

**Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия**

**С. В. Подлесный, Ю. А. Ерфорт, В. М. Искрицкий,
Д. Г. Сущенко, А.Н. Стадник**

ИСТОРИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Утверждено
на заседании ученого совета
Протокол № 11 от 24.06.2010 г.

Краматорск 2010

УДК 62(09)
ББК 30г
И 90

Рецензенты:

Малеев В.Б., д-р техн. наук, проф. Донецкого национального технического университета, г. Донецк;

Садовой А.В., д-р техн. наук, проф. Днепропетровского государственного технического университета, г. Днепропетровск.

В посібнику викладені відомості про розвиток доінженерної та інженерної діяльності із стародавніх часів до сучасності, історії техніки, про закони її побудови й розвитку. Okремо наведені матеріали з розвитку інженерної думки у сучасній Україні. Розглянуті структура і функції інженерної діяльності, методи інженерної творчості, а також соціально-психологічні аспекти інженерної діяльності.

И 90 История инженерной деятельности : учебное пособие / С. В. Подлесный, Ю. А. Ерфорт, В. М. Искрицкий, Д. Г. Сущенко, А. Н. Стадник. – Краматорск : ДГМА, 2010. – 188 с.
ISBN 978-966-379-442-6.

В данном пособии изложены сведения о развитии доинженерной и инженерной деятельности с древнейших времён до настоящего времени, истории техники, о законах её построения и развития. Отдельно приведены материалы по развитию инженерной мысли в современной Украине. Рассмотрены структура и функции инженерной деятельности, методы инженерного творчества, а также социально-психологические аспекты инженерной деятельности.

УДК 62(09)
ББК 30г

ISBN 978-966-379-442-6

© С. В. Подлесный, Ю. А. Ерфорт,
В. М. Искрицкий, Д. Г. Сущенко,
А. Н. Стадник.
© ДГМА, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ С ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЕН ДО ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ XVIII в.	10
1.1 Техническая деятельность в древнейшее время. Возникновение и распространение простых орудий труда	10
1.2 Техника рабовладельческого способа производства. Развитие и распространение сложных орудий труда	17
1.2.1 Орудия труда из металла	17
1.2.2 Земледелие и оросительные сооружения	18
1.2.3 Обособление ремесла от земледелия	19
1.2.4 Строительное дело	20
1.2.5 Горное дело	22
1.2.6 Развитие военной техники	23
1.2.7 Улучшение способов передвижения	25
1.2.8 Доинженерная деятельность и становление научно- технических знаний	26
1.3 Техническая деятельность в Средние века	31
1.3.1 Развитие ремесла	31
1.3.2 Выплавка металла	32
1.3.3 Горное дело	33
1.3.4 Крупнейшие изобретения: порох, бумага, книгопечатание, очки, компас	33
1.4 Техническая деятельность в период упадка феодализма и зарождения капиталистических отношений.....	35
1.4.1 Мануфактура, дифференциация и усовершенствование рабочих инструментов	35
1.4.2 Водяное колесо – основной двигатель мануфактурного периода	36
1.4.3 Развитие горного дела	36
1.4.4 Изменения в технике металлургии.....	38
1.4.5 Изменения в военной технике в связи с применением огнестрельного оружия	39
1.4.6 Текстильное производство	40
1.4.7 Часы и мельница как основа для создания машин. Первые машины и изобретательство	41
1.4.8 Состояние научно-технического знания	43
2 ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ XVIII–XIX вв.	50
2.1 Историческая последовательность возникновения машинного производства	50
2.2 Первые рабочие машины в текстильном производстве	52
2.3 Создание универсального теплового двигателя	54
2.4 Создание рабочих машин в машиностроении	58
2.5 Развитие металлургии	62
2.6 Развитие горного дела	64

2.7 Развитие техники земледелия	68
2.8 Развитие транспорта	69
2.9 Изменения в технике связи	73
2.10 Новое в области светотехники. Прогресс в полиграфии. Создание фотографии.....	73
2.11 Изобретения в области военной техники	74
2.12 Изобретения и открытия, ставшие основой технического прогресса в последующий период развития техники	74
3 ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ XX в.	75
3.1 Основные особенности и направления развития техники	75
3.2 Требования, предъявляемые транспортом, строительством и военным делом к машинной индустрии	76
3.3 Развитие металлургии	79
3.4 Развитие горного дела	80
3.5 Развитие машиностроения	82
3.5.1 Особенности развития машиностроения	82
3.5.2 Развитие станкостроения	83
3.5.3 Внедрение электропривода в машиностроении	84
3.5.4 Развитие науки о металлообработке	85
3.5.5 Изобретение электрической сварки	85
3.6 Прогресс в электротехнике	86
3.7 Зарождение новых отраслей техники. Изобретение двигателя внутреннего сгорания. Создание самолёта, телефона, радио	87
3.8 Развитие техники производства машин в XX ст. Массовое поточное производство. Переход к автоматическим линиям	89
3.9 Развитие других отраслей техники (транспорта, электроники, ядерной физики)	91
4 ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭПОХУ НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ (НТР)	93
4.1 Основные направления НТР. Современное состояние машиностроения	93
4.2 Возникновение и развитие информационно-кибернетической техники	97
4.3 Становление космонавтики	103
4.4 Инженерная деятельность в условиях ограничения ресурсов и ужесточения экологических требований	104
4.5 Технические науки и государственная научно-техническая политика	106
5 ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ МЫСЛИ УКРАИНЫ	106
5.1 Доинженерная деятельность в древнейшее время на территории современной Украины.....	106
5.2 Техническая деятельность на территории современной Украины в Средние века	110

5.3	Промышленный переворот и капиталистическая индустриализация в Украине	118
5.3.1	Развитие народного хозяйства Украины в составе СССР.....	122
5.3.2	Развитие промышленности Украины в 40 – 60-е годы.....	129
5.3.3	Экономика Украины в условиях перестройки (1985 – 1990) и переход Украины к рыночному хозяйству.....	132
6	ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕГОДНЯ	133
6.1	Биотехнология и генная инженерия	135
6.2	Нанотехнологии	139
6.3	Средства коммуникации и связи	145
6.3.1	Компьютерная индустрия	147
6.3.2	Компьютерные сети	148
6.3.3	Компьютеры завтрашнего дня	152
6.4	Транспорт	156
6.5	Архитектура и строительство.....	160
7	ЗАКОНЫ ПОСТРОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ. ЭВОЛЮЦИЯ МАШИН	163
7.1	Закон прогрессивной эволюции техники	164
7.2	Закон соответствия между функцией и структурой	165
7.2.1	Закономерность функционального строения преобразователей энергии и информации (источника энергии, информационные устройства и системы).....	166
7.2.2	Закономерность функционального построения сооружений....	167
7.2.3	Закономерность многозначного соответствия между функцией и структурой.....	168
7.3	Закон стадийного развития техники	169
7.4	Использование других законов техники	170
7.5	О роли красоты в инженерном творчестве	170
8	СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА	174
8.1	Структура развитой инженерной деятельности	174
8.2	Изобретательство.....	176
8.3	Методы инженерного творчества	177
8.3.1	Постановка и анализ задачи.....	177
8.3.2	Методы мозгового штурма	178
8.3.3	Метод эвристических приёмов	179
8.3.4	Морфологический анализ и синтез технических решений	180
9	СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ ТВОРЧЕСКОГО ИНЖЕНЕРА	180
9.1	Мотивация инженерного творчества	180
9.2	Деловые качества инженера	183
9.3	Бюрократические преграды на пути инженерного творчества....	185
9.4	Источники нерационального использования творческих возможностей инженера.....	186
	СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	187

ВВЕДЕНИЕ

XX век был чрезвычайно насыщен событиями. Как только его не именуют – "век атома", "век химии", "эпоха освоения космоса"... Но с не меньшим правом его можно назвать "веком инженерии". Прогресс науки и техники привел к расцвету инженерной профессии, дал в руки инженеров невиданные созидательные (и разрушительные) силы и в то же время возложил на них немалую ответственность за судьбы человеческой цивилизации. Открытие новых форм преобразования, концентрации и использования энергии, новых возможностей повышения и понижения температур, давлений, скоростей, создание материала с заранее заданными свойствами – все эти и многие другие достижения научной мысли служат фундаментом для совершенствования средств труда, организации новых видов производства.

Но возвести на этом фундаменте грандиозное здание новых технологий – задача инженерных работников. Без их участия невозможно оперативное решение ни одной из сложных проблем, выдвигаемых новой научно-технической и экономической реальностью. Ведь наука непосредственно соединяется с техникой и воплощается в проектах сложных агрегатов, автоматизированных линий, мощных производственных комплексов, прежде всего благодаря напряженным творческим усилиям большого отряда инженеров. Инженерная деятельность является ключевым звеном в известной цепочке "наука – техника – производство", определяющим соответствующие темпы роста производительных сил общества.

Будущее вырастает из настоящего, но зарождается оно и начинает развиваться в прошлом. Прежде чем приобрести нынешнее значение и размах, инженерное дело прошло непростой, исторически длительный путь становления. Ценой усилий многих поколений человечество по крохам добывало знания, готовя почву для ростков инженерной мысли. То, как они пробивались и крепили, важно знать не из досужего любопытства. Осмыслив прошлое инженерии, соотнеся его с сегодняшним состоянием, мы сможем глубже осознать закономерности ее развития, разобраться в сущности перемен, происходящих в ее структуре и содержании в наши дни, предвидеть ее будущее.

Данный курс призван способствовать формированию у студентов технических специальностей общей картины развития инженерного дела как целостного, закономерно совершающегося процесса, протекающего в органичной взаимосвязи и взаимодействии с историей общества. Инженер – это не узкий технический специалист, его решения и деятельность оказывают огромное влияние на социальную и природную среду, на самого человека. Именно через осознание истории своей профессии будущий инженер может приобщиться к наивысшим достижениям человеческой культуры в этой области, понять свое место в современном мире.

История инженерной деятельности относительно самостоятельна; ее нельзя свести ни к истории техники, ни к истории науки. Историческое

исследование предпосылок инженерной деятельности предполагает их изучение *ab ovo*, с самого начала. Но что должно считать таким началом? Техническая деятельность, присущая человеку на самых ранних этапах его развития, только тогда стала инженерной, когда, во-первых, она начала ориентироваться на науку (регулярное применение научных знаний в технической практике) или, по крайней мере, научную картину мира; во-вторых, возникла профессиональная организация инженеров, а затем и специальное инженерное образование.

Но прежде чем перейти к рассмотрению основного курса, следует уточнить несколько терминологических и общетеоретических вопросов.

Слово “техника” восходит к греческому “*techne*” и латинскому “*ars*”, которое обычно переводится как искусство, мастерство, сноровка и является производным от индоевропейского корня “*tekin*”, означающего плотницкое искусство или строительство. В нефилософской античной литературе слово “*техне*” использовалось для обозначения работы, мастерства, ремесла различного рода. В работах древнегреческих философов “*техне*” рассматривалось не только как деятельность особого рода, но и как вид знания. От слова “*техне*” в греческом языке образовалось прилагательное “*technikon*”, а от него латинское “*technika ars*”. От него во французском языке появился термин “*technique*”, перешедший в немецкий язык как “*Technik*”. Английский термин “*technology*” имеет иную этимологию – от греческого “*technologia*”.

Родственным слову “техника” считается слово “инженер”. Оно произошло (русское – от французского “*ingenieur*”, а последнее – от итальянского “*ingegnere*”) от латинского корня “*ingeniare*”, что означает “творить”, “создавать”, “внедрять”. К нему близки по значению русские слова “изобретательный”, “искусный”, “хитроумный”. Слово “*ingenious*” было впервые применено к некоторым военным машинам во II в. Человек, который мог создавать такие хитроумные устройства, стал называться “*ingeniator*” (изобретатель). Также и слово “механик” в первом своем значении применялось к искуснику, изобретателю, создателю машин. Слово “машина” (на Руси первоначально “махина”) было заимствовано из древнегреческой театральной практики и обозначало подъемную машину, употребляемую в театре. Хорошо известно ставшее афоризмом высказывание “*Deus ex machina*” (“Бог из машины”). В древнегреческом театре бог обычно появлялся сверху с помощью особой театральной машины и разрешал все возникшие в ходе спектакля сложные ситуации.

В современном смысле под техникой понимают совокупность искусственно созданных средств деятельности людей. Техника создается и применяется в целях получения, передачи и превращения энергии, воздействия на предметы труда при создании материальных благ, сбора, хранения, переработки и передачи информации, исследования законов и явлений природы и общества, передвижения, управления обществом, обслуживания быта, обеспечения обороноспособности и ведения войн.

То есть слово “техника” имеет несколько значений. Оно может быть истолковано как система определенных навыков, выработанных для любого использования. В более узком смысле техникой называют средства, с помощью которых человек оказывает воздействие на природу, т.е. это – изготовление предметов, искусственное воспроизводство процессов и явлений.

Под техникой понимают набор различных технических средств: инструментов, машин, аппаратов, устройств и т.д., используемых в производстве или в повседневной жизни. Техника рассматривается как специфическая человеческая деятельность, посредством которой человек выходит за пределы ограничений, налагаемых его собственной природой. Другими словами, техника – не только продукт, но и процесс его изготовления.

Техника – это также система технических знаний, включающих в себя не только научные, но и различные конструктивные, технологические и другие подобные знания и эвристические приемы, выработанные в ходе технической практики.

История инженерной деятельности тесно связана с историей цивилизации и закономерностями развития техники.

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. Различие между военными и гражданскими инженерами стало проводиться позднее. Впервые стал называть себя гражданским инженером известный английский инженер Джон Смитон (1724 – 1792).

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.

Следует различать инженерную и техническую деятельность, как в плане современной кооперации, разделения труда, так и в историческом плане. Современная техническая деятельность по отношению к инженерной несет в себе исключительную функцию, направленную на непосредственную реализацию в производственной практике инженерных идей, проектов и планов. В историческом же плане инженерная деятельность выделилась на определенном этапе развития общества из технической деятельности, которая присуща человечеству на самых ранних его стадиях и связана с изготовлением орудий.

Инженерная деятельность возникает тогда, когда изготовление орудий труда не может основываться только на традиции, ловкости рук, смекалке, а требует ориентации на науку, целенаправленного использования для этого научных знаний и методов. Инженерная деятельность занимает промежуточное место между исполнительской технической деятельностью и наукой.

Как всякое общественное явление, инженерная деятельность имеет вполне определенные исторические рамки, связанные с основными этапами развития человеческого общества. Ее предыстория разворачивается в недрах технической деятельности длительного периода ремесленного производства (первобытное общество, античное рабовладельческое общество, средневековое феодальное общество). Именно в условиях раннего капиталистического общества создаются условия для того, чтобы инженерная деятельность постепенно стала особой профессией, характеризующейся ориентацией на научную картину мира и целенаправленное и регулярное применение в технической практике научных знаний.

С развитием массового машинного производства в науке формируется и особая сфера технических наук, специально ориентированных на решение инженерных задач в различных областях инженерной практики. Происходит прогрессивная дифференциация инженерной деятельности по отдельным отраслям и обслуживающим их техническим наукам, которая на современном этапе с необходимостью приводит к их интеграции.

1 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ С ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЕН ДО ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ XVIII в.

1.1 Техническая деятельность в древнейшее время.

Возникновение и распространение простых орудий труда

История технической деятельности и история людей неотделимы друг от друга. Начальным этапом истории человечества был первобытно-общинный строй. Техническая деятельность на этом этапе характеризовалась появлением простых орудий труда. Изготовление орудий, переход к производству – это та грань, тот скачок, который позволил человечеству преодолеть пропасть, отделяющую животный мир от мира цивилизации. Длился этот скачок невообразимо долго: по сравнению с ним превращение желудя в вековой дуб кажется мгновенным взрывом. Достаточно сказать, что возраст обнаруженных в ходе археологических раскопок возле озера Рудольф (Кения) первых искусственных орудий (они изготовлялись из гальки) составляет 2 600 000 лет!

Рассматриваемый в этом разделе каменный век делится на три эпохи: палеолит (от греческого “palaios” – древний и “lithos” – камень) – древний каменный век; мезолит (от “mesos” – средний) – средний каменный век; неолит (от “neos” – новый) – новый каменный век. В свою очередь, палеолит делится на нижний (ранний) и верхний (поздний).

Эпоха начального овладения камнем и навыками его примитивной обработки (палеолита) охватывает период от возникновения первобытного человека (около 2 млн. лет назад) до 40 тыс. лет до н. э. (табл. 1.1). Этот промежуток времени разделяется последовательно на четыре культуры: дошелльскую (галечную), шелльскую (г. Шелль), ашельскую (местность Сент-Ашель), мустьерскую (пещера Ле Мустье). В дошелльский период землю населяли питекантропы, на смену которым в шелльский период пришли синантропы, а в ашельский и мустьерский – неандертальцы. Дошелльская культура являла собой самый давний период в истории (около 2 млн. – 100 тыс. л. назад), когда люди научились применять палки и камни как орудия и усвоили начальные приемы их обработки. Первобытные люди в эту эпоху жили стадами, которые возглавлялись стихийно выдвинутым вожаком. Этот начальный, дородовой этап первобытнообщинного строя, который относился к эпохе раннего палеолита, назывался “первобытным человеческим стадом”. В эпоху раннего палеолита основным видом хозяйственной деятельности первобытного стада был сбор плодов (первая степень), который потом дополнился охотой (вторая степень), а затем рыбалкой (третья степень). Эти занятия определили типы первых орудий: каменные рубила и скребки, ножи, топоры, иглы – все это модификация клина. Применялись также палица и палка как орудие и как рычаг. Использование огня, созданного стихийными силами природы, его поддержание, началось около 400 тыс. лет назад (изобретение средств его добытия состоялось значительно позже).

Таблица 1.1 – Основные этапы развития техники при первобытнообщинном способе производства

Период	Время	Тип орудий труда	Технология обработки	Жилье	Основные отрасли хозяйства	Этапы развития техники
Эпоха палеолита	2	3	4	5	6	7
	800-400 тыс. до н.э.	Эолиты	Легкая подправка камней обивкой			
	400-100 тыс. до н.э.	Ручные рубила	Обивка. Применение дикого огня	Освоение пещер	Охота. Сбор плодов	Появление простых орудий труда
	100-40 тыс. до н.э.	Остроконечники, скребла, резцы, костяные орудия	Изготовление орудий из пластин, полученных скалыванием. От кремневого желвака. Освоение огня			
	40-12 тыс. до н.э.	Кремневые резцы, скребки. Широкое применение костяных орудий	Изготовление орудий путем скалывания. Отжимная ретушь	Землянки	Охота	Накопление простых орудий труда
	12-7 тыс. до н.э.	Лук и стрелы. Микролиты				

Продолжение табл. 1.1

1		2	3	4	5	6	7
Эпоха неолита	7 - 4 тыс. до н.э.	<p>Глиняная посуда. Топоры, долота, булавы. Кремневые ножи, скребки, стрелы</p> <p>Топоры без ушка, позднее – с ушком, клинья, ножи, долота, тесла, пилы, струги, проколы, молоты. Мотыги, зерногерки, серпы. Лук и стрелы, копья, боевые топоры, топоры-молоты, палки, кастеты</p> <p>Первые медные ору- дия и оружие. Крем- невые зерногерки, мотыги, криволиней- ные серпы</p>	<p>Жгутовая лепка</p> <p>Шлифование, полирование, сверление, пиление, прядение, ткачество</p> <p>Холодная обработка меди ударом</p>	<p>Землянки, здания на сваях</p> <p>Глинобит- ное назем- ное жилье, землянки</p>	Охота	<p>Скотовод- ство Мотыжное земледелие</p>	<p>Накопле- ние простых орудий труда</p> <p>Появление сложных орудий труда</p>

Первые орудия древних людей (рис. 1.1) трудно отличить от расколотых естественными силами камней. У этих заостренных кусков камня нет еще даже определенной формы. Но нет и сомнения, что они создавались целенаправленно. Об этом говорит и сходство приемов обработки. Пытаясь владеть орудием с режущими краями или заостренными концами, древний человек находил подходящий камень, а затем раскалывал его другим камнем.



Рисунок 1.1 – Первые каменные орудия труда – эолиты

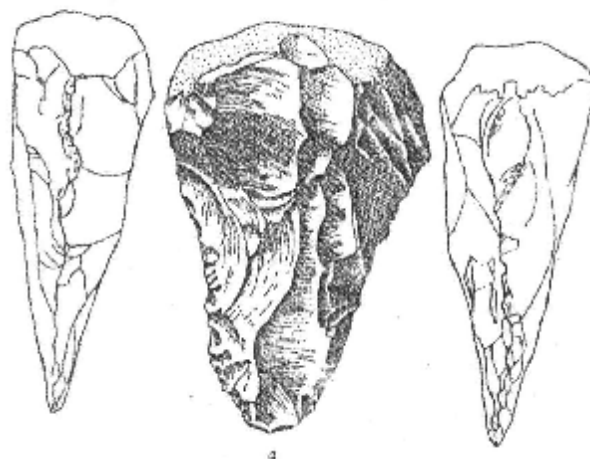


Рисунок 1.2 – Ручное рубило (вид спереди и с боков)

Со временем человек стал изготавливать орудия труда, которым уже сознательно придавалась определенная форма. Эти орудия, которые назывались ручными рубилами (или ударниками) (рис. 1.2), сначала были универсальными, так как предназначались для выполнения самых разных операций. Позже человек научился изготавливать ручные рубила разного типа.

Характер и содержание технической деятельности на ранних стадиях антропогенеза менялись крайне медленно. Однако общее направление развития техники не вызывает сомнений. Тенденция к совершенствованию приемов труда, увеличению их эффективности явственно прослеживается хотя бы на примере количественного нарастания операций первобытной технологии. Так, первые галечные орудия (см. рис. 1.1) получали 3-7 ударами, древнейшие ручные рубила – 10-30, ручные рубила правильной геометрической формы (см. рис. 1.2) – 50-80 ударами. Изготавливая галечные сколы, наши древние предки применяли одну операцию – обивку, а для производства рубила нужны были уже три операции: отщепление

заготовки, обивка, ретушь. На границе между верхним и нижним древнекаменным веком (палеолитом), примерно 30-40 тыс. лет назад, завершается предыстория человеческого общества и начинается его история. Примерно 40 тыс. лет назад появился способный к целесообразной деятельности и познанию, т. е. обладающий сознанием и речью, человек вида *Homo Sapiens*.

В процессе последующей технической деятельности происходит накопление простых орудий труда, которое способствует их дифференциации, приводит к появлению специальных орудий, предназначенных для выполнения отдельных операций.

Общей особенностью и закономерностью ранней технической деятельности является ее развитие от простого к сложному. Проигрывая в простоте трудовых действий, усложняя технологию, человек выигрывал в эффективности и продуктивности общественного труда. Этот внутренний механизм роста сложности технических средств и знаний о них действует дальше в течение всей следующей истории.

Уже в эпоху палеолита технические средства являли собой не разрозненные орудия случайной формы и универсального назначения, а целостные сложные комплексы разных специализированных предметов хозяйственного инвентаря и средств их производства. Усовершенствование техники изготовления выражается в применении все большего количества простых дифференциальных орудий, в использовании огня, применении глиняной посуды, изобретении лука и стрел с каменными наконечниками, для изготовления которого человек сумел оценить гибкость и упругость дерева.

Лук, тетива и стрелы, эти большие технические достижения, стали первыми сложными орудиями труда, которые не могли быть созданы на предыдущих этапах раннего развития человека, так как их изобретение предусматривает долговременное накопление знаний, а также знакомство с целым рядом других изобретений.

По-видимому, уже в палеолите люди испытали впервые "сырьевой кризис" – острую нехватку наиболее ценного сырья, что сказалось на способах его добычи, на подборе материалов и на технике их обработки. К концу палеолита существенно возрастает КИМ, уменьшается количество отходов при изготовлении орудий. Для этого усложняются процессы изготовления заготовок, вводятся составные орудия, в которых каменный материал используется только для рабочей части, рукоятки же и держак выполняются из дерева, рога, кости (рис. 1.3). Экономия материала достигается также за счет "ремонта" орудий – их подправки по мере износа рабочей части. Нужда в материалах была столь велика, что уже на рубеже верхнего палеолита и неолита возникают первые горные разработки. Специалисты относят к верхнему палеолиту появление лодок-однодревок, лыж и саней, в которых использовались преимущества жидкостного трения.

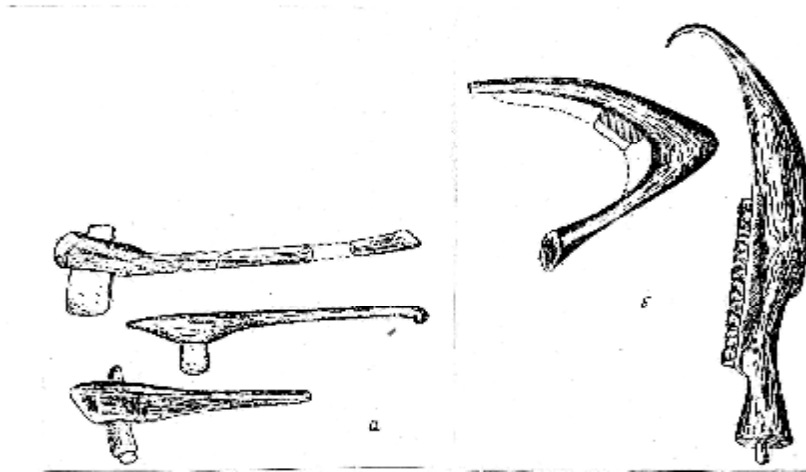


Рисунок 1.3 – Составные орудия труда

Достаточно широко использовался в технических целях огонь. Видимо, уже в эпоху палеолита люди умели подвергать химической обработке (дублению) кожу. Принципиальным моментом в истории ранней технической деятельности является появление первых составных орудий, свидетельствующее о формировании новой функции технического знания – функции конструирования.

В технической деятельности в древние времена можно выделить два этапа ускоренного развития технических средств. Первый – между 60-м и 40-м тысячелетиями до н. э., когда отмечается освоение огня. Использование огня было одним из наибольших открытий в истории человечества. Существовали самые разные способы искусственного добывания огня: выскобливание, высверливание, выпиливание, высекание огня при ударе камнем по железу (рис. 1.4).

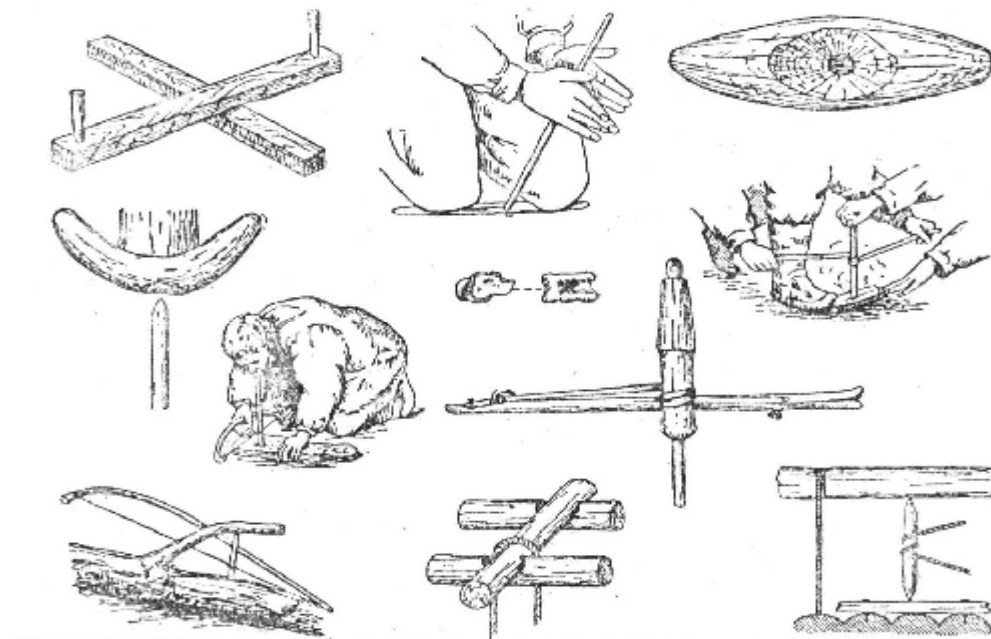


Рисунок 1.4 – Орудия для добывания огня трением и сверлением

Второй этап, который происходил в эпоху неолита (неолитическая революция), связан с переходом к новым производственным формам хозяйства – земледелию и скотоводству – и к соответствующим им техническим средствам. В результате неолитической революции человек получил более богатый и надежный источник питания и начал переход к оседлой жизни. Следствием этого стал рост народонаселения. Этот период продолжался около 5 тыс. лет, начиная с VII – VI тысячелетия до н. э.

Систематическая смена периодов эволюции периодами относительно быстрых изменений технических средств характерна, как мы это увидим, и для всей последующей истории технической деятельности.

Археологические материалы, относящиеся к долине Нила, свидетельствуют, что здесь более грубые орудия палеолита уступили место специализированным неолитическим орудиям к середине 6 тысячелетия до н.э. Для неолита характерно широкое применение керамики – первого материала, полученного с помощью химической технологии обжига глиняных изделий при температуре около 500 °С, необходимого для удаления химически связанной в глине воды. Открытие керамики имело особенно большое значение для становления культуры в Шумере и других цивилизациях Двуречья, где из глины изготавливались не только таблички для письма, но и серпы, гвозди и даже молоток. Открытие керамики имело принципиальное значение для возникновения металлургии.

Развитие технологических процессов обработки материалов привело к повышению эффективности рабочих орудий и росту производительности труда даже без освоения принципиально новых технических средств. Так, полировка рабочих поверхностей каменных орудий резко увеличила возможности деревообработки: были освоены технологические процессы изготовления деревянных деталей точных профилей – с гнездами, пазами, проушинами и т.п. Появились сложные столярные и строительные конструкции из дерева. Стали применяться более эффективные способы соединения каменных и деревянных деталей составных орудий, что привело к развитию конструирования. Применение шлифованных топоров привело к расширению посевных площадей за счет вырубки лесов.

Принципиально важным было открытие колеса – конструкции, не имеющей аналога в живой природе. Археологи полагают, что колесо использовали в Египте со Среднего царства, что же касается прообраза колеса – катков, то они, как и рычаги, при перемещении тяжестей применялись с еще более древних времен.

Таким образом, для решения технических проблем периода между дикостью и варварством нужен был довольно высокий уровень аналитико-синтетических свойств мышления.

Накопление прибавочного продукта, ставшее возможным благодаря успехам техники, привело к дальнейшему расслоению общества. Появилось рабство, сменившее древнюю общину. Возникли кланы и государства. Ширилась специализация труда. При становлении рабовладельческого способа производства происходит обособление ремесел. Это второе

крупное общественное разделение труда порождает ремесленника – человека, занятого главным образом технической деятельностью.

1.2 Техника рабовладельческого способа производства. Развитие и распространение сложных орудий труда

1.2.1 Орудия труда из металла

Археологические материалы свидетельствуют, что для изготовления орудий и оружия человек, прежде всего, стал употреблять медь, хотя золото он, вероятно, знал еще раньше. Первые медные орудия (кирка, кинжал и небольшой топор) относятся к энеолиту (4 – 3 тыс. до н. э.).

Самородную медь обрабатывали ковкой. Открытие эффекта упрочнения поверхности медных орудий методом холоднойковки повысило их твердость.

После изобретения металлических щипцов была освоена и горячаяковка.

Занимаясь обработкой самородной меди, человек открыл возможность плавления металла. К этому времени была известна гончарная печь, температура пламени в которой значительно выше, чем в костре. Используя такую печь, люди смогли начать систематическую выплавку меди.

Впервые выплавка меди из руд была освоена в 4 тыс. до н. э. в ряде стран Передней Азии, Египта, Индии. Из меди делали кинжалы, топоры, наконечники копий и стрел и т. д. Из меди производили предметы, которые нельзя было сделать из камня: трубы, проволоку, гвозди и т. п.

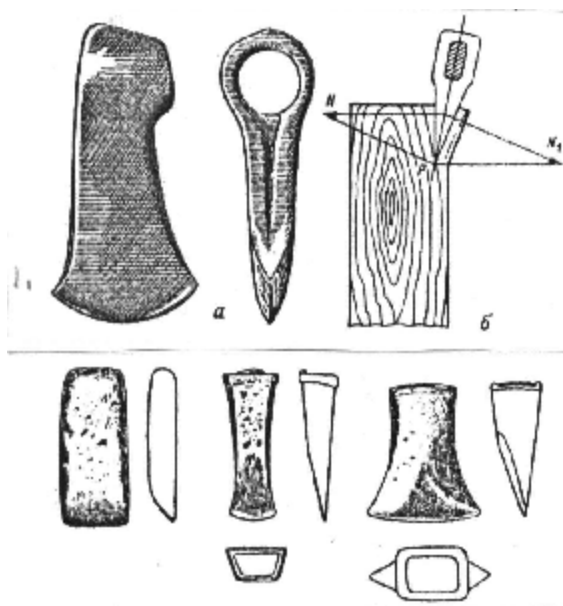


Рисунок 1.5 – Бронзовый топор и его историческое развитие от каменного до железного

Занимаясь выплавкой меди из руд, содержащих примеси олова, или добавляя оловянный камень, получили первый искусственный сплав – бронзу. Кроме получения разнообразных топоров, ножей, серпов, молотов, оружия, бронза стала использоваться для изготовления украшений, утвари, скульптурных произведений.

Распространение металла привело к освоению ряда методов его обработки. Так, при горячей обработке применялись литье, паяние и сварка. На рис. 1.5 представлен бронзовый топор с ушком, который изготовлялся литьем в разъемной закрытой форме, и историческое развитие топора: от каменных к бронзовым, а затем

к железным. Переход к бронзе, а затем и к железу позволил уменьшить угол заострения лезвия топора, что резко улучшило его технические характеристики и технологические возможности.

Крупнейшим достижением человечества явилось получение и применение железа. Железо окончательно вытеснило каменные орудия, чего не смогли сделать ни медь, ни бронза.

Одним из величайших изобретений человечества был сыродутный процесс получения железа. При этом способе обычно использовались озерные, болотные, луговые и другие руды, которые дробились, обжигались на открытом огне, после этого в ямах или в небольших глиняных печах производилось восстановление металла при 900 °С. Для восстановления в горн добавлялся древесный уголь и нагнетался воздух. В результате на дне глиняной печи образовывалась так называемая крица – комок пористого, тестообразного и сильно загрязненного железа весом от 1 до 8 кг. Затем ее необходимо было подвергать многократной горячей проковке, после чего из нее изготавливали различные орудия труда и оружие.

Стремление иметь более прочные орудия труда и оружие привело к открытию производства стали. Уже в античном мире, начиная с 1-й половины 1-го тысячелетия до н. э., сталь широко употреблялась для изготовления орудий труда и оружия. Греческие авторы в своих работах различают понятия железа, которое они называют "сидеро", и стали, которую они называли "халинс".

1.2.2 Земледелие и оросительные сооружения

Особенно большое значение имело железо для развития земледелия. Железный топор и соха с железным лемехом способствовали расширению обработки земли.

Условием возникновения пахотного земледелия, которое было характерным для рабовладельческого производства, стало, с одной стороны, применение металлических орудий, а с другой – развитие скотоводства,

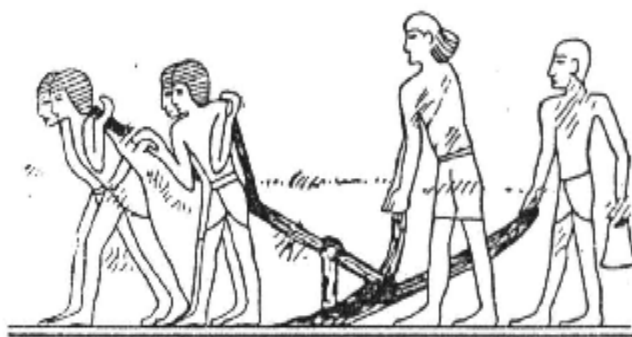


Рисунок 1.6 – Использование тягловой силы рабов при пахоте земли. Рельеф из египетской гробницы

которое дало необходимую тягловую силу. Правда, часто как тягловую силу продолжали применять рабов (рис. 1.6).

Природные условия в засушливых странах востока, особенно в Египте, привели к введению искусственного орошения (ирригационное земледелие). Обычно для поддержания воды и ее поднятия использовались плотины, которые сооружались из земли,

вынутой при рытье каналов, из хвороста, тростника, камыша и ила, смешанного с соломой. Большие плотины для прочности обсаживались деревьями. Камень использовался, в основном, для сооружения горловин плотин и при строительстве набережных.

В Египте для подъема воды на высоко расположенные поля наиболее широкое распространение получили так называемые шадуфы. При помощи шадуфа можно было в течение часа поднять на высоту 2 м 3400 л воды, на высоту 3 м – 2700 л.

Работы над созданием ирригационного хозяйства были возможны только при определенном уровне развития техники, но они, в свою очередь, должны были содействовать дальнейшему усовершенствованию сельхозтехники, а также изобретению новых орудий труда.

1.2.3 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 (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Гончарная мастерская и гончарный круг с приводом от ног

Значительные изменения произошли в производстве одежды. Человек еще в глубокой древности умел из пальмовых листьев, лубяных волокон и стеблей травы плести корзины, циновки и другие изделия. Этот опыт

постепенно был перенесен в ткацкое ремесло. Важную роль в развитии текстильного ремесла сыграло изобретение веретена. Применение веретена позволило изготавливать длинную и тонкую нить, равномерную по толщине. Применение ткацкого станка позволило изготавливать различного вида ткани. Известно много разновидностей примитивных ткацких станков.

Развитие земледелия дало для производства тканей новое сырье: лён, коноплю, крапиву и др.

1.2.4 Строительное дело

Центром технической (и инженерной) деятельности было строительное дело. Развитие ремесел и торговли привело к образованию городов. Создание городов в Южном Двуречье (Месопотамская долина), в Египте, Малой Азии, Закавказье, Индии, Китае относится к 3 – 1-му тыс. до н. э.

Обычно в центре крупного месопотамского города возвышалось сооружение с высокой ступенчатой пирамидой (зиккурат), святилищем и царским дворцом. Вокруг располагался внутренний город, который обносился высоким валом или стенами, а за ними находились пригороды. В целях обороны стены сооружались очень мощными. Древний Вавилон имел, например, три оборонительных стены толщиной 8-12 м. При раскопках древних городов обнаружены замощенные улицы, водоводы, канализация.

Строительство городов способствовало развитию строительной техники. Сильной стороной технической деятельности древних египтян была развитая, единая в масштабе государства организация. Централизованная, многоуровневая система управления и контроля всех фаз производства обеспечивала высокую для того времени эффективность простой кооперации труда. Профессиональные управляющие – писцы – несомненно, обладали знаниями о способах организации производства и применения технических средств. Они умели планировать и осуществлять крупные технические программы, такие как строительство каналов, водохранилищ, храмов и пирамид. О масштабах работ можно судить по тому, что первоначальный объем одной только пирамиды Хуфу – 2 520 000 м³. На ее постройку было использовано примерно 2 250 000 блоков объемом более 1 м³ каждый, общей массой 6,5-7 млн. т. Одна из экспедиций, снаряженная во времена Рамзеса IV для добычи розового и черного гранита в каменоломнях Ассуана, состояла из 5000 воинов, 2000 храмовых работников, 800 иноземных наемников, 230 каменоломов и камнетесов, двух рисовальщиков, четырех граверов и 20 писцов для решения организационных и технических задач. Изучение древней архитектуры, систем ирригации, сложных по конструкции технических средств позволяет сделать вывод о том, что на территории Древнего Египта обеспечивалось единство измерений и их достаточно высокая точность.

Значительный интерес представляет строительство Великой китайской стены, начавшееся в IV – III вв. до н. э. Постепенно протяженность

ее была доведена до 4000 км. Высота стены доходила до 10 м. По ее широкому верху могли ездить повозки и передвигаться колонны войск. Через каждые несколько сот метров располагались сторожевые башни, а у главных горных проходов – крепости.

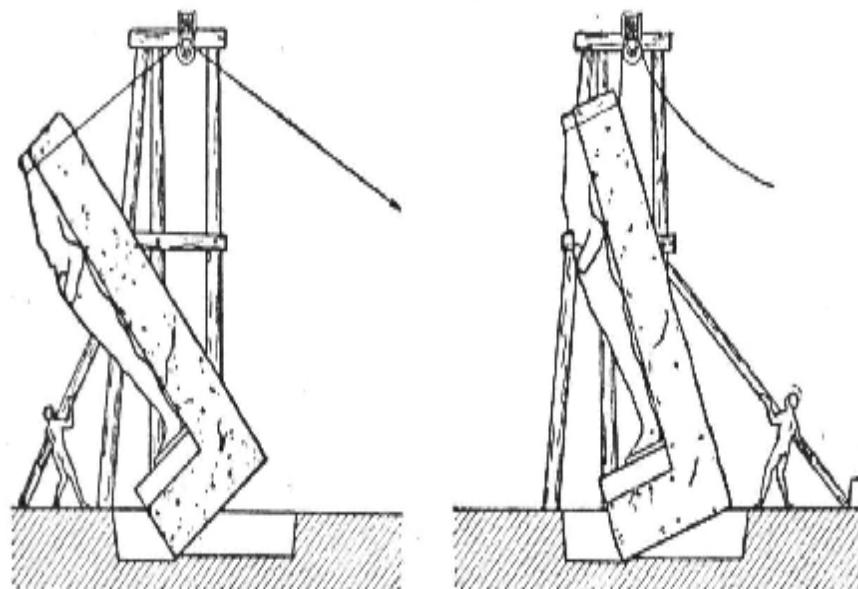
Основным стройматериалом были камень, дерево, кирпич. Распространение того или иного материала во многом зависело от наличия местных ресурсов.

Ведущим стройматериалом камень стал под влиянием потребности в монументальных сооружениях. Камень сопротивляется изгибу в 6 раз меньше, чем сжатию. Это привело к господству в древних архитектурах балочно-стоечных конструкций с применением колоннады. Наибольшей каменной балкой в те времена было перекрытие – вход в Афинский Акрополь, не превышавшее 3,75 м, а плитой – потолок усыпальницы фараона в пирамиде Хеопса (Хуфу), длина которой достигала 5,2 м. В тех случаях, когда приходилось перекрывать большие помещения, строители были вынуждены пользоваться длинными рядами колонн. Увеличить величину пролетов удалось лишь после изобретения арки и свода, в которых камень работает на чистое сжатие. Римские строители акведука около г. Нима (Франция) довели размер пролета арки до 24,4 м. Диаметр купола в мавзолее императора Адриана в Риме достигал 13,5 м.

В поисках способа сооружать монументальные здания на основе любых местных ресурсов при помощи неквалифицированной рабочей силы легионеров и военнопленных под руководством опытного, хорошо обученного инженера римские строители применили изобретенный древними греками новый стройматериал – бетон, приготовляемый из щебня и известкового раствора. Возможности этого материала были использованы при строительстве Римского Пантеона, где цилиндрической формы здание высотой 22 м при толщине стены 7 м, диаметром в 43 м перекрыто литым куполом, изготовленным из бетона.

Блоки из известняка или песчаника вырубались, обтесывались и пригонялись друг к другу. Штукатурка производилась из извести и гипса. Изготовление кирпича являлось одним из старейших видов ремесла. В Египте кирпич делали уже за 4000 лет до н. э. Вначале его изготовляли из нильского ила и высушивали на солнце. Обычный размер 85x52x30 см. Используя опыт гончарного ремесла, человек стал обжигать кирпич-сырец, что повысило его прочность. Обожженный кирпич впервые стали употреблять в Древней Месопотамии и Древней Индии.

Строительство крупных сооружений потребовало решить задачу транспортировки больших тяжестей и их подъема на значительную высоту. Для этого широко использовался известный уже рычаг, затем был изобретен блок, на основе которого были созданы первые подъемные механизмы (рис. 1.8). Широко использовались катки. В то же время были созданы замечательные шедевры архитектуры (семь чудес света).



*Рисунок 1.8 – Самый простой подъемный механизм.
Реконструкция по описанию Витрувия*

1.2.5 Горное дело

Обширное строительство требовало большого количества камня. Мягкие камни вырубали. Для добычи более твердых пород металлическим орудием делали врубы, куда вбивали сухие деревянные клинья. Эти клинья затем некоторое время размачивали водой: набухая, они рвали крепкий камень.

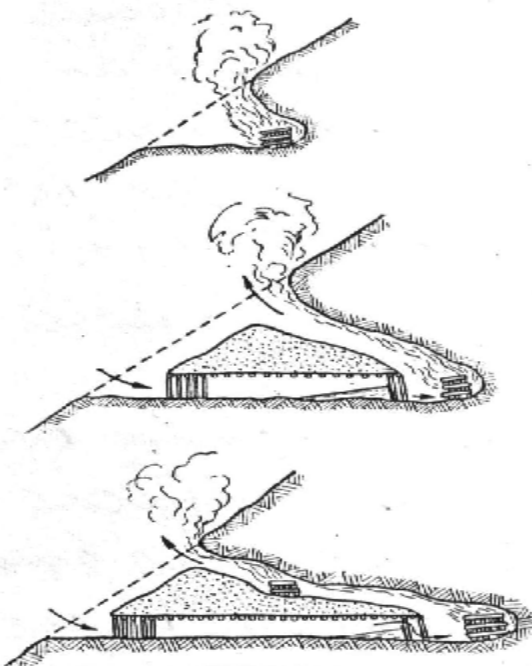


Рисунок 1.9 – Схема огневого метода разрушения горных пород

Характерной чертой горного дела при рабовладельческом строе является переход к добыче руд меди и олова. Новым способом, применявшимся вплоть до XVII в., является так называемый огневой способ добычи руды (рис. 1.9). При этом в забое разжигали очаг, который нагревал породу, а затем пласт обливали водой. Вследствие этого порода трескалась, и, таким образом, значительно облегчалась добыча полезных ископаемых.

Переход к разработке более глубоких горизонтов потребовал новых средств для откачки воды. Для решения этой задачи стали широко применять водоотливные штольни, а также такие

простейшие водоотливные механизмы, как Архимедов винт и водочерпальные колеса (рис. 1.10).

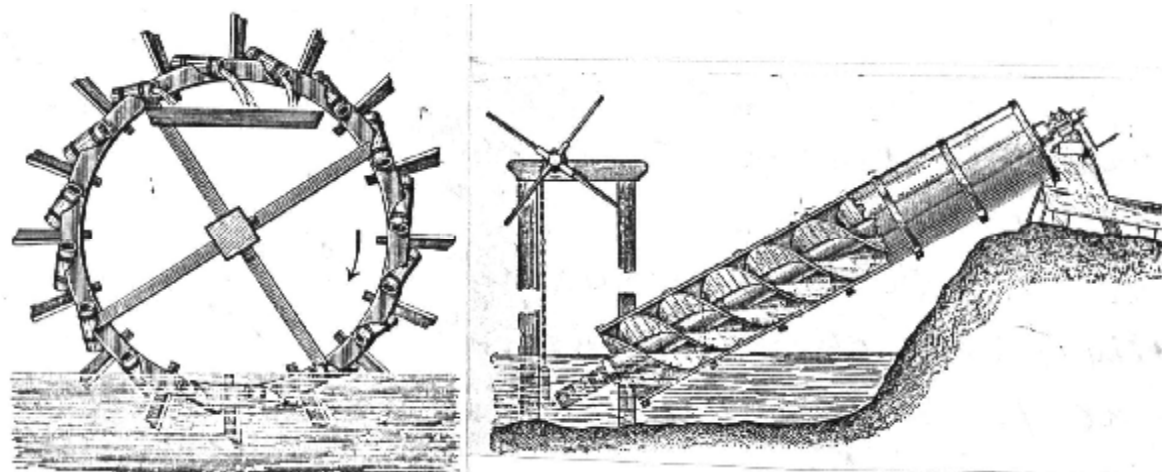


Рисунок 1.10 – Водоотливные механизмы: водочерпальное колесо и Архимедов винт

В этот период развивается также обогащение полезных ископаемых. Кроме усовершенствования приемов дробления и крошения, использовались также специальные методы обогащения при извлечении золота из руд.

1.2.6 Развитие военной техники

Воины Древнего Востока, Рима и Греции были вооружены луком и стрелами, копьем и мечом. Железный меч стал основным видом оружия. Постоянная военная опасность заставляла укреплять города стенами, рвами, насыпями и другими оборонительными сооружениями. Необходимость ведения как осады, так и обороны городов требовала создания осадных и оборонительных машин и механизмов. Особенно широкое применение они получили в Древней Греции. Военная техника, развитие которой стимулировалось непрерывными войнами, в эту эпоху делает огромный шаг вперед. Уже при Александре Македонском инженер Диад, руководивший осадой Тира и других городов, широко применял изобретенные или усовершенствованные им военные механизмы. По словам греческих и римских писателей, он придумал разборные осадные башни, специальные буры для сверления крепостных стен, лестницу для подъема на стены, тараны для разрушения стен (рис. 1.11).

При осаде города Родоса в 304 г. до н. э. была построена грандиозная осадная башня, высота которой достигала 53 м, и передвигалась она на 8 колесах.

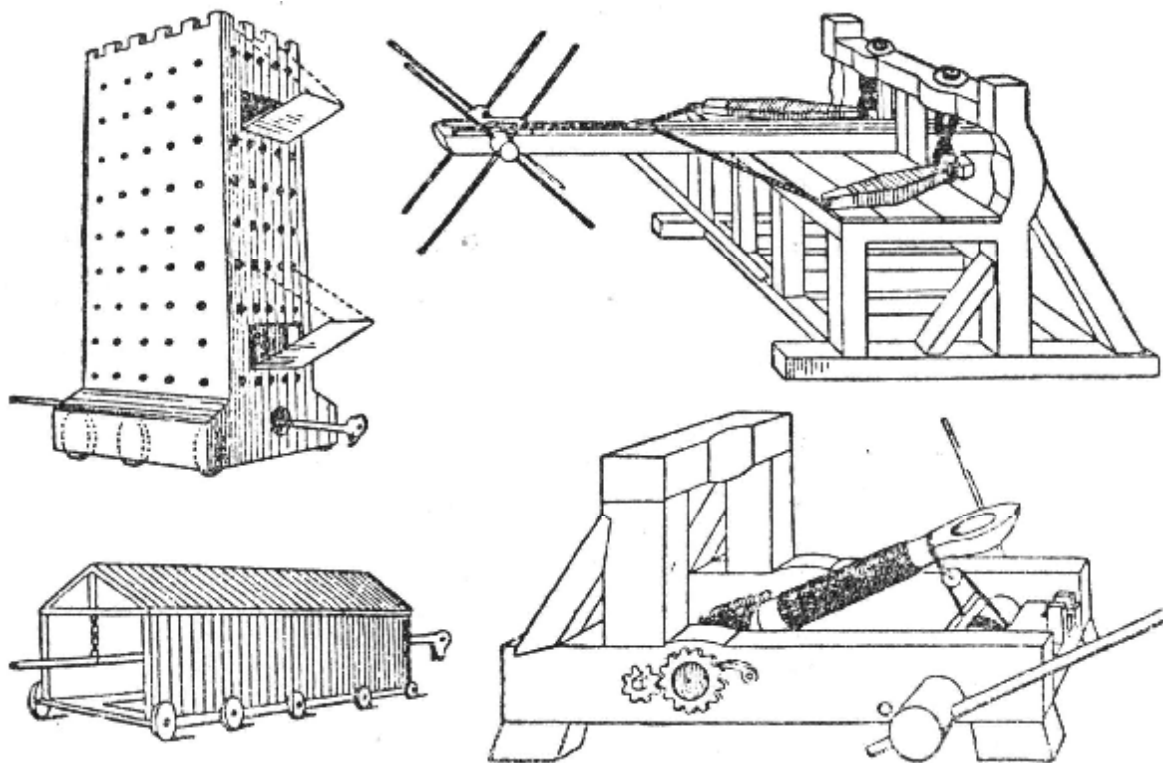


Рисунок 1.11 – Военные машины

Во время осады г. Сиракуз в 213 – 212 гг. до н. э. ученый Архимед соорудил оборонительные механизмы весьма большой силы. По единодушному свидетельству его современников, он построил метательные механизмы, при помощи которых можно было бросать на довольно большие расстояния огромные камни и целые бревна, топившие римские суда. При помощи сооружений, построенных Архимедом, защитники города зацепляли специальными захватами неприятельские корабли, поднимали их и, бросив вниз, топили. В результате римляне должны были отказаться от попыток взять город штурмом и перешли к длительной осаде, и только воспользовавшись внутренними раздорами в самом городе, захватили Сиракузы.

В рабовладельческом обществе широкое применение получает осадная техника. Были изобретены тараны для пробивания крепостных и городских стен, различные машины для метания камней, длинных стрел и зажигательных снарядов. В Греции и других государствах применялись метательные машины двух типов: баллисты и катапульты. Баллисты предназначались для разрушения стен, а катапульты – для поражения противника, который укрывался за оборонительными сооружениями. Метательные машины приходилось делать очень громоздкими (они весили до 6 т). При их помощи можно было метать камни и стрелы на расстояние до 500-1000 м, причем вес бросаемых снарядов доходил до 150-200 кг.

1.2.7 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 Мохедждаро (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.

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. 1.12.

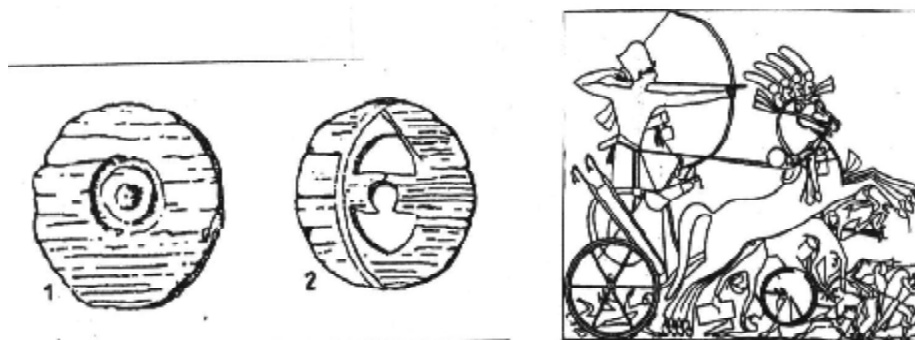
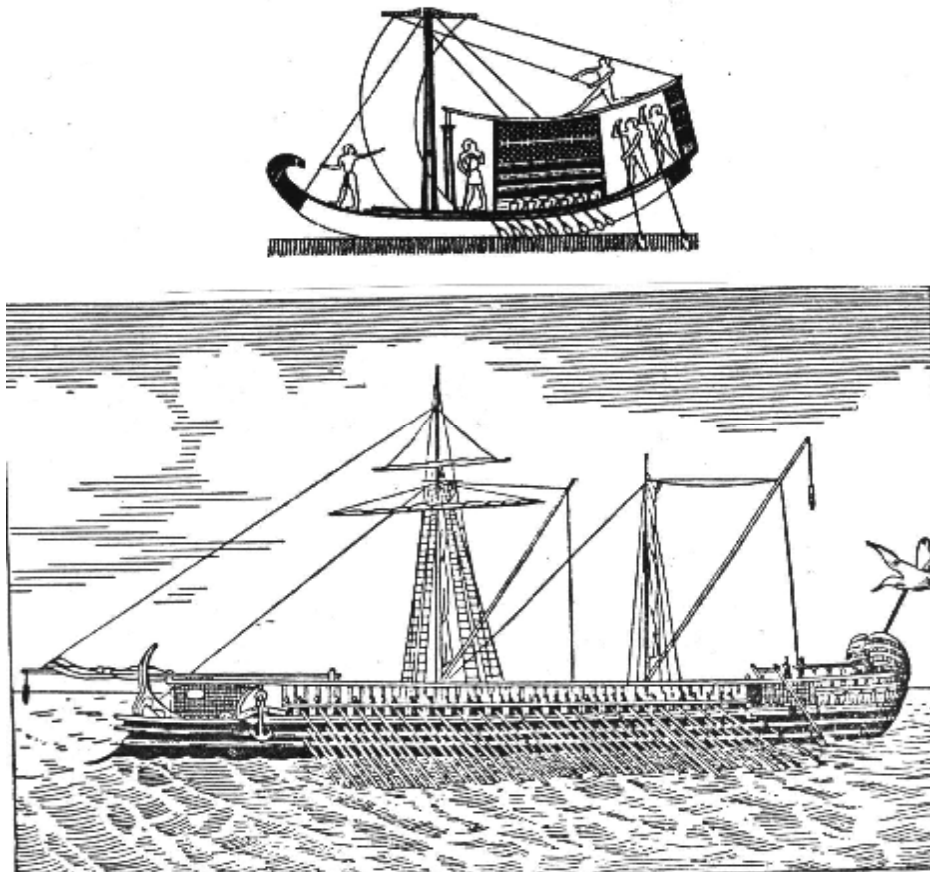


Рисунок 1.12 – Колеса деревянные (1 – сплошное; 2 – с прорезанными отверстиями) и древняя египетская колесница

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. Большие изменения произошли в морском флоте. Основным типом греческого боевого корабля являлась триера (рис. 1.13).



*Рисунок 1.13 – Корабль древних египтян (сверху)
и греческий корабль – триера*

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 (тетеры), 5 этажами (пентеры) и даже с 8 этажами (октеры).

1.2.8 Доинженерная деятельность и становление научно-технических знаний

Из сказанного выше очевидно, что ни одно крупное и сложное сооружение древности не могло быть построено без детально разработанного проекта, требующего обособления целеполагающей деятельности. В процессе строительства технический замысел (проект) мог быть реализован только на основе совместного труда рабов. Архитектурное дело и строительство стали исторически первой областью производства, где возникла потребность в людях, специально занятых функциями проектирования и управления.

Сложный умственный труд, благодаря которому первоначальный технический замысел вызревал, обрастал конкретными деталями, становился проектом, не мог уже быть выполнен походя. Во-первых, для того,

чтобы продвинуться вперед в поиске архитектурной формы, сочетающей прочность, удобство и гармоничную соразмерность, нужно было проникнуть в тайны сделанного предшественниками, не копировать, а переосмысливать и обобщать их достижения. Во-вторых, новые, усложнившиеся инженерные задачи не допускали решения "на глазок"; нужны были точный расчет, рисунок, макет. А для этого следовало овладеть нехитрым, с позиций сегодняшнего дня, но достаточно обширным арсеналом специальных инженерных средств и инструментов. Во времена Древней Греции и Рима в распоряжении инженера-строителя были линейки различных конструкций, циркуль (его, кстати, знали еще вавилоняне), счетная доска, так называемый абак, нивелиры и другие простейшие геодезические приборы.

Итак, для производства поздних рабовладельческих государств характерно появление сложных технических задач нового класса, решение которых предполагало обособление инженерно-технических и инженерно-управленческих функций. Но тех, кто эти функции выполнял, мы еще не можем назвать инженерами.

Во-первых, функции инженерного труда не сводятся к двум выше названным, они гораздо шире. Во-вторых, деятельность первых инженеров опиралась главным образом на практические, опытные знания, а также на весьма примитивные технические средства. В-третьих, умственный труд долгое время оставался нерасчлененным. Каждого инженера древности можно с не меньшим основанием именовать ученым, философом, писателем.

Исходя из приведенных выше соображений, точнее можно обозначить этот период становления инженерии как предынженерный. Хронологические его рамки довольно широки – от 2-го – 1-го тысячелетий до н. э. и до XVII – XVIII вв. современного летосчисления.

Техническая практика великих древних цивилизаций Востока и античной эпохи дает богатый эмпирический материал – необходимую предпосылку для работы теоретической мысли. Но специфический научный аппарат, методы теоретического анализа и обобщения эмпирии, даже научная формулировка выдвигаемых практикой задач не могли быть выражены внутри самой предметно-практической деятельности, одними только ее собственными силами. Исследования показывают, что для этого необходимы также духовные предпосылки. Раннее научно-техническое знание не сформировалось, например, в Египте и Вавилоне, которые по уровню развития предметно-практической деятельности мало чем уступали Древней Греции, а кое в чем заметно превосходили ее. Формирование первых технических теорий (в частности, теории рычага, гидростатических и др.) оказалось возможным только на определенном этапе развития предметно-практической и абстрактно-теоретической мыслительной деятельности, на стыке или, вернее, на пересечении сфер материальной и духовной культур.

Переход от рецептурно-описательного знания, индуктивных обобщений и простых умозаключений к логически обоснованным системам дедуктивного вывода, составивший необходимую предпосылку рождения

науки, имел глубокие корни в характере древнегреческой культуры. Присущий ей дух состязательности (в споре, художественном творчестве и др.) охватил и сферу интеллекта. В древнегреческой культуре развились навыки логического рассуждения, экспликации понятий, приемы доказательства и опровержения, умение строить аргументацию и тому подобные предпосылки теоретического мышления. Расцвет древнегреческой рабовладельческой демократии, философии и других форм духовной культуры, создавших предпосылки научно-теоретического мышления, должен рассматриваться и как условие становления первых технических теорий.

По имеющимся сведениям, первым, кто отошел от наглядных методов исследования технических устройств и привлек к анализу принципа действия античных "машин" математический аппарат, был математик, механик, изобретатель и государственный деятель Архит из Тарента (429 – 348 гг. до н. э.). Именно Архит первым применил для изучения механизмов геометрические чертежи, создал механическое устройство (по-видимому, графопостроитель) для решения делосской задачи об удвоении куба. Механический подход к решению математических задач противоречил установкам Платона, друга Архита, сурово осудившего "низведение" теоретических идей до уровня "низкой" технической практики.

В технической практике IV – III вв. до н. э. существовали три главных проблемы, для решения которых был применен новый, основанный не только на прежнем опыте, но и на рациональном анализе, подход к осмыслению известных древним технических устройств и способов их применения: во-первых, центральная механическая проблема античности – проблема выигрыша в силе посредством применения технических устройств (в другой формулировке – проблема перемещения заданного груза на определенное расстояние с помощью данной силы); во-вторых, задача об условиях равновесия тел, находящихся под воздействием сил; а в-третьих, задача о распределении тяжести между опорами. Если не все, то многие механические задачи IV – III вв. до н. э., так или иначе, сводились к умению определять плечи рычага, положение центра тяжести и условие равновесия тел. Практическое значение и даже теоретический аспект применения рычага были известны древним. Но не так просто было объяснить этот принцип или даже сформулировать его. Умея выделить рычаг в конструкциях пяти простых "машин" – рычага, ворота, блока, винта и клина, – античные механики долго не могли установить закон рычага.

В первом дошедшем до нас теоретическом труде о технике – "Механические проблемы" – принцип действия простых машин правильно сводился к принципу рычага, который объяснялся весьма загадочными "особыми свойствами круга".

Такой подход впервые был преодолен в трудах Архимеда. Помимо общего развития культуры, предметно-практической деятельности и первых попыток теоретизации механики, важнейшей предпосылкой статики Архимеда была созданная Евклидом первая в истории дедуктивная теоретическая система математического знания, которая была изложена им

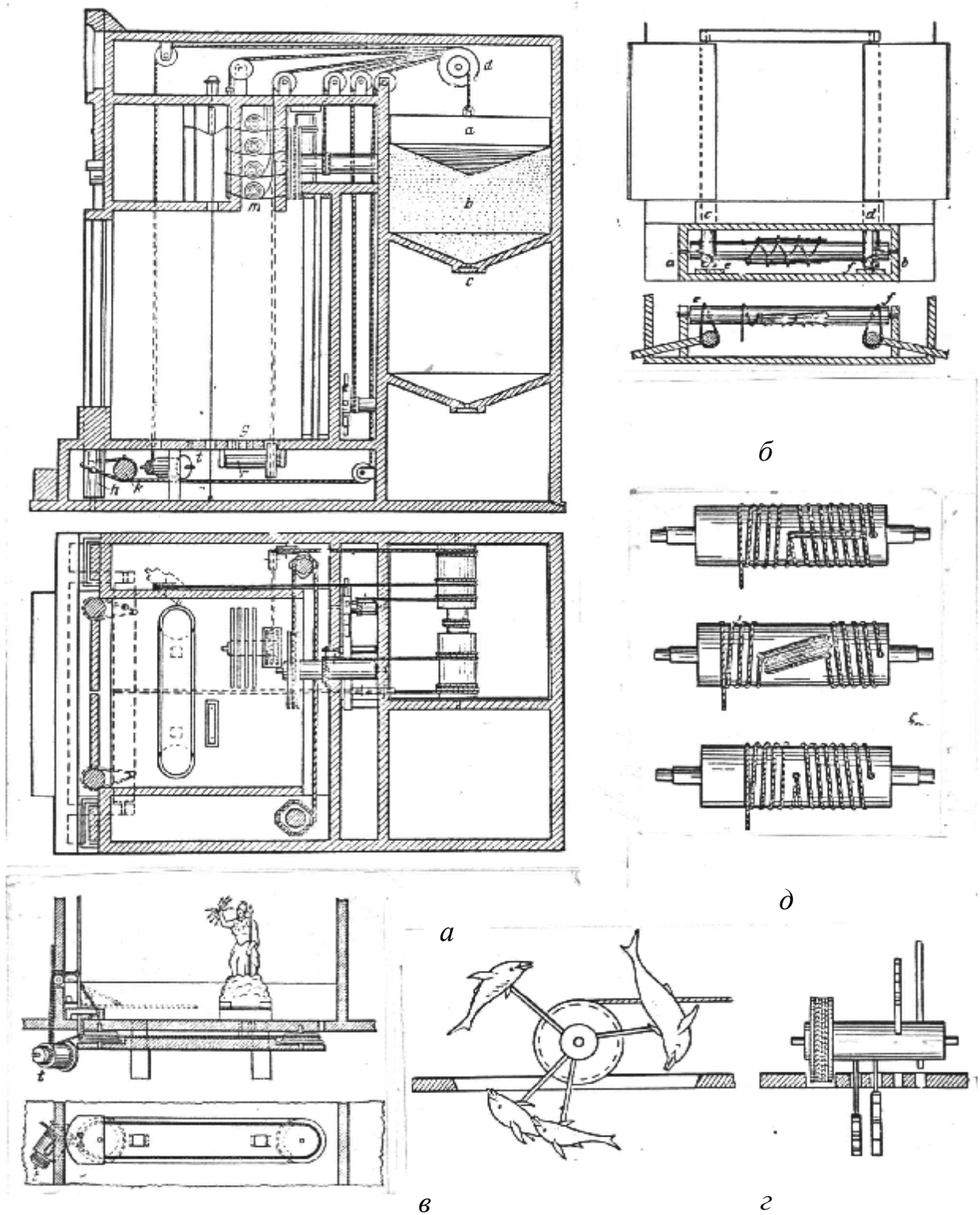
в знаменитых "Началах". Архимед сделал первые принципиально важные шаги в развитии теоретических представлений о технических средствах. Во-первых, он вышел на новый уровень абстракции, обеспечил дальнейшее развитие теоретизации предмета механики, выразившееся в отвлечении от конкретных особенностей рассматриваемых механизмов и в осмыслении обобщенных функциональных связей как теоретических моделей. Во-вторых, Архимед построил по классическому образцу Евклида систему логически (математически) обоснованных и теоретически интерпретированных научных знаний о механических свойствах искусственных материальных средств – первую в истории систему раннего научно-технического знания. Вершина эллинистической теоретической деятельности в области техники – раннее научно-техническое знание, представленное статикой и гидростатикой Архимеда, есть принципиально важный, но все же начальный этап становления развитого научно-технического знания.

Последний свет научно-технической деятельности александрийской школы, породившей феномен Архимеда, донесли до нас фрагменты трудов Герона Александрийского и Паппа Александрийского. Но творчество поздних александрийцев не было типичным для этого периода. Развлекательные механические устройства типа движущихся игрушек Ктесибия и театра автоматов Герона Александрийского пользовались большим успехом, но не имели практического значения. Конструкция одного из таких механизмов, изображенного на рисунке 1.15, была предназначена для показа древнегреческой драмы, в которой демонстрировались построение дайцами кораблей, спущенный в море корабль и плавающие около него дельфины, появление богини Афины, которая молниями поражает героя, и т. п.

Все фигуры механизма приводились в действие системой зубчатых колес и тросов (см. рис. 1.14, *а*) с помощью груза, который медленно опускался благодаря высыпанию опилок из резервуара через щель "с". При этом вал "d", вращаясь через систему тросов, заставлял срабатывать механизмы поворота дверей (см. рис. 1.14, *б*), движения статуи Афины (см. рис. 1.14, *в*), движения дельфинов (см. рис. 1.14, *г*). Программирующие валки (см. рис. 1.14, *д*), на которых размещались замысловато закрепленные тросы, регулировали время срабатывания механизмов.

При создании таких автоматов очень важным был первый толчок, зарождение основного принципа, самой идеи подвижных фигур, которая в дальнейшем обростала все более совершенными техническими средствами и, наконец, воплотилась в сложные механические устройства с достаточно значительным количеством фигур, способных осуществлять сложные взаимосвязанные движения.

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.



*а – общий вид; б – механизм перемещения дверей;
 в – механизм движения статуи; г – механизм движения дельфинов;
 д – программирующие валки*

Рисунок 1.14 – Механизм театра автоматов Герона Александрийского

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.

Общество на закате античности и в раннем средневековье практически не испытывало нужды в теоретическом анализе опыта применения технических средств. Потенциал рецептурного технического знания был более чем достаточным для уровня требований практики того времени. Предметно-практическая деятельность еще долгое время не выдвигала новых технических задач, требовавших научного подхода. Так обстояло дело в Евразии вплоть до классического Средневековья.

1.3 Техническая деятельность в Средние века

1.3.1 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.

1.3.2 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. 1.15). 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 (ку-

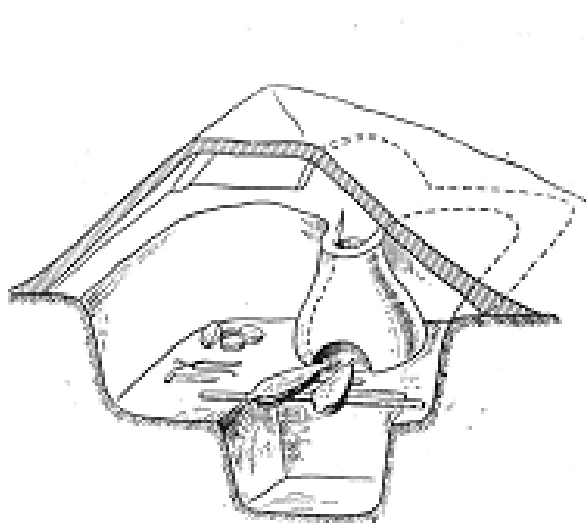


Рисунок 1.15 – Схема сыродутного горна VI – VIII вв.

сок 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 воздухоудных 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 насыщалось 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. 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.

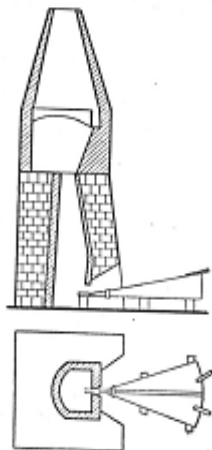


Рисунок 1.16 – Схема доменной печи XV – XVI вв.

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. 1.16) имела высоту 4,5 м, внутренний диаметр 1,8 м, и в ней получали 1,6 т чугуна за сутки. 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.

1.3.3 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.

1.3.4 Крупнейшие изобретения: порох, бумага, книгопечатание, очки, компас

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.

Время и место изобретения бумаги точно не известно. Китайские летописи сообщают, что бумага была изобретена около II в. н. э. Цай-Лунем в Китае (рис. 1.17). Производство бумаги затем перешло в Корею, Японию, Ср. Азию. В XI – XII вв. бумага появилась в Европе. В IX в. н. э. в Китае началось печатание с печатных досок. Там же в XI в. началось печатание с наборных литер обожженной глины. В XIII в. в Корее

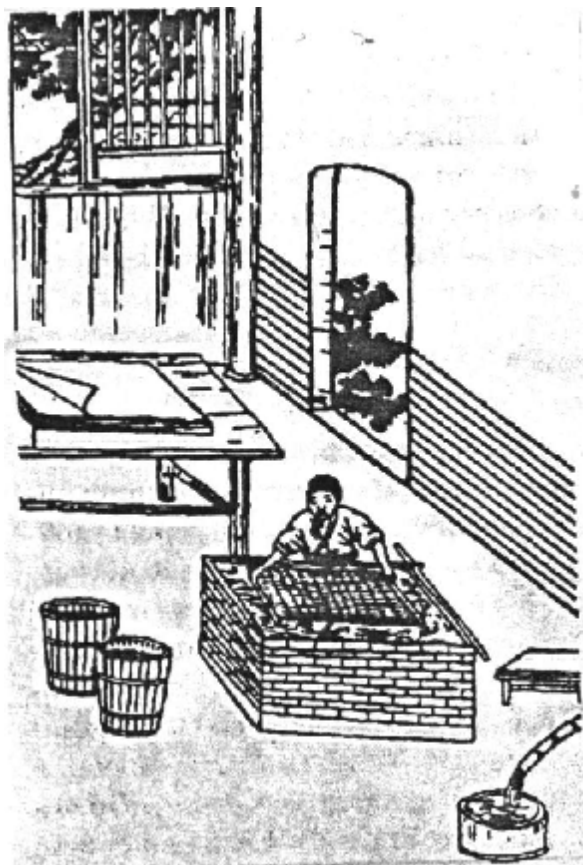


Рисунок 1.17 – Изготовление бумаги в Древнем Китае

были введены литеры, отливавшиеся из бронзы.

В Западной Европе книгопечатание возникло в конце XIV – начале XV в.

Условной датой начала европейского книгопечатания с металлических наборных литер считается 1440 г. Автором изобретения был немец Иоганн Гуттенберг. Для печатания были созданы ручные печатные станки (рис. 1.18).

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. Потребность

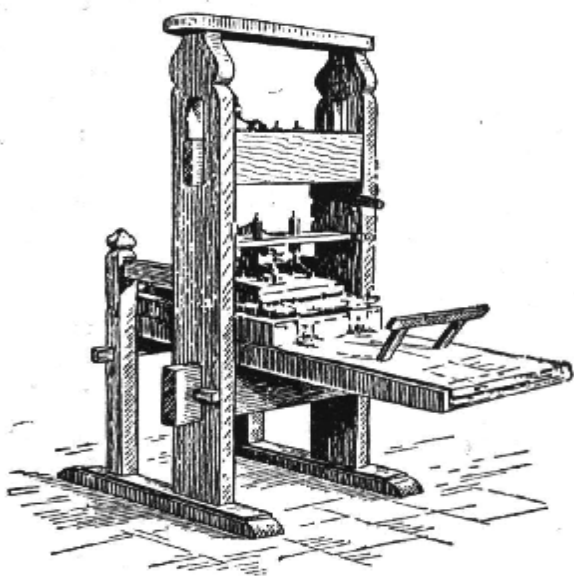


Рисунок 1.18 – Ручной печатный станок

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.

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.

1.4 Техническая деятельность в период упадка феодализма и зарождения капиталистических отношений

1.4.1 Мануфактура, дифференциация и усовершенствование рабочих инструментов

К началу XVI ст. во всех основных отраслях промышленного производства были радикально усовершенствованы ручные ремесленные орудия труда и введены многочисленные улучшения в технологические процессы. В ремесленном производстве создаются сравнительно большие мастерские, рамки производства развиваются. Рост ремесла и расширение товарного производства требовали новых форм производственных отношений, что привело к возникновению капиталистических мануфактур, основанных на разделении труда внутри предприятия.

Мануфактура возникла двумя путями. Первый путь – это объединение капиталистическим предпринимателем в одной мастерской ремесленников разных специальностей (гетерогенная мануфактура). Вторым путем – это объединение в одной мастерской ремесленников одной специальности (органическая мануфактура).

Уже одно разделение труда при наличии даже простых орудий производства обеспечило значительный рост производительности труда. В XVIII в. небольшая мануфактура, в которой было занято всего 10 рабочих, при разделении труда производила в день 48 тыс. иголок. Один же ремесленник, выполняя все операции процесса производства иголок (до 92), мог изготовить в день не больше 20 иголок.

Происходит дальнейшее совершенствование, специализация и дифференциация простых орудий труда. Например, на некоторых английских железоделательных мануфактурах XVIII в. применялось свыше 500 молотков разнообразной формы, причем каждым из них производилась только одна операция.

Возникновение и распространение мануфактур подготовило условия для перехода к машинному производству.

1.4.2 Водяное колесо – основной двигатель мануфактурного периода

Все орудия, которые раньше приводились в действие вручную или силой животных, например ручные мельницы, насосы, мехи и т.п., в мануфактурный период начинают приводиться в движение при помощи водяного (гидравлического) колеса.

Гидравлические колеса применялись уже в странах Древнего Востока: в Египте, Китае и Индии, водяные мельницы использовались в Древней Греции и в Риме, но только в мануфактурный период колесо стало главным двигателем в промышленности.

Во Франции мастер Р. Салем под руководством А. де Виля соорудил в 1682 г. крупнейшую гидросиловую установку из 13 колес, диаметр которых достигал 8 м. Колеса, установленные на реке Сене, приводили в действие 235 насосов, поднимавших воду на высоту 163 м. Эта система снабжала водой фонтаны королевских парков в Версале и Марли.

Больших успехов в строительстве гидротехнических сооружений достиг российский изобретатель К.Д. Фролов (1726 – 1800). По его проекту на рудниках Алтая в 1783 – 1789 гг. был построен наибольший гидротехнический комплекс XVIII в. (рис. 1.19), в котором вода из водоема, созданного после сооружения дамбы высотой 17,5 м и длиной 128 м, через систему штолен и каналов общей длиной около 800 м подавалась на гидравлические колеса, установленные на четырех рудниках. Эти колеса заставляли двигаться пилу для распиловки древесины, рудоподъемные механизмы, водоотливные машины и насосы. Диаметр наибольшего из этих колес достигал 17 м.

Однако даже такие колоссальные гидравлические двигатели не обладали достаточной мощностью. Самые большие колеса имели мощность не более 200 л.с. Мощность обычных водяных колес не превышала десятка лошадиных сил.

1.4.3 Развитие горного дела

В мануфактурный период гидравлические двигатели наибольшее применение получили в горной промышленности, где они использовались

для привода подъемных, водоотливных, вентиляционных установок, дробильных и транспортных механизмов.

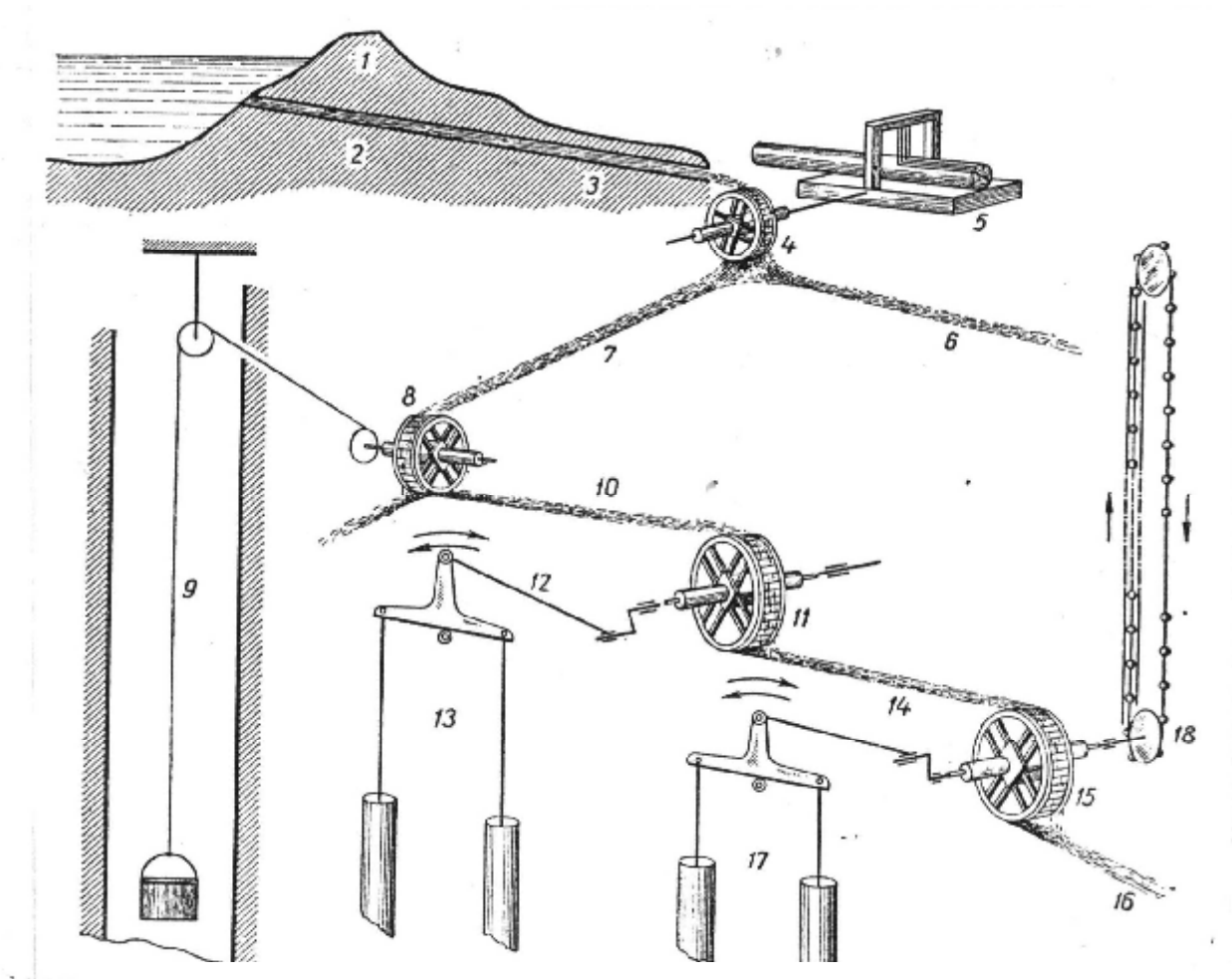


Рисунок 1.19 – Схема гидротехнических сооружений

Развитие производительных сил требовало увеличения добычи железной руды, каменного угля и других полезных ископаемых. Расширение торговли увеличивало спрос на драгоценные металлы – золото и серебро, добыча которых в связи с этим значительно возросла.

Большой производственный опыт в области горного дела, накопленный к началу XVI в. в странах Западной Европы, был впервые обобщен выдающимся немецким ученым Г. Агриколой (1508 – 1557) в труде "О горном деле и металлургии" (1550). Эта книга в течение более 200 лет являлась основным руководством по горному делу.

Работы велись при помощи ручных железных горных орудий (кайл, кирок, молотов, лопат и т.п.). В исключительно твердых породах разрешалось применять огневой метод. В XVIII в. стали производить первые опыты по применению пороха для разрушения горной породы.

Добытую руду доставляли по горным выработкам в тачках или четырехколесных тележках. Использовали также различного вида ворота (ручные, с кожаным приводом или гидравлическими колесами).

Особенно остро стояла проблема водоотлива. Для откачки воды изобретались самые разнообразные средства (чашечные и совковые элеваторы, нории, простые и сложные поршневые насосы).

Маркшейдерские работы выделились в самостоятельную область горного дела.

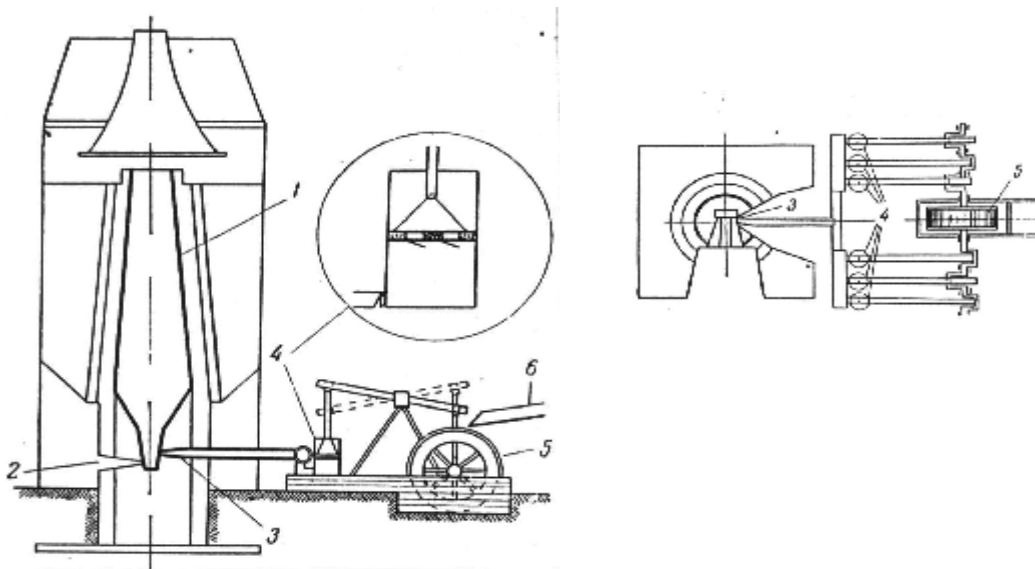
Исключительное развитие получило обогащение руд.

1.4.4 Изменения в технике металлургии

В мануфактурный период происходит последующее усовершенствование двухступенчатого процесса получения железа.

Для увеличения количества воздуха, который подавался в домы, применяют гидравлические колеса для привода мехов, заменяют недостаточно крепкие кожаные мехи деревянными. Крупным нововведением в доменном производстве явилось применение в 60-х годах XVIII в. цилиндрических воздуходувок, обеспечивших значительное увеличение производительности печей. Достаточно сказать, что в Англии сразу же после внедрения этих устройств производительность домы поднялась с 10-12 т до 40 т в неделю.

Непрерывно увеличивался размер доменных печей (рис. 1.20). Если высота первых печей XVI в. составляла всего 4,5 м, то домы XVII в. уже достигали 7-8,5 м, а древесно-угольные печи конца XVIII в. сооружались высотой до 14 м.



*1 – шахта; 2 – летка; 3 – фурма; 4 – меха, подающие воздух;
5 – гидравлическое колесо; 6 – лоток для воды*

Рисунок 1.20 – Схема доменной печи конца XVIII в.

Технические изменения в доменном производстве, а также значительное увеличение количества металлургических заводов в разных

странах способствовали увеличению мировой выплавки чугуна. Если в 1500 г. в мире выплавлялось 66 тыс. т чугуна, то в конце рассматриваемого периода (в 1790 г.) – 278 тыс. т.

В России в 1700 г. выплавляли 2,5 тыс. т чугуна, а в 1800 г. – 162 тыс. т. Россия вела большую торговлю металлом со многими странами.

В связи с катастрофическим истреблением лесов уже в середине XVII в. были начаты поиски заменителей древесного угля, что, в конце концов, привело к переводу черной металлургии на минеральное топливо – кокс, получаемый из каменного угля.

В мануфактурный период на более высокую ступень перешли методы литья колоколов, художественных изделий и огнестрельного оружия.

Например, в ноябре 1735 г. отцом и сыном Моториными был отлит "Царь-колокол". Вес колокола составлял около 200 т, высота – 6,3 м, диаметр – 6,9 м, толщина стенок: вверху – 0,4 м, внизу – 0,27 м.

1.4.5 Изменения в военной технике в связи с применением огнестрельного оружия

Изобретение пороха и распространение его в Европе, а также успехи литейного дела привели к настоящей революции в военной технике, к широкому применению огнестрельного оружия.



Рисунок 1.21 – Огнестрельная артиллерия XVI в.

Вначале стволы орудий изготовлялись из железных полос, скрепляемых обручами (рис. 1.21). Затем их стали делать цельноковаными из железа.

В XVI в. изобретен и начинает широко применяться колесный лафет. При переходе на массовое производство стволы начали отливать из бронзы, а затем из чугуна. Орудия в это время изготов-

лялись гладкоствольными и заряжались с дула.

Снарядами были ядра из камня, свинца, железа, зажигательной массы и т.п. В XV в. стали применять чугунные ядра, что привело к уменьшению калибра снарядов при сохранении их веса и позволило уменьшить вес ствола и вес орудия, повысить их подвижность и увеличить боевую мощь.

Необходимость увеличения площади поражения привела к изобретению цельных и раздвижных клиппелей и картечей. Крупным нововведением явилось изобретение в XVI в. разрывных снарядов. Затем в картечи сплошные пули заменили разрывными. В XVII в. появилась так называемая

гранатная картечь. В XVIII в. стали различать снаряды фугасного и осколочного действия. Дальность полета из мортир составляла 500 м, из пушек малого калибра – 600 м, из пушек большого калибра – 1000 м.

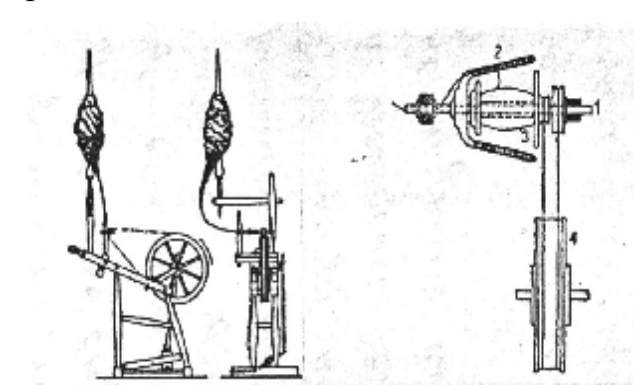
Примером мастерства отлива пушек является деятельность знаменитого русского литейщика Андрея Чохова, одной из наиболее выдающихся работ которого является " Царь-пушка " (1586 г.): вес – 40 т, длина ствола – 5,34 м; калибр – 890 мм (мортира, никогда не стреляла).

Выдающийся русский механик и изобретатель А. К. Нартов (1694 – 1756), работая в артиллерийском ведомстве, изобрел станки для сверления канала и обточки цапф пушек, оригинальный набор сменных зубчатых колёс, оптический прицел и др. Он предложил новые способы отливки пушек и заделки раковин в канале ствола. В 1741 г. Нартов создал скорострельную батарею из 44 трехфунтовых мортирок. В этой батарее впервые в артиллерии был применен винтовой подъемный механизм, позволивший придавать стволу желаемый угол наклона.

Гладкоствольная артиллерия существовала более 500 лет (до середины XIX в.).

1.4.6 Текстильное производство

Первые капиталистические мануфактуры возникли в текстильном производстве, что способствовало техническому прогрессу в этой отрасли.



*Рисунок 1.22 – Самопрялка.
Общий вид и схема ее работы*

С XV в. на полотняных мануфактурах внедряются самопрялки (рис. 1.22), что позволило значительно повысить производительность труда прядильщика. В XVI в. к самопрялке был присоединен педальный привод от ноги, благодаря чему освобождалась правая рука прядильщика, которой он раньше крутил рукоятку колеса.

В технике ткачества полотняных изделий широкое распространение получил так называемый «фламандский ткацкий станок», на котором все отдельные операции выполнялись вручную (рис. 1.23).

В суконной мануфактуре применяют почти исключительно ручные орудия труда. Со временем машины начинают применять только в двух операциях: для валяния сукон и ворсования материи.

Первые шелкокрутильные машины применялись в Италии уже в XIII в.

Особый интерес представляет станок для выделки шелковых лент, изобретенный (по-видимому, в Голландии) в конце XVI в.

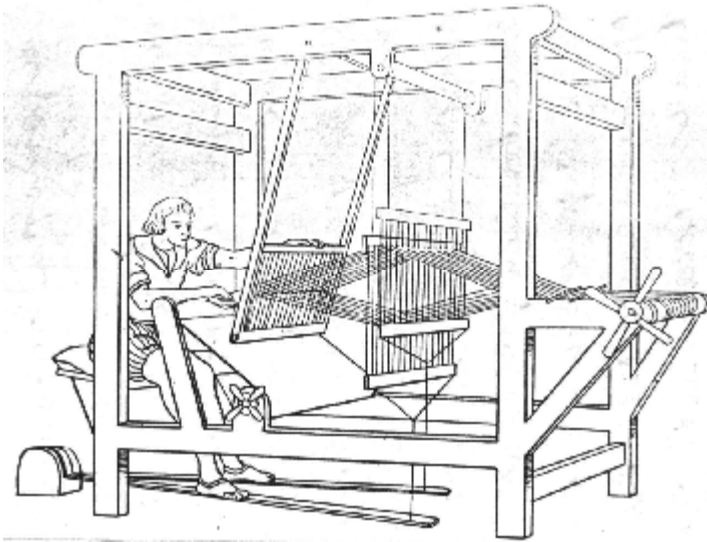


Рисунок 1.23 – Ручной ткацкий станок

ским студентом В. Ли. Эта сложная машина, состоящая из сотни спиц, позволила приступить к производству чулок машинной вязки. Изобретатель, однако, не смог организовать чулочное производство у себя на родине и вынужден был переехать во Францию, где в начале XVII в. он вместе со своим братом построил первые чулочные мастерские. После этого машинная вязка чулок распространилась и в других странах: в Англии, Голландии, Австрии, Саксонии.

1.4.7 Часы и мельница как основа для создания машин. Первые машины и изобретательство

Большую роль в развитии техники в XVII в., и особенно в XVIII в., сыграли часы и мельница, на которых внутри мануфактуры проводилась подготовительная работа для перехода к машинной индустрии.

Еще в древности, примерно 3000 лет до н. э., в Египте, Индии, Китае пользовались для измерения времени солнечными часами.

Изобретение водяных часов также относится к глубокой древности. В XIII в. появились механические часы башенного типа с одной стрелкой, приводимые в движение грузом, подвешенным на канате к барабану. В конце XV в. были изобретены пружинные часы, приводимые в движение свернутой упругой пружиной.

Однако все эти часы давали весьма приблизительные показания времени. Полный переворот в этой области был произведен лишь в XVII в. выдающимся голландским механиком, физиком и математиком Х. Гюйгенсом (1629 – 1695). Правда, первый шаг в усовершенствовании измерения времени был сделан Галилеем, однако Гюйгенс впервые, в 1657 г. применил в качестве регулятора в стационарных часах маятник (рис. 1.24), а в переносных часах – упругую спираль. Для регулятора хода часов

Вначале применение этого станка встретило сильное сопротивление ремесленников, но впоследствии он нашел самое широкое распространение почти во всех отраслях. (Заметим, что изобретателя машины подвергли пожизненному тюремному заключению).

Крупнейшим изобретением в текстильном производстве явился вязальный станок, сконструированный в 1589 г. англий-

с упругой спиралью он применил балансир, т.е. изобрел специальный спуск для передачи маятнику и пружинам импульсов. Свое изобретение Гюйгенс описал в небольшой работе «Маятниковые часы». Эта книжица вошла в историю науки как пример сочетания теории с конструктивным решением проблем.

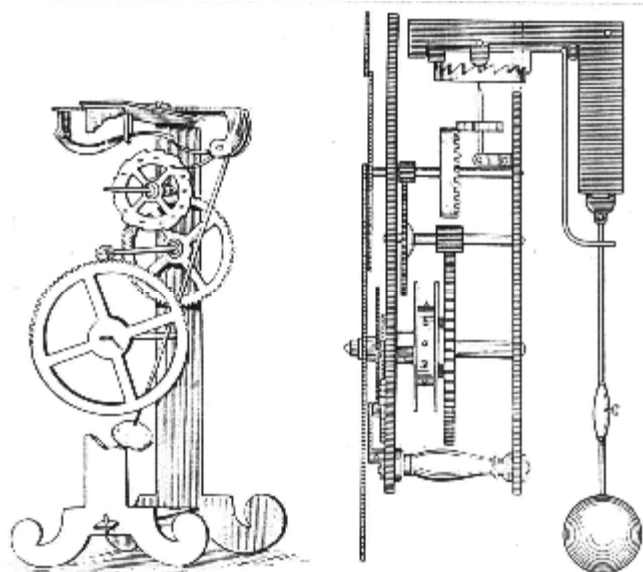


Рисунок 1.24 – Часы с маятником. Проект Галилея (слева) и Гюйгенса

Известно, что в первобытно-общинном обществе орудиями размола зерна были зернотерка и ступка, а затем и жернов, которые приводились в движение вручную. Уже в рабовладельческом обществе орудия размола зерна стали приводиться в движение водяными колесами. Примерно в X в. в Западной Европе появились ветряные мельницы.

Зародившись как устройство для размола зерна, мельница уже в XIV ст. приобретает “универсальный” характер, находя применение в кузнечном, металлургическом, лесопильном и горнодобывающем производстве. Примером может служить мельница (рис. 1.25), которая одновременно раздробляла, размалывала и промывала золотую руду, а также смешивала золото со ртутью.

Большой интерес имеет работа русского изобретателя И. П. Кулибина (1735 – 1818).

Кроме часов, материальной основой для создания машинного производства стала мельница. Конструкция мельницы с самого начала имела все существенные элементы организма машины: механическую движущую силу; первичный двигатель, который она приводит в действие; передаточный механизм; и, наконец, рабочую машину, которая обрабатывает материал.

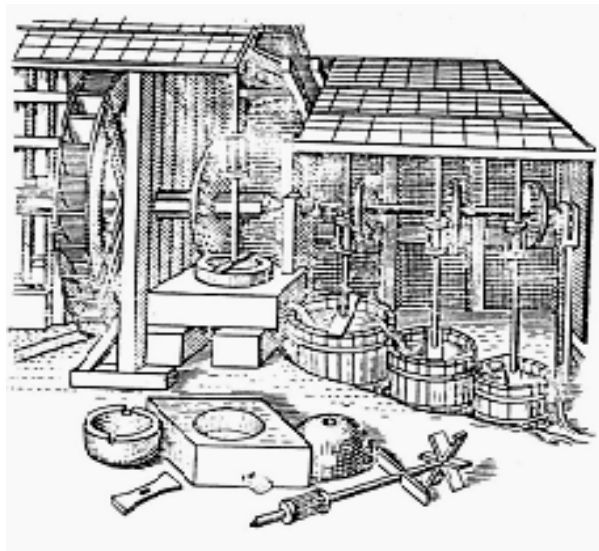


Рисунок 1.25 – Мельница, на основе которой создана система для осуществления разнообразных операций

Таким образом, изобретение, а затем широкое применение механических часов, с одной стороны, позволило изучить равномерное движение, а с другой, натолкнуло на мысль применить принцип автоматизма для производственных целей. Развитие мельниц способствовало тому, что принцип освобождения рук человека от соприкосновения с предметом труда был перенесен на другие трудовые процессы.

В мануфактурный период были созданы необходимые условия для перехода к машинной индустрии, сделаны первые попытки применения машин.

Машины как механизмы или сочетания механизмов, осуществляющих определенные целесообразные движения для преобразования энергии при производстве работы, появились еще в древности. Как известно, в зависимости от основного назначения различают машины-двигатели, с помощью которых один вид энергии преобразуется в другой, удобный для эксплуатации, и рабочие машины (машины-орудия), с помощью которых производится изменение свойств, состояния и положения объектов труда.

В мануфактурный период особенно быстро развивался первый вид машин.

Мануфактурный период характеризовался резким увеличением числа изобретений и усовершенствований. Среди изобретателей встречались представители самых различных слоев населения. Наряду с изобретателями-профессионалами (часовщиками, красильщиками, ткачами и т. п.) было много священников, парикмахеров, дворян и купцов, которые или покупали изобретения и выдавали их за свои, или иной раз вносили сами предложения.

Установление привилегий на изобретения явилось новым источником дохода государства – патенты и привилегии облагались высокими налогами. Привилегии, охраняющие права изобретателей, были введены в Англии (1623 г.), США (1787 г.), во Франции (1791 г.) и позднее в других странах Европы: в России (1812 г.), Голландии (1817 г.), Испании (1820 г.), Австрии (1820 г.).

1.4.8 Состояние научно-технического знания

Рациональная механика александрийской школы, обобщившая опыт технической деятельности древности и заложившая научные основы статики и гидростатики, стала вершиной раннего научно-технического знания. От античной механики в трудах Архимеда до выхода в свет фундаментального труда Ньютона, которым под научно-техническое знание было подведено естественнонаучное теоретическое основание, прошло 12 столетий.

Этот немалый, даже по историческим меркам, период вовсе не был "петлей времени", прихотливым витком на пути научно-технического прогресса, завершившимся возвратом к исходному логическому пункту. Даже

в годы раннего средневековья, когда на европейском континенте царили всеобщий упадок ремесла и торговли, полная безграмотность масс, а ростки раннего научно-технического знания, казалось, были навсегда погребены под развалинами римского государства, эллинистическая ученость была не только во многом сохранена, но и в известной мере развита. Помимо попыток спасения античных рукописей, предпринимавшихся в Европе такими людьми, как Флавий Кассиодор Сенатор, основавший в 340 г. в своем имении монастырь Вивариум, где он собрал богатейшую в Европе библиотеку античных рукописей и организовал их переписку, эллинистические традиции научного мышления были продолжены в странах Востока.

На роль преемника античной культуры претендует, прежде всего, Константинополь, ставший столицей Римской империи в 330 г. Вплоть до захвата столицы Восточной Римской империи турками (в 1453 г.) византийские императоры пытаются поддерживать величие "Второго Рима". В централизованной империи, управлявшейся огромным бюрократическим аппаратом, где свободомыслие жестоко подавлялось подчиненной императору церковью, развитие духовной культуры и научной деятельности было сильно стеснено. Тем не менее, в Византии на протяжении тысячелетия если не разгорался, то, по крайней мере, и не угасал полностью огонь античной учености. В Византии были достигнуты и новые успехи в области строительной техники, довольно заметное развитие получило ремесло. Византия стала одним из посредников в передаче античного раннего научно-технического знания в Европу.

Изгнанные из Афин Юстинианом ученые нашли приют в Персии, при дворе Хосрова I Ануширвана. Древнегреческая натурфилософия и раннее научно-техническое знание обрели на Востоке благодатную почву – унаследованные от прошлого богатые традиции технической деятельности, уходящее корнями в далекое прошлое уважение к знанию. В Персии, вплоть до завоевания ее арабами, большой размах получила работа по переводу античных рукописей на персидский язык. Это стимулировало развитие культуры и в центре, и на окраинах империи, создало предпосылки для последующего расцвета научной деятельности в арабоязычных странах Востока и Европы.

Начиная примерно с VII в., ближневосточные и эллинистические традиции научного мышления были продолжены в странах мусульманского – арабоязычного Востока, в быстро набравшей силу своеобразной культуре эпохи халифата. Достижения эллинистических ученых и механиков были положены в основу дальнейшего развития медицины, астрономии, математики. Переводившиеся с древнегреческого на персидский и арабский языки рукописи Евклида, Архимеда и других стали затем источником для перевода на латинский язык. Многие труды античных механиков сохранились до нашего времени только на арабском языке. В средние века труды арабских ученых и переводы античных авторов попали в Европу через посредство испанского (кордовского) халифата, через Сицилию и Византию.

Значительную роль в распространении в Европе восходящих к античности рукописей и достижений арабских, византийских и персидских ученых и механиков сыграли крестовые походы.

В Византии и арабоязычных странах Востока практически не прерывалась античная ремесленная традиция, очень рано получившая столь характерную для средневековья цеховую организацию. Естественным способом увеличения производительности ремесленного труда в этих условиях стало его разделение и кооперация. Однако большая часть отдельных операций по-прежнему выполнялась посредством примитивной техники.

Узость технической базы, скудность накопленного опыта технической деятельности и технических знаний, ограниченные технологии и консервативная политика развитой организации цехового производства в XIV – XV вв. вступали в противоречие с необходимостью резкого увеличения выпуска товаров, которые пользовались большим спросом. Быстро росла потребность в тканях и материи.

Растущее сельское хозяйство выдвигало новые технические задачи в области ирригации. Растущие центры ремесленного производства – города – требовали решения проблем водоснабжения.

Обострились проблемы развития технических средств мореплавания – от увеличения мореходности и грузоподъемности судов до создания новых методов определения места корабля на море.

В области технических средств решение всех этих задач, так или иначе, сводилось к расширению применения машин и созданию новых механизмов и приборов, в области организации технической деятельности – к замене цехов мануфактурой.

Мануфактурный метод важен тем, что в это время под воздействием запросов практики были заложены научные и технические предпосылки промышленной революции XVIII в.

Материальной основой для перехода к машинной индустрии были часы и мельницы. На примере мельницы было создано учение о трении, о двигательной силе и передаточных механизмах. Почти все крупные математики, начиная с середины XVII столетия, поскольку они занимаются практической механикой и подводят под нее теоретическую основу, «исходят из простой водяной мельницы для помола зерна». Особое значение имело применение одного водяного двигателя для приведения в движение сразу нескольких машин. Такие приводы требовали создания сложных передаточных механизмов.

В часовых механизмах XVI – XVII вв. использовались уже весьма сложные кинематические схемы, не только устройства измерения времени, но и весьма своеобразные "планетарии", демонстрировавшие движение планет, Луны и Солнца, картины звездного неба в разное время суток. Это требовало достаточно сложного расчета кинематики. Например, часы, сделанные Джанелло Туррисно, содержали 1800 зубчатых колес. Часовые механизмы очень долго оставались вершиной техники, ее наиболее сложным разделом, двигавшим вперед и технологию обработки металлов,

и техническое творчество механиков. Изготовление часов, особенно маятниковых (с XVI в.), помимо всего прочего привело к резкому повышению требований к точности измерений в среде массового производства, способствовало накоплению знаний о трении, постановке проблемы теоретического обоснования работы маятника и т. д.

Во второй половине XV в. возникло современное природоведение. В это время ряд стран Западной и Центральной Европы переживали так называемую эпоху Возрождения, которая характеризовалась стремительным подъемом в отрасли техники, науки и культуры. Титанами эпохи Возрождения были Леонардо да Винчи, Николай Коперник, Георгий Агрикола и другие ученые.

К концу XV – началу XVI в. относится деятельность великого художника и ученого Леонардо да Винчи (1452 – 1519), оставившего после себя многочисленные проекты разнообразных технических конструкций, гидротехнических сооружений, чертежи технических устройств, заметки по технике, оптике и другому, свидетельствующие о высоком уровне технических знаний того времени. По-видимому, многие из технических идей Леонардо так и не были реализованы. Более того, некоторые из них остались неизвестными современникам. Но его деятельность оказала значительное влияние на развитие технических знаний в эпоху Возрождения.

Леонардо да Винчи занимался математикой, механикой, физикой, геологией, ботаникой, анатомией, физиологией, как человека, так и животных. В отрасли механики он ставил эксперименты и пытался определить коэффициент трения скольжения. Он исследовал явление удара, сопротивления разных материалов, изучал падение тел и тому подобное. Ему принадлежат первые попытки воздухоплавания и конструирования летательных аппаратов. Базируясь на эксперименте и наблюдении полета птиц, он, кроме рисунков летательных аппаратов, которые приводятся в действие мускульной силой человека, начертил схемы парашюта, вертолета и других интересных конструкций. Он разработал многочисленные конструкции токарных, ткацких станков и печатных машин, приборов для шлифования стекла и тому подобное. Но большинство его изобретений в то время не могли иметь практического значения, поскольку не были еще созданы условия для их применения.

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

Труды механиков XV – XVII вв. свидетельствуют, что уже в то время они не довольствовались рецептами Витрувия и в поисках объяснения причин естественных свойств и явлений, обнаруживаемых в процессе создания и применения новых технологических средств, обращались к трудам Архимеда и других античных механиков. 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. Таким был и первый учитель Галилео Галилея (1564 – 1642) – математик и изобретатель Остенко Ричи, оказавший большое влияние на интерес Галилея к техническим задачам.

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 – 1642), 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.

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. В силу своего авторитета и ясно высказанной точки зрения Галилей, более чем кто бы то ни было до него, повлиял на становление экспериментального метода в физике и научно-техническом познании, показал роль научного познания в решении практических задач. Создание Галилеем начал динамики означало выход теоретического мышления на более высокий уровень абстракции. Большое значение имели его работы в области теории трения и сопротивления материалов. Но как ни велики были достижения Галилея, он и в последнем своем труде, предпринятом для систематизации результатов, полученных в механике,

не выстроил их в систему, равную или подобную по упорядоченности и логической завершенности геометрии Евклида или статике Архимеда.

Галилей умер на руках своих последних учеников – Вивиони и Торричелли – 8 января 1642 г. В этот день закончились четыре века универсальной передовой культуры Италии. Духовная культура, а вместе с ней и научно-технический прогресс, задушенные в Италии католической реакцией, продолжили свое продвижение вперед в иных, более подходящих условиях, сложившихся к тому времени в других странах Европы и, в первую очередь, в Англии, Франции, Нидерландах.

Окончательное определение гелиоцентрическая 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.

Честь завершения дела, начатого Архимедом, – построения общей теоретической системы механики, объединившей естествознание и научно-техническое знание, принадлежит Исааку Ньютону (1643 – 1727). Расширив до пределов универсальные и теоретические абстрактные представления о телах и силах, воздействующих на эти тела, Ньютон совершил следующий после Архимеда и Галилея шаг в идеализации предмета механики. Первое издание его фундаментального труда “Математические начала натуральной философии” вышло в 1687 г.

Начала свой триумфальный путь теоретическая механика, заложившая основы, фундамент множества других естественнонаучных и технических дисциплин. Этот процесс происходит на протяжении всего XVIII в., захватывает XIX в. и завершается построением той теоретической системы физики, с которой мы имеем дело и сегодня, обращаясь к так называемым точным наукам.

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 рассматривал техническую практику как безбрежное море экспериментального опыта. К практике обращался он и 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.

Большое продвижение в области геологии состоялось в XVIII в., когда великий российский ученый М. В. Ломоносов положил начало эволюционному направлению и сравнительно-историческому методу в геологии. Он отбросил существующее в то время научное объяснение наличия

в прослойках Земли разных насекомых, животных и растений, первым выразил идею о геологическом времени.

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.

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 Дюре (1698 – 1739) сконструировал прибор для выявления и примитивного измерения электричества – примитивный электроскоп.

Американский ученый Вениамин Франклин доказал, что молния представляет собой электрическое явление и в 1752 г. изобрел громоотвод и плоский конденсатор.

В 1752 – 1753 г. Ломоносов и Рихман провели ряд опытов атмосферного электричества с помощью специальных установок – “громовых машин”. В конце 1753 г. Ломоносов выступил с работой “Слово о явлениях, которые происходят от электрической силы”, в которой изложил теорию атмосферного электричества.

В 1767 г. английский химик Джозеф Пристли (1733 – 1804) в первый раз выразил мысль о том, что существует определенное количественное взаимодействие двух электрических зарядов.

В 1785 г. французский физик Шарль Огюстен Кулон (1736 – 1806) опытным путем установил зависимость взаимодействия между двумя электрическими зарядами от их величины и расстояния между ними. Таким образом, к началу XIX в. уже были созданы основные представления об электричестве.

Потребность производства, а также успехи, достигнутые в астрономии, механике и других отраслях знаний, привели к развитию математики. Прежде всего, в это время разрабатываются основные положения алгебры. Еще в XVI в. итальянские математики С. Федро, 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).

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.

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.

В XVII – XVIII вв. в Европе создается уже ряд специализированных инженерных школ и других учебных заведений с преподаванием научно-технических дисциплин. Эти первые успехи в организации сети учебных заведений технического профиля оказали существенное влияние на формирование научно-технических кадров, обеспечивающих развитие машинного производства в XIX в.

2 ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ XVIII – XIX вв.

2.1 Историческая последовательность возникновения машинного производства

От начала Средневековья до последней трети XVIII в. основной формой организации технологического процесса была простая кооперация труда. Первые технологические машины, применявшиеся к тому же спорадически, играли еще второстепенную роль: основой мануфактуры оставалось ремесленное искусство, доведенное до высокой степени специализации. Вместе с тем развитие машин в мануфактурный период (особенно на его заключительном этапе – в позднее Средневековье и в начале Нового времени) имело большое значение для научно-технического знания истории и возникновения крупной машинной промышленности.

Процесс перехода мануфактурного производства на рельсы машинной техники и мануфактурной организации труда, к фабричной системе называется промышленной революцией.

Исходным пунктом промышленной революции стало применение рабочих машин, которые заменили руку рабочего, удерживающую инструмент, создали возможность почти неограниченного расширения количества инструментов, одновременно действующих на предмет труда, позволили во много раз повысить производительность труда.

Рабочая машина является главной частью развитой совокупности машин, которая непосредственно действует на предмет труда и

целестремленно изменяет его форму. Две других части машины – двигатель, который действует как движущая сила всего механизма, и передаточный механизм, который передает силу от двигателя к рабочей машине, – существуют только для приведения в движение рабочей машины.

Первый этап промышленной революции был связан с появлением рабочих машин в текстильном производстве.

Второй этап промышленной революции начался с изобретения универсального теплового двигателя, т.е. паровой машины.

Третий этап промышленной революции был связан с созданием рабочих машин в машиностроении, т.е. с изобретением суппорта и резцедержателя.

Машиностроение, снабженное мощной энергетической базой и оснащенное рабочими машинами, позволило наладить бесперебойный массовый выпуск самых разнообразных машин и снабдить ими все отрасли производства.

Применение машин в производстве привело к возникновению большого числа промышленных предприятий, образованию промышленных центров и скоплению в них населения.

Англия является родиной машинного капитализма. Буржуазная революция в Англии, свершившаяся еще в XVII в., расчистила путь для развития капиталистических отношений и явилась прологом к промышленно-техническому перевороту в конце XVIII в. Придя к власти, английская буржуазия создала условия, обеспечивающие ей экономическое и политическое господство в стране.

Промышленный переворот в Англии был, в основном, завершен в первой половине XIX в. К этому времени было ликвидировано противоречие между прогрессивной формой разделения труда в мануфактуре и ее узким техническим базисом. В результате произошла замена ручного труда машинным трудом. Англия стала промышленной мастерской мира.

Вслед за Англией на капиталистический путь развития вступила и Франция. Начало промышленного переворота во Франции совпало с периодом наполеоновской империи (1805 – 1814). Полного развития промышленный переворот во Франции достиг в период реставрации Бурбонов (1815 – 1830).

Начало промышленного переворота в США относится к концу XVIII в. Однако машинная техника в промышленном производстве США стала доминировать лишь после окончания гражданской войны (1861 – 1865).

Промышленная революция в Германии проходила с конца 40-х до 60-х годов XIX в.

Начало промышленного переворота в России относится к 30-м годам XIX в. Однако его развитие шло чрезвычайно медленно. После отмены крепостного права в 1861 г. промышленный переворот в России пошел чрезвычайно быстро. Особенно бурно в пореформенный период развивалась горнозаводская промышленность на юге России.

В первой половине XIX в. машинное производство распространяется в Европе и Северной Америке, достигая кульминационного развития к концу 70-х годов прошлого столетия.

2.2 Первые рабочие машины в текстильном производстве

В ткацком деле технические средства применялись еще в глубокой древности. Позже они неоднократно усовершенствовались (один из проектов прялки принадлежит Леонардо да Винчи), но историю машин в текстильной промышленности следует начинать, по-видимому, от изобретения челнока-самолета (1733 г.). Созданный Джоном Кеем (1704 – 1764) механический челнок (рис. 2.1) повысил производительность труда ткачей примерно в два раза, что стало предпосылкой разработки новых прядильных машин, способных удовлетворить резко возросший спрос на пряжу.

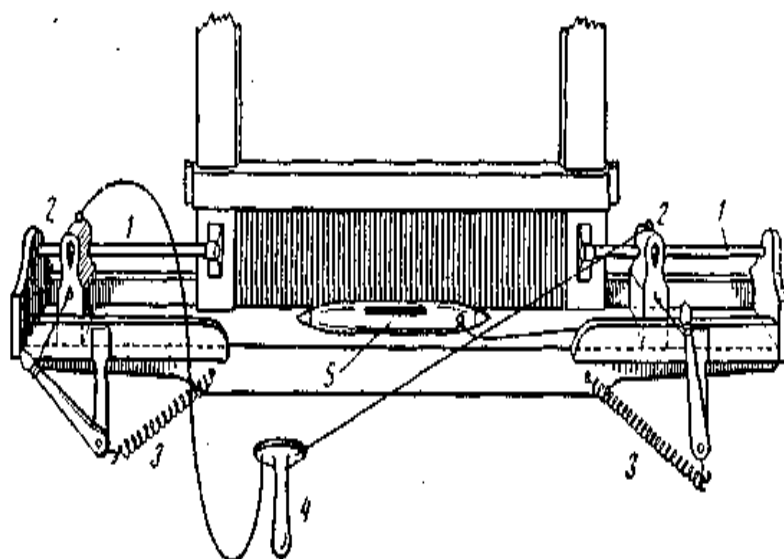


Рисунок 2.1 – Схема строения челнока-самолета Кея

Схема развития прядильных машин показана на рис. 2.2.

Уже в 1735 г. плотник и механик-самоучка Джон Уайатт предложил специальный вытяжной прибор для механизации операции вытягивания волокон при прядении. По словам Маркса, как раз эта часть машины определила начало промышленной революции. Не имея средств, Уайатт продал право на изобретение предпринимателю Паулю, который в 1738 г. получил патент на машину, где пальцы человека в первый раз были заменены двумя “вытяжными” валками, которые вращались с разными скоростями. Совершенствуя свое изобретение, Уайатт в 1742 году построил машину, которая пряла сразу на 50 веретенах и приводилась в движение двумя ослами, однако из-за дороговизны и громоздкости не нашла широкого применения.

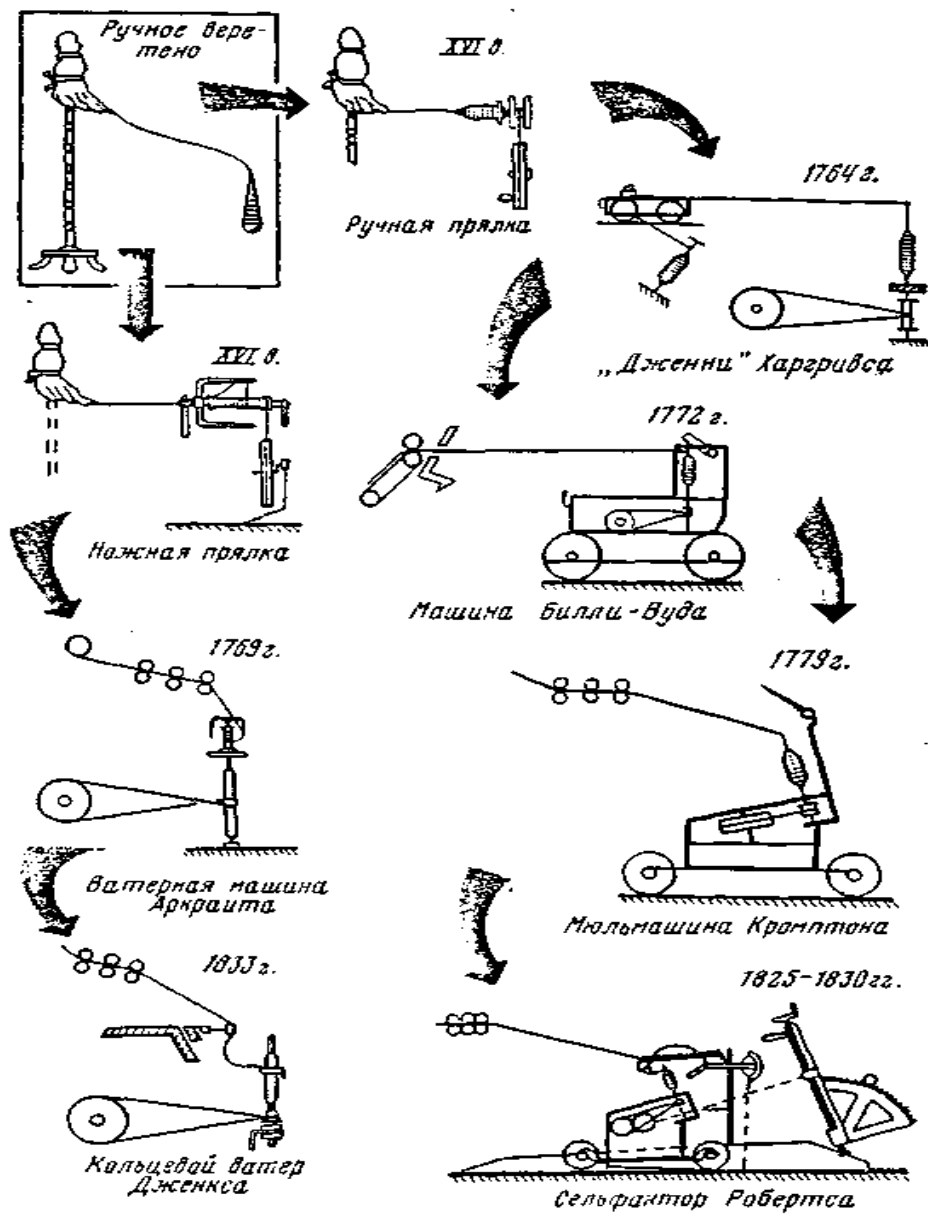


Рисунок 2.2 – Схема развития прядильных машин

Но подлинный переворот в текстильной промышленности совершил Джеймс Харгривс, он изобрел прядильную машину периодического действия, которую назвал именем своей дочери – «Дженни». Харгривс использовал в конструкции конный привод и канатную передачу, применявшиеся на мельницах. Впоследствии к ней был приспособлен водяной двигатель, широко применявшийся в горной и металлургической промышленности.

В 1767 – 1769 гг. «Дженни» была усовершенствована предпринимателем и часовщиком Ричардом Аркрайтом (1732 – 1792), пытавшимся до этого построить водяной двигатель. Здесь мы впервые в текстильной технике встречаемся с математикой: Аркрайт был знаком с методом расчета

зубчатых передач, что позволило ему рассчитать скорости примененных в машине валиков. Впрочем, и Аркрайт воспользовался готовыми элементами – зубчатыми колесами и барабаном, а также бесконечным винтом из механизма часов. В 1771 г. Аркрайт применяет в качестве силового привода водяной двигатель. Его ватермашина была усовершенствована сначала К. Вудом (1772), а затем С. Кромптоном (1779). Получившаяся таким образом «мюль-машина» была способна производить чрезвычайно тонкую и крепкую пряжу.

В результате широкого применения прядильных машин резко повысилась производительность труда при обработке пряжи, в связи с чем возник вопрос о необходимости механизации труда ткачей.

Сельский священник, любитель часового дела Э. Картрайт (1743 – 1823) в 1785 – 86 гг. создает механический ткацкий станок, ликвидировавший разрыв между механическим прядением и ручным ткачеством. В станке были применены эксцентрики из конструкции парового двигателя Уатта.

Сначала конструкция станка была достаточно примитивной, поэтому над его усовершенствованием Картрайт работал до конца XVIII в. Только в 1792 г. был создан механический ткацкий станок с легким управлением и полной механизацией всех основных операций ручного ткачества.

В 1787 г. Картрайт учредил первую механическую ткацкую фабрику с двадцатью станками.

В 1792 – 93 гг. Э. Уитни (1765 – 1825) изобретает хлопкоочистительную машину «Джин». В 1818 г. В. Итон механизует навивание нити. В 1825 г. Р. Робертс создает механизм изменения скорости вращения веретен, используя идею устройства часов с гирями. Далее, в 1830 г. Дж. Смит завершил превращение «мюль-машины» в почти автоматическое устройство. Знавший механику и математику, Г. Гольдсварт заменил ступенчатые шкивы коническими. Так был создан сельфактор – универсальная прядильная машина. В 1828 – 1844 гг. создается кольцевой ватер, совершивший переворот в хлопкоделии. Наконец, Дж. Нортроп (американский инженер) воспользовался идеей, примененной в конструкции револьвера системы «Кольт», и создал автоматическое устройство для смены шпуль.

Сельфактор, кольцевой ватер и механический ткацкий станок преобразили ткацкое производство с ручного на машинное.

2.3 Создание универсального теплового двигателя

Еще в мануфактурный период мускульная сила человека была не единственной, применявшейся в производстве. Наряду с ней использовалась сила животных, а также сила ветра и воды. Однако все эти виды энергии не могли удовлетворить фабричное производство. Животные использовались лишь на некоторых работах. Ветер в качестве двигательной силы

был неудобен из-за непостоянства и невозможности строгого контроля за ним. Наиболее широко в фабричном производстве использовалась сила воды, имевшая также ряд существенных недостатков. Источники водной энергии не всегда были расположены в нужных местах, они зависели от времени года, погоды и других условий.

С конца 60-х годов XVIII в. зарождающаяся фабричная система настоятельно требовала создания совершенно нового по своему типу мощного двигателя, универсального по техническому применению и находящегося всецело под контролем человека. Такой двигатель должен был освободить промышленность от обязательной привязанности к природным источникам энергии, т.е. дать возможность концентрировать производство в любом месте.

Таким двигателем, удовлетворяющим всем этим условиям, и явилась паровая машина двойного действия, изобретение и распространение которой составило основное содержание второго этапа промышленной революции.

Способность пара производить механическую работу давно известна человеку. Начиная с глубокой древности, появляется целый ряд механизмов, основанных на использовании силы пара. Известно, что еще Герон Александрийский применил пар для движения аппарата специальной конструкции. Леонардо да Винчи оставил описание паровой машины, которая, по его словам, была изобретена Архимедом.

Атмосферное давление как источник двигательной силы, обращало на себя внимание многих ученых и изобретателей, особенно после опытов немецкого физика Отто фон Герике с так называемыми «магдебургскими полушариями» (1650).

Большое значение имело творчество французского физика Дени Папена (1647 – 1714), изобретателя первого котла с предохранительным клапаном. Он первым в 1690 г. правильно описал паро-атмосферный цикл.

Первый паровой насос «Друг рудокопа», схема которого представлена на рис. 2.3, создал англичанин Т. Севери (патент 1698 г.). (Под заявку на паровой насос он изловчился получить патент на «движущую силу огня». Много лет подряд изобретателей принуждали идти на поклон к Севери, отсылать ему богатую дань.) Новое в машине Севери по сравнению с паровым котлом Папена заключалось в том, что паровой котел был отделен от рабочего пространства. Но работа пара и его конденсация по-прежнему происходили в одном и том же сосуде. Машина была крайне не экономична и расходовала 80 кг угля на 1 л.с. Глубина всасывания не превышала 10 м.

Дальнейший шаг вперед в деле совершенствования паровых машин сделал английский кузнец Томас Ньюкомен, который в 1711 г. для привода шахтных насосов предложил использовать свою конструкцию паро-атмосферной машины. В этой машине (рис. 2.4) для конденсации пара в цилиндр впрыскивалась вода. Мощность машины составляла 8 л.с., глубина всасывания – 80 м, расход угля на 1 л.с. – 25 кг.

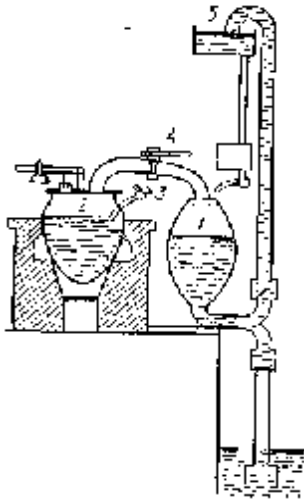


Рисунок 2.3 – Схема парового насоса Севери

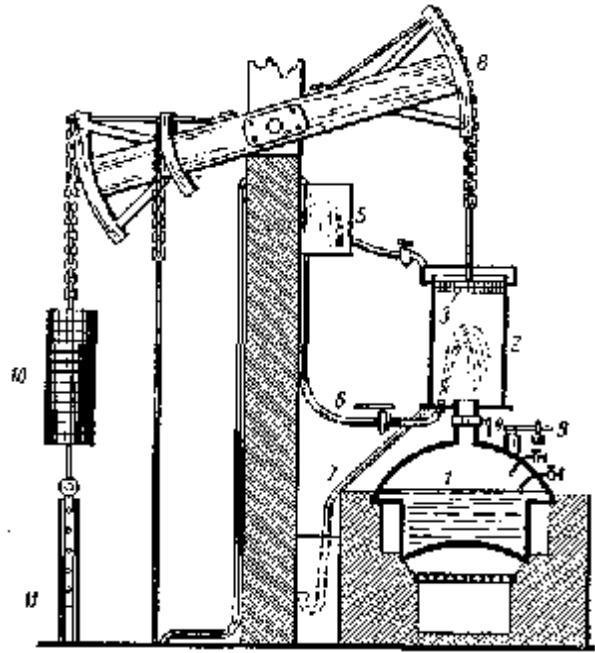


Рисунок 2.4 – Схема паро-атмосферной машины Ньюкомена

В 1763 г. русский изобретатель И.И.Ползунов разработал проект создания «огнедействующей машины для заводских нужд». Это была

2-цилиндровая паро-атмосферная машина со специальным автоматическим парораспределительным устройством

(рис. 2.5). Ползунов не дожид до пуска своей машины, который состоялся в августе 1766 г. Машина отработала в течение двух месяцев, а затем вышла из строя в связи с протеканием котла. Машину остановили, а через несколько лет она была поломана и забыта.

Однако паро-атмосферные машины были совсем непригодны для роли универсального двигателя машинной индустрии. О них не без основания говорили, что для их изготовления нужен железный рудник, а для обслуживания – угольная копь.

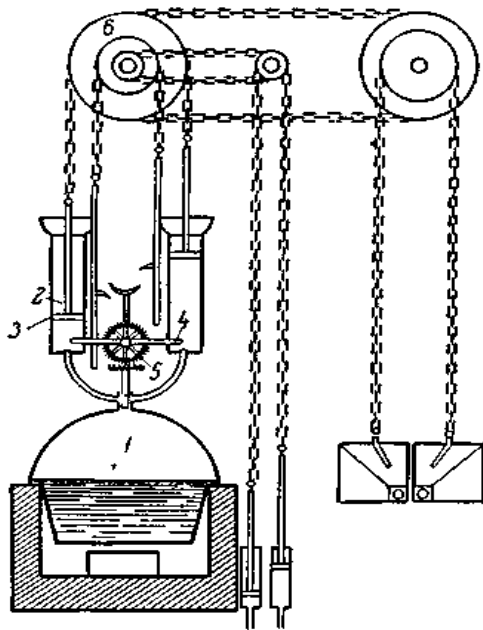


Рисунок 2.5 – Схема теплового двигателя И. И. Ползунова

Универсальный паровой двигатель, пригодный для практической эксплуатации (рис. 2.6), был изобретен английским теплотехником Джеймсом Уаттом. Работу над паровыми машинами Уатт начал с 1764 г. Проведя целый ряд глубоких исследований и опытов, он предложил производить конденсацию пара в отдельном резервуаре – конденсаторе, сообщаемом с цилиндром. В 1772 г. Уатт заключил контракт с Болтоном, владельцем машиностроительного предприятия в городе Сохо близ Бирмингема. Болтон показал себя умным и дальновидным человеком. Он не поскупился на расходы по сооружению машины. Болтон понял, что гений Уатта, освобожденный от мелочной, изнурительной заботы о куске хлеба, развернется в полную мощь и принесет прибыль. Кроме того, сам Болтон был крупным инженером-механиком.

Однако первая машина двойного действия не была пригодна для роли универсального двигателя. Нужно было, чтобы она имела вал с насаженным на него колесом, вращающимся непрерывно, от которого можно было передать работу машинам-орудиям посредством ременной передачи. В результате Уаттом была создана машина двойного действия (патент 1775 г.), которая и явилась универсальным тепловым двигателем (рис. 2.7).

Принцип действия машины заключался в том, что пар из котла поступал через золотник в цилиндр. Золотник позволял подавать пар то с одной стороны поршня, то с другой, создавая тем самым необходимое давление на поршень. Для выравнивания вращательного движения Уатт применил маховое колесо. В 1781 г. он получил патент на пять способов преобразования качательного движения в непрерывное вращательное. (На кривошипно-шатунный механизм ранее был получен патент французским изобретателем Пикаром.) Был применен также механический центробежный регулятор, который при помощи специальной дроссельной заслонки в паропроводящей трубе регулировал поступление пара в машину.

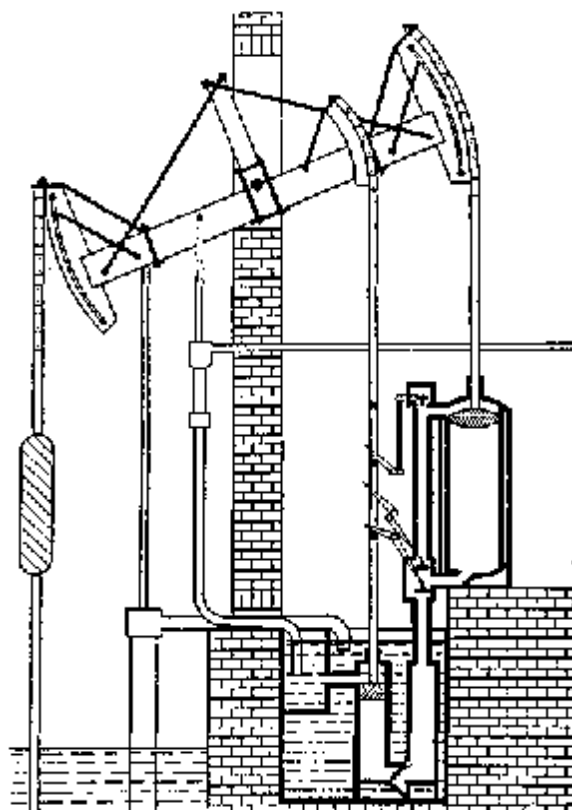
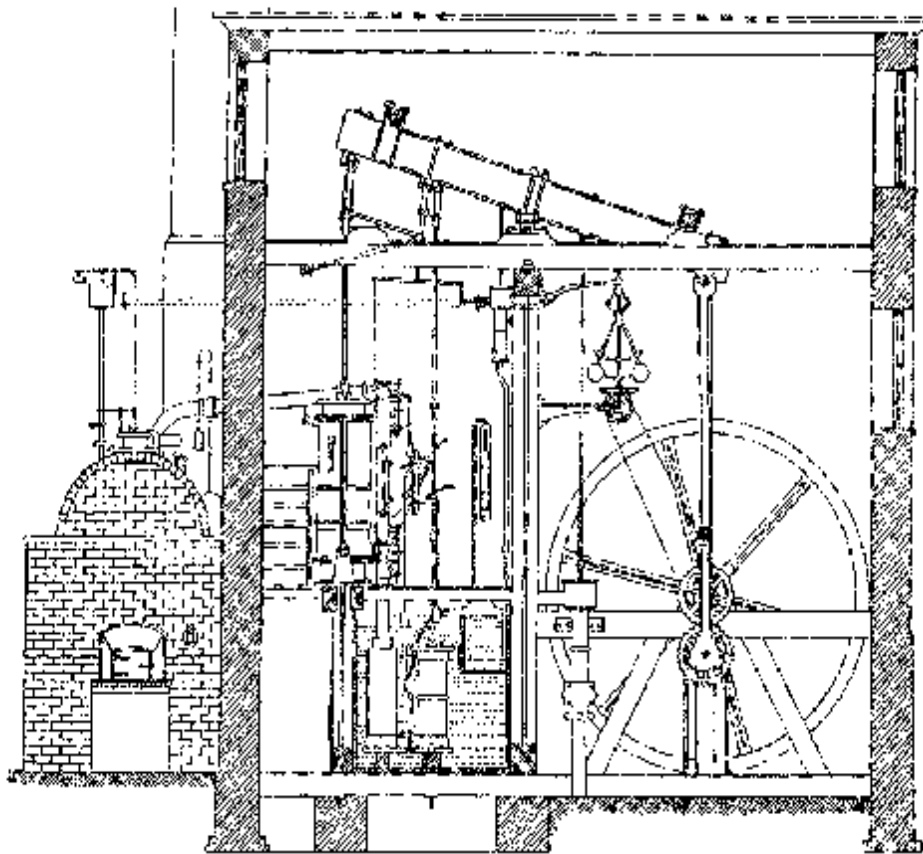


Рисунок 2.6 – Схема машины Д. Уатта, построенной в 1775 г.



*Рисунок 2.7 – Схема машины двойного действия
Д. Уатта*

Паровая машина двойного действия стала универсальным тепловым двигателем, нашедшим широкое применение почти во всех отраслях хозяйства многих стран.

2.4 Создание рабочих машин в машиностроении

После изобретения рабочих машин и создания универсального теплового двигателя основной задачей дальнейшего промышленного развития стало техническое перевооружение машиностроения. Огромные возможности, открывшиеся перед промышленностью с введением рабочих машин и универсального двигателя, могли реализоваться лишь постольку, поскольку машиностроение было способно поставлять всем отраслям промышленности специальные машины, и притом в больших количествах.

Между тем, техника изготовления машин, существовавшая в середине XVIII в., даже в наиболее передовых странах была ручной, унаследованной еще от мануфактурного периода.

При ручном изготовлении машины производились медленно, в небольших количествах и обходились крайне дорого. Ручной труд не мог разрешить и многих чисто технических задач, которые стали возникать

в машиностроении. Возрастающая сложность машин требовала увеличения мощностей, скоростей, надежности и точности работы механизмов.

Применение машин в металлургии, на транспорте, равно как и все возрастающие размеры паровых двигателей и котлов, диктовали необходимость обработки чрезвычайно больших масс металла. На основе ручного труда машины и котлы или вообще не могли быть обработаны, или не могли быть обработаны достаточно быстро и с необходимой точностью.

Так, обработку внутренней поверхности цилиндра диаметром 711 мм и длиной 2,74 м для паровой машины Ньюкомена в 1760 г. осуществляли вручную абразивным методом (рис. 2.8).

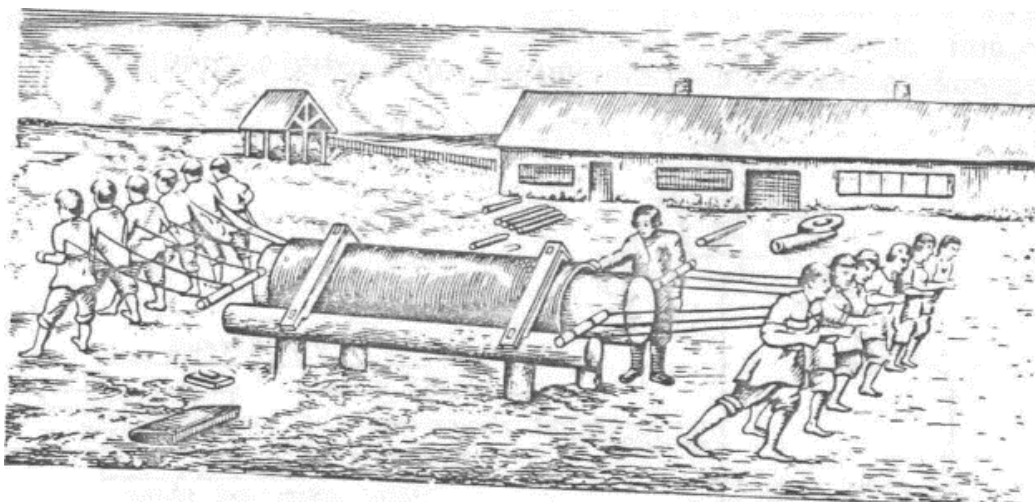


Рисунок 2.8 – Шлифование металлического цилиндра, 1760 г.

При этом обрабатываемый цилиндр устанавливали на двух деревянных подставках, вставляли в него сердечник и заливали свинцом. Придавали, полученному после охлаждения свинцовому цилиндру, возвратно-поступательное движение. При этом периодически прокручивая цилиндр, с помощью введенного в цилиндр масла с наждаком, проводили шлифование его внутренней поверхности. Такая обработка обеспечивала точность по диаметру цилиндра 1,27 см (толщина мизинца), что мало удовлетворяло производство.

Коренное изменение техники изготовления машин могло быть достигнуто лишь при условии изобретения и широкого применения рабочих машин собственно в машиностроении.

Следует указать, что машиностроения, как отрасли промышленности, в мануфактурном периоде не существовало. Почти во всех крупных металлообрабатывающих мануфактурах были мастерские, в которых изготавливались инструменты, простейшие станки и т. д. Имелись сверлильные, точильные, шлифовальные станки. Однако эти станки, несмотря на довольно большую специализацию, не были рабочими машинами, так как основной трудовой процесс при их применении совершала рука человека.

Наиболее распространенным был токарный, так называемый лучковый, станок (рис. 2.9), при работе на котором режущий инструмент рабочий удерживал в руках.

Этот станок все еще был сложным орудием труда, а не рабочей машиной. Для его превращения в рабочую машину нужен был механизм, который бы заменил руку человека, то есть резцедержатель (суппорт).

Изобретателем токарного станка с суппортом был выдающийся русский механик и изобретатель Андрей Константинович Нартов. Он одним из первых построил токарно-копировальный станок с механическим суппортом (рис. 2.10). Однако в то время ни в России, ни на Западе

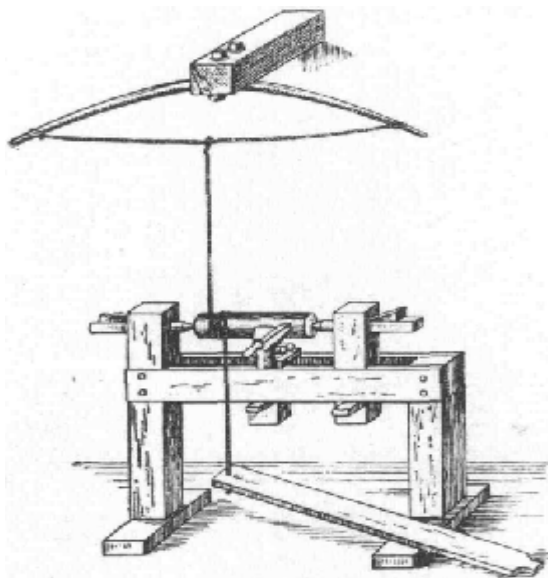


Рисунок 2.9 – Лучковый токарный станок

не было еще острой потребности в усовершенствовании техники машиностроения. Возможность изменения техники изготовления разнообразных машин была создана только в результате первых двух этапов промышленной революции.

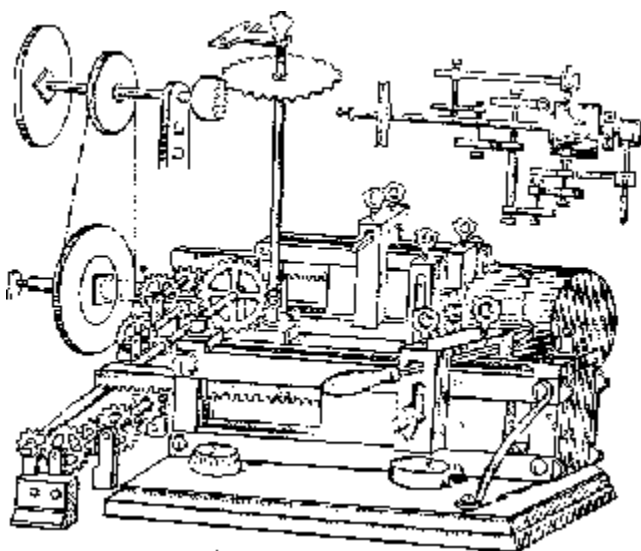


Рисунок 2.10 – Кинематическая схема токарно-копировального станка А. К. Нартова, 1712 г.

Начало изменению техники изготовления машин положил английский механик Генри Модсли (1771 – 1831), создавший в 1797 г. механический суппорт для токарного станка (рис. 2.11). Суппорт имел две каретки, передвигающиеся посредством винтов. Одна каретка позволяла создавать необходимое давление

резца на заготовку, а другая передвигала резец вдоль заготовки. В 1797 г. Модсли построил первый работоспособный токарный станок на чугунной станине с самоходным суппортом. В дальнейшем Модсли продолжал совершенствовать свой токарный станок, который вскоре оказался незаменимой машиной в любой токарной работе. Модсли открыл свою собственную механическую мастерскую, которая очень скоро превратилась в довольно большой машиностроительный завод. На заводе Модсли была применена уже машинная система производства в форме соединения транс-

миссиями большого числа рабочих машин, приводимых в движение универсальным тепловым двигателем.

Завод, в основном, изготавливал детали для паровых машин Уатта. Однако на заводе конструировались и рабочие станки для механических мастерских. Генри Модсли выпустил образцовые токарные, а затем и строгальные механические станки. Сам Модсли, несмотря на то, что был собственником крупного предприятия, всю жизнь работал наравне со своими рабочими и учениками. Кроме суппорта он сделал много изобретений и усовершенствований в самых разнообразных отраслях техники.

В 1807 г. Модсли получил патент на различные усовершенствования паровой машины. В начале XIX в. он изобрел дыропробивную машину для производства отверстий в листах котельного железа, сконструировал микрометрический штангенциркуль, названный им «лордом канцлером». Последней работой Модсли был металлический щит, при помощи которого в Лондоне под Темзой был прорыт туннель. Необыкновенно изобретательный, Модсли очень мало хлопотал о получении патентов на свои изобретения. Случалось, что ему грозили судебным процессом люди, укравшие его изобретения и оформившие на них патенты.

В дальнейшем было создано большое количество разнообразного металлообрабатывающего оборудования – токарных, токарно-винторезных, строгальных и зубонарезных станков. В 1829 г. Джеймс Несмит усовершенствовал конструкцию фрезерного станка, и этот станок стал одним из главных станков того времени. В 1843 г. Несмит создал паровой молот, который стал основой механизации кузнечного производства.

Особенностью техники машиностроения 30-х и 40-х гг. XIX в. является повышение точности производства машин. Этот период был целиком связан с работами выдающегося английского станкостроителя

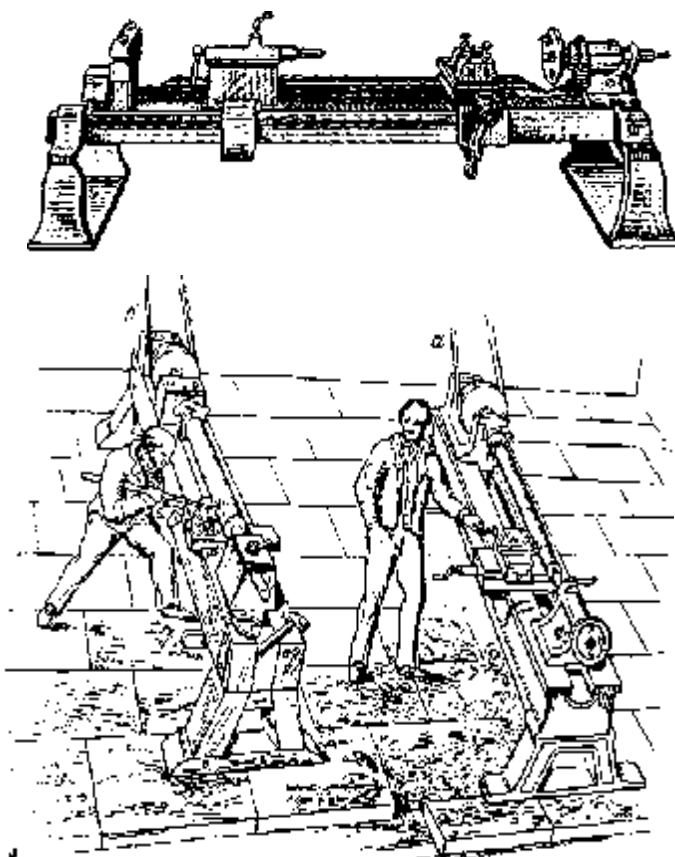


Рисунок 2.11 – Первый токарный станок с суппортом Г. Модсли (сверху) и рекламный плакат автоматического суппорта

Джозефа Витворта (1803 – 1887), введшего в машиностроение принципы и методы точной работы.

Витворт изобрел первую мерительную машину, ввел калибры и добился возможности измерять обрабатываемые плоскости до сотых, а позже и до тысячных долей миллиметра. Ему принадлежит идея стандартизации резьбы на винтах, позже нашедшая широчайшее применение в машиностроении.

К 70-м гг. XIX в. Англия по праву называлась «мастерской мира» и занимала лидирующее положение в мировом машиностроении. Но уже к 60-м гг. XIX в. стала развиваться машиностроительная промышленность США и Германии. Слабее было развито машиностроение Франции, Австро-Венгрии, России, Италии и других стран, запоздавших с капиталистическим развитием.

В результате третьего этапа промышленного переворота машиностроение овладело техникой производства машин машинами. Это позволило быстро и в необходимом количестве производить машины для всех отраслей промышленности и транспорта. Таким образом, крупное машинное производство получило соответствующую его природе материально-техническую базу.

2.5 Развитие металлургии

Технический переворот в машиностроении явился основным стимулом для развития металлургии в эпоху промышленной революции. С развитием машинной индустрии роль металла, как основного материала для изготовления машин, значительно возросла. Все технические приспособления и элементы машин стали изготавливаться только из металла. Существовавшие при мануфактуре способы получения железа уже не могли удовлетворить возросших потребностей производства. Поэтому металлургия должна была перейти на новые методы производства.

Технический переворот в металлургии (прежде всего в английской) заключался в изобретении и широком применении новой технологии получения чугуна, а также в существенном усовершенствовании способов передела чугуна в железо.

Доменное производство в мануфактурный период базировалось на использовании древесного угля. Увеличение выплавки чугуна привело к быстрому уничтожению лесов. «Топливный голод», наступивший в Англии, Франции и других странах, породил стремление найти заменитель древесному углю.

Эта мысль высказывалась неоднократно в Англии еще в XVII в. Правительство даже издавало специальные постановления, в которых призывали изобретателей решить проблему применения минерального топлива в металлургии.

Первых успехов в применении каменного угля для получения чугуна достиг англичанин Дод Дадслей, оформивший патент в 1619 г. Но только в 1735 г. английский инженер-металлург Абрахам Дерби-сын разрешил проблему применения минерального топлива в доменном производстве, используя не просто каменный уголь, а кокс.

Использование кокса потребовало увеличения количества воздуха, подаваемого в печь. Вместо клинчатых мехов стали применяться цилиндрические меха, а затем центробежные воздуходувки, росла и мощность двигателей.

Применение новых систем воздуходувок позволило увеличить размеры доменных печей и ускорить процесс доменной плавки.

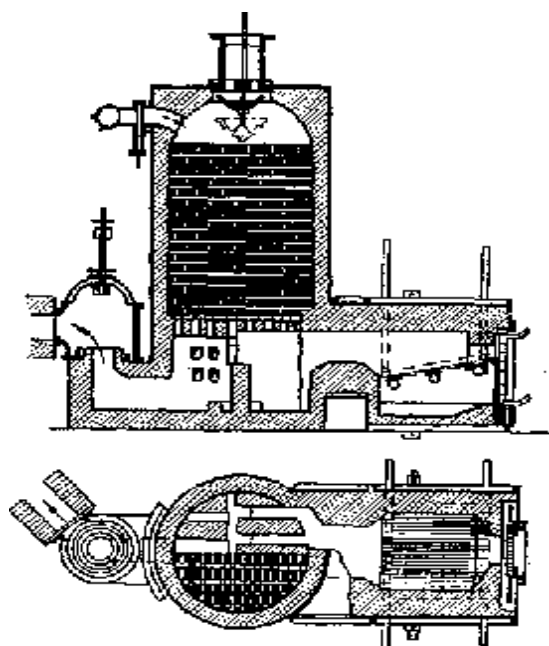


Рисунок 2.12 – Схема доменного воздухонагревателя

Дальнейший рост производительности доменных печей происходит за счет подогрева воздуха, подаваемого в домны. Аппарат для подогрева воздуха впервые был применен Дж. Нилсоном на шотландском заводе Клайд (патент выдан в 1828 г.). Первые же опыты нагрева воздуха до 150...300 °С позволили значительно (до 40 %) снизить расход топлива и резко повысить производительность. В 1857 г. англичанин Э. Каупер предложил воздухонагревательное устройство (рис. 2.12), работавшее на основе использования отходящих газов доменных печей.

Увеличение выплавки чугуна привело к несоответствию между количеством чугуна, получаемого из домны, и возможностью передела чугуна в железо.

Совершенствуя процесс переработки чугуна в железо, английские рабочие – братья Кранеджи в 1766 г. предложили переконструировать горн крицы в пламенную печь, в которой для изолирования металла от топлива рабочее пространство отделялось от топливного пространства с помощью так называемого пламенного порога. При этом уменьшалось количество серы, которая переходила из топлива в металл, процесс шлакообразования происходил более спокойно и равномерно. Металл в печи непрерывно перемешивали, потому такой процесс назвали пудлингованием (перемешиванием), а печь – пудлинговой (рис. 2.13). В дальнейшем английский изобретатель Генри Корт усовершенствовал процесс пудлингования, применив высокую дымовую трубу для увеличения тяги в печи и, таким образом, обойдясь без дутья, внедрив для лучшего выдавливания шлаков из металла

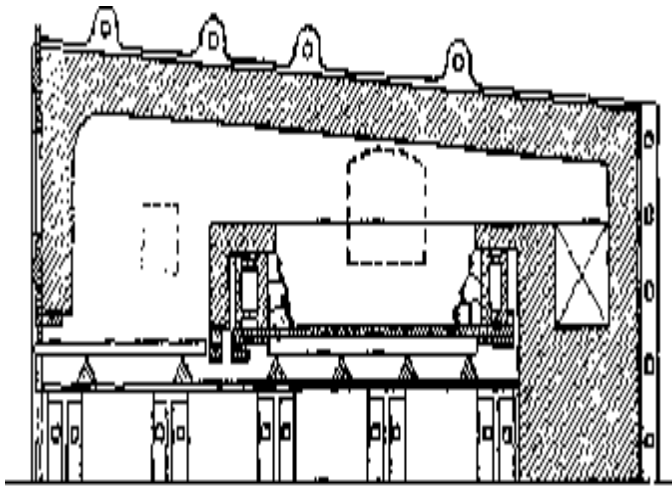


Рисунок 2.13 – Схема пудлинговой печи

прокат крицы на валках. Кроме того, с помощью валков он получал из крицы штабы железа.

Процесс пудлингования оказался намного более производительнее крицы. Его внедрение позволило ликвидировать несоответствие между развитием доменного процесса и переработкой чугуна в железо. Уже в 1791 г. в Англии было получено 80 тыс. тонн пудлингового железа и только 10 тыс. тонн крицы.

2.6 Развитие горного дела

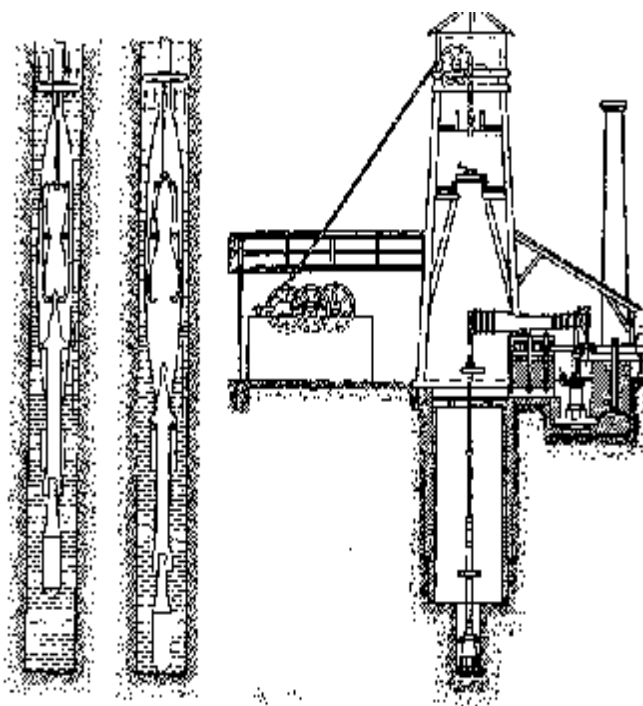
Рост машиностроения, паровой энергетики, металлургии, строительство железных дорог, расширение торговли колоссально увеличили спрос на разнообразные продукты горного дела.

Огромное влияние на горное дело оказала паровая машина. Ее влияние отразилось на конструкции многих машин, которые были созданы в этот период (вентиляторы, компрессоры, перфораторы). Во всех этих машинах господствует принцип возвратно-поступательного движения, то есть принцип, наиболее полно используемый в поршневой паровой машине.

Развитие горной промышленности базировалось на ее технической переоснастке. Однако главные процессы разработки полезных ископаемых – зарубка, отбойка и навалка в забое – основывались на ручном труде.

Еще в середине XVIII в. появилось так называемое ударно-штанговое бурение, которое позволило решить две жгучих проблемы: бурить более твердые породы и проходить более глубокие скважины. Однако оно имело недостаток: штанги, соединенные в одну колонну, деформировались. В 1854 г. немцем Эйкгаузенем была изобретена свободно падающая штанга. В 1844 г. в Англии появился свободно падающий бур Кинда (рис. 2.14), а в 1858 г. – бур Фабиана.

Со второй половины XIX в. получило распространение канатное бурение, при котором штанга с закреплённым на её конце долотом опускалась в скважину на канате, а не на системе жёстких штанг. После бурения небольшой части скважины долото легко поднималось на поверхность, а для очищения скважины от породы туда на канате опускали удлиненное ведро – “желонку”. Однако при канатном бурении штанга поворачивалась с очень большим усилием. Поэтому вскоре появились самоповорачивающиеся ударные штанги.



*Рисунок 2.14 – Свободно падающий бур
Кинда и его буровая установка*

Были созданы специальные буровые станки для бурения скважин на глубину свыше 1000 м. В начале XIX в. была высказана мысль о возможности очищения скважин от разбуренной породы путём промывания забоя струёй воды. В Европе практически реализовали эту мысль в 1815 г. Однако только в 1855 г. датчанин Метерсон изобрёл способ бурения мягких пород путём "проходки" скважин струёй воды. Этот способ разведочного бурения сохранил своё значение и до настоящего времени. Однако бурение с промыванием скважин водой или специальным буровым

раствором, связанное с введением в практику бурения обсадных труб, широко распространилось только в конце 70-х годов XIX в.

Строительство большого количества рудников и шахт требовало изменения способов проходки горных выработок, как вертикальных (шахтных стволов), так и горизонтальных (штреков, туннелей, штолен и др.).

Проходка шахтных стволов в условиях достаточно стойких пород при сравнительно слабом притоке воды не создавала трудностей. Она осуществлялась с помощью взрывных работ, а выработки укреплялись венцовой крепью. Но при пльвунах, а также в условиях трещиноватых пород с большим притоком воды этими способами проходить горные выработки было невозможно. С начала XVIII в. для крепления шахтных стволов, проходка которых осуществлялась в пльвунах, начали применять забивную деревянную крепь. В 1861 г. в Рурском бассейне появилась металлическая забивная крепь.

В 1861 г. во Франции инженер Трима впервые предложил кессонный способ проходки шахтных стволов.

Примерно в 50-х годах XIX в. окончательно оформился метод проходки шахтных стволов в мягких грунтах с большим притоком воды. Это было, по существу, ударно-штанговое бурение, но воспроизведенное в большем размере. Буровой инструмент давал возможность проходить стволы шахт диаметром до 4,5 м.

Для буровзрывных работ стали применять новые виды взрывных веществ: пироксилин (открыт Х. Шёнбейном в 1845 г.), нитроглицерин (А. Собrero, 1847 г.), динамит (А. Нобель, 1867 г.). В 1830 г. изобретен бикфордов шнур. В конце XIX в. изобретено электрическое взрывание, позволившее обеспечить безопасность взрывных работ.

Известно, что на скорость ведения взрывных работ большое влияние оказывает способ бурения шпуров. Длительное время бурение шпуров осуществлялось вручную. Первые попытки создания ударных перфораторов (бурильных молотков) относятся к началу XIX в. Вначале был создан ударный перфоратор (перфоратор Иордана) с маховым колесом, зацепами и пружиной.

В первой половине XIX в. были созданы перфораторы, приводимые в действие паром и водой.

Первый пневматический перфоратор был создан в 1857 г. французским инженером Соммелье.

Механизированное бурение обходилось в два раза дороже ручного труда. Успехи в развитии механизированного бурения связаны с постройкой железнодорожных тоннелей. Решающим моментом здесь явилась не стоимость бурения, а большая скорость проходки.

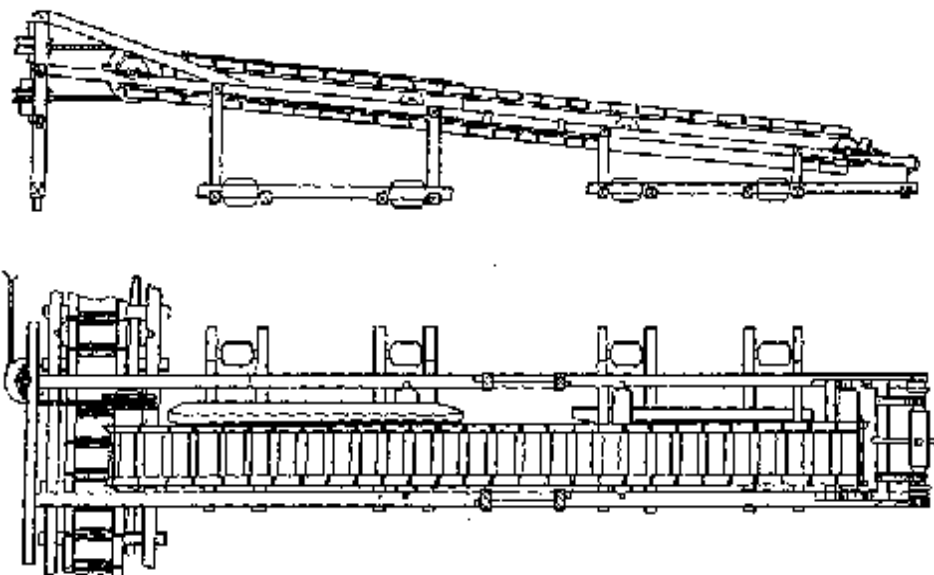
Самой развитой отраслью горного дела была каменноугольная промышленность. С конца XVIII в. делаются попытки механизировать процесс добычи угля. Интересно отметить, что конструкции первых врубовых машин копировали работу человека в забое (подрубная машина англичан Мензиса и Сарта). Врубовая машина ударного типа конструкции инженера Шрамма была смонтирована на тележке. Позже была сделана попытка использовать для вруба принцип сверления (сверлильная буровая машина Нейбурга).

Наиболее эффективными оказались врубовые машины, в которых использовался принцип дисковой пилы (машины Уоринга, а затем Винтслея). Недостаток состоял в том, что тонкий широкий диск быстро зажимался осаждающимся углем.

В первой половине XIX в. были проведены работы по механизации транспортировки полезных ископаемых. На многих рудниках и шахтах стала использоваться канатная откатка, при которой вагонетки прикреплялись к бесконечно движущемуся канату, укрепленному между двумя шкивами, один из которых приводился в движение либо лошадью, либо паровой машиной.

Наиболее интересные изобретения в области транспортировки полезных ископаемых были сделаны в золотопромышленности. В 1861 г. инженером А. Лопатиным был изобретен так называемый песковоз (рис. 2.15). Это был первый ленточный конвейер, предназначенный для транспортировки золотоносных песков к машинам, а отмытых песков – в отвал. Лопатин широко применял свое изобретение на приисках Восточной Сибири.

Глубокие сдвиги произошли в технике подъема. Решающую роль сыграло применение в качестве двигателя паровой машины. Создаются специальные рудничные подъемные установки, приводимые в действие паровым двигателем.



*Рисунок 2.15 – Первый ленточный конвейер – «песковоз»
Лопатина*

Одновременно в этот период велись работы по созданию предохранительных устройств, так называемых шахтных парашютов, которые в случае обрыва головного каната или отказа в работе тормозов подъемной машины задерживали падающую клеть.

Увеличивающаяся глубина рудников предъявляла всё новые и новые требования к подъемным машинам и канатам. Применявшиеся ранее пеньковые канаты и тяжелые цепи не удовлетворяли этим требованиям. Большое значение для развития подъема имело изобретение немецким горным инженером В. Альбертом (1787 – 1846) проволочных рудничных канатов, впервые примененных в 1834 г. в Рурском бассейне.

Наиболее острой проблемой была проблема водоотлива. В середине XIX в. осуществляется переход к паровым насосам прямого действия. Однако поршневые насосы не могли обеспечить достаточной глубины откачки воды. В 1835 г. русский изобретатель А. А. Саблуков сконструировал, а в 1838 г. – усовершенствовал первый центробежный насос (рис. 2.16). Над конструкциями центробежных насосов работали изобретатели и других стран. Однако паровой двигатель не обеспечивал необходимую скорость вращения. Центробежные насосы стали широко внедряться лишь в конце XIX и начале XX в., когда для их привода был применен электродвигатель.

Углубление горных выработок и увеличение их протяженности резко ухудшили рудничную атмосферу. Это привело к росту числа взрывов в шахтах. Применение паровой машины в рудниках также вызвало ряд

крупных катастроф. Поэтому проблема проветривания шахт стала очень острой.

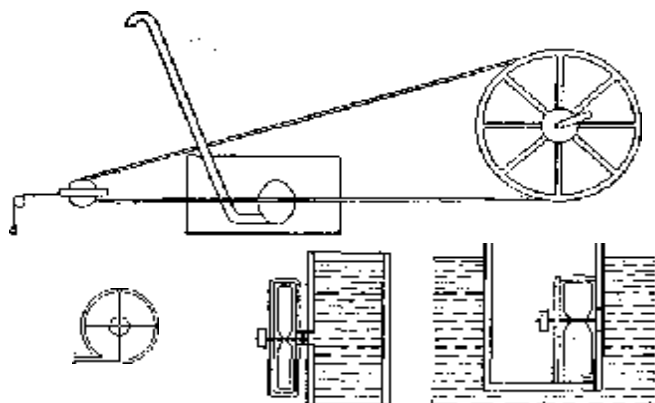


Рисунок 2.16. Схема центробежного насоса – „водогона” Саблукова

В XIX в. применяются поршневые вентиляторы, диаметр поршня доходил до 5,5 м. Громоздкость и малая эффективность таких вентиляторов заставляли искать новое решение. Новым средством явился центробежный вентилятор. Впервые успешно работавший центробежный вентилятор был изобретен инженером А. А. Саблуковым в 1832 г.

Проблему освещения в шахтах решило изобретение в 1815 г. английским химиком Г. Дэви взрывобезопасной лампы.

В этот период происходят поиски новых методов обогащения полезных ископаемых. Крупнейшее значение для дальнейшего развития золотопромышленности имело открытие русского ученого П. Р. Багратиона, опубликовавшего в 1843 г. работу, посвященную изучению условий растворения золота и серебра при цианистом процессе. Этот процесс составляет основу современной гидрометаллургии.

Русский ученый А. А. Мусин-Пушкин разработал и ввел новые методы аффинажа и обработки платины.

2.7 Развитие техники земледелия

С 80-х годов XVIII в. в капиталистических странах, и в первую очередь в Англии, происходит весьма интенсивное развитие всех отраслей сельского хозяйства.

Первые сельхозмашины появились в Англии. С конца XVIII в. английская деревня, 70 % крестьян которой переселилось в города, была не в состоянии удовлетворить ни потребностей городских рынков в продуктах питания, ни потребностей перерабатывающей промышленности в сельскохозяйственном сырье. Продовольственная проблема обострилась из-за предпринятой Наполеоном в начале XIX в. континентальной блокады. Кроме того, Англия была страной наиболее раннего развития машинной техники. Все это способствовало появлению машин в английском сельском хозяйстве.

В США обработка обширных малонаселенных земельных пространств была возможна только при условии применения машин.

Сельхозмашины, в основном, можно разделить на 4 главных типа: 1) машины для обработки земли (плуги, бороны); 2) машины для посева (сеялки всех родов); 3) машины для уборки зерновых культур (жатвенные машины); 4) машины для обработки злаков (молотилки, веялки, сортировки).

В начале XVIII в. в Англии был распространен деревянный однолемешный конный плуг. Наряду с поисками нового материала для изготовления плуга шла работа над усовершенствованием его конструкции. К 30-м годам XIX в. была выработана наиболее целесообразная конструкция плуга. В зависимости от назначения начали изготавливать специальные плуги – одно- и многолемешные, окучники, почвоуглубители, культиваторы и т. д. К 80-м годам XIX в. в крупных земледельческих хозяйствах стали широко использовать паровой плуг.

Долгое время самым маломеханизированным процессом в сельском хозяйстве было сеяние. В VI в. до н. э. в древнем Китае применялось механическое приспособление для посева. Примерно к 50-м годам XIX в. достаточно большое распространение получили рядовые и гнездовые сеялки. В конце XIX в. в крупных хозяйствах стали применяться сеялки с паровым двигателем. С древнейших времен и вплоть до начала XX в. для уборки урожая применялись серп и коса. Впервые жатвенные машины начали появляться в конце XVIII в. в Англии и США. В 1826 г. шотландец Белль изобрел достаточно пригодную для уборки урожая машину, которая применялась до конца XIX в.

Первые попытки создания механизмов для вымолачивания зерен относятся ко второй половине XVIII в. Молотильная машина является поистине интернациональным изобретением. Ее появлению предшествовало множество неудачных опытов, и только в 1785 г. шотландцу Мейкелю удалось разработать практически пригодную конструкцию молотилки с барабаном, снабженным вилами. В 50-х годах XIX в. в Америке широкое распространение получили молотилки изобретателя Тернера, в которых зерна не выколачивались, а вычесывались. Молотилки шотландской или американской системы до конца XIX в. конструктивно почти не менялись. В 60-х годах XIX в. была внедрена паровая молотба.

Следует, однако, отметить, что сфера распространения машинной техники была ограничена лишь крупными сельхозпредприятиями.

2.8 Развитие транспорта

Эпоха промышленной революции в основных отраслях капиталистического хозяйства была в то же время и периодом технической революции в средствах транспорта.

Создание всемирного рынка, вызванное колоссальным развитием торговли, потребовало массовой и по возможности быстрой переброски сырья и готовых изделий на большие расстояния.

Крупная машинная индустрия в начале XIX в. не только поставила новые требования перед транспортом, она в то же время подготовила материально-технические предпосылки для его перевооружения. Достижения металлургии и машиностроения, паровой энергетики и других отраслей промышленности сыграли решающую роль в развитии железнодорожного и парового водного транспорта.

Развитие железнодорожного транспорта происходило по трем основным направлениям. В этот период шло возникновение и распространение рельсовых путей, происходило изменение способа тяги, а также развитие специально приспособленных для рельсового пути вагонов.

Идея рельсового пути нашла себе применение в горном деле еще в XVI в. На рудниках в это время применялись примитивные деревянные рельсы, по которым двигались вагонетки с рудой. Затем начинают развиваться подъездные рельсовые пути для перевозки грузов внутри отдельных промышленных предприятий. Сначала рельсы были деревянные, затем постепенно их стали покрывать сверху чугунными пластинами или обивать железом. Первые чугунные рельсы появляются в Англии на горных предприятиях в конце 60-х годов XVIII в. Но эти рельсы были хрупки и быстро изнашивались. После изобретения метода puddling, т.е. когда железо стало довольно дешево, стали распространяться железные рельсы. Рельсы из ковкого железа впервые применил в Англии инженер Никсон в 1803 г. Уже в 1820 г. в Англии было прочно освоено производство железных рельсов.

Повозки-вагонетки, которые двигались по рельсам на горных предприятиях, вначале представляли собой обыкновенные ящики на колесах. В 1786 г. ирландец Ричард Ловелл Эджуорт предложил использовать для перевозки грузов целые составы ящиков. Так возникли вагонетки. К началу XIX в. они применялись в горной промышленности повсеместно.

Сначала вагонетки откатывались по горным выработкам на поверхность вручную, затем перешли к конной тяге. Постепенно появляются так называемые конно-чугунные дороги.

Первая конно-чугунная дорога для общего пользования была открыта в Англии в графстве Сэрри (близ Лондона). Протяжение этой дороги составляло 40 км. Одна лошадь по специально устроенному чугунному рельсовому пути везла состав из трех вагонов общим весом 9,2 т.

Конно-чугунная дорога не могла полностью решить проблему транспорта, так как лошадиная тяга не обеспечивала достаточную скорость движения и грузоподъемность. Нужен был новый двигатель. Внимание изобретателей в области транспорта привлек универсальный паровой двигатель. Мысль применения пара для нужд транспорта возникла еще в XVII в. Вначале пытались приспособить паровые двигатели к обыкновенным повозкам или телегам.

Кроме технических трудностей, внедрению пара в транспорт очень мешало косное, предвзятое отношение большей части общества.

Следует отметить, что проблема создания парового автомобиля так и не была решена. Многие изобретатели в эту эпоху пытались построить локомотив,двигающийся по рельсам.

Особенно большое значение для создания железнодорожного транспорта имели работы шотландского инженера и механика Ричарда Тревитика (1771 – 1833), который первый пришел к идее применения паровых локомотивов на специально устроенных рельсовых путях.

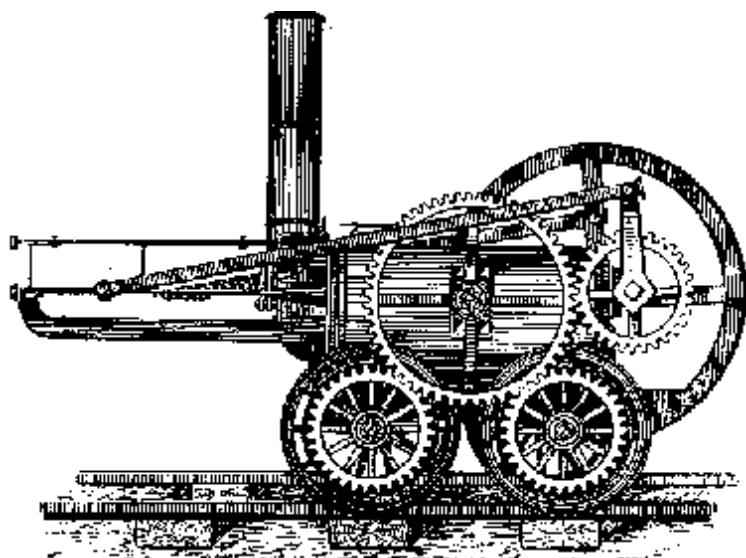


Рисунок 2.17 – Паровоз Тревитика

В 1803 г. Тревитик сконструировал паровоз для рельсового пути, а 6 февраля 1804 г. провел первое его испытание (рис. 2.17). За период с 1803 по 1814 г. появилось много моделей рельсовых паровозов.

В 1814 г. Джордж Стефенсон сконструировал и испытал свой первый паровоз, который, в основном, и решил проблему создания парового железнодорожного транспорта. До 1825 г. он построил 16 разнообразных паровозов. Схема одного из них представлена на рис. 2.18.

Первый паровоз в России был построен в 1834 г. (рис. 2.19) выдающимися русскими механиками Ю. О. Черепановым и М. Ю. Черепановым.

Пароход, как и паровоз, имеет свою историю. Еще в начале XVIII ст. Дэни Папен построил лодку, которая двигалась с помощью пара, но двигалась эта лодка медленно. Кроме того, Папен не смог довести испытания этой лодки до конца, так как она была разбита лодочниками.

Первый практически пригодный пароход изобрел инженер и механик ирландец Роберт Фултон. Как и Стефенсон, он был гениальным самоучкой. Свой первый, еще несовершенный, пароход Фултон построил и испытал на реке Сене в Париже в 1805 г.

В 1807 г. Фултон построил колесный пароход «Клермонт», на котором он установил паровую машину Уатта (рис. 2.20).

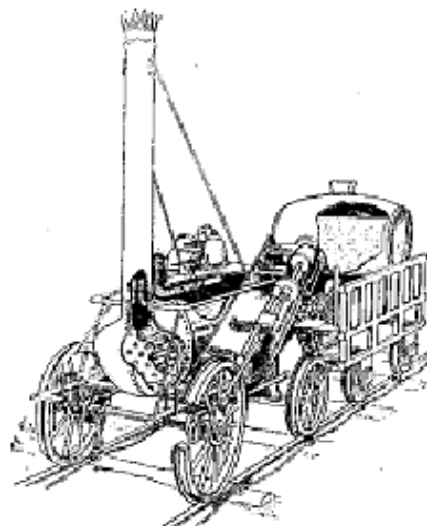


Рисунок 2.18 – Схема паровоза Д. Стефенсона «Ракета»

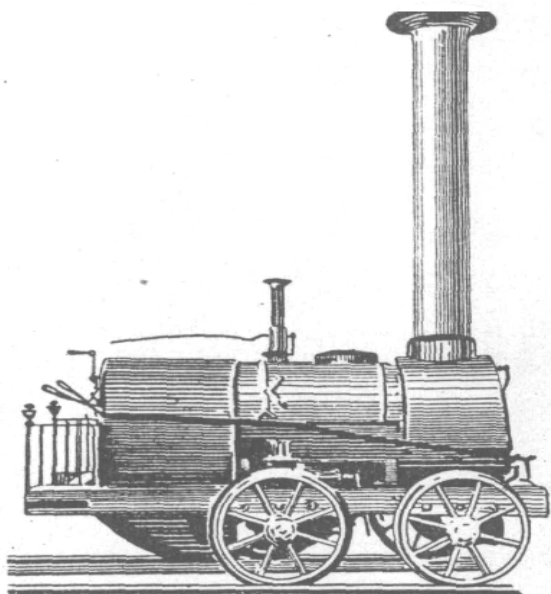


Рисунок 2.19 – Модель первого паровоза Черепановых

Длина парохода равнялась 43 м, мощность двигателя – 20 лошадиных сил, водоизмещение лопасти – 15 т. Этот пароход можно считать завершением всех предшествующих опытов по созданию практически пригодного парохода («Клермонт» осуществил свой первый рейс по реке Гудзон из Нью-Йорка в Альбани).

В 1811 г. шотландец Белль построил первый пароход в Англии.

В 1815 г. в России на Ижевском металлургическом и механическом заводе были построены первые 2 парохода.

Вслед за изобретением речного парохода делаются попытки технически усовершенствовать все виды морского транспорта.

Величайшее значение для судостроения имел переход к строительству железных и стальных корпусов пароходов. Другим очень важным фактором развития морского флота было изобретение гребного винта, сменившего гребные колеса. Большая роль в этом принадлежит чеху Реселу, который в 1826 г. изготовил первый небольшой гребной винт.

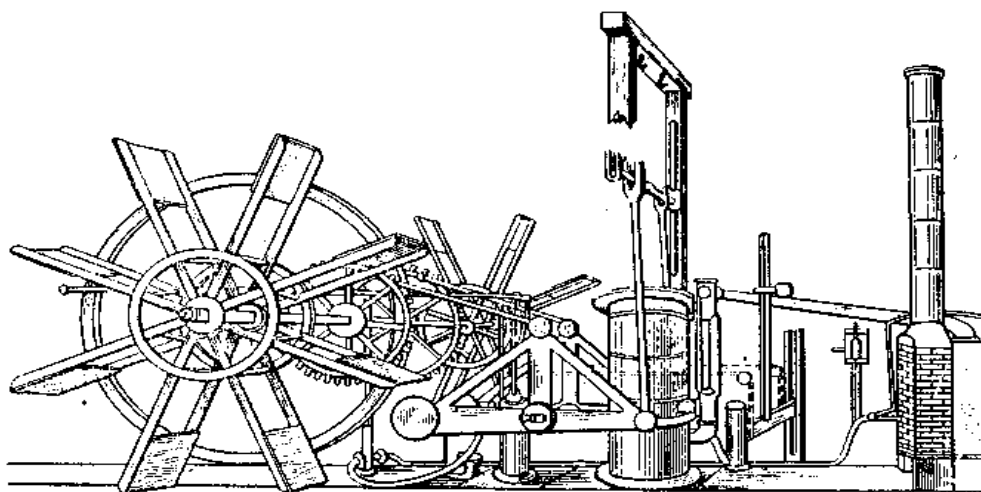


Рисунок 2.20 – Паровой двигатель парохода Фултона «Клермонт»

В начале 30-х годов XIX ст. стали появляться первые пароходы, пригодные для регулярных океанских рейсов.

2.9 Изменения в технике связи

До конца XVIII в. использовались древние средства связи: акустические (колокол, рупор) и оптические (костер, факел). Конец XVIII в. характеризовался развитием оптических (семафорных) телеграфов, основанных на передаче световых сигналов. Этот телеграф был изобретен во Франции ученым Клодом Шаппом в 1792 году, в России – в 1794 году И. П. Кулибиным.

Развитие производства, торговли, транспорта, появление железных дорог требовали более совершенных форм связи.

Первое предложение об электростатическом телеграфе было опубликовано в 1753 году в Шотландии анонимным автором, который рекомендовал, подвесив на изоляторах столько проволок, сколько имеется букв в алфавите, посылать по соответствующей проволоке электрический заряд, под действием которого на приемном конце притягивается бумажка с обозначенной на ней буквой.

Первый электромагнитный телеграф был создан русским ученым Павлом Львовичем Шиллингом (1786 – 1837). При создании телеграфа Шиллинг использовал новые для того времени открытия: электромагнитные явления и мультипликатор. Впервые работа телеграфа была продемонстрирована в 1832 году.

Дальнейшее развитие электромагнитной телеграфии идет по линии создания "самоотмечающих", или пишущих, телеграфов. Первый пишущий телеграф был создан русским ученым Б. С. Якоби в 1839 году. Пробная линия была испытана в 1841 году.

В 1835 году американец Морзе предложил свой пишущий аппарат, впервые опробованный в 1844 году.

Огромным достижением в электромагнитной телеграфии было изобретение Якоби в 1850 году шагового буквопечатного аппарата.

С 40-х годов XIX века начинается быстрое развитие телеграфной сети, как внутри стран, так и между странами.

2.10 Новое в области светотехники. Прогресс в полиграфии. Создание фотографии

В 1779 году итальянец Л. Пейл предложил так называемую "туринскую свечку". В 1825 году изобретатель Д. Купер из Лондона стал изготавливать "каменные спички" с головкой из смеси серы и белого фосфора.

В 1833 году немец Каммерер разработал технологию производства спичек с головками из желтого фосфора. С 1848 года в Швеции, а затем и в других странах в массовом количестве стали производить так называемые "шведские", или безопасные, спички.

В первой половине XVII века научились изготавливать литые в формах сальные и восковые свечи. В 1817 году появились стеариновые, а в 1837 году – парафиновые свечи.

Стремление увеличить яркость освещения привело к созданию разного рода фонарей и прожекторов.

К первой половине XIX века относится появление масляных (а позднее и керосиновых) ламп со стеклом.

Поворотным моментом в развитии способов освещения явилось применение горючих газов в конце XVIII – начале XIX вв.

Конец XVIII – начало XIX вв. ознаменовались большими изменениями в технике книгопечатания. Технический прогресс в области полиграфического дела шел, в основном, в направлении механизации печатного и наборного процессов, а также создания новых способов книгопечатания и полиграфии.

Первую практически пригодную печатную машину создал немецкий изобретатель Ф. Кёниг в 1810 – 1814 гг. (плоскопечатная машина).

В 1863 году изобретателем У. Буллоном в США была построена первая ротационная печатная машина.

Первые наборные машины были созданы в Англии Б. Фостером (1815 г.) и У. Чергем (1822 г.).

В первой половине XIX века было сделано еще одно величайшее техническое открытие – изобретена фотография. Фотография прошла длинный и сложный путь развития. Днем рождения фотографии считается 7 января 1839 года.

2.11 Изобретения в области военной техники

В XIX ст. появились винтовка и нарезная артиллерия, унитарный патрон, шрапнель, пироксилин, нитроглицерин.

Применение нарезной артиллерии и новых взрывных веществ поставило вопрос о материале для производства пушек. Большой спрос на сталь со стороны артиллерии стимулировал создание более совершенных способов ее производства, а также потребовал улучшения качества больших стальных отливок.

Академик А. В. Гадолин разработал теорию «слоистости стен пушек».

Появляются и совершенствуются паровые военные суда. Начинают строиться суда с металлической броней.

2.12 Изобретения и открытия, которые стали основой технического прогресса в следующий период развития техники

Был изобретен двигатель внутреннего сгорания, реализовавший новые технические возможности. Первый двигатель был изобретен во Франции

Ленуаром в 1860 году. В 1867 году немецкие изобретатели Отто и Ланген продемонстрировали свою конструкцию двигателя.

Английский инженер Генри Бессемер создал новый способ производства железа и стали. В 1856 году он сконструировал специальный резервуар-конвертер для получения стали или железа.

В 1864 году французские инженеры Эмиль и Пьер Мартен предложили для получения стали использовать отражательную печь.

В этот период делаются попытки применить электричество для целей освещения, создать электрические генераторы и электрические двигатели.

Пригодность электричества для освещения была доказана еще в 1802 году русским ученым В.В.Петровым. Но только в 40-х годах XIX века появились многочисленные конструкции электрических ламп с телами накаливания из платины, иридия, угля, графита и т. п. Велись работы и по использованию для освещения электрической дуги.

На протяжении первой половины XIX века велись работы по созданию электрогенераторов. Как известно, все генераторы электрического тока можно свести к четырем видам:

- 1) электростатические (Отто фон Герике, 1650 г.);
- 2) электрохимические (1800 г., Вольт);
- 3) термоэлектрические;
- 4) электромагнитные.

Решающую роль сыграл четвертый тип. С конца 30-х годов XIX века во всех странах Европы и США начались работы по конструированию электромагнитных генераторов электрического тока. С появлением генератора с самовозбуждением с кольцевым якорем (французский изобретатель Грамм) генератор вышел из экспериментальной стадии развития.

Параллельно с созданием генератора шла работа над усовершенствованием конструкции электродвигателя (Якоби, Починоти).

3 ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОТ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ ДО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ XX в.

3.1 Основные особенности и направления развития техники в период между 70-ми годами XIX в. и 20-ми годами XX в.

Развитие инженерной деятельности с 70-х годов XIX ст. происходило в новых социально-экономических условиях, когда основные области промышленности переходили в собственность монополий, которые получали неограниченные возможности влияния на развитие техники. До конца XIX ст. завершился раздел мира между монополистическими союзами, и в связи с этим встает вопрос о его переделе, после чего началась

неслыханная гонка вооружений. Этими особенностями обусловлены следующие основные направления развития техники в этот период.

1 Наиболее важным и характерным для данного периода был переход от центрального парового двигателя к электродвигателю, сначала групповому, а потом индивидуальному.

2 Значительно возросли связи между отдельными странами, которые могли осуществляться лишь в условиях хорошо развитой транспортной системы.

3 Начинается неистовая гонка вооружений, совершенствуется военная техника.

4 Строительное дело, которое призвано обслуживать запросы транспорта, военного дела, мировой торговли, также испытывает небывалый подъем.

5 Происходят глубокие изменения в металлургии, которые связаны с массовым производством стали для потребностей развития железных дорог, судостроения, артиллерии и строительства.

6 Все большее значение в экономике приобретает продукция химической промышленности (взрывные вещества, красители, кокс, удобрения).

7 Машиностроение, чтобы удовлетворить спрос всего машинного производства в целом, должно было освоить целую серию станков, перейти к их широкому производству, а также к изготовлению сложных энергетических, транспортных машин, машин для бытовых потребностей и т. д.

3.2 Требования транспорта, строительства и военного дела к машинной индустрии

Машинная индустрия развивалась под влиянием требований транспорта, строительства, военного дела. Эти три области производства предъявляли большие требования к продукции тяжёлого машиностроения.

Борьба за новые сферы влияния, за раздел, а потом за передел мира была немислима без широко развитой, оборудованной по последнему слову техники транспортной системы, без мощного военно-морского флота.

Интенсивный рост всей транспортной системы предъявлял колоссальный спрос на самые разнообразные продукты всей промышленности, как добывающей, так и перерабатывающей. Транспорт являлся главным потребителем металла, угля, паровых машин и поэтому стимулировал рост горнодобывающей и топливной промышленности. Кроме того стимулировалось строительство дорог и мостов.

На железнодорожном транспорте началась новая эра развития паровой тяги, связанная с введением на транспорте компаунд-машин, то есть машин двойного (или многократного) расширения, которые позволяли сократить затраты угля на 15...30 %. Первый проект паровоза системы «компаунд» был предложен англичанином Джоном Никольсоном в 1850 г.,

и хотя испытания такого паровоза прошли успешно, к 70-м гг. XIX в. он не нашел широкого применения.

Принцип «компаунд» в паровозостроении возродил французский инженер Маллет, который в 1876 г. создал свой паровоз-компаунд (рис. 3.1). В России первый паровоз системы «компаунд» был построен на Обуховском заводе в 1891 г.

В этот период происходит развитие вагонного парка, создаются новые типы вагонов (рис. 3.2).

Совершенствуется конструкция кузова, рессорной подвески, тяговых устройств, буферного устройства, тормозов, появляются специальные вагоны для перевозки тяжелого заводского оборудования,

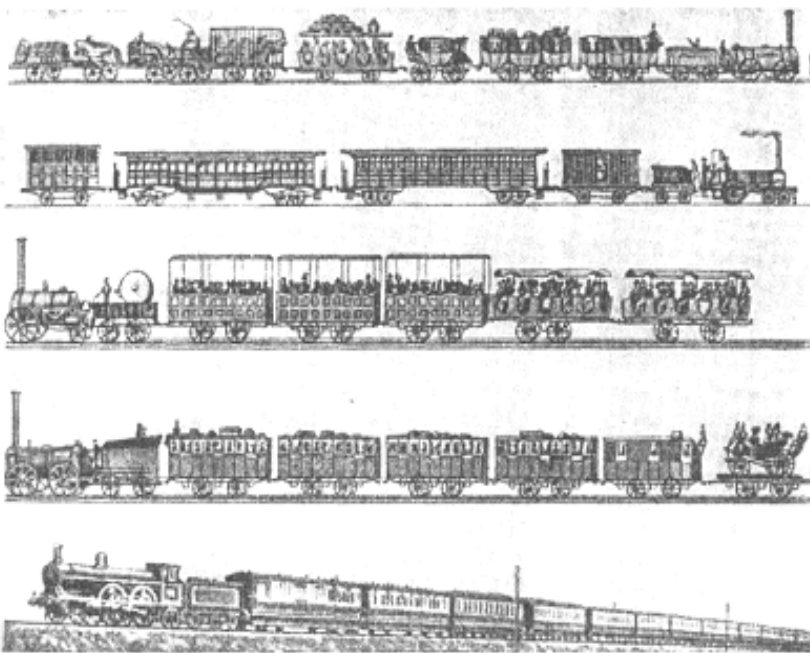


Рисунок 3.2 – Эволюция пассажирских вагонов с 1840 по 1900 г.

Принцип двойного расширения пара (компаунд) получил распространение на судовых паровых машинах раньше, чем на железнодорожном транспорте.

Для изготовления кораблей широко начинают применять сталь. В 1900 г. появляются корабли небывалых размеров – водоизмещением

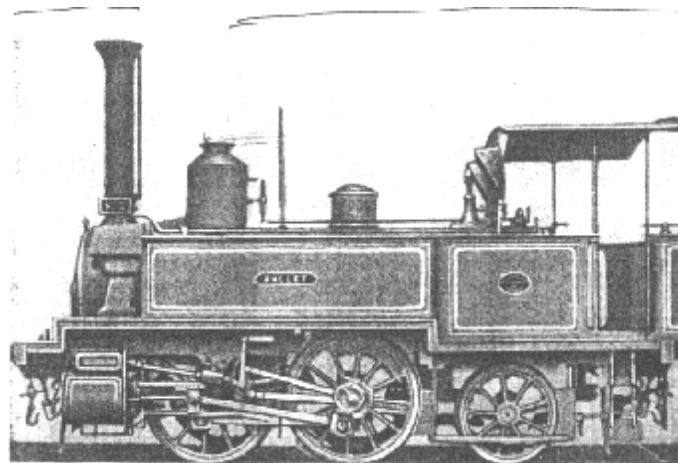


Рисунок 3.1 – Паровоз-компаунд, спроектированный М. А. Маллетом

наливных грузов. В конце 60-х годов XIX в. в США были созданы первые спальные вагоны системы «пульман» (1867 г.).

Совершенствуется конструкция железнодорожных рельсов, изменяется материал для их изготовления. Появились более тяжелые типы стальных рельсов (рис. 3.3), что способствовало повышению стойкости и безопасности движения поездов.

20 000 т, скорость достигает 20 узлов (40 км/ч). Совершенствуются технические средства для строительства и ремонта кораблей.

В конце XIX в. стали применять новый паровой двигатель – паровую турбину. Основными достоинствами паровой турбины являлись сравнительно малый вес, отсутствие прямолинейно-возвратного движения, более высокий КПД.

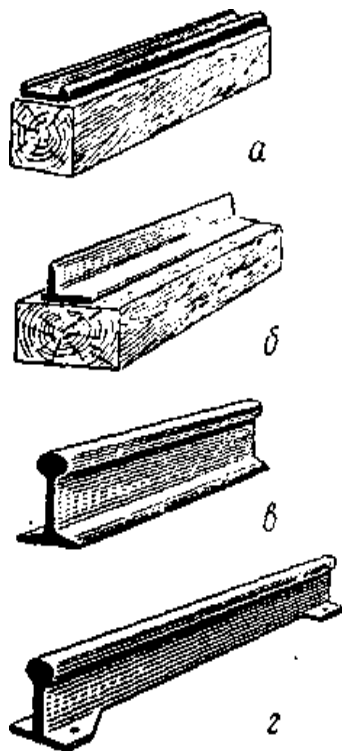


Рисунок 3.3 – Эволюция реек от первой железной (а) до современной (г)

соединил железной дорогой Швейцарию и Италию; в 1876 г. в США возле Нью-Йорка был построен висячий Бруклинский мост, длина пролета – 486 м (рис. 3.4); в 1869 г. – Суэцкий канал; в 1914 г. – Панамский канал.

Широкое распространение в конце XIX в. получила механическая паровая лопата, которая представляла собой раму, закрепленную на стальной железнодорожной платформе или на самоходном гусеничном ходу. К раме были присоединены паровой двигатель и поворотный кран. Объем ковша лопаты доходил до 6 м^3 . Производительность достигала нескольких сотен кубических метров в час. Сваи в землю стали забивать с помощью парового

Во второй половине XIX в. большое значение в строительстве приобретает железо. Выдающуюся роль во внедрении железа в строительство сыграло получение стали по методу Бессемера (1856 г.), а также открытие возможности прокатки рельсов (1862 г.), которое положило начало индустриальному способу получения разнообразного профильного железа.

В 1824 г. английским каменщиком Джозефом Аспдином был изобретен портландский цемент. В 60-х годах XIX в. появляется и совсем новый строительный материал – железобетон. Очень широко используется стекло. Применение новых материалов привело к изменению конструктивных форм зданий.

Строятся мосты, тоннели, каналы: в 1895 г. Симплонский тоннель длиной более 19 км (самый длинный в Европе)



Рисунок 3.4 – Бруклинский мост

копра. В конце XIX в. для кладки высоких зданий стали использовать подъемные краны.

Военная техника являлась одним из сильнейших стимулов для развития промышленного производства, особенно тяжелой промышленности. Развитие артиллерии и мощного бронированного военно-морского флота стимулировало появление стали высокой прочности.

Изобретение новых систем орудий, развитие нарезной артиллерии, строительство турбинных военных кораблей, броненосцев и дредноутов, оснащение их сложнейшим тепловым, электрическим и навигационным оборудованием послужили одним из толчков для развития как общего, так и специального машиностроения, станкостроения, электротехники, теплотехники, приборостроения, оптики и т. п.

3.3 Развитие металлургии

К началу XX в. доменная печь резко изменила свою конструктивную форму: с каменной и громоздкой с низкими технико-экономическими показателями, она превратилась в довольно совершенное металлическое сооружение (рис. 3.5). Максимальный объем доменных печей достиг 700 м^3 . На смену подъему сырья с помощью вагонеток, которые вручную закатывали по наклонному мосту, появляется целый ряд усовершенствованных колошниковых подъемников. Ручная лебедка заменяется паровой.

В России доменное производство лучше всего было развито на юге страны на базе коксованного угля Донецкого бассейна и богатых железных руд Криворожского месторождения.

Задача получения стали была разрешена английским изобретателем Генри Бессемером, который в 1856 г. получил патент на усовершенствованный метод переработки жидкого чугуна в литейную сталь путем продувки через него сжатого воздуха. Продувка происходила в специальном резервуаре – конвертере (рис. 3.6). Несмотря на большое значение бессемеровской стали, она все же до конца не разрешила вопрос улучшения качества металла.

В 1864 г. в Франции была пущена в эксплуатацию построенная Мартемом регенеративная пламенная печь (рис. 3.7).

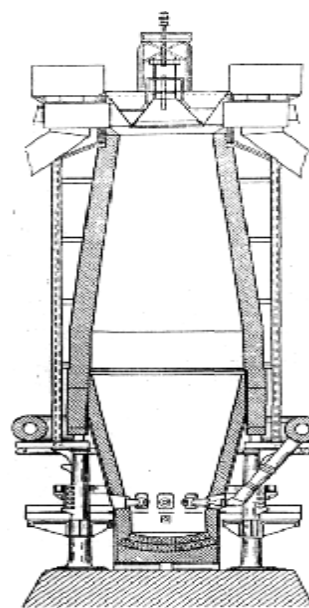


Рисунок 3.5 – Схема доменной печи (конец XIX в.)

В 1878 г. английский металлург Сидни Томас открыл способ удаления фосфора из чугуна, применив для футеровки основную огнеупорную массу – доломит.

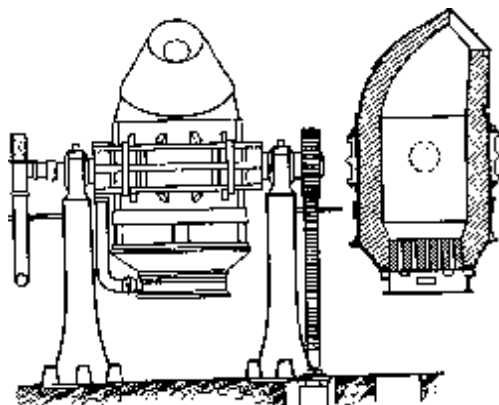


Рисунок 3.6 – Схема конвертера Бессемера

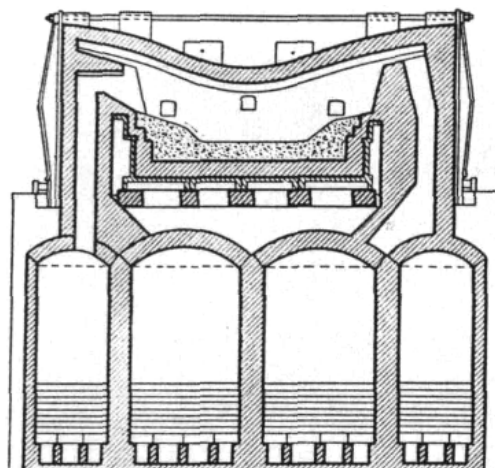


Рисунок 3.7 – Схема мартеновской печи

Дальнейшее развитие получает прокат черных металлов, особенно прокат рельсов и разнообразных строительных профилей. Прокатные станы очень быстро дифференцировались, что обеспечило техническую возможность прокатывать полосы железа любой длины и толщины.

В 1897 г. в Германии для привода прокатного стана впервые был применен электродвигатель.

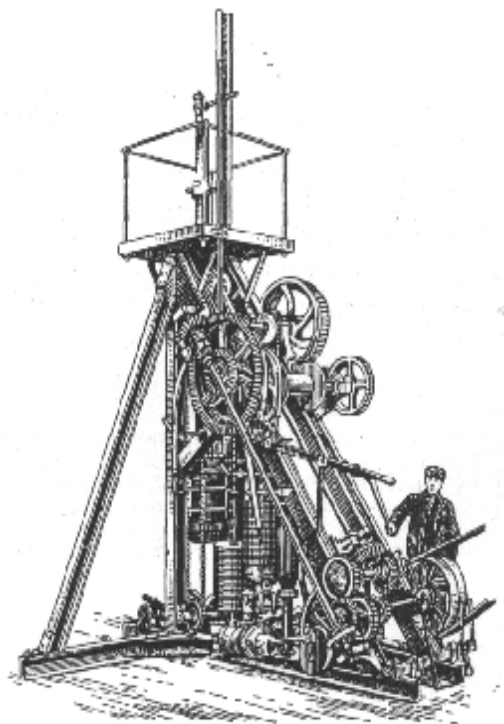


Рисунок 3.8 – Буровой станок

3.4 Развитие горного дела

С развитием тяжелой индустрии непрерывно возрастал спрос на продукцию горной промышленности.

В разведочном бурении решающее значение приобрело вращательное бурение с помощью полого бура с алмазной коронкой с одновременным промыванием буровых скважин. Первая конструкция бурового станка для вращательного бурения была изготовлена в 1862 г., а позднее была усовершенствована и снабжена рычажным регулятором давления коронки на забой (рис.3.8).

Улучшаются методы проходки шахт. В 1897 г. американский

изобретатель Лепнэр создал весьма усовершенствованную конструкцию молоткового перфоратора. Получили распространение и вращательные перфораторы. Наиболее эффективными в горном деле оказались врубовые

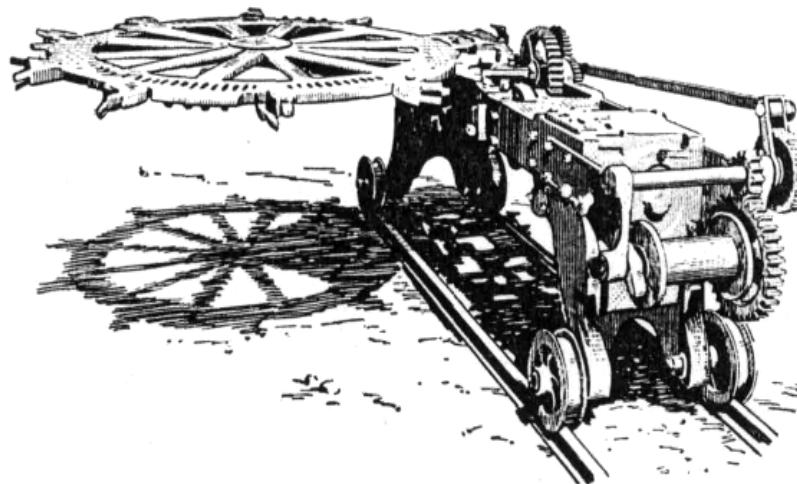


Рисунок 3.9 – Дискосвая врубовая машина

машины, в которых использовали принцип дисковой пилы (рис. 3.9) и которые с течением времени были заменены штанговыми и цельными врубовыми машинами.

В конце XIX в. в угольной промышленности появились скребковые и ленточные конвейеры. Скребковые конвейеры на угольных шахтах были впервые применены в 1902 г. англичанином

Блеккетом. Они состояли из желоба и цепи со скребком и были оборудованы пневматическим, а потом и электрическим подводом.

В 1906 г. англичанин Сэткайф сконструировал ленточный конвейер для пластов небольшой мощности. Сначала в конвейере применялись хлопчатобумажные ленты, а позднее – прорезиненные.

Качающиеся конвейеры впервые появились в 1906 г. в Германии. Вначале решетки подвешивались к стойкам, затем были созданы качающиеся конвейеры на специальных опорах – каретах с пневматическими или электрическими приводами. Появление было конвейера вызвано переходом к разработке маломощных пластов.

Развитие механизированной откатки было связано с появлением в США в 1881 г. тягачей-воздуходувов, работавших на сжатом воздухе. Первый троллейный электровоз для угольных шахт был продемонстрирован в 1879 г. на берлинской промышленной выставке. В 1882 г. электровозы стали использоваться и под землей. Первый аккумуляторный электровоз был построен в 1899 г. фирмой «Болдуин Вестингауз».

Развитие подъема угля идет по линии совершенствования паровых подъемных машин. На английских угольных шахтах с 1870 по 1912 г. скорость подъема возросла с 5,25 до 14,6 м/с, а максимальный подъемный вес – с 4 до 6 т. В 1894 г. в Германии появилась первая подъемная машина с электродвигателем постоянного тока с последовательным возбуждением. В 1901 г. на подъемных установках стали применять маховик.

Впервые водоотливная установка с центробежным насосом была создана немецкой фирмой «Зульцер» в 1903 г. на одной из шахт в Испании. Для вентиляции начинает использоваться центробежный вентилятор.

В этот период возникают заводы горного машиностроения. Машинная техника интенсивно внедряется во все области горнодобывающей промышленности.

3.5 Развитие машиностроения

3.5.1 Особенности развития машиностроения

Растущий спрос на различные машины со стороны транспорта, строительства, военного дела, металлургии, горного дела, энергетики и других отраслей промышленности создал благоприятные предпосылки для развития машиностроения. Высококачественная сталь, поставляемая развивающейся металлургией, обеспечивала машиностроение основным материалом, необходимым для развития техники производства машин.

С 70-х годов XIX в. до начала первой мировой войны объем продукции машиностроительной промышленности вырос в 5,5 раза. 83 % мировой машиностроительной продукции производилось в США, Германии и Англии.

Характерными чертами развития машиностроения в этот период являются переход от производства универсальных к узкоспециальным станкам и переход к индивидуальному электроприводу, повышение качества машин и их рабочих скоростей. Увеличение скорости резания достигалось переходом от резцов из углеродистой стали к резцам из легированной стали, а затем к резцам из особых сверхтвердых сплавов.

С укрупнением предприятий возникает более узкая специализация металлообрабатывающих станков. На узкоспециализированных станках обрабатывалась одна деталь или выполнялась только одна производственная операция. В этом сужении функций станка были заложены неограниченные возможности, как для массового выпуска продукции, так и для автоматизации самого процесса производства. Усовершенствование режущих инструментов, теоретические исследования разнообразных машин оказывали содействие значительному улучшению их конструкции и возрастанию их мощности.

Рост мощности и сложности машин заставил совершенствовать способы их управления. Электродвигатель коренным образом изменил самый процесс приведения в движение рабочих машин. Исчезли громоздкие трансмиссии, уменьшились потери в промежуточных передачах и от холостого хода. Ликвидация трансмиссий улучшила использование фабрично-заводских помещений.

Специализация и введение электропривода привели к тому, что уже в конце XIX в. машинный парк представлял собой систему разнообразнейших машин, способных успешно заменять работу человека во всех важнейших сферах производства. Было налажено производство специальных машин для текстильной, транспортной, горной,

металлообрабатывающей, энергетической, строительной и других отраслей промышленности. Машины изготавливали сложные приборы и аппараты для научных лабораторий. Машиностроение стало основой основ всего промышленного производства.

3.5.2 Развитие станкостроения

Возрастающее значение машин в различных отраслях производства вызвало интенсивное развитие станкостроения. Станки есть основа основ производства машин машинами.

В станкостроении конца XIX в. господствовали пять основных типов станков: токарные, строгальные (долбежные), сверлильные, фрезерные и шлифовальные.

С 70-х годов XIX в. все эти типы станков развиваются в сторону более узкой дифференциации и специализации. На базе универсального токарного станка создаются горизонтально-расточный, лобовой токарный, карусельно-токарный станки.

Появилось много ответвлений и у других основных станков. В машиностроении этого времени разработка способов резания металлов вообще занимает большое место. Происходит более резкая дифференциация режущих инструментов и режущих деталей станков. Появились так называемые резьбовые фрезы, фасонные резцы, разнообразные зубчатые инструменты, червячные фрезы и т. д.

Механический суппорт получил дальнейшее развитие. Движение суппорта было автоматизировано. Возникли также автоматы и полуавтоматы.

Изменился сам материал, из которого изготавливались станки. Начали использоваться стали более высоких марок. На режущий инструмент шла теперь инструментальная сталь разнообразных сортов. Она не теряла своей твердости даже при перегреве до красного каления, т. е. до 600 °С.

Специализация машиностроения способствовала внедрению в него автоматизации, так как сужение функций станка прямо вело к упрощению выполняемых им операций и тем самым создавало благоприятные условия для внедрения автоматических процессов.

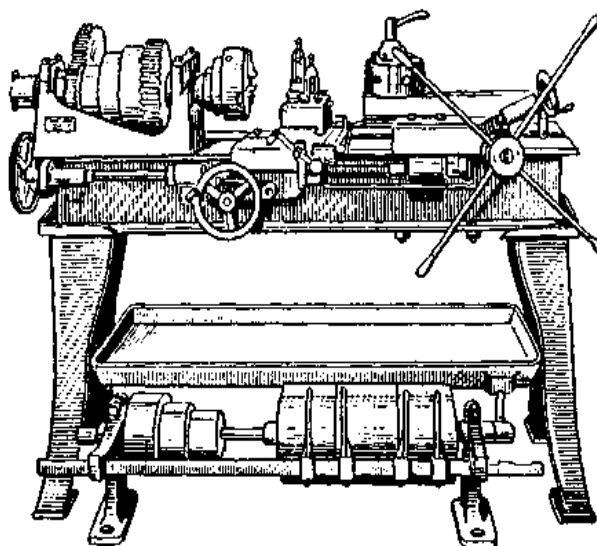


Рисунок 3.10 – Токарный станок конца XIX ст.

3.5.3 Внедрение электропривода в машиностроение

Электродвигатель оказался не только экономичнее, но и компактнее, он занимал меньше места и требовал к себе гораздо меньше внимания рабочего во время работы. Он был и более безопасным.

Различают два периода внедрения электродвигателя в производство.

Сначала на промышленных предприятиях был внедрен групповой электропривод с единой трансмиссией, которая до этого применялась в паровых двигателях. Такая система передачи, когда под потолком вдоль цеховых помещений размещались валы с насаженными на них шкивами-колесами, а от последних сбегали ремни к станкам (рис. 3.11), была громоздкой, неудобной и неэкономичной. Компактность электродвигателя и простота его обслуживания с

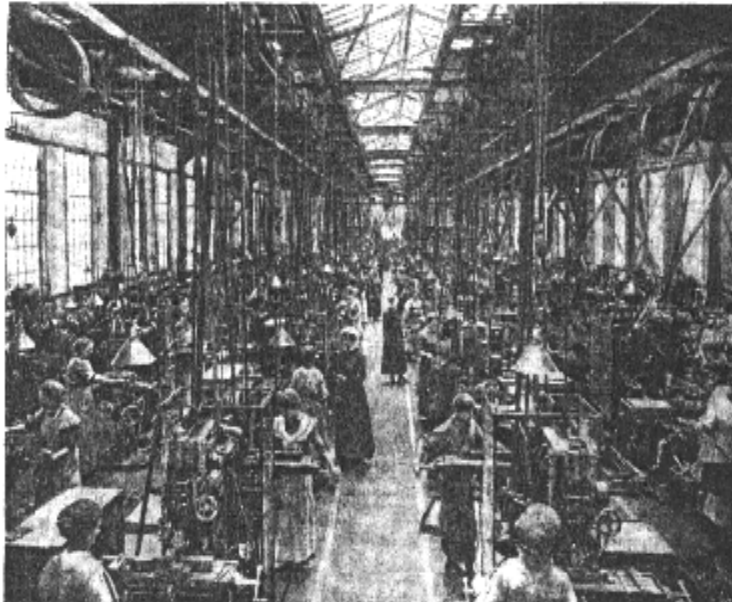


Рисунок 3.11 – Цех с групповым электроприводом машиностроительного завода конца XIX ст.

течением времени привели к мнению рассредоточить энергию одного мощного двигателя на несколько менее мощных двигателей и перенести их непосредственно в цеха, размещая их близ группы станков. Однако групповая трансмиссия, которая заменила при этом единую систему передач, не устраняла ряд недостатков, а групповой электропривод был не способен решить проблему обеспечения непрерывности последовательных операций.

Внедрение индивидуального электропривода, когда один электродвигатель обслуживал отдельный станок, полностью ликвидировало эти недостатки, позволило упростить конструкцию станка, ликвидировать многочисленные громоздкие ременные передачи.

Индивидуальный электропривод совершил техническую революцию в машиностроении, позволил управлять рабочими операциями с безграничной гибкостью. Потери электроэнергии свелись к минимуму, повысилась скорость станков, создались предпосылки для автоматического управления ими.

Электропривод повлек за собой изменение самой конструкции станков. Двигатель стал частью машины.

В начале XIX в. в конструкцию сложных станков ввели уже не один, а несколько двигателей, что привело к электрическому управлению операциями.

3.5.4 Развитие науки о металлообработке

Во второй половине XIX в. зарождается теория резания металлов, начало которой положил ученый И. А. Тиме, который в своих работах сформулировал основные законы резания.

В 1880 – 1900 гг. в трудах русского ученого К. А. Зворыкина были поставлены основные вопросы динамики и механики процесса резания металлов. Американский ученый Тейлор в период с 1880 по 1906 гг. установил эмпирическим путем режимы резания при токарных работах, что имело большое практическое значение.

В 80-х годах в работах русского ученого Н. П. Петрова была решена одна из труднейших проблем техники – проблема смазки.

3.5.5 Изобретение электросварки

В эпоху машинного производства раньше существовавшая кузнечная (горновая) сварка, которая зародилась еще в античный период, не могла удовлетворить возрастающие потребности изготовления неразъемных соединений при изготовлении стальных изделий. Поэтому изобретение электрической сварки, в основу которой было положено открытие В. В. Петрова, стало большим достижением технологии обработки металлов.

Электрическую сварку впервые применил американский электротехник Томсон в 1867 г., пропуская электрический ток большой силы при незначительном напряжении через два куска состыкованного металла (контактная сварка).

Русский изобретатель М. М. Бенардос в 1882 г. предложил электродуговую сварку угольным электродом. Он назвал новый способ сваривания "электрогефестом" – в честь мифического бога-кузнеца Гефеста. Способ Бенардоса получил широкое применение на железных дорогах для ремонта рельсов и подвижного состава.

В 1888 г. М. Г. Славянов усовершенствовал способ Бенардоса, заменив угольный электрод металлическим. При этом металлический электрод не только поддерживал электрическую дугу, а также, плавясь, создавал сварной шов. Для поддержания достаточной электрической дуги Славянов разработал и применил электрифицированный сварочный полуавтомат. Будучи выдающимся технологом, Славянов достиг исключительно высокого качества работ, подвергая свариванию не только железо и сталь, но и чугун, бронзу, латунь.

Применение электросварки позволило поднять производительность труда, уменьшить вес машин, повысить герметичность и надежность кораблей, паровых котлов, водопроводов.

В начале XX в. во Франции был разработан способ газового (кислородно-ацетиленового) сваривания, который обеспечил получение более прочных сварных швов.

3.6 Прогресс в электротехнике

Характерной особенностью техники рассматриваемого периода было повышение роли электрики. Основой для развития электроэнергетики и электротехники стали выдающиеся открытия того времени в области электричества и магнетизма.

В 1886 – 1889 гг. немецкий физик Г. Герц экспериментально доказал существование электромагнитных волн, что вместе с опытами Фарадея и других ученых дало материал для создания электромагнитной теории Максвелла. Начинается интенсивная разработка теоретических вопросов электротехники, связанных с практическим применением электроэнергии в самых разных областях производства.

В первую очередь инженерная мысль обратилась к вопросу об источниках электроэнергии – генераторах, поскольку без рационального источника электрического тока невозможно было осуществить внедрение электроэнергии в промышленное производство. Наиболее существенным достижением стало изобретение инженерами Э. Граммом, Гефнер-Альтенеком, Фонтенем электромагнитного генератора с самовозбуждением и кольцевым якорем.

Изобретение генератора помогло решить проблему электрического освещения (лампы А. М. Лодыгина, П. М. Яблочкова, Т. Эдисона).

В ходе работ по усовершенствованию электрического освещения был изобретен трансформатор, впервые применен переменный ток: сначала однофазный, потом двухфазный и в конце концов – трехфазный, предложенный русским инженером М. О. Доливо-Добровольским. Эти нововведения способствовали практическому решению вопроса о централизованном производстве электроэнергии и передаче ее к отдаленным местам потребления на большие расстояния.

В 90-х годах XIX в. развернулось широкое строительство электростанций и линий электропередач. Появился более мощный тепловой двигатель для электростанций – паровая турбина.

Электрическая энергия с начала XX в. прочно вошла в промышленное производство.

3.7 Зарождение новых областей техники. Изобретение двигателя внутреннего сгорания. Создание самолёта, телефона, радио

Конец XIX – начало XX вв. ознаменовались зарождением совершенно новых отраслей техники. Это стало возможным благодаря изобретению нового двигателя – двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

Принцип четырехтактного двигателя с предварительно сжимаемой горючей смесью был высказан еще в 1862 г. французским инженером А. Бодэ Рошем, но практически использован немецким конструктором Н. Отто в 1876 г. (газовый двигатель на Всемирной Парижской выставке в 1878 г.).

В 80-х годах прошлого столетия русский моряк О. С. Костевич предложил проект легкого бензинового ДВС с карбюратором. По этому проекту был построен 8-цилиндровый двигатель для установки на дирижабле.

Немецкий изобретатель Г. Даймлер в 1885 году получил патент на двигатель, установленный на автомобиле, моторной лодке, мотоцикле.

Второе направление в развитии ДВС – изобретение двигателя, работавшего на тяжелом топливе.

В 1897 г. Рудольф Дизель – немецкий инженер – построил новый двигатель с самовоспламенением от сжатия.

В конце XIX в. были созданы предпосылки для развития такого двигателя, который можно было бы использовать на транспорте, в промышленности и в сельском хозяйстве.

В конце XIX в. было построено много различных летающих аппаратов тяжелее воздуха, снабженных крыльями и воздушными винтами. Медленно, но верно изобретатели шли от модели к созданию настоящих аэропланов.

Первый аэроплан был создан русским изобретателем А. Ф. Можайским (рис. 3.12). В 1876 г. в Петербурге проводилась публичная демонстрация полета моделей аэроплана Можайского. В 1880 г. он подал заявку на изобретенный им самолет с паровым двигателем. На своем самолете Можайский предлагал поставить ДВС, однако из-за его несовершенства вынужден был применить паровой двигатель. В одном из испытаний в 1884 г. самолет Можайского оторвался от земли и пролетел небольшое расстояние.



Рисунок 3.12 – Аэроплан Можайского

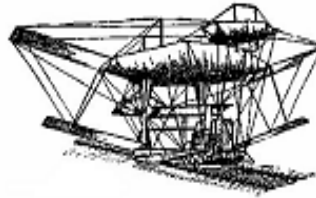
Можайский предлагал поставить ДВС, однако из-за его несовершенства вынужден был применить паровой двигатель. В одном из испытаний в 1884 г. самолет Можайского оторвался от земли и пролетел небольшое расстояние.

В 1892 г. английский конструктор Г. Филиппс создал первый большой аэроплан, поднявшийся в воздух, но без человека.

В дальнейшем француз Клеман Адер и американец Харлам Максим построили самолеты (рис. 3.13 и 3.14), однако они отличались неустойчивостью в воздухе, несовершенным управлением, поэтому разбивались.

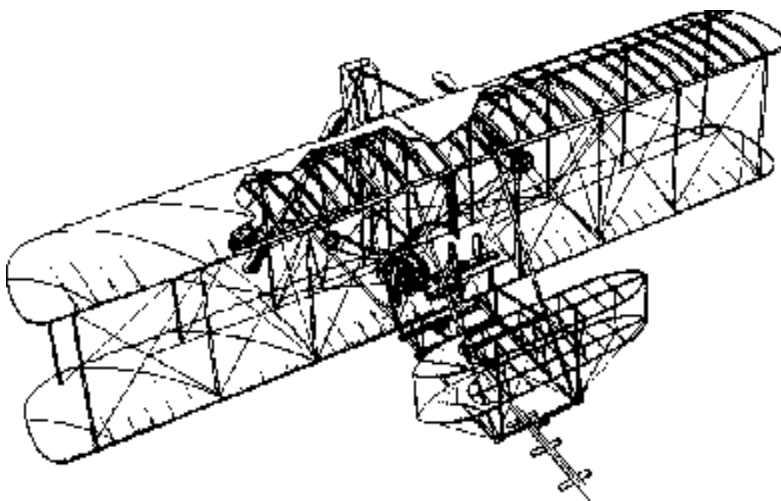


Рисунок 3.13 – Самолёт Адера



*Рисунок 3.14 – Аэроплан
Максима*

Немецкий инженер Отто Лиленталь проводил опыты скользящего полёта против ветра на планерах, добиваясь устойчивости полёта.



*Рисунок 3.15 – Конструкция самолёта
братьев Райт, 1903 г.*

В 1903 г. Американцы, братья Райт, поставили на планер ДВС (рис. 3.15), произвели несколько полетов, затем в 1907–1908 гг. построили ряд более совершенных аэропланов. Со своими летательными аппаратами выступили также воздухоплаватели: Арчдикон, Делягранж, Блерио (первым в 1909 г. перелетел через Ла-Манш) и другие.

Качественный сдвиг в самолетостроении произошел к 20-м годам XX в.

Ко второй половине XIX в. относятся попытки создания телефона. Первым образцом телефонного аппарата был прибор, сконструированный немецким физиком И. Ф. Рейсом в 1861 г. В 1876 г. американский техник А. Белл создал первую удовлетворительную конструкцию телефона и получил патент на свое изобретение.

Совершенствовали телефон англичанин Д. Юз и американец Т. Эдисон. Телефон весьма быстро вошел в обиход почти во всех странах.

Одним из величайших открытий в области техники явилось изобретение радио. Честь его изобретения принадлежит русскому ученому А. С. Попову. 7 мая 1895 г. А. С. Попов впервые продемонстрировал радиоприемник на заседании Русского физико-математического общества. Он впервые применил антенну из-за слабости вибраторов – источников электромагнитных волн, приспособил приемник для регистрации грозных разрядов.

В результате многочисленных экспериментов 24 марта 1896 г. Попов осуществил первую в мире радиотелеграфную передачу на расстоянии 250 м, в 1897 г. установил постоянную связь между кораблями “Африка”

и “Европа” на расстоянии 5 км. В 1899 г. – устойчивая связь на расстоянии 46 км.

Итальянец Маркони в 1895 г. в Англии получил патент на прибор для телеграфирования без проводов, радиоприемник которого весьма близко воспроизводил грозоотметчик Попова.

Во время первой мировой войны радиосвязь становится важнейшей формой связи в армии и флоте.

3.8 Развитие техники производства машин в XX в. Массовое текущее производство. Переход к автоматическим линиям

В первой половине XX в. шло исключительно быстрое развитие электромашиностроения, автомобилестроения, приборостроения, авиации, ДВС и других отраслей машиностроения.

Прогресс новых отраслей техники обусловил глубокие изменения в производстве современных машин.

Характерной особенностью современного машиностроения является переход к массовому специализированному производству, связанному с выпуском однотипной стандартной продукции. Это стало возможным только в результате использования принципа взаимозаменяемости деталей, который способствовал широкому внедрению массового производства в машиностроение и другие новые отрасли техники.

Другой особенностью машиностроения в XX в. является организация поточного производства, при котором изготовление и сборка изделий осуществляются в поточных линиях, представляющих собой совокупность рабочих машин и рабочих мест, расположенных по ходу технологического процесса изготовления изделий.

За каждой машиной или рабочим местом поточной линии закрепляется одна или несколько одних и тех же операций обработки одного или нескольких изделий, изготовленных одновременно или попеременно. Это требует высокопроизводительного специализированного оборудования и оснастки, обеспечивающих высокую производительность труда и высокое качество работы.

Развитое поточное производство характеризуется передачей обрабатываемых изделий на следующую операцию немедленно после выполнения предыдущей при помощи специальных межоперационных транспортных устройств (рольгангов, склизов, конвейеров и т. д.). Это обеспечивает равномерный ход производства, ритмичный запуск и выпуск продукции, высокую производительность труда, снижение себестоимости изготавливаемого изделия.

Высшей стадией развития поточного производства является непрерывность всего технологического процесса, основанного на полной автоматизации.

Современное поточное производство было впервые организовано в автомобильной промышленности на предприятиях Генри Форда, где в 1913 г. он применил конвейер при сборке автомобиля (рис. 3.16).

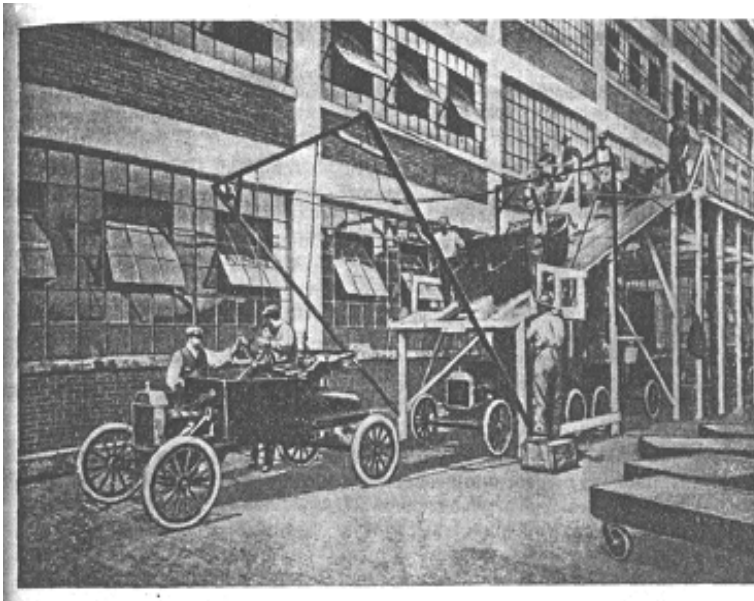


Рисунок 3.16 – Последний этап сборки автомобилей на заводе Форда (конец XIX в.)

В XX в. массовое производство сначала получило распространение при изготовлении небольших деталей (болтов, штифтов, шайб и т. п.). Для производства таких деталей впервые и были созданы станки-автоматы и полуавтоматы. Потом появились продольно-фасонные, фасонно-отрезные, многошпиндельные автоматы. В массовом, крупносерийном и частично в серийном производствах большое распространение по-

лучили токарные полуавтоматы, предназначенные для тяжелых и сложных работ. В таких станках не автоматизированы лишь установка и закрепление заготовок, пуск станка и снятие обработанного изделия.

Современные высокопроизводительные металлорежущие станки построены на широком использовании принципов многоинструментности и многопозиционности, специализированы и часто предназначаются для выполнения определенной операции.

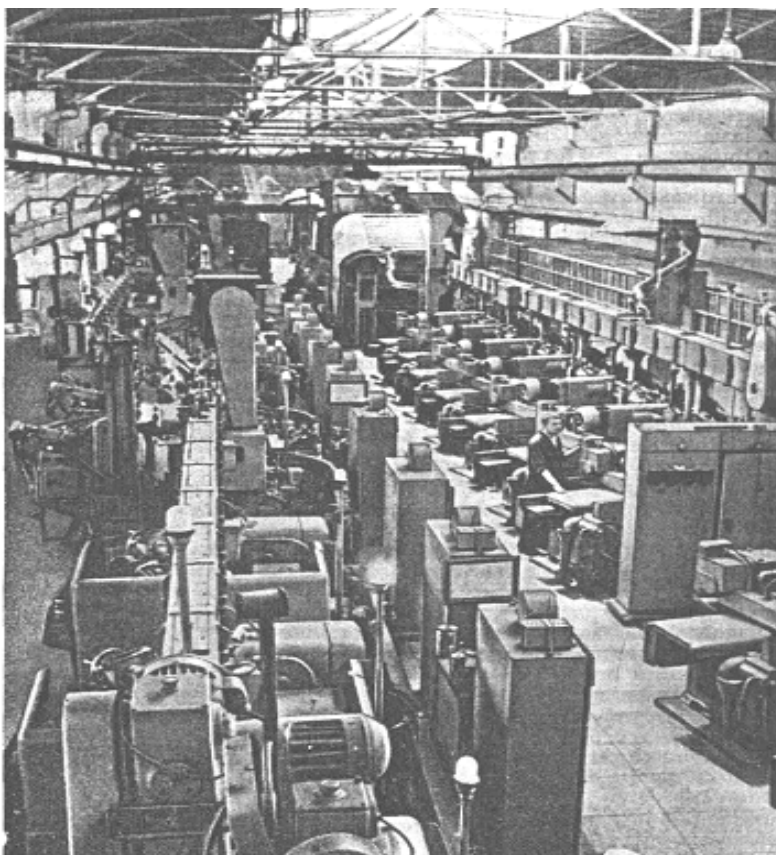
Однако специальные станки узкоцелевого назначения трудно переключить на другие работы при смене вида продукции. Для устранения этого недостатка стали создавать агрегатные станки, конструируемые из набора различных нормализованных укрупненных узлов-агрегатов.

Агрегатные станки позволяют выполнить на одном станке различные виды обработки изделий одновременно несколькими инструментами, что значительно снижает трудоемкость механической обработки деталей.

Агрегатные станки приобрели особое значение в связи с появлением и развитием автоматических станочных линий.

Впервые автоматическая станочная линия была установлена в Англии в 1923 – 1924 гг. для механической обработки блоков цилиндров и других крупных деталей. Она выполняла 53 операции и обрабатывала 15 блоков в час, обслуживалась 21 оператором.

Впервые в Советском Союзе станочная линия была создана в 1939 г. на Волгоградском тракторном заводе для обработки роликовых втулок гусеничных тракторов. Была построена на базе 5 модернизированных станков ручного управления.



*Рисунок 3.17 – Цех-автомат
на подшипниковом заводе*

Во время второй мировой войны, в послевоенные годы автоматические станочные линии агрегатных станков получили широкое распространение.

Успехи науки и техники позволили перейти от отдельных поточных автоматических линий к автоматическим цехам, затем – к автоматическим заводам.

В 1956 г. на первом Государственном подшипниковом заводе приступил к работе цех по производству шариковых и роликовых подшипников (рис. 3.17). В цехе были применены все автоматизированные операции по механической

и термической обработке колец подшипников (контроль, складывание, антикоррозийная обработка, паковка и изъятие стружки).

В 1949 г. в СССР в первые в мире был построен автоматический завод по производству поршней, который обслуживают 9 рабочих в смену, выпуск – 3500 поршней в сутки.

3.9 Развитие других областей техники (транспорта, электроники, ядерной физики)

Развитие транспорта происходило в направлении совершенствования двигателей внутреннего сгорания и дизельных двигателей, что непосредственно связано с автомобильной техникой.

История создания автомобильной техники начинается в 1885 г. с изобретения одноместной моторной повозки немецкого изобретателя Готлиба Даймлера, приводимой в действие бензиновым мотором. В 1886 г. Даймлер построил первый четырехколесный двухместный автомобиль, развивавший скорость 18 км/ч. Почти в то же время (в начале 1886 г.) немецкий инженер Карл Бенц создал трехколесный автомобиль, развивавший скорость 12 - 15 км/ч.

В конце XIX и начале XX вв. в результате работ инженеров и изобретателей многих стран был создан автомобиль современного типа. Дальнейшее развитие автомобильного транспорта привело к созданию легковых, пассажирских, грузовых машин различных модификаций с бензиновым, дизельным, газотурбинным двигателями. На базе автомобиля появились машины различного технологического назначения для выполнения сельскохозяйственных, строительных, горных и других работ.

Железнодорожный транспорт развивался в направлении совершенствования парового двигателя, перехода к тепловозам, электровозам, газотурбовозам.

В авиации совершенствовались конструкции самолетов, двигатели самолетов перешли от поршневых к газотурбинным и реактивным.

В начале нашего века возникла обширная область электронной науки и техники, самым непосредственным образом связанная с развитием радиотехники.

Электроника занимается разработкой и применением различных электронных приборов, в том числе и полупроводниковых. Создание первых таких приборов – электронных ламп – заслуга целого ряда изобретателей, прежде всего Т. Эдисона, который работал над ними, начиная с 80-х годов XIX в., а также немецких ученых Ю. Эльстера, Г. Гейтеля и др. В 1904 г. английский инженер Дж. А. Флеминг получил патент на применение двухэлектродной лампы – диода – в качестве детектора радиотелеграфного приёмника. В 1906 г. американец Ли де Фостер создал трёхэлектродную лампу – триод – основу будущей радиоламповой техники. Затем появились другие электронные приборы. Фотоэлементы, например, явились основой передающих телевизионных трубок.

В различных областях техники электронные приборы позволяют решать многие сложные проблемы автоматики и телемеханики, вычислительной техники. Электронные реле являются основным звеном целого ряда систем автоматического управления и регулирования, а также телеуправления. Широко используется фотоэлектронная автоматика. Помимо того, что электронная техника явилась основой автоматики и телемеханики, особенное значение она приобретает в области химической технологии, ядерной физики.

Использование энергии ядерных превращений приводит к коренным изменениям во всех областях техники.

История открытий, которые непосредственно подготовили возникновение атомной техники, восходит к концу XIX в. Огромную роль в раскрытии тайн атома сыграли исследования А. Беккереля, Пьера и Марии Кюри, Э. Резерфорда, супругов Фредерика и Ирен Жолио-Кюри, открывших искусственную радиоактивность, Э. Ферми, впервые осуществившего ядерную цепную реакцию в первом ядерном реакторе, и др.

Ядерная физика все теснее связывалась с вырастающей из нее ядерной (атомной) техникой и промышленностью.

Первое практическое использование вновь открытой неконтролируемой ядерной реакции было осуществлено в США в виде атомной бомбы, созданной в 1945 г. и впервые взорванной в опытном порядке в июле 1945 г. В 1949 г. был проведен первый атомный взрыв в СССР.

Следующей задачей науки явилось создание управляемых термоядерных реакций для выработки электроэнергии. Исследования в этой области были начаты приблизительно в начале 50-х годов, одновременно в СССР, США, Англии. Следует отметить вклад советских ученых И. Курчатова, А. Сахарова, Л. Арцимовича в использование атомной энергии в мирных целях и создание атомных электростанций.

Первая в мире атомная электростанция на 5 тыс. кВт введена в Советском Союзе 27 июня 1954 г. Сейчас атомная энергетика преобладает во многих странах мира, мощности блоков атомных электростанций постоянно возрастают. Атомная энергетика применяется на атомных ледоколах, подводных лодках. Достижения ядерной физики применяются в медицине, во многих отраслях промышленности.

4 ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭПОХУ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ (НТР)

4.1 Основные направления НТР. Состояние машиностроения

В середине XX в. человечество вступило в новый этап исторического развития – началась эпоха научно-технической революции.

Характерными особенностями НТР являются:

- разработка фундаментальных проблем природоведения;
- доведение результатов исследований фундаментальных проблем до научно-технических разработок и инженерных решений;
- организация производства новой, а также усовершенствование существующей техники и технологий;
- внедрение новой техники и технологий во все сферы производства и техническое перевооружение на этой основе всего хозяйства;
- усовершенствование на основе использования достижений науки и техники организации производства, труда и управления;
- техническое перевооружение непромышленной сферы.

В материальном производстве с середины XX века до наших дней произошли значительные изменения, которые отражают типовую специфику современного этапа научно-технического прогресса.

В области добычи сырья и производства материалов происходит беспрецедентное наращивание объемов производства на основе внедрения высокопродуктивной техники и методов добычи и обогащения полезных ископаемых. Горнодобывающая промышленность превращается в высокомеханизированную отрасль, деятельность которой может сравниться с глобальными геологическими процессами. Происходит промышленное

освоение все более бедных руд, расширяется номенклатура химических элементов, используемых в промышленности, что приводит к поискам и добыче все новых минералов.

Быстро увеличивается добыча каменного угля, нефти и природного газа, из-за изменения мирового топливно-энергетического баланса быстро возрастает потребление нефти и газа. Важным экономическим сырьем становятся урановые руды.

Быстрыми темпами развивается химическая промышленность, бурно развивается сравнительно молодая химия пластмасс. Возникает новая область химической промышленности – производство синтетических материалов: искусственных волокон, пленок, конструкционных полимеров. Запускается производство синтетических материалов с особыми технологическими характеристиками: искусственных алмазов и других сверхтвердых абразивов, композитных материалов, различных покрытий и т. п.

Интенсивно развиваются металлургия черных и цветных металлов, нефтепереработка, резиновая, целлюлозно-бумажная, цементная промышленность.

В области промышленного производства и технологии обработки материалов происходит коренное техническое перевооружение, цель которого – значительное и быстрое увеличение объемов изготавливаемой продукции и непрерывное улучшение показателей её качества. В частности, в металлообработке широко применяются прогрессивные способы формообразования: производство деталей методом точного литья под давлением, точная штамповка, плазменные, лазерные, электролучевые, электроэрозионные, электрохимические и т. п.

Принципиальные изменения произошли и в развитии рабочих машин. Они в значительной мере связаны с выше приведенными сдвигами в отраслевой структуре промышленного производства.

Основным технологическим оснащением в этих областях являются все более объемные и мощные закрытые емкости – агрегаты, в которых происходят химические процессы создания конечного продукта. Ход работы и эффективность этих агрегатов определяются сочетанием многочисленных переменных величин: физико-химического состава загруженных в них компонентов, скоростью и периодичностью подач, температурами, давлением и т. п.

Специфика этих рабочих машин заключается, прежде всего, в том, что они не осуществляют процессов формообразования, и потому в них отсутствует рабочий инструмент, который действует на форму предмета обработки. В этих машинах происходит процесс преобразования веществ: выделение их из разных видов сырья и материалов или синтез новых веществ на основе использования разных компонентов сырья (химия органического синтеза, биологическая химия и др.). Вместе с тем, в агрегатах этого типа значительно усложняются функции передаточного устройства, которое вместо передачи энергии исполнительным механизмам должно

регулировать действие тех многочисленных переменных факторов, которые определяют работу агрегата.

Сложность этого комплекса переменных факторов постепенно перерастает возможности человека в управлении и поднимает проблему оптимизации технологических режимов и процессов, определения и достижения этой оптимизации с помощью средств автоматики.

Важные изменения происходят и в традиционных орудиях труда, которые применяются в отраслях обрабатывающей промышленности с беспрерывной технологией и дискретной продукцией (прежде всего, в металлообрабатывающей).

Внедряется высокопроизводительное и мощное пресловое оборудование, металлорежущие станки с числовым программным управлением, станки типа "обрабатывающий центр", средства прецизионной обработки поверхностей.

Интенсивное распространение массового серийного производства вместе с дальнейшим развитием индивидуального (одно- и многомоторного) электропривода способствовали функциональному усовершенствованию и предметной специализации рабочих машин.

Сначала все более широкое применение находят многопозиционные станки, специализированные на обработке узкого круга деталей и изделий, а иногда даже одной конкретной детали или одного изделия. Эти станки занимают значительное место на быстро возрастающих серийных линиях массового производства и становятся важным условием их высокой экономической эффективности. Ярким примером этих тенденций есть автомобильная промышленность с ее многопозиционными, строго специализированными станками.

Однако в процессе развития машинного производства и его серийной формы организации эти высокоэффективные станки предметной специализации вступают в противоречие с высокими темпами технического прогресса и превращаются из фактора его ускорения в тормозящий фактор.

Функционально-специализированная рабочая машина более гибкая и более пригодная к возможным изменениям объектов производства, чем предметно специализированное технологическое оборудование. Функционально-специализированная рабочая машина почти универсальная в выполнении своих функций, равнодушная к объекту производства, так как она осуществляет определенную обрабатывающую функцию – обтачивает ту или иную поверхность, фрезерует, шлифует и т. д. Таким образом, станок функциональной специализации более гибко реагирует на смену объектов производства. Между тем технический прогресс выражается частым изменением объектов производства – продуктов труда, в изменении их конструкций и типов, в появлении совсем новых изделий. Высокоспециализированные предметные станки, спроектированные для обработки крайне узкого типа деталей или изделий, тяжело переключить на обработку других, новых изделий. Вместе с тем такие станки в силу их сложности

стоят дорого. Эти обстоятельства не разрешают снимать их с эксплуатации вместе с изменением объектов производства.

Требование гибкости становится все более важным критерием прогрессивности рабочей машины. Рабочая машина, в которой органически слились в одно целое три элемента машинного комплекса (машина-двигатель, передаточный механизм и собственно рабочая машина – исполнительный механизм), снова разъединяется на части. Однако это уже не бывшие части – элементы машинного комплекса, а функционально-специализированный и усовершенствованный, так сказать, "микромкомплекс" – силовая головка, которая вмещает слитые двигатель, передаточное устройство и рабочий исполнительный механизм.

Агрегатные станки, которые представляют собой предметное соединение силовых головок, – это уже не просто единый машинный комплекс, а настоящая система машин, в каждый элемент которой входят все три части машинного комплекса. Это для нашего времени высшая форма первичной клетки машинного способа производства. Она осуществляет значительное влияние и на характер технического разделения труда, и на тип и квалификацию рабочего. В ней заложены также элементы, которые находят свое полное развитие на последующих этапах машинного производства.

В развитии рабочих машин в период НТР следует отметить еще две важных тенденции.

Первая из них состоит в многократном увеличении единичной мощности и производительности основных видов энергетического и технологического оснащения. Это прослеживается на примерах возрастания мощностей гидравлических и паровых турбин (из десятков тысяч киловатт в начале минувшего столетия до 1 млн. киловатт), объема доменных печей (с 500 - 600 куб. м перед второй мировой войной до 5 000 куб. м), размеров передвижных механизмов (экскаваторы с ковшем емкостью 100 куб. м и вылетом стрелы 50 - 65 и больше метров, автомобили грузоподъемностью до 300 тонн). Одновременно с ростом единичных мощностей технологических агрегатов увеличиваются также масштабы предприятий, возрастает концентрация производства.

Вторая исключительно важная тенденция в развитии рабочих машин, которая возникла и получила некоторое распространение на предшествующем этапе развития машинного производства, связана с созданием и внедрением машин-автоматов. Это знаменует переход к новой, высшей степени в развитии машин, в характере работы и в организации производства – переход к автоматизации. Автоматизация является одной из важных составляющих научно-технической революции.

Внедряются полностью механизированные и автоматизированные участки и линии, в 70-е годы производство начинает оборудоваться промышленными роботами – автоматическими промышленными манипуляторами первого поколения. Развивается применение автоматизированных систем проектирования, технологической подготовки производства

и управления процессами обработки материалов с использованием ЭВМ. На основании применения ЭВМ, нового технологического оборудования и усовершенствования организации производства в последние годы началось развитие оборудованных роботами и управляемых ЭВМ гибких автоматических производств (ГАП) и интегрированных автоматизированных комплексов, которые должны решить особенно сложную проблему автоматизации дискретных производственных процессов с часто изменяющейся номенклатурой изготавливаемой продукции.

Научно-техническая политика инженерной деятельности направлена на полную автоматизацию материального производства, на создание в перспективе автоматических предприятий, на которых будет полностью ликвидирован нетворческий труд.

4.2 Возникновение и развитие информационно-кибернетической техники

В период НТР объемы информации, необходимой для развития науки, техники и производства, неустанно возрастают, и все более сложной и объемной становится задача ее переработки. Это обусловило необходимость развития научного знания о методах и технических средствах управления и связи, в которых вещество и энергия используются для получения, передачи, сохранения и обработки информации.

Так появились и быстро разрастаются новые, тесно связанные ветви науки об общих закономерностях процесса управления и передачи информации в машинах и живых организмах, которые играют исключительно важную роль в НТР.

Развитие всего этого комплекса наук и его обобщающего звена – кибернетики стал важной частью революции в природоведческих науках и в технике.

Кибернетика (древнегреческое – система, управление) – наука об управлении, связи и переработке информации. Первым применил термин "кибернетика" для управления в общем понимании греческий философ Платон.

Техническая кибернетика – это основа комплексной автоматизации производства, разработки и создания систем управления на транспорте, ирригационных и газораспределительных систем, на атомных электростанциях, космических кораблях и т. п. Практическая кибернетика направлена на создание сложных систем управления и разного рода систем для автоматизации умственного труда.

Реальное становление кибернетики как науки было обусловлено развитием крупной машинной промышленности, технических средств управления и преобразования информации.

Еще в средние века в Европе стали создавать так называемые андроиды – человекоподобные игрушки, которые представляли собой

механические программно управляемые устройства. Первые промышленные регуляторы уровня воды в паровом котле и скорости вращения вала паровой машины были изобретены Ползуновым и Уаттом. Во второй половине XIX в. появляется необходимость построения все более усовершенствованных автоматических регуляторов. Вместе с механическими блоками в них все чаще применяют электромеханические и электронные. Большую роль в развитии теории и практики автоматического регулирования сыграло изобретение в начале XX в. дифференциальных анализаторов, способных моделировать и решать обыкновенные дифференциальные уравнения.

Источником идей и проблем кибернетики стала практика создания реальных дискретных преобразователей информации. Первые попытки создать такой преобразователь информации – вычислительную машину начались еще в XVII ст., а простейшие вычислительные приспособления, типа абака и счетов, появились еще в древности и средневековье.

Первой вычислительной машиной была сконструированная в 1641 и построенная в 1645 году французским ученым Б. Паскалем механическая итоговая машина, которая позволяла выполнять сложение и вычитание, а также умножение (деление) путем многократного сложения (вычитания). В

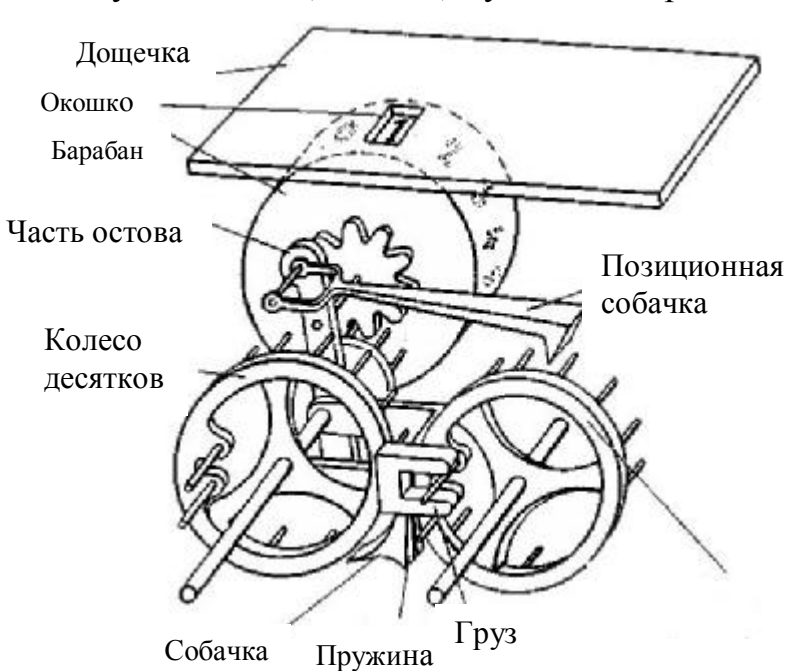


Рисунок 4.1 – Механизм итоговой машины Паскаля

этой машине он впервые реализовал идею представления чисел механизмом поворота расчетных колес (рис. 4.1): каждому числу от 0 до 9 отвечал свой угол.

Следующий этап в развитии вычислительной техники связан с именем знаменитого немецкого математика Лейбница, который в 1673 г. после почти 40-летней работы над "арифметическим инструментом" создал первый арифмометр,

способный выполнять все арифметические действия. Основу арифмометра составлял изобретенный Лейбницем ступенчатый валик-шестерня с размещенными на нем зубцами разной длины (рис. 4.2). Количество таких валиков-шестерен отвечало порядку разрядов арифмометра – по одному на каждый разряд числа. Между этими шестернями и соответствующим колесом основного счетчика иногда вводилась промежуточная шестерня, перемещением которой осуществлялась отладка механизма. В результате при одном обороте валика-шестерни промежуточная шестерня поворачивала

соединенное с нею цифровое колесо на такое количество зубцов, которое равнялось устанавливаемой цифре. Каждому разряду отвечала своя валикшестерня, и при одном повороте оси в счетчик вводилось нужное многозначное число. Первые арифмометры были достаточно несовершенны, производственная потребность в таких машинах была еще не очень острой, поэтому к последней четверти XIX в. они не получили широкого распространения. Усовершенствование конструкций механических арифмометров, которое происходило в XVIII-XIX вв., а потом и арифмометров с электрическим приводом, носило исключительно механический характер, и с переходом на электронику арифмометры утратили свое значение.

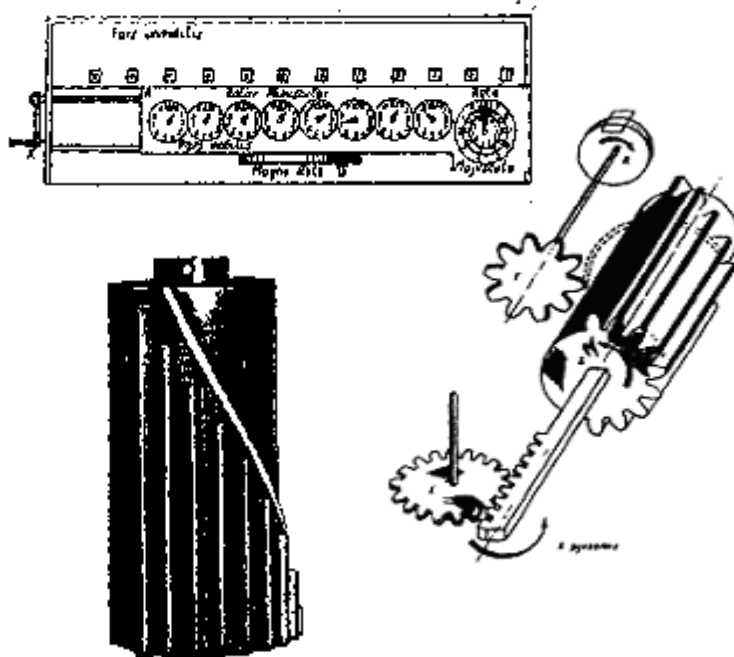


Рисунок 4.2 – Механизм вычислительной машины (арифмометра) Лейбница

ключительно механический характер, и с переходом на электронику арифмометры утратили свое значение. С дальнейшим развитием науки и техники потребность в эффективных и быстродействующих вычислительных машинах выросла настолько, что английское правительство поручило известному математику и изобретателю Чарльзу Беббиджу их разработку. Соответственно этой задаче Беббидж в 1822 г. разработал и изготовил действующую модель разностной машины, а в 1830 г. спроектировал аналитическую вычислительную машину.

Разностная машина предназначалась для табулирования многочленов и с современной точки зрения была специализированной вычислительной машиной с фиксированной программой. С ее помощью можно было вычислять не только многочлены, но и другие функции, например логарифмические и тригонометрические, представив их в форме бесконечного ряда. Машина имела память – несколько регистров для сохранения чисел, счетчик количества операций со звонком (при выполнении заданного числа шагов вычислений раздавался звонок), печатное устройство, причем печатание результатов происходило одновременно с вычислениями на следующем шаге.

Работая над разностной машиной, Беббидж пришел к идее создания цифровой вычислительной машины для выполнения разнообразных научных и технических расчетов, которая, работая автоматически, выполняла

бы заданную программу. Проект этой машины, названной автором аналитической, поражает, прежде всего, тем, что в ней предусмотрены все основные устройства современных ЭВМ, а также задачи, которые могут быть разрешимы с ее помощью.

Аналитическая машина Беббиджа должна была включать в себя такие устройства:

- "состав" - устройство для сохранения цифровой информации (теперь его называют запоминающим или памятью);

- "фабрика" - устройство, которое выполняет операции над числами, взятыми из "состава" (теперь это - арифметическое устройство);

- устройство, для которого Беббидж не придумал названия и которое управляло последовательностью действий машины (теперь это – устройство управления);

- устройство ввода и вывода информации.

В качестве носителя информации при вводе и выводе Беббидж соби­рался использовать перфорированные карточки (перфокарты) типа тех, что применял ткач и механик Ж. М. Жаккар (1752 – 1834) для управления работой ткацкого станка. Беббидж предусмотрел введение в машину таблиц значений функций с контролем при введении значений аргумента. Исходная информация могла печататься, а также пробиваться на перфокарту, что давало возможность при необходимости снова вводить ее в машину. Беббидж предложил также идею управления вычислительным процессом программным путем и соответствующую команду – аналог современной команды условного перехода: вопрос о выборе одного из двух возможных продолжений программы решался машиной в зависимости от знака некоторой вычисляемой величины. Он предусмотрел также специальный счетчик количества операций, которые имеют все современные ЭВМ. Таким образом, аналитическая машина Беббиджа была первой в мире программно управляемой вычислительной машиной. Для этой машины были составлены и первые в мире программы, а первым программистом была Августа Ада Лавлейс (1815 – 1852) – дочь английского поэта Д. Байрона. В ее честь один из языков программирования называется "Ада".

ЭВМ по своей структуре очень близки к аналитической машине Беббиджа, но, в отличие от нее, используют совсем другой принцип реализации вычислений, который базируется на двойственной системе исчисления. Двойственный принцип реализуется с помощью электромагнитного реле – элемента, который может находиться в одном из двух возможных состояний и переходить из одного состояния в другого под действием внешнего электрического сигнала.

Первая вычислительная машина с электрическим реле была сконструирована в 1888 году американцем Г. Холлеритом (1860 – 1929) и уже в 1890 г. применялась во время переписи населения США. Эта машина, названная табулятором, имела в своем составе реле, счетчики, сортировочный ящик. Данные наносились на перфокарту, и при прохождении перфокарты через машину в позициях, где имели место отверстия, происходило

замыкание электрической цепи, на соответствующих счетчиках добавлялось по единице, после чего перфокарта попадала в определенное отделение сортировочного ящика.

Развитие табуляторов и другой вычислительно-перфорационной техники позволило создать универсальные вычислительные машины с программным управлением на основе электромеханических реле.

Релейные машины довольно долго находились в эксплуатации (машина РОМ-1 конструкции советского инженера М. И. Бессонова работала вплоть до 1965 г.), однако они были медленно действующими, так как быстрейшие реле не могли делать большее 50 срабатываний в секунду, и операция умножения занимала в среднем 0,25 секунды. Значительно большее быстродействие имели электронные аналоги электромеханических реле – вакуумные лампы-триггеры, изобретенные в 1918 г., которые стали базовыми элементами в ЭВМ первого поколения.

Первая электронная вычислительная машина ЕНИАК была разработана в Пенсильванском университете США и построена в 1946 г. Она занимала площадь в 135 м², состояла из 18 000 электронных ламп и 1500 реле и работала в тысячу раз быстрее самых совершенных релейных машин. Но эта ЭВМ была еще недостаточно надежной, несовершенной. Для программного управления машиной ее блоки соединялись между собой с помощью штекеров, и подготовка машины к работе (соединение блоков на коммутационной доске) занимала несколько дней, тогда как задача иногда решалась за несколько минут. Кроме того, эта машина не могла сохранять информацию.

Первой ЭВМ, которая имела все компоненты современных машин, была английская машина "МАРК-1", построенная в Манчестерском университете в 1948 г., в которой впервые была реализована идея сохранения памяти, сформулированная в 1945 – 1946 гг. американским математиком Д. Нейманом, которая включала такие положения:

- команды и числа однотипны по форме представления в машине (которые записаны двойственным кодом);
- числа размещаются в том же запоминающем устройстве, что и программа;
- благодаря числовой форме записи команд программы машина может проводить операции над командами.

В 1951 г. появилась первая советская ЭВМ МЕРМ академика С. А. Лебедева. Она выполняла всего 12 команд, ее быстродействие составляло 50 операций в секунду. Оперативная память МЕОМ могла сохранять 31 семнадцатиразрядное двоичное число и 64 двенадцатиразрядные команды. В конце концов, в 1952 г. свой первый промышленный компьютер IBM 701 выпустила фирма IBM.

В 1951 г. Джой Форрестер внес важное усовершенствование в ЭВМ, запатентовав память на магнитных сердечниках, которые могли запоминать и сохранять достаточно долго зафиксированные на них импульсы.

Это позволяло сохранять большие объемы информации на внешнем носителе, например на магнитной ленте или на магнитном барабане.

Дальнейшее развитие ЭВМ связано с изобретением полупроводниковых транзисторов, которые стали элементной базой ЭВМ второго поколения. Первые серийные ЭВМ на транзисторах появились в 1958 г. одновременно в США, ФРГ и Японии.

В 1962 г. начался массовый выпуск интегральных микросхем, что дало возможность значительно уменьшить габариты вычислительных машин третьего поколения, повысить их быстродействие, увеличить объем памяти, расширило сферу их применения, позволило устанавливать ЭВМ на самолетах, кораблях.

Чрезвычайно важным событием на этом пути стало создание в 1971 г. американской фирмой "Intel" единой интегральной схемы для выполнения арифметических и логических операций – микропроцессора. Это привело к грандиозному прорыву микроэлектроники в сферу вычислительной техники. В 1976 г. появились первые машины четвертого поколения на больших интегральных микросхемах – американские "Крей-1" и "Крей-2" с быстродействием 100 млн. операций в секунду, которые имели около 300 тысяч чипов (микросхем).

В наше время широкое распространение получил всем нам известный персональный компьютер (ПЭВМ), который занял в нашей жизни такое же место, как и телефон, телевизор, автомобиль. Это небольшая по размерам вычислительная машина, которой пользуются и в быту, и в научной, инженерной, управленческой деятельности. Их появление относится к 1976 г., когда американские техники Стефан Возняк и Стив Джобс создали первый маленький персональный компьютер «Эйпл» («Яблоко»), предназначенный для видеоигр, хотя он имел возможности для программирования. Позднее созданная Джобсом фирма, а потом и другие фирмы, наладили серийный выпуск компьютеров самых разных концепций. Но особый успех имел выпущенный в 1981 г. компьютер IBM PC с 16-разрядным микропроцессором Intel-8088 и прекрасно разработанным программным обеспечением фирмы Microsoft. Следующие модели этой фирмы сделали компьютеры марки IBM самым массовыми и популярными.

Широкое внедрение вычислительной техники происходило одновременно с формированием технических наук информационно-кибернетического цикла. Ряд научно-технических направлений, дисциплин и наук, предметом которых есть искусственные технические средства получения, передачи, сохранения и обработки информации, и которые использовались также с целью управления и связи, возникли и достаточно долго развивались независимо от общекибернетических представлений. Так, начало теории автоматического управления было заложено еще в XIX в. при исследовании проблем регулирования работы машин и других механических устройств. Технические средства автоматического регулирования и научные знания о них развивались во второй половине XIX – первой половине XX в.

Теоретическое обобщение практического опыта (главным образом технического) использования информационных процессов, начатое Н. Винером в книге "Кибернетика" (1948 г.), К. Шенноном и др., позволило обосновать концепцию единства информационных процессов в сложных системах, с помощью которых осуществляются функции управления и связи в природе, технике, обществе.

Теоретическое ядро современной кибернетики составляют ее основные разделы: теория информации, теория кодирования, теория программирования (алгоритмов), теория автоматического управления, теория систем, теория оптимизации процессов, теория распознавания образов, формальных языков.

Объединение фрагментов этих разнородных знаний привело к созданию специализированных методов и технических средств информационной деятельности, позволило сформировать научно-технические основы для передачи некоторых функций непосредственного управления отдельными производственными процессами от человека – техническим средствам.

4.3 Становление космонавтики

В условиях НТР быстро развивалась одна из специфических областей знания и деятельности – космонавтика.

Это совокупность отраслей науки и техники, исследующих и осваивающих космос и неземные объекты для нужд человечества с использованием космических аппаратов, которая включает в себя проблемы:

- теорию космических полётов – расчёты траекторий и др.;
- научно-технические – конструирование ракет, двигателей, бортовых систем управления, автоматических станций и космических кораблей;
- медико-биологические – создание бортовых систем жизнеобеспечения, компенсация неблагоприятных явлений в человеческом организме, связанных с перегрузкой, невесомостью.

Начало космической эры – 4 ноября 1957 г. – связано с запуском первого искусственного спутника Земли. Но начало космонавтике как науке положили научные работы М. В. Ломоносова, Н. Е. Жуковского, К. Э. Циолковского, Ф. А. Цандера, Г. Оберита, Р. Годдарда и других.

12 апреля 1961 г. первый космонавт Ю. А. Гагарин совершил первый полет в космос.

18 – 19 марта 1965 г. космонавт А. А. Леонов впервые в мире вышел в открытый космос.

21 июля 1969 г. совершена первая высадка людей на Луну (Н. Армстронг, Э. Олдрин – космонавты США, рис. 4.3).

Таковы лишь некоторые вехи на сравнительно коротком пути освоения человечеством космоса, который привел к созданию на современном уровне орбитальных космических станций, автоматических полетов



Рисунок 4.3 – Первая высадка на Луну

межпланетных космических кораблей к Марсу, Венере, в сторону Солнца и т. д.

Основная задача деятельности в этой области – научно-техническое обеспечение создания и применения космической техники – может быть разделена на четыре группы менее общих задач:

1) создание и применение технических средств изучения и освоения околоземного космического пространства;

2) задача космотехнической деятельности с обеспечением

изучения и освоения Луны, Марса и других планет Солнечной системы;

3) задача по созданию и применению техники для исследования космоса, ориентированная на изучение характеристик межпланетного пространства и отдалённых объектов Вселенной, которые лежат за пределами Солнечной системы;

4) задачи, связанные с использованием специализированной космической техники для исследования Земной биосферы и Земли.

Зарождается пятая группа задач – развитие технических средств космической технологии, которые обеспечат проведение в космосе технических процессов, ориентированных на дальнейшее промышленное использование: выращивание кристаллов, создание особо чистых сплавов в условиях космического вакуума и т. п.

4.4 Инженерная деятельность в условиях ограничения ресурсов и жёстких экологических требований

Во второй половине XX в. технический прогресс впервые в истории сталкивается с ограничениями глобального масштаба.

Во-первых, человечество вплотную подошло к проблеме исчерпания целого ряда невозобновимых природных ресурсов, главным образом минеральных, пригодных для массовой добычи, производства энергии и промышленной переработки сырья в материалы и технические средства.

Во-вторых, воздействие промышленности и других видов технической деятельности на биосферу приобрело угрожающие размеры и поставило под вопрос будущее существования человечества.

В-третьих, возникла проблема ограничения трудовых, финансовых и прочих ресурсов, выделяемых обществом на научно-технический прогресс.

В-четвертых, развитие военно-технических средств создает реальную угрозу существованию жизни на Земле.

В условиях НТР все эти факторы, которые возникли в разное время, в совокупности резко изменяют весь социально-экономический эффект технической, инженерной деятельности со второй половины XX в.

Экологический кризис от первых двух факторов приводит к деградации биосферы вследствие технической деятельности человечества, которое проявляется в таких явлениях:

- уменьшение разнообразия естественной среды;
- уничтожение биоценозов (биоценоз – совокупность растений, животных и микроорганизмов, которые населяют данную часть суши или водохранилища и характеризуются определенным отношением между собой и приспособленностью к условиям окружающей среды);
- нарушение естественного круговорота веществ;
- накопление отходов промышленности, в том числе отходов атомных электростанций.

Примеры. Только в развитых странах под строительство дорог и сооружений отводится ежегодно по меньшей мере 3 000 км² сельскохозяйственных угодий. Каждый год в мире уничтожается не менее 10 млн. га леса. Всего из недр Земли ежегодно извлекается свыше 100 млрд. т естественных ресурсов, причем от 70 до 90 % превращается в отходы производства и потребления. В настоящее время под угрозой полного уничтожения 400 видов птиц, 305 – млекопитающих, 193 – рыб, 138 – земноводных и пресмыкающихся.

Но если НТР породила новые проблемы, то она создала и новые средства их решения. Отрицательные последствия научно-технической деятельности могут быть преодолены не ее остановкой, а только ее дальнейшим развитием на новом качественном уровне: созданием новых областей научно-технического знания, новых технических средств и технологических процессов, которые отвечают современным социально-экономическим требованиям, новых способов производства и применения техники.

Здесь важное значение приобретают те области исследований, которые обеспечивают уменьшение материалоемкости и энергоемкости техники, повышение ее надежности и долговечности, улучшение физико-химических и технических характеристик искусственных материальных средств деятельности, принципиально новый подход к охране природы, внедрение экологически безопасных малоотходных и безотходных технологий. Эти направления должны быть приоритетными в инженерной деятельности.

Увеличение арсенала средств массового уничтожения, наращивание военно-технических потенциалов, во-первых, создает угрозу существованию жизни на Земле, во-вторых, военно-технические исследования

и военная промышленность поглощают гигантские человеческие и материальные ресурсы.

4.5 Технические науки и государственная научно-техническая политика

Масштабы и огромное социальное значение развития технических наук во второй половине XX в. требуют подчинения этого процесса интересам всего общества и, таким образом, превращают научно-техническую деятельность в предмет государственной политики, как комплекса государственных мероприятий по руководству и стимулированию научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, по использованию науки для решения экономических, политических и военных проблем и по внедрению научных методов в процесс выработки государственных решений.

Во взаимоотношениях технических наук и государственной политики можно выделить две стороны. Во-первых, влияние органов государственной власти на проблематику технических наук, целенаправленное воздействие посредством них на развитие всей науки в целом и материального производства, научно-технического потенциала государства. Во-вторых, обратное воздействие технических наук как системы научно-технического знания и деятельности на состояние научно-технического потенциала, материальной и духовной культуры общества и на государственную политику в широком спектре ее направлений.

Технические науки определяют потенциальные возможности техники и технологии, а социально-экономические факторы, отражаемые в государственной политике, – целесообразность и порядок реализации этих возможностей.

5 ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ МЫСЛИ УКРАИНЫ

5.1 Доинженерная деятельность в древнейшее время на территории современной Украины

На территории, которую сейчас занимает Украина, первой цивилизацией, о которой имеются достоверные данные, является так называемая Трипольская культура. Впервые о таинственной Трипольской культуре – археологической культуре IV – II тысячелетий до нашей эры, занимавшей территории в бассейнах Днестра, Южного Буга, Днестра и на запад по Пруту и Серету (Румыния), – заговорили после сенсационных открытий, сделанных в 1896 году известным археологом Виккентием Хвойкой. Название

«Трипольская культура» было дано ей по месту первых сделанных им в 1896 году открытий поселений вблизи села Триполье, что в пятидесяти километрах от Киева.

Ученые называют Трипольскую культуру культурой периода энеолита, хотя даты ее существования в различных источниках называются разные: то ли 5000 – 2700 гг. до н. э., то ли III – II тысячелетия до н. э., то ли конец IV – начало II тысячелетия до н. э. Скорее всего, точную дату существования Трипольской культуры установить просто невозможно: как известно, в 2500 – 2000 гг. до н. э. эти земледельческие племена покинули нашу территорию, часть их пошла в Персию и дошла до Индии, часть отправилась в сторону Греции, на Апеннины и заложила основы культуры этрусков. Отзвуки традиций Трипольской культуры нашли отражение в культурах Индии и народов Апеннинского полуострова. Хотя колесо как символ прогресса является символом Индии, древнейшее колесо, по мнению многих ученых, было найдено в раскопках Трипольской культуры.

Племена Трипольской культуры занимались мотыжным земледелием, возделывали пшеницу и ячмень, разводили крупный рогатый скот, овец, коз и свиней, занимались охотой и рыболовством. В поселениях были и древнейшие «мастерские» по изготовлению орудий из кремня, также пользовались мотыгами из рога оленя и из сланца, зернотерками, кремневыми вкладышами серпов, ножами, скребками, сверлами, топорами, стрелами с наконечниками, сланцевыми теслами и долотами. Часть изделий изготавливалась из кости, медных же изделий было мало и изготавливались они из прикарпатской меди.

Считается, что трипольские племена имели матриархально-родовой строй, что заметно по обилию сохранившихся в раскопках обрядовых женских фигурок матери-родоначальницы. Такие женские статуэтки были почти в каждом жилище.

Очень долго ученые терялись в догадках, какую же форму имели трипольские поселения. Истину удалось установить только после того, как была проведена геомагнитная съемка территории, подтвердившая, что площадь отдельных поселений составляла до 270 гектаров (для сравнения: площадь территории средневекового Киева составляла 300 гектаров). Площадь же поселения у села Чичеркозовка (2700 г. до н. э.) составляла целых 450 гектаров (а площадь Вавилона в 2000 году до нашей эры была всего 300 гектаров).

Жилища, прямоугольные или неправильной формы в плане, располагались по кругу, а само поселение могло включать до семи кругов. Вероятно, жилища, сблокированные между собой, были окружены изгородью, в некоторых поселениях (Кукутени, Поливанов Яр) обнаружены остатки рвов, центральная же часть поселка оставалась свободной от застройки и служила местом для загона скота. Входы в дома были обращены к центру поселения.

В некотором смысле ученым повезло: трипольцы сами оставили сведения о том, в каких домах они жили: сохранились глиняные макеты домов

того периода. На сохранившейся модели жилого дома из Коломыйщины видно, что крыша его имела стропильную конструкцию; большие глинобитные многоочажные дома разделялись перегородками на отдельные помещения с печами и хозяйственным инвентарем. Площадь прямоугольного в плане трипольского дома составляла 100-150 квадратных метров.



*Рисунок 5.1 – Трипольское селение
Коломыйщина*

Трипольское поселение в яру Коломыйщина возле села Халепье Обуховского района Киевской области состояло из 25 домов большого (70-140 кв. м) и малого (20-30 кв. м) размеров и датировалось 2000 годом до н. э. Дома были размещены вокруг центральной площади двумя концентрическими кругами (рис. 5.1). Стены

домов состояли из деревянного каркаса, переплетенного ветками и обмазанного глиной снаружи и изнутри, и были окрашены в белый, желтый и красный цвета. Двух- или четырехскатная крыша изнутри поддерживалась столбами, а кровля из камыша обмазывалась глиной. В домах были устроены прямоугольные, со сводчатым верхом, печи из глины. Пол в жилищах был многослойный, плитчатый, тоже из глины, причем глиняная обмазка пола изготавливалась с примесью половецкой. Поскольку на найденных глиняных макетах жилищ, которые служили, вероятно, предметами культа, были сделаны круглые отверстия, ученые предполагают, что дома трипольцев тоже имели окна круглой формы. Правда, кроме наземных глинобитных домов, существовали и землянки, в плане представляющие собой два полуовала, соединенные перемычками, возле которых обычно располагались хозяйственные ямы, обмазанные глиной.

Согласно одной из современных версий, строились жилища трипольцев по такой схеме: вначале ставились столбы каркаса, затем устанавливались раскосы и обвязки, а внизу размещали хозяйственные постройки. Потом вели строительство в два этажа, укладывали балки и стропила крыши, после чего настилали кровлю. Сами дома были двухэтажными или, вернее, двухъярусными.

Многие ученые связывают Трипольскую культуру с открытием календаря, проведя аналогию: кіл-коло-околиця-колендар (а позже — календарь). Считается, что именно из круга (кола) образовались такие геометрические фигуры, как прямоугольник и треугольник: вокруг вбитого в землю кола (кілка) веревкой очерчивалась окружность с радиусом, равным длине

привязанной к колу веревки, затем окружность делилась на 6-12 частей (примитивный календарь), а при соединении между собой точек на окружности получались прямоугольники и треугольники. Такова была примитивная геометрия трипольских племен.

Трипольская культура известна и своими керамическими изделиями. Сосуды лепились без гончарного круга, на плоском основании, и отличались большим разнообразием форм, орнаментов и цветовых сочетаний. Известно более двадцати сортов керамики, изготовленных из местных глин. В процессе лепки сосуда под его днище подкладывалась ткань. Археологи нашли в раскопках большие и широкие плоскодонные кувшины с узкими горлышками, глубокие миски, двойные сосуды, похожие по форме на бинокль. Украшены они были спиралевидными, туго закрученными линиями, меандрами, очень редко встречался прямолинейный геометрический орнамент. Наряду с уже упомянутыми цветами — рыжим, бурым, черным, — трипольцы применяли красный, ярко-желтый и белый цвета: вся керамика была вылеплена из ярко-желтой или оранжевой обожженной глины и расписана орнаментом красного, белого, бурого и черного цветов настолько искусно, что она ничуть не уступает по своим эстетическим характеристикам древнеегипетской или древневосточной росписи. Часть наружных и внутренних стен таких древних «мазанок» тоже была покрыта росписями.

Древние трипольцы поклонялись очагу, огню и женщине-прародительнице, устанавливая в честь своих богов крестообразные жертвенники в домах. И жертвы своим богам эти земледельческие племена приносили поистине царские: переселяясь на новые, более плодородные земли, они попросту дотла сжигали свои прежние жилища.

По периодизации Т. С. Пассек выделяются 3 этапа развития трипольской культуры:

- Ранний этап — первая половина IV тысячелетия до н. э. Жилища — землянки и небольшие наземные глинобитные «площадки». Орудия делались из кремня, камня, рога и кости; медных изделий немного (шилья, рыболовные крючки, украшения); лишь Карбунский клад в Молдавии отличается богатством медных изделий. Кухонная керамика имеет примесь шамота, шероховатую поверхность (горшки, миски), орнамент в виде насечек, налепов, столовая украшена каннелированным (горшки, кувшиновидные сосуды, чашки, черпаки) и углубленным орнаментом («фруктовницы», грушевидные сосуды, крышки). Много статуэток, изображающих сидящую женщину, меньше — зооморфных фигурок; известны глиняные креслица, модели жилищ, украшения. Обнаружено единичное погребение в жилище (Лука Врублевская).

- Средний этап — вторая половина IV тысячелетия до н. э. Ряд поселений на мысах укреплен валами и рвами, увеличилась площадь поселений, иногда жилища располагались по кругу. Основным видом жилищ становятся «площадки», встречаются двухэтажные дома. Известны модели жилищ с двускатной крышей и круглыми окнами. Обработка кремня

совершенствуется, появляются мастерские по изготовлению орудий. Увеличивается количество медных изделий (топоры, тѣсла, шилья). Появляется расписная керамика, кухонная керамика иная – с примесью толчёных раковин, полосчатым сглаживанием и «жемчужным» орнаментом. Меняется форма статуэток – стоячие фигурки с округлой головкой, наряду с женскими есть и мужские изображения. Найдены погребения в жилищах.

- Поздний этап – 3150 – 2350 до н. э. Расширяется территория трипольской культуры за счёт продвижения племён на север и восток. Небольшие поселения располагаются на укрепленных местах, наряду с большими «площадками» зачастую преобладают землянки. Развивается обработка металла. Уменьшается количество расписной керамики, появляется посуда округлой формы с примесью песка и толчёных раковин с орнаментом по краю венчика (защипы, оттиски, верёвочки, наколы). Совершенствуется обработка кремня, много шлифованных кремнёвых топоришков. Распространены женские статуэтки удлиненных пропорций со схематизированной головкой и слитыми ногами. Погребальный инвентарь: кремнёвые серпы, каменные боевые топоры-молоты, медные кинжалы, шилья, ножи, украшения – браслеты, пронизи, каменные бусы; керамика – шаровидные амфоры, чаши, миски.

Трипольская цивилизация появилась 7500 лет назад. Она на 2500 лет старше шумерской. Что уж говорить о возникших гораздо позже египетской и китайской?! Трипольцы первыми на Земле стали сеять хлеб, дали миру первое колесо, первыми одомашнили коня и научились скрещивать растения. Именно у трипольцев (за три тысячи лет до китайцев!) появился символ Инь-Янь, знак Солнца – Сварга (Свастика) и знак Креста. Именно трипольцы дали названия почти всем известным ныне созвездиям и создали самый древний в мире лунный календарь.

Вместе с бесценным культурно-историческим наследием трипольцы оставили и множество загадок. Почему исчезла их цивилизация? Для чего предназначались знаменитые биноклевидные сосуды, больше не повторившиеся ни у одного этноса на Земле? Почему каждые 50 – 60 лет трипольцы снимались с обжитых мест, сжигали свои дома и перемещались на новые территории?

5.2 Техническая деятельность на территории современной Украины в Средние века

Особое внимание в средневековой цивилизации Киевской Руси оказывалось искусствам и гуманитарным наукам, а не естественным и прикладным. Нет свидетельств, что в киевский период на Руси проводились какие-либо систематические научные исследования, и школах не изучали никакие науки, кроме элементарной математики. На славянский язык были переведены некоторые устаревшие византийские руководства по космографии и естественной истории, такие как "Христианская топография"

Козьмы Индикоплова и "Физиолог", но за исключением одной математической работы оригинальных русских научных исследований не появилось или, по крайней мере, не сохранилось. Однако русичи были тонкими наблюдателями природы и, по крайней мере, некоторые из них, обладали острым пытливым умом, насколько мы можем судить по отдельным замечаниям в разных русских сочинениях того периода, а также по некоторым техническим устройствам. Можно добавить, что наше знание о прогрессе прикладной науки в древней Руси не полно, поскольку не существует какого-либо систематического описания технических изобретений.

К моменту принятия христианства русские были уже знакомы с использованием десятичной системы счисления в пределах 1 - 10 000, дробями двоичной системы, а также некоторыми другими простейшими дробями, вроде $1/3$, $1/5$, $1/7$, и их подразделениями по двоичной системе.

Вероятно, до изобретения славянского алфавита для нумерации использовали греческие буквы и знаки. Потом их заменили славянскими буквами. К двенадцатому веку исчисление распространилось до 10 000 000.

Церковь была заинтересована в развитии математических исследований для пасхальных вычислений, которые необходимо было делать заранее. Хронологические вычисления зависели от определенного знания математики. В своей работе о хронологических и пасхальных вычислениях "Наука знания о числах всех годов" (1134 г.) новгородский монах Кирик использовал пятеричные дроби и довел подразделения до единицы седьмого разряда, то есть до дроби $1/78125$. По мнению В. В. Бабунина, сочинение Кирика является ранним свидетельством типично русского направления в математическом исследовании, которое он называет "арифметическо-алгебраическим".

Знание математики и особенно начал геометрии было важно для архитекторов, но нам неизвестно ни одной русской работы того периода по этому вопросу. Хотя до нас не дошло ни одного русского исследования по астрономии, астрономические данные в русских летописях весьма точны.

Информация по зоологии, которую можно было извлечь из "Физиолога", была абсолютно ненаучной; однако в Киевской Руси было широко распространено практическое знание о животном мире, поскольку охота тогда являлась средством к существованию для значительной части русского народа. То, что русские хорошо знали повадки животных и птиц, показывают точные замечания о животных в "Поучении" Владимира Мономаха, а также в "Слове о полку Игореве".

Ботаника, скорее всего, ограничивалась изучением лечебных трав, которые использовали как профессиональные врачи, так и "знахари" из народа. Это приводит нас к вопросу о древнерусской медицине. Уровень медицины в Киевской Руси, по всей вероятности, был выше уровня знаний по естественным наукам. Во-первых, из летописей мы знаем, что на Руси практиковали сирийские и армянские врачи. Сирия входила в сферу арабской науки, армянская медицина тоже была высоко развита. Во-вторых, можно предположить, что каждый хороший врач, русский и иностранный,

распространял медицинские знания, обучая своих ассистентов. Из "Русской Правды" мы знаем, что в случае нанесения увечий в драке обидчик должен был не только выплатить компенсацию пострадавшему, но и оплатить услуги врача. Очевидно, практика обращения за помощью к врачу была широко распространена, и количество докторов должно было быть значительным. В некоторых княжеских указах и церковных уставах упоминаются больницы, организованные Церковью.

Мало известно о медицинских знаниях волхвов и знахарей. Видимо, многие их средства и рецепты составили основу так называемой народной медицины последующих периодов. Следует отметить, что волхование строилось не только на предрассудках. В медицинской практике волхвов были также элементы настоящей интуиции и здравого рассудка, особенно в использовании лечебных свойств трав, массажей, припарок и так далее.

Вклад в географическое знание был значительнее, чем в другие области науки. У русичей того периода, кажется, было больше интереса и склонности изучать историю и географию, чем другие отрасли, как гуманитарных, так и естественных наук. Первая история Руси – "Повесть временных лет" – в определенном смысле и географическое исследование, а не только историческое.

В то время как общее географическое вступление в "Повесть" построено на общепринятых библейских и христианских понятиях, конкретная информация о районах расселения славянских племен поразительно точна и обнаруживает мастерство составителя в трактовке вопросов географии.

Знаменательно, что мы находим чрезвычайно точные географические данные даже в русских поэтических произведениях того периода, особенно в знаменитом "Слове". Понимание русскими важности точной информации в географических исследованиях демонстрирует измерение князем Глебом, в 1068 г., глубины Керченского пролива.

Из русских путевых заметок сохранились две работы, обе описывают паломничества в Святую землю. Первая – "Хождение отца Даниила Киевского", посетившего Иерусалим в 1106 – 1107 гг., вторая принадлежит Добрыне Новгородскому, который совершил паломничество в 1200 – 1201 гг. Даниил начинает свое повествование с Константинополя, а не с Киева, что огорчительно, с точки зрения изучающего русскую историю и географию. Он прошел через Мраморное море и пролив Дарданеллы к острову Родос, затем двигался вдоль берегов Ликии к Кипру и Яффе и так достиг Иерусалима. На обратном пути у берегов Ликии он подвергся нападению пиратов, но спасся, возвратился в Константинополь и затем на Русь.

Анализ технологий Киевской Руси выявляет значительный объем практических знаний в области прикладной химии и физики. Так, новгородских мастеров по серебру можно считать высококвалифицированными специалистами своего дела. Стоит также отметить, что мастера по эмали в то время умели добиваться температур от 1 000 до 1 200 градусов по Цельсию. Новгородские солевары, несомненно, были знакомы с принципом

концентрированных растворов; они также знали, как регулировать осаждение соли при помощи изменения температуры. Интерес русских архитекторов к прикладной физике подтверждает использование в новгородских и суздальских храмах *голосников* (резонаторов или усилителей звука). Голосниками служили глиняные горшки, вмурованные в стены горлышками внутрь церкви.

Были знакомы русичи, хотя и в негативном смысле (как с элементом вооружения врага), с военным применением химического огня. Так, в 941 г. флот князя Игоря был уничтожен "греческим огнем". В двенадцатом веке хорезмские техники, приглашенные половцами, использовали против русских огнеметы. В этом случае главной составляющей огня, очевидно, был азербайджанский лигроин. По-видимому, от хорезмцев русские получили представление о гигантских механических стрелометателях, называемых по-персидски *чир-и-чахр*, а по-русски *шерешир*. Автор "Слова о полку Игореве", рассказывая о верховенстве Всеволода III над рязанскими князьями, говорит, что он использовал их как множество живых шереширских стрел. В морском вооружении князю Изяславу II Киевскому приписывается изобретение нового типа военного судна, использованного им на Днепре. Внешний вид судна в Киевской летописи описывается следующими словами: *"Изяслав построил лодки искусно: гребцов не видно, видно только весла, потому что на лодке палуба. И воины стояли на палубе в доспехах и пускали стрелы. И было два рулевых, один на носу и один на корме; они могли править лодку, куда хотели, не поворачивая ее"*. В Радзивилловской летописи есть довольно схематичное изображение подобной лодки. Хотя летопись была написана в пятнадцатом веке, предполагается, что по крайней мере часть миниатюр в ней скопирована из более ранних оригиналов. В этом конкретном случае художник, скорее всего, просто старался следовать описанию в тексте; в результате миниатюру вряд ли можно считать точным изображением судна Изяслава. Из индустриальных технологий в летописи под 1195 г. упоминается лесопильная рама в Корсуни (Киевская земля). Она приводилась в действие энергией воды водопадов на реке Рось. Безусловно, она была не единственным экземпляром. Об углублении некоторых рек, для того, чтобы улучшить фарватер, уже упоминалось.

Имеющиеся данные только фрагментарны и не дают нам полной картины реального развития русской техники того периода. Такую картину составить невозможно из-за недостатка материала, поскольку летописцы были, в основном, монахами и не интересовались техникой.

С принятием христианства на Руси стали строиться храмы. Первые церковные постройки были деревянными и до наших дней не сохранились. Но уже в конце X в. был построен первый русский каменный храм – Десятинная церковь (разрушена монголами в 1240 г.)

Типичный храм того времени был крестово-купольным. Центральный барабан опирался на 4 столба, расчленявшие внутреннее пространство храма. С восточной (алтарной) стороны к храму пристраивались

полукруглые апсиды. С западной стороны сооружались хоры. Русские мастера использовали при строительстве каменных храмов традиции деревянного зодчества, для которого было характерно многоглавие.

Древнейшим сохранившимся памятником древнерусского зодчества является 13-купольный кирпичный собор Св. Софии в Киеве (рис. 5.2), построенный при Ярославе Мудром (в 30-х гг. XI в.). Собор был богато украшен мозаиками и фресками, в том числе на бытовые темы.

Софийский собор стал образцом для новгородского и псковского зодчества последующих столетий.

К этому же периоду времени относится постройка в 1078 г. Успенского собора Киево-Печерского монастыря (собор частично разрушен в 1941 г., восстановлен в 1997 – 2000 гг.) и Троицкой Надвратной церкви (1075 г.). В 11 веке монастырь стал главным центром не только православия, но и научных и технических знаний на Руси, а уже в 12 веке получил почетное название Лавра (всего сейчас существует 5 монастырей-Лавр: три – в Украине (еще Почаевская Лавра в Тернопольской обл. и Свято-Успенская Святогорская Лавра в Донецкой обл.) и две – в России (Троице-Сергиевская и Александро-Невская)). В Лавре созданы и позднее обнаружены «Повесть Временных лет», «Киево-Печерский Патерик». В 1615 г. организована Киево-Печерская типография. С XI в. каменное строительство развивалось, в основном, за счет сооружения культовых зданий, во многом благодаря опыту, приобретенному при строительстве Киево-Печерской Лавры.

Современный вид Софийский собор и Киево-Печерская Лавра (рис. 5.3) приобрели после реконструкции в XVIII в.

В системе художественных ремесел, широко развитых в древнем Киеве, одним из самых популярных видов металлопластики было медное литье. Оно представлено, в основном, предметами из археологических находок. В большинстве случаев это кресты-энколпионы (рис. 5.4), иконки и змеевики, имевшие распространение преимущественно в районе Приднепровья и на западнорусских землях. Древнейшие образцы киевского художественного литья относятся ко второй половине XI в., но они иногда служили моделями для более поздних отливок. В то же время мастера создавали новые образцы.



Рисунок 5.2 – Собор Св. Софии в Киеве, XI в. Реконструкция



Рисунок 5.3 – Панорама Киево-Печерской Лавры. Фото XIX в.

Среди разнообразных художественных ремесел, процветавших в Киеве на рубеже XII – XIII вв., особенно славилось ювелирное дело, произведения которого сохранились преимущественно в составе многочисленных кладов, зарытых незадолго до трагических событий, вызванных монголо-татарским нашествием. Сейчас нам известны не только изделия в различных техниках, выполненные из золота и серебра, а также менее ценных металлов, но и большое количество литейных формочек. Некоторые из них потом были занесены ювелирами далеко на север.



Рисунок 5.4 – Бронзовый крест-энколпион

Одной из сложнейших художественных техник было искусство перегородчатой эмали. Оно представлено колтами, рясами, бармами, медальонами, энколпионами и диадемами. Исключительно тонкими по исполнению являются серебряные украшения с изображениями птиц и зверей в технике гравировки и черни.

Большая часть изделий, выполненных в технике чеканки, была связана с церковным обиходом и оказалась подвергнутой разграблению.



Рисунок 5.5 – Серебряный медальон, XII в.

Именно поэтому о произведениях мастеров того времени приходится судить по единичным, случайно уцелевшим образцам, таким как медальон с полуфигурным изображением Богоматери Оранты (рис. 5.5).

Ювелирные украшения для светского использования представлены не только браслетами, но и многочисленными перстнями, особенно имеющими на щитках изображения и владельческие знаки.

Славяне еще задолго до образования Киевского государства строили суда и использовали их для торговли и военных походов и были известны Риму и Византии как воинственный, храбрый и свободолюбивый великий народ под именем антов (рассеян). Византийцы высоко ценили их военное искусство и считали славян опасным противником. Истории хорошо известны плаванья и походы южных и восточных славян еще в IV – VII вв., когда флотилии славянских судов-однодеревок появились в Мраморном, Эгейском, Средиземном и Черном морях. Уже тогда Черное море арабы называли Русским морем.

Славянский флот в 610 г. осаждал Солунь, в 623 г. вел боевые действия против острова Крит, в 626 г. – против Константинополя.

В истории русского народа реки имели большое значение: они были удобными путями сообщения, способствовали развитию рыбного промысла и кораблестроения. Они помогли русским стать предприимчивыми мореходцами и способствовали объединению славянских племен в великий русский народ в их борьбе с иноземными захватчиками.

Племена, осевшие у верховьев рек, осваивали их устья. Речное судоходство было перенесено сначала на взморье, а затем и в открытое море. На протяжении нескольких столетий славяне, ведя борьбу с Византийской империей, пользовались морским путем для торговли, передвижения и нападения.

Англичане, фальсифицировавшие в своих «ученых трудах» историю русского флота, должны были признать, что русский флот имеет в действительности большие права на древность, чем флот английский. Они писали, что русские еще до появления первых британских кораблей на своих судах сражались в отчаянных морских боях и «первейшими моряками того времени были они, русские».

Флот Киевской Руси, несомненно, использовал, применив к своим условиям, навыки мореходства и кораблестроения античного периода.

В VII – IX вв. н. э. восточнославянские племена населяли громадное пространство в бассейнах рек Днепра, Западной Двины, Волхова, Оки и Днестра, доходя до устьев Дуная.

Особенно большое значение имел Днепр, который с давних времен являлся естественной коммуникацией для внутренних и внешних торговых сношений. Эти торговые отношения поддерживались посредством греческих колоний – Ольвии у лимана реки Буг, Херсонеса на юго-западном берегу Крыма, Пантикапеи (ныне Керчь) и других. По Днепру шел водный путь из Балтийского моря – по Неве, Ладожскому озеру, Волхову, озеру Ильмень и реке Ловать, затем волоком суда переправлялись в Днепр, а оттуда – в Черное море. На этом пути возникли два крупных торговых города – Новгород на севере и Киев на юге, которые и сделались центрами русской государственности.

Киевские князья, по свидетельству византийских летописцев, как и древние славяне, продолжали строить моносилы, т. е. суда-однодеревки,

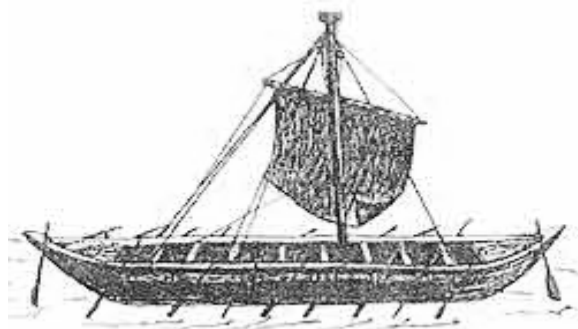


Рисунок 5.6 – Моносил

представлявшие собой ладьи, выдолбленные из крупного ствола липы или дуба с прибитыми к нему досками для образования надводного борта (рис. 5.6). Эти ладьи, длиной не превышавшие 20 м, были достаточно широки, высокобортны и могли вмещать до 40 человек. На таких ладьях спускались по Днепру до порогов, миновали их волоком, выходили в Черное море и затем под веслами и

парусами направлялись к греческим колониям или вдоль черноморского побережья до Византии. Славяне строили и более совершенные суда. Киевские князья имели покрытые ладьи, с палубой для защиты гребцов и воинов от поражения. Эти ладьи были крупными мореходными судами с парусным вооружением, которое широко использовалось русскими в дальних морских походах.

Стремление Византийской империи подчинить себе Киевскую Русь и несоблюдение Византией условий торговых и военных договоров влекли за собой походы киевских князей на Византию.

В 867 г. в походе под предводительством киевского князя Аскольда было до 200 судов, а в каждом судне помещалось 40 человек. По данным рурской летописи, подтверждаемой историческими документами других народов, в том числе и самой Византии, киевский князь Олег дважды ходил походом на Царьград.

Позднейшие походы князей Святослава на Дунай и Византию (970 г.) и Владимира на Корсунь (990 г.), причем у последнего число судов доходило до 350, свидетельствуют о том, что и в этот период своей истории русские продолжали строить суда.

Летописи указывают, что князь Изяслав в 1151 г. построил боевой палубный корабль. Гребцы на нем были укрыты под палубой, а воины находились на специальном помосте. В корме и в носу этого корабля были рулевые весла.

Можно отметить, что старые способы постройки судов дошли и до позднейших времен. В XVI и XVII вв. запорожцы боролись с турками на берегах Черного моря, так же, как древние славяне с Византией. По свидетельству современника, казацкие чайки («дубы») вмещали 50-60 человек с вооружением, имели длину около 20 м, ширину около 4 м и такую же высоту. Суда не имели киля, в основании было выдолбленное бревно, с боков они обшивались досками шириной 0,3 м во всю высоту борта. Они осмаливались снаружи и внутри, а поверх борта обносились толстым поясом, сплетенным из камыша, предохранявшим ладью от потопления при залипании водой, а людей от поражения. С каждого борта было по 10-15 весел; суда имели мачту с одним косым парусом, два руля для лучшего маневрирования и были вооружены 4-6 фальконетами.

Последовавший затем период феодальной раздробленности, нашествие татарских орд, завоевание Византии турками (1453 г.) и перенесение центра русской государственности в Москву на долгие годы прекращают сообщения Руси с Черным морем, отделенным от нее южными степями.

Хотя образовавшееся вскоре Московское государство и было отрезано от Черного моря, на Украине казаки из Запорожской Сечи вели борьбу с крымскими татарами и турками на берегах Черного моря в Крыму и на побережье Турции.

5.3 Промышленный переворот и капиталистическая индустриализация на Украине

К середине XIX века старые производственные отношения в Российской империи пришли в явное несоответствие с развитием экономики, как в сельском хозяйстве, так и в промышленности. Крепостной строй являлся тормозом экономического развития страны.

В помещичьи хозяйства проникали элементы капитализма, что проявилось в усилении товарно-денежных отношений, связей с рынком, в отдельных попытках применения машин, наемных рабочих, улучшения агротехники. Однако в целом хозяйство развивалось не за счет вложения капитала, а за счет усиления эксплуатации "живой собственности" – крестьян и за счет расширения реализации юридического права собственности на земли.

С конца 30-х годов в Российской империи начался промышленный переворот, который происходил бурными темпами. Применение сложных машин на фабриках было невозможно при крепостническом труде, так как крепостные крестьяне на помещичьих и приписных мануфактурах ломали и портили вводимые там новые механизмы. Поэтому для работы на машинах нанимали вольнонаемных рабочих. Но дальнейший рост применения наемного труда, а значит и всего производства, тормозился крепостническими отношениями. В стране не было свободных рабочих. А на фабриках нужны были постоянные квалифицированные рабочие.

В большинстве крупных стран Европы феодальные отношения были к этому времени уже ликвидированы, и они стали обгонять Россию по развитию промышленности.

Реформа 1861 года освобождала крестьян от личной зависимости от помещиков, но отнюдь не превращала их в полноправных граждан. Для Украины значение реформ было тем более велико, что до 1861 г. крепостные крестьяне составляли здесь около 42 % населения, в то время как в среднем по империи – всего 35 %. Да и сами возможности осмысления и выражения национальных особенностей и местных интересов украинцев расширялись, поскольку улучшалось качество образования, юридической защиты и местного самоуправления.

Развитие промышленности Украины нельзя рассматривать в отрыве от России в целом, ибо Украина была составной частью Российской империи. В то время русская и украинская буржуазия еще не имела капиталов, достаточных для развития отечественной промышленности. В украинскую промышленность хлынули иностранные капиталы. Главным образом капитал помещался в угольную и металлургическую отрасли.

Цены на продукцию этих отраслей росли, что обеспечивало максимальную прибыль. Иностранные капиталы содействовали на первых порах некоторому развитию угольной и металлургической промышленности на Украине. Но, хищнически используя богатства и рабочую силу, используя отнюдь не передовую рабочую технику, вывозя с Украины огромные прибыли, получаемые за счет безудержной эксплуатации населения, они вместе с тем сдерживали размах индустриализации страны, превращая ее в свою полуконию.

Иностранный капитал, разрушая на Украине докапиталистические производственные отношения, ставил ее экономику в зависимость от себя. Это является одной из особенностей промышленного переворота и капиталистической индустриализации на Украине.

За период с 1865 по 1890 годы число рабочих на крупных капиталистических предприятиях выросло более чем вдвое. Но важно знать, что развитие промышленности на Украине началось несколько позже, чем в Великороссии. Объясняется это тем, что Украина, до ее воссоединения с Россией в 1654 году, подвергалась жестокой эксплуатации и жестокому гнету. Производительные силы ее вследствие этого развивались крайне медленно.

К концу 19 века промышленность на Украине достигает своего наивысшего расцвета. К этому времени Донбасс покрывается густой сетью железных дорог.

В 1880-84 гг. была сооружена чрезвычайно важная для Донбасса магистраль – Екатерининская железная дорога, в 1893 году была построена Юго-Восточная железная дорога. Были также построены подъездные пути, связывавшие между собой главные промышленные центры Донбасса. Все это значительно облегчило вывоз продукции и дало ему новые заказы на металл и уголь. За период с 1891 по 1900 гг. было открыто большое

количество новых предприятий. С каждым годом возрастала концентрация рабочих.

Для того чтобы лучше осмыслить особенности капиталистической индустриализации, нужно отдельно рассмотреть некоторые отрасли промышленного комплекса страны.

1 **Каменноугольная промышленность и металлургия.** Строительство железных дорог на Украине увеличивало спрос на уголь. Цены на уголь быстро росли. В угольную промышленность Донбасса стал притекать иностранный капитал, поэтому добыча угля быстро поднималась. Возник вопрос о расширении возможностей для сбыта угля не только в различных районах страны, но и на важнейших рынках. В связи с этим в 1889 году был открыт Мариупольский порт. Широкая торговля донецким углем содействовала развитию парового угольного флота, медленно, но стало развиваться судостроение. Уже в конце 19 века в Донбассе и Криворожье возникли крупные предприятия, где первое место занимало Новороссийское общество каменноугольного, железного и рельсового производства, созданного английскими капиталистами (Дж. Юз). Усилилась разработка месторождений каменного угля.

Реформа 1861 года получила особенно большое развитие в Донбассе. За первое десятилетие после реформы добыча угля увеличилась в 2,6 раза, за второе – более чем в 5 раз. Увеличение добычи угля сопровождалось усилением концентрации производства в Донбассе. Так, в 1890 году в Донбассе было 768 шахт, в 1898 г. – 760 шахт, причем количество мелких шахт уменьшилось на 116, а крупных – увеличилось на 108. Крупнейшими предприятиями каменноугольной промышленности в Донбассе были Корсуньские копи Южно-Русского общества, Александровские копи Новороссийского общества, дававшие вместе 136 миллионов пудов угля. Удельный вес Донбасса в общей добыче угля России все более возрастал. В 60-х годах Донбасс давал 32,8 % общей добычи, в 90-х гг. – 50 % и в 1900 г. – 68,9 % угля. Выросла численность рабочих на каменноугольных копях. На протяжении 6 лет (1895 – 1900) количество рабочих, занятых в каменноугольной промышленности Донбасса, увеличилось с 32 523 до 82 420, т.е. более чем в 2,5 раза.

В Донбассе можно было установить современную технику угледобычи, механизировать процессы производства. Однако углепромышленники юга России (по большей части иностранцы) с целью сохранения высоких цен за счет сохранения отсталости Российской империи, пользуясь дешевой рабочей силой, ограничивались применением дедовской техники. Капиталисты пренебрегали элементарными правилами безопасности шахтеров, желая сэкономить деньги. Вследствие чего погибали сотни шахтеров, а тысячи искалеченных выбрасывались на улицу.

Если вспомогательные работы были кое-как механизированы, то добыча угля производилась вручную. Поэтому производительность была очень низкая, повышалась очень медленно, рост добычи угля достигался за счет увеличения числа рабочих.

С конца 19 века начинается разработка месторождений железных руд Криворожья. Центр добычи железной руды перемещается с Урала на юг России, на Украину. На протяжении 8 лет общеимперская добыча руды выросла в 8 раз, в частности на Урале в 4 раза, на Украине – в 15 раз. В связи с этим стали создаваться металлургические заводы, основывающиеся в связи с этим различные общества.

В 1895 году было основано Русско-Бельгийское металлургическое общество, построившее Петровский металлургический завод. В том же году основывается Донецко-Юрьевское металлургическое общество, тоже построившее металлургический завод.

В 1896 году основывается Никополь-Мариупольское горно-металлургическое общество. Им был построен трубный завод, созданный на американский капитал. Позже завод расширился. В 1897 году бельгийское общество «Провиданс» построило вблизи Мариуполя металлургический завод и несколько металлургических заводов в Донбассе. К началу 1900 года в Донбассе и Криворожье было уже 17 крупных чугунолитейных заводов. Вокруг них строилось много мелких и средних рудников и заводов, которых в 1895 году на Украине насчитывалось не менее 100. Таким образом, к концу 19 века основная масса чугуна производилась на Украине, вдвое больше, чем на Урале, т. е. центр металлургической промышленности Российской империи перемещается на Украину.

К множеству уже приведенных причин можно добавить благоприятные природные условия, а также более развитую сеть железных дорог. Южные заводы почти не производили рыночных товаров, а были заняты преимущественно казенными заказами. Рост горнозаводской промышленности сопровождался ростом концентрации производства. Вместе с ростом выплавки чугуна растет производство стали и железа. Около 80 % всего чугуна, выплавлявшегося в империи, поступало в переработку на полупродукт. В этот же период Украина становится основным районом производства рельсов (76 % от всей произведенной продукции в империи). Царское правительство усиленно покровительствовало рельсопромышленникам. Был запрещен беспошлинный ввоз рельсов иностранного производства. Государство покупало рельсы по повышенным ценам. Вследствие этого возникали новые рельсопрокатные заводы, укрупнялись старые. Вскоре по империи их было 11, из них 4 самых крупных – на Украине.

2 Развитие машиностроительной промышленности. Крупная машинная индустрия представляет высокую степень развития капитализма в промышленности. На Украине развитие машинного производства приобретает крупный размах только после реформы 1861 года. Однако и после нее крепостнические пережитки и засилье иностранного капитала тормозят развитие машинного производства.

Машиностроение и в дальнейшем оставалось самой отсталой отраслью народного хозяйства Украины. Почти все ввозилось из-за границы. Поворотным моментом в истории машиностроения является начало 90-х годов, когда начала быстро развиваться металлургическая база

машиностроения. Растет производство сельскохозяйственных машин и орудий труда, чего не было до реформы. Объясняется это тем, что до реформы феодальное хозяйство носило преимущественно натуральный характер и основывалось на ручной технике и даровой крепостной рабочей силе. Перемещение центра сельскохозяйственного машиностроения из северо-западного промышленного района на юг России – на Украину сопровождалось усилением концентрации промышленных предприятий. На Украине находилось 177 предприятий сельскохозяйственного машиностроения из 826 общеимперских, в эту цифру не входят кустарные предприятия.

Быстрое развитие сельскохозяйственного машиностроения свидетельствует о том, что капитализм на Украине, как и во всей России, уже полностью созрел и являлся тем фактором, которых вызывал все более возрастающее потребление машин в сельском хозяйстве. Применение машин в сельском хозяйстве вело к концентрации производства, распространению капиталистической кооперации в землевладении. Но оно было доступно только крупным хозяевам. Количество наемных рабочих сохраняется, их труд заменяется женским и детским трудом, который низко оплачивается.

И все-таки, несмотря на относительно быстрое развитие капитализма в сельском хозяйстве Украины, уровень сельскохозяйственного машиностроения был все еще далеко недостаточным. Тракторов, комбайнов не было. Второе место после производства сельскохозяйственных машин занимало на Украине транспортное машиностроение, которое было сосредоточено в Харькове, Луганске, Николаеве и некоторых других городах. Паровозы изготовлялись на Харьковском и Луганском заводах. Продукция этих заводов составляла 35 – 40 % всего выпуска паровозов в России.

Судостроительная и судоремонтная промышленность Украины была сконцентрирована в Одессе, Николаеве и Киеве.

Недостаточно оборудования выпускалось для химической и горно-металлургической отраслей промышленности Украины. Поскольку ручной труд был дешевле, чем машинный (разорявшиеся крестьяне продавали свою рабочую силу за гроши), тормозилось широкое применение капиталистами машинного производства. Тем не менее, отдельные капиталисты вводили у себя новые машины и передовые методы производства и добились повышения производительности труда выше среднего уровня, существовавшего в данной отрасли, поэтому они получали дополнительную прибыль.

5.3.1 Развитие народного хозяйства Украины в составе СССР

Территория Украины была полем последних крупных боев Гражданской войны. Завершение боевых действий против армии Врангеля и начало мирных переговоров с Польшей означало наступление новой полосы в истории Советского государства. Военный вопрос потерял свое значение.

Выдвинулась задача возрождения разоренной революционными потрясениями и войнами страны.

Производство промышленной продукции в Украине снизилось до одной десятой довоенного уровня. Из 11 тысяч предприятий в 1921 году действовало только 2552. Колоссальный ущерб понес и крупнейший в стране Донецкий угольный бассейн. Также на территории республики было уничтожено около 4 тысяч и частично выведено из строя более 2 тысяч километров железнодорожных путей. Многие районы Украины оказались буквально отрезаны от остальной страны.

Война тяжело сказалась и на сельском хозяйстве. Резко сократилось количество крупного рогатого скота, обнаружилась значительная нехватка сельхозмашин, инвентаря. Материальные потери, политическая нестабильность, многократные смены власти в украинской деревне привели к ухудшению обработки земли, падению урожайности, к сокращению на 15 % посевных площадей, а под зерновыми культурами – на одну треть. Экономические трудности были усугублены внутривластными осложнениями. В 1920 году проявилось решительное нежелание крестьянства терпеть продовольственную разверстку.

Огромную роль в этот переломный момент истории сыграл В. И. Ленин. Отбросив "военно-коммунистические" иллюзии, он пришел к выводу о необходимости удовлетворить желание крестьян заменить разверстку продовольственным налогом и предоставить возможность использовать оставшийся продукт по своему усмотрению. Так было положено начало новой экономической политике. НЭП был нацелен, прежде всего, на выведение советских республик из глубокого социально-экономического кризиса, на восстановление хозяйства и подъема народного благосостояния.

Практические меры по осуществлению НЭП на Украине были связаны, прежде всего, с реализацией закона о закреплении землепользования, принятого V Всеукраинским съездом Советов. Им предусматривалось использование крестьянами земель, отобранных у помещиков и кулаков, в течение 9 лет. Ранее эти участки земли закреплялись только на один год, и это лишило крестьян экономического стимула к серьезной заботе о производительном труде. Перемены в государственной политике были с удовлетворением встречены в украинской деревне. Уже в 1921 году началось оживление хозяйственной жизни, расширилась запашка (яровой клин увеличился на 18 % по сравнению с 1920 годом).

К сожалению, эти положительные перемены были во многом смяты тяжелой засухой. Урожай 1921 года составил в республике только 430,5 млн. пудов зерна, тогда как в 1920 году было собрано 768,5 млн. пудов. Засушливым для юга Украины оказался и следующий год. Недостаток хлеба в городе и селе привел к массовому голоду.

Даже после хорошего урожая 1923 года продовольственное положение на Украине оставалось сложным. Положение в сельском хозяйстве республики нормализовалось к концу 1924 года.

В период НЭПа осуществляется коренная реформа управления промышленностью. Схема управления отраслью приобрела такой вид: Высший совет народного хозяйства (ВСНХ) – синдикат – трест. ВСНХ, будучи освобожденным от оперативного руководства предприятиями, стал заниматься разработкой только планов развития промышленности в целом, осуществлением контроля за их выполнением, проведением единой технической политики. Синдикаты (созданные на паях хозрасчетные торговые объединения трестов) выполняли функции сбыта продукции, посредством заказов регулировали работу трестов. Основной же производственной единицей стали (до конца 30-х годов) хозрасчетные объединения – тресты. Они были наделены правами планирования, распределения средств, расстановки кадров. Тресты всецело отвечали за безубыточность своих предприятий (декретом от 10 апреля 1923 года было установлено, что государственная казна за долги трестов не отвечает). В конечном же счете это означало, что из пассивного объекта управления сверху государственное предприятие превращалось в активный субъект социально-экономической политики.

В УССР тресты стали создаваться осенью 1921 года. Среди первых были: "Химуголь" – на базе заводов и шахт Лисичанского района в Донбассе, "Югосталь", объединивший Макеевский, Петровский и Юзовский металлургические заводы, "Сахаротрест", Украинский текстильный трест и другие. В начале 1922 года Украинскому СНХ непосредственно подчинялось 24 треста, объединявшие 433 предприятия всех отраслей. Развитие новых экономических отношений обусловило восстановление кредитно-банковской системы. VI Всеукраинский съезд Советов еще в декабре 1921 года отметил, что создание и укрепление регулярно работающего аппарата "является делом первой важности". В период НЭПа были заметны перемены в системе организации производства. Было ликвидировано уравнильное распределение при оплате труда, натуральное снабжение рабочих постепенно заменено зарплатой, учитывающей качество и количество работы. Внедрение принципа оплаты за труд дало огромный эффект. По подсчетам экономиста С. Г. Грунилина, "эффективная", т.е. зависящая от напряженности труда, доля заработка составляла в 1920 году всего 5,6 %, в 1921 – 23 %, а в 1922 – 71,8 %. Одновременно были приняты меры к вытеснению частного капитала из оптовой торговли на селе, к замене его кооперацией. Результатом всех этих усилий явилось снижение оптовых цен на промышленную продукцию Украины на одну треть уже весной 1924 года, а на некоторые товары крестьянского потребления цены стали еще ниже.

В 1926 году были реконструированы доменные печи на Днепропетровском и Краматорском металлургических заводах. В Макеевке была построена новая, крупнейшая в стране, полностью механизированная печь. Развивалось коксохимическое производство. Уже в 1925-26 годах Украинской ССР было выполнено 89 % всесоюзного производства чугуна, 53 % стали и 57 % проката черных металлов. В республике интенсивно

развивалось машиностроение, особенно сельскохозяйственное. Новой отраслью стало тракторостроение. Кстати, первый отечественный трактор был создан еще в 1921 году на заводе № 14 пос. Кичкас. В 1923 году усовершенствованный образец трактора "Запорожец" был отправлен в Москву. В это время уже на пяти заводах республики начались работы по выпуску тракторов. Подъем промышленности требовал значительного развития энергетической базы.

К концу 1925 года на Украине были восстановлены и расширены все перспективные электростанции, превысившие теперь довоенную мощность на 27 %. В ноябре 1926 года ЦК ВКП(б) принял решение о строительстве Днепрогэса. А всего в 1927-28 годах на Украине сооружалось 50 электростанций, в том числе Харьковская, Луганская, Артемовская и другие. Большое значение имело восстановление каменноугольной промышленности Донбасса. В 1925 году началось наращивание капиталовложений.

К концу 1925 года ВСНХ СССР разрешил тресту "Донуголь" приступить к закладке 45 новых и реконструкции 39 старых шахт. Целенаправленные усилия по восстановлению Донбасса обеспечили достижение поставленной цели – в 1928-29 годах было добыто 30,73 млн. тонн угля и антрацита (28,68 млн. тонн угля в 1916 г.). В первой половине 20-х годов объемы промышленной продукции прирастали довольно быстро (1922 год – на 43 %; 1923 – на 30 %; 1925 – на 62 %). Однако тогдашние экономисты справедливо указывали, что такие темпы не являлись свидетельством качественного роста индустрии. Они создавались за счет введения в действие не использованного еще основного капитала (машин, производственных зданий и т. п.), созданного еще до революции. К середине 20-х годов стало ясно, что источник расширения производства практически уже исчерпан. Кроме того, износ основного капитала в украинских республиканских трестах составлял 50 %. Дальнейший рост промышленного производства становился возможным лишь на началах модернизации имевшихся предприятий и крупномасштабного нового строительства. В 1928-29 годах окончательно стало ясно, что в промышленности, как и во всем народном хозяйстве, нет достаточно свободных ресурсов для продвижения крупных заявленных программ индустриализации.

Индустриализация и коллективизация на Украине

Новая экономическая политика была непопулярной в правящей партии. Большинство партийного аппарата мечтали о возвращении к командным методам управления хозяйством, испытанным во время гражданской войны. Они считали, что диктатура, воплощенная партией в общественно-политической жизни, должна распространяться и на экономическую жизнь. Атаки на НЭП происходили под лозунгами преодоления экономической отсталости и преобразования страны в высокоразвитую индустриальную державу. Это были очень удобные лозунги, так как объективная

необходимость индустриализации страны действительно существовала. К исходу первого десятилетия СССР оказался на той же стадии индустриального развития, которой Россия достигла накануне войны и революции. Промышленность давала лишь 20-25 % национального дохода, тогда как сельское хозяйство давало около 50 %, в нем было занято едва ли не 80 % работающего населения страны, причем велось оно исключительно домашним способом. Объем промышленной продукции, выпускавшийся в то время, даже по абсолютной величине существенно уступал соответствующим показателям всех индустриальных держав. Отсюда вытекала потребность в решительных и быстрых индустриальных преобразованиях.

Всеобщая индустриализация, предполагающая не просто увеличение роли промышленности, но переход от домашнего к индустриальному технологическому типу производства во всех отраслях экономики, становилась в данных условиях главной задачей народнохозяйственного развития. Сталинский план форсированной индустриализации с самого начала включал меры принуждения крестьянства. Государство, владеющее практически всей промышленностью и определяющее положение на аграрном рынке, устанавливало высокие цены на промышленные товары, употребляемые деревней, и низкие на сельскую продукцию, вынуждая крестьян платить нечто вроде "дани", дающей средства для индустриализации. Подобное перекачивание из фонда потребления сельского населения в фонд промышленного накопления неизбежно должно было столкнуться с попытками крестьянства сократить продажу сельскохозяйственной продукции государству и добиться изменения цен. На исходе 20-х годов партии и ее руководящему ядру предстояло сделать выбор между двумя вариантами социалистического индустриального преобразования общества. Один вариант предполагал сохранение товарно-денежных основ НЭПовской экономики и проведение сравнительно плановой, так сказать, органической индустриализации, в которой темпы задаются сочетанием промышленного роста с ростом благосостояния и постепенным добровольным кооперированием крестьянства. Второй вариант представлял план форсированной индустриализации, в которой основной упор делается на высокий темп промышленного развития, и ради этого признается допустимость снижения жизненного уровня, возможность стремительного проведения сплошной коллективизации с помощью любых средств, целесообразность перехода от экономических к командно-административным методам управления.

После нелегкой и сложной борьбы выбор был сделан в пользу форсированной индустриализации. "Великий перелом" 1929 года в действительности означал поворот к старым военно-коммунистическим методам организации общественной жизни. Он был связан, прежде всего, с демонстрацией НЭПа, ликвидацией многоукладности экономики и всеохватывающим огосударствлением. Только в таких условиях производством и другими общественными процессами можно было управлять из одного центра методом политического диктата. НЭПовская экономика с ее хозяйственной

свободой и разнообразием, экономика, которая саморегулировалась на основе товарно-денежных отношений, не вписывалась в сталинскую модель социально-экономических преобразований. В народнохозяйственном плане первой пятилетки отмечалось, что успех индустриализации СССР в ближайшее время в значительной степени обусловлен тем количеством черного металла, которое сможет дать металлургическая промышленность Украины. Республика была главным поставщиком каменного угля. Руководство республики согласилось с запланированными союзным правительством показателями, согласно которым почти половину всего производства в 1931 году чугуна, стали, проката должна дать промышленность Украины. В действительности, ее промышленность работала на грани возможностей.

"Подстегивание" страны не помогло выполнить пятилетний план. В частности, планом предусматривалось увеличить добычу донецкого угля с 27 до 53 млн. тонн. В ходе сталинского "броска" задание Донбассу увеличили до 80 млн. тонн, но фактическая добыча составила 45 млн. тонн. Выплавка чугуна должна была увеличиться в три раза и составить в 1933 году 6600 тыс. тонн, но фактическая выплавка чугуна в 1933 году составила 4302 тыс. тонн. И, тем не менее, с точки зрения промышленного развития первый пятилетний план был благоприятным для Украины. На нее приходилось свыше 20 % общих капиталовложений, из 1500 новых промышленных предприятий 400 предполагалось соорудить на Украине. Среди промышленных объектов выделялись 35 гигантов стоимостью свыше 100 млн. руб. каждый. Из них на Украине размещалось 12 объектов – 7 новостроек и 5 реконструированных предприятий.

К новостройкам относились три металлургических завода ("Запорожсталь", "Криворожсталь", "Азовсталь"), Днепрогэс (рис. 5.7), Днепроалюминийстрой, Краммашстрой и ХТЗ.

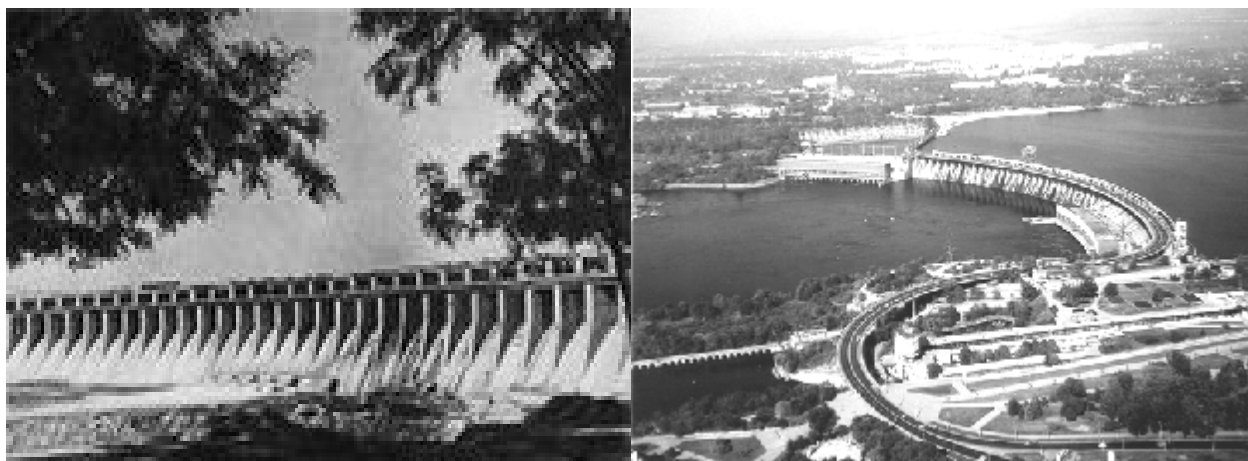


Рисунок 5.7 – Днепрогэс, фотография 1947 г., и современный вид плотины

Днепровская гидроэлектростанция, построенная в 1932 году силами 10 тыс. рабочих, была крупнейшей в Европе. Гигантами среди

реконструированных объектов были Луганский паровозостроительный завод и четыре металлургических завода (в Макеевке, Днепродзержинске, Днепропетровске, Коммунарке). Благодаря усиленному строительству электростанций страна еще в 1931 году достигла уровня развития электроэнергетики, предусмотренного планом ГОЭЛРО. Первая очередь Штеровской ГЭС на Украине, которая вошла в строй весной 1926 года, имела мощность 20 тыс. кВт. В 1931 году мощность Штеровки была доведена до 157 тыс. кВт, в результате чего она стала одной из самых больших в стране. В 1932 году начали работать Зуевская ГЭС мощностью 150 тыс. кВт и Днепровская ГЭС с пятью агрегатами по 62 тыс. кВт каждый (четыре агрегата такой же мощности вошли в строй в годы второй пятилетки).

Решение о строительстве Харьковского тракторного завода было принято в апреле 1930 года. Завод сооружался быстрыми темпами: первые тракторы сошли с конвейера через 18 месяцев после правительственного постановления. В 1932 году тракторостроители города Харькова дали стране 16,8 тыс. тракторов.

Краматорский машиностроительный завод представлял собой гигантскую стройку в отрасли машиностроения на Украине. Он должен был удовлетворить потребность страны в оборудовании для металлургической промышленности. Первая его очередь вошла в строй в 1934 году. Реконструированный паровозостроительный завод в Луганске по проектной мощности равнялся наибольшему в мире заводу компании "Америкен локомотив". Он мог выпускать 2100 паровозов в пересчете на мощность серий, которые выпускались до революции, т. е. значительно больше всех заводов царской России вместе взятых. Запорожский завод "Коммунар" стал наибольшим в мире предприятием по производству зерновых комбайнов, а киевский завод "Ленинская кузня" – одним из крупнейших в стране предприятий речного судостроения. В первой пятилетке предусматривалось создание ряда комбинатов по производству азотных удобрений. На Украине планировалось строительство шести азотно-туковых заводов. Однако эта программа сократилась и была растянута на длительное время. На Горловском азотно-туковом заводе выпуск удобрений был налажен в конце второй пятилетки, на Днепродзержинском – в третьей.

В пищевой промышленности возникли новые отрасли – маргариновая, маслодельная, комбикормовая, хлебопекарная. Было построено 67 механизированных заводов, пять больших мясокомбинатов. В 1932 году стал в строй Херсонский консервный завод проектной мощностью 128 млн. условных банок в год. В сахарной промышленности планом первой пятилетки предусматривалось строительство 11 новых предприятий.

Но со временем выяснилось, что сельское хозяйство не сможет обеспечить сырьем такой прирост мощности. Всего было построено только три сахарных завода – Веселоподолянский (1929 г.), Лохвинский (1929 г.), Купянский (1937 г.). Практически заново на Украине создавалась легкая промышленность. В Киеве, Харькове и Днепропетровске вошли в строй крупные обувные фабрики с конвейерным производством, в Одессе,

Харькове, Киеве – трикотажные фабрики. Однако спрос постоянно опережал производство товаров народного потребления. Развитие легкой и пищевой промышленности значительно отставало от тяжелой индустрии вследствие меньших масштабов капитального строительства и отставания сырьевой базы. Индустриализация вызвала существенные изменения в структуре народного хозяйства. В частности, изменилось соотношение между промышленностью и сельским хозяйством в общей продукции народного хозяйства. Однако в результате заниженных цен на сельскохозяйственное сырье и, соответственно, завышенных цен на продукцию промышленности, которая перерабатывала это сырье, установить реальное участие промышленности и сельского хозяйства в создании национального дохода было практически невозможно.

В результате индустриализации Украина опередила по уровню развития отраслей тяжелой промышленности ряд западноевропейских стран. Она заняла второе место в Европе (после Германии) по выплавке чугуна, четвертое место в мире по добыче угля. По производству металла и машин Украина была впереди Франции и Италии, догоняла Англию. Однако за блестящим внешним фасадом индустриализации советского типа таились неутешительные экономические результаты. К тому же, поскольку развитие промышленности (особенно ее добывающих и металлургических отраслей) базировалось на экстенсивных факторах хозяйствования, на несовершенной технике и технологии, уже тогда когда в экономику были заложены основы экологической катастрофы в республике.

5.3.2 Развитие промышленности Украины в 40 – 60-е годы

Неисчислимы бедствия принесла война украинскому народу. Колоссальный ущерб был причинен народному хозяйству республики. Практически полностью были выведены из строя промышленные предприятия, электростанции, шахты, железные дороги, было разрушено и сожжено множество городов и сел, уничтожена материально-техническая база сельского хозяйства. А перед Великой Отечественной войной Украина по объему производства и уровню технологического оснащения значительно опережала ряд развитых капиталистических стран.

Перестройка народного хозяйства на военный лад происходила в сложных условиях быстрого приближения фронта и необходимости организации эвакуации на восток страны оборудования заводов, фабрик, техники совхозов и колхозов, сырья, материалов и миллионных масс населения. Эта работа была выполнена в чрезвычайно сжатые сроки. В результате уже в первом полугодии 1942 года почти все перебазированные с Украины предприятия работали на полную мощность и вносили большой вклад в развитие народного производства, в победу над фашизмом.

Восстановительные работы на Украине начались в конце 1943 года и в меру освобождения республики от оккупантов приобретали все более

широкий размах. Важнейшая особенность восстановительного периода в развитии народного хозяйства Украины состояла в том, что ее экономика опиралась на возросшую и окрепшую экономику всей страны и, в частности, восточных районов, не пострадавших от военных действий. Это обусловило исключительно быстрые темпы восстановления и развития промышленности Украины на значительно более высоком техническом уровне, чем до войны.

В ходе восстановления промышленности осваивались новые виды сырья, техники, технология производства новых видов продукции. Одновременно с возрождением разрушенных предприятий строились новые и создавались не существовавшие до войны отрасли промышленности. Одной из характерных черт восстановления было обеспечение нужд оборонной промышленности отечественного производства. На это были направлены все усилия рабочих, ученых, инженерно-технических работников. Восстановление народного хозяйства Украины, как и других районов страны, пострадавших от войны, проходило на основе тесного сотрудничества и взаимопомощи союзных республик. На Украину со всех концов страны непрерывным потоком шли эшелоны с оборудованием, стройматериалами, семенами, скотом, прибывали квалифицированные специалисты, рабочие. Возвращались в строй гиганты металлургии, такие как "Азовсталь". Была восстановлена Днепровская ГЭС, в восстановлении которой принимали участие трудовые коллективы 120 промышленных предприятий страны. Уже в марте 1947 года был получен ток от первого агрегата станции, а в 1950 году Днепровская ГЭС была полностью восстановлена, и ее мощность превысила довоенную.

В годы 4-й пятилетки были почти полностью восстановлены все шахты, металлургические заводы Донбасса, Приднепровский машиностроительный завод, химические и другие предприятия. Произошла резкая механизация угольной промышленности, широкое распространение получили автоматические и полуавтоматические станки, станки с программным управлением, мощные кузнечно-прессовые установки. Характерными чертами послевоенного восстановления были опережение темпов развития производства (группа "А") в промышленности, ускоренный рост производственных мощностей и основных фондов, повышение уровня производительности труда, его механизации и производительности. К концу пятилетки в республике производилось больше, чем до войны, проката черных металлов, железной руды, электроэнергии, минеральных удобрений, почти столько же, как и до войны, стали, чугуна, каменного угля и других важнейших видов промышленной продукции. Объем валовой продукции промышленности Украины на протяжении 1946 – 1950 гг. превысил объем довоенного 1940 г. на 15 %, в том числе металлургии – на 16 %, машиностроения и металлообработки – на 44 %, промышленности стройматериалов – в 2,3 раза. Среднегодовые темпы прироста промышленной продукции республики почти в 1,5 раза превысили общесоюзные показатели, что соответствовало установленным планам развития отдельных экономических

районов страны на 4-ю пятилетку. Производство электроэнергии возросло на 23 %. За годы четвертой пятилетки значительно увеличился выпуск продукции легкой, пищевой и местной промышленности.

Так, довоенный уровень по производству сахара в 1950 г. был превышен на 4 %, масла растительного – на 85 %, мяса – на 25 % и т. д. Выпуск валовой продукции предприятий местной промышленности возрос в 1,8 раза. Несмотря на некоторое снижение удельного веса промышленного производства Украины, в связи с увеличением роли Урала и Сибири, в конце четвертой пятилетки она давала около 48 % общесоюзного производства стали, 33 % проката, 53 % железной руды, 30 % угля, 38 % металлорежущего оборудования, 71 % сахара и т. д. В сельском хозяйстве республики начало выполнения 4-й пятилетки осложнилось жесточайшей засухой 1946 года. Однако ее последствия были быстро ликвидированы, и уже в 1947 году уровень сельского хозяйства достиг довоенного уровня.

В период 1956 – 1960 гг. происходило дальнейшее ускорение темпов развития тяжелой индустрии, особенно электроэнергетики и машиностроения, повышение эффективности использования природных ресурсов, вовлечение в производство новых источников сырья, топлива и электроэнергии. Особенное внимание обращалось на ускорение технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства и на дальнейшее совершенствование организации промышленного производства на основе расширения специализации и кооперирования. Валовая продукция Украины в годы шестой пятилетки в 3,7 раза превысила уровень 1940 года. Общий объем капитальных вложений по всем источникам финансирования увеличился в 7,7 раза.

После окончания Великой Отечественной войны на территории Украины было построено 2,5 тысячи магистральных железных дорог, а вся железнодорожная сеть реконструирована. Грузооборот железнодорожного транспорта возрос с 85 млрд. тонно-километров в 1950 году до 428 млрд. тонно-километров в 1973 году. Большие работы были проведены и по развитию морского и речного транспорта. Черноморское и Азовское пароходства пополнялись высокомеханизированными портами. Грузооборот этих пароходств увеличился с 1,2 млрд. тонно-миль в 1945 г. до 107 млрд. тонно-миль в 1973 г. В эти годы также была создана широкая сеть трубопроводного транспорта. Это дало возможность осуществить газификацию большого количества городов республики и предприятий крупных промышленных районов. В 1962 году в Украине была введена в эксплуатацию первая очередь магистрального нефтепровода "Дружба", поставлявшего нефть в страны СЭВ. Экономика Украины в 40 – 69-е гг. достигла высокого уровня развития. Значительно возросла производительность труда, улучшилось использование капитальных вложений и основных фондов, повысилась эффективность производства, возрос материальный и культурный уровень жизни народа.

5.3.3 Экономика Украины в условиях перестройки (1985 – 1990) и переход Украины к рыночному хозяйству

Истоки последующего кризиса в стране, который наложил свою суровую печать на все стороны жизни, неотделимы от процессов, происходивших в СССР в 1985 г. С начала 80-х годов кризис в СССР распространился на все сферы жизни. Экономика хронически не обеспечивала потребности страны. Из года в год падал уровень жизни населения. Снижение цен на нефть и природный газ на мировом рынке и агрессия в Афганистане нанесли разрушительный удар по и без того критическому экономическому положению.

Эта критическая ситуация заставила нового генерального секретаря ЦК КПСС М. Горбачева на апрельском (1985 г.) пленуме ЦК КПСС заявить о смене экономической, социальной и внешней политики. Был взят курс на так называемую "перестройку". Целью новой политики было повышение темпов и эффективности развития экономики на базе ускорения научно-технического прогресса, технического перевооружения и реконструкции производства, интенсивного использования созданного производственного потенциала, совершенствования системы управления, хозяйственного механизма и достижение на этой основе дальнейшего подъема благосостояния народа.

Но первые шаги перестройки не принесли с собой существенных перемен. Состояние экономики в этот период в Украине – кризисное. Это означало, что ее развитие, долгое время шедшее по экстенсивному пути, исчерпало свои возможности и не обеспечивало необходимых темпов производства. Более того, народное хозяйство за годы перестройки не смогло выйти на мировые рельсы и не справилось с заданиями, которые верстались уже в новых условиях, исходя из новых позиций. Кризис еще больше усугубился.

Сформированная под активным влиянием извне монетарная банковско-финансовая, налоговая и ценовая политика "гиперинфляционного шока", тормозя стабилизацию и развитие товаропроизводства и даже стимулируя его спад, одновременно способствовала обогащению господствующего меньшинства как экономической опоры нового порядка. Причем процесс этот происходил не путем и не за счет активизации здорового предпринимательства и стимулирования высокопроизводительного производительного труда, а за счет примитивного ограбления государства, спекуляции его товарными ресурсами, использования эмиссионного и инфляционного бума, долларизации денежного обращения для различных банковско-финансовых махинаций, обнищания большинства населения, то есть криминогенным путем.

И эта цель была быстро и успешно достигнута, минуя экономически здоровую почву увеличения богатства за счет развития конкурентоспособного товарного производства.

Почти во всех производственных и социальных сферах были утрачены возможности осуществлять своевременные взаимоплатежи и даже обычные рыночные акты купли-продажи. Последние подменяются или бартерными операциями, или увеличением взаимной задолженности предприятий. Крайне отрицательно повлияли также на платежи, с одной стороны, бурный подъем цен на продукцию выше реальной стоимости ее производства и сбыта самими товаропроизводителями (особенно – монополистами, которые даже и не подозревали, что такой невероятный рост цен вернется им бумерангом), а с другой – отсутствие надлежащего банковско-финансового регулирования и контроля денежного обращения, сбалансированности движения цен и платежеспособности, жесткой платежной дисциплины.

Таким образом, фундаментом новой экономической стратегии Украины на этом этапе являются:

- экономический интерес человека к свободному предпринимательству, развитию товарного производства и рынка, которое обеспечивают конкретные собственники-хозяева, выпускающие товары и услуги в структуре, в качестве и стоимости под потребительский спрос;
- научно-технический прогресс с применением активной инновационной, инвестиционной и структурной политики;
- переход на принципиально новую модель экономики макро- и микроэкономического уровней, равноправное функционирование разных форм собственности и хозяйствования, крупных, средних и мелких его систем, конкурентоспособных на внутреннем рынке;
- знание и умение осуществлять современный бизнес на здоровой экономической основе, управлять этим сложным процессом, пользуясь законами воспроизводства и рынка, рыночной конкуренции;
- высокая культура, организованность и дисциплина во всех сферах человеческой деятельности.

6 ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕГОДНЯ

Произошедшие в последние десятилетия изменения в геополитике существенно изменили структуру мирового экономического сообщества, что, в свою очередь, повлияло как на распределение производственных сил, так и на структуру инженерной деятельности вообще. Начиная с середины 20 века (начало НТР), постепенно происходит смещение акцентов в сторону инновационных технологий, позволяющих нестандартным, не существующим до этого способом (как правило, более дешевым в процессе производства) получить определенный товар или ресурс. В первую очередь, это связано с ограниченностью природных ресурсов и, как следствие, их возрастающей стоимостью. Поэтому основной экономической целью наукоемких технологий является получение более дешевых, в сравнении с традиционными, ресурсов (энергии, продуктов питания, материалов и т. д.)

Посмотрим на современное состояние инженерной деятельности с другой стороны. В настоящее время во всем мире естественные науки воспринимаются в их тесной связи с техникой. Финансирование естественно-научных исследований осуществляется, в первую очередь, ради получения теоретических знаний, в расчете на возможность их практического приложения. Речь идет о техническом развитии как комплексном, многомерном явлении.

С точки зрения дальнейшей перспективы технику можно рассматривать как элемент хозяйственных процессов. Ведь любая хозяйственная деятельность имеет целью оптимальное использование наличных или добываемых ресурсов, техника же в этом процессе предназначена для мобилизации и умножения имеющихся ресурсов и открытия новых. Эта взаимосвязь принципиальна и потому действенна независимо от идеологических, политических и хозяйственных структур, господствующих в обществе.

В целом, процессу технизации свойственно следующее. Общество, характеризуемое определенными культурными воззрениями, правовыми институтами, социальными структурами и политическими силами, в рамках экономических процессов, на основе данных технологических знаний и умений, с учетом определенных ценностных и целевых представлений при использовании материальных ресурсов создает и применяет технические системы: этот процесс затем, в свою очередь, влияет на вышеназванные области и тем самым – на дальнейший ход технизации.

Возвращаясь к анализу современного состояния в развитии инженерной деятельности, можно выделить два главных взаимообусловленных аспекта ее развития. Первый — это автоматизация существующего производства. С понятием автоматизации производства связывают самые различные явления – от автоматического станка до автоматизированного производства. Здесь автоматизация производства понимается как возможность резкого ускорения производства, того производства, которое существует



Рисунок 6.1 – Современный станок с программным управлением

сейчас, то есть такое изменение современного производства, которое приводит только к количественным изменениям. Но масштабы этих количественных изменений такие, что приводят к противоречиям качественной стороны современной машинной индустриальной техники (на рис. 6.1 – современный станок с ЧПУ).

Второй — это реализация систем проектирования изделий и технологий их изготовления.

Комплексное решение всех трех задач: автоматизация производства, проектирование изделий и проектирование технологий – позволяет обеспечить «технологическую свободу» человека.

На выручку традиционным отраслям производства приходят новые технологии, а порой и новые отрасли производства.

6.1 Биотехнология и генная инженерия

Практически, как и в любой другой отрасли знания, накопление информации о биологических закономерностях наследственности и изменчивости происходило на протяжении многих лет. Биотехнологии (в широком понимании — технологии производства биологических объектов, в том числе сельское хозяйство, животноводство и т. д.), применяемые человеком, меняются в соответствии с накопленными знаниями.

Значительные возможности биотехнологии в решении коренных социально-экономических проблем современного общества, многоаспектность ее влияния на общество (производство, сельское хозяйство, медицину, решение глобальных проблем, общественное сознание) позволяют рассматривать научные исследования в этой области как приоритетные.

Структурная организация современной биотехнологии (включающая связи со многими областями биологии, с химией, физикой, математикой, с техническими науками, инженерно-технологической деятельностью, с производством) позволяет интегрировать в ее рамках естественнонаучные, научно-технические знания и производственно-технологический опыт. При этом формы интеграции науки и производства, осуществляемые в рамках биотехнологии, качественно отличаются от форм интеграции, реализуемых во взаимодействии других наук с производством.

Во-первых, технические приемы используются в таких областях биологии, которые уже явились результатом интеграции с физикой, химией, математикой, кибернетикой, – генная инженерия, молекулярная биология, биофизика, бионика и др. В результате, формирование понятий биотехнологии, носящих синтетический характер, отражает определенный момент в движении к системе общетехнических понятий, охватывающей, кроме традиционных, новые виды технических объектов, технической деятельности.

Во-вторых, в форме биотехнологии задается ориентация развития нового технологического способа производства, в котором существовала бы фаза, направленная на восстановление нарушенного природного равновесия. Биотехнология и в этом, экологическом, отношении проявляет свои преимущества: она способна функционировать таким образом, что возможно использование полученных на отдельных стадиях синтеза продуктов в сложных циклах производства, т. е. появляется возможность разработки безотходных производственных технологических процессов.

Наиболее перспективной областью биотехнологии является генная инженерия. Под генной инженерией понимают направление в молекулярной биологии и генетике, конечной целью которых является получение организмов с заданными свойствами (в том числе не встречающимися в природе). Кроме этого, важным элементом генной инженерии является способность проявлять определенные свойства в последующих поколениях организмов.

Диаметр двойной спирали ДНК
20 ангстрем



Рисунок 6.2 – Спираль ДНК

Начальные работы американских ученых Уотсона и Крика (1953 г.) дали возможность развиваться генной инженерии как самостоятельной науке. Суть открытий этих ученых заключается в том, что перед делением клетки двойная спираль ДНК разделяется (рис. 6.2), и ферменты-полимеры собирают точную копию материнской ДНК. Таким образом, перед делением в клетке появляются две совершенно одинаковых спирали ДНК, одна из которых в последствии попадает в дочернюю клетку. После

этого дочерняя клетка несет ту же информацию, что и материнская, а, значит, выполняет те же функции. Такой тип реакции в клетках живого организма был назван матричным синтезом. Одна молекула — матрица, а вторая строится по ее программе.

«Инструментом» генной инженерии являются ферменты — белки, каждый из которых является катализатором определенной биохимической реакции. Именно они могут «найти» определенную последовательность нуклеотидов ДНК, «разрезать» там молекулу, или, наоборот «заштопать» дыру в цепи ДНК. То есть, правильно подобрать фермент — значит получить желаемый результат.

Еще в 70-х годах 20 века молекулярная генетика достигла определенной степени «завершенности». В этот период главными объектами исследований были микроорганизмы. Сейчас область применения генной инженерии намного шире. Значительный прогресс достигнут в области создания новых продуктов для медицинской промышленности и лечения болезней человека. Фармацевтическая промышленность в настоящее время занимает не только лидирующие позиции в мире по объему производства, но и по количеству финансовых средств, вложенных в научные исследования в области генной инженерии.

В настоящее время фармацевтика включила в сферу своей деятельности выведение и производство новых сортов сельскохозяйственных растений и животных, получение химических веществ и добавок для быта

и строительства. Однако, основной сферой применения генной инженерии все же являются медицинские препараты.

Разработка и производство генных и ДНК-вакцин — одно из приоритетных направлений мировой генной инженерии. Это связано с тем, что до настоящего времени не существует эффективных вакцин против многих опасных заболеваний.

Кроме того, появляются новые, лекарственно-устойчивые формы традиционных вирусов и микроорганизмов, по сути, созданных человечеством путем искусственного отбора. При влиянии определенного препарата большинство микроорганизмов данного вида гибнет, но находятся и такие, которые выживают, благодаря какой-либо мутации (изменению генного аппарата). В последующих поколениях присутствуют уже только эти формы (остальные вымерли). Таким образом, при действии определенным «убивающим» препаратом на микроорганизмы нами создается новая их форма, устойчивая к нему. Это основной принцип выживаемости видов — нет двух абсолютно одинаковых особей, тогда в изменившихся условиях хотя бы часть из них будет способна выжить.

Так человечество создавало (и создает) новые, более опасные (т. к. устойчивые к традиционным формам воздействия) заболевания, микроорганизмы, растения, насекомых-вредителей. Чтобы с ними справиться, уже нужны знания более высокого порядка, кроме этого, ведь нужно еще осознать, как вести дальнейшую борьбу, не создавая при этом еще более опасные формы.

Генотерапия, как форма генной инженерии, направлена на диагностику и лечение наследственных и приобретенных (в том числе онкологических) заболеваний человека, животных, растений. В основе механизма лежит контролируемое изменение материала клеток, приводящее к исправлению наследственных и приобретенных генетических дефектов живого организма. Адресная доставка корректирующего генетического материала к клеткам-мишеням в организме, несущим в своем геноме дефектный ген, является одной из важнейших технологических задач генной инженерии, которая на сегодняшний день решена для ограниченного круга задач.

Одним и камнем преткновения в развитии генной инженерии стал процесс клонирования (получения генетически идентичных копий) животных. Генетическое клонирование животных, прежде всего, сельскохозяйственных, имеющих те или иные выдающиеся показатели продуктивности, безусловно, открывает заманчивые перспективы в селекции. Однако цель первых экспериментов клонирования была исключительно теоретическая — выяснить реконструктивную способность яйцеклеток после трансплантации в них ядра (гена) взрослой особи, то есть, способна ли такая яйцеклетка обеспечить полное развитие, подобно оплодотворенной. Первые попытки применения подобной методики, начиная с 80-х годов, были безуспешными. Однако в 1996 году группа шотландских исследователей под руководством Яна Уильмута, базируясь на работах американских ученых

Кифера, Метьюза и Фёрста, получила положительный результат, выразившийся в рождении овцы Долли (рис. 6.3), которая развилась из ооцита (яйцеклетки), у которого собственное ядро было заменено на ядро, полученное из молочной железы взрослой овцы. В теоретическом плане эта работа показала, что в процессе развития геном не претерпевает каких-либо необратимых изменений, более того, возможно репрограммирование генома.

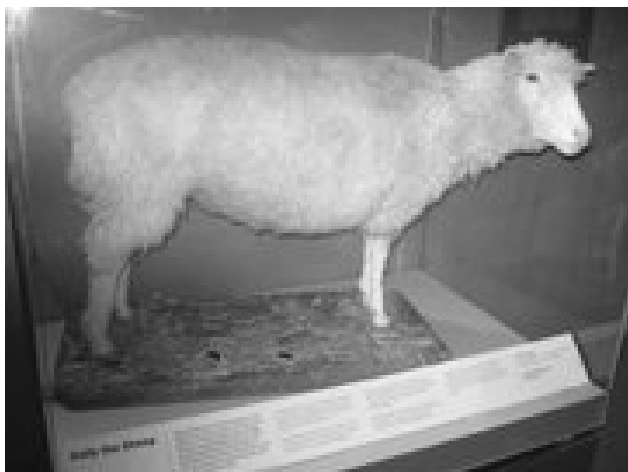


Рисунок 6.3 – Мумифицированные останки Долли в Эдинбургском королевском музее

Долли умерла 14 февраля 2003 года от прогрессирующего заболевания лёгких, вызванного ретровирусом. Такие заболевания обычно проявляются лишь у пожилых овец (средняя продолжительность жизни овцы 10-12 лет). Однако нет доказательств того, что ранняя смерть животного была вызвана преждевременным старением; у овец, почти постоянно содержащихся в закрытом помещении, риск этого заболевания сильно возрастает (а Долли из соображений безопасности практически не выводили пастись с другими овцами).

В лаборатории генетических основ онтогенеза Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук были впервые получены гибридные (от разных животных) клоны клетки, после инъекции которых была получена серия химерных животных и доказана возможность переноса индивидуальных хромосом от одного животного в геном другого, этого же или близкого вида.

Несмотря на исключительную теоретичность данных исследований, их опубликование вызвало живое обсуждение и серию громких общественных протестов, прежде всего в связи с клонированием человека.

В растениеводстве, в условиях изменяющегося климата, а также в условиях все возрастающей потребности в продуктах питания при ограниченных ресурсах, все более актуальными становятся формы (сорта и гибриды), обладающие повышенной стойкостью к ряду заболеваний, устойчивые к вредителям, обладающие стабильно высокой урожайностью, засухоустойчивые и т. д. Технология получения таких свойств сегодня все дальше уходит от традиционной селекции в направлении генной инженерии.

Практически повсеместно происходит вытеснение традиционных сельскохозяйственных растений так называемыми гетерозисными гибридами (F1-гибридами — гибридами, проявляющими определенные свойства только в первом поколении), в связи с высокой урожайностью и другими положительными свойствами. Получение таких растений базируется на таком сочетании родителей, которое только в первом поколении дает

определенный эффект (в следующих поколениях признак теряется, поскольку по замыслу является наследственно не устойчивым). Появление семян таких растений было бы невозможно без глубокого изучения принципов влияния на генотип.

С другой стороны, невозможность получить интересующие свойства в следующих поколениях растений ставит сельскохозяйственного производителя в жесткую зависимость от производителя семян. Однако свойства таких гибридов настолько высоки, что сельхозпроизводителям практически нерентабельно использовать другие семена, несмотря на дороговизну F1-гибридов. Сегодня высокоурожайные гибриды различных фирм-производителей, как правило, зарубежных (преимущественно Голландия, Франция, США, Япония), выращиваются и в Украине.

Растения, полученные путем гибридизации генов инородными генами (так называемые «трансгены»), отличающиеся высокой урожайностью и стойкостью к болезням и вредителям — еще один, уже пройденный этап генной инженерии. Наибольшее распространение получили генетически модифицированные соя и рапс. Последний занимает все более устойчивые позиции на сельскохозяйственных угодьях, как техническая культура, являющаяся более дешевым сырьем для производства автомобильного топлива. Соя, в свою очередь, несмотря на некоторую неуверенность мировой медицины в вопросе использования трансгенных продуктов питания, занимает одно из лидирующих мест в мире как источник белка для человека и животных.

Генная инженерия является одной из самых наукоемких на сегодняшний день отраслей производства, однако эффект от уже полученных результатов таков, что ее перспективы кажутся безграничными.

6.2 Нанотехнологии

Технический прогресс направлен в сторону разработки более мощных, быстрых, компактных и изящных машин. Пределом такого развития можно считать машины размером с молекулу. Машина, построенная из ковалентно связанных атомов, чрезвычайно прочна, быстра и мала. Разработкой, созданием и управлением такими машинами занимается молекулярная нанотехнология.

Само слово “нанотехнология” указывает на то, что характерные пространственные размеры процессов, протекающих под управлением молекулярных машин, равны нескольким нанометрам, то есть нескольким десяткам характерных размеров атома. На таких микроскопических размерах законы “здорового смысла” начинают давать сбои, и вступают в силу законы квантовой механики, часто приводящие к “идеальному” поведению системы. Например, исчезает трение в макроскопическом смысле слова, детали абсолютно не изнашиваются, от машины не может “отколоться

кусочек” меньше одного атома, две одинаковые машины в одном состоянии абсолютно идентичны, так, что их невозможно различить даже мысленно.

Таким образом, молекулярная нанотехнология открывает возможность делать просто сказочные вещи:

1 Изучение микромира на новом уровне. Исследователь сможет видеть и манипулировать отдельными атомами и молекулами, в том числе и с помощью техники виртуальной реальности с обратной связью, дающей возможность ощущать атомы и молекулы в руках в виде упругих сгустков больших размеров. Практически мгновенно можно будет исследовать микроструктуру любого материала, и сделать химический анализ любого вещества.

2 Обработка информации. Вычислительная мощность компьютеров возрастёт на много порядков. Компьютеры смогут воспринимать и выдавать информацию в любом материальном виде. Существование мощной обратной связи между информационными системами и внешним миром, а также развитие нанонейросетей неизбежно приведёт к возникновению искусственного интеллекта. Станет возможным сбор рассеянной в окружающей среде информации и восстановление прошедших событий. К сожалению (а может быть – к счастью), прогноз на достаточно отдалённое будущее, например, погоды, по-прежнему будет неточным из-за реальной физической случайности квантовых явлений и сильной неустойчивости многих процессов, текущих в природе.

Эти два пункта – возможность манипулировать атомами и переработка огромного количества информации, создают предпосылки для следующих “чудес”:

1 Производство объектов. Изготовление объекта, будь то кристалл алмаза, стальной шарик, сапоги, компьютер, кусок хлеба, куриное яйцо (сырое), принципиально не будет ничем отличаться. Самое сложное – это спроектировать производство объекта, то есть создать всю необходимую информацию о том, как из груды мусора, содержащей необходимые элементы в нужном количестве, построить объект. После этого производство не будет требовать никаких затрат, кроме подвода энергии, мусора и отдачи энтропии в виде тепла. При этом спроектировать производство кристалла алмаза несравненно легче, чем куска хлеба, так как кристалл алмаза содержит ничтожно мало информации по сравнению с куском хлеба. Чтобы получить нужную вещь, достаточно будет дать указание персональному компьютеру материализовать объект из его обширной памяти или из мировых ресурсов памяти.

2 Медицина. Создание молекулярных роботов-врачей, которые “жили” бы внутри человеческого организма, устраняя все возникающие повреждения, или предотвращали бы возникновение таковых, включая повреждения генетические. Достижение личного бессмертия людей за счет внедрения в организм молекулярных роботов, предотвращающих старение клеток, а также перестройки и “облагораживания” тканей человеческого организма. Оживление и излечение тех безнадежно больных людей,

которые были заморожены в настоящее время методами крионики и, возможно, мумифицированных.

3 Экология. Полное устранение вредного влияния деятельности человека на окружающую среду. Во-первых, за счет насыщения экосферы молекулярными роботами-санитарами, противостоящими искусственно вызванным и естественным нежелательным процессам, текущим в природе, а во-вторых, за счет перевода промышленности и сельского хозяйства на безотходные нанотехнологические методы. Сбор рассеянных элементов в земной коре и даже из космоса. Например, добыча золота или трития (если тогда будут нужны термоядерные электростанции).

4 “Облагораживание среды”. Разумная среда обитания. За счет внедрения логически действующих наномашин во все тела окружающей среды она станет “разумной” и исключительно комфортной для человека.

5 Освоение космоса. По-видимому, освоению космоса “обычным” порядком будет предшествовать освоение его наномашинами. Направленное переизлучение фотонов будет служить для наномашин хорошей “точкой опоры” в космосе, так что они смогут разгоняться под солнечным излучением до релятивистских скоростей. Огромная армия наномашин подготовит космическое пространство для заселения его человеком – сделает пригодными для обитания Луну, астероиды, ближайшие планеты, соорудит из “подручных материалов” (метеоритов, астероидов, солнечного ветра) космические станции. Это будет намного дешевле и безопаснее существующих ныне методов. С появлением возможности ускорения наномашин до релятивистских скоростей звёзды перестанут быть недостижимыми объектами. Так начнётся экспансия человека в космос.

Насколько не казались бы отдаленными вышеописанные перспективы, однако во многом исследования в области нанотехнологий уже сегодня вплотную подходят к практическому использованию.

Под нанотехнологиями сегодня понимают область прикладной науки и техники, имеющей дело с объектами размером менее 10 нанометров (1 нанометр равен 10^{-9} метра).

Нанотехнология качественно отличается от традиционных инженерных дисциплин, поскольку при таких масштабах привычные, макроскопические, технологии обращения с материей часто неприменимы, а микроскопические явления, пренебрежительно слабые на привычных масштабах, становятся намного значительнее: свойства и взаимодействия отдельных атомов и молекул, квантовые эффекты.

В практическом аспекте это технологии производства устройств и их компонентов, необходимых для создания, обработки и манипуляции частицами, размеры которых находятся в пределах от 1 до 100 нанометров. Однако нанотехнология сейчас находится в начальной стадии развития. Тем не менее, проводимые исследования уже дают практические результаты. Использование в нанотехнологии передовых научных результатов позволяет относить её к высоким технологиям.

При работе с такими малыми размерами проявляются квантовые эффекты и эффекты межмолекулярных взаимодействий, такие как Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. Нанотехнология и, в особенности, молекулярная технология – новые области, очень мало исследованные.

Развитие современной электроники идёт по пути уменьшения размеров устройств. С другой стороны, классические методы производства подходят к своему естественному экономическому и технологическому барьеру, когда размер устройства уменьшается не намного, зато экономические затраты возрастают экспоненциально. Нанотехнология – следующий логический шаг развития электроники и других наукоёмких производств.

Впервые термин «нанотехнология» употребил Норио Танигути в 1974 году. Он назвал этим термином производство изделий размером несколько нанометров. В 1980-х годах этот термин использовал Эрик К. Дрекслер в своих книгах: «*Машины создания: грядёт эра нанотехнологии*» («*Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*») и «*Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation*». Центральное место в его исследованиях играли математические расчёты, с помощью которых можно было проанализировать работу устройства размерами в несколько нанометров.

В основном сейчас рассматривается возможность механического манипулирования молекулами и создание самовоспроизводящихся манипуляторов для этих целей. Это позволит многократно удешевить любые существующие продукты и создать принципиально новые, решить все существующие экологические проблемы. Также такие манипуляторы имеют огромный медицинский потенциал: они способны ремонтировать повреждённые клетки человека и рассматриваются как средство генотерапии.

Одним из методов, используемых для изучения нанообъектов, является атомно-силовая микроскопия. С помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) можно не только увидеть отдельные атомы, но также избирательно воздействовать на них, в частности, перемещать атомы по поверхности. Учёным уже удалось создать двумерные наноструктуры на поверхности, используя данный метод.

При выполнении подобных манипуляций возникает ряд технических трудностей. В частности, требуется создание условий сверхвысокого вакуума (10^{-11} тор), необходимо охлаждать подложку и микроскоп до сверхнизких температур (4...10 К), поверхность подложки должна быть атомарно чистой и атомарно гладкой, для чего применяются специальные методы её приготовления. Охлаждение подложки производится с целью уменьшения поверхностной диффузии осаждаемых атомов, охлаждение микроскопа позволяет избавиться от термодрейфа.

Современная тенденция к миниатюризации показала, что вещество может иметь совершенно новые свойства, если взять очень маленькую частицу этого вещества. Частицы размерами от 1 до 1000 нанометров обычно называют «наночастицами». Так, например, оказалось, что наночастицы некоторых материалов имеют очень хорошие каталитические и

адсорбционные свойства. Другие материалы показывают удивительные оптические свойства, например, сверхтонкие пленки органических материалов применяют для производства солнечных батарей. Такие батареи, хоть и обладают сравнительно низкой квантовой эффективностью, зато более дешевы и могут быть механически гибкими. Удастся добиться взаимодействия искусственных наночастиц с природными объектами наноразмеров – белками, нуклеиновыми кислотами, ДНК и др. Тщательно очищенные, наночастицы могут самовыстраиваться в определенные структуры. Такая структура содержит строго упорядоченные наночастицы и также зачастую проявляет необычные свойства.

Нанообъекты делятся на 3 основных класса: трёхмерные частицы, получаемые взрывом проводников, плазменным синтезом, восстановлением тонких плёнок и т. д.; двумерные объекты – плёнки, получаемые методами молекулярного наслаивания, методом ионного наслаивания и т. д.; одномерные объекты – вискеры, эти объекты получают методом молекулярного наслаивания, введением веществ в цилиндрические микропоры и т. д. Также существуют нанокompозиты – материалы, полученные введением наночастиц в какие-либо матрицы. На данный момент обширное применение получил только метод микролитографии, позволяющий получать на поверхности матриц плоские островковые объекты размером от 50 нм, применяется он в электронике. Прочие методы, в основном, используются в научных целях. В особенности следует отметить методы ионного и молекулярного наслаивания, поскольку с их помощью возможно создание реальных монослоёв.

Один из важнейших вопросов, стоящих перед нанотехнологией – как заставить молекулы группироваться определенным способом, самоорганизовываться, чтобы в итоге получить новые материалы или устройства. Этой проблемой занимается раздел химии – супрамолекулярная химия. Она изучает не отдельные молекулы, а взаимодействия между молекулами, которые, организовываясь определенным способом, могут дать новые вещества.

Обнадеживает то, что в природе действительно существуют подобные системы и осуществляются подобные процессы. Так, известны биополимеры, способные организовываться в особые структуры. Один из примеров – белки, которые не только могут сворачиваться в глобулярную форму, но и образовывать комплексы – структуры, включающие несколько молекул протеинов (белков). Уже сейчас существует метод синтеза, использующий специфические свойства молекулы ДНК.

Частицы размерами порядка нанометров, или наночастицы, как их называют в научных кругах, имеют одно свойство, которое очень мешает их использованию. Они могут образовывать агломераты, то есть слипаться друг с другом. Так как наночастицы многообещающи в отрасли производства керамики, в металлургии, эту проблему необходимо решать. Одно из возможных решений – использование веществ – дисперсантов, таких как

цитрат аммония (водный раствор), имидазолин, олеиновый спирт (не растворимых в воде). Их можно добавлять в среду, содержащую наночастицы.



*Рисунок 6.4 – "Солнышко"
из наночастиц*

На рис. 6.4: учёные из IBM разработали процесс печати детализированных растровых изображений, использующий чернила с наночастицами. Этот процесс позволяет сохранить каталитические и оптические свойства наночастиц.

В октябре 2007 года в Москве был представлен доклад профессора Всеволода Арсеньевича Ткачука, академика РАН и РАМН, декана факультета фундаментальной медицины МГУ о применении нанотехнологий в медицине.

Термин "наномедицина" возник в национальных институтах здоровья США, активно изучающих потенциальные возможности использования микроскопических частиц в медицинских целях, но в российском научном сообществе почему-то не прижился. Несмотря на это, российские ученые разрабатывают множество методик применения наночастиц в диагностических и лечебных целях. В частности, это применение "квантовых точек" – мелкоизмельченных проводников, которые при облучении начинают светиться различными цветами (от синего до красного), в зависимости от величины. Ими можно «помечать» и отслеживать различные белки и рецепторы в организме животных и людей.

"Магнитные частицы" – другой вид наночастиц – после введения в организм сами становятся мечеными. Они не могут быть уничтожены иммунной системой человека и с лимфой переходят в опухоли (в том числе и злокачественные), позволяя вовремя их заметить и легко визуализировать.

Наночастицы в десятки миллионов раз увеличивают разрешение микрочипов, с помощью которых можно обнаружить наличие в исследуемой среде вирусов или бактерий. По одной капле крови становится возможным "прочитать" геном человека, проведя всестороннюю диагностику на наличие или возможность наличия заболеваний, передающихся по наследству, выявить поврежденные гены, назначить своевременное лечение намечающихся, но пока незаметных отклонений.

С помощью нанотехнологий открывается возможность доставлять лекарства непосредственно к больным клеткам, "упаковывать" в них ДНК и фрагменты генов, которые раньше приходилось доставлять в клетку в оболочке вируса, что было признано однозначно опасным и даже смертельным, тормозить деятельность некоторых химических веществ, "выключать" больные гены.

Медицинские нанороботы уже конструируются, заимствуя механизм действия у белков межклеточного транспорта, созданных природой за миллионы лет эволюции. С ними можно будет передавать своеобразные

"контейнеры" с необходимыми веществами к ядру клетки, или же из ядра – наружу. Становится реальностью вторжение в клетку и наблюдение за происходящими в ней процессами изнутри.

К сожалению, ни одно чудесное открытие не обходится без побочных эффектов. Первым же вопросом, заданным Всеволоду Арсеньевичу после презентации, был вопрос о безопасности применения нанотехнологий для человека. Дело в том, что наночастицы являются новым свойством известных и привычных для нас веществ, которые сами по себе не опасны. Но никто не может ручаться за то, как «поведут» себя эти вещества в новом состоянии, как они повлияют на рост, изменения в клетках и их гибель. Есть достоверные сведения, что наночастицы накапливаются в макрофагах (клетках иммунной системы, отвечающих за вторжение в организм инородных частиц), следовательно, они могут накапливаться и в других клетках и тканях. Существует также опасность "выключения" некоторых генов во время нахождения наночастиц в теле человека.

На данный момент эти проблемы, безусловно, учитываются при разработке новейших технологий в медицине будущего, способной избавить человека от болезненных операций, уколов, неточных диагнозов, да и многих заболеваний.

6.3 Средства коммуникации и связи

Еще вчера, кажется, было невозможно себе представить, насколько глобально войдут в нашу жизнь новые средства связи и передачи информации, базирующиеся на информационных технологиях! Развитие этой отрасли произошло столь стремительно, и средства связи стали настолько общедоступными, что не всякие фантасты поспевали за техническим прогрессом, и остается только гадать – а что же будет завтра?

Между тем, период полупроводниковой техники и электроники начался относительно недавно. Только в 60 – 70-е годы полупроводниковая электроника начала постепенно вытеснять электронно-вакуумную. Интенсивные исследования в области физики твердого тела и работы по изучению полупроводников, проводимые в этот период во всем мире, привели к возникновению огромной серии полупроводниковых приборов: от диода и транзистора до четырехслойных микросхем, терморезисторов, туннельных и фотодиодов.

Начальный этап усовершенствования полупроводниковых приборов характеризовался повышением рабочих частот и увеличением допустимой мощности. Когда же перед проектировщиками возникла задача комплектации сложных электронных систем, насчитывающих десятки тысяч активных и пассивных компонентов, задача уменьшения габаритов, веса, потребляемой мощности, и, главное, достижения высокой надежности системы в работе, оказалось что решение всех этих задач дает «интеграция» электронных схем, то есть стремление к одновременному изготовлению

большого количества элементов системы, неразрывно связанных между собой. Поэтому из различных областей микроэлектроники наиболее эффективной оказалась интегральная микроэлектроника, которая является одним из главных направлений современной электронной техники. В настоящее время используются сверхбольшие интегральные схемы, объединяющие множество различных элементов, на которых построено все современное электронное оборудование, в том числе ЭВМ.

Существующие на сегодняшний день электронные средства телекоммуникации (от греч. τήλε – далеко, вдали) можно условно разделить на два вида: «подвижные» («мобильные») – позволяющие передавать цифровую информацию подвижному потребителю, и «стационарные» – использующие стационарный канал связи.

Возможность передачи данных подвижному абоненту резко расширяет его возможности, т. к. передаваться может различная, в том числе факсимильная, файловая и графическая информация. Под абонентом в таком смысле понимается не только человек, но и определенная электронно-механическая система, позволяющая оперативно отслеживать данные (например, электронные устройства контроля состояния различных ветвей газотранспортной сети).

Исторически впервые появились в эксплуатации ведомственные системы подвижной связи, так как в условиях ограничения на использование радиоканалов возможность радиосвязи с подвижными абонентами предоставлялась государственным или крупным ведомственным организациям (полиция, пожарная охрана, службы такси). Появившиеся недавно сотовые системы подвижной связи являются принципиально новым видом, так как построены в соответствии с сотовым принципом распределения частот на территории обслуживания и предназначены для обеспечения большого числа подвижных абонентов.

Свое название сотовые системы связи получили в соответствии с сотовым принципом организации связи, согласно которому зона обслуживания делится на большое число малых рабочих зон в виде шестиугольника, в центре которого расположена базовая станция (БС). Связь БС со многими абонентскими станциями, установленными на подвижных объектах, осуществляется по радиоканалам. При перемещении абонента из одной зоны в другую производится автоматическое переключение канала радиосвязи на новую БС, тем самым осуществляется эстафетная передача абонента от одной БС к другой. Управление и контроль за работой базовых и абонентских станций осуществляется центральной станцией, в памяти ЭВМ которой сосредоточены как статические, так и динамические данные о подвижных объектах и состоянию сети в целом. В отличие от ведомственных, в сотовых системах радиосвязь БС с подвижным абонентом осуществляется в пределах малой рабочей зоны, что позволяет многократно использовать одни и те же частоты в зоне обслуживания.

Внедрение сотовых систем связи означает формирование принципиально нового вида – массовой радиотелесвязи, которая уже сегодня

большинством экспертов за рубежом, и в нашей стране, признается первичным терминалом, которым абонент пользуется как в стационарном состоянии (дома, на службе), так и в движении. Использование таких средств связи широким кругом потребителей и в отраслях транспорта, связи, энергетики, строительства, сферы обслуживания позволяет более эффективно использовать рабочее время и приносит существенный экономический эффект (по оценкам экспертов США – свыше 3 млрд. долларов в год).

Все большую роль в качестве стационарного и мобильного средства телекоммуникации и связи в современном мире играет компьютер, благодаря разработке сетевого программного обеспечения. Обмен информацией по сети уже перестал быть достоянием только профессионалов в сфере программного обеспечения, как было изначально при формировании экспериментальных сетей передачи пакетов (ARPANET – 1961 г.), и сети министерства обороны США (MILNET – 1983 г.). В настоящее время мировая сеть – это не только способ связи и передачи данных, но и мегаиндустрия.

6.3.1 Компьютерная индустрия

Компьютер быстро вошел в нашу жизнь. Еще совсем недавно было редкостью увидеть какой-нибудь персональный компьютер – они были, но были очень дорогие. А теперь? Теперь в каждом третьем доме есть компьютер, который уже глубоко вошел в жизнь человека.

Современные вычислительные машины представляют одно из самых значительных достижений человеческой мысли, влияние которого на развитие научно-технического прогресса трудно переоценить. Области применения ЭВМ непрерывно расширяются.

Компьютеры в буквальном смысле совершили революцию в деловом мире. По мере того как снижалась их стоимость, всё большее и большее число деловых людей приобретали компьютеры. Компьютеры перестали быть монополией заводов, банков, крупных объединений. Сегодня они стали достоянием и небольших предприятий, магазинов, учреждений, бюро по трудоустройству и даже ферм.

Секретарь практически любого учреждения при подготовке докладов и писем производит обработку текстов. Учрежденческий аппарат использует персональный компьютер для вывода на экран дисплея широкоформатных таблиц и графического материала. Бухгалтеры применяют компьютеры для управления финансами учреждения.

Сети ЭВМ связывают разных пользователей, расположенных в одном учреждении или находящихся в различных регионах страны.

Компьютеры находят применение при выполнении широкого круга производственных задач. Так, например, диспетчер на крупном заводе имеет в своём распоряжении автоматизированную систему контроля, обеспечивающую бесперебойную работу различных агрегатов. Компьютеры используются также для контроля температуры и давления при

осуществлении различных производственных процессов. Когда повышение и понижение температуры или давления превышает допустимую норму, компьютер немедленно подаёт сигнал на регулирующее устройство, которое автоматически восстанавливает требуемые условия. Также компьютером управляется и робот.

Одной из сложнейших задач, требующих колоссального количества времени и усилий, всегда считалась разработка большого и сложного проекта, например самолёта, корабля, здания или моста. Такого рода проекты, как правило, представляют собой один из самых трудоёмких видов работ. Коллектив конструкторов и инженеров тратит месяцы на расчёты, изготовление чертежей и экспертизу сложных проектов.

Сегодня, в век компьютера, конструкторы имеют возможность посвятить своё время целиком процессу конструирования, поскольку расчёты и подготовку чертежей машина «берёт на себя». Для каких же типов проектов используется компьютер? Приведём два примера.

Конструктор автомобилей исследует с помощью компьютера, как форма кузова влияет на рабочие характеристики автомобиля. С помощью таких устройств, как электронное перо и планшет, конструктор может быстро и легко вносить любые изменения в проект и тут же наблюдать результат на экране дисплея. Компьютер может представить какую-то часть чертежа в увеличенном масштабе или под различными углами зрения. Подобная техника позволяет испытывать большое количество проектных мощностей, не создавая каждый раз экспериментального макета. В результате экономятся время и средства.

Инженеры и архитекторы применяют компьютеры при проектировании официальных учреждений, торговых центров и других крупных зданий. Сначала они создают подробную наглядную модель, затем с помощью компьютера определяют форму, рассчитывают размеры, вес и т. д. и на основе полученных данных вносят соответствующие изменения в первоначальный проект. Допустим, что по проекту вес здания требует фундамента из особо высокопрочного материала. В этом случае авторы проекта уточняют свою модель и вновь проводят необходимые исследования. Они повторяют этот процесс до тех пор, пока не получают удовлетворительный со всех точек зрения результат.

Отдельный компьютер уже даёт огромные преимущества его пользователю. Но компьютеры, объединённые в сеть, практически перевернули традиционные представления о различных отраслях человеческой деятельности.

6.3.2 Компьютерные сети

Представьте себе, что идёт 1979 год и вы работаете неполный рабочий день в качестве кассира в большом универмаге. Когда покупатели выкладывают отобранные ими покупки на прилавок, вы должны прочесть

цену каждой покупки и ввести её в кассовый аппарат. Бывает, что на каком-то изделии цена не обозначена, и тогда вам приходится спрашивать её у контролёра. Это, конечно, замедляет процесс расчётов покупателями...

А теперь вернёмся в наши дни. Вы по-прежнему работаете кассиром и в том же самом универмаге. Но как много здесь изменилось. Когда теперь покупатели выкладывают свои покупки на прилавок, вы пропускаете каждую из них через оптическое сканирующее устройство, которое считывает универсальный код, нанесённый на покупку. Универсальный код – это серия точек и цифр, по которым компьютер определяет, какое изделие покупается; цена этого изделия хранится в памяти компьютера и высвечивается на маленьком экране, чтобы покупатель мог видеть стоимость своей покупки. Как только все отобранные товары вошли через оптическое сканирующее устройство, система немедленно выдаёт общую стоимость купленных товаров. В этом случае окончательный расчёт с покупателями происходит намного быстрее, чем при использовании кассового аппарата.

Применение компьютера не только позволяет существенно ускорить расчёт с покупателями, но и даёт возможность всё время держать под контролем количество проданного и имеющегося в наличии товара. Автоматизация торговых систем учета в последнее время совершила поистине революционные изменения в этой сфере.

Очевидно, что в недалёком будущем компьютеры станут играть ещё большую роль в жизни универсамов и их покупателей. В Японии уже существуют универсамы, где современная техника применяется для выполнения большинства операций, которые всегда выполнялись людьми. Так, роботы управляют паркованием машин на специальной стоянке возле универсама, приветствуют покупателей при входе в магазин. Даже мясной отдел имеет своего робота, который выполняет желания покупателей меньше чем за минуту. В тележки для продуктов вмонтированы калькуляторы, чтобы покупатель мог быстро ориентироваться в том, на какую сумму он отобрал продукты. Автоматическая система регулирует освещение и кондиционирование воздуха в помещении универсама.

Выполнение финансовых расчётов с помощью домашнего персонального компьютера (или электронной карточки) – это всего лишь одно из его возможных применений. Мощные вычислительные системы позволяют выполнять большое количество операций, включая обработку чеков, регистрацию изменения каждого вклада, приём и выдачу вкладов, оформление ссуды и перевод вкладов с одного счёта на другой или из банка в банк. Кроме того, крупнейшие банки имеют автоматические устройства, расположенные за пределами банка. Банковские автоматы (банкоматы) позволяют клиентам не выстаивать длинных очередей в банке, взять деньги со счёта, когда банк закрыт. Дело в том, что автоматы позволяют вносить и получать вклады и даже оплачивать счета в любое время дня и ночи. Всё, что требуется, – вставить пластмассовую банковскую карточку в автоматическое устройство. Как только это сделано, необходимые операции будут выполнены.

Фактически, применение компьютерных сетей не только дало толчок развитию банковских операций, но коренным образом изменило всю банковскую систему, заменив наличные деньги электронными.

Если на одном компьютере работают хотя бы два человека, у них уже возникает желание использовать этот компьютер для обмена информацией друг с другом. На больших машинах, которыми пользовались одновременно десятки, а то и сотни человек, для этого были предусмотрены специальные программы, позволяющие пользователям передавать сообщения друг другу, а администратору – оповещать пользователей о новостях в системе.

Стоит ли говорить о том, что как только появилась возможность объединять несколько персональных машин в сеть, пользователи ухватились за эту возможность не только для того, чтобы использовать ресурсы удаленных машин, но и чтобы расширить круг своего общения. Создаются программы, предназначенные для обмена сообщениями пользователей, находящихся на разных машинах. Из-за разнообразия компьютеров, операционных систем, способов соединения машин в сеть и целей, преследуемых при этом людьми, этих программ оказалось достаточно много и они не всегда совместимы между собой.

Наиболее универсальное средство компьютерного общения – это электронная почта. Она позволяет пересылать сообщения практически с любой машины на любую, так как большинство известных машин, работающих в разных системах, ее поддерживают. Электронная почта во многом похожа на обычную почту. С ее помощью письмо – текст, снабженный стандартным заголовком (конвертом) – доставляется по указанному адресу, который определяет местонахождение машины и имя адресата, и помещается в файл, называемый почтовым ящиком. При этом между почтовыми программами на разных машинах существует соглашение о том, как писать адрес, чтобы все его понимали.

Электронная почта оказалась во многом удобнее обычной, "бумажной". Не говоря уже о том, что вам не приходится вставать из-за компьютера и идти до почтового ящика, чтобы получить или отправить письмо:

- электронной почтой сообщение в большинстве случаев доставляется гораздо быстрее, чем обычной;
- стоит это дешевле;
- для отправки письма нескольким адресатам не нужно печатать его во многих экземплярах, достаточно однажды ввести текст в компьютер.

Обычно программы, предназначенные для пересылки писем от одного человека другому, поддерживают и такую возможность, как почтовые списки. Если группа людей, объединенных общими интересами, хочет поддерживать дискуссию на какую-нибудь тему длительное время, они создают такой список, выделяют для него какое-либо имя, после чего все сообщения, посланные на это имя, рассылаются всем участникам группы. Предполагается, что у такой группы должен быть администратор,

к которому можно обратиться, если вы хотите, чтобы вас включили в группу, исключили из нее, или если у вас изменился адрес.

Если группа становится очень большой, администратору прибавляется работы. Кроме того, большим группам неудобно пользоваться почтовыми списками.

Чтобы избежать этих неудобств, при общении очень больших групп людей используется система, независимая от электронной почты – компьютерная конференция. Самая большая компьютерная конференция – USENET – объединяет сотни тысяч машин по всему миру. Ее устройство напоминает доску объявлений и, с другой стороны, газету. Никакого списка участников конференции не существует. Получать и отправлять сообщения может любой, чья машина связана с какой-нибудь другой машиной, которая получает сообщения конференции. Сетевое программное обеспечение, обслуживающее конференцию USENET, из всех предлагаемых сообщений выбирает сообщения, относящиеся к группам из вашего списка. Посылая сообщение, вы помечаете, к какой группе оно относится, и все, кто подписан на эту группу, ваше сообщение получают.

Такое устройство конференции позволяет вам получать все сообщения по интересующим вас темам, независимо от того, кто их написал, и рассылать сообщение, не беспокоясь об адресах получателей – его прочтут те, кого оно может заинтересовать.

Компьютеры соединяются при помощи кабеля, по которому они могут передавать сообщения друг другу. Поскольку тянуть кабель между каждыми двумя машинами было бы слишком дорого (и бессмысленно), сеть организована так, что для того, чтобы попасть с машины А на машину В, сообщение может проходить через несколько промежуточных машин. На каждой машине работают специальные программы, которые получают сообщение и разбираются, куда его отправлять дальше. Так же, как у каждого дома в городе есть почтовый адрес, каждый компьютер в сети имеет имя, по которому к нему можно обращаться.

Машины, которые не соединены с другими кабелем, могут обмениваться сообщениями с другими по телефонным линиям через модем. Для этого машина, у которой есть сообщение для другой, должна до нее дозвониться, договориться о передаче данных и передать сообщение. Это выходит медленнее и менее надежно, чем по прямому проводу, но если машина расположена далеко от остальных и данные передаются не очень часто, подключать ее напрямую может оказаться неудобно и слишком дорого.

Разные сети различаются способами соединения машин друг с другом, скоростью, с которой передаются сообщения, системой, по которой машинам даются имена, и соглашениями о том, в каком виде должно быть сообщение (например, максимальный размер письма, который принимает электронная почта, или пишется ли адрес большими или малыми буквами). Соглашения о форме сообщений и правилах их передачи называются протоколами. Для того чтобы послать сообщение с машины, подключенной к одной сети, на машину в другой сети, нужно найти промежуточную

машину, подключенную к обеим, через которую сообщение и пойдет. Такая машина называется мостом между этими сетями. Ясно, что между двумя сетями может быть несколько мостов (впрочем, может и не быть совсем, и тогда обмена сообщениями нет, или он идет через промежуточную сеть, с которой есть мосты у обеих). Объединение сетей дает возможность избежать подобных проблем. Internet – глобальная компьютерная сеть, охватывающая весь мир. Ежемесячно размер сети увеличивается на 7...10 %. Internet образует как бы ядро, обеспечивающее связь различных информационных сетей, принадлежащих различным учреждениям во всем мире, одна с другой.

Internet предоставляет уникальные возможности дешевой, надежной и конфиденциальной глобальной связи по всему миру. Это оказывается очень удобным для фирм, имеющих свои филиалы по всему миру, транснациональных корпораций и структур управления. Обычно использование инфраструктуры Internet для международной связи обходится значительно дешевле прямой компьютерной связи через спутниковый канал или через телефон.

Электронная почта – самая распространенная услуга сети Internet. В настоящее время свой адрес по электронной почте имеют приблизительно 20 миллионов человек. Посылка письма по электронной почте обходится значительно дешевле посылки обычного письма. Кроме того, сообщение, посланное по электронной почте, дойдет до адресата за несколько часов (а то и минут), в то время как обычное письмо может добираться до адресата несколько дней, а то и недель.

В настоящее время Internet испытывает период подъема, во многом благодаря активной поддержке со стороны правительств европейских стран и США. Ежегодно в США выделяется около 1-2 миллионов долларов на создание новой сетевой инфраструктуры. Исследования в области сетевых коммуникаций финансируются также правительствами Великобритании, Швеции, Финляндии, Германии.

Однако государственное финансирование – лишь небольшая часть поступающих средств, т. к. все более заметной становится "коммерциализация" сети (ожидается, что 80...90 % средств будет поступать из частного сектора)

6.3.3 Компьютеры завтрашнего дня

Сейчас ведутся разработки новых классов устройств – квантовых компьютеров и так называемых биокомпьютеров. На сегодняшний день мировая наука уже достигла значительного прогресса в этих разработках.

13 февраля 2007 г. произошло поистине эпохальное событие – демонстрация квантового компьютера. И это случилось лет на 20 раньше, чем предсказывали ученые. Квантовый компьютер Orion – это первая

практическая реализация технологии, позволяющей осуществлять одновременно до 65 536 вычислительных потоков. Его создатель – канадская компания D-Wave.

Идея квантового компьютера возникла в 1982 году, когда Фейнман (американский физик, лауреат Нобелевской премии) увлек научную общественность идеей точного моделирования явлений квантовой физики на компьютере принципиально нового типа – квантовом.

Принцип работы такого компьютера связан с таинственными и пока непостижимыми для большинства людей квантовыми свойствами атомов и элементарных частиц. Квантовый компьютер, в частности, может быть основан на свойствах спинов электронов и атомных ядер. Когда спин частицы расположен вдоль выделенного направления, атом может быть «считан» как 1, а обратное направление вниз будет соответствовать 0. Это аналогично традиционному транзистору, для которого ноль и единица соответствуют открытому и закрытому состояниям. Но что делает рассматриваемый компьютер уникальным, так это тот факт, что квантовые частицы, даже будучи очень хорошо изолированными друг от друга, могут находиться в когерентном (связанном) состоянии, в котором частицы все-таки зависят друг от друга. В обычном ПК изменение состояния отдельного бита никак не связано с изменением состояния всех остальных битов, разве что только одного. В квантовом компьютере управление состоянием одной частицы вызывает изменение состояния всех других. Это и приводит к квантовому параллелизму вычислений. Благодаря данному эффекту такой компьютер может иметь феноменальную производительность. Для определенных типов вычислений квантовый компьютер может использовать «в тандеме» сотни атомов. На классической машине это бы соответствовало выполнению миллиардов операций одновременно.

Основным элементом квантового компьютера являются квантовые биты, или кубиты (кубит – квантовый бит – quantum bit – qubit). Обычный бит – это классическая система, у которой есть только два состояния. Можно сказать, что пространство состояний бита – это множество из двух элементов, например из нуля и единицы. Кубит же – это квантовая система с двумя возможными состояниями (например, спин электрона может быть равен либо $1/2$, либо $-1/2$). Но, поскольку система квантовая, ее пространство состояний будет несравненно богаче.

«Квантовые компьютеры, – подчеркнул генеральный директор компании D-Wave Герб Мартин, – не заменят цифровых вычислительных машин. Вместо этого они будут служить как сопроцессоры для решения больших проблем. Важное преимущество их состоит и в том, что компьютер будет иметь минимальный расход энергии. Ниобий – сверхпроводник и, таким образом, не излучает тепло. Квантовый чип непосредственно рассеивает мощность всего несколько нановатт».

Второй, абсолютно новый тип компьютеров – биологический. Главным свойством биокомпьютеров является то, что каждая их клетка – миниатюрная химическая лаборатория. Если биоорганизм запрограммирован,

то он просто производит нужные вещества. Достаточно вырастить одну клетку, обладающую заданными качествами, и в руках – целый мир волшебных химических превращений. К тому же, биокомпьютеры могут оказаться гораздо более надежными – по сравнению с кремниевыми, так как клетки программируются на уровне генов для выполнения требуемых функций.

Первый компьютер на базе ДНК был создан еще в 1994 г. американскими учеными. Они смешали в пробирке молекулу ДНК, в которой были закодированы исходные данные, и специальным образом подобранные ферменты. В результате химической реакции структура ДНК изменилась таким образом, что в ней в закодированном виде был представлен ответ задачи.

Поскольку вычисления проводятся в ходе химической реакции с участием ферментов, на них было затрачено очень мало времени.

В 2007 г. ученые из Вейцманского научно-исследовательского института в Реховоте (Израиль) разработали новый тип биологического компьютера, способный выполнять до 330 триллионов вычислений в секунду, что примерно в 100 тысяч раз быстрее обычных электронных компьютеров.

Исследователям удалось добиться значительных успехов в дальнейшей миниатюризации биокомпьютеров и совершенствовании их "конструкции". Однако если все предшествующие ДНК-компьютеры нуждались в дополнительном источнике энергии – аденозинтрифосфорной кислоте (АТФ), то новый биокомпьютер получает энергию непосредственно от молекулы ДНК, в которой закодированы исходные данные для вычислений. Исследователи сходятся во мнении, что такая конструкция биокомпьютера более перспективна, нежели вариант с применением внешнего источника энергии – АТФ.

Пока до практического применения компьютеров на базе ДНК еще очень далеко. Однако в будущем их смогут использовать не только для вычислений, но и как своеобразные нанофабрики лекарств. Поместив подобное "устройство" в клетку, врачи смогут влиять на ее состояние, исцеляя человека от самых опасных недугов.

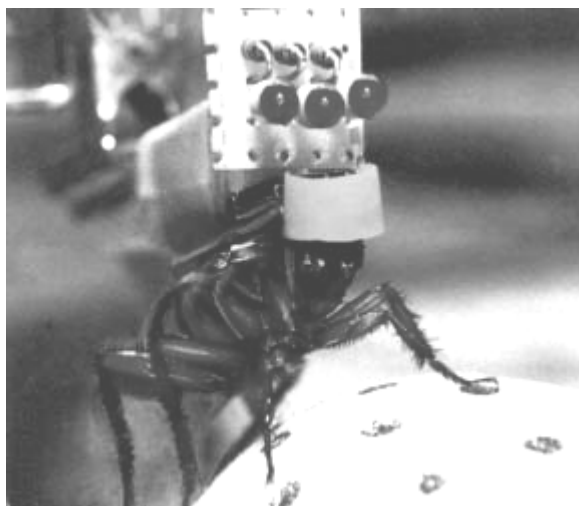
Иногда биокомпьютерами (на самом деле ошибочно) называют еще один перспективный симбиоз биологии, кибернетики и нанотехнологий – биороботов. Однако это другое направление научных исследований.

К примеру, ученым из Токийского университета во главе с профессором Шимояма удалось сконструировать искусственные создания, которых, по словам их творцов, вполне можно назвать живыми существами. Частью роботов стали настоящие насекомые. "Микророботов нужно изготавливать не из кремния, а из живой ткани", – считает сотрудник университета Йошихико Кувана. В лаборатории, где он работает, создают особые гибриды: наполовину это электронные существа, наполовину – живые.

Например, исследователи взяли миниатюрного, подвижного робота и оснастили его парой усиков, позаимствованных у тутового шелкопряда.

Стоит этому насекомому почуять запах, источаемый самкой, как в его усиках возникает электрический импульс. Ученые разработали датчики, которые такой импульс улавливают, усиливают и с его помощью управляют роботом. Во время опыта искусственное насекомое, словно живой шелкопряд, выписывая забавные зигзаги, мчалось к источнику аромата.

На этом специалисты не остановились. В другом опыте они подключили шелкопряда к миниатюрному роботу. При этом прямо под его лапками оказался "шар трассировки" – устройство ввода координат – частично выступающий над плоскостью вращающийся шар. Как только шелкопряд учуял знакомый призывный запах, он беспокойно заработал лапками, как спортсмен на "бегущей дорожке".



*Рисунок 6.5 – Таракан
«со встроенной электроникой»*

Робот, живущий заемным умом, ожил...

Японские исследователи экспериментируют и с тараканами. Простейший способ командовать ими – с помощью температурных сигналов. На голове таракана (рис. 6.5) "корона с электроникой". Его усики подрезаны, и насекомым управляют с помощью электродов; пользуясь дистанционным пультом, таракана заставляют бежать в заданном направлении. Если коснется усиком нагретого предмета, сразу же отдернет его и повернет туда, где похолоднее. Вот

это свойство насекомого и решили использовать ученые. На спину ему возле оснований усиков приклеили "рюкзачок" с парой крохотных хромоникелевых электронагревательных стержней. Ученые повышали температуру одного стерженька, и чуткое насекомое немедленно меняло маршрут. Ему можно было задавать любое направление движения.

Недавно научно-исследовательская группа Ростовского государственного университета (Россия) провела серию удачных экспериментов по созданию "черепах-киборгов". Между тем, еще в Советском Союзе над этой проблематикой работал целый ряд ведущих НИИ страны. Ученые стремились превратить некоторых животных, в особенности морских млекопитающих, в управляемые биообъекты, которые можно было использовать для особо опасных военных операций.

Черепашки-киборги весело карабкались по металлическому поддону клетки, стараясь подальше уползти от надоедливых лаборантов. На их панцире находились приборы, нависающие над головой, от которых отходили проводки, вставленные прямо в череп животного. Но стоило специалистам взять в руки джойстик управления, черепахи замерли, развернулись и направились в нужную для исследователей сторону.

По мнению исследователей, подобные управляемые животные по сравнению с роботами способны гораздо лучше справляться с некоторыми заданиями по исследованию недоступных для человека мест. Они не ломаются по дороге, не забуксуют на ровном месте и, в отличие от автоматов, способны самостоятельно решать простейшие задачи. Например, радиоуправляемая черепаха с камерой на панцире может исследовать радиоактивные области или погружаться на большую глубину.

Управление животными производится по очень простой схеме. Электроды, вживленные в мозг при подаче электрического сигнала, провоцируют определенные зоны головного мозга. Если раздражать зрительную зону, то животному будут казаться вспышки света справа или слева. Если слуховую, то будет слышаться звук. И зверь начнет поворачивать или отстраняться, испугавшись вспышек или громкого звука. Есть центры, отвечающие за положительные или отрицательные эмоции, и их активация способна вызвать удовольствие или резкое отвращение. И чтобы заработать электрический сигнал в область удовольствия, животное, как наркоман, будет выполнять любые команды.

Между тем японские инженеры из компании NTT Communication Science Laboratories разработали интерфейс, позволяющий управлять человеком. По своему принципу действия он был похож на ту аппаратуру, что применялась для управления черепахами. Только на этот раз электроды не вживлялись, а размещались на голове у испытуемого. Человек надевал что-то похожее на наушники, а на затылке крепились специальные контакты. Слабый электрический ток, подаваемый в мозг, дезориентировал человека, сбивая с толку его вестибулярный аппарат. В итоге у испытуемого складывалось впечатление, что он падает в ту или иную сторону, что заставляло его бежать вперед-назад или менять направление движения. Оператор с джойстиком в руках был способен управлять подопытным, словно игрушкой, на радиоуправлении.

Разработка систем управления, аналогичных структуре деятельности мозга, конструирование новых механизмов на основе биомеханики животных уже сегодня позволяют решать многие научные проблемы.

6.4 Транспорт

Уровень развития транспортной системы государства – один из важнейших признаков ее технологического прогресса и цивилизованности. Потребность в высокоразвитой транспортной системе еще более усиливается при интеграции в мировую экономику, транспортная система становится базисом для эффективного вхождения в мировое сообщество и занятия в нем места, отвечающего уровню высокоразвитого государства.

Основными видами транспорта на сегодняшний день остаются железнодорожный, автомобильный, водный, трубопроводный и

авиационный. Однако весьма изменяются технологии, скорости и грузоподъемность.



Рисунок 6.6 – Монорельс в Токио

Своеобразным вариантом железнодорожной транспортной системы является монорельсовый транспорт (рис. 6.6). Развивавшийся в начале 19 в. как городской и пригородный вид транспорта на направлениях с большими и регулярными пассажирскими потоками (Вупперталь, Нью-Йорк, Париж), к концу 20 в. монорельсовый транспорт вышел на междугородные трассы (Токио – Осака).

Различают навесные и подвесные монорельсовые дороги. В навесных системах вагоны опираются на ходовую тележку, расположенную над путевой балкой, а в подвесных вагоны подвешены к ходовой тележке и перемещаются под монорельсом. Благодаря способности развивать высокие скорости (до 500 км/ч при использовании воздушной подушки), возможности сообщения по кратчайшему расстоянию и высокой энергетической экономичности монорельсовый транспорт является перспективным видом городского, пригородного и промышленного транспорта. Тем не менее, возможности его применения ограничиваются, как и в случае метрополитенов, капиталоемкостью сооружения и обслуживания.

В 2004 году была пущена первая ветка Московской монорельсовой дороги (рис. 6.7). Одной из основных и наиболее сложных проблем современного градостроительства является создание и развитие городской транспортной системы.

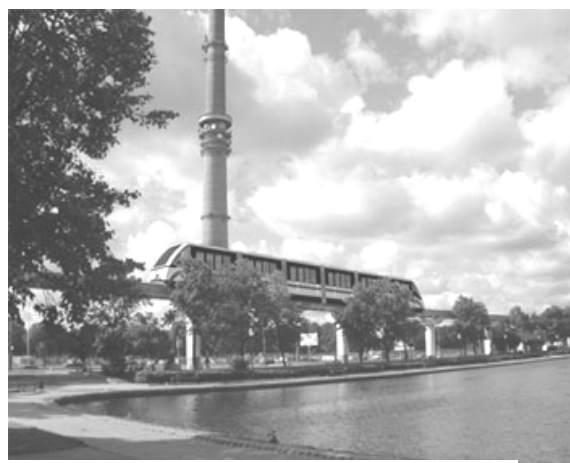


Рисунок 6.7 – Монорельсовая транспортная система в Москве

Комплексное решение городской транспортной проблемы невозможно без создания скоростных внеуличных видов пассажирского

транспорта, отвечающих современным требованиям по провозной способности, экологичности, комфортабельности и интегрируемости в существующую городскую структуру.

Монорельсовая транспортная система (МТС) имеет оптимальные условия и сферы применения с точки зрения максимальной отдачи. К таким сферам можно отнести:

- перевозку пассажиров в районах со сложившейся городской инфраструктурой;
- разгрузку магистралей за счет использования для пассажироперевозок внеуличных транспортных систем;
- улучшение мобильности транспортной системы города за счет соединения монорельсовыми трассами крупных транспортных узлов, а также при прокладывании трасс, проходящих через парки, поймы и русла рек;
- использование МТС в качестве вылетных транспортных магистралей;
- использование МТС в качестве экскурсионного транспорта и для рекреационных целей в местах отдыха.



Рисунок 6.8 – Поезд на магнитной подушке

Одна из современных разработок – поезд на магнитной подушке (рис. 6.8). Впервые запущенный в Великобритании, поезд практически используется только в одной стране мира – в Китае. В Шанхае "маглев" курсирует между аэропортом и центром города. 1 января 2004 г. в Китае заработала первая в мире коммерческая дорога на магнитной подушке. Поезда курсируют между Лунъянским вокзалом в Шанхае и недавно построенным

международным Пудунским аэропортом. Поезд на данной трассе развивает скорость до 430 км/ч, проходя весь путь менее чем за семь с половиной минут.

Бесконтактная система магнитной подушки парит на высоте 160 мм над направляющей, посредством мощных электронно-управляемых магнитов, расположенных на обеих сторонах по всей длине поезда. Магниты на корпусе поезда и на направляющей также используются для направления и движения вперед. Кроме обеспечения высокого КПД, комфортабельности и малой потребности в обслуживании, 160-миллиметровый клиренс гарантирует, что поезд безопасно пройдет через случайно попавшие на направляющую небольшие предметы.

Для парения на магнитной подушке поезд требует даже меньше энергии, чем для работы своей системы кондиционирования. Он может

парить на протяжении одного часа без внешнего источника энергии, а бортовые аккумуляторы подзаряжаются линейными генераторами, встроенными в поддерживающие магниты. Электромотор, движущий поезд, фактически растянут внизу по длине направляющей. Скорость регулируется путем изменения частоты переменного тока, и электрическое поле реверсируется для остановки поезда, при этом мотор превращается в генератор и работает как безфрикционные тормоза. Энергия, полученная при торможении, рекуперирована.

Ранее планировалось также построить дорогу на магнитной подушке, соединяющую Шанхай со столицей КНР Пекином. Однако эта дорога так и не будет возведена. Китайское правительство решило оставить планы по пуску междугородних поездов на магнитной подушке в пользу менее дорогостоящих скоростных рельсовых трасс.

В настоящее время испытываются и планируются к постройке дороги на магнитной подушке в ФРГ, Японии.

Автомобильный транспорт занимает значительное место в пассажирских и грузовых перевозках. Так, по объему перевозок грузов он стабильно превосходит железнодорожный транспорт в 4,5-5 раз, а по объему перевозок пассажиров – в 5-6 раз. Автобусным транспортом перевозится практически столько же пассажиров, сколько всеми другими видами транспорта (троллейбусным, трамвайным, железнодорожным, метрополитенным, таксомоторным легковым, морским, речным, авиационным), вместе взятыми. Автомобильный транспорт доминирует в грузовых перевозках на короткие расстояния (среднее расстояние перевозки 1 т грузов – около 20 км), от двери – к двери, обеспечивая при этом практически полную гарантию сохранности груза, срочность и надежность перевозок. Многочисленные автотранспортные предприятия имеют довольно полную укомплектованную производственную базу и разветвленную сеть инфраструктурных объектов: автовокзалов, автостанций, транспортно-экспедиционных предприятий, терминалов и т. п.



Рисунок 6.9 – Танкер Glenbulk

Водный транспорт на сегодня является одним из наиболее дешевых в мире. Огромное количество крупногабаритных грузов перевозится морским путем, не говоря уже о нефти, доставка которой осуществляется преимущественно танкерами (рис. 6.9.) Поэтому вряд ли стоит надеяться на скорую его замену более совершенными видами транспорта, особенно в сферах, где скорость доставки менее важна.

Воздушный транспорт не играет существенной роли в общем объеме грузовых и пассажирских перевозок, хотя он вне конкуренции среди других видов транспорта в отношении скорости доставки пассажиров и срочных грузов на большие расстояния

(среднее расстояние доставки 1 пассажира воздушным транспортом в 10-15 раз больше аналогичного показателя у ближайшего конкурента –



Рисунок 6.10 – Сверхзвуковой «Конкорд»

– железнодорожного транспорта – и имеет тенденцию к росту). Именно этот показатель является доминантным в определении перспектив развития авиационного транспорта (рис. 6.10).

Проблемы, ожидающие своего решения в отношении этого вида транспорта, касаются, прежде всего, комплектации парка самолетов их конкурентоспособными типами.

Трубопроводный транспорт в течение последних лет стабильно наращивает свою долю в общем объеме транспорт-

ных грузов, которая составляет в настоящее время более 23 % (в Украине). По грузообороту он (2000 г.) вышел на первое место (47 % от общего объема), опередив постоянного лидера – железнодорожный транспорт. Трубопроводный транспорт владеет достаточными производственными мощностями для обеспечения энергоносителями – нефтью и газом, а также для выполнения функций транзита.

6.5 Архитектура и строительство

Одна из важнейших задач современной архитектуры – разрешение противоречий, возникающих при эстетическом осмыслении современных технических и технологических средств и методов строительства, с целью достижения образной выразительности и психологического комфорта жилой среды в неблагоприятных условиях крупного промышленного города.

Специфика городского жилища заключается в его сложности и многофункциональности, формирующей среду обитания – ткань городской застройки. Не секрет, что серийно застроенные в 1960–1980-х годах XX века промышленные города получили свой нынешний облик как массив безликих жилых зданий, обладающих суммой индивидуальных ячеек-квартир. В настоящее время отказ от серийно-массового типового жилища и возврат к индивидуальному проектированию, привязанному к месту, позволят сделать реальный шаг в будущее – к городской жилищной архитектуре, в которой синтез адресности, метафор техномира и индустриальных методов возведения даст нужную эстетическую гармоничность и отдельных зданий, и застройки в целом.

Исконная связь архитектуры и техники, тем не менее, не снимает специфических различий между ними. Эти различия необходимо понимать для того, чтобы правильно оценивать важность этих составляющих созидательной деятельности человечества и возможности развития. Игнорирование или непонимание различий приводит иногда к переоценке одной составляющей и недооценке другой, а также к предъявлению завышенных требований, которые не могут быть реализованы.

При всем различии архитектуры и техники они нашли основу для взаимодействия – необходимость обеспечения все усложняющихся жизненных процессов человечества. Архитектура для техники стала предметом ее целенаправленного существования, техника для архитектуры – средством осуществления архитектурных замыслов.

Современный хай-тек (рис 6.11) – это синтез архитектуры и науки. В мире постоянно увеличивающейся скорости архитектура хай-тека, по возможности, стремится выразить давнюю мечту человека – преодолеть время и пространство.



Рисунок 6.11 – Здания в стиле хай-тек

В итоге, мы становимся свидетелями того, как наука и религия, рациональное и мистическое вступают на площадку искусства, понятого как «искусство-техника», в новое, почти незнакомое XX веку отношение, залогом непротиворечивости которого выступает рождающийся в хай-теке новый художественный образ. В наибольшей степени специфичности облика

сооружений хай-тека способствовал прогресс в решении и применении металлических наружных ограждающих конструкций, который позволил принципиально модернизировать внешний облик зданий, их силуэт, цвет и фактуру фасадов. Используя особую стилистику, воссоздающую образы механизмов, технических приспособлений, промышленных сооружений, хай-тек как нельзя лучше отражает дух современного технократизма. К нему же обращена и его индустриальная основа: по наукоемкости современное строительство не уступает космической индустрии, самолето- и автомобилестроению. Этому подходу соответствует и специфическая технология хай-тека: сооружения монтируются на месте из изготовленных в заводских условиях компонентов-модулей, часто весьма сложных. Возвести такие конструкции непосредственно на стройплощадке было бы гораздо труднее.

Кроме ставшей уже привычной взгляду жителя крупных городов архитектуры хай-тека, в последние 20-30 лет мир стал свидетелем появления в архитектуре необычных форм, напоминающих формы живой природы. Можно встретить покрытия зданий, сходные с причудливыми поверхностями раковин моллюсков, купола, интерпретирующие контуры скорлупы птичьего яйца, прозрачные решетки – структуры, уводящие к сложным переплетениям ветвей лесной чащи или скелетных остовов радиолярий. Это направление в архитектуре принято называть органикой или бионикой.

В учебниках по архитектуре мы бы прочитали, что бионика (от греч. *βίον* – элемент жизни, буквально – живущий) – это наука, пограничная между биологией и техникой, решающая инженерные задачи на основе анализа структуры и жизнедеятельности организмов. Проще говоря, если вы вспомните Леонардо да Винчи, который пытался построить летательный аппарат с машущими крыльями, как у птиц, тогда сразу представите, что такое бионический стиль.

Первое впечатление о здании в бионическом стиле – постройки вы-
бываются из правильной геометрии (рис 6.12). Природные формы объекта



*Рисунок 6.12 – «Дом Дельфин»
в Санкт-Петербурге*

будят воображение. В бионике стены подобны живым мембранам. Пластичные и протяженные стены и окна выявляют направленную сверху вниз силу нагрузки и противодействующую ей силу сопротивления материалов. Благодаря ритмической игре меняющихся вогнутых и выпуклых поверхностей стен сооружений кажется, что здание дышит. Здесь стена уже не просто перегородка, она живет подобно организму.

Решительно отвергая архитектуру-дизайн, способную «переехать в любое место», архитекторы «органики» считают, что каждое здание, предназначенное для человека, должно быть составной частью ландшафта, его чертой, родственной местности и неотъемлемой от нее. Надеются, что оно



*Рисунок 6.13 – Ресторан «Ранчо Мираж»
в Палм Спринг, США*

останется там, где стоит, на долгое время. Ведь дом – не фургон. Дом – это поистине вторая кожа не только человека, но и той точки земли, где он возведен (рис. 6.13). Он постоянно подчеркивает необходимость связи с землей: земля уже имеет форму. Поэтому архитектор не примет Эвклидовой геометрии, «коробчатости». Большинство новых «современных» домов выглядят так, как будто их части вырезаны

ножницами из картона, после чего куски картона сложены и согнуты под прямым углом, а местами, для разнообразия, с кривыми картонными поверхностями... Эти постройки последнего времени — плохо исполненные продукты поверхностной эстетики «плоскости и массы».

7 ЗАКОНЫ ПОСТРОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ. ЭВОЛЮЦИЯ МАШИН

Высочайший уровень инженерного творчества заключается в выявлении и формулировании законов и закономерностей строения и развития техники, сознательном их использовании при поиске более эффективных и рациональных конструкторско-технологических решений. В отличие от недавнего времени сегодня уже существуют теоретические и методические разработки по законам и закономерностям техники, которые представляют большой интерес для практического использования в инженерном творчестве.

Законы техники, а также более частные и локальные закономерности могут иметь многоплановое использование в инженерном творчестве. Во-первых, на основе законов и закономерностей техники могут быть разработаны наиболее эффективная методология и методы инженерного творчества. Во-вторых, привязка законов и закономерностей к конкретному классу технических объектов (ТО) позволяет определить наиболее правильные структурные свойства, вид и характеристики ТО в следующих поколениях.

7.1 Закон прогрессивной эволюции техники

Действие закона прогрессивной эволюции в мире техники аналогично действию закона естественного отбора Дарвина в живой природе.

Гипотеза о законе прогрессивной эволюции техники имеет следующую формулировку. В техническом объекте (ТО) с одинаковой функцией переход от поколения к поколению вызван устранением выявленного главного дефекта (дефектов), связанного, как правило, с улучшением критериев развития, и происходит при наличии необходимого научно-технического уровня и социально-экономической целесообразности следующими наиболее вероятными путями иерархического исчерпания возможностей конструкции:

а) при неизменном физическом принципе действия и техническом решении улучшаются параметры ТО до приближения к глобальному экстремуму по значениям параметров;

б) после исчерпания возможностей цикла а) происходит переход к более рациональному техническому решению (структуре), после чего развитие опять идет по циклу а).

Циклы а) и б) повторяются до приближения к глобальному экстремуму по структуре для данного принципа действия;

в) после исчерпания возможностей циклов а) и б) происходит переход к более рациональному физическому принципу действия, после чего развитие опять идет по циклам а) и б).

Циклы а), б), в) повторяются до приближения к глобальному экстремуму по принципу действия для множества известных физических эффектов.

При этом в каждом случае перехода от поколения к поколению в соответствии с частными закономерностями происходят изменения конструкции, корреляционно связанные с характером дефекта у предшествующего поколения, а из всех возможных изменений конструкции реализуется в первую очередь то, которое дает необходимое или существенное устранение дефекта при минимальных интеллектуальных и производственных затратах.

Самое важное приложение закона прогрессивной эволюции заключается в построении на его основе методологии системного иерархического выбора глобально оптимальных конструкторско-технологических решений.

Методология системного иерархического выбора "запрещает" останавливаться на частных улучшенных решениях, как это часто делается на практике. Она ориентирована на изучение и использование всех возможных путей улучшения. Если при этом решение каждой задачи будет выполняться с достаточно полным информационным обеспечением и будет находиться глобально оптимальное решение, то можно иметь высокую гарантию, что разработанное изделие будет на уровне лучших мировых достижений.

Суммарное действие закона прогрессивной конструктивной эволюции даже за короткое обозримое время часто приводит к поразительным результатам. Так, например, только за 50 лет, с 1910-х до 1950-х годов XX в., удалось облегчить дизель-мотор в 250 раз при сохранении одной и той же мощности; расход металла на одну лошадиную силу мощности двигателя уменьшился в 80 раз; паросиловые установки на электростанциях облегчены в 25 раз и т. д.

7.2 Закон соответствия между функцией и структурой

Закон соответствия между функцией и структурой на протяжении многих веков изучали и обсуждали на философском уровне. При этом отмечали и анализировали многочисленные факты удивительных соответствий между выполняемыми функциями любого органа живого организма и его структурой (строением, конструкцией, конструктивными признаками). Такие же соответствия отмечались в деталях и узлах машин, сооружений и других ТО.

Главная суть закона заключается в том, что в правильно спроектированном ТО каждый элемент, от сложных узлов до простых деталей, и каждый конструктивный признак имеют вполне определенную функцию (назначение) по обеспечению работы ТО. И если лишить такой ТО какого-либо элемента или признака, то он либо перестанет работать (выполнять свою функцию), либо ухудшит показатели своей работы. В связи с этим у правильно спроектированных ТО нет "лишних деталей".

Эта главная суть соответствия между функцией и структурой лежит в основе всей познавательной деятельности, связанной с анализом и изучением существующих ТО и всей проектно-конструкторской деятельности по созданию новых ТО.

Гипотеза о законе соответствия между функцией и структурой ТО имеет такую формулировку:

Каждый элемент ТО или его конструктивный признак имеют хотя бы одну функцию по обеспечению реализации функции ТО, то есть отключение элемента или признака приводит к ухудшению какого-нибудь показателя ТО или прекращению выполнения им своей функции. Совокупность всех таких соответствий в ТО представляет собой функциональную структуру в виде ориентированного графа, который отображает системную целостность ТО и соответствие между его функцией и структурой (конструкцией).

На основе этого закона разработаны методики построения функциональных структур конкретных ТО, которые применяют в разных методах инженерного творчества.

Рассматриваемый закон имеет несколько практически важных следствий – закономерностей, которые отображают обобщенные функциональные структуры широких классов ТО. Изложим эти закономерности.

Функциональная структура обрабатывающих машин состоит из четырех подсистем – S_1, S_2, S_3, S_4 (рис. 7.1), которые реализуют, соответственно, четыре фундаментальных функции:

Φ_1 – технологическая функция – обеспечивает преобразование исходного материала сырья A_0 в конечный продукт A_k ;

Φ_2 – энергетическая функция – превращает вещество или полученную извне энергию W_0 в конечный вид энергии W_k ;

Φ_3 – функция управления – осуществляет управляющие действия U_1, U_2 на подсистемы S_1, S_2 соответственно с заданной программой Q и полученной информацией U_2^0 о количестве и качестве полученного вида энергии (информации) W_k ;

Φ_4 – функция планирования – собирает (получает) информацию Q^0 о произведенном конечном продукте A_k и определяет нужные программе Q качественные и количественные характеристики конечного продукта.

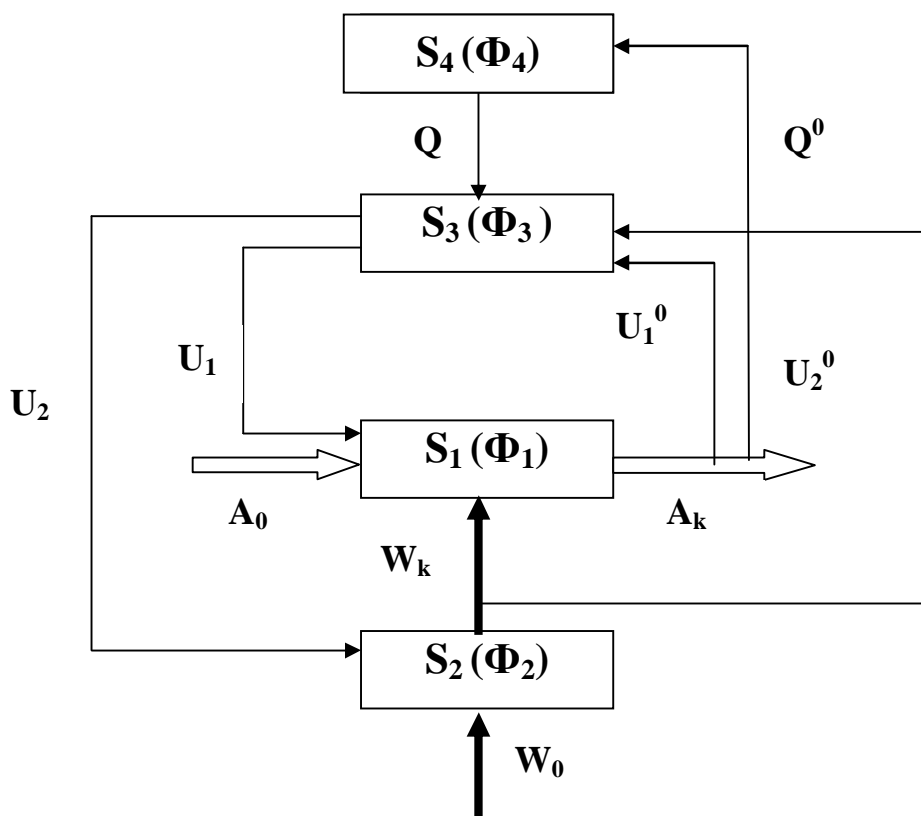


Рисунок 7.1 – Обобщённая функциональная структура обрабатывающих машин

7.2.1 Закономерность функционального строения преобразователей энергии и информации (источники энергии, информационные устройства и системы)

ТО или соответствующие человеко-машинные системы, предназначенные для получения и обработки энергии (информации), состоят из

четырёх подсистем (элементов) S_1, S_2, S_3, S_4 (рис. 7.2), которые реализуют, соответственно, четыре функции:

Φ_1 – функция получения первичной энергии (информации) – преобразует вещество или полученную извне энергию (сигнал, информацию) W_B в начальный (первичный) вид энергии (информации) W_0 , удобный для дальнейшей обработки и преобразования;

Φ_2 – функция преобразования – преобразует начальный вид энергии (информации) W_0 в конечный вид W_K , удобный для использования;

Φ_3 – функция управления – осуществляет управляющие воздействия U_1, U_2 на подсистемы S_1, S_2 в соответствии с заданной программой Q и информацией U_2^0 , которую получаем, о количестве и качестве полученного вида энергии (информации) W_K ;

Φ_4 – функция планирования – собирает (получает) информацию Q^0 о полученной конечной энергии (информации) W_K и определяет нужные Q качественные и количественные характеристики конечной энергии (информации) W_K .

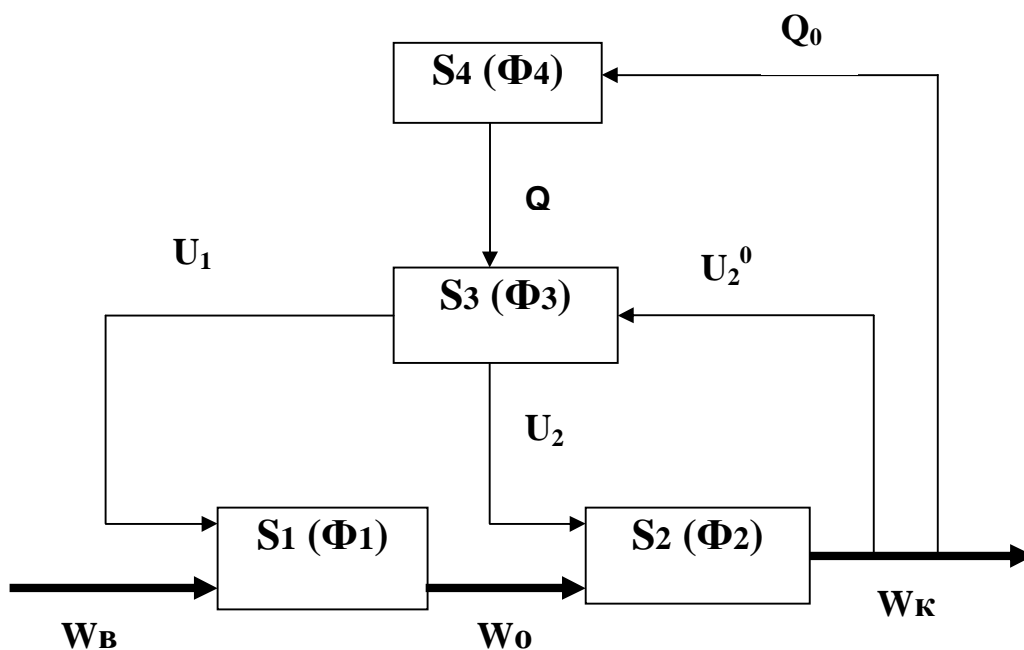


Рисунок 7.2 – Обобщённая функциональная структура источников энергии, информационных приборов и систем

7.2.2 Закономерность функционального построения сооружений

ТО, предназначенные для ограждения каких-нибудь функционально обусловленных объектов G от метеорологических влияний и (или) поддержки их в определенном состоянии, состоят из трех подсистем S_1, S_2, S_3 (рис. 7.3), которые реализуют, соответственно, три функции:

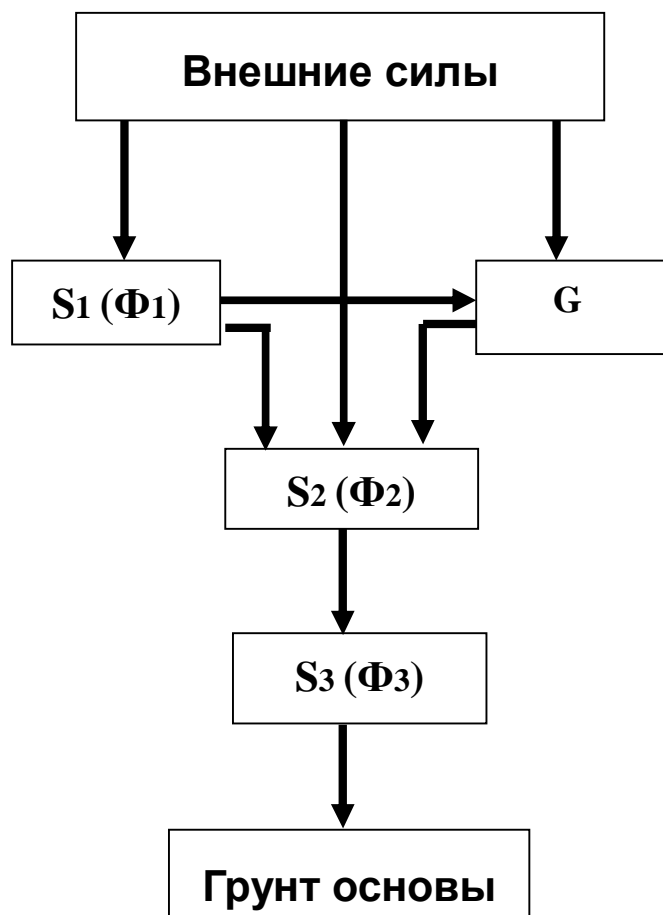


Рисунок 7.3 – Обобщённая функциональная структура сооружений

Φ_1 – функция ограждения – обеспечивает защиту функционально обусловленных объектов G от метеорологических влияний (ветра, осадков, резкого изменения температуры, влажности, солнечной радиации);

Φ_2 – функция передачи усилий – обеспечивает восприятие нагрузок от функционально обусловленных объектов G , которые находятся внутри сооружения (или поддерживаются в определенном положении), действия внешних сил (ветра, осадков, давления воды, сейсмических ускорений), силы тяжести подсистем S_1 , S_2 и передачу всех этих усилий на подсистему S_3 ;

Φ_3 – функция восприятия усилий – обеспечивает передачу этих усилий от сооружения на грунт основы и стойкое положение сооруже-

ния.

7.2.3 Закономерность многозначного соответствия между функцией и структурой

Любая функция и, соответственно, функциональная структура могут иметь много структур (конструкций), которые реализуют эту функцию. И, наоборот, во многих ТО и их элементах могут быть выбраны такие структуры, которые будут выполнять больше одной функции.

Наиболее высокий класс задач инженерного творчества связан с поиском новых, более рациональных функциональных структур (ФС) технологических комплексов, отдельных машин и оснащения. В связи с этим рекомендуется на основе закона соответствия между функцией и структурой и его закономерностей проводить анализ ФС машин или технологических комплексов, которые разрабатываются, в целях поиска более эффективных конструкторско-технологических решений.

7.3 Закон стадийного развития техники

Этот закон отражает революционные изменения, происходящие в процессе развития как отдельных классов ТО, так и техники в целом. Революционные изменения связаны с передачей техническим средствам широко распространенных функций, выполняемых человеком.

Гипотеза о законе имеет на инженерном уровне следующую формулировку.

ТО с функцией обработки материального предмета труда имеют 4 стадии развития, связанные с последовательной реализацией с помощью технических средств четырех фундаментальных функций и последовательным исключением из технологического процесса соответствующих функций, выполняемых человеком:

- на *первой* стадии ТО реализуют только функцию обработки предмета труда (технологическая функция);

- на *второй* стадии наряду с технологической ТО реализует еще функцию обеспечения энергией процесса обработки предмета труда (энергетическая функция);

- на *третьей* стадии ТО реализуют еще функцию управления процессом обработки предмета труда;

- на *четвертой* стадии ТО реализуют также и функцию планирования для себя объема и качества продукции, получаемой в результате обработки предмета труда, при этом человек полностью исключается из технологического процесса, кроме более высоких уровней планирования.

Переход к каждой очередной стадии происходит при исчерпании природных возможностей человека в улучшении показателей выполнения соответствующей фундаментальной функции в направлении дальнейшего повышения производительности труда и (или) качества производимой продукции, а также при наличии необходимого научно-технического уровня и социально-экономической целесообразности.

Практическое использование закона стадийного развития связано с проведением исследований по его привязке к классу ТО, представляющих определенный интерес, а также к функционально близкому классу ТО, которые имеют опережающие темпы развития. При выполнении этих исследований даются ответы на следующие вопросы:

На какой стадии развития находится ТО или технологический комплекс, который рассматривается?

Ограничивает ли возможности человека существенное улучшение основных показателей ТО?

Существуют ли необходимые научно-технические и технологические возможности для перехода на следующую стадию?

Существует ли социально-экономическая целесообразность перехода на следующую стадию?

На основе такого анализа делается вывод о целесообразности перехода на следующую стадию и формируется соответствующая задача на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки.

7.4 Использование других законов техники

Для инженерного творчества интересными являются и другие законы построения и развития техники.

Так, если идет разработка однородного ряда ТО, которые имеют качественно одинаковую функцию и различаются значениями главного функционального параметра, то для быстрого определения других важных конструктивных параметров может быть использована гипотеза о законе корреляции параметров однородного ряда ТО.

Представляют интерес анализ и оценка разрабатываемого ТО с точки зрения выполнения в нем законов симметрии. Если по условиям работы ТО должен иметь какой-нибудь тип симметрии, то он должен найти отображение в конструкции, поскольку его нарушение ухудшает техническое решение.

Исследования, связанные с законом гомологических рядов ТО, позволяют, во-первых, достаточно точно прогнозировать появление новых технических решений аналогично с прогнозированием открытия новых химических элементов с помощью периодической таблицы Д. И. Менделеева. Кроме того, на основе законов гомологических рядов ТО может быть разработана эффективная модификация метода морфологического анализа и синтеза. Достоинства этой модификации заключаются в значительном облегчении выбора в морфологической таблице новых улучшенных технических решений.

Создание пионерских изобретений часто бывает вызвано новыми потребностями, для реализации которых впервые создаются технические средства. В связи с этим к высочайшим уровням инженерного творчества относится изобретение или открытие новых реальных потребностей. Сегодня пока что нет методов синтеза новых потребностей. При решении таких задач, а также при разработке соответствующих методов бесспорный интерес представляет гипотеза о законе расширения множества потребностей-функций.

7.5 О роли красоты в инженерном творчестве

Словарь русского языка определяет красоту как совокупность качеств, доставляющих наслаждение взору и слуху. В философском словаре отмечается, что красота, или прекрасное в жизни и искусстве, доставляет духовную радость и наслаждение и имеет огромную познавательную и воспитательную роль в обществе.

Существует три типа красоты: красота окружающей живой и неживой природы, красота изделий и других объектов, созданных человеком, и красота, создаваемая искусством. Из этих трех типов складывается красота окружающей среды. Стремление найти или создать красивую окружающую среду было одной из наиболее сильных изначальных потребностей человека.

В возникновении и становлении человечества решающую роль сыграли два самых важных движущих фактора:

- труд для удовлетворения физиологических потребностей и создания орудий труда (также для удовлетворения физиологических потребностей);

- поиск и созидание красоты окружающей среды, что выражалось в украшении орудий труда и жилища, в исполнении и сочинении музыки и танцев и многом другом.

Именно второй движущий фактор обеспечил непрерывное развитие самого главного источника прогресса наших далеких предков – их творческих способностей. В период становления человека техническое творчество было чрезвычайной редкостью, а художественная и эстетическая деятельность была постоянным довлеющим фактором в прогрессивном развитии творческих способностей.

По способности чувствовать красоту людей можно условно разделить на две группы, которые имеют как бы два уровня ее восприятия. Одни имеют более глубокое внутреннее восприятие, оказывающее благотворное влияние на человека и изменяющее его поведение. После обостренной встречи с прекрасным у человека повышается активность и творческая способность.

Другая группа характеризуется более поверхностным восприятием красоты и культуры.

Поверхностное, или внешнее восприятие, в отличие от внутреннего, требует намного меньшего труда, душевного волнения и переживания. Такое восприятие, в основном, связано с механическим запоминанием объекта.

В соответствии с внутренним и внешним восприятием красоты существует внутренняя эстетическая культура и внешняя эстетическая культура.

Эстетическое воспитание, или эстетическое наполнение человека, происходит в основном через три канала.

Первый канал – участие человека в созидании красоты окружающей среды, когда он выступает как творческая личность и сам рождает красоту в силу своих способностей и возможностей.

Второй канал – восприятие первой сигнальной системой, т. е. своими чувствами, оригиналов наиболее выдающихся предметов и явлений красоты живой и неживой природы, произведений прикладного искусства, архитектурных сооружений, скульптур, картин, игры актеров в театре и т. д.

Третий канал – восприятие первой сигнальной системой копий наиболее выдающихся предметов и явлений красоты. Это могут быть репродукции и фотографии произведений изобразительного искусства или видов природы, кино, телепередачи, запись музыки и т. д.

Между этими способами, или каналами эстетического восприятия, существуют интересные отношения. Во-первых, самое сильное воспитательное воздействие происходит при непосредственном создании человеком красоты окружающей среды. Второе по силе воспитательное воздействие производят оригиналы.

Во-вторых, если человек сам создает красоту, то он более четко и глубоко воспринимает оригиналы и копии.

Во времена первобытного общества, эллинизма, средневековья и до XVIII в. труд был у большинства индивидуальным, творческим и высокоэстетическим, чтобы товар имел более высокий спрос на рынке.

Наступившее разделение труда привело к отторжению у производителей функций созидания красоты окружающей среды. Возникла и стала быстро расширяться стандартизация. Но, во-первых, красота не может быть стандартной, ей всегда была присуща индивидуальность. Во-вторых, стандартизация усилила отторжение производителей от созидания красоты.

Когда началась интенсивная механизация и автоматизация производства, массовые связи людей с природой начали быстро сокращаться и сходиться на нет.

Широкое распространение средств тиражирования и передачи информации о красоте окружающей среды принесло два отрицательных последствия.

Во-первых, эти средства обеспечили массовый пассивный досуг людей, отчего по разным причинам резко сократилось их участие в самодеятельном искусстве, т. е. значительно уменьшился самый сильный фактор эстетического воспитания – через созидание красоты.

Во-вторых, взаимодействие людей с оригиналами предметов и явлений красоты в большей мере заменялось взаимодействием с их копиями, т. е. нарушился второй по силе фактор эстетического взаимодействия. Более того, дальнейшее развитие техники привело ко второй волне отторжения людей от взаимодействия с оригиналами и от созидания красоты. Не следует забывать о потере еще одной составляющей в красоте окружающей среды – о массовом восприятии людьми атеистических взглядов.

Итальянский мыслитель, архитектор и музыкант XV в., автор знаменитых 10 книг о зодчестве Альберти сказал: "Красота есть строгая соразмерная гармония всех частей, объединяемых тем, что ни убавить, ни изменить ничего нельзя, не сделав хуже. Великая это и божественная вещь, осуществление которой требует всех сил искусства и дарования, редко когда даже самой природе дано произвести на свет что-нибудь вполне законченное и во всех отношениях совершенное".

Известный австрийский биолог К. Лоренц: "В некоторых творениях природы непостижимым образом соединяются красота и функциональность, художественное и техническое совершенство – таковы паутина паука, крыло стрекозы, великолепно обтекаемое тело дельфина и движение кошки".

Генеральный авиаконструктор О. К. Антонов: "Интереснейшая часть нашей работы – это... красота в технике, часть, совершенно неотделимая от нашего труда. Мне кажется, что у нас в авиации это чувствуется особенно отчетливо – тесная взаимосвязь между высоким техническим совершенством и красотой. Мы прекрасно знаем, что красивый самолет летает хорошо, а некрасивый плохо, а то и вообще не будет летать".

Эти и другие определения красоты по отношению к техническим объектам можно обобщить в виде следующего постулата: наиболее целесообразные и функционально совершенные изделия являются наиболее красивыми.

Главная задача всех проектно-конструкторских организаций заключается как раз в создании наиболее целесообразных и функционально совершенных, т. е. наиболее красивых изделий. Создание наиболее целесообразных, функционально совершенных технических объектов – это математическая задача оптимального проектирования или задача поиска глобально оптимального решения в широком смысле слова, когда поиск осуществляется на всем множестве возможных в данное время функциональных структур, физических принципов действия и технических решений, включая определение их оптимальных параметров.

Для успешного решения таких широко поставленных задач оптимального проектирования необходимо иметь, во-первых, рациональную стратегию (алгоритм) поиска, гарантирующую нахождение глобально оптимального решения, во-вторых, способ оценки степени совершенства.

Красота любого изделия состоит из внутренней, или функциональной, красоты и красоты дополнительной, декоративной.

Функциональная красота обусловлена, в первую очередь, законами физики и создается на основе глубокого знания или ощущения физической сущности работы ТО и его взаимодействия с окружающей средой. Эти законы лучше знает и чувствует инженер, и здесь ему должно принадлежать решающее слово.

Декоративная красота основана на законах психофизиологического воздействия некоторых образов на окружающих людей. Эти законы лучше знает дизайнер. Функциональная и декоративная красота должны гармонично и оптимально дополнять друг друга.

Хотелось бы особо порекомендовать студентам многосторонние увлечения искусством – сочинение и исполнение музыки и танцев, стихов и других литературных произведений, занятие изобразительным искусством и т. п.

8 СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА

8.1 Структура развитой инженерной деятельности

Если промышленная революция XIX в. преобразовывала производительные силы в первую очередь за счет технического элемента (применения системы машин), то революция научно-техническая меняет одновременно все компоненты производительных сил. Более того, наука сама становится одним из этих компонентов.

Превращение науки в непосредственную производственную силу осуществляется через технические науки. Соотнося на теоретическом уровне природные закономерности, открытые естествознанием, с техническими потребностями производства, технические науки конструируют разнообразные технологические процессы в виде идеального образа, теоретической модели. В их задачу входит также определение внутренней логики построения и функционирования разных видов техники. Благодаря научно-техническим исследованиям такого рода инженерное творчество, да и производство в целом получает четкие ориентиры, развивается целенаправленно.

По своей природе инженерная деятельность относится к умственному труду. Последний представляет собой преимущественно идеально планирующую деятельность человека, теоретическое освоение действительности. Своеобразным средством умственного труда служит сознание человека, оперирующее такими идеальными "инструментами", как различные понятия, суждения, умозаключения. Техническими способами осуществления умственного труда являются анализ, синтез, индукция, дедукция, идеализация, формализация, моделирование и другие приемы познавательной деятельности.

Продукты умственного труда – это не сами материальные вещи, а их образы, идеальные модели, идеи, научно-технические гипотезы, теории, принципы, т. е. духовные ценности человеческой культуры.

Инженерная деятельность – труд сложный, насыщенный творческими элементами. Предметом труда для инженеров выступает главным образом техника. Инженерная деятельность является профессионально-определенным техническим видом умственного труда, направленного главным образом на создание и преобразование при помощи специальных методов и средств технических и технологических систем и процессов на основе достижений науки.

Общественное значение и социальная роль инженерного труда заключаются в постоянном развитии способов производства и совершенствовании мира техники. Создавая и внедряя в широких масштабах технические новшества, инженеры активно воздействуют на труд, производство, на всю общественную жизнь.

В условиях НТП инженерная деятельность тесно смыкается с научно-исследовательской. Технические науки предполагают в качестве результата выработку базовых принципов, общих решений, универсальных технических элементов.

Задачи инженера носят практический характер. Его основная задача – используя научные достижения, создать конкретный технический объект и представить его в виде чертежей, схем, расчетов, описаний.

Главной внешней функцией инженерного труда является развитие технического базиса общества. К ней присоединяются научно-техническая, экономическая, управленческая, воспитательная, гуманистическая функции.

Внутреннюю структуру инженерной деятельности можно представить как совокупность последовательных, функционально определенных действий, обеспечивающих:

- переход от общих теоретических и эмпирических знаний о технике к конкретному решению технической проблемы;
- техническое руководство созданием и функционированием технического объекта.

Инженер использует материальные и духовные средства труда. Материальные средства в совокупности составляют инженерную технику (ЭВМ, оргтехника, измерительные приборы, испытательная аппаратура, стенды и т. п.).

К духовным средствам относят научные знания и методы – результаты научной деятельности, которыми инженер пользуется в виде формул, методик расчетов, содержащихся в справочниках, технических и технологических инструкциях. Наиболее специфическими средствами инженерного труда выступают специальные технические нормы (стандарты, ТУ, отраслевые нормативы, правила ТБ и прочее) К средствам инженерного труда относится также информация о состоянии материально-технического базиса общества, документируемая в виде каталогов, перечней номенклатуры изделий и т. п.

Внутренние (технологические) функции инженерной деятельности:

1 Функция анализа и технического прогнозирования. Ее выполнение связано с выяснением технических противоречий и потребностей производства. Здесь определяются тенденции и перспективы технического развития, курс технической политики и, соответственно, намечаются основные параметры инженерной задачи. Осуществляют эту функцию руководители, ведущие специалисты, ученые или научно-технический совет.

2 Исследовательская функция состоит в поиске принципиальной схемы технического устройства или технологического процесса.

3 Конструкторская функция дополняет и развивает исследовательскую, а порой и сливается с ней. Инженер-конструктор берет за основу общий принцип работы прибора, создавая технический, а затем и рабочий проект.

4 Функция проектирования – во-первых, инженер-проектировщик конструирует не отдельное устройство или прибор, а целую техническую систему, используя при этом в качестве “деталей” созданные конструкторами агрегаты и механизмы; во-вторых, при разработке проекта часто приходится учитывать не только технические, но социальные, эргономические и другие параметры объекта, т. е. выходить за рамки сугубо инженерных проблем. Техническая идея приобретает свою окончательную форму в виде чертежей рабочего проекта.

5 Технологическая функция. Инженер-технолог должен соединить технические процессы с трудовыми и сделать это таким образом, чтобы в результате взаимодействия людей и техники затраты времени и материалов были минимальны, а техническая система работала продуктивно.

6 Функция регулирования производства. Подчинить совместную деятельность работников решению конкретной технической задачи – дело инженера-производственника.

7 Функция эксплуатации и ремонта оборудования. Функция инженера-эксплуатационника заключается в отладке и техническом обслуживании машин, автоматов, технологических линий, контроль за режимом работы.

8 Функция системного проектирования. Смысл ее в том, чтобы всему циклу инженерных действий придать единую направленность, комплексный характер. На этой основе возникает новая профессия инженера-системотехника (или инженера-универсалиста), призванного давать экспертные оценки в процессе создания сложных технических и особенно “человеко-машинных” систем, где необходим их постоянный диагностический анализ, направленный на раскрытие резервных и узких мест, выработку решений с целью устранения обнаруженных недостатков. Эксперты-универсалисты должны помочь руководителю достичь согласия по всей программе работ, включающей разные проекты.

8.2 Изобретательство

На основе научных знаний и технических достижений в изобретательской деятельности создаются новые принципы действия, способы реализации этих принципов, конструкции инженерных объектов или отдельных их компонентов. Результатом этой деятельности являются изобретения, закрепляемые в виде патентов, авторских свидетельств и т. д. Они отличаются новизной, целесообразностью, полезностью, осуществимостью и имеют, как правило, широкую сферу применения, выходящую за пределы единичного акта инженерной деятельности, и используются в качестве исходного материала при конструировании и изготовлении многих инженерных объектов.

Патенты на изобретение юридически закрепляют права пользования новыми разработками в сфере промышленности. Законы о патентах появились сначала в Англии (1623 г.), а затем во Франции (1791 г.). Выдача

патента узаконивала изобретение как форму собственности. Новые технические идеи становятся товаром и приносят немалый доход. Закон предоставлял изобретателю пользование временной привилегией на пять, десять или пятнадцать лет и давал ему право основывать собственные заведения, преследовать лиц, занимавшихся подделкой. По истечении срока патента способы производства опубликовывались и переходили в общее владение. Поэтому закон требовал полного и верного описания изобретения под угрозой лишения прав и привилегий. С этого периода развитие патентной защиты идет рука об руку с ростом промышленности, а количество сделанных изобретений свидетельствует об интенсивности технического прогресса.

Изобретательство для многих инженеров-практиков было основной и даже единственной выполняемой ими инженерной деятельностью. В дальнейшем, с развитием технических наук, изобретение стало основываться на тщательных научных и инженерных исследованиях.

Особенно необходимость в научных исследованиях, сопровождающих всякое серьезное инженерное изобретение, видна в настоящее время, когда изобретения являются плодом работы целого коллектива инженеров-исследователей или даже исследовательской лаборатории.

8.3 Методы инженерного творчества

Известно довольно большое количество методов инженерного творчества, которые условно можно разделить на две группы:

1) эвристические методы технического творчества, которые базируются на использовании довольно четко описанных методик и правил поиска новых технических решений, которые начали разрабатываться еще в давние времена (Сократ, Архимед) и насчитывают сегодня более 100 эвристических методов, методик, подходов и их модификаций;

2) компьютерные методы поискового конструирования, которые базируются на использовании ЭВМ в решении творческих инженерных задач.

В отличие от четко определенных инженерных задач (например, вычисление объема тела сложной формы, расчет вала на прочность, определение параметров редуктора, выбор технологического оснащения и т. д.) решение творческой инженерной задачи требует, прежде всего, постановки задачи, а потом уже применения определенных методов ее решения.

8.3.1 Постановка и анализ задачи

Постановка задачи – нелегкое дело. Однако нужно всегда помнить, что правильная постановка творческой инженерной задачи – это половина ее решения. Она часто связана с отсечением многих бесперспективных

направлений поиска. Нередки случаи, когда решение задачи находят в процессе ее постановки. Поэтому не следует экономить время на анализ и постановку задачи.

В процессе постановки задачи последовательно выполняют такие операции:

- 1) описание проблемной ситуации, проводят предварительное короткое формулирование задачи;
- 2) описание функции (назначения) ТУ, которое содержит четкую и краткую характеристику технического средства, с помощью которого можно удовлетворить возникшую потребность;
- 3) выбор прототипа и составление списка основных требований к нему, если указывается начальный прототип, который требует усовершенствования, и еще 1-2 дополнительных прототипа;
- 4) составление списка недостатков прототипа, которые необходимо привести в порядке важности избавления от них, выделить важнейшие недостатки, устранение которых считается главной целью решения задачи;
- 5) предварительное формулирование задачи;
- 6) анализ функций прототипа и построение улучшенной конструктивной функциональной структуры;
- 7) анализ функций выше размещенной по иерархии системы;
- 8) выявление причин возникновения недостатков;
- 9) выявление и анализ противоречий развития;
- 10) уточнение списка прототипов и формирование идеального технического решения;
- 11) улучшение других показателей ТУ;
- 12) уточненная постановка задачи.

8.3.2 Метод мозгового штурма

Методы мозгового штурма, или мозговой атаки (МА), основываются на следующем психологическом эффекте. Если взять группу в 5-8 человек и каждому предложить независимо и индивидуально высказывать идеи и предложения по решению поставленной изобретательской или рационализаторской задачи, то в сумме можно получить N идей. Если предложить этой группе коллективно высказывать идеи по этой же задаче, то получится N_k идей. При этом оказывается, что N_k намного больше N .

Обычно за 15-30 минут коллективно высказывается (при соблюдении правил МА) от 50 до 150 разных идей, а при индивидуальной работе – только 10-20 идей.

Мозговую атаку целесообразно использовать:

– при решении изобретательских и рационализаторских задач в разных областях техники;

- при самых разных постановках задачи (по форме, виду деятельности и глубине проработки);
- на разных этапах решения творческой задачи и на разных стадиях разработки и проектирования изделий;
- в объединении с другими эвристическими методами.

Удивительная универсальность методов МА позволяет с их помощью рассматривать почти любую проблему или любое затруднение в сфере человеческой деятельности. Это могут быть также задачи из области организации производства, сферы обслуживания, бизнеса, экономики, социологии, уголовного розыска, военных операций и т.д., если они достаточно просто и ясно сформулированы.

8.3.3 Метод эвристических приёмов

Способы или правила решения ТИЗ называют эвристическими приемами (ЭП), в которых содержится краткое предписание или указание, как преобразовать имеющийся прототип или в каком направлении нужно искать, чтобы получить искомое решение. ЭП обычно не содержат прямого однозначного указания, как преобразовать прототип. Если ЭП имеет отношение к рассматриваемой ТИЗ, то он содержит "подсказку", которая облегчает получение искомого решения, однако не гарантирует его нахождения.

Метод эвристических приемов базируется на межотраслевом фонде ЭП. Этот фонд имеет универсальный характер, то есть ориентированный на самые разные области техники, и содержит опись 180 отдельных ЭП, которые разделены на такие 12 групп:

- преобразование формы;
- преобразование структуры;
- превращение в пространстве;
- превращение во времени;
- преобразование движения и силы;
- преобразование материала и вещества;
- приемы дифференциации;
- количественные изменения;
- использование профилактических средств;
- использование резервов;
- преобразование по аналогии;
- повышение технологичности.

Многие ЭП могут быть успешно использованы в самых различных областях техники. Они со временем морально не стареют и оказываются полезными для других изобретателей. Способы решения ТИЗ, открытые различными изобретателями, имеет смысл собирать, обобщать и обучать им начинающих изобретателей. Именно на этих свойствах основывается

метод эвристических приемов, который интегрирует в методически доступной форме опыт многих изобретателей.

8.3.4 Морфологический анализ и синтез технических решений

Метод морфологического анализа и синтеза был разработан в 30-е годы XX в. швейцарским астрономом Ф. Цвикки для конструирования астрономических приборов.

Морфологический метод базируется на комбинаторике. Суть его состоит в том, что в изделии или объекте, которым интересуются, выделяют группу основных конструктивных или других признаков. Для каждого признака выбирают альтернативные варианты, то есть возможные варианты его выполнения или реализации. Комбинируя их между собой, можно получить много разных решений, в том числе и таких, которые представляют практический интерес.

При применении этого метода складываются морфологические таблицы, заполненные возможными альтернативными вариантами, и из всего множества получаемых комбинаций выбираются наиболее подходящие и наилучшие решения.

Морфологические методы нашли широкое распространение. Ф. Цвикки разработал несколько модификаций своего метода. Наиболее распространенная модификация метода Цвики основана на функциональном подходе, если в качестве признаков берутся функции элементов (узлов, деталей) рассматриваемого ТУ, а за альтернативные варианты – разные способы реализации каждой функции.

9 СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ ТВОРЧЕСКОГО ИНЖЕНЕРА

9.1 Мотивация инженерного творчества

Движущей силой развития личности является система потребностей. Эта система и формируется, и реализуется в деятельности, прежде всего – трудовой. Труд – сфера жизни человека, где он либо непосредственно удовлетворяет часть своих потребностей (в самом труде, в самореализации, творчестве и т. п.), либо создает средства для усовершенствования остальных потребностей.

Система ценностей формируется самим человеком, но ею отчасти можно управлять, повышая или снижая значение той или иной ценности для него с помощью системы целенаправленных мер. Таким способом корректировки ценностей и мотивов человеческой деятельности извне выступает стимулирование. Эффективность применяемых стимулов зависит

от того, находят ли они отклик в душе, а точнее, в системе потребностей, мотивов и ценностей человека. Поэтому в практических целях важно знать, какими мотивами руководствуется инженер в своей профессиональной деятельности, какие ценности для него значимы и как на них можно воздействовать, чтобы направить его активность в русло технического творчества.

Наиболее распространенными являются следующие три типа профессиональной мотивации инженеров.

1 Доминантный тип профессиональной мотивации.

Главными выступают показатели, демонстрирующие устойчивый интерес инженера к техническим наукам, увлечение техникой и конструированием, стремление к научно-исследовательской работе. Отсюда – активность специалистов, направленная “на дело”, а не на систему взаимоотношений. Поведенческая структура доминантного типа довольно стабильна, отличается ответственным отношением к порученному делу.

2 Ситуативный тип профессиональной мотивации.

Ему свойственно приоритетное влияние привходящих жизненных обстоятельств, которые не всегда согласуются с мотивами и ценностными ориентациями личности. Выбор профессии был в свое время связан с так называемой внешней мотивацией. Это случайные обстоятельства жизни, материальные соображения, влияние места жительства и т. п. В результате – неудовлетворенность такого инженера профессией, положением в трудовом коллективе. В производственной деятельности основное место занимают исполнительские функции. Ориентация на преимущественно нетворческую работу дополняется ориентацией на ценность взаимоотношений с “нужными” людьми.

3 Конформистский тип профессиональной мотивации.

Ярко выражено рассогласование между ценностными ориентациями и реальным поведением, характерно значительное влияние на выбор профессии ближайшего социального окружения. Творческая активность не поддается прогнозированию. Такой тип мотивации чаще всего проявляется у эмоциональных людей, социально-психологические установки которых подвижны, имеют тенденцию к изменению.

Весьма показательны данные, которые приводит в своей книге “Иметь или быть?” Эрих Фромм. В результате интервьюирования 2,5 тысяч сотрудников двух преуспевающих американских компаний установлено, что мотивация трудовой деятельности менеджеров, инженеров и служащих характеризуется следующей шкалой:

- глубокий интерес к работе, научная заинтересованность – 0 %;
- деловитость без глубокого интереса к работе – 22 %;
- неустойчивый деловой интерес к работе – 58 %;
- умеренная продуктивность, интерес, имеющий сугубо утилитарный характер – 18 %;
- пассивность, непродуктивность – 2 %;
- отказ от работы, замкнутость от внешнего мира – 0 %.

Общие характеристики творческого типа мотивации содержатся в результатах исследования, проведенного среди инженеров-новаторов.

Основной причиной, побудившей заняться техническим творчеством, большинство участников опроса признают "личное стремление и инициативу" (так ответили 78,3 % всех опрошенных инженеров).

Доминирующую позицию в мотивационной структуре личности творческого инженера занимают также социально значимые мотивы. Для 67,3 % общего числа опрошенных решающим моментом при включении в новаторскую деятельность послужили "осведомленность о конечных целях технического задания, чувство ответственности за разрабатываемую идею".

Существенное влияние на рост профессионального творчества представителей инженерной специальности оказывает и характер отношений в производственной среде.

Материальное и моральное стимулирование также является весьма значимым фактором в развитии творческого потенциала инженерных работников.

Заметим, что наиболее эффективным следует признать сочетание обоих видов стимулирования.

Немаловажную роль в процессе включения инженера в техническое творчество играет возможность общаться с "себе подобными". По подсчетам специалистов, творческий инженер должен "тратить" на общение с коллегами 8-15 часов в неделю.

Обсуждение профессиональных тем с опытными инженерами – важный стимулятор творческой активности.

Итак, самые сильные из мотивов, побуждающих к инженерно-техническому творчеству, – это внутренние мотивы личности. Что же касается внешних мотивирующих факторов, то это – интенсификация приобретения профессионально-творческого опыта за счет специального обучения техническому творчеству, обеспечение новейшей информацией о достижениях технических наук, ориентация коллектива на сложное поисковое проектирование, повышение сложности и значимости решаемых задач, а также совершенствование социальных и экономических стимулов творческой активности инженера.

Характер внутренней мотивации тесно связан с удовлетворенностью трудом. Наиболее важными ценностями производственной деятельности для творческих инженеров являются (в порядке значимости):

- достижение высокого уровня профессионального мастерства (ведущая ценность для 66,0 % опрошенных);
- материальная обеспеченность, достигаемая за счет успехов в труде (важна для 54,5 %);
- возможность устранять конструктивные и технологические недостатки на доверенных участках работы (отметили 52,3 %);
- уважение, признание в коллективе (51,1 %);

- работа, требующая новых оригинальных инженерных решений (важна для 45,5 %);

- возможность передавать свой инженерно-творческий опыт, обучать молодежь (составляет ценность для 38,4 %).

Наиболее важными для себя факторами изобретатели считают те, которые связаны с возможностью реализовать и развить инженерное дарование, также с материальной обеспеченностью и авторитетным положением в коллективе.

В числе наименее ценных – работа, требующая, в основном, стандартных решений и приемов.

Низкий уровень удовлетворенности отмечается в вопросах заработка, овладения технологией технического творчества, перспектив служебного продвижения.

Деловые качества развиваются до максимума в течение первых 6-10 лет, а затем начинают спадать.

9.2 Деловые качества инженера

Каждый вид профессиональной деятельности предъявляет человеку свои требования.

Инженер-конструктор должен:

1 Знать состояние и перспективы развития техники и технологии в своей области и в смежных областях.

2 Владеть современными методами оценки труда, навыками инженера, современными методами проектирования.

3 Иметь ясное представление о предмете научной методологии, задачах данной отрасли, методах прогнозирования и развития техники.

4 Быть знакомым с основами организации производства, труда и управления, с экономикой отрасли.

5 Уметь разбираться в вопросах охраны труда и техники безопасности, управлять оргтехникой и измерительной техникой.

Ленинградские социологи под руководством В. А. Ядова, обследовав 1100 инженеров, работающих в проектно-конструкторских организациях, выделили в результате анализа собранных данных три систематического комплекса деловых качеств, необходимых специалисту в области инженерии.

Первый из них – творческий комплекс – включает самостоятельность, творческий подход к делу, инициативность, интеллектуальные способности, опыт и знания.

Второй комплекс – исполнительский – образуется из таких деловых качеств, как старательность, аккуратность, усидчивость, добросовестность, трудолюбие.

Третий комплекс, обозначенный как комплекс ответственности-организованности, состоит из качеств, в одинаковой степени необходимых как для творческой, так и для репродуктивной работы. Сюда относятся

оперативность, настойчивость, работоспособность, ответственность, организованность.

Согласно классификации инженеров по деловым качествам, составленной по результатам ленинградского исследования, характерными профессиональными типами являются:

а) Творчески устремленный “инженер по призванию”, у которого высоко развит комплекс творческих качеств, но несколько ниже исполнительские показатели. Инженер такого типа склонен к самопрограммированию деятельности и неприязненно относится к вмешательству в его дела.

б) Исполнительный и добросовестный инженер, ориентированный главным образом на комплекс исполнительских качеств и не отличающийся инициативой и самостоятельностью.

в) Самоуверенный, довольный собой человек. Его деловые качества по всем комплексам развиты одинаково, причем одинаково средне. Это не мешает ему быть вполне довольным собой и своими профессиональными успехами.

г) Отчужденный от профессии “инженер поневоле”, у которого низкий уровень деловых качеств наблюдается по всем трем комплексам.

Говоря об инженерном даровании, нельзя не упомянуть о наиболее общих, интегративных его признаках. Они присущи не какому-то отдельному системокомплексу, а всей метасистеме деловых качеств инженера.

Творческий потенциал характеризует инженерное дарование с точки зрения его динамики, перспектив его развития. Инженеру необходимо всегда быть настроенным на “опережающую волну”, поддерживать в себе состояние творческого напряжения, иначе он рискует быстро отстать от требований профессии. Фокусируя в себе тенденции развития науки и техники, общественного производства и технологий, инженер “попутно” совершенствует свои профессиональные дарования.

Инженерное мышление, как и творческий потенциал, не сводится к какому-то одному уровню метасистемы деловых качеств специалиста. Это вид познавательной деятельности, направленной на изучение и освоение закономерностей техники и технологии. Главное в инженерном мышлении – решение конкретных, выдвигаемых производством задач, причем решение, дающее наиболее экономичный, эффективный, качественный и, добавим, изящный результат.

Основные этапы инженерного мышления – “постижение социальных потребностей в новых технических средствах и технологии производства; освоение культурных ценностей, инженерного опыта, естественнонаучных и технических знаний; формирование инженерной задачи и ее решение; проектирование, обеспечение функционирования технических средств”. Сущность инженерного мышления, следовательно, заключена в идеальном преобразовании мира техники, т. е. создании с помощью идеальных средств новых технических решений.

С возрастом многие параметры личности изменяются, и не всегда в лучшую сторону.

9.3 Бюрократические преграды на пути инженерного творчества

О серьезности организационно-бюрократических препятствий на пути прогресса техники и науки, инженерного творчества в самом широком смысле свидетельствует “интернациональность” данного явления. Так, американский исследователь Д. Аллисон утверждает, что в любой крупной организации сильны скрытые мотивы, тормозящие внедрение технических новшеств. В качестве иллюстрации своего мнения он приводит пример замены какого-нибудь природного материала синтетическим. Такая замена грозит сокрушить всю социальную иерархию корпорации. Прежде всего, существующая технология делается устаревшей. Конструкторы, накопившие свой опыт за десятилетия, увидят, что он совершенно не применим в новых условиях. Выросшие производственные мощности потребуют коренной ломки методов сбыта. Самого президента корпорации, самоуверенность которого до сих пор базировалась на отличном знании технологических тонкостей, новшество оттесняет на незнакомую зыбкую почву. Как же он будет теперь управлять фирмой? Ведь ему теперь грозит полная зависимость от людей, “пробивающих” нововведения. Он стоит перед угрозой утраты доверия к себе и другим. Чтобы спастись от всех этих напастей, любые средства хороши. И их используют без колебаний.

Заметим, что набор средств, которыми пользуется бюрократия в борьбе с техническим прогрессом и его творцами, довольно универсален. Сопоставим образчики “консервативных стратегий”, которые описал Д. Аллисон, с примерами из практики наших инженеров и изобретателей.

Стратегия первая. Идею отвергают, ее сторонников “вышибают” из фирмы или понижают в должности, на дальнейшее обсуждение накладывают табу.

Стратегия вторая. Эксперименты продолжать разрешают, но экспериментаторов отделяют от основной фирмы, все контакты с ними, абсолютно необходимые для реального внедрения, обрывают, так что они оказываются как бы в вакууме. Правда, в таком миниатюрном объеме новшество похоже на бомбу замедленного действия. Чтобы она не взорвалась, руководство тщательно следит за развитием событий и не дает “бомбе” дойти до критической массы.

Стратегия третья. Радикальность новшеств умеряют, сводят ее к незначительным усовершенствованиям. Новшество внедряют, например, частично или только в одном из филиалов, не допуская распространения “заразы” на всю фирму.

Стратегия четвертая. Изобретателей пытаются “вымотать”, затягивая рассмотрение идей, переходя от их одобрения к отрицанию и наоборот.

Негативные реакции на новшества, подчеркивает Д. Аллисон, не обязательно плод сознательного лицемерия или обмана. Это не инерция, а следствие консервативного динамизма, который сродни инстинкту самосохранения и абсолютно необходим для благополучия как биологических

организмов, так и промышленных корпораций. Поэтому нелепо надеяться, что они когда-либо откажутся от негативных стратегий.

9.4 Источники нерационального использования творческих возможностей инженера

Во-первых, это использование инженерных кадров не по назначению.

Вторая существенная причина – низкий уровень организации большинства видов инженерного труда.

Третья причина заключается в недостаточной оснащенности рабочих мест, плохом обеспечении оргтехникой.

Совокупное влияние всех этих негативных моментов создает довольно неблагоприятные условия для творческой самореализации инженеров, что и отражается в их самосознании в виде чувства неудовлетворенности возможностями для профессионального творчества.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Зворыкин, А.А.** История техники / А. А. Зворыкин, Н. И. Осьмова, В. И. Чернышов. – М. : Соцэкгиз, 1962. – 772 с.

2 **Козлов, Б.И.** Возникновение и развитие технических наук / Б. И. Козлов. – Л. : Наука, 1987. – 248 с.

3 **Шухардин, С.В.** Основы истории техники / С. В. Шухардин. – М. : Изд. Акад. Наук СССР, 1961. – 278 с.

4 **Горохов, В.Г.** Знать, чтобы делать. История инженерной профессии и ее роль в современной культуре / В. Г. Горохов. – М. : Знание, 1987. – 173 с.

5 **Мартынюк, И.О.** Инженер в зеркале времени / И. О. Мартынюк. – К. : Политиздат Украины, 1989. – 159 с.

Навчальне видання

**ПОДЛЕСНИЙ Сергій Володимирович
ЄРФОРТ Юрій Олександрович
ІСКРИЦЬКИЙ В'ячеслав Михайлович
СУЩЕНКО Дмитро Георгійович
СТАДНИК Олександр Миколайович**

ІСТОРІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Навчальний посібник

(Російською мовою)

Редактор О. О. Дудченко

Комп'ютерна верстка О. С. Орда

207/2008. Підп. до друку 31.08.10. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 10,93. Обл.-вид. арк. 13,49.
Тираж 100 прим. Зам. № 88.

Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру
серія ДК № 1633 від 24.12.2003