

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**Санкт-Петербургский горный университет**

**Кафедра машиностроения**

## **ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ**

*Методические указания к практическим занятиям  
для студентов бакалавриата направления 15.03.01*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**  
**2019**

УДК 621.7 (073)

**ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ:** Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *Л.Б.Алексеева*. СПб, 2019. 35 с.

Методические указания предназначены для студентов бакалавриата направления 15.03.01 «Машиностроение» по профилю программы «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

Научный редактор проф. *В.В. Максаров*

Рецензент проф. *Д.В. Васильков* (Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

© Санкт-Петербургский  
горный университет, 2019

## **ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ**

***Методические указания к практическим занятиям  
для студентов бакалавриата направления 15.03.01***

Сост. *Л.Б. Алексеева*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой  
машиностроения

Ответственный за выпуск *Л.Б. Алексеева*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 01.11.2019. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 2,0. Усл.кр.-отт. 2,0. Уч.-изд.л. 1,8. Тираж 50 экз. Заказ 945. С 318.

Санкт-Петербургский горный университет  
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета  
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2

## **Практическое занятие № 1**

### **Начальные этапы развития человеческого общества**

Цель работы: ознакомление с начальными этапами развития техники и технологий

Первобытная эпоха охватывает огромный промежуток исторического времени от появления на земле человека до возникновения первых государственных образований (от 2,6 млн. лет назад до 4-го тыс. до н.э.). Из всех специальных периодизаций наиболее важна археологическая. Она основана на анализе различий в материале и технике изготовления орудий труда и предметов быта. Выделяют каменный (ранний палеолит: 2,6 млн. лет назад – 80-е тыс. до н.э., средний палеолит: 80 – 40-е тыс. до н.э., поздний палеолит: 40 – 12-е тыс. до н.э., мезолит: 12 – 7-е тыс. до н.э., неолит: 7 – 4-е тыс. до н.э.), бронзовый (2 – начало 1-го тыс. до н.э.) и железный (с середины 1-го тыс. до н.э.) века, которые в свою очередь подразделяются на периоды и этапы.

Наиболее важные события эпохи: возникновение мышления и речи; освоение огня; появление и технико-технологическое совершенствование присваивающих видов хозяйствования (охота, собирательство, рыболовство, бортничество), затем переход к производящим видам (земледелие, скотоводство) в результате неолитической революции; развитие форм организации человеческого общества (первобытное человеческое стадо, община, род, племя, семья, брак); зарождение и распространение первых идеологических представлений (ранние формы религии, миф, магия); начало художественной деятельности.

В период, продолжавшийся с X по III тыс. до н.э. произошли коренные изменения в материальной и духовной жизни людей, что позволило выделить этот этап и назвать – неолитическая революция. Неолитическая революция характеризуется переходом от охоты к скотоводству, от собирательства к земледелию, освоению новых технологических операций при формировании новых социальных отношений в обществе. В эпоху неолита техника обработки камня

достигает наивысшего расцвета. Неолит получил название из-за широкого внедрения новых способов обработки крупных каменных орудий: шлифования, сверления и пиления. Шлифованными каменными топорами, жестко скрепленными с деревянной рукоятью посредством высверленных цилиндрических отверстий, человек стал рубить лес, выдалбливать лодки, строить жилища.

Основные технические достижения начального периода развития человеческого общества представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические достижения (годы до н.э.)

Ок. 800000	Первые ручные рубила, изготовленные ударной техникой
Ок. 500000	Начало использования огня
Ок. 150000	Ручные рубила, изготовленные контрударной техникой (с помощью колотушки и отбойника)
Ок. 100000	Первые составные орудия, изобретение рукоятки
Ок. 50000	Появление отжимной техники обработки камня
Ок. 40000	Искусственное добывание огня
Ок. 12000	Появление лука и стрел
Ок. 10000	Весла и лодка
Ок. 8000	Начало мотыжного земледелия
Ок. 6000	Пиление, сверление и шлифовка камня
Ок. 5000	Прялка и ткацкий станок. Парус и корабль с двухногой мачтой
Ок. 4000	Колесо. Первые повозки. Гончарный круг. Металлургия меди. Пиктографическое письмо.
Ок. 3000	Килевое финикийское судно. Плуг.
Ок. 2000	Колесо со ступицей. Повозки с неподвижной осью. Металлургия бронзы.
Ок. 1000	Металлургия железа. Ручная мельница
Ок. 450	Стеклянные линзы
Ок. 300	Водяная мельница. Первые описания компаса.
Ок. 100	Римский колесный плуг с ножом и отвалом. Ручная прялка. Двухцилиндровый поршневой насос Ктесибия

Освоение мотыжного земледелия было первым этапом неолитической революции, изменившей жизнь людей. Вторым этапом стало освоение ирригационного земледелия.

Принципиальный переворот в истории человеческой цивилизации связан с открытием и использованием металлов, в частности меди и ее сплава – бронзы, по имени которых были названа эпохи ранней цивилизации – медный и бронзовый века.

В IV тыс. до н.э. из металла начали изготавливать орудия труда. Первым таким металлом была медь. Однако из-за редкости месторождений, высокой дефицитности, а также незнания упрочняющего действияковки медные орудия труда на протяжении долгого времени применялись наряду с каменными. В начале развития металлургии использовали самородную медь и обрабатывали известными приемами обработки камня – оббивкой. В результате люди научились холодной ковке, когда медь обрабатывалась в холодном состоянии ударами каменными молотами. В работе крупнейшего отечественного историка, академика Б.А. Рыбакова отмечается, что все виды работ с металлом происходят от древнего глагола «ковать». Античный период частично перекрывается железным веком первобытного общества, который заканчивается I в. до н.э.

Античная эпоха датируется IX в. до н.э. – V в. н.э. Географическими пределами эпохи были территории древнегреческого (IX – I вв. до н.э.) и древнеримского государств (VIII в. до н.э. – середина V в. н.э.), а также стран и народов, находившихся под их влиянием. Понятие античность происходит от латинского слова *antiquus*, что означает древний. Оно было предложено в эпоху Возрождения.

Для античного периода развития человечества характерны философские поиски научного объяснения мира. При этом оформились три основных направления науки: изучение живой природы (зачатки биологии и медицины), изучение космоса в целом (Гесиод, Анаксимандр, Гераклит, Демокрит, Платон и др.) и изучение внутренней структуры предметов окружающего мира (атомистическая гипотеза). Эти умозрительные теории сохранились до XIX в. Выдающиеся философы этого периода: Аристотель (384 - 322 гг. до н.э.), Эвклид (III в. до н.э.), Архимед (287 - 212 гг. до н.э.), Гиппократ (около 460 - 370 гг. до н.э.).

В значительной степени «науку о природе» систематизировал Аристотель (384 - 322 гг. до н.э.). Первым научным трудом по математике была «Арифметика», опубликованная в Китае во 2 в. до н. э. Затем появились работы по математике и механике Пифагора, Евклида, Архимеда и других великих ученых древности. Для создания разнообразных технических устройств было необходимо разработать систему научно-технического знания на основе обобщения задач механики. Впервые это сделал Архимед. Ему принадлежит ряд изобретений: водоподъемный «архимедов винт», зубчатый редуктор, различные военные машины, прибор для измерения диаметра Солнца и т. д.

Историческое развитие техники и технологий эпохи оценивается как новый уровень в организации труда, в применении новых материалов для изготовления более сложных орудий труда, в совершенствовании различных операций в ремесленном производстве и строительстве, в сельском хозяйстве, в распространении технических механизмов и приспособлений, в развитии оружия и военной техники и т.д. Переход к античной цивилизации характеризуется распространением поливного земледелия, кочевого скотоводства, письменности и наступлением эпохи металлов.

Известны были транспортирующие механизмы для строительных (трипасты, полиспасты, краны) и водоподъемных целей (ступальное колесо, тимпан), военные машины (баллисты, катапульты, онагр). Невозможность подъема тяжестей ограниченным мышечным усилием человека была преодолена ранними применениями простейшего трансформатора механической энергии – рычага.

Мукомольная водяная мельница, в которой впервые создано было единство двигательного (водяное колесо), передаточного (вал, шестерня, зубчатые колеса) и исполнительного (жернов) механизмов, появились лишь в связи с кризисом рабского труда. В представлении античных авторов само понятие «машина» отождествлялось с транспортирующим механизмом. Так, римский архитектор Витрувий, сочинение которого «Об архитектуре» является наиболее важным источником для изучения техники античного рабовладельческого общества, говорит, что «машина есть система связанных между собой частей из дерева, обладающая наибольшей мощностью

для передвижения тяжестей; сам же этот механизм приводится в действие посредством круговых вращений искусным приемом...».

Потребности практической механики заставили обратиться к сочинениям Аристотеля, Герона Александрийского, Филона Византийского. В частности, учение Иоанна Филопона развил знаменитый Авиценна – Ибн-Сина. В «Книге знаний» Ибн-Сина рассматривает пять простых машин, их комбинации и применение для подъема и передвижения грузов. Известны трактата «Книга и познании практической механики» Исмаила аль-Джазари и «О водяных колесах и подъеме воды и о служащих для этого механических устройствах» Мухаммеда аль-Хорасани. В странах халифата водопользование было делом государственной важности. Было придумано много машин для ирригации: черпальные – зурнук и далийя; приводимое в движение водой черпальное колесо – наура, а также более сложные машины. Водяные мельницы достигли в странах халифата такого распространения, что о ручном помоле зерна даже забыли.

### **Вопросы для обсуждения**

1. Зарождение начальной техники обработки камня, ее совершенствование, освоение операций ретуши, контрретуши, сверления, шлифования и пиления.

2. Переход к изготовлению сложных и составных каменных орудий (топоров, молотков) и инструментов для обработки дерева и кости.

3. Появление и распространение копьезаготовок и копий, лука и стрел, бумерангов и других видов метательного оружия.

4. Начало и расширение добычи камня в шахтах и каменоломнях.

5. Освоение огня и способов его искусственного добывания, а также применение его для бытовых нужд и технологических целей: выжигания, обжига и др.

6. Освоение прядения, плетения и ткачества, появление первого ткацкого станка.

7. Применение волокуш, изобретение колеса и первых повозок, начало прокладки первых дорог-волоков.

8. Применение простейших приспособлений для подъема и перемещения тяжестей: катков, канатов, рычагов и блоков.

9. Изобретение устройств для сверления: коловорота, лучкового и смычкового.

10. Зарождение и распространение рыболовства. Освоение строительства тростниковых лодок и лодок-однодревок.

11. Окончательный переход от каменных орудий к металлическим, бронзовым, а потом стальным.

12. Изобретение гончарного круга и зарождение гончарного и керамического производства.

13. Совершенствование лука и наступление эпохи «железного меча»; распространение боевых колесниц, метательных и стенобойных машин, штурмовых башен.

14. Совершенствование клинописного письма и появление финикийского алфавита.

15. Развитие военной техники: распространение метательных, стенобитных машин и осадных башен.

## **Практическое занятие № 2**

### **Изобретение сложных орудий труда**

Цель работы: ознакомление с развитием техники в мануфактурный период

Эпоха средневековья определяется периодом с V в. по XVI в. Средневековье имеет внутреннюю периодизацию: раннее средневековье (V – IX вв.), зрелое средневековье (X – XIII вв.), позднее средневековье (XIV – XV вв.). Западная и Центральная Европа, Византия, Древняя Русь, Арабский Восток, Индия, Китай, Япония и Доколумбова Америка – все это было географией распространения средневекового типа мышления (религиозного) и технико-технологических инноваций. Средневековье – это принятое в науке обозначение периода всемирной истории, следующего за периодом античности и предшествующего периоду Нового времени. Понятие появилось в XV – XVI вв. у итальянцев-гуманистов и в науке утвердилось в XVIII в. Социальной основой средневековой культуры были феодальные отношения.

Основные технические достижения развития человеческого общества представлены в табл. 2.

Технические новации, оказавшие радикальное воздействие на всю культуру средневековья: изобретение водяного и ветряного двигателей и разработку на их основе водо- и ветродействующих установок; заимствование у арабов пороха привело к созданию пороходельательного производства; заимствование бумаги, в результате чего появилось книгопечатание; разработка и внедрение в хозяйственный и культурный оборот различных механических устройств, создавших со временем целую инфраструктуру (в частности, часовое производство).

Транспортные машины в феодальный период получили значительное развитие. Разрабатывались конструкции специализированных подъемных кранов: для подъема сыпучих тел, для расчистки дна гаваней и др. В отличие от рабовладельческого периода, когда в качестве универсальной энергетической машины использовался только раб, в феодальный период все чаще намечаются тенденции

привода подъемных устройств энергией животных или неорганической природы.

Таблица 2

Основные технические достижения

Годы н.э.	Технические достижения
105	Бумага Цой Луия из старых сетей
Ок. 300	Бумага из растительного сырья
Ок. 350	Введен в употребление носовой парус-артемон
527	Идея использовать гребное колесо для передвижения судов
Ок. 600	Описание свойств селитры
Ок. 650	Открытие пороха Сунь Сы-мяо
Ок. 700	Штамповка рисунков на тканях
Ок. 996	Башенные часы Герберта в Магдебурге
Ок. 1000	Компас с плавающей стрелкой
1132	Пороховой огнемёт Чэнь Гуя
Ок. 1200	Первые шутофены. Первые кулачковые молоты с приводом от водяного колеса
1220	Рецепт пороха Марка Грека
1285	Очки Сальвино Арматти
Ок. 1300	Первые башенные часы
1319	Опыты с порохом Бертольди Шварца
Ок. 1320	Первые артиллерийские орудия, стрелявшие каменными ядрами
Ок. 1350	Многомачтовые корабли. Руль
Ок. 1400	Меха с приводом от водяного колеса. Чугунные ядра и литые чугунные пушки. Первые каравеллы. Первые печатные книги, напечатанные с досок
Ок. 1440	Печатный станок Иоганна Гутенберга
Ок. 1400	Первые пружинные часы. Колесные лафеты для пушек
1480	Ружье Цольнера с прямой нарезкой
Ок. 1500	Первые доменные печи. Мушкет с фитильным замком
Ок. 1530	Самопрялка Юргенса

Продолжение табл. 2

Годы н.э.	Технические достижения
1541	Первое упоминание об использовании деревянных рельсов в горном деле
1550	Камера-обскура Джероламо Кардано с линзой
1556	Книга Фабрициуса, в которой описаны его опыты с хлористым серебром
Ок.1600	Зрительная труба Мециуса. Простой микроскоп Янсена
1609	Телескоп Галилео Галилея
Ок.1610	Сложный микроскоп Дреббеля
1619	Додлей при плавке железа применяет каменный уголь
1630	Первые винтовки
1640	Экипаж Блаунта со стальными С-образными рессорами
1642	Первая вычислительная машина механического действия для операций сложения и вычитания Блезе Паскаля.
Ок.1650	Воздушный насос Отто фон Герике
1657	Механические часы с маятником Христиана Гюйгенса
1663	Трехлинзовый микроскоп Роберта Гука Трактат Блезе Паскаля о равновесии жидкостей
1669	Франческо де Лана предлагает воздушный корабль «легче воздуха»
1672	Рефлектор И. Ньютона
1674	Балансир Гюйгенса для пружинных часов
1676	Якорно-анкерный спуск Клементя
1680	Штамповочный молот с педальным приводом
1694	Арифмометр Лейбница
1695	Цилиндрический спуск для пружинных часов Томпиона
1703	Трактат Лейбница о двоичной системе счисления

От античности и средневековья мануфактурный период унаследовал нижнебойные (подливные) водяные колеса, в которых водяной поток воздействовал на их лопасти в нижней части и вращал за счет своей кинетической энергии. Это был самый простой вид гидродвигателя, в котором использовалось естественное течение

потока, не требующее специальных сооружений. Потом появились более мощные среднебойные колеса, в которых вода по желобу подавалась в среднюю часть колеса и за счет подъема увеличивалась потенциальная (запасенная) энергия падающего потока. С XVI в. стали применяться самые мощные верхнебойные или наливные колеса, в которых водяной поток, поднятый плотиной на большую высоту, падал на колесо сверху. Водяные двигатели в мануфактурный период стали господствующими во всех видах производства: горном деле и металлургии; бумажном, текстильном, лесопильном, мукомольном, маслостойном и др.

Подробно описал машины, применявшиеся в горном деле в XVI в. и ранее, немецкий врач, минералог и металлург Георг Бауэр, известный под латинизированным именем Агрикола (1490-1555 гг.). Агрикола дал описание реверсивного водяного колеса, применявшегося для подъема руды из рудника. Ему уже было известно, как от одного водяного колеса можно привести в действие шесть насосов, несколько толчеи. Идея привода нескольких механизмов от одного источника энергии тогда еще не имела значительного распространения и была одной из технических новинок.

Основные технологические машины средневековья – мельницы: водяные, унаследованные от Римской империи, и ветряные, заимствованные с Востока. Мельницы были машинами, заменявшими физическую силу человека, поэтому их начали применять на различных несложных технологических операциях, требовавших от исполнителя большой силы. К. Маркс, характеризуя всякую развитую совокупность машин, указал, что она состоит из трех различных частей: машины-двигателя, передаточного механизма и рабочей машины (машины-орудия), заменившую руку человека.

Выдающаяся роль в становлении экспериментальной науки принадлежит, прежде всего, видному основоположнику современного естествознания, гениальному художнику, ученому и инженеру эпохи Возрождения Леонардо да Винчи. Изобретательский гений Леонардо был подкреплен обширными техническими знаниями. Он знал практически все разновидности зубчатых зацеплений, кулачковые, гидравлические и винтовые механизмы, передачи с гибкими звеньями... Он изобрел несколько типов экскаваторов и продумал

организацию земляных работ одновременно на нескольких горизонтах. Он изобрел несколько гидравлических машин, в том числе тангенциальную турбину, прядильный и волочильный станки, станок для насечки напильников, приспособления для нарезки винтов, прокатный стан, станок для свивки канатов. Некоторые из его изобретений настолько опередили свое время, что остались недоступными для техники той эпохи. Сюда можно отнести центробежный насос, гидравлический пресс, огнестрельное нарезное оружие.

Агостино Рамелли, один из преемников Леонардо, издал книгу «Различные и искусные машины», которая неоднократно переиздавалась. В этой книге описаны изобретенные им машины – мельницы, водоподъемники и грузоподъемники, насосы, конструкции которых зачастую чрезвычайно сложны. Поражает богатство механизмов: кривошипно-шатунные и кулисные устройства, различные типы червячной передачи, зубчатые зацепления. Есть и установка для одновременного чтения нескольких книг.

Вплоть до конца XVIII в. основное назначение машин остается одним и тем же – замена физического труда. Но уже появляются технологические машины, целью которых является замена действия руки человека, и именно развитие этих машин привело к промышленной революции.

### **Вопросы для обсуждения**

1. Развитие ремесленного производства и отделение его от земледелия.
2. Создание мануфактур и их историческая роль.
3. Виды водяных колес. Создание водяных мельниц в странах Арабского халифата и на Руси.
4. Применение водяных колес в горном деле, металлургии и других отраслях.
5. Первые водяные мельницы?
6. Создание водяных мельниц в странах Арабского халифата и на Руси.
7. Изобретение на Алтае К.Д. Фроловым гидравлической системы.

8. Развитие и совершенствование гужевого и водного транспорта, использование телег и колесниц.
9. Возведение оборонительных сооружений, пирамид, каналов, дамб, плотин, водопровода.
10. Изобретение механических часов и их распространение.
11. Изобретение компаса.
12. Изобретение пороха, появление огнестрельного оружия.
13. Освоение производства бумаги, разработка алфавита и начало книгопечатания.
14. Развитие текстильного производства, появление механических прядильных и ткацких станков.
15. Развитие сухопутного и водного транспорта; переход от гребного флота к парусному.
16. Прядильные машины.
17. Основные достижения Агриколы и Кардано.
18. Вклад Леонардо да Винчи в развитие техники.
19. Вклад Е.Г. Кузнецова, И.П. Кулибина и Л.Б. Собакина в развитие отечественной техники.
20. Изобретение К.Д. Фролова гидравлической системы.

## **Практическое занятие №3**

### **История и эволюция поршневых паровых машин**

Цель работы: ознакомление с эволюцией поршневых паровых машин

Водяное колесо являлось основной энергетической базой производства в течение 14 веков (с 4 по 18 вв.). Гидросиловые установки при горнорудных, металлургических и металлообрабатывающих мануфактурах были устроены в Олонецком крае, в Сибири и на Алтае. В середине 18 в. на Змеиногорском руднике К.Д. Фролов соорудил уникальную гидросиловую установку для привода подъемных и транспортных устройств двух рудников.

Необходимость увеличения количества поднимаемой воды и высоты подъема оказало значительное влияние на развитие энергетики, остро поставило вопрос о мощном двигателе для водоподъемных устройств, привело впоследствии к возникновению парового двигателя.

Двигатель, сравнительно мало зависящий от локальных (местных) условий (что определяется энергоемкостью источника энергии) и универсальный по своему техническому применению (что определяется конструктивными формами двигателя) является универсальным двигателем. Очевидно, что водяное колесо, связанное с водным источником энергии, не может быть универсальным двигателем для промышленности и транспорта.

Ранние попытки создания теплового двигателя как двигателя, не зависящего от местных условий, были осуществлены для решения задачи о водоподъеме. Устройством такого рода, в котором двигатель конструктивно слит с потребителем энергии, является паровой водоподъемник англичанина Севери, запатентованный им в 1698 г. Большая заслуга Папена (Франция) состояла в том, что исследуя работу пара в полости цилиндра, ограниченного подвижным поршнем, он впервые правильно описал последовательность процессов термодинамического цикла парового двигателя. Узловыми моментами последующей истории развития парового двигателя явились отделение от цилиндра вначале котла, а потом и конденсатора.

В водоподъемной установке Ньюкомена работа сводилась к необходимости периодически поднимать длинную насосную штангу, выходящую на поверхность земли; опускалась штанга под действием собственного веса. Таким образом периодичность насоса простого действия, установленного на дне шахты, хорошо согласовывалась с периодичностью работы пара в полости двигателя. Такие насосы применялись в течение столетия.

Иван Иванович Ползунов (1729 - 1766 гг.) – талантливый русский механик, сконструировал и построил первую паровую машины с универсальным тепловым двигателем в 1765 году. Она имела два цилиндра с поршнями и отдельный паровой котел, из которого пар поочередно поступал в два цилиндра через автоматический распределитель. Это первое применение автоматики в подобных машинах. Рабочее усилие непрерывно подавалось на общий шкив, вал которого передавал момент на привод заводских механизмов – насоса или воздуходувного механизма.

Английский механик Джеймс Уатт (1736 - 1819 гг.) создал паровую машину двойного действия. В этой машине пар, подаваемый попеременно в обе полости цилиндра, толкал поршень то в одну, то в другую сторону. При этом пар поступал в течение некоторой части хода поршня с последующим его расширением и конденсацией в холодильнике.

В машине Уатта преобразование поступательного движение поршня во вращательное движение выходного вала осуществлялось с помощью кривошипно-ползунного механизма. Для управления машиной Дж. Уатт разработал центробежный регулятор. Использование маховика позволяло обеспечить равномерное вращение выходного вала двигателя. Общий КПД машины равнялся 8% при давлении пара 0,25 атм.

В середине 80-х гг. XVIII в. принципы устройства паровой машины были окончательно отработаны и она нашла широкое применение в промышленности.

Машина Уатта не только откачивала воду, но и приводила в движение станки, корабли и экипажи. Во второй половине 18 века устройство было отработано, оно нашла широкое применение в промышленности крупных стран. В России машины Уатта начали

строить в 90-х гг. XVIII в. на заводах Верх-Исетском, Пожевском, Олонецком и заводе английского механика Чарльза Берда в Петербурге. Наличие такого двигателя послужило мощным толчком развития машиностроения, металлургии и других отраслей промышленности, а также транспорта. В течение почти всего 19 века поршневые машины оставались основными энергетическими машинами промышленности и транспорта, сохраняя принципиальное устройство машины Уатта. Однако система передачи энергии от парового двигателя к промышленному технологическому оборудованию была весьма сложной, громоздкой и неэкономичной. Мощная паровая машина, расположенная вне цехов в первом этаже заводского здания, вращала с помощью приводного ремня, проходящего через все этажи, систему валов. Под потолками вдоль цехов тянулись трансмиссионные валы со шкивами, от которых ременной передачей энергия передавалась к станкам. Создавалось нагромождение валов и ремней, которые заполняли цеховые пролеты, создавали шум и были небезопасны в эксплуатации.

Но уже в начале XX в. поршневые паровые машины вследствие низкого КПД (при давлении до 60 атм. – 10...11%) перестали использоваться в промышленности.

#### Основные даты

1690 г. Паровая машина Дени Папена (Франция).

1702 г. Паровой двигатель Томаса Севери.

1705 г. Томас Ньюкомен (Англия) начал изобретать свою паровую машину.

1711 г. Паровая машина Т. Ньюкомена.

1712 г. Первый паровой насос Т. Ньюкомена .

1718 г. Распределительный механизм Бейтона для машины Ньюкомена.

1738 г. Капитальный труд Бернулли «Гидродинамика».

1748 г. Карданный цилиндр Уайта.

1753 г. Дж. Уатт знакомится с паровой машиной Ньюкомена (на предмет ее ремонта).

1765 г. И.И.Ползунов создает двухцилиндровую «огнедействующую машину» с цепными качалками – оригинальный вариант

промышленной паровой машины.

Первая экспериментальная модель паровой машины Уатта.

1768 г. Первая действующая паровая машина Уатта.

1780 г. Пикар (Франция) устанавливает на паровой машине Ньюкомена кривошипный механизм для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное (патент Пикара заставил Дж.Уатта разработать для этой цели специальный «параллелограммный» механизм.

1782 г. Универсальная паровая машина Дж.Уатта.

### **Вопросы для обсуждения**

1. Основные этапы промышленной революции.
2. Пароатмосферная машина Дени Папена.
3. Машина Томаса Ньюкомена. Преимущества.
4. Паровая машина И.И.Ползунова.
5. Схемы и их описание первых паровых машин.
6. Создание парового двигателя Джеймсом Уаттом.
7. Применение паровых машин в различных отраслях промышленности.
8. Основные направления поиска новых машин двигателей.

## Практическое занятие №4

### Зарождение и развитие технологийковки, штамповки, литья

Цель работы: изучение закономерностей развития технологийковки, штамповки, литья

Самый древний и один из современных способов обработки металлов – обработка металлов давлением. Долгое время единственным способом обработки металлов в твердом состоянии была **ковка**. Кузнечный инструмент и приемыковки у древних народов были примерно те же, что и у современных мастеров ручнойковки.

Примерно до XV в. основной продукцией кузниц были косы, серпы, топоры, лемехи и другие предметы хозяйственного инвентаря, холодное оружие, доспехи. О высоком мастерстве русских кузнецов свидетельствуют дошедшие до нас железные мечи с наваренными кузнечной сваркой стальными лезвиями, искусно выполненные кольчуги, цельнокованные шлемы и многие другие изделия. Замечательным образцом кузнечного искусства является шлем русского князя Ярослава Всеволодовича, отца Александра Невского. Он выкован из одного куска железа и украшен серебряными пластинами с чеканным орнаментом и изображениями святых. Как считают ученые, шлем был сделан владимирским кузнецом в середине XII в. В настоящее время он украшает коллекцию Оружейной палаты Московского Кремля.

Шедевром кузнечного ремесла являются башенные часы в составе коллекции кованых механизмов башенных часов музея-заповедника «Коломенское». Такие часы отсчитывали время на колокольнях монастырей и крепостных башнях русских городов. Эти часы выдержали испытание временем – возраст некоторых из них – около пяти веков. Секрет их долговечности в мастерстве русских кузнецов-часовщиков. Все детали часовых механизмов изготавливались методомковки.

Развитие кузнечного производства привело к его дальнейшей специализации. В России сформировалась специализация по географическому признаку: тульские мастера изготавливали в основном

огнестрельное оружие; астраханские – холодное оружие; муромские кузнецы ковали гвозди и другой скобяной товар, холмогорские мастера хитрые замки, павловские делали ножи, плотницкий инструмент и другие изделия.

В начале XVI века дляковки стали применяться механические рычажные молоты с весом падающих частей (700...1500 Н), приводимые в движение водой рек и озер. Применялись также копровые или пестовые молоты в местах, где по каким-либо причинам нельзя было воспользоваться энергией воды.

С XVII в. для выделки сортового железа стали появляться вододействующие прокатные станы для прокатки, выделки жести, чеканки медалей и монет (нарезными валками). Г. Корт одновременно с изобретением пудлинговой печи запатентовал и способ прокатки железа с помощью валков (вальцов), который заменил трудоемкую операциюковки криц под молотом. Первую практически пригодную конструкцию универсального прокатного стана создал, как считают, немецкий инженер Дэлен, в 1848 г. По другим сведениям, еще в 1830-40 гг. в Европе уже была налажена прокатка железнодорожных рельсов. В 1859 г. русский техник В.С. Пятов впервые изготовил броневые плиты способом **прокатки**, заменив малопроизводительный пудлинговый способ. В дальнейшем методом прокатки стало перерабатываться до 80% всей выплавляемой стали. Широко начинают применяться протяжные устройства для вытягивания проволоки, хотя первый гидравлический волочильный стан был изобретен в Германии еще в 1351 г.

Промышленная революция XVIII в. особенно ярко отразилась на металлургической и металлообрабатывающей промышленности. Постройка железных дорог, паровозов, вагонов, пароходов шла очень быстрыми темпами и требовала соответствующих механизмов для изготовления тяжелых и больших поковок.

В 1784 г. в Англии Дж. Уатт предложил для получения движения подвижных частей молота использовать энергию пара. Однако только в 1839 г. Джеймс Несмит впервые сконструировал и в 1842 г. построил паровой молот, который и до настоящего времени сохранил свои основные конструктивные черты. Это был молот простого действия с несовершенным управлением и слабым использо-

ванием пара, т. е. энергия пара использовалась только для подъема подвижных частей. За короткий промежуток времени конструкция парового молота значительно усовершенствовалась. Давление пара стало использоваться не только для подъема бабы, но и для нанесения ударов по поковке. Для парораспределения и управления молотом были сконструированы золотниковая коробка, механизм управления и приспособления, позволяющие наносить автоматические удары. Современный паровой молот – двойного действия, с механизмом, обеспечивающим возможность нанесения единичных и автоматических ударов, приводится в действие и паром и сжатым воздухом. Паровой молот достаточно быстроходен, с успехом может применяться дляковки любой по габаритам и весу поковки, удары его могут легко регулироваться по силе и скорости, поверхность поковки после ударов получается относительно чистой и ровной.

Значение паровых молотов еще более увеличилось при горячей **штамповке**, для которой быстроходность молота (до 120 ударов в минуту) и возможность регулирования силы и скорости ударов особенно важны. С развитием машиностроения в XVIII и XIX в. и увеличением размера и веса поковок, повышался вес падающих частей паровых молотов. В ряде стран были сооружены паровые молоты с весом падающих частей (500-1000кН) и выше.

Дальнейшее конструирование и развитие паровых молотов шло по пути освобождения парового молота от двух его основных недостатков – низкого теплового коэффициента полезного действия и сотрясающего удара, опасного как для зданий, так и для самого молота, а также по пути специализации для выполнения отдельных кузнечных операций. Были сконструированы и получили широкое распространение специальные молоты для горячей штамповки: с шаботом, бесшаботные молоты – с двухсторонним вертикальным или горизонтальным ударом, не требующие громоздких фундаментов и не вызывающие сотрясения зданий, молоты с нижними цилиндрами, листоштамповочные и др.

**Литье** – процесс получения из расплавов изделий (отливок), принимающих конфигурацию полости формы и сохраняющих ее после затвердевания. Изготовление изделий из металлов посредством литья человек освоил уже в Бронзовом веке. Научившись полу-

чать относительно легкоплавкие цветные металлы и бронзу в расплавленном виде и заметив их способность хорошо заполнять форму, древние мастера стали широко использовать литье для изготовления изделий простой и сложной форм. По-видимому, самой древней разовой формой был оттиск по образцу (этalonу) сначала во влажной почве, а затем в специально подготовленной «постели» из увлажненного мелкого песка с глиной.

Технология чугунного литья была освоена китайцами значительно раньше, чем другими народами мира. В Древнем Китае чугун получил широкое распространение. Его использовали для изготовления сельскохозяйственных орудий, инструментов, монет. Позднее чугун в Китае получает распространение в архитектуре. На Руси во времена царствования Василия III (1447-1553 гг.) отливали чугунные ядра, а во времена Ивана Грозного (1530-1584 гг.) отливали чугунные колокола и пушки, соответственно к этому времени чугунолитейное дело на Руси уже имело многолетнюю практику.

В 1774 г. в России А.Р. Баташевым на Гусевском и Сынтульском заводах построены чугунолитейные мастерские с поворачивающимися печами для переплавки чугуна усовершенствованной конструкции – прототипы будущих вагранок. За границей первый патент на шахтную печь для плавки чугуна был выдан в 1794 г.

В Европе широкое развитие чугунное литье получает в XII - XIV веках, когда чугун в качестве побочного продукта начинают получать в штюкофенах и домницах. Благодаря способности хорошо заполнять форму, чугун начинают применять в военном деле для изготовления ядер и пушек. Примерно с конца XIX века начинает развиваться стальное литье.

В 1851 г. немецкие литейщики Мейер и Кюне отлили первые колокола из стали.

В 1855 г. на всемирной выставке в Париже были показаны три колокола, отлитые из тигельной стали заводом Круппа, который одновременно выставил слитки тигельной стали для тяжелых орудий. В 1855 – 1865 гг. производят литые пушки из стали.

Сталь, хотя и имела более низкие по сравнению с чугуном литейные свойства, в частности ее жидкотекучесть примерно в 2

раза меньше, чем чугуна, а усадка стальных изделий примерно в 2 раза больше, чем чугуновых, однако отливки из нее при отсутствии дефектов обладают меньшей хрупкостью. В настоящее время доля чугуновых отливок составляет порядка 75 - 80 % от общего количества отливок. Стальное литье используют для деталей, которые должны обладать высокой прочностью, хорошими пластическими свойствами, быть надежными и долговечными в эксплуатации.

#### Этапы развития литейного производства

- 1681 – 1688 гг. Постройка Версальского водопровода – отливка водопроводных труб.
- 1631 г. Литье в песчаные формы пушек, ядер. Первые чугунолитейные заводы в России. Ассортимент литья: картечь, ступки, водопроводные трубы, детали оборудования для доменных печей.
- 1722 г. Переносные печи Реамюра. Первые исследования излома и структуры чугуна под микроскопом.
- 1729 г. Отливка в Париже первого чугунного цилиндра для огненной машины.
- 1735 г. Первая плавка чугуна в домне на коксе (А.Дерби).
- 1774 г. А.Р.Батищев строит опрокидывающиеся шахтные печи – прототип вагранок для переплавки чугуна, что позволило создавать литейные цеха на машиностроительном предприятии, не зависящим от доменных цехов.
- 1770 – 1776 гг. Замена бронзовых цилиндров паро-атмосферных машин чугуновыми.
- 1765 – 1785 гг. Возрастающее применение чугунного литья в машиностроении. Первые чугуновые рельсы и мосты. Применение армированного литья на Урале (балки, колонны и т.п.).
- 1778 г. Д. Вилькинсон впервые отливает чугуновый цилиндр паровой машины в моноблоке.
- 1785 – 1790 гг. Шотландские литейные впервые отливают тонкостенные канализационные трубы.
- 1794 г. Д. Вилькинсон берет патент на низкие поворотные печи для плавки руды.

- 1795 – 1830 гг. Широкое распространение чугунного художественного литья (заводы Лауахаммер, Глейвиц, Ильзенбург, Александровский, Берда).
- 1850 г. Первое применение модельных плит в практике литейного производства.
- 1855 г. Первые формовочные машины со штифтовым подъемом (Всемирная выставка в Париже).
- 1855 гг. Появление первых стальных пушек.
- Конец 18 в. Постепенное отделение литейных цехов от доменных заводов и возникновение чугунолитейных заводов второй плавки (Гусевский завод, Александровский завод, поворотные печи Батищевых для переплавки чугунного лома и других отходов).
- 1858 г. Постройка вагранки Айерланда.
- 1865 г. Постройка вагранки Кригара.
- 1866 г. Анализ причин возникновения ликвации в слитках.
- 1867 г. Механизм возникновения внутренних напряжений в отливках (Н.В. Калакуцкий).
- 1875 г. Появление формовочных машин с поворотными плитами.
- 1885 г. Появление формовочных машин с протяжными плитами.

### **Вопросы для обсуждения**

1. Зарождение и развитие ручнойковки.
2. Ковка на молотах с приводом от водяных колес.
3. Технология волочения и прокатки металла.
4. Прессование и штамповка на паровых молотах и гидравлических прессах.
6. Художественная ковка.
7. Медное и бронзовое литье и чугунное художественное литье.
8. Пушечное литейное производство в Московском государстве.
9. Производство литых колоколов.
10. Основные этапы мирового развития литейного производства.

## **Практическое занятие №5**

### **Техника и технология обработки металлов резанием**

Цель работы: ознакомление с историей развития технологии обработки металлов резанием

Весьма древним по своему происхождению является токарный станок, который был известен уже около 500 г. до н.э. Со временем он становился совершеннее, росла его производительность, но принцип работы на нем долго оставался неизменным: в станке вращалась заготовка, а резец оставался в руках работника. В XVI в. Жак Бессон в «Театре инструментов» впервые описал станок для нарезки винтов с суппортом. Впоследствии изобретение суппорта повторил в начале XVIII в. русский механик Андрей Нартов, а в конце XVIII в. – английский промышленник Генри Модели.

В IX веке из металла изготавливалось множество изделий, в том числе оружие, лемехи для плугов, бороны, элементы конской сбруи, подковы, гвозди, расширялся ассортимент посуды и ювелирных изделий. Важнейшим достижением следует считать изготовление первых трех- и четырехгранных стальных напильников и начало обработки ими металлов. Тогда возникла обработка металлов резанием. Появилось понятие припуска под обработку и понятие шероховатости поверхности обработки. Резание и опиловка напильником существенно расширили возможности металлообработки – повысилась точность изготовления изделий.

В IX – XI вв. В Европе и в России началось изготовление и использование в работе сверл. Сверла изготавливали двух видов (типа бурав и свирель) и перовые. Русские и западноевропейские мастера применяли сверлильные и токарные устройства с ручным и ножным приводами. Эти устройства использовались для обработки дерева, кости, металла. Режущий инструмент удерживался и перемещался руками. Уже существовали различные типы резцов, похожие на современные проходные, отрезные.

Ускоренному развитию технологии обработки металлов способствовали важнейшие изобретения человечества: колесо и порох. Изобретение водяного колеса дало источник дешевой энергии. В

XV в. токарные и сверлильные станки стали оснащать водяными приводами. Изобретение пороха привело к производству огнестрельного оружия, в первую очередь пушек. Пушки изготовляли из меди, бронзы, чугуна. Вначале выполняли отливку ствола пушки, как правило, в землю по деревянной модели, а затем сверлили канал ствола и запальное отверстие. Канал ствола представляет собой весьма длинное отверстие сравнительно малого диаметра. Поэтому были созданы специальные сверла для глубокого сверления, впервые получившие названия пушечных и ружейных.

В XV – XVI вв. началось изготовление трех- и четырехгранных метчиков. Метчик – металлорежущий инструмент для нарезания внутренней резьбы в предварительно просверленных отверстиях. Нарезание резьбы происходило по меткам в кожаной вставке (прототип шаблона) – по прорезям. Отсюда произошел термин «метчик».

Итак, к XVI в. сверлильные и токарные станки стали универсальными механизмами, с помощью которых производились различные изделия, в том числе стволы огнестрельного оружия, цилиндры насосов и воздуходувок.

В XVII – XVIII вв. в Западной Европе и в России развивалось промышленное производство, которое предъявляло требования повышения качества и эффективности обработки металлов. Практически одновременно в трех странах (Франции, Голландии, Германии) на токарных станках появились приспособления – резцедержатели.

В XVIII в. машины рассчитывать не умели и строили по принципам статики. Впервые указал на то, что основное у машины – движение, был Леонард Эйлер. Позже Гаспар Монж показал, что машина состоит из трех частей: двигателя, привода и рабочего органа, которые он назвал элементарными машинами.

В 1717 г. русский ученый А.К. Нартов создал для токарного станка механический суппорт, который мог перемещаться вдоль оси вращающейся детали с помощью зубчатого колеса и зубчатой рейки. Появилась возможность создания токарно-винторезного станка, способного нарезать различные резьбы при механическом перемещении резца.

С 1720 по 1725 гг. А.К. Нартовым были построены: большой токарно-копировальный станок, объемно-копировальный токарный станок, зубонарезной и пилонасечный станки.

В 1735 г. Я.Т. Батищев создал в Туле специальные станки для обработки поверхностей мушкетных стволов.

В 1738 г. А.К. Нартов усовершенствовал токарный станок с механическим суппортом.

В 1742 г. А.К. Нартов публикует «Атлас машин».

В 1797 г. Генри Модсли (Англия) строит токарный станок с механическим суппортом.

В 1798 г. Г. Модсли создает токарно-винторезный станок с автоматическим суппортом и сменным ходовым винтом.

В 1800 г. токарно-винторезный станок Модсли с автоматическим суппортом и сменными шестернями.

В 1817 г. англичанин Р. Робертс создает строгальный станок для обработки деталей с плоскими поверхностями.

В 1818 г. механики Д. Несмит и Э. Уитни построили фрезерный станок с многолезцовым режущим инструментом – фрезой со вставными ножами.

В 1822 г. появилось цельное стальное сверло с винтовыми канавками. Это известное спиральное сверло, сохранившее свой внешний вид и поныне.

В 1826 г. Д. Несмит изобретает токарно-строгальный станок.

В 1829 г. Д. Несмит улучшил конструкцию фрезерного станка.

В 1835 г. Д. Уинтворт патентует автоматический токарно-винторезный станок.

В 1839 г. И.Г. Бодмер патентует карусельный станок.

В начале XIX в. Э. Уитни и С. Нортон на заводах Англии внедряются стандартизация и взаимозаменяемость деталей. В России эти процессы впервые осуществлялись на оружейных заводах.

В конце XIX в. на рабочих чертежах деталей впервые появились допуски на размеры. Стал возможен расчет посадок и зазоров сопрягаемых в изделиях деталей и их раздельное изготовление.

Уже к середине XIX в. в. многим исследователям стало понятно, что процесс резания металлов представляет собой совокуп-

ность сложных физических явлений. Первые исследования были опубликованы в 1848-1864 гг. инженерами Кокилье, Кларинвалем и Жосселем. Первые наиболее полные труды по теории резания опубликовал в 1870 г. русский профессор И.А.Тиме. В 1885 г. И.А.Тиме издает первый в России и за рубежом капитальный труд по технологическим основам металлообработки «Основы машиностроения. Организация машиностроительных фабрик в техническом и экономическом отношении и производство в них работ». Дальнейшее развитие теории металлообработки получила в трудах русского ученого К.А.Зворыкина.

### **Вопросы для обсуждения**

1. Станки первобытного общества.
2. Изменение конструкции станков в Средние века.
3. Вклад А.К. Нартова, М.В. Сидорова, Я.Т. Батищева в развитие техники.
4. Развитие металлорежущих станков в России.
5. Становление машиностроения в XVIII в.
6. Развитие металлорежущих станков в Западной Европе.
7. Электроприводные станки.
8. Создание станкостроительной отрасли.
9. Развитие системы автоматизированного проектирования.
10. Создание гибких автоматизированных производств.
11. Роботизация.

## Практическое занятие №6

### Развитие транспорта

Цель работы: ознакомление с этапами развития транспорта

Первая попытка применить паровой двигатель для передвижения повозки была сделана французским военным инженером Никола-Жозефом Кюньо. В 1769 г. он соорудил так называемую паровую телегу для перевозки артиллерийский орудий, которая развивала скорость до 5 км/ч.

Ведущей страной по производству пассажирских экипажей с XVIII в. стала Англия. Первыми самодвижущимися экипажами стали повозки с паровыми двигателями. В 30-х гг. XIX в. только в Англии эксплуатировались уже около сотни паромобилей. Наиболее совершенные паровые дилижансы передвигались со скоростью до 30 км/ч.

Создание быстходного средства передвижения по дорогам стало возможно с изобретением бензинового карбюраторного двигателя. Создав двигатель, Г. Даймлер в 1885 г. построил сначала одноместную моторную коляску. В 1886 г. двухместный автомобиль Даймлера развил скорость 18 км/ч. Одновременно с Даймлером Бенц построил трехколесный автомобиль, развивавший скорость до 15 км/ч. Возникла новая отрасль машиностроения – автомобилестроение.

В 1890 г. Даймлер основал компанию по производству автомобилей и начал выпускать автомобили.

В 1896 г. был построен завод Бенца.

В 1903 г. Г.Фордом в Детройте было организовано крупносерийное производство массового автомобиля.

Идея рельсового пути возникла еще в XVI в. в горном деле. Уже в XV в. существовали специальные рельсовые деревянные дороги для перевозки угля, руды. Впоследствии было решено проложить чугунные рельсы, а руду перевозить «конными поездами» с вагонетками. В 1810 г на Звенигородском руднике П.К. Фроловым была построена первая в России рельсовая дорога с конной тягой.

В 1804 г. первый паровоз Р. Тревитика, поставленный на рельсы, прошел расстояние в 10 км со скоростью 8 км/ч, доставив четыре вагона с железом и 50 рабочих.

В 1808г. Тревитик построил паровоз более совершенной конструкции, развивающий скорость до 30 км/ч.

В 1814 г. сконструировал и испытал первый паровоз Джордж Стефенсон, который окончательно решил проблему создания парового железнодорожного транспорта. В 1818 г. была построена железная дорога длиной 61 км между городами Стоктоном и Дарлингтоном, предназначенная для перевозки угля, а с 1825 г. – и пассажиров.

В 1837 г. австрийский инженер Ф.А. Герстнер построил дорогу Петербург - Царское Село длиной 23 км и от Царского Села до Павловска длиной 4 км. Ширина колеи была принята 6 футов (1829 мм). После открытия Царскосельской железной дороги началось проектирование и строительство железной дороги Петербург – Москва.

В 1845 – 1846 гг. на Александровском чугунолитейном механическом заводе в Петербурге (ныне – Пролетарский завод) были построены первые российские паровозы, пассажирские и грузовые вагоны для первого участка железной дороги Петербург – Москва (Петербург - Колпино). В 1851 г. было закончено сооружение двухколейной железной дороги Петербург - Москва.

В это время началось бурное строительство железных дорог во всем мире, и возникла новая отрасль машиностроения – транспортное машиностроение.

Рельсовый транспорт в XIX в. был использован и как городской общественный. В 1863 г. в Санкт-Петербурге появилась первая городская конно-железная дорога (конка) появилась.

К 1876 г. длина линий конки достигла 83 верст, поезда использовались, как правило, одновагонные.

К XIX в. относятся первые попытки использования электричества на транспорте.

В 1892 г. в России был пущен первый трамвай.

Следует отметить, что, кроме трамвая, существуют еще два вида электрифицированного пассажирского рельсового транспорта:

метро и монорельсовая дорога. Название «метро» заимствовано из французского языка, в англоязычных странах метро называют подземкой.

В 1863 г. была построена в Лондоне первая подземная железная дорога малого заложения глубиной 10... 15 м длиной 3,6 км с паровой тягой.

В 1868 г. метро начало работать в Нью-Йорке, в 1900 г. – в Париже, в 1935 г. – в Москве, в 1955 г. – в Ленинграде. Скорость движения поездов метро – около 100 км/ч.

Перемещаться по воде человек научился, используя плоты, еще в первобытный период. Затем он стал строить простейшие лодки. В рабовладельческом обществе начало развиваться морское дело. Первыми начали строить торговые морские суда жители острова Крит. Они применили киль и шпангоуты для увеличения прочности корпуса. Для движения судна критяне использовали как весла, так и прямоугольный парус. В XVII – IV вв. до н.э. Крит был первой морской державой Средиземного моря.

Первым практически пригодным пароходом явился колесный пароход Р. Фултона. Первый пароход Фултона, построенный в 1803 г., ходил по реке Сене в Париже, развивая скорость 5 км/ч.

В 1807 г. Фултон построил колесный пароход с машиной Уатта. Длина парохода была 43 м, ширина 4,3 м, мощность паровой машины 20 л.с., водоизмещение 79 т.

В 1815 г. первый пароход построен в России. Он начал регулярные рейсы между Петербургом и Кронштадтом.

Несмотря на применение паровых машин, до конца XIX в. на пароходах сохранялось и при необходимости использовалось парусное вооружение.

В 1822 г. было построено паровое полностью железное судно, но массовое строительство железных судов началось только в 50-х гг. XIX в. Морские суда до конца 50-х гг. строились с гребными колесами. Однако для морского флота колесо мало пригодно, так как оно часто ломалось волнами. Гребное колесо сохранилось на речных судах, но на морских судах было заменено гребным винтом.

Дальнейшее совершенствование судов связано с использованием на судах паровых турбин.

В 1894 г. было построено первое судно с турбиной Ч. Парсона мощностью 2000 л.с. Оно развивало скорость 32 узла.

Одновременно с техникой судостроения развивалась теория корабля. Выдающимися теоретиками судостроения были адмирал С.О. Макаров (1848 - 1904 гг.) – теория непотопляемости корабля, академик А.Н. Крылов (1863 - 1945 гг.) – теория мореходных качеств и другие.

Дальнейшее развитие судостроения связано с совершенствованием энергоустановок судов. С развитием дизелестроения на судах появились мощные дизели, судно становится теплоходом. Дизели и в конце XX в. остаются основным видом судового двигателя.

С 50-х г. XX в. на судах стали использовать газотурбинные двигатели. Одновременно с этим 50-е гг. ознаменовались появлением на судах атомных энергоустановок. Атомные энергоустановки используются на судах с суммарной мощностью на гребных валах более 14500 кВт. КПД их доходит до 35 %. В 1955 г. в США была спущена на воду первая атомная подводная лодка «Наутилус». В 1957 г. спущен на воду в СССР первый атомный ледокол «Ленин». Он безотказно прослужил более 30 лет (до 1994 г.).

Судостроение и водный транспорт развивались в нескольких направлениях, отличавшихся своими целями: дальние морские и океанские перевозки грузов и пассажиров, прибрежное (каботажное) плавание, речные перевозки.

Развитие авиации изменило характер пассажирского океанского транспорта – он превратился в круизный, для которого главным является не скорость, а комфорт. Одновременно еще большее распространение получили грузовые суда, осуществляющие межконтинентальные океанские и морские перевозки. В 60 - 70-х гг. появились специализированные суда – сухогрузы, танкеры, контейнеровозы, газовозы для перевозки сжиженного газа.

### **Вопросы для обсуждения**

1. Первые автомобили.
2. Первые паровозы.
3. Строительство железных дорог.

4. Развитие парусного флота.
5. Создание пароходов.
6. Судостроение и водный транспорт.

## Библиографический список

1. Яркова Е.Н. История и философия науки: учеб. пособие. - Москва: ФЛИНТА, 2015. - 291 с.
2. История техники: учеб. пособие/В.И. Ковалев, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. - Старый оскол: ТНТ, 2016. - 360 с.
3. Темлянцев М.В. металлургия черных металлов и теплотехника. История развития науки и техники с древнейших времен до наших дней/М.В. Темлянцев, Н.В. Темлянцев. – М.:Теплотехник, 2010. – 171 с.
4. История техники и технологий: учебник/Г.Н.Зайцев, В.К.Федякин и др.: под ред. проф. В.К.Федякина. - СПб.:Политехника, 2007.- 416 с.

## Содержание

Начальные этапы развития человеческого общества .....	3
Изобретение сложных орудий труда .....	9
История и эволюция поршневых паровых машин.....	15
Зарождение и развитие технологийковки, штамповки, литья .....	19
Техника и технология обработки металлов резанием.....	25
Развитие транспорта.....	29
Библиографический список.....	34