегаса.
3. Греческая монета с изображением Афины и быка.
4. Греческая монета с изображением черепахи.
5. Монета македонского царя Филиппа V с изображением Персея и палицы Геракла.
6. Монета Александра Македонского с изображением Геракла в львиной шкуре.
7. Монета Фессалии с

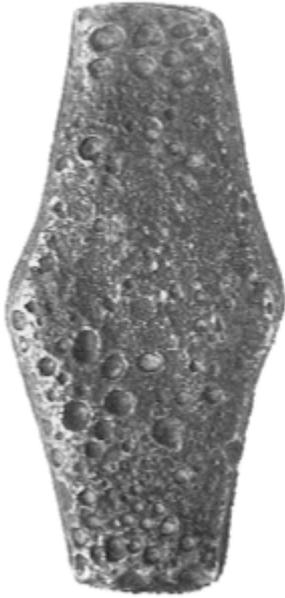


Рис. 1.28 - Киевская гривна 12-13 вв. Серебро.

2. Техническая деятельность в Средние века

2.1 Развитие ремесла

Еще в рабовладельческом обществе возникли города с крупными рабовладельческими ремесленными мастерскими. Однако после падения Рима города пришли в упадок, а место крупных рабовладельческих предприятий заняли небольшие домашние ремесленные мастерские. Начиная с XI в., когда развитие производительных сил пошло более быстрыми темпами, в странах Западной Европы и на Руси стали создаваться крупные города и вновь возникать обособленные ремесла. Ремесленники начали селиться вокруг замков феодалов, городов и монастырей. Так, постепенно, начиная с X в., обычно на водных путях, стали создаваться города.

Начиная с IX в. – в Византии, с X в. – в Италии, а несколько позже – во всех странах Европы и на Руси возникли цехи. Цех объединял городских ремесленников одного или нескольких близких промыслов. Полноправными членами цехов были только ремесленники-мастера, имеющие небольшое количество подмастерьев и учеников. Цех регламентировал процесс производства, продолжительность рабочего дня, число подмастерьев, количество сырья, готовых продуктов, цены и т.п. При этом приемы работы, закрепленные многолетней традицией, были строго обязательны для всех мастеров ("шедевр" должен быть не хуже и не лучше).

Внутри мелкой ремесленной мастерской не было сколько-нибудь широкого разделения труда, оно происходило между отдельными мастерскими, а не внутри мастерских. Это привело к увеличению числа профессий и цехов.

2.2 Выплавка металла

Для совершенствования орудий труда решающее значение имело улучшение плавки и обработки железа. Вначале основным способом получения железа был *сыродутный процесс*, при котором происходит прямое восстановление железа из руды, обычно при 1100...1350 °С. *Сыродутный горн* VI – VIII вв., который применялся на Руси, сооружался из глины и иногда обкладывался камнем (рис. 2.1). Высота сыродутного горна достигала 35 см, диаметр – 60 см, толщина стенок составляла 5-7 см. В горн закладывалась руда, и мехами нагнетался воздух. В результате восстановления руды получали железную крицу весом до 8 кг. Процесс восстановления железа длился в течение 2-2,5 часов. Извлекаемая из горна крица (кусок металла пористого железа губчатого строения с некоторым количеством серы, фосфора, кремния, марганца и др. примесей со шлаковыми включениями) в дальнейшем проковывалась, в результате чего получалось железо. Чтобы повысить степень извлечения железа из руды и производительность процесса, увеличили высоту самого горна, в результате горн превратился в домницу, и усилили дутье путем применения водяного колеса для приведения в действие воздуходувных мехов. В результате этих двух усовершенствований железная руда в верхней части горна, где температура составляла 750...900 °С, восстанавливалась раньше образования шлака. Благодаря этому уменьшились потери железа в шлаке, а само железо больше напитывалось углеродом. В результате в нижней части печи, где температура под воздействием дутья повысилась до 1350 °С, был получен чугун. Он был хрупким, не поддавался ковке и потому считался браком.

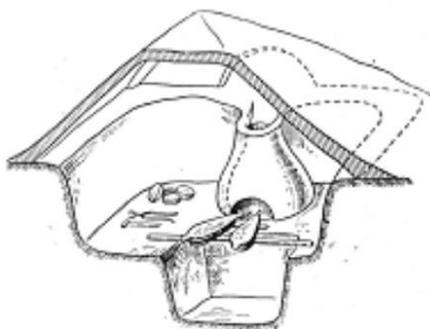


Рис. 2.1 – Схема сыродутного горна VI – VIII вв.

Со временем его стали применять для производства отливок, а позже непригодный для литья чугун пускали вместе с рудой на вторичную переплавку. При этом уменьшались затраты топлива и руды, поэтому сыродутный процесс постепенно вытесняется двухступенчатым способом получения стали, когда сначала в доменной печи получали чугун, а при вторичной переплавке в горне в результате так называемого передела крицы получали сталь. Первые доменные печи появились в Западной Европе в середине XIV в. По своим размерам они мало отличались от домниц, но постепенно их конструкция совершенствуется. Доменная печь XV – XVI вв. (рис. 2.2) имела высоту 4,5 м, внутренний диаметр 1,8 м, и в ней получали 1,6 т чугуна за сутки.

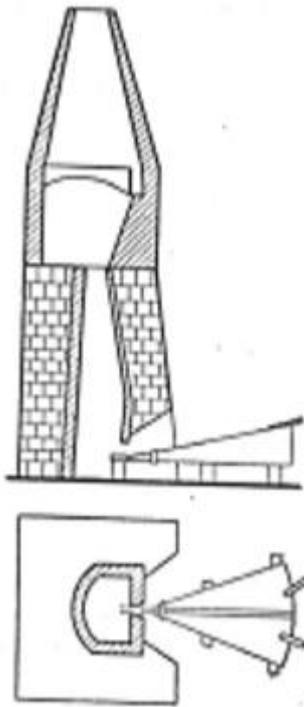


Рис. 2.2 – Схема доменной печи XV – XVI вв.

Обычно при одной доменной печи работало несколько кричных горнов, в которые загружался чугун (150-200 кг). Передел крицы протекал 1-2 часа. За сутки можно было получить около 1 т металла. Выход пригодного железа составлял 90...92 % веса чугуна [7].

2.3 Горное дело

Увеличение выплавки и обработки металлов вызвало изменение техники *горного дела*, которое превратилось в особую сферу деятельности. Добыча руды осуществлялась простыми горными инструментами. Широко использовался огневой метод. Для подъема руды применялся обычный ворот, приводимый в движение вручную. Водоотлив производился через ствол шахты в кожаных мешках или при помощи штолен.

Широко проводились разведочные работы при помощи шурфов и при помощи "волшебной" лозы.

2.4 Крупнейшие изобретения: порох, бумага, книгопечатание, очки, компас, токарный станок, механические часы

Старейшим из взрывчатых веществ является *дымный*, или, иначе, *черный порох* – взрывчатая смесь, состоящая из калиевой селитры, серы и древесного угля.

Приближающаяся к этому составу зажигательная смесь появилась впервые в Китае, по одним сведениям, в начале нашей эры, по другим – в

VIII – IX вв. Первое упоминание о применении дымного пороха в Китае относится к 1232 г. В середине VII в. византийцы употребляли так называемый "*греческий огонь*", состоявший из серы, горной смолы, селитры и льняного масла.

Первые летописные сведения о применении *пороха* в Западной Европе и на Руси относятся к XIV в. В течение длительного времени дымный порох являлся единственным употреблявшимся взрывчатым веществом, причем состав его на протяжении 500 лет почти не изменялся. Применение черного пороха в качестве метательного средства положило начало огнестрельной артиллерии, которая вызвала настоящую революцию в военном деле.

Книгопечатание. Китай на несколько веков опередил Европу в вопросе книгопечатания по той простой причине, что для этого нужна бумага, а именно Китай около 100 года начал производить бумагу и до 7-го века оставался монополистом в этом вопросе. Затем бумага появилась в Самарканде (751 г.), лежавшим на пути к процветающей в этот период Арабской империи. Затем бумага распространилась: Багдад (793 г.) Египет (900 г.), Марокко (1100 г.). Испания (1150 г.), Франция (1189 г.), Италия (18 век), Германия (19 век) и т.д.

В процессе развития книгопечатания можно выделить три главных этапа:



1. Печатание с деревянных форм, вырезанных для каждой отдельной страницы.

2. Печатание подвижными литерами, изготовленными из дерева или из другого материала. Имея несколько сотен таких букв, печатник имел возможность набрать необходимый текст на страницу, закрепив буквы в рамку. При этом нужно было вырезать несколько сотен экземпляров каждой буквы.

3. Набор текста методом массового производства, отливая из металла все литеры в одной форме.

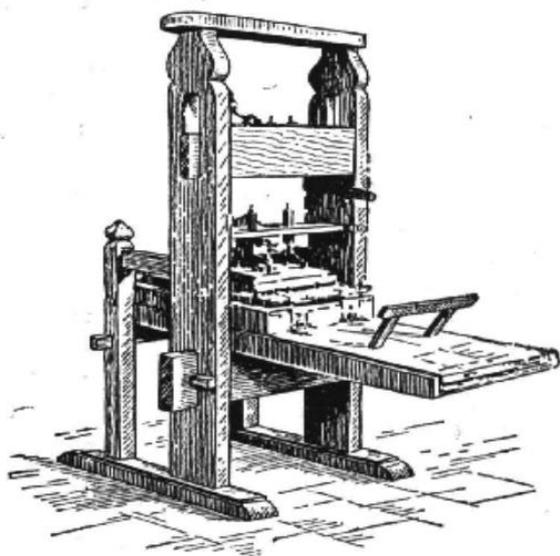
Рисунок 2.3 – Изготовление бумаги в Древнем Китае

В 1045 году в Китае стали применять глиняные формы, а в 1314 г. распространились деревянные литеры. Наконец, в Корее с 1392 г. литеры стали отливать из металла, а в 1409 г. этим способом была напечатана первая

книга. Но огромное количество букв китайской письменности задерживало развитие печатания металлическими литерами. Печатание достигло Персии в 1294 г., но на протяжении последующего столетия дальше не пошло.

Книгопечатание в Европе развивалось своим путем, но базировалось на сведениях полученных из Китая вследствие развития торговых отношений. *Ксилография* для печатания бумажных денег, игральных карт и картинок религиозного толка появились в Европе к концу четырнадцатого века и широко распространилось в начале пятнадцатого. Напечатанные ксилографическим способом книги появились в 1450 г.

Переход к металлическим литерам перешел быстро и без промежуточных этапов. Многие технические задачи этого процесса решил Иоанн Гутенберг житель немецкого города Майнца, который начал печатать книги с 1450 года. К 1500 г. книгопечатание проникло в 12 европейских государств. К этому времени уже было издано около 40000 экземпляров [2]. Для печатания были созданы ручные печатные станки (рис. 2.4).



Среди великих открытий и изобретений того времени находятся *очки* и *компас*. Место и время изготовления первых *очков* точно не известно. Первые *очки* появились в Венеции в XIII в.

Рисунок 2.4 – Ручной печатный станок

Потребность в очках вызвала развитие стекольного дела и, в частности, шлифовки стекол. Изготовление и применение очков подготовили изобретение подзорной трубы, микроскопа и привели к созданию теоретических основ оптики.

Точные данные о времени и месте применения магнетизма и изобретении *компаса* неизвестны. По-видимому, магнетизм впервые был обнаружен в виде естественной намагниченности некоторых железных руд. Наиболее древнее практическое применение магнетизма известно в Китае, где в летописи III в. до н.э. имеются записи о применении компаса, первоначально употреблявшегося при сухопутных путешествиях [1].

Первые упоминания о *компасе* в Европе относятся к XII – XIII вв. Вначале компас представлял собой магнитную стрелку, укрепленную на пробке, которая плавала в сосуде с водой. В начале XIV в. компас усовершенствовали: к стрелке прикрепили небольшой круг с 16 делениями (румбами) Компас, подзорная труба, а также появившаяся техника морского

дела позволили в конце XV и в XVI в. осуществить великие географические открытия.

Примитивный *токарный станок* появился впервые в 1200 - 1000 г.г. до н.э. и повсеместно уже встречался к 800г. до н. э. В рассматриваемый нами период изменился не только сам станок, но и набор столярных инструментов. *Коловорот* и *сверло* пришли на смену *смычковой дрели*, применявшимся в *мезолитическую* эпоху. В древнем станке (вбитые в землю и соединённые между собой бруски) заготовка вращалась попеременно в обоих направлениях подмастерьем, дергавшего за концы обмотанной вокруг заготовки веревки. Столяр держал режущий инструмент руками не пользуясь опорой или направляющим приспособлением.

В 1250 г. ремень, проворачивающий заготовку, прикрепляли внизу к педальному механизму, а наверху - к пружинящему передвижному шесту. Таким образом, у токаря высвободились руки для операций режущим инструментом, а заготовка вращалась ногой через педаль. С середины четырнадцатого века для привода токарных станков начали использовать *водяные двигатели*.

Ременным приводом через колесо с кривошипом стали пользоваться с 1411 г. Первые шаги к созданию подвижного *суппорта* были приняты в 1480 г.

Механические часы. В бронзовом веке люди пользовались водяными часами, в которых время измерялось количеством воды, вытекающей через небольшое отверстие из сосуда. Древние греки усовершенствовали их, снабдив разными регулирующими механизмами и циферблатом со стрелкой, соединявшимися с часами механически.

В 6-м веке у арабов *часы* оснастили искусным *механизмом*, заставлявшим каждый час выскакивать какую-нибудь куклу. Но водяные часы были неточными.

Китайцы с начала нашей эры изготавливали часы, которые приводились в движение от водяного колеса. Эти часы имели своеобразное спусковое устройство, которое задерживало вращение колеса до тех пор, пока каждый ковш не наполнится в свою очередь доверху, и затем допускало его поворот на определенный угол. Первые *механические часы* с гирькой изготовил француз Жербе, ставший в 999 г. папой Сильвестром вторым. Постепенно эти часы совершенствовались и к 1300 г. механические часы в Европе уже удовлетворяли по точности бытовые нужды. Прототип этих часов можно встретить и сегодня.

3 ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ

Средневековье, эпоха феодализма (1450 - 1660 г.г.) - интересный, с точки зрения развития изобретательства, этап инженерной деятельности. За этот период значительно расширилось применение имеющихся машин и изобретено много новых. Пришло время, когда без определенного «образования» изобретательство эффективным быть не могло. Важно и то, что это был период новых попыток разрешить многие задачи механики, некоторые из которых дожидались своего решения еще много веков. Так, например, в этот период люди оценили скрытую энергию *пара* и попытались ее использовать. Пока желательных результатов это не принесло, но сама идея и наработки (разработки) в этой области развивались последующими поколениями изобретателей.

Усилия для совершенствования имеющихся машин и изобретения новых стали гораздо целеустремленнее и результативнее. Одно из наиболее существенных достижений этого периода – *систематизация имеющихся знаний*.

К концу 17 века началась разработка теоретических основ механики, заложивших фундамент под решение самых разнообразных задач машиностроения.

Основополагающим двигателем достижений периода развития 1450 - 1660 г. г. была *торговая революция*. Именно так можно назвать этот исторический отрезок времени. Расширившаяся торговля стимулировала изобретательство. Отпала необходимость выпуска всех видов товаров в каждом регионе. Появилась возможность специализации на узком производстве, а это способствовало совершенствованию выпускаемой продукции и технологии ее производства.

3.1 Систематизация и развитие накопленных знаний

Мы помним ханжеское отношение к изобретательству и ремесленничеству в период Римской империи, когда образованные слои населения считали ниже своего достоинства заниматься подобными вопросами.

Это не могло продолжаться долго, так как передовые люди понимали значение совершенствования техники для развития прогресса. Смекалистые ремесленники исчерпали свой резерв изобретательства и кардинально повлиять на его развитие уже не могли. В процессе развития изобретательства люди уже накопили определенные знания, но они были

разрозненными. Для дальнейшего развития изобретательства возникла острая необходимость *систематизации знаний*.

В древние времена накоплением и систематизацией знаний занимались жрецы, которые использовали их для утверждения своего могущества. Знания жрецов возводило их в ранг полубогов и, чтобы не утратить свое особое положение, накопленные знания сохранялись в строжайшем секрете.

После исторических преобразований общества, с исчезновением жрецов, исчезла и их система знаний, и методика их накопления. Какая-либо другая система накопления знаний отсутствовала длительный период времени. А системы накопления знаний в *мировом масштабе* никогда не существовало вообще. *Следовательно*, для дальнейшего развития общества, в виду сложившихся условий рассматриваемого периода, целесообразно создать *Систему накопления имеющихся знаний*.

Первыми попытками систематизации знаний занимались создаваемые в этот период научные общества. Первым таким обществом была "*Академия тайн природы*", созданная в Неаполе в 1560 г. Она занималась большим кругом научных проблем, но главная ее заслуга - первая попытка *систематизации знаний*. Эта хорошая инициатива получила дальнейшее развитие. В 1662 г. в Лондоне образовано "*Королевское общество*", верительную грамоту которой вручил сам король Карл второй. К чести консерватизма англичан, в хорошем смысле слова, эта организация и по сей день является одним из видных центров науки современности.

В 1666 г. в Париже создалась "*Королевская Академия Наук*". В отличие от предыдущих обществ, изобретательская деятельность этой академии поощрялась материально королем Франции Людовиком XIV. Впоследствии Наполеон переименовал ее во "*Французский Институт*". Подобные научные общества стали создаваться во многих странах. Параллельно с решением главной проблемы *систематизация знаний* эти организации способствовали пропаганде и популяризации знаний посредством прессы.

Начиная с XI – XII вв., в Европе создаются университеты. Препятствием развитию технического образования в университетах стало то, что господствовавшая система образования вплоть до XVII в. находилась под доминирующим влиянием церкви.

Но, начиная с XVI в., развитие экономики требовало подготовки специалистов, способных решать технические задачи. Это заставляло государство брать под свое покровительство научные общества, способствовать их развитию, превращению в формально организованные институты научной деятельности. По этой же причине государство, в конце концов, взяло на себя функцию обеспечения научно-технического образования.

В XVI в. во Франции создаются королевские студенческие государственные военные академии для подготовки офицерских кадров. В 1600 г. королевским эдиктом во Франции университеты передаются в ведение государственных органов власти.

Именно они начали печатать научные статьи. Значение этого для развития науки переоценить сложно.

3.2 Развитие изобретательства и науки

Среди титанов Возрождения одно из первых мест по праву принадлежит Леонардо ди сер Пьеро да Винчи (1452 -1519). Обладая



многогранным талантом и интересуясь самыми разнообразными проблемами, он всю жизнь занимался изобретательством. Вряд ли в истории планеты найдется еще одна личность, которую можно охарактеризовать таким же количеством эпитетов: изобретатель, художник, анатом, музыкант, архитектор, скульптор, инженер, гений, провидец, поэт...Сила

его ума его гениальные научные предвидения, его замечательные технические изобретения, наконец, его великое реалистическое искусство — все это повергало в изумление уже людей Ренессанса, склонных воспринимать Леонардо как живое воплощение того идеала всесторонне развитой личности, о котором мечтали лучшие из мыслителей и писателей XV-XVI веков.

Пулемет, акваланг, танк, дельтаплан, автомобиль, вертолет, парашют.... Его изобретения опередили время на сотни лет. Его жизнь окутана тайной, а некоторые работы до сих пор вызывают удивление. Многие обыватели знают его как художника. Его шедевр картина Мона Лиза до сих пор является пищей для художественных критиков и предметом восхищения ценителей искусства. Но гораздо уже круг людей знают Леонардо да Винчи как величайшего механика. И уж совсем ограниченный круг людей знают о его очень ценном вкладе в развитие медицины.



Рис.3.1 – Мона Лиза



Рис.3.2 – Мадонна Бенуа

Сохранившиеся 5000 страниц рукописей Леонардо да Винчи охватывают самые различные научные и технические вопросы, значительная часть которых посвящена развитию машиностроения. Леонардо да Винчи "перерос" свое время. Некоторые его изобретения были внедрены при его жизни, а некоторые - позже и даже через несколько веков. Записки Леонардо да Винчи были опубликованы много лет спустя после его смерти, но их читало много людей и до публикации. Поэтому не исключена возможность, что кто-то воспользовался его идеями и претворил их в жизнь, не отдав должное их творцу. Такие подозрения существуют по отношению к некоторым изобретениям, но они бездоказательны.

К внедренным при жизни Леонардо да Винчи изобретениям относятся, в частности, следующие изобретения. 1) Шлюзные ворота на канале. В 1495 г. он набросал эскиз двух *Створных щитов*, снабженных небольшими отверстиями с задвижкой для воды, чтобы наполнять или опорожнять шлюз. А в 1497 г. подобные ворота уже были сооружены на канале города Милан. (Прежде шлюзовые ворота делались опускаемыми). 2) *Пистолет с колесным затвором*, по образцу которого в Германии с 1500 г. стали делать мушкеты.

И многое другое. Некоторые изобретения воплощены через 50 лет после его смерти. Это относится к некоторым усовершенствованиям текстильных машин. А некоторые его изобретения оставались длительное время без употребления. Иногда это объяснялось ошибочностью принципов (летательный аппарат, ткацкий станок с приводом). Чаще же принципиально верные изобретения не удавалось претворить в жизнь из-за недостатка мастерства исполнителей и нужных материалов. К ним относятся *центробежный насос, гидравлический пресс, огнестрельное нарезное оружие, пушка, заряжающаяся с казенной части*.

Его *роликовые подшипники* (о которых он писал как о "чуде механики") появились впервые в практике в шестнадцатом веке, получив широкое распространение лишь в девятнадцатом веке. Изобретательский дух эпохи характеризует и изучением Леонардо да Винчи и его менее талантливых коллег элементарных механизмов вне связи их с возможным применением. Он составил эскизы многих устройств для *преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное* и наоборот. Им были сконструированы *спиральные и конические зубчатые передачи*. Он изучал *шарнирную цепь* и многие другие устройства.

Леонардо да Винчи впервые установил разницу между *машиной*, выполняющей работу, и *двигателем*, который приводит ее в движение. На эскизах многих его машин указан просто вал, к которому можно подсоединить любой двигатель. Ну, и если мы упомянули о заслугах Леонардо да Винчи в *медицине*, то следует отметить, что он впервые составил близкий к истинному *анатомический атлас строения человеческого тела*. Для этого он по ночам (прячась от "святейшей инквизиции") расчленил 20 трупов [2]. Итак, одними из важных 10 изобретений Леонардо являются, см. рис.3.3-3.12.



Рис.3.3–Подшипник качения



Рис.3.4 - Парашют



Рис.3.5–Орнитопёр (самолет)

В этот период работают такие выдающиеся инженеры, как Георгий Агрикола (1508 – 1557), Ванноччо Бирингуччо (1480 – 1539), Джероламо Кардано (1501 – 1576) и др.



Рис.3.6-Пулемет



Рис.3.7-Водолазный костюм



Рис.3.8-Бронированный танк



Рис.3.9-Самоходная тележка

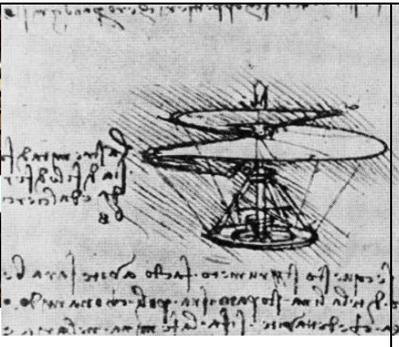


Рис.3.10-Воздушный винт

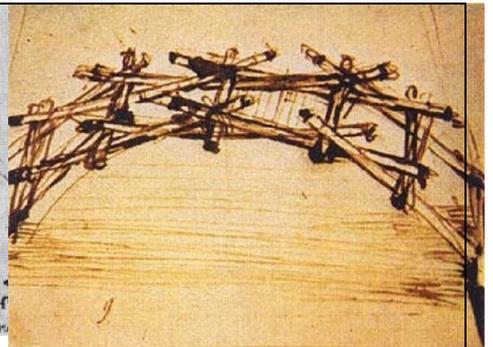


Рис.3.11-Проект городов будущего

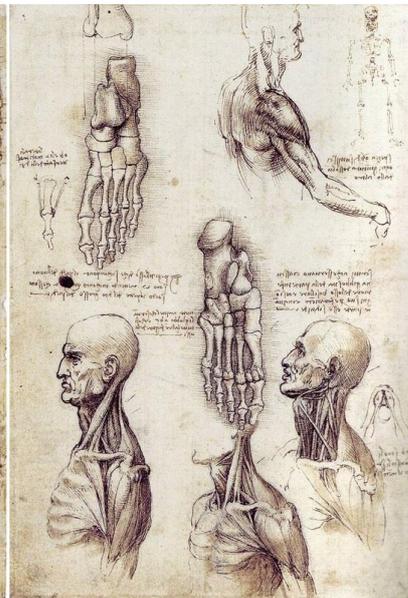
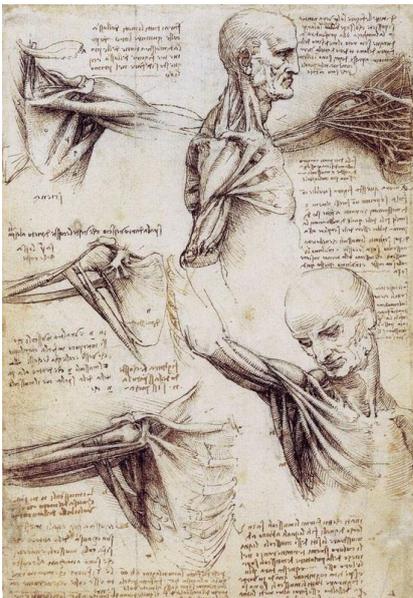


Рис.3.12 – Робот-рыцарь



Значение теории для решения практических задач техники хорошо понимал Никколо Тарталья (1499 – 1557).

Он часто выполнял заказы практиков на математические расчеты и поэтому был прекрасно осведомлен о реальных научно-технических проблемах современности. Выполняя один из таких

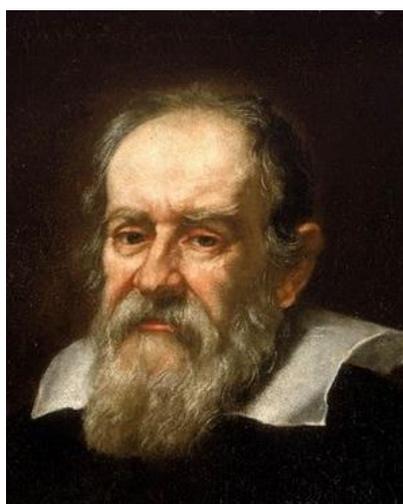
заказов, он решил в общем виде *практическую задачу о максимальной дальности стрельбы* и тем самым закончил *основы баллистики*. Используя метод Архимеда, он *определил удельный вес* многих веществ, разработал способ подъема затонувших судов.



Обстановка экономического подъема, расцвета торговли, роста “спроса” на научное решение практических задач способствовала формированию не только высоконаучных теорий, но и живо интересовавшихся реальными делами специалистов. Большое значение для развития механики имело учение Николая Коперника (1473 – 1543).

Его *гелиоцентрическая система мира* была самым большим открытием. Работа Коперника “О вращении небесных сфер”, изданная в 1543 г., – одно из выдающихся произведений в истории науки.

Первым, кто оценил значение трудов Коперника, был великий итальянский мыслитель, материалист и атеист Джордано Бруно (1548 – 1600).



Центральное место в борьбе за передовую науку занимает выдающийся итальянский физик и астроном Галилео Галилей (1546–1642гг.), который выступает основоположником механики. Он сделал ряд открытий в отрасли астрономии и показал, что наблюдаемые с помощью телескопов явления *отвечают гелиоцентрической системе мира*. Галилей провел большую работу по созданию принципов механики и в первый раз точно *сформулировал основные кинематические понятия (скорость, ускорение)*. Ему принадлежит формулировка *первого закона динамики – принципа инерции*. Он открыл *закон колебания маятника* и в первый раз выдвинул *идею относительного движения* [8,9].

Первая самостоятельная работа Галилея была посвящена определению *удельного веса* с помощью изобретенных им *гидростатических весов*. В доме Галилея была устроена механическая мастерская, по существу техническая лаборатория, где, кроме самого Галилея, трудились его помощники, а также литейщик, токари и столяры. Здесь были проверены изобретенные Галилеем приборы (тот же телескоп, случайные инструменты для сторонних заказчиков), здесь же ставились опыты, требовавшие применения технических средств. Большое значение имели его работы в области *теории трения и сопротивления материалов*.

Окончательное определение гелиоцентрической система мира получила в трудах выдающегося немецкого астронома Иоганна Кеплера, который открыл *законы движения планет*. Великий английский математик, астроном и физик Исаак Ньютон (1643 – 1727) сформулировал данные законы с точки зрения *общих законов движения материи*.



Иоганн Кеплер



Исаак Ньютон

Методологическим принципом научно-технического творчества Ньютона, как и Галилея, было органичное сочетание экспериментальной и теоретической деятельности. Он никогда не предпринимал опытов вслепую, вне связи с какой-либо теоретической концепцией, которую они призваны были либо подтвердить либо опровергнуть. Ньютон к практике обращался тогда, когда искал подтверждение своим теоретическим выводам.

В это же время начала складываться как самостоятельная отрасль науки и геология, которая изучает строение, минеральный состав и историю развития Земли и земной коры. Уже Леонардо да Винчи выразил ряд интересных геологических гипотез, а Георгий Агрикола, немецкий ученый, провел *полную систематизацию минералов и горных пород*.

Немного позже наступил перелом в развитии физики. Ученик Галилея Е. Торричелли (1608 – 1647) разработал ряд вопросов *гидродинамики* открыл *существование атмосферного давления* и создал *ртутный барометр*; Роберт Бойль (1627 – 1691), Е. Мариотт (1620 – 1684) – *закон независимости объема воздуха от давления*.



Эванжелиста Торричелли

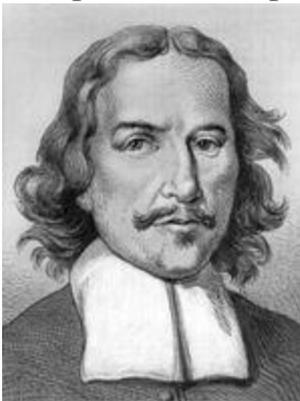


Роберт Бойль



Эдм Мариотт

Естествоведы пытались объяснить и электрические явления, которые были известны еще в древней Греции. В середине XVII в. свойства электричества изучал немецкий физик Герике, который создал одну из первых *электростатических машин*. Французский физик Шарль Франсуа Дюфе (1698 – 1739) сконструировал *прибор* для выявления и примитивного измерения электричества – *примитивный электроскоп*.



Отто фон Герике



Шарль Франсуа Дюфе



Джероламо Кардано

Потребность производства, а также успехи, достигнутые в астрономии, механике и других отраслях знаний, привели к развитию математики [8,9].

Прежде всего, в это время разрабатываются основные положения алгебры. Еще в XVI в. итальянские математики С. Фетро, Н. Тарталья и Л. Феррари нашли *способы решения алгебраических уравнений третьей и четвертой степеней*. Последующее развитие алгебра получила в трудах итальянского ученого Дж. Кардано и французского математика Ф. Виета.

В XVII в. наибольшим достижением в математике стало *открытие логарифмов* шотландским математиком Джоном Непером (1550 – 1617) и шведским математиком Иобстом Бюрги (1552 – 1632).



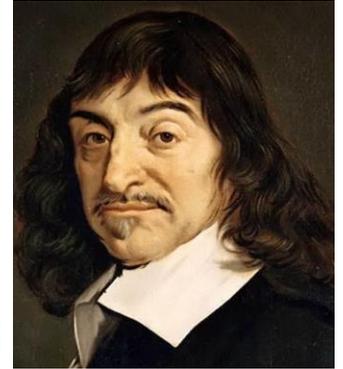
Франсуа Виет



Джон Непер



Иобст Бюрги



Рене Декарт

Французский физик и математик Рене Декарт (1596 – 1650) опубликовал в 1637 г. работу “*Геометрия*”, которая содержала основные *методы координат в геометрии*, в первый раз вводила понятие *величины и функции*.

3.3 Совершенствование механических часов

Мы уже имеем представление об истории создания и совершенствования часов. Знаем и о том, что существующие в рассматриваемом периоде часы уже удовлетворяют бытовые потребности общества. Но развитие торговли, и как ее следствие, навигации, потребовало создания более точных часов – *хронометров*, которые могли бы показывать точное время в экстремальных условиях (на кораблях в условиях качки и смены температур).

Когда морские суда плавали в Средиземном море или вдоль побережий Европы и Африки (с севера на юг), то определение *широты*, дополняемое исчислением по лагу, позволяло определить местонахождение с достаточной точностью. Но, начиная с 15-го века, когда суда стали пересекать океаны с востока на запад, уже потребовались способы определения *долготы*. Малейшая ошибка в ее определении влекла за собой большие неприятности для корабля.

В настоящее время определение *долготы* сводится к сравнению времени (по солнцу) на судне со временем для какого-либо определенного пункта, например со временем по Гринвичу. Значит, нужно на корабле иметь *хронометр*. Существующие в то время часы не годились для этих целей.

В 1581 г. Галилео Галилей открыл закономерность, что *период колебания маятника с небольшим размахом не зависит от амплитуды*

колебания. В 1641 г. он сконструировал маятниковые часы, предназначенные для использования в навигации, рис.3.13.

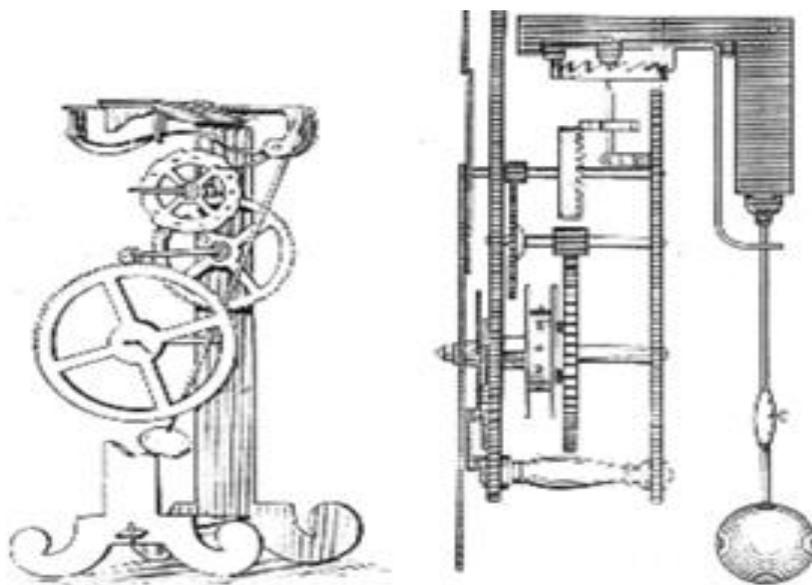


Рис.3.13 – Маятниковые механизмы Галилео (слева) и Гюйгенса

После смерти Галилео, маятниковые часы изготовил его сын в 1649 г. Эту работу продолжил Гюйгенс (Голландия). В течение 20 лет (помимо другой изобретательской работы) он дополнил их многими ценными приспособлениями, пытаясь приспособить маятниковые часы к нуждам мореплавания.



Начиная с 1657 г. он создал несколько часов повышенной точности. Но маятниковые часы не могли использоваться в условиях качки; более перспективными оказались часы с волоском и балансовым регулятором хода, изобретенные в 1658 г. англичанином Хуком. Хотя волосок прекрасно служил в карманных часах, но, в условиях резких перепадов температур, эти часы не соответствовали предъявляемым требованиям [8,9].

К середине 18-го века независимо друг от друга - Гаррисон (Англия), Ле Рой (Франция) и Бертуд (Швейцария) - представили свои хронометры на конкурс. Награду английского правительства, как водится, получил Гаррисон, но дальнейшее совершенствование проводилось на основе часов

Ле Роя. В 1780 - 1790 г.г. были изготовлены хронометры, открывшие новую эру безопасности в навигации.

3.4 Развитие машиностроения, горного дела и металлургии

В рассматриваемый период тяжелое машиностроение развивалось главным образом применительно к нуждам горного дела и металлургии. Развитие торговли и промышленности порождало все больший спрос на металлы. Для удовлетворения растущего спроса были необходимы тяжелые машины с механическим приводом, так как руду уже приходилось добывать гораздо глубже под землей.

Анализируя сочинения Агриколы (1556 г.), посвященные описанию горных машин, мы можем сделать вывод о том, что некоторые машины не представляют собой новых изобретений, а скорее всего свидетельствуют, с



одной стороны, о расширении масштабов их применения, а с другой - о весьма неравномерном их развитии.

Самой трудной задачей в горнорудном деле была откачка воды. С углублением горизонта количество воды увеличивалось, и подобными машинами без применения насосов откачка становилась затруднительной. На следующем рисунке мы видим решение этой проблемы путем применения нагнетательного насоса. Круглые мешки из конского волоса плотно входили в вертикальную трубу, нижний конец которой опущен в водосборник. Когда цепь с мешками тянули кверху, мешки поднимали воду по трубе. В нагнетательном насосе нижней части трубы приходилось выдерживать напор всего столба воды, а изготовление столь прочных труб было трудной задачей. Этот насос приводится в движение людьми через колесо - топчак. Недостаток такой конструкции заключается в том, что этот насос способен поднимать воду на высоту не более 10 метров. В 1545 г. была разработана и изготовлена установка, устраняющая этот недостаток. Решение задачи простое: смонтирован каскад насосов, приводимых в движение одним водяным колесом, рис.3.14. Вода поэтапно поднималась по последовательно соединенным насосам, каждый из которых заканчивался водосборником. Агрикола описывает установку в Хемнитце, состоящую из каскада насосов, нижний из которых находится на глубине около 200 м. Вся установка приводилась в движение 24 лошадьми в четыре смены. Пальму первенства в горно-инженерном деле удерживала Германия.

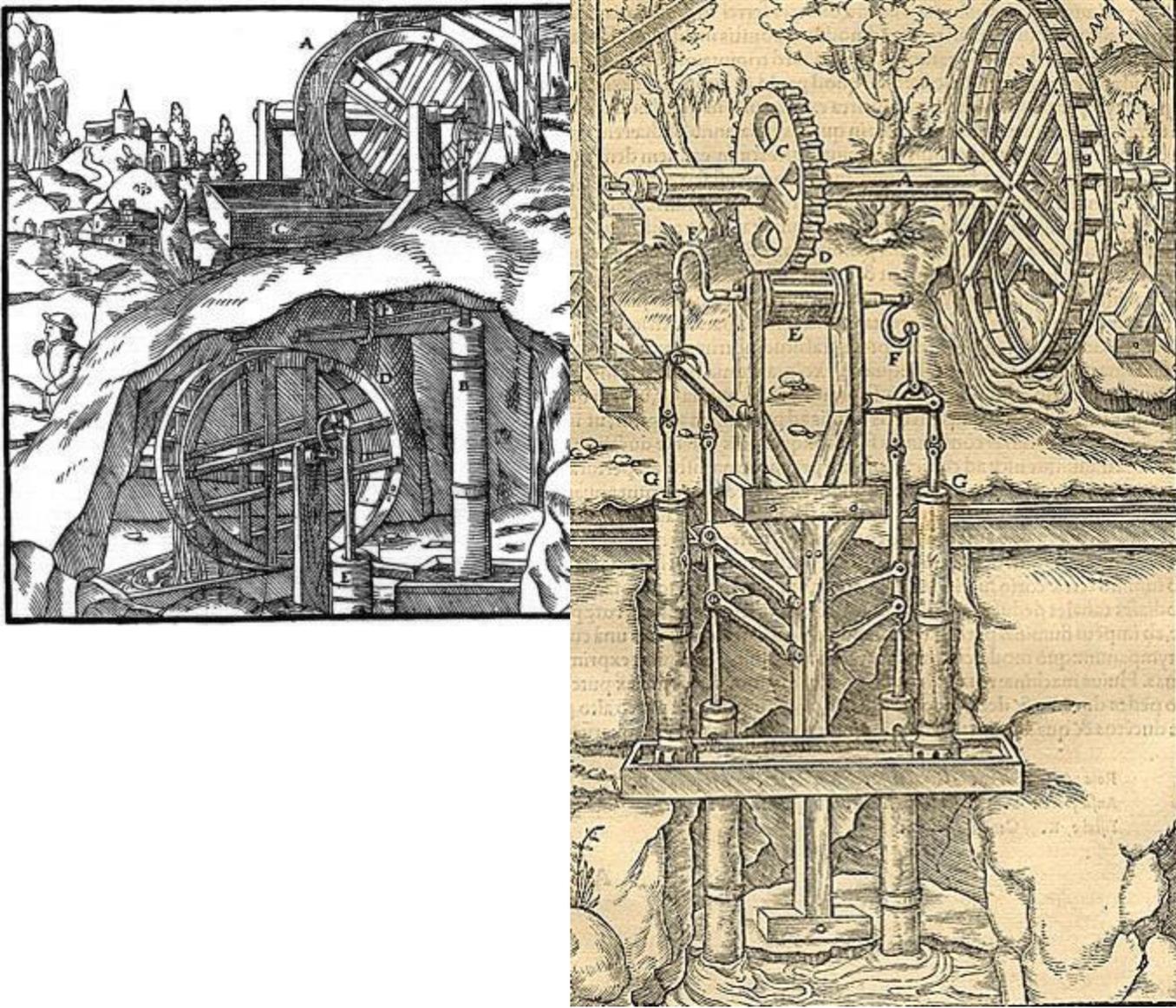


Рис.3.14 – Установка Агрикулы

Анализируя предложенные для рассмотрения механизмы, можно сделать основополагающий вывод: имеющиеся механизмы горного производства достигли таких размеров, что их дальнейшее увеличение для усиления мощности *нецелесообразны* ввиду их громоздкости и большого веса. Возникла необходимость искать *принципиально новые методы*.

Развитие торговли и промышленности сопровождалось быстрым ростом городов, что требовало решения задач по их водоснабжению. Снова возникает проблема мощных насосов. И в этом вопросе Германия опередила все страны. Некоторые города Германии уже в 1500 г. располагали крупными водо-насосными станциями. К примеру, в Аугсбурге существовала в это время очень сложная система городского водоснабжения. Установка приводилась в движение водяными колесами, подававшими воду через совокупность архимедовых винтов на водонапорную башню, откуда вода распределялась по трубопроводам к потребителям [8,9].

Воду в городское водохранилище Глочестера начали перекачивать ветряной мельницей в 1542 г. Водоснабжение Лондона осуществлялось на первых порах приливной мельницей, сооруженной у Лондонского моста немецким инженером Питером Морисом в 1582г.

Первые сооружения по водоснабжению в Париже относятся к 1608 г.

3.5 Поиски более мощных источников двигательной силы

Наряду с рассмотренными вариантами использования силы воды, применение этого вида энергии стали ставить себе на службу и другие отрасли промышленности. Силу воды использовали при производстве бумаги, ружейного пороха, гвоздей, мечей, а также многие металлургические предприятия. Спрос на более мощные источники двигательной силы постоянно возрастал. С повышением качества материала и усовершенствования строительной технологии увеличивались размеры водяного колеса. Так, в начале 17-го века их мощность была доведена до 20 лошадиных сил. Крупнее становились и ветряные мельницы, в конструкции которых вносились усовершенствования (особенно в Нидерландах). Но, лимит возможностей подобных механизмов был исчерпан ввиду их громоздкости.

Спрос на силовые установки опережал их возможности. Скрытые возможности пара смутно предугадывались отдельными людьми на протяжении уже нескольких столетий (Гюйгенс и его паровая игрушка), но до середины шестнадцатого века так и не было предпринято ни одной серьезной попытки "запрячь" пар. Исследователям не хватало знаний о его природе и свойствах, и его путали, например, с воздухом.

Однако, начиная с 1550 г., люди приступили к настойчивому изучению свойств пара с целью использования его возможностей. Эти исследования особенно широко развернулись в 17-м веке. Баттиста делла Порта показал в 1606 г. как можно поднять воду под давлением пара и как "засосать" ее путем конденсации пара в закрытом сосуде с целью создания разряжения. Эти свойства пара в дальнейшем были положены в основу паровых двигателей Ворчестера и Сивери, речь о которых пойдет дальше.

Саломон де Кос в 1615 г. описал фонтан, приводимый в движение паром по принципу выталкивания воды из горлышка кипящего чайника с плотно закрытой крышкой.

Маркиз Ворчестренский в своей работе "Век изобретений", написанной в 1655 г., пишет умышленно туманно (чтобы не раскрывать секрета изобретения) о паровой машине для приведения в действие фонтанов. Эта машина была построена до 1664 г. Все эти усилия приближали создание паровой машины. Но создана она была позже, и поэтому мы вернемся к

истории создания паровой машины, изучая следующий исторический этап развития инженерной деятельности.

Заканчивая рассмотрение этапа *торговой революции*, обратим внимание на сопутствующие развитию инженерной деятельности преобразования общества. Технический прогресс оказал влияние на реорганизацию производства.

В средние века промышленность была служанкой сельского хозяйства, а экономическая власть принадлежала феодалам. Типичным промышленным предприятием того времени была мастерская, а основной производящей силой - самостоятельный ремесленник - хозяин мастерской. Мастеру помогали подмастерья и 1-2 работающих по найму ремесленника, которые сами готовились стать мастерами. Позже мастера стали объединяться в *ремесленные цехи* со своим уставом, обязательным для всех ее членов. Устав требовал, чтобы все изготовлялось по определенному образцу из хорошего сырья, предусматривал качественную подготовку подмастерьев. *Цеха* отсеивали неквалифицированных работников. Но уже к концу средневековья зарождалась новая форма производства: *концентрация средств производства*, прежде всего там, где использовались тяжелые машины (горнорудное дело, металлургия).

Уже в средние века появлялись первые такие предприятия; в 1450 г. в Нюрнбергском печатном дворе насчитывалось 120 печатников. В начале 16-го века Джек Ньюберийский построил ткацкую фабрику, где на 200 станках работали 600 рабочих. К 1550 г. уже было несколько таких предприятий, а к 1660 г. подобные предприятия перестали быть редкостью.

С подобными предприятиями ремесленники конкурировать не могли. Поэтому они всячески противодействовали этому. И, как ни странно, на определенном этапе их борьба завершалась успешно. Так, в 1397г портным из города Кельна запретили пользоваться станками для насадки головок на английские булавки. В 1552 г. английский парламент запретил использование ворсильной машины с приводом. В 1623 г. Чарльз 1-й издал указ об уничтожении машины, производившей иглы. Подобное противодействие задерживало прогресс, но радикально помешать ему не могло [2].

4 ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Промышленная революция (1660 - 1918 г. г.) проходила в два этапа:

Первый этап, 1660 - 1815 г.г., - зарождение промышленной революции;

Второй этап, 1815 - 1918 г.г., - зрелость промышленной революции.

Вспомним факторы, стимулирующие развитие изобретательства. Это: 1) Торговая революция (1450 - 1660 г. г.); 2) Систематизация знаний и престижность изобретательства.

Но необходимо отметить и факторы, тормозящие развитие инженерной деятельности:

1) *консерватизм* некоторых правительств и чиновников, которые, боясь безработицы, тормозили развитие и внедрение новых более производительных машин и технологий;

2) "*Святейшая*" *Инквизиция*, запрещающая развитие многих направлений науки. В этот период везде пылали костры инквизиции, унося жизни многих талантливых изобретателей. Кстати, в истории уже встречалось ТАБУ на распространение знаний на самом раннем этапе их развития. Речь идет о жрецах самого раннего периода зарождения религии, которые окружали завесой тайны накопленные людьми знания и, используя их, возвели себя в ранг полубогов для подчинения толпы. Но, в отличие от религиозной инквизиции средневековья, которая, обвиняя в ереси, безжалостно уничтожила многих талантливых людей, жрецы хотя и изолировали, но развивали и накапливали знания. Репрессиям подвергалось лишь их распространение.

4.1 Зарождение промышленной революции

Зарождением и реализацией промышленной революции принято считать период 1660 - 1815 гг.

4.1.1 Появление двигателей

Решение задач по использованию насосов для откачки воды из шахт и водоснабжения городов дало главный толчок к созданию нового двигателя. Горизонт угольных пластов, разрабатывающихся в Англии в 1700 г., достигал 120 м. и к 1750 г. углубился еще на 60 метров. Чем глубже опускался шахтер, тем острее становилась задача по откачке воды и подаче вверх ("на гора") ископаемых.



Насосная проблема стала толчком для решения задачи использования силы пара. В 1698г. англичанину Томасу Севери был выдан патент на первый *паровой двигатель*, который уже имел какое-то практическое значение. (Схема конструкции приведена на рисунке 4.1.)

Эта машина предназначалась для откачки воды из шахт и называлась "Друг рудокопов". Его «друг рудокопов» работал без поршня. Всасывание

воды происходило путем конденсации пара и создания разреженного пространства над уровнем воды в сосуде. Севери отделил котел от сосуда, где производилась конденсация. Эта паровая машина обладала низкой экономичностью, но все-таки нашла применение. Впервые паровая машина Севери начала работать в России. Она была заказана в Англии для Петра Первого. Машина поднимала воду на высоту 3 м от поверхности земли. Производительность ее была 3 бочки в минуту. Эта машина Севери качала воду из Фонтанки для фонтанов в Летнем саду в Санкт-Петербурге. Это изобретение стало основой для дальнейшего развития использования силы пара.

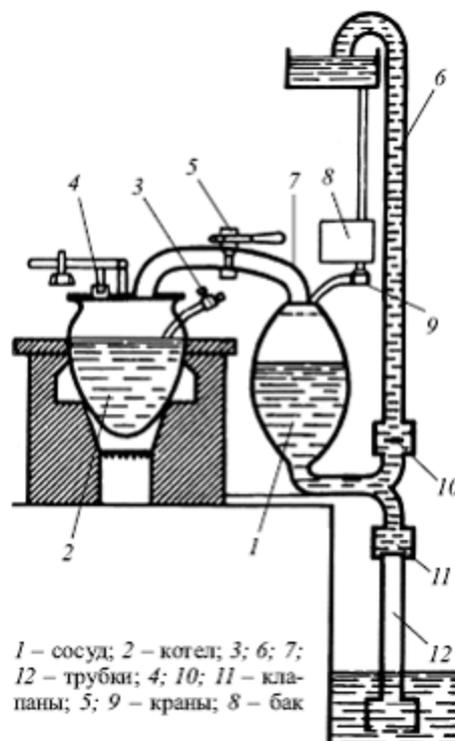
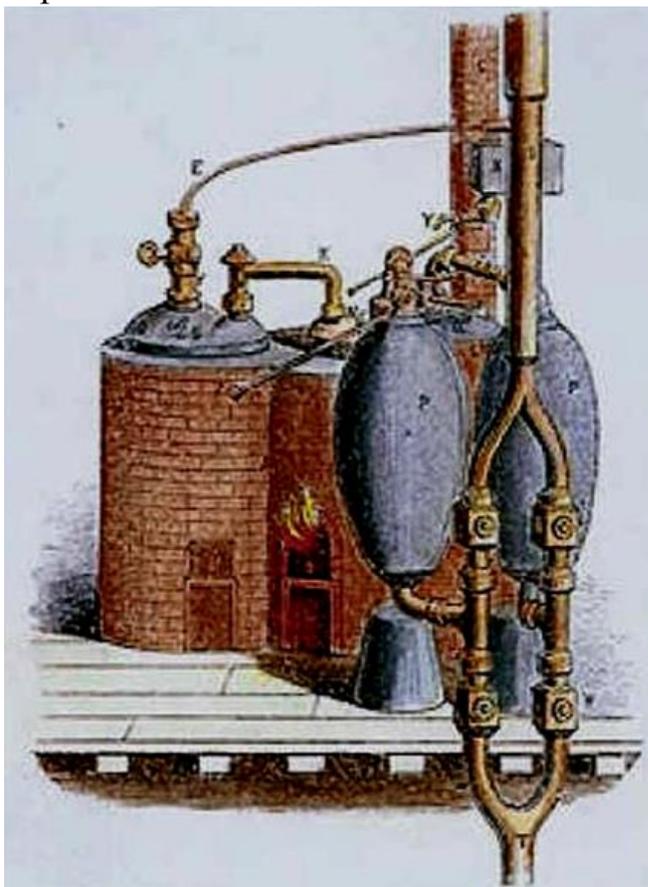


Рис. 4.1 – Паровая машина Томаса Севери

Очевидно, что в конструкции машины Севери, для продуктивного использования не хватало поршня с цилиндром. Еще в 1680 г. Христиан Гюйгенс, один из самых видных ученых-механиков своего времени, пытался создать поршневую машину, работающую от взрывной силы пороха. Это была неудачная попытка, но была изобретена система цилиндр-поршень, которая получила широкое развитие в дальнейшем.

В 1690 г. французский математик, физик и изобретатель Дени Папен, рис.4.2, использовал изобретения Гюйгенса и Севери и создал *двигатель с поршнем и цилиндром*, использующий силу пара. Расширяющийся при нагревании воды на дне цилиндра пар, рис.4.3, передвигал поршень вверх, а конденсацией пара создавалось разрежение, заставляющее поршень

возвращаться обратно, вниз. Таким образом поднимали груз, подвешенный на веревке, которая была перекинута через блок. Но в этом двигателе не было котла. Конденсация воды достигалась просто тем, что огонь, нагревающий воду для образования пара, убирали из-под цилиндра. Именно поэтому этот двигатель не нашел практического применения.



Рис.4.2 – Дени Папен

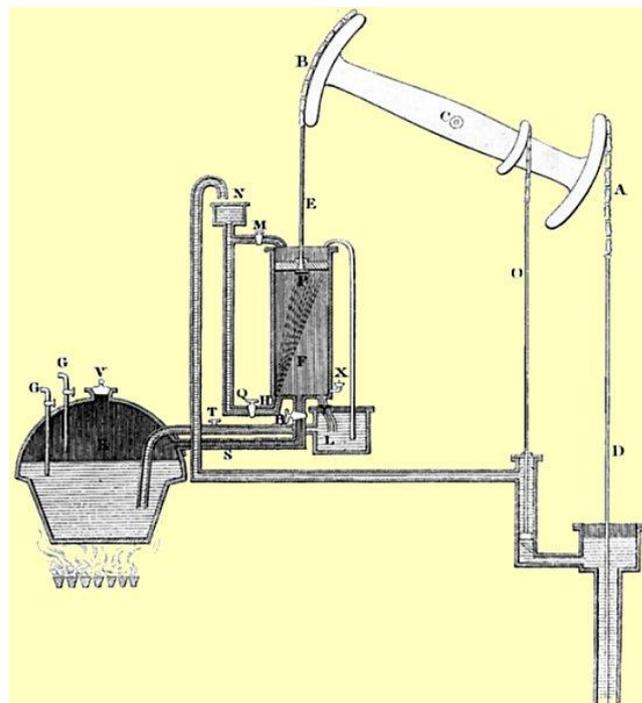


Рис. 4.3 – Паровая машина с цилиндром Д.Папена

Настоящий успех пришел к Томасу Ньюкомену (дартмутский торговец скобяными изделиями из г. Дортмунда, рис.4.4). Он присоединил поршень с цилиндром к отдельному котлу машины Севери с помощью клапанов, регулировавших поступление пара, и охлаждающей струи воды для конденсации, рис.4.5. Ньюкомен начал работу над своим изобретением в 1705 г. , а первая машина была построена в 1712 г.

Это был настоящий успех. Уже в 1729 г. машины Ньюкомена работали в Австрии, Бельгии, Франции, Германии, Венгрии и Швеции. Начиная с 1720 г., эта машина широко использовалась на рудниках. Несмотря на низкий коэффициент полезного действия, машины Ньюкомена эксплуатировались даже после изобретения более совершенной паровой машины Уатта. Правда, они оставались на угольных копях, где в изобилии имелся низкосортный уголь. Последнюю машину Ньюкомена демонтировали на угольной шахте Англии лишь в 1934 г.

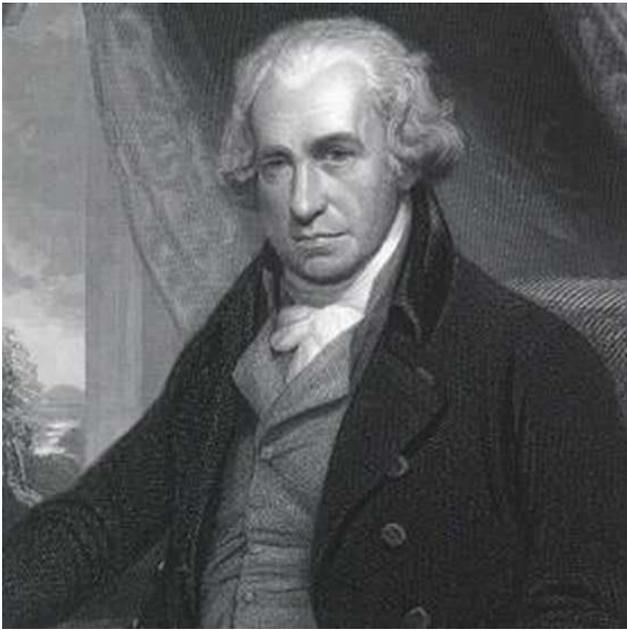


Рис.4.4 – Томас Ньюкомен

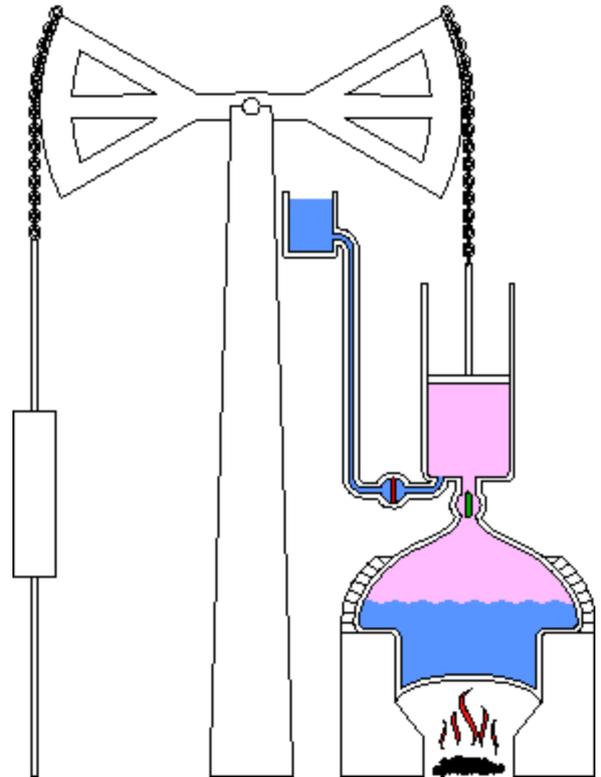


Рис. 4.5 – Паровая машина Ньюкомена

4.1.2 Новый поиск источников двигательной силы

К семидесятым годам восемнадцатого века механизация промышленности достигла такого уровня, что существовавшие на то время источники двигательной силы перестали удовлетворять растущие потребности. Особенно остро в этом развитии нуждалась текстильная промышленность, которая при отсутствии мощных двигателей, развивалась путем увеличения габаритов существующих машин. (Увеличение размеров водяных колес и тому подобное).

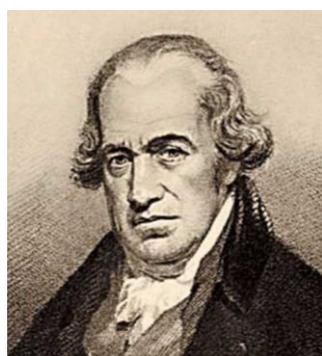
В гончарном производстве все шире использовалась сила воды и ветра для измельчения фаянса, полировки глазури и размешивания глины. С ростом городов укрупнялись мукомольные мельницы. Интенсивно развивались металлургия и тяжелое машиностроение для которых нужны более крупные печи, а следовательно, более крупные воздуходувные установки, тяжелые прокатные станы, сверлильные станки и т. д.

Совершенствование имеющихся двигательных установок эмпирическими методами достигло предела максимальных габаритов. Да, и кроме того, зависимость водяных двигателей от наличия поблизости большого количества воды, а ветряных - от силы ветра, создавала неудобства

в их применении. Паровой двигатель Ньюкомена не годился в качестве привода вращающихся механизмов.

Его использовали для откачки воды как *насос*. Но были попытки приспособить двигатель Ньюкомена для подачи воды на водяные колеса, которые, в свою очередь, приводили в движение машину. К примеру, чугунолитейщики фирмы "Дерби" в 1742 г. подавали воду подобным образом на 10 водяных колес. Подобное устройство применялось в гончарнях в 1750-1760 г. г. Во второй половине 18 столетия этим способом обычно поднимали уголь из шахт.

Но все это были половинчатые решения, не улучшающие главную проблему - проблему более мощных двигателей. Дальнейший прогресс зависел от научного подхода. Джон Смитон сделал попытку максимализировать на научной основе возможности водяного колеса, приводимого в движение при помощи насоса Ньюкомена. Он построил в Чейсуотере двигатель мощностью в 76,5 л. с. Диаметр цилиндра в двигателе составил 1,8 метра с ходом поршня почти 3 метра. Это был предел возможностей этой машины. Дальнейшее увеличение мощности машин могло быть достигнуто при условии принципиального совершенствования привода.



Таким механизмом стала *паровая машина* Джеймса Уатта, созданная в 1765 г. Первые образцы этих машин использовались для откачки воды (1776 г.) и для воздуходувки на чугунолитейном заводе. Далее (1777 г.) - для насосной станции. Затем - повсеместно: привод кузнечного молота, текстильная промышленность, мукомольные предприятия, шахты и в конце концов - паровоз. Вначале это был *фургон* на рельсах (1769 г.), который двигался со скоростью 4 километра в час и останавливался через каждые 10 метров для повышения давления пара, затем - первый *локомотив* (1802 г.), который уже мог транспортировать 10 тонн руды, или 70 пассажиров со скоростью 8 километров в час, рис. 4.6, 4.7. В последствии локомотив получил развитие в угольных шахтах, а в 1838 г. начался железнодорожный бум, охвативший весь мир.

Описывать устройство паровой машины Джеймса Уатта нет необходимости, так как она встречается и в сегодняшние дни без принципиальных отличий в использовании силы пара.



Рис. 4.6-Автомобиль с двигателем Уатта



Рис.4.7-Локомотив с двигателем Уатта

4.1.3 Создание парохода

Рассмотренные нами области применения парового двигателя не вызвали больших трудностей во внедрении. Достаточно было заменить паровым двигателем имеющийся вращающийся механизм, например *водяное колесо*. Иначе обстояло дело в области судоходства, которое к 1815 г. достигла апогея применения. Суда приводились в движение парусами, веслами или гребными лопастями. Просто перевести на привод от паровой машины любой из перечисленных способов не представлялось возможным. Поэтому, не приходится удивляться многочисленным попыткам попробовать в связи с этим самые немыслимые ухищрения. Американец Джон Фитч, например, сконструировал в 1785 г. пароход, приводившийся в движение длинной цепью наподобие гусеничной ленты трактора, а позднее приспособил ряд гребных лопастей, работающих по принципу гребца на каноэ. Но его "детища" были неприемлемы к применению и поэтому невостребованными. Взоры изобретателей стали обращаться к *гребному колесу* и *гребному винту*.

Гребным колесом в качестве движителя пользовались от случая к случаю еще и до паровой машины, приводя в движение мускульными усилиями человека через кривошип или ворота. Позже были попытки использовать для этого двигатели Ньюкомена или Уатта, но без особого успеха. Положение изменилось тогда, когда в 1788 г. Миллер и Саймингтон построили колесный пароход, который при испытании развил скорость 8 км/ч. Саймингтон продолжил совершенствование этого варианта парохода и построил буксир "*Шарлотта Дундас*", который отбуксировал несколько барж водоизмещением по 70 тонн каждая на расстояние более 30 км за 6 часов против такого сильного ветра, при котором никакое другое судно не отважилось выйти в открытое море.



В дальнейшее развитие пароходства внес свой вклад американец Роберт Фултон, который, используя глубоко научный подход с учетом сопротивления воды и других связанных с этим вопросов, в 1807 г. создал паравод "Клермонт" вызвавший сенсацию, покрыв расстояние в 240 км от Нью-Йорка до Альбиона за 32 часа.

Эти изобретения дали толчок развитию пароходства, особенно речного. В США к 1815 г. открылось регулярное пароводное сообщение по всем крупным рекам, а несколько позже - развитие пароходства распространилось и в Европе.

Когда паровые машины начали ставить на океанские суда, европейцы снова захватили пальму первенства.

Первым пароводом, который пересек в 1819 г. Атлантику, была "Саванна". Но это был прежде всего парусник, на котором сила пара использовалась как вспомогательный источник. Тогда считали, что для дальнего плавания пароводы не годятся, так как уголь для паровой машины снижает полезную грузоподъемность. Другое дело - речное пароходство, когда не нужен большой запас топлива. Его можно пополнять в портах пути следования. Это предубеждение рассеялось, когда в 1838 г. "Сириус" пересек Атлантический океан менее чем за 20 суток. Этот рекорд через несколько часов (!) побил паровод "Греит уэстерн" покрывший то же расстояние за 15 суток. После этого положение пара окончательно утвердилось в пароходстве.

Все пароводы описываемого периода имели деревянную конструкцию и были колесными. Но постепенно стали переходить на железные конструкции с гребными винтами.

Гребной винт в 1826 году установил на лодку водоизмещением 5 тонн чешский инженер Йозеф Рассел, а в 1827 г. запатентовал свое изобретение. (Винт приводился в движение вручную). Хотя эта идея была выдвинута еще раньше, но не доводилась до логического завершения.



Железный корпус в пароходстве впервые был применен на катере водоизмещением 70 тонн, сконструированным Джоном Вилькинсоном в 1787 г. После целого ряда последующих опытов железная конструкция судов к середине девятнадцатого века стала обычным явлением. В 1859 г. суда начали пытаться делать из листовой стали, но широкое ее применение началось лишь с 1877 г.

Дальнейшее использование турбин и дизелей в качестве двигателей завершило переход к современным судам.

4.1.4 Дальнейшее совершенствование текстильной промышленности

В восемнадцатом веке во многих отраслях промышленности европейских стран происходили коренные преобразования. Кустарные мастерские превращались в механизированные предприятия фабричного типа. Самые разительные перемены происходили в текстильной промышленности, особенно в Англии. В начале столетия текстиль производили сотни ткачей и прядильщиков на дому с использованием примитивного оборудования, с которым, в общих чертах, мы знакомы.

Первым крупным шагом вперед было изобретение механического (самолетного) челнока Джоном Кейем в 1733 г. Прежде челнок перебрасывали из руки в руку через основу ткани. Челнок-самолет свободно перелетал через основу при помощи приспособления, управляемого шнурами, которые ткач держал в одной руке. Такой челнок требовал большой сноровки, но позволял ткать более широкое полотно и освобождал одну руку для других операций.

Увеличение производительности изготовления ткани стимулировало изобретательство в производстве пряжи. Оставаясь на прежнем уровне, производство пряжи тормозило текстильную промышленность. По-настоящему быстрыми темпами текстильное производство пошло в гору при усовершенствовании прядильных машин. Первая ласточка - машина "Дженни", изобретенная Харгривсом в 1764 г. и усовершенствованная в 1768 г, рис.4.8.



Рис.4.8 – Прядильная машина «Дженни»

На этой прялке один человек обслуживал сначала 8 веретен, а со временем - 80 и больше. У нее не было ни валиков, ни рогульки, а процессы вытягивания, кручения и наматывания выполнялись поочередно с помощью передвижной *каретки*. Это была машина, позволяющая одному прядильщику выполнять работу многих, но ее нельзя было приспособить для работы от привода.

В 1825 г. появилась полностью механизированная мюль-машина с приводом, которая была усовершенствована в 1830 г. Для нее уже не нужны были опытные работники. Сложные операции выполняла сама машина. Прототип современной прядильной машины *Кольцевая прядильная машина* - была построена американцем Джоном Торпом в 1828 г., а три года спустя ее приспособил для массового производства его соотечественник Мэзон. Существенно возросшая производительность этих машин вскоре коренным образом изменила прядильное производство, особенно когда его оснастили паровым двигателем.

С середины восемнадцатого и до конца девятнадцатого века производственная мощность текстильной промышленности Англии, благодаря перечисленным нововведениям, возросла в несколько сот раз. Она завоевала рынки всего мира.

Однако, после 1870 г. текстильный рынок стали постепенно завоевывать США, покончившие с монополией Англии за счет более интенсивного внедрения новой техники в производство текстиля.

4.2 Зрелость промышленной революции

К концу восемнадцатого века усилилось развитие изобретательства, и как следствие его, технического прогресса в других странах Европы (кроме Англии) - прежде всего Франции и в США.

Причины такого развития изобретательства:

- 1) показательный пример Англии благотворного влияния изобретательства на развитие общества;
- 2) престижность изобретательства в этот период;
- 3) материальное стимулирование на государственном уровне изобретательства (*именно перечисленные страны больше всех вложили средств на поддержку изобретательства в виде ссуд, премий, конкурсов и тому подобное, и в итоге многократно покрыли расходы прибылями и завоевали международный рынок*);
- 4) Ослабление давления религии на науку.

Этот период (1815 - 1918 гг.) характеризуется развитием океанского пароходства, железнодорожного транспорта, созданием новых двигателей, автомобилей, авиации, электричества, радио.

Такого бурного развития история еще не знала. Именно поэтому период 1815 - 1918 г.г. называют *зрелостью промышленной революции*.

Рассмотрим хронологию изобретательства этого периода по его составляющим.

4.2.1 Паровозы

Вначале паровозы применялись в интересах угольной промышленности. Для изобретения приемлемого транспорта перевозки пассажиров в Англии был объявлен конкурс, на котором в 1829 г. победил Стефенсон со своей "Ракетой" (см. рисунок 4.9), которая могла перевозить 30 пассажиров со скоростью 48 км/ч. Успешное применение этого паровоза привело к бурному росту сетей железнодорожного сообщения, и как следствие, металлургии и сопутствующей ей промышленности.



Рис.4.9 – Паровоз Стефенсона «Ракета»

4.2.2 Турбины

Еще в 1750 - 1754 г. г. Эйлер теоретически обосновал работу примитивной *водяной турбины*. Первая была создана в 1827 г. изобретателем Бурдэном мощностью всего 6 лошадиных сил. В дальнейшем турбина совершенствовалась и к 1855 г. ее мощность была доведена до 800 лошадиных сил. Использовалась турбина, в основном, для выработки электроэнергии и на кораблях.

4.2.3 Появление и развитие электричества

Основоположником науки об электричестве можно назвать Уильяма Гилберта, выпустившего труд об электричестве под названием «О магните, магнитных телах и самом большом магните — Земле».

1729 г., Англия. Грей и Уильяр обнаружили способность тел проводить электричество, разделили тела на проводники и непроводники электричества.

1745 г., Нидерланды. Питер ван Мушенбрук изобрёл «лейденскую банку». Существует много версий того, как возникла «мушенброкова машина» (такое название дал М.В.Ломоносов). Вот одна из них: «В 1745 г. немецкий каноник Эвальд Юрген фон Клейст, пытаясь, по-видимому, изготовить себе электризованную воду, которая считалась полезной для здоровья, и независимо от него лейденский физик Мушенбрук, продев в горлышко банки с водой гвоздь, дотронулись им до проводников электрической машины; затем, прервав контакт, они притронулись другой рукой к гвоздю и испытали очень сильный удар, вызвавший онемение руки и плеча, а у Мушенбрука даже “все тело содрогнулось, как от молнии”», рис.4.10.

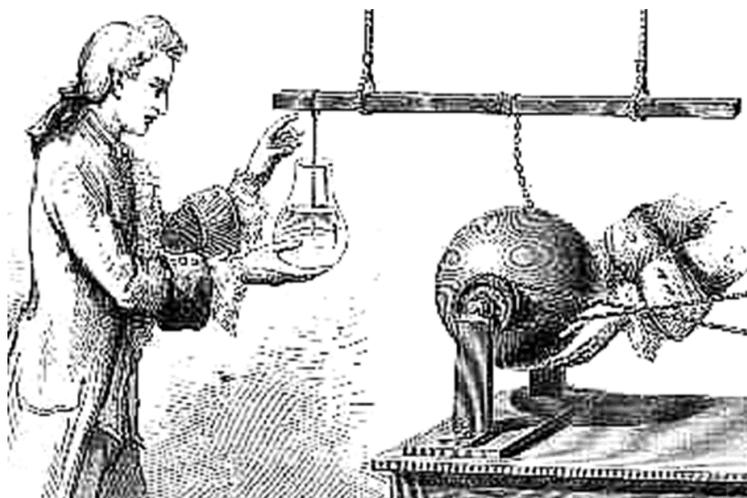


Рис.4.10- Эвальд Юрген фон Клейст и «Лейденская банка»

1749—1753, Россия. Один из первых приборов, позволяющих измерить электрический заряд, — электрометр — изобрел физик Георг Рихман. Вместе с Михаилом Ломоносовым он проводит опыты по изучению атмосферного электричества, рис.4.11. Во время одного из экспериментов Рихман погибает при измерении электрометром заряда конденсатора от молнии, ударившей в шест его «громовой машины».

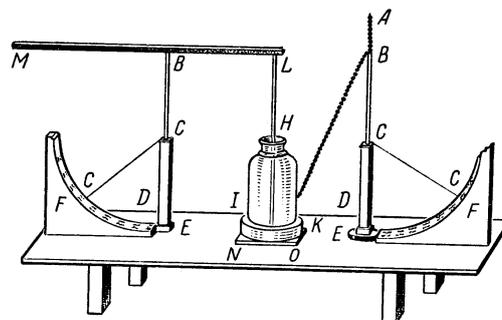
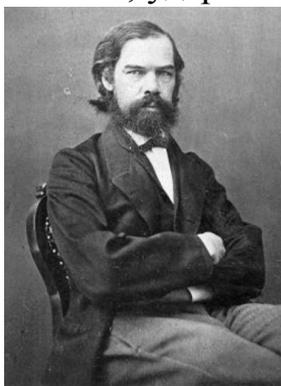


Рис.4.11 – Георг Рихман, Михаило Ломоносов и электрометр

В 1800 г. Александро Вольта был создан гальванический элемент, рис.4.12. Он представлял собой набор серебряных и цинковых пластин, вырабатывающих постоянный электрический ток.

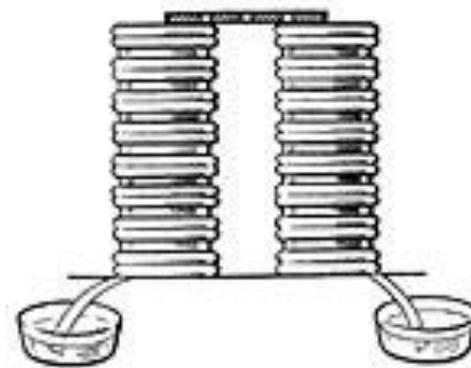


Рис.4.12 -Александро Вольта и его источник питания «Вольтов столб»

1801—1802 гг., Россия. Василий Владимирович Петров установил практическое применение электрического тока для нагрева проводников, описал электрическую дугу и указал на применение её на практике, рис.4.13.

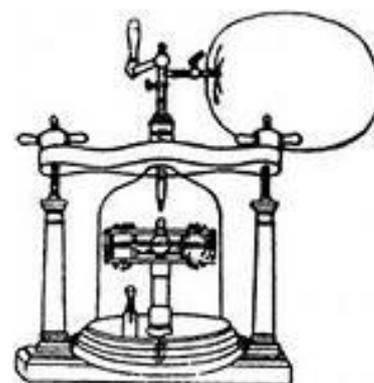


Рис.4.13 – Василий Петров, электрическая дуга и электрическая машина

В 1808 г. Деви изобрел *электрическую дуговую лампу*, рис.4.14. Широкого применения она получить не могла из-за дороговизны гальванических элементов. Ввиду большого количества потребляемого тока, дуговая лампа быстро расходовала ресурс работы источника питания и поэтому к ней отнесли как к экзотике.

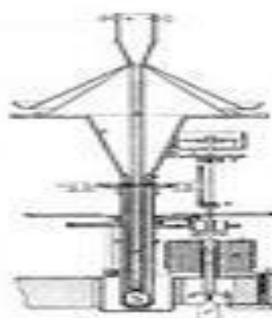
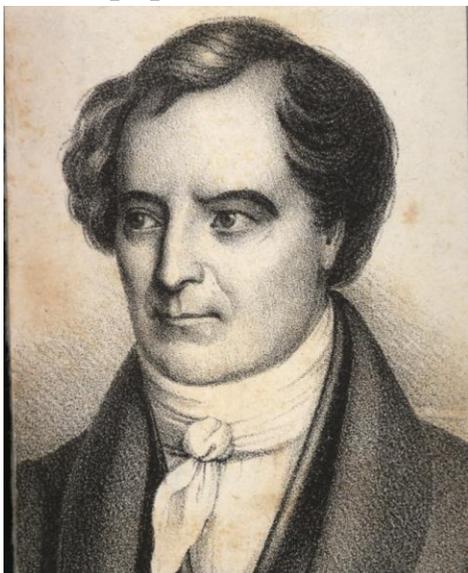


Рис.4.14 – Гэмфри Дэви и угольная дуговая лампа

1820—1824 гг., Франция. Доминик Франсуа Араго открыл явление «магнетизм вращения», которое в последствии послужило основанием для множества открытий, в том числе двигателя переменного тока.

1820 г., Франция. Андре-Мари Ампер открыл законы электродинамики, электричество и магнетизм предложил рассматривать как результат единого процесса природы.



Доминик Франсуа Араго



Андре-Мари Ампер

В 1821 г. М.Фарадей изобрел *электродвигатель*, рис.4.15, применение которого в дальнейшем расширило возможности применения электроэнергии. Вначале своей работы Фарадей ставил перед собой задачу изучения взаимосвязи между электричеством и магнетизмом.

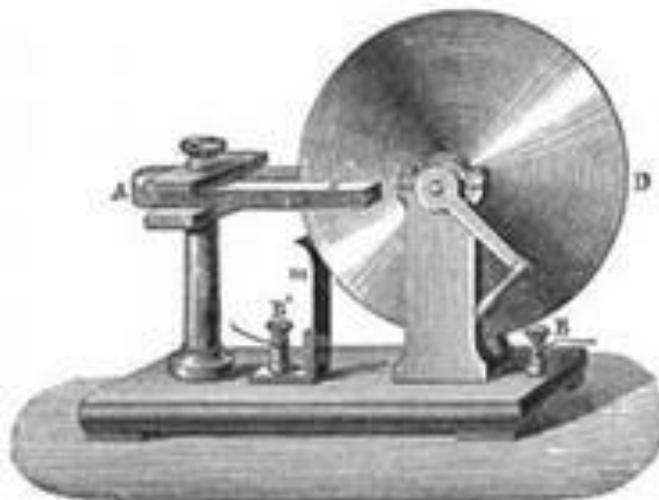
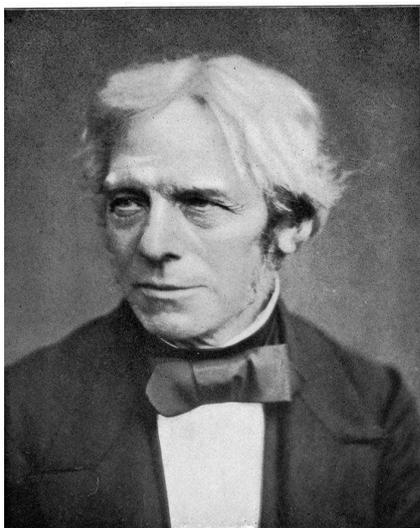


Рис.4.15 – Майкл Фарадей и его двигатель

1827 г., Германия. Георг Ом сформулировал закон зависимости основных величин электрической цепи: силы тока, напряжения и сопротивления. Открытие Ома было скептически воспринято в научных кругах. Это отразилось на развитии науки — скажем, законы распределения токов в разветвленных цепях, были выведены Густавом Кирхгофом 20 лет спустя.

1828 г., США. Джозеф Генри сконструировал мощные электромагниты с многослойной обмоткой. Открыл принцип электромагнитной индукции. Изобрёл электромагнитное реле.

1831 г., Англия. Майкл Фарадей открыл явление «электромагнитной индукции», составляющее основу современной электроэнергетики.

1834 г., Россия. Борис Якоби изобрёл электродвигатель с вращающимся рабочим валом, рис.4.16.

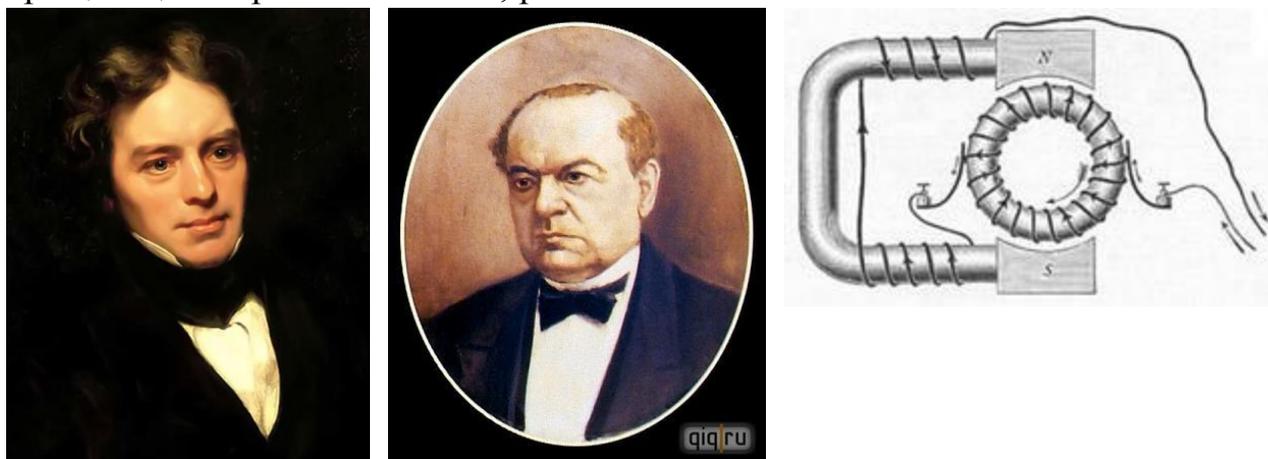


Рис.4.16 -Майкл Фарадей, Борис Семенович Якоби и его электрический двигатель

В 1837 г. Кук и Уттсон (Англия) изобрели *телеграф*. На первых образцах аппарата буквы, слагаемые в слова, показывала отклоняющаяся стрелка в зависимости от длительности электрического сигнала (см. рис.4.17).



Рис.4.17 – Первый телеграф

Телеграф получил интенсивное распространение, прежде всего, на железных дорогах для информации о следовании поездов. Ввиду малой дальности связи оборудовали промежуточные станции и таким образом поэтапно передавали необходимые сведения. В дальнейшем научились усиливать сигнал для передачи на нужное расстояние. На первых порах телеграфные сообщения передавали только по проводной линии связи, а с изобретением и развитием радио телеграфные сообщения широко применялись и во флоте. Бытует ошибочное мнение, что телеграф изобрел американский художник Морзе. Это неверно. Морзе усовершенствовал

систему телеграфа. Он разработал в 1843 г. систему, названную его именем, состоящую из чередований групп точек и тире соответствующим определенным буквам и цифрам. Этой *азбукой Морзе* пользуются по сегодняшний день.

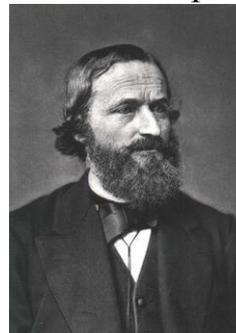
1847 г., Германия. Густав Роберт Кирхгоф сформулировал законы распределения электрических токов в разветвленных электрических цепях.



Герг Ом



Самюэл Финли Бриз Морзе



Густав Роберт Кирхгоф

1860 г., Италия. Антонио Пачинотти построил магнитоэлектрическую машину с кольцевым зубчатым якорем.

1865 г., Англия. Джеймс Максвелл создал теорию электромагнитного поля.

1870 г., Франция. Зеноб Грамм изобрёл обмотку двигателя, распределённую по окружности. Открыл обратимость электрических машин: двигатель-генератор.

1872 г., Россия. Александр Лодыгин изобрёл лампу накаливания с вольфрамовой нитью, розетку и вилку, электрические печи для плавки металлов, рис.4.18.

1875 г., Россия. Павел Яблочков изобрёл первую модель дуговой лампы без регулятора, рис.4.19.



Рис.4.18-Александр Лодыгин и его лампа

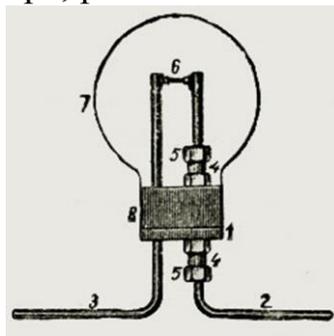


Рис.4.19 – Павел Яблочков и его лампа

В 1878 году на улицах Парижа вспыхнул ослепительный "русский свет" - дуговые лампы конструкции Павла Николаевича Яблочкова. Закачались стрелки на приборах первых электростанций.

1879 г., США. Томас Эдисон изобрёл лампу накаливания с резьбовым цоколем и резьбовой патрон, предохранитель, электросчётчик, применил на

практике параллельное включение ламп, ввёл в эксплуатацию первую тепловую электростанцию, рис.4.20.

Для цели освещения электричество внедрялось постепенно и с большими потугами. Для осветительного прибора электричество впервые было применено на маяке "Саут - Форленд" в 1858 г. Но это было дорогое удовольствие, так как применялась дуговая лампа. Над созданием лампы накаливания успешно работали русские ученые Яблочкин и Лодыгин, и в Но проблемой стала кратковременная работа нити накаливания, поскольку она очень быстро перегорала. Работу над созданием лампы накаливания продолжил Сван (США) который в 1878 г. предложил в качестве нити накаливания *угольную нить*. Но более приемлемый вариант в 1879 г. представил Эдисон, предложивший в качестве нити накаливания использовать *обугленные волокна бамбука*. Именно с такими нитями и начался серийный выпуск электрических лампочек. В 1880 г. Сван и Эдисон объединившись и начали производство электрических лампочек с бамбуковыми нитями накаливания. Продавая их по цене 2,5 доллара они быстро окупали затраты и получили большую прибыль.

1880 г., Россия. Дмитрий Лачинов описал теорию передачи электроэнергии по проводам на большие расстояния при повышении напряжения.

1882 г., Венгрия. Никола Тесла изобрёл двухфазный двигатель и двухфазный генератор.

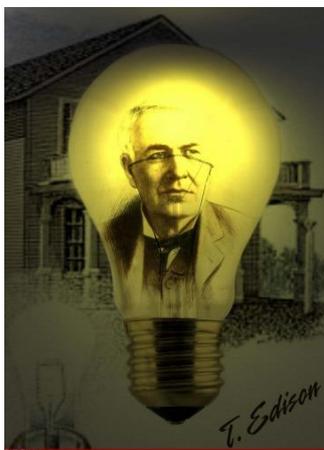
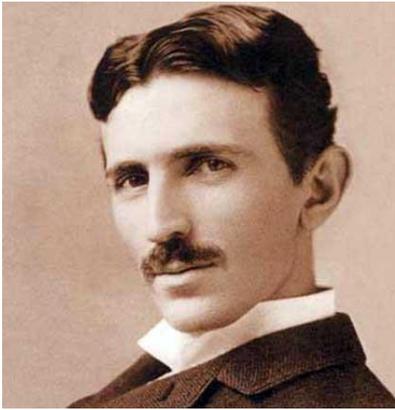


Рис.4.20 – Томас Эдисон и его лампа

Дмитрий Александрович Лачинов

1888 г., Германия. Михаил Доливо-Добровольский изобрёл трёхфазный двигатель переменного тока.

1886—1889 гг., Германия. Генрих Рудольф Герц доказал существование электромагнитных волн в свободном пространстве.



Никола Тесла



Михаил Доливо-Добровольский



Генрих Рудольф Герц

24 марта 1896 г. Попов, включив в цепь реле приемника аппарат Морзе, передал первую в мире радиограмму с записью на телеграфную ленту. Это произошло на заседании Физического отделения Русского физико-химического общества. Приемная установка размещалась в физическом кабинете Петербургского университета, а отправительная станция — в здании химической лаборатории на расстоянии 250 м. Знаки азбуки Морзе, передаваемые помощником Попова П. Н. Рыбкиным, «были ясно слышны», а председатель РФХО профессор Ф. Ф. Петрушевский записывал их мелом на доске. Вскоре все присутствовавшие увидели два слова – Heinrich Herz, а Александру Степановичу была устроена овация, рис.4.21.

К сожалению, Попов не имел необходимых средств для развертывания исследований в области совершенствования радиосвязи. Свои многочисленные научные работы он сочетал с педагогической и общественной деятельностью, был вынужден подрабатывать даже во время летнего отпуска. Почти десятилетие (с 1889 по 1898 г.) он заведовал электрической станцией на Нижегородской ярмарке. Кроме того, активно занимался общественной деятельностью.

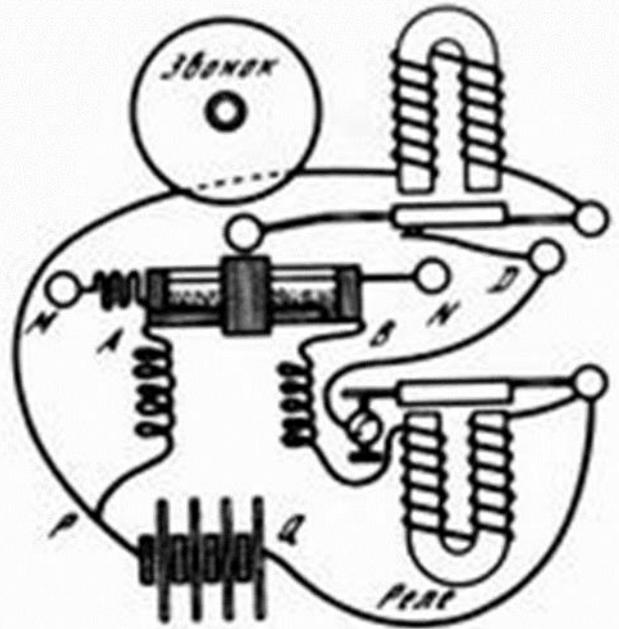


Рис.4.21- Александр Степанович Попов и его приемная установка

Открытие электрического тока и всех последующих открытий, связанных с ним, можно отнести к концу XIX- началу XX веков. В это время по всей Европе и в том числе России прокатилась волна открытий, связанных с электричеством. Пошла цепная реакция, когда одно открытие открывало дорогу для последующих открытий на многие десятилетия вперед.

Начинается внедрение электричества во все отрасли производства, появляются электрические двигатели, телефон, телеграф, радио, электронагревательные приборы, начинается изучение электромагнитных волн и влияние их на различные материалы, внедрение электричества в медицину.

Возможности электричества поражали: передача энергии и разнообразных электрических сигналов на большие расстояния, превращение электрической энергии в механическую, тепловую, световую...

Скандальные изобретения Николы Тесла

Никола Тесла (1856-1943 гг.) был четвертым ребенком, и казалось ему уготована обычная судьба сельского подростка, тем более что отец мечтал о духовной карьере сына и запретил ему поступать в Политехнический институт в Граце. Однако тут произошло то, что можно назвать "божьим промыслом". Никола тяжело заболел. Когда наступил кризис и было ясно, что он может не выжить, отец согласился с желанием сына и Тесла выздоровел. При этом Никола Тесла стал после умственного напряжения страдать от странного нарушения — появления чётких видений, сопровождавшихся иногда сильными световыми вспышками



Тесла получил классическое образование, говорил на нескольких языках, окончил Политехнический институт в Граце (1878) и Пражский университет (1880). Его первая должность — служащий телеграфного учреждения в Будапеште. В 1882 г. Тесла перебирается в Париж, затем в Страсбург. Работал инженером — электротехником, сделал свои первые шаги как изобретатель и инженер-электронщик, в Страсбурге в 1883 г. изготовил свой первый электродвигатель.

В Париже на его способности обратил внимание Томас Эдисон, и Тесла был приглашен на встречу с известным изобретателем. В 1884 г. Никола Тесла переехал в Нью-Йорк. Высадившись в Нью-Йорке без копейки денег, он сразу же убедился, что это страна больших возможностей. Проходя по Бродвею, Тесла увидел группу людей, пытающихся починить электромотор. Он тут же заработал 20\$.

Хотя Эдисон взял его в свою команду, отношения у них не сложились. Система Эдисона использовала постоянный ток, для чего приходилось через каждые несколько миль строить мощные станции. Тесла попытался убедить его в том, что переменный ток более эффективен и менее дорог. Но Эдисон упорствовал и чувствовал в Тесле талантливого конкурента. Гениальность этого молодого человека действительно превосходила достоинства самого Эдисона!

Эдисон не поддержал революционные планы Тесла относительно использования переменного тока. В конце концов они полностью поссорились, когда Тесла заявил Эдисону, что сможет на практике подтвердить простоту создания новых машин и выгоду их использования.

Эдисон пообещал ему 50 тысяч долларов за проведение таких работ на одном предприятии. Тесла подготовил двадцать четыре типа устройств и полностью преобразил завод. На Эдисона это произвело огромное впечатление, но денег он не заплатил, объявив свое обещание проявлением "американского чувства юмора".

Эдисон - бросивший все усилия на создание энергосистем постоянного тока, не смог принять концепцию электромашин переменного тока, предложенных Тесла и Тесла ушёл.

Однако это не был шаг в никуда. Джордж Вестингхаус (George Westinghouse) сам был изобретателем и считал Тесла гением. Он купил патенты на разработанные Теслой системы передачи и распределения многофазных токов (включая генераторы, электродвигатели и трансформаторы) и применил их в своей гидроэлектростанции на Ниагарском водопаде.

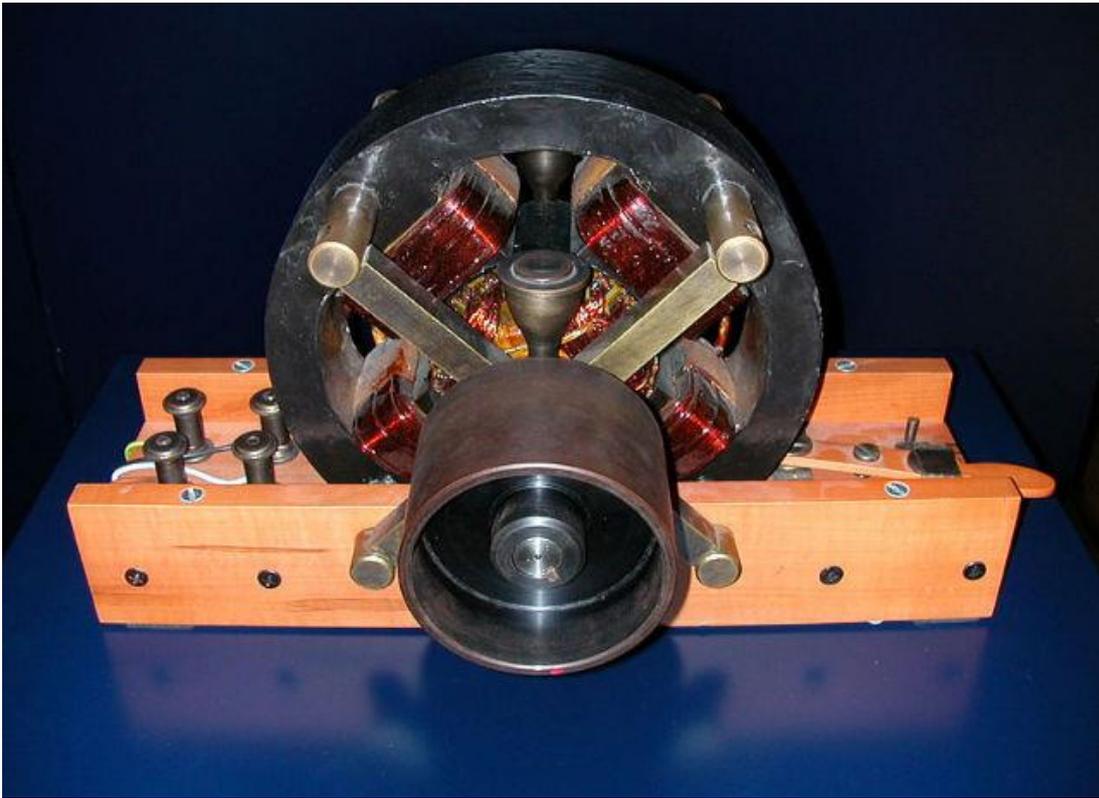


Рис.4.22 – Генератор Тесла

В 1888 Тесла открыл явление вращающегося магнитного поля, на основе которого построил электрогенераторы высокой и сверхвысокой частот, рис.4.22. В 1891 сконструировал резонансный трансформатор (трансформатор Тесла), позволяющий получать высокочастотные колебания напряжения с амплитудой до миллиона вольт, и первым указал на физиологическое воздействие токов высокой частоты, рис.4.23.

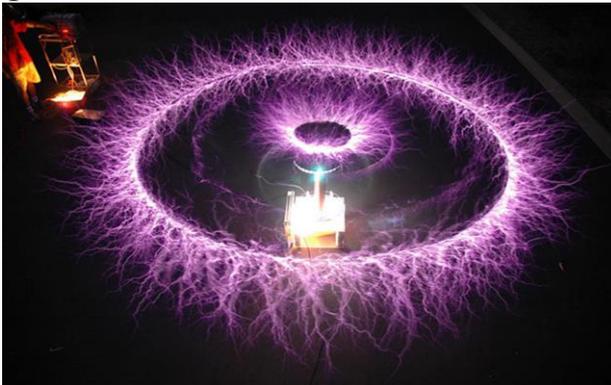


Рис.4.23- Катушки Н.Тесла

В Мэдисон-Сквер-Гарден он продемонстрировал дистанционное управление маленькими лодочками, но многие люди сочли это колдовством. Наблюдаемые во время грозы стоячие волны электрического поля привели Тесла к идее о возможности создания системы для обеспечения электроэнергией удаленных от генератора потребителей энергии без использования проводов, приобретшей огромную известность после экспериментов в Колорадо Спрингс (Colorado Springs) — он подсоединял вторые выводы от лампочек к сырой земле, и лампочки загорались.

В 1899 Тесла публично продемонстрировал лампы и двигатели, работающие на высокочастотном токе без проводов, рис.4.24. В конце — концов эксперименты Тесла разрушили генератор на местной электростанции и в 1900-м году Никола Тесла вернулся в Нью-Йорк, где взялся, по поручению банкира Моргана (J.P. Morgan) за строительство башни для трансатлантической связи. Проект был основан на идее резонансной раскачки ионосферы, предусматривал участие 2000 человек и получил название "Wardenclyffe", рис.4.25.



Рис.4.24 – Лампы Тесла

90-е года XIX века ознаменовались непримиримой борьбой двух компаний. С одной стороны это была General Electric, отстаивающая интересы Эдисона, являющегося приверженцем использования постоянного тока. Ему оппонировала компания Westinghouse Electric, создававшая свою продукцию на основе многочисленных патентов Николы Теслы в области переменного тока. Этот период вошел в историю промышленности, как "Период трансформаторных битв".



Рис.4.25 – Лаборатория "Wardenclyffe"

Ответом на эти действия стали публичные физические опыты Тесла на Всемирной выставке 1893 года в Чикаго. Удивленная публика смотрела, как экспериментатор пропускал через себя электроток напряжением в два миллиона вольт. По идее, от экспериментатора не должно было бы остаться и уголька. К тому же в многочисленных выступлениях Эдисон заявлял, что переменный ток высокого напряжения убьёт любого, кто прикоснется к

проводам! Но Тесла как ни в чём не бывало стоял с улыбкой, держа в руках ... горящие лампочки Эдисона!!!

Тесла демонстрирует светящиеся лампы Тесла у стенда на выставке 1893 года В конце концов, разработки Теслы и других ученых в области однофазных трансформаторов открыли дорогу строительству электростанций и линий передач однофазного тока, который стал широко использоваться в промышленности и для бытового электрического освещения.

Морган выделил 150,000\$ и участок в 200 акров на острове Long Island. Там и началось строительство башни Shoreham, высотой 187 футов со стальной шахтой, опущенной на 120 футов в землю. Эту башню возглавлял 55 тонный металлический купол диаметром 68 футов.

В 1905 году прошёл её пробный пуск принёсший грандиозный успех: ошарашенные журналисты писали, что он зажег небо на пространстве в тысячи миль над просторами океана. Это был триумф и апогей.

Вокруг экспериментальной башни пылал шар света диаметром в 30 метров. Лошади в сбруе получили шоковые электроудары через их металлические подковы и металлические предметы привязи на стойлах. Даже насекомые были повреждены: бабочки стали наэлектризованными и "беспомощно кружились кругами на своих крыльях, бьющих струйками синих ореолов "Огней Святого Эльма."

Пробный пуск невиданного сооружения состоялся в 1905 году и произвёл потрясающий эффект. "Тесла зажёт небо над океаном на тысячи миль", – писали газеты. Вторую башню - для передачи без проводов мощных потоков энергии - изобретатель намеревался построить у Ниагарского водопада. Но проект требовал огромных затрат. Все деньги самого Теслы ухнули в эту яму.

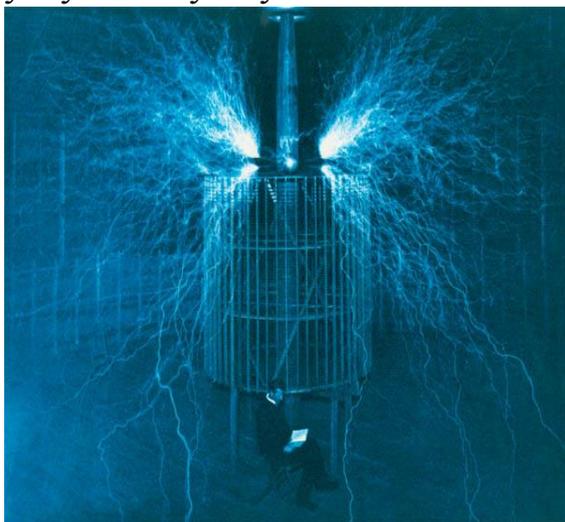


Рис.4.26 – Лаборатория Н.Теслы

Ученый проводил серию уникальных экспериментов, изучая процессы автоколебаний. Во время одного из таких опытов мощные приборы вошли в резонанс. Все в лаборатории стало трястись. Амплитуда колебаний нарастала. Вскоре уже во всем здании вибрировал пол, звенели стекла в окнах...Тесла подумал, что если он не прервет эксперимент, то лаборатория

может разрушиться. И как только он отключил установку, все сразу прекратилось. На самом деле в тот момент сотрясаясь не только дом Тесла. На всех улицах Нью-Йорка звучал странный гул, вибрировали здания, сыпались из окон стекла, лопались газовые и отопительные трубы, водопроводы. Это было "Большое Нью-Йоркское землетрясение".

Ему удалось добиться в этой области выдающихся достижений. Так, он экспериментально передавал такое количество энергии на расстояние 40 км, что ее было достаточно, чтобы зажечь 200 лампочек! Незадолго до смерти Тесла объявил, что он изобрел "лучи смерти", в которых на расстоянии 400 км передается такое количество энергии, что можно уничтожить 10000 самолетов или миллионную армию. Эту тайну он унес с собой в могилу.

Ещё в 1900-х годах Тесла мог получить ток 100 млн. ампер и напряжение 10 тыс. вольт. И поддерживать такие характеристики любое необходимое время. Современные учёные достигли лишь планки в 30 миллионов ампер (при взрыве электромагнитной бомбы), и 300 миллионов при термоядерной реакции - да и то, на доли секунды.

Присуждение Нобелевской премии за 1915 год вызвало всеобщее недоумение: она должна была быть поделена между двумя людьми, резко различными как по своим личным качествам, так и по результатам своих трудов: Тесла и Эдисон - вот два лауреата Нобелевской премии, объявленные осенью 1915 года. Но Тесла отказался от премии, хотя в это время он уже очень нуждался в деньгах, так как все его средства были вложены в несостоявшийся проект Wardencluffe. Отказ был вызван двумя причинами: он принципиально не хотел делить это признание его заслуг с Эдисоном

В 1931 г. Тесла продемонстрировал публике удивительный электромобиль. Из обычной автомашины фирмы Pierce-Arrow извлекли бензиновый двигатель и установили электромотор переменного тока мощностью в 80 л.с. (1800 об/мин) без каких бы то ни было традиционно известных внешних источников питания. Потом Тесла на глазах у публики поместил под капот невзрачную коробочку, из которой торчали два стерженька, которые ученый подключил к двигателю. Сказав: "Теперь мы имеем энергию", Тесла сел на место водителя, нажал на педаль, и автомобиль поехал. Эта машина, приводимая в движение мотором переменного тока, развивала скорость до 150 км/ч, а главное, не требовала подзарядки, рис. 4.27. По крайней мере в течение недели, что ее испытывали. Газеты того времени трубили об этом удивительном испытании. Все спрашивали Тесла: "Откуда берется энергия?" Он отвечал: "Из эфира вокруг всех нас".



Рис.4.27 – Электромобиль Теслы

Он демонстрировал эксперименты, которые даже сегодня могли бы вызвать удивление у студентов факультетов радиоэлектроники, не то что у простых обывателей. Например, Тесла включал небольшой трансформатор, и в воздухе начинали извиваться молнии... Успехом у публики пользовался также эксперимент с электролампочками. Тесла включал свой трансформатор, и обычная лампа начинала светиться в его руках. Когда же он доставал из портфеля лампочку, лишенную спирали накала (просто пустая колба), и она все равно светилась, удивлению и восторгам слушателей не было предела...

Никола Тесла в 30-е годы создавал приемники для RCA (Американская радиопромышленная корпорация). Корпорации достался заказ на изготовление оборудования для секретных проектов министерства обороны. Тесла снабдил эти приемники катушками индуктивности особой конструкции. Обычные катушки были снабжены оригинальными приспособлениями, разработанными самим Тесла. При подготовке к "Филадельфийскому эксперименту" Тесла создал прибор, чтобы помочь матросам в случае потери ориентации во времени, т.к. технология проекта "Радуга", директором которого с 1936 по 1942 год был Тесла, оказалась разрушительной для психики и биологической структуры человеческих существ. Цель прибора — восстановить нормальную привязку личности к времени, если произойдет дезориентация. Кому-то пришло в голову использовать этот прибор для решения проблем преодоления возраста.

Согласно официальным данным, он умер 7 января 1943 года. Все его лабораторные записи, письма, дипломы перешли по наследству к племяннику Саве Косановичу, который основал в Белграде музей Николы Тесла. Но существует аргументированное предположение, что его переправили в Англию, а для организации похорон использовали тело двойника. Тело кремировали на следующий день после смерти, что противоречило традициям ортодоксальной веры, которой придерживались в его семье. Поэтому остается спорным, умер он или нет. Секретная документация из его сейфа была изъята и более никогда не упоминалась!

4.2.4 Двигатели

Низкий КПД (коэффициент полезного действия) парового двигателя и его громоздкость стимулировали изобретателей к поискам более целесообразных вариантов. Да и необходимый атрибут для движения паровоза - рельсы - не всегда приемлем. Стремление двигаться независимо от железной дороги побудило французского военного инженера Никола Кюньо в 1770 г. изготовить паровую повозку. Это и было начало конструирования автомобилей.

Самым сложным элементом для конструирования оказался *двигатель*. Первый легкий двигатель изготовил бельгийский инженер Ж.Ленуар, рис.4.28. Именно он положил начало конструированию двигателей внутреннего сгорания. Двигатель Ленуара работал по такому принципу: смесь бензина с воздухом воспламенялась и образующиеся газы воздействовали на поршень, который приводил в работу последующие механизмы. Отсюда и название - газовый двигатель. Свой двигатель Ленуар установил на повозку и колесил по лесным просекам, вызывая иронию и удивление редких очевидцев. С его подачи многие изобретатели стали пробовать свои силы на этом поприще.

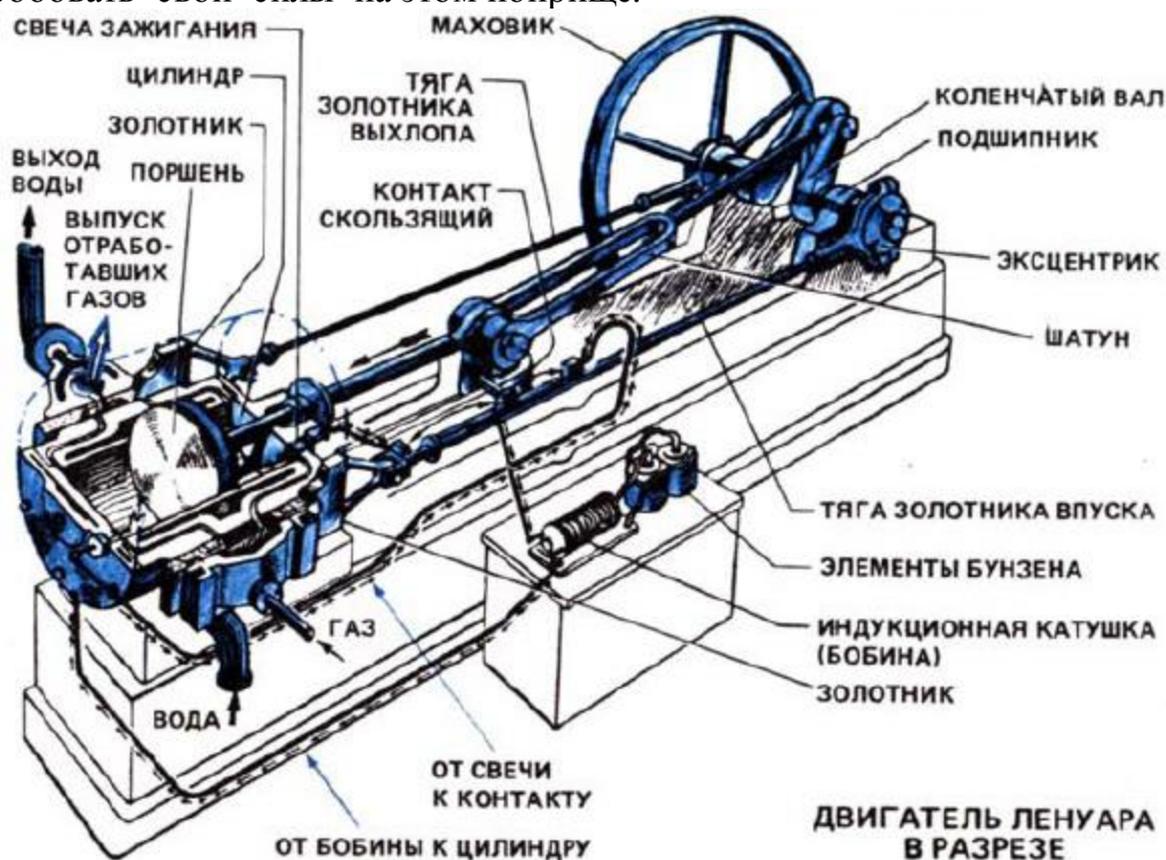


Рис.4.28 – Двигатель Ж.Ленуара

По настоящему приемлемый двигатель внутреннего сгорания с карбюратором сконструировал в 1885 г. Даймлер и установил его на трехколесную повозку, рис.4.29. Затем, объединившись с Бенсом, они

организовали первую в мире фирму по выпуску серийных автомобилей, рис. 4.30.



Рис.4.29 – Повозка Готлиба Даймлера Рис.4.30 – Автомобиль Карла Бенца

Организованная немецкая фирма получила название "*Mercedes-Бенс*", которая процветает и сегодня. Свое название фирма получила из двух составляющих: "*Mercedes*" - дочь Драймлера и "*Бенс*" - фамилия второго соучредителя.

Первый автомобиль этой фирмы развивал скорость 14,5 км/ч (километров в час) и не имел коробки передач. Но его смело можно назвать "отцом" современных автомобилей, так как он имел уже приемлемый 4-х тактный двигатель и карбюратор.

СПРАВКА: двигатель внутреннего сгорания работает в 4-х тактном режиме: 1-й такт - движение поршня вниз и всасывание смеси бензина с воздухом; 2-й - движение поршня вверх и сжатие образовавшейся смеси; 3-й - рабочий ход; при воспламенении сжатой горючей смеси давление газов двигает поршень вниз; 4-й - движение поршня вверх, при котором выбрасываются отработанные газы.

В дальнейшем на автомобиль "*Mercedes-Бенс*" была установлена 4-х скоростная коробка передач, и постепенно улучшались другие качества автомобиля. Безусловно, первый автомобиль не был массовым из-за большой стоимости. Большинство деталей изготавливались для конкретной машины (никакой стандартизации) и сборка проводилась вручную.

Настоящий переворот в машиностроении произвел американец Форд, внедривший 1903 г. *конвейер* и *стандартизовавший* многие узлы и детали машин. Благодаря этому стоимость автомобилей резко снизилась. Уже к 1913 г. производство автомобилей "*Форд*" достигло 1000 единиц

ежедневно, рис.4.31. Все последующие машиностроительные предприятия использовали опыт Форда.

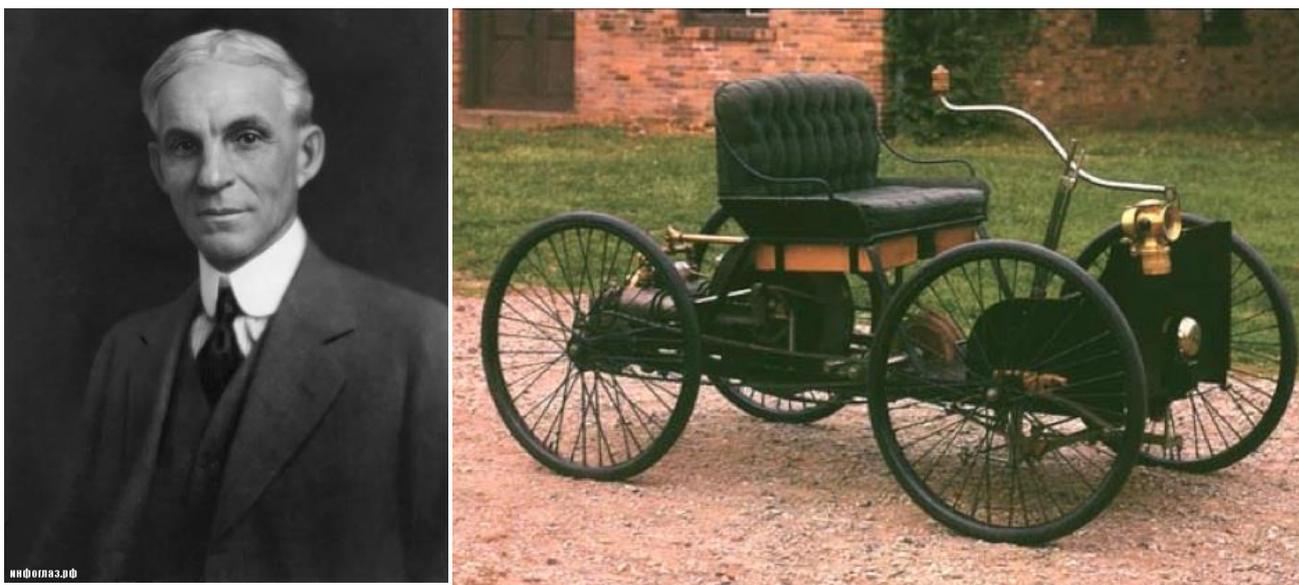


Рис.4.31 – Генри Форд и его первый автомобиль

Двигатель не остался без изменений. Продолжались попытки сделать его более экономичным и в 1892 г. немецкий изобретатель Дизель получил патент на одноименный двигатель, рис.4.32. В течение нескольких лет он совершенствовался и, в конце концов, нашел свою нишу в применении.

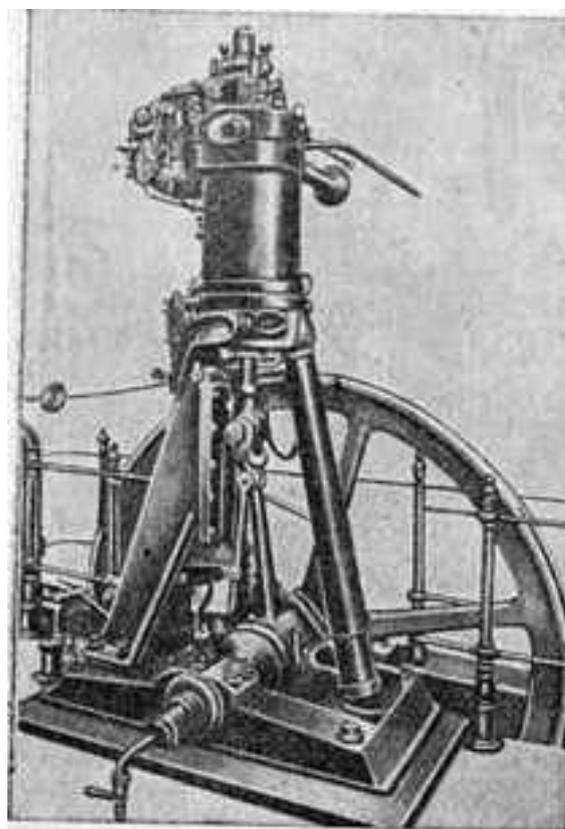
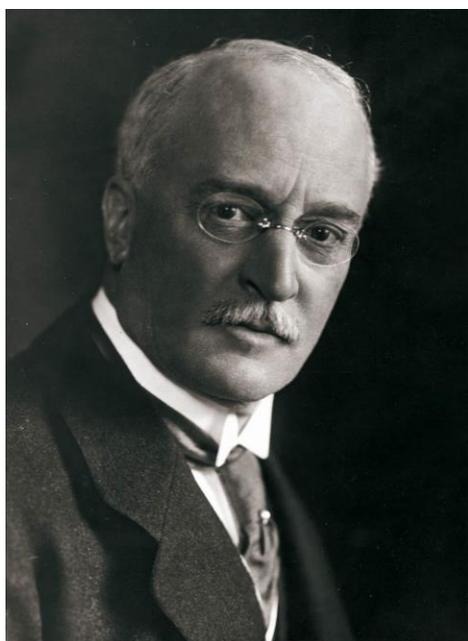


Рис.4.32 – Рудольф Дизель и его двигатель

5 СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Мехатроника

В качестве исторических вех принято считать:

- 18 век – век механики,
- 19 век – электротехники,
- 20 век – информатики,
- 21 век – мехатроники.

Мехатроника - это новое направление современной науки и техники, которое стремительно развивается в последнее десятилетие во всем мире.

Современный термин "*мехатроника*" был введен японской фирмой Yaskawa Electric в 1969 году и зарегистрирован как торговая марка в 1972 году. Это название получено комбинацией слов "МЕХАТРОНИКА" = "МЕХА ника" + "элек ТРОНИКА". Обе части термина "мехатроника" имеют греческие лингвистические корни (по-гречески: "mechane" - машина и "electron" - янтарь).

Становление мехатроники как новой области науки и техники базируется на фундаментальных основах механики и ее неоспоримых прикладных достижениях. "От Механики к Мехатронике" — такой предельно краткой формулой может быть сформулирована ведущая тенденция в современном машиностроении, которая появилась в 80-х годах 20 века и сегодня является общепризнанным положением. Именно от «Механики» взяла «Мехатроника» первую половину своего имени и это отнюдь не случайно.

«*Мехатроника*» - это область науки и техники, основанная на синергетическом объединении узлов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, обеспечивающая проектирование и производство качественно новых модулей, систем и машин с интеллектуальным управлением их функциональными движениями".

В определении особо подчеркнута триединая сущность мехатронных систем, в основу построения которых заложена идея глубокой взаимосвязи механических, электронных и компьютерных элементов.

Поэтому, наиболее распространенным графическим символом мехатроники стали три пересекающихся круга (см. рисунок 5.1), помещенные во внешнюю оболочку «Производство - Менеджмент - Требования рынка». На стыках этих наук и возникают новые идеи мехатроники. Научно-техническое решение можно считать "истинно мехатронным", если компоненты не просто взаимодействуют друг с другом, но при этом образованная система обладает новыми свойствами, которые не были присущи составляющим ее частям.



Рис.5.1 – Схема направлений и графический символ мехатроники

Мехатронный подход в построении машин нового поколения заключается в переносе функциональной нагрузки от механических узлов к интеллектуальным (электронным, компьютерным и информационным) компонентам, которые легко перепрограммируются под новую задачу и при этом являются относительно дешевыми. Так функциональный анализ производственных машин показывает, что доля механической части сократилась с 70% в начале 90-х годов до 20-30% в настоящее время, рис.5.2.

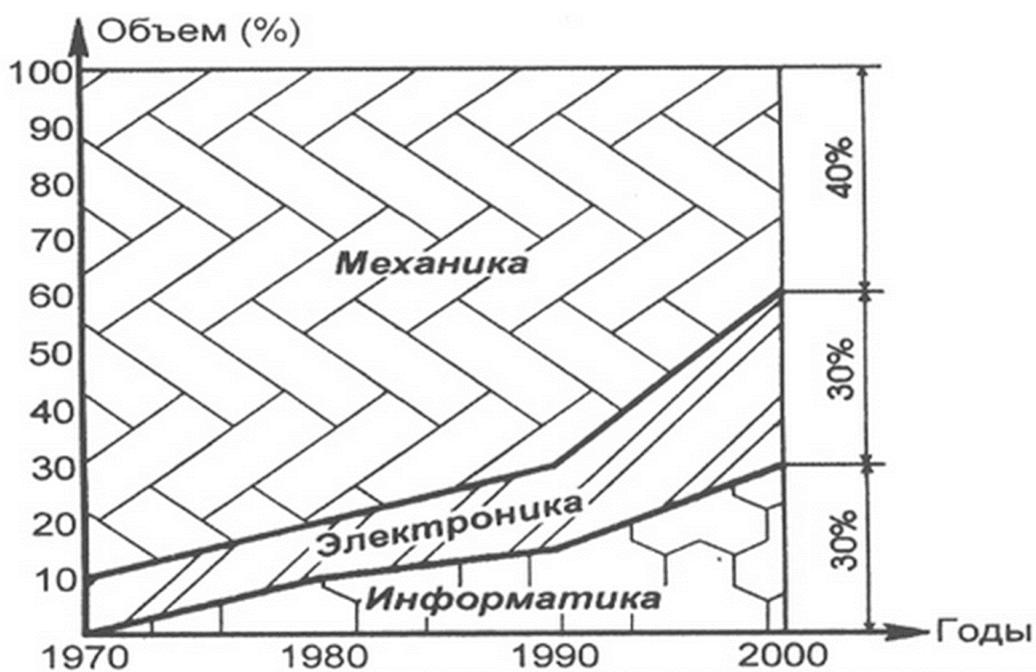


Рис.5.2 – График изменений в содержании мехатроники

В качестве примера, на рис.5.3 и 5.4 приведены схемы металлорежущих станков традиционной структуры и мехатронной структуры с ограниченным количеством функций, выполняемых механической компонентой.

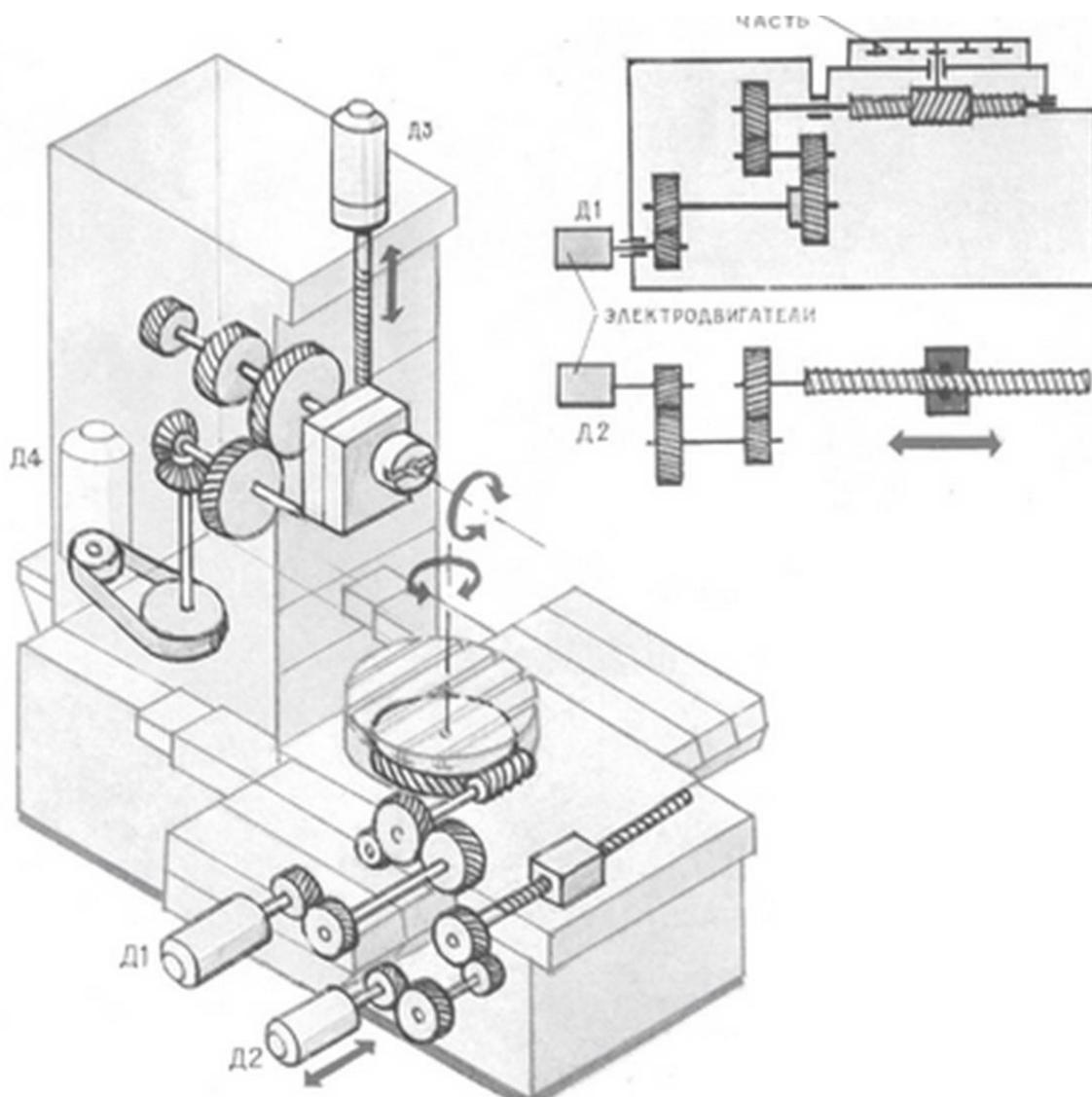


Рис. 5.3 – Схема конструкции металлорежущего станка традиционной структуры

Метод мехатроники основан на системном сочетании таких ранее обособленных естественно-научных и инженерных направлений, как точная механика, микроэлектроника, электротехника, компьютерное управление и информатика.

Синергия (греч.) - это совместное действие, направленное на достижение общей цели. Например, на футбольном поле игроки объединяются в команду во имя общей цели - забить максимальное количество голов и победить соперника.

В мехатронике все энергетические и информационные потоки направлены на достижение единой цели - выполнить программное движение с заданными показателями качества. Важно подчеркнуть, что при

синергетическом объединении достигается результат больший, чем арифметическая сумма вкладов отдельных частей системы.

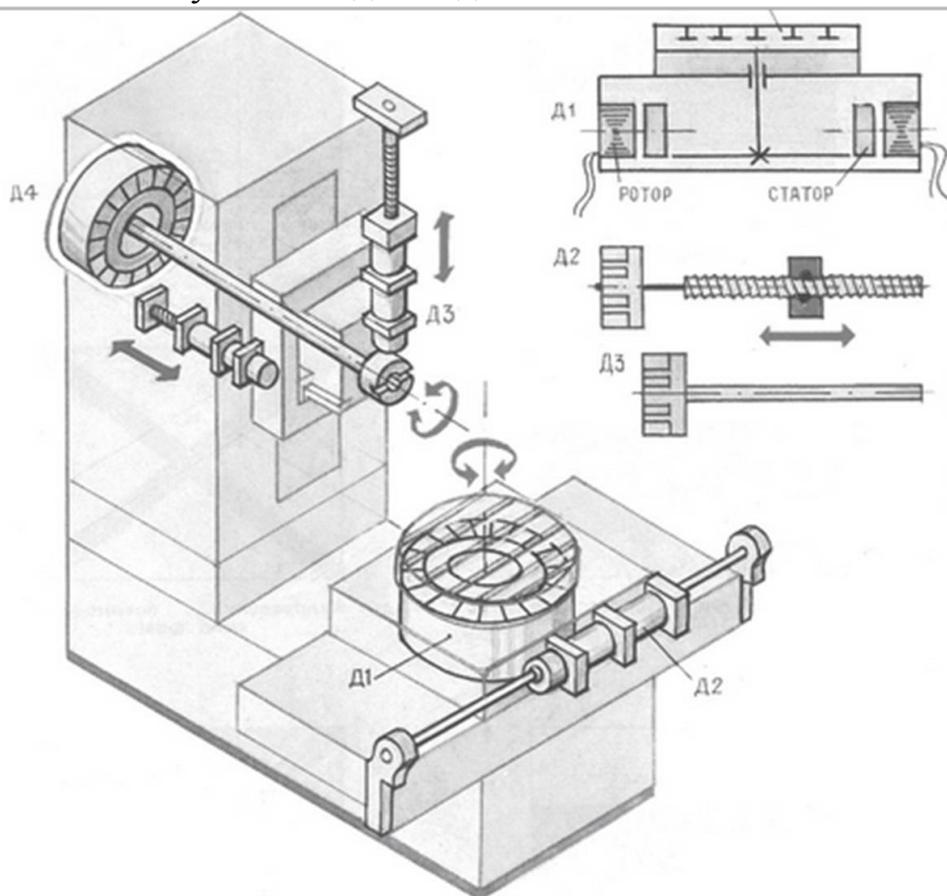


Рис.5.4 – Схема конструкции металлорежущего станка мехатронной структуры

Сегодня мехатронные модули и системы находят широкое применение в следующих областях:

станкостроение и оборудование для автоматизации, технологических процессов в машиностроении;

промышленная и специальная робототехника;

- авиационная и космическая техника;

- военная техника, машины для полиции и спецслужб;

- электронное машиностроение и оборудование для быстрого прототипирования;

- автомобилестроение (приводные модули "мотор-колесо", антиблокировочные устройства тормозов, автоматические коробки передач, системы автоматической парковки);

- нетрадиционные транспортные средства (электромобили, электровелосипеды, инвалидные коляски);

- офисная техника (например, копировальные и факсимильные аппараты);

- периферийные устройства компьютеров (например, принтеры, плоттеры, дисководы CD-ROM);

- медицинское и спортивное оборудование (биоэлектрические и экзоскелетные протезы для инвалидов, тонусные тренажеры, управляемые диагностические капсулы, массажеры и т.д.);
- бытовая техника (стиральные, швейные, посудомоечные машины, автономные пылесосы);
- микромашины (для медицины, биотехнологии, средств связи и телекоммуникации) ;
- контрольно-измерительные устройства и машины;
- лифтовое и складское оборудование, автоматические двери в отелях и аэропортах;
- фото- и видеотехника (проигрыватели видеодисков, устройства фокусировки видеокамер);
- тренажеры для подготовки операторов сложных технических систем и пилотов;
- железнодорожный транспорт (системы контроля и стабилизации движения поездов);
- интеллектуальные машины для пищевой и мясомолочной промышленности;
- полиграфические машины;
- интеллектуальные устройства для шоу-индустрии, аттракционы.

5.2 Робототехника

5.2.1 История робототехники

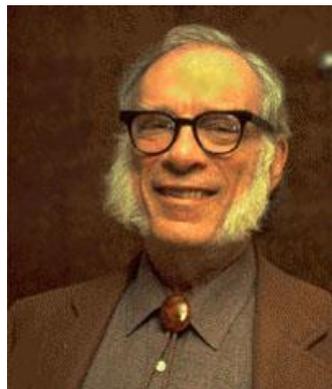
Роботом принято считать электромеханическое, гидравлическое или пневматическое устройство, которое способно выполнять различные операции. Данное слово довольно прочно вошло наш обиход и современную речь. Все подобные машины способны реализовывать свои потенциальные возможности практически в любом месте.

Главное предназначение робота - заменить человека в тех местах, где требуется высокая физическая устойчивость и точность. Кроме этого, такие устройства довольно часто применяются во время различных испытаний. Беспилотные самолеты-разведчики, саперные тралы, а также известные советские луноходы – все это, они - роботы. Однако самая большая мечта создателей - человекообразная машина, только начинает приобретать нужные очертания.



Происхождение слова «*робот*» имеет славянские корни. Впервые ещё в 1920г. его ввел известный чешский писатель Карел Чапек в своей фантастической пьесе «R. U. R.» («Россумовские универсальные роботы»), где фигурировали так названы механические рабочие, предназначенные для замены людей на тяжелых

физических работах. Чешское слово "robota" означает тяжелый подневольный труд.



У американского писателя-фантаста Айзека Азимова в цикле рассказов "Я робот" (1942) был тот же подход в взгляде о том, что собой должно представлять устройство называемое "роботом".

«Три закона робототехники гласили:

- 1) Робот не может нанести вред человеку, или через бездействие допустить нанесение вреда человеку.
- 2) Робот должен подчиняться приказам, отдаваемым человеком, если их выполнение не влечет нарушения первого закона.
- 3) Робот должен защищать свое собственное

существование, если действия, связанные с этим, не противоречат первому и второму законам.

Обратимся к более глубокой истории. С древних времен человечество пыталось использовать машины для облегчения своего труда, выполнения наиболее тяжелой работы, требуемой значительных физических усилий. Итак:

Впервые роботизированное устройство было предложено для развлечения в IX в. до н.э.



Древнегреческий философ, математик и механик Архит Тарентский (428-347 до н.э) спроектировал первую летающую машину - деревянную птицу, способную самостоятельно двигать крыльями при помощи пара и перемещаться на расстояние до 200 метров, рис.5.5.

Существует множество легенд о *Талосе*, послуживших основой для фильма «Ясон и Аргонавты» с потрясающими зрелищными спецэффектами Рэя Харрихаусена. Так, согласно одному мифу, после похищения Европы Зевсом, громовержец отправил её на остров Крит и подарил три предмета, в число коих входил и бронзовый *робот-гигант*, рис.5.6. Но есть и другие легенды, в которых Талос имеет иное происхождение. Множество деталей, присутствующих в мифах и легендах, косвенно указывают на то, что скорее всего, *Талос был первым в истории управляемым роботом*. Это была *первая волна изобретений*, связанных с роботами.

Следующим шагом стало изобретение древнегреческим математиком Ктесибием Александрийским (285-222 г.г. до н.э.) хитроумных водяных часов, названных клепсидами, ставшими самыми точными определителями времени вплоть до изобретения в XVII веке голландским физиком Христианом Гюйгенсом маятника для поддержания незатухающих колебаний.



Рис.5.5 – Первый летательный аппарат древности

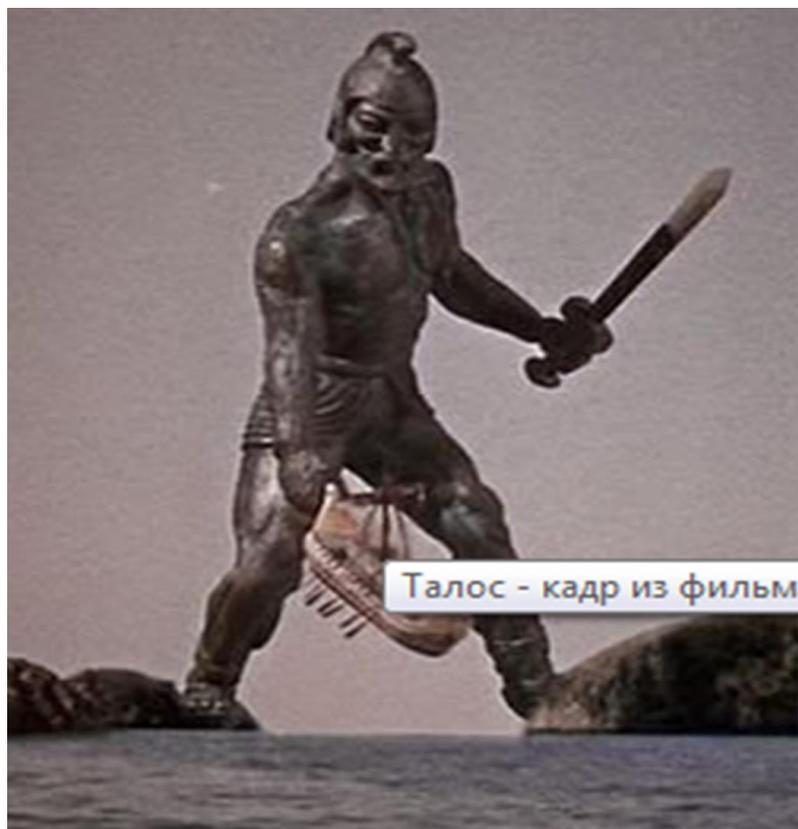
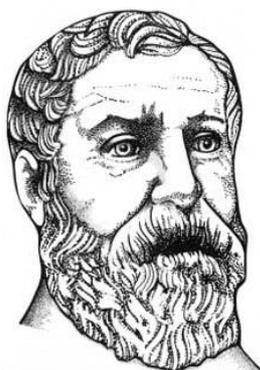


Рис.5.6 – Первый управляемый робот - Талос

В Китае во 2 век до н.э. разрабатываются сложнейшие автоматы, включая целые механические оркестры.

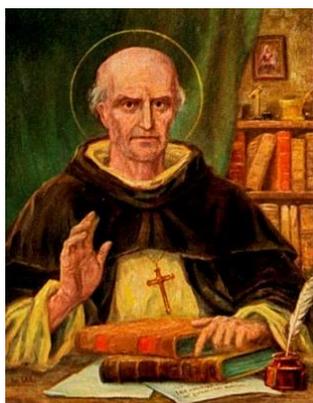


В книге "Пневматика" Герон Александрийский (1 век до н. э.) описывает несколько десятков автоматических механизмов. В "Театре автоматов" описано даже устройство целого театра, представление в котором разыгрывали фигурки-куклы, приводимые в движение с помощью системы зубчатых колес, блоков и рычагов. Наибольшую известность получил автомат для продажи "святой" воды, созданный Героном по заказу египетских жрецов.

Вторая волна изобретений роботов приходится на начало нашей эры. Аль-Хорезми, автор фундаментальной книги "Аль-джебр аль-мукабала" (от ее названия происходит слово "алгебра"), вводит понятие алгоритма и десятичную систему счисления (820 г. н.э.).



Механик араб Аль-Джазари (1206г.) в "Книге о познании хитроумных механических приспособлений" объясняет принципы устройства разных автоматов.



Альберт Великий (13 век) создает автомат, ставший впоследствии известным как "говорящая голова", способный воспроизводить человеческий голос.

Алхимик Раймон Луллий изобретает машину для обнаружения нематематических истин через комбинации. Роджер Бэкон в Англии предсказывает появление "самодвижущихся повозок", летательных аппаратов, подводных лодок.

Леонардо да Винчи (третья волна развития робототехники) разрабатывает детальный проект механического человека, способного двигать руками и поворачивать голову. Механизм выглядит как бронированный рыцарь. В дневниках Леонардо появляется набросок суммирующей вычислительной машины на зубчатых колесах, способной складывать 13-разрядные десятичные числа. Его суммирующую машину можно считать изначальной вехой в истории вычислительной техники, рис.5.7.



В 1500 г. Леонардо да Винчи строит механического льва, который при въезде короля Франции в Милан выдвигался, раздирал когтями грудь и показывал герб Франции. В его коллекции нашлось место механическим птице. Однако, самым интересным экспонатом стал созданный в 1495 году механический манекен в форме вооруженного рыцаря, получивший название «Робот Леонардо».

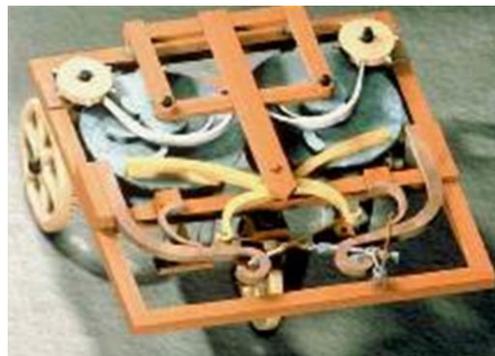
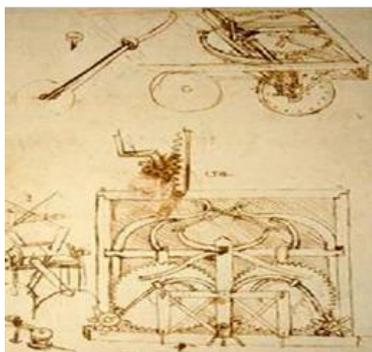


Рис.5.7 – Робот Леонардо да Винчи

В 1525 г. Ганс Бульман (Hans Bullmann) в Нюрнберге строит первого реального *механического робота*. Считают, что было создано несколько полностью завершённых механизмов, в том числе, играющие на музыкальных инструментах.



В 1533 г. Иоганн Мюллер (Johann Muller) в Нюрнберге создает *железную муху* и *искусственного орла*, оба из которых могли подниматься в воздух. Предполагается, что механизмы имели паровую тягу.

В 1540 г. Джианелло Ториано (Gianello Toriano) из Кремоны конструирует *робота в виде женщины, играющей на лютне*.

В 1543 г. Джон Ди (John Dee) в Англии создает *деревянного жука*, способного

летать.

В 1564 г. Амбруаз Паре (Ambroise Pare), издает "Dix livres de chirurgie", в которой описывает проект *механической руки*. Рука во всем схожа с человеческой и имеет механические "мускулы".

СВ 1736 г. Жак де Вокансон. Создал Механического игрока на флейте– кукла действительно играла, перебирая пальцами и выдыхая во флейту воздух из мешков.



Рис.5.8 – Механические куклы Ж.Вокансона



Жак де Вокансон также создал механическую утку, покрытую настоящими перьями, которая могла ходить, двигать крыльями, крякать, пить воду, клевать зерно и, перемалывая его маленькой внутренней мельницей, отправлять нужду на пол, рис.5.9. Утка состояла из более чем 400 движущихся деталей и была однозначно признана венцом творения мастера.

Одним из выдающихся изобретателей 18 века является Пьер Дро (1760). Одно из первых своих изделий — маятниковые часы с пастушкой и собачкой — Дро повез в столицу Испании город Мадрид к королю Фердинанду IV. Демонстрация производилась в присутствии многочисленной придворной знати. Возбужденный Дро показал им созданное произведение. Когда часовая стрелка подходила к какому-либо часу, пастушок подносил ко рту флейту и свистел столько раз, сколько должно было пробить часов.

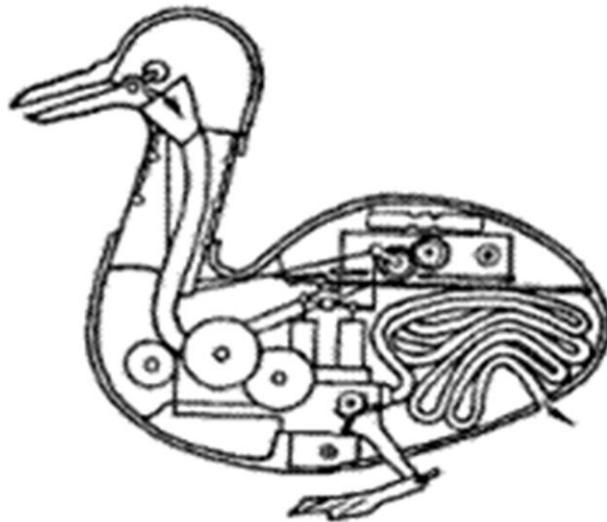


Рис.5.9 – Механическая утка Вокансона

У ног пастушка лежала собачка, охранявшая корзинку с яблоками. Стоило кому-нибудь из придворных дотронуться до фруктов, как собачка начинала лаять. Сняли руку с фруктов — лай тут же прекращался. Наконец, в 1770 году, весной, появился на свет первый механический человек. Это был механический «пишущий мальчик».

Когда механический человек писал, он двигал головой, и казалось, следил за тем, что пишет. Окончив работу, писец сыпал лист бумаги песком для высушивания чернил, а потом стряхивал его. По чистой случайности «пишущий мальчик» и часть его «рукописей», а также и другие изобретения отца и сына Дро сохранились до наших дней. После долгих странствий сейчас они находятся в Швейцарии.



Картинка 54. История робототехники. Пьер-Жак Дро и его сын Анри-Луи Жак Дро. Автоматоны (1770-е годы). 21.

Рис.5.10 – Пишущие фигурки Дро

Эдвард Эллис (Edward S. Ellis) в своём историческом романе «Громадный охотник, или Паровой Человек в прериях» в 1865 году поведал миру об одарённом конструкторе — Джонни Брейнерде (Johnny Brainerd), который первым построил «человека, который движется на пару». Паровой Человек не был роботом в полном смысле этого слова — скорее, это был паровоз в форме человека. По свидетельствам очевидцев, первый Паровой Человек мог двигаться со скоростью до 30 миль в час (около 50 км/час), а фургон, запряжённый этим механизмом, шёл почти так же стабильно, как железнодорожный вагон. Единственным существенным недостатком была необходимость постоянно возить с собой огромное количество дров.

5.2.2 Современные достижения робототехники

Один из первых современных роботов был построен американским инженером Венсли в 1925 году. Так была начата *четвертая волна развития робототехники*. Автор дал ему имя *мистер Телевокс*. Когда у Венсли спросили, откуда это странное имя, он ответил: «Первая половина слова — «теле» — греческая и означает «далекий», вторая — «вокс» — латинская и значит «голос». Своим названием я хотел подчеркнуть способность моего робота отвечать на команды, поданные голосом человека».



Телевокс обладал способностью слышать и исполнять несколько различных приказаний, отдаваемых человеком при помощи звуков свистка. Подавая различное число повторных свистков, Венсли мог заставить робота открыть окна, закрыть дверь, пустить в ход вентилятор и пылесос, а также зажечь свет в комнате. Телевокс был не только слышащим и говорящим роботом. Он мог выполнять некоторые домашние работы, заменяя домработницу.

Первые *программируемые механизмы с манипуляторами* появляются в 1930х годах в США. Толчком к их созданию послужили работы Генри Форда (1863-1947) по созданию автоматизированной производственной линии или конвейера (1913). Разбив весь процесс производства изделия на большое количество маленьких этапов, Форд добился снижения требований к квалификации рядового работника. До него автомобиль могла собрать только команда высоких профессионалов. Теперь же профессионалы требовались только для выработки четкого плана производственного процесса.

В 1942 г. Айзек Айзимов публикует разработанный им *три закона робототехники*:

- 1) Робот не может нанести вред человеку, или через бездействие допустить нанесение вреда человеку.
- 2) Робот должен подчиняться приказам, отдаваемым человеком, если их выполнение не влечет нарушения первого закона.
- 3) Робот должен защищать свое собственное существование, если действия, связанные с этим, не противоречат первому и второму законам.

Пятой волной развития робототехники принято считать 1948 год, когда основоположник кибернетики, выдающийся американский математик  Норберт Винер (1894—1964) опубликовал книгу «Кибернетика», в которой очень много говорилось о количественной оценке различных сигналов. У истоков робототехники стояли талантливые люди. Сын профессора славистики, выходца из России, Норберт Винер получил ученую степень доктора философии в Гарвардском университете уже в возрасте 18 лет !

В 1954 г. Джордж Девол-мл. подал заявку на патент на *программируемое устройство для переноски предметов, или манипулятор*. Джордж Девол (George Devol) и Джо Энглебергер (Joe Engleberger) разработали роботическую руку, управляемую посредством электронного контролера. Движения руки программировались и осуществлялись при помощи гидравлической системы. Данное устройство получило название «Анимэйт (Unimate)». Впервые роботическая рука была применена на конвейерах сборки автомобилей компании Дженерал Моторс (General Motors).

Сам термин *промышленный робот* впервые появился на страницах американского журнала «American metal & market» в 1960 году.

Первые роботы были выпущены фирмой АМФ в 1962 г. в США, затем в: 1966 г. в СССР (ЭНИКМАШ); 1967 году в Великобритании; 1968 г. в Швеции и Японии; 1971 г. в ФРГ; 1972 г. в Франции; 1973 г. в Италии.

Сейчас принято *разделение роботов* на 3 поколения.

Первое поколение - ПР. Это автоматические устройства, оснащенные одной или несколькими руками. Движение руки робота осуществляется по нескольким управляемым координатам (2-8) с заданной скоростью и необходимой точностью. Оператор может перепрограммировать движения робота. После этого робот однообразно выполняет движения по жесткой программе. Такие роботы не имеют датчиков обратной связи и не могут реагировать на изменения внешней среды, рис.5.11. Предполагается, что внешняя среда - постоянна. Программирование движений осуществляется методом обучения. Программа предусматривает запись всех движений манипулятора.

Второе поколение - адаптивные роботы. Адаптивные роботы - это роботы, управляемые устройством адаптивного управления. Эти роботы могут реагировать на изменения внешней среды. Роботы оснащены датчиками обратной связи. Область применения роботов расширена (по сравнению с роботами первого поколения) за счет возможности корректировать программу в зависимости от изменений внешней среды, рис.5.12.



Рис.5.11 – Промышленный робот

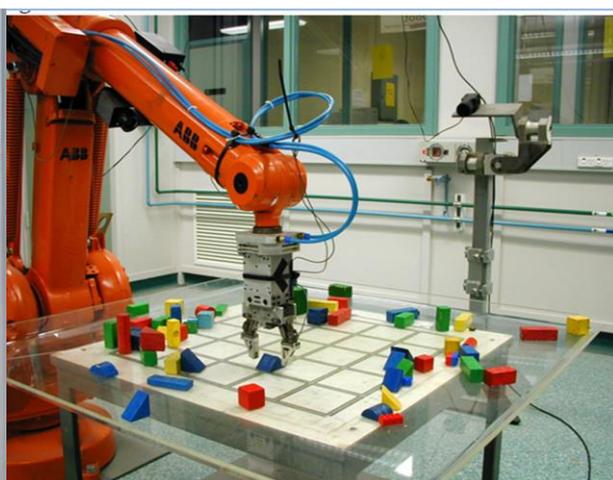


Рис.5.12 – Адаптивный робот

Третье поколение – роботы с искусственным интеллектом. Задание на работу роботу вводится в более общей форме. Робот планирует свои действия в неопределенной и меняющейся обстановке. Робот действует аналогично человеку, который понял поставленную задачу, проанализировал окружающую среду и знает, какие движения необходимо сделать для выполнения задачи.



Датой рождения первого по-настоящему серьезного робота, о котором слышал весь мир, можно считать 18 мая 1966 года. В этот день Григорий Николаевич Бабакин, главный конструктор машиностроительного завода имени С.А.Лавочкина в подмосковных Химках подписал головной том аванпроекта Е8. Это был «Луноход-1», луноход 8ЕЛ в составе автоматической станции Е8 №203, рис.5.13,

первый в истории аппарат, успешно покоривший лунную поверхность 17 ноября 1970 г.



Рис.5.13 - Луноход

Общая масса первого лунохода составляла 756 кг, его длина с открытой крышкой солнечной батареи 4,42 метра, ширина 2,15 метра, высота 1,92 метра. Он был рассчитан на 3 месяца работы на поверхности Луны. В действительности же «Луноход-1» проработал в три раза дольше, проехал 10 540 м и передал на Землю 211 лунных панорам и 25 тысяч фотографий. Правда, первый человек на Луне оказался все-таки немного раньше — 20 июля 1969 г.

1974 г. фирма ASEA разработала электромеханический промышленный робот. 1976 г. на рынке промышленных роботов появилась продукция фирмы Cincinnati Milacron. 1978 г. фирма Unimate получила заказ от корпорации General Motors на разработку программируемого универсального сборочного робота PUMA.

В 1982 г. фирмы General Electric, Volkswagen и Hitachi подписали соглашение о продаже роботов на рынке США.



Рис.5.14 – Роботизированная линия сварки корпусов автомобилей

21 ноября 2000 года на первой в истории выставке ROBODEX в городе Йокохама (Япония) Tokyo Sony Corporation представляет своего первого человекоподобного робота "SDR-3X", рис.5.15.

2002 г. Первый в мире серийно выпускаемый бытовой робот-пылесос Trilobite представлен на рынок шведской компанией Electrolux. Робот ориентируется с помощью ультразвукового сонара и имеет высоту 13 см при диаметре 35 см. Максимальная скорость уборки — 40 квадратных сантиметров в секунду. Когда аккумуляторы робота "салятся", Trilobite сам находит зарядное устройство и едет заряжаться, рис.5.16. 2003 г. Американская компания iRobot, которая является одним из крупнейших инвестиционных проектов Асег в области робототехники, представляет робот-пылесос Roomba стоимостью \$200. По данным компании iRobot, больше половины хозяев "Румбы" дают ему имена или прозвища.



Рис.5.15 – Антропоморфные роботы SDR-3X



Рис.5.16 – Бытовой робот – пылесос

Миниатюрные роботы-коллективисты способны взаимодействовать друг с другом и обмениваться информацией. У каждого бота имеется произвольный набор параметров - "генов", определяющих поведение. В процессе исследований отбирали ботов, наиболее эффективно отыскивающих пищу. Их "геномы" затем смешивались, что приводило к постепенной эволюции, рис.5.17.

Специалисты Массачусетского технологического института разработали робота *Domo*, способного взять у хозяина тарелки и положить их на полку. Аарон Эдсингер, занимающийся разработкой робота, сообщил, что *Domo* является следующим поколением роботов. Мозг *Domo* - 12 компьютеров, которые анализируют окружающий мир и решают, на чём сосредоточить своё внимание, рис.5.18.



Рис. 5.17 – Коллектив мини-роботов



Рис.5.18 – Робот Домо

В Гарвардском университете создан летающий робот размером с муху. Вес робота составляет 60 миллиграмм, размах его крыльев - 3 см. Пока гарвардская муха может летать, пользуясь только внешним источником энергии.

Хироши Ишигуро представил новую версию своего знаменитого андроида *Repliee*. *Repliee Q1Exro* выглядит, как настоящая женщина. Движения андроида по пластике практически неотличимы от человеческих, рис.5.19.

Экзоскелет HAL дает возможность своему пользователю поднимать груз, в десять раз превышающий норму, которую тот мог поднимать без него. По словам одного из разработчиков, профессора Ёсиюки Санкай (*Yoshiyuki Sankai*), принцип работы экзоскелета строится на наблюдении за напряжением мускулов человека, рис.5.20.



Рис.5.19 - андроид Repliee



Рис.5.21 – Экзоскелет HAL

В Стэнфордском университете создан *робот-геккон Stickybot*, способный самостоятельно передвигаться по гладким вертикальным поверхностям и даже стеклу. Принцип работы Stickybot позаимствован у природы, в частности у ящериц гекконов, рис.5.21.

Устройствами, разрабатываемыми в рамках *нанотехнологии* являются *нанороботы* – машины сверхмалых размеров, выполняющие полезную работу в труднодоступных местах. Нанороботы-хирурги способны ремонтировать и очищать кровеносные сосуды в организме человека, удалять камни из почек, вводить лекарства в определенный орган по таймеру или в зависимости от внешних условий, например от содержания кислорода или сахара в крови, рис.5.22.



Рис.5.21-робот-геккон Stickybot



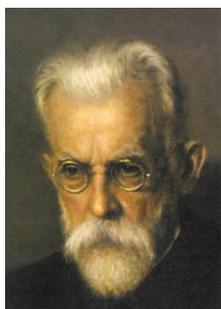
Рис.5.22 - Нанороботы

Микророботы для переработки минерального сырья добывают и обогащают руды металлов глубоко под землей или на других планетах. Шахты и карьеры заменяются системой скважин, через которые добывающие микророботы закачиваются под землю и выносятся рабочей жидкостью на поверхность вместе с добытой обогащенной рудой.

Микророботы перерабатывают промышленные и бытовые отходы, извлекая из них металлы и перерабатывая органические вещества в метан, возможно, в «симбиозе» с бактериями и генетически сконструированными организмами-мусорщиками.

5.3 Нанотехнологии

Первые живые клетки возникли 3,5 млрд. лет назад, с чего и началась история манипуляции биомашинами генетическим материалом. Однако, только сейчас появилась возможность использования и управления процессов изменения материи по заданной человеком программе.



В 1918 г. проф. Вернадский высказал мысль о неисчерпаемых возможностях атома. Внесем понимание слова «нано». Это расстояние порядка – 10^{-9} метра. Продолжим далее рассмотрение исторического ряда событий открытий в области нанотехнологий.

1931 г. Немецкие физики Макс Кнолл и Эрнст Руска создали электронный микроскоп, позволяющий исследовать нанообъекты.

1968 г. Альфред Чо и Джон Артур (американская компания Bell) разработали теоретические основы нанотехнологии при обработке поверхности.

1974 г. Японский физик Норио Танигучи ввел в научный оборот слово «нанотехнологии».

1985 г. Американские физики Роберт Керл, Хэрольд Крото и Ричард Смейли создали технологию, позволяющую измерять предметы размером в 1 нанометр.

1998 г. Голландский физик Сеез Деккер создал транзистор на основе нанотехнологий.

2002 г. Олег Суитин (Россия) – революционные разработки в области вычислительной техники на базе нанотехнологий. Плотность размещения данных увеличена в 100000 раз.

Современное *направление исследований нанотехнологий* классифицируется на: *мокрую, сухую и компьютерную.*

Под «*мокрой*» нанотехнологией понимают изучение биологических систем, которые существуют в жидкости (мембраны, ферменты....). «*Сухая*» нанотехнология берет начало от физической химии и науки о поверхностных явлениях. *Компьютерная* нанотехнология позволяет моделировать поведение молекул в системе.

Направления развития нанотехнологий:

- Синтез вещества на молекулярном уровне (именно так, по мнению футурологов, жителям Земли удастся решить проблему голода).
- Решение проблемы человеческого бессмертия (и геронтологии), за счет введения в организм нанороботов, предотвращающих старение клеток.
- Ликвидация вредного воздействия и влияния жизнедеятельности человека на окружающую среду.
- Промышленность. Замена традиционных методов производства сборкой молекулярными роботами. 3D – принтеры.
- Освоение космоса нанороботами для подготовки высадки человека.
- Кибернетика. Скачек в развитии ИТ и компьютерной техники. Рабочие частоты компьютеров – Терагерцы. Быстродействующая белковая память, переселение человеческого интеллекта в компьютер.

Многие из современных направлений в материаловедении, нанотехнологии, наноэлектронике, прикладной химии связано с *углеродными каркасными структурами*.

Углеродные каркасные структуры – это большие молекулы, состоящие исключительно из атомов углерода, рис. 5.23. Особенность молекул – каркасная форма в виде полой оболочки. Самая знаменитая из структур – фуллерен C₆₀. Открыт в 1985 году, Нобелевская премия 1996 год.

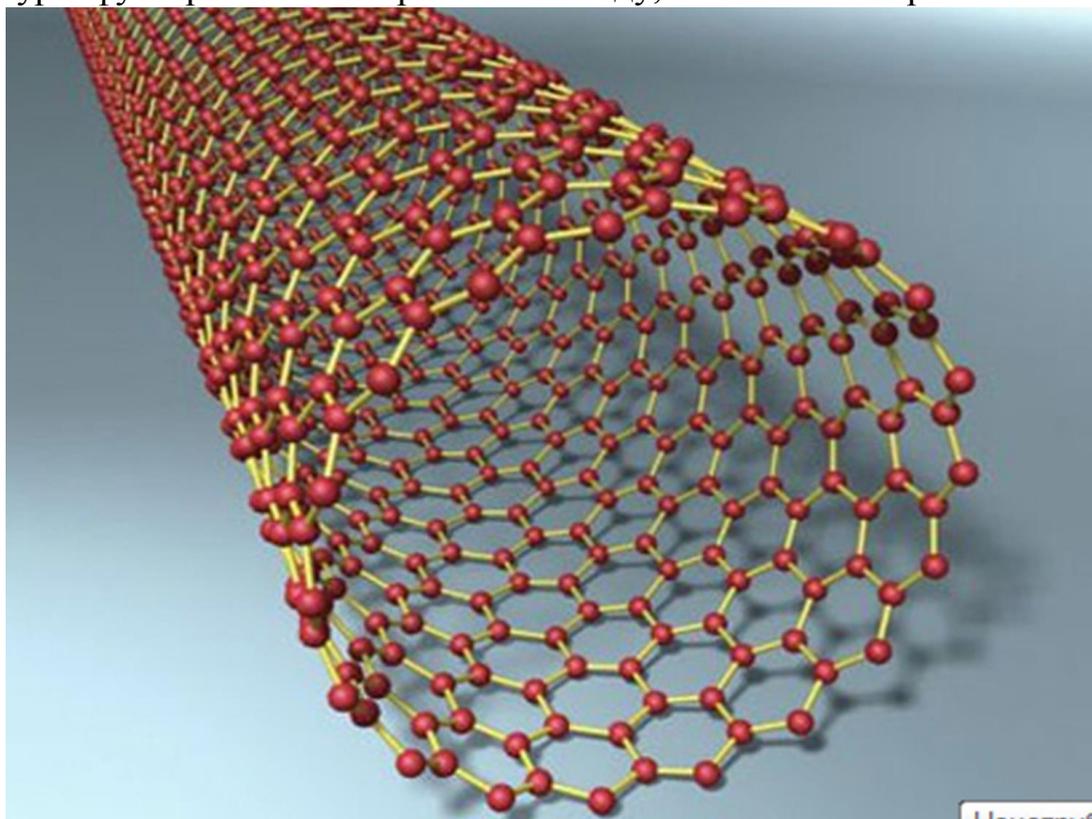


Рис.5.23 – Углеродная каркасная структура

В 1991 году были обнаружены длинные цилиндрические углеродные образования - нанотрубки разнообразных форм, слойности и длины.

Специфические Свойства нанотрубок: электрические, оптические, магнитные.

Свойства и область использования нанотрубок:

- Прочный материал (трос толщиной с волосинку удерживает сотни кг груза).
- Электрические свойства (полупроводниковые-проводниковые) делают его основным материалом в нанoeлектронике – чипы компьютеров.
- В качестве прочных гибких и тонких дисплеев компьютеров.
- Контейнер для атомов и молекул веществ.
- Военная область (самолеты – невидимки на основе технологии Stealth).
- Одежда и обувь (носки для армии США).