

# Первые паровозы братьев Черепановых

Туркова Алёна, Ученица 10 класса «А»

2006 года.

Учитель : Васильева Е.Е.



1834 году братья  
Черепановы изготовили  
в Нижнем Тагиле  
первый паровоз,  
который тогда называли  
сухопутным пароходом,  
и с той поры пошло-  
поехало.



# *Тагильские мастера удивляли англичан и шведов*

Ефим Черепанов всегда подчеркивал, что приобрел знания путем самообразования и "самоохотной выучки". На вопрос: "Из какого звания и где обучался?" - всегда отвечал: "Из рабочего штата. Обучался при доме". Ефим Алексеевич владел грамотой и читал книги. Но вот что читал? Исследователи, отвечая на этот вопрос, обычно перечисляют его возможное чтение из наличных книг того времени по горному делу и механике.



# "Обстоятельное наставление рудному делу"

- Однако можно точно назвать одну из книг того времени, которую он лично приобрел и оставил в ней несколько надписей на третьей странице - "Ефима Черепанова", на пятой - "куплена", далее - "1818 года", на следующих страницах - "марта 26", "числа" и снова - "Ефима Черепанова". Это книга И. А. Шлаттера "Обстоятельное наставление рудному делу" (СПб., 1760). Она и сейчас хранится в Свердловском областном краеведческом музее.



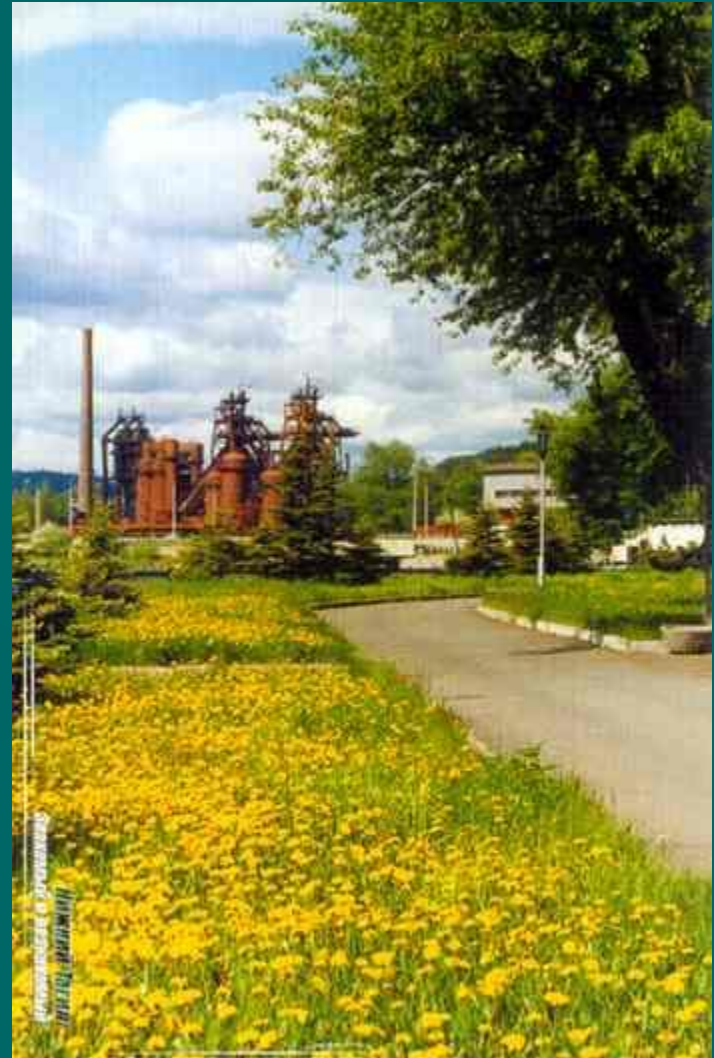
# "Журнал мануфактур и торговли".

- Известно также, что именно для Ефима Алексеевича заводская контора в 1834г. выписала "Журнал мануфактур и торговли".



# Профессиональный опыт

Свой профессиональный опыт механики Черепановы копили также во время работы на демидовских заводах, в поездках по другим предприятиям России и Европы, где внимательно изучали заводские особенности.



## 1821 год. Ефим Черепанов знакомится с Англией

- ...О достижениях выйского плотинного Ефима Черепанова было донесено заводовладельцу в Италию, где Н.Н. Демидов проживал в те годы. Хозяин решил вызвать тагильского мастера в Петербург, а затем направить в Англию с важным поручением. Черепанову как одному из больших знатоков металлургии и заводских механизмов предстояло выяснить, почему сбыт демидовского железа в Англии резко упал.



# Знакомство с заводами и рудниками Англии.

- Механику вручили рекомендательное письмо к английскому комиссионеру по продаже демидовского железа агенту Э. Спенсу, где последнего попросили оказать демидовскому посланцу содействие в знакомстве с заводами и рудниками Англии. 20 июля 1821 г. Черепанов прибыл в столицу машинной индустрии того времени. Сначала англичане встретили "сибирского мастерового" настороженно, мешали ему знакомиться с английскими техническими новинками и даже заподозрили в шпионских умыслах по причине того, что у него "подозрительная" борода.





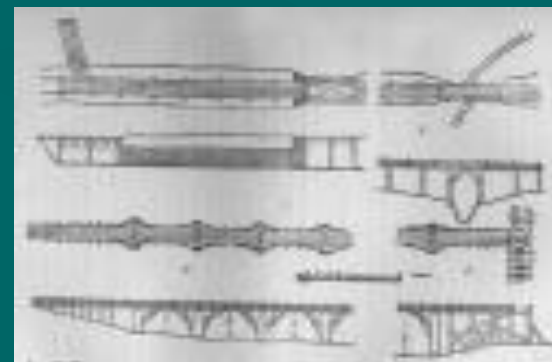
# Паровой двигатель



- О том, что уральцу удалось осмотреть, можно узнать из переписки Демидова со Спенсом, а также из путевого дневника самого путешественника. Механик видел литейный завод в Гулле и паровую машину гульского городского водопровода. Заметим, что паровая машина была ему не в диковинку. Еще в 1820 г. он построил паровой двигатель в механическом заведении при Выйском заводе.

# Рельсовая дорога с паровой тягой.

Всего же, совместно с сыном Мироном, он создал около двух десятков паровых машин мощностью от 2 до 60 л. с. для заводских и транспортных нужд. Приезшему гостю показали такж паровой двигатель е ветряную мельницу и маслобойку, прядильную фабрику и фарфоровый завод. Тогда же Ефим Черепанов впервые увидел рельсовую дорогу с паровой тягой, соединяющей угольные копи с городом Лидсом. Особенно тщательно изучал гость производство чугуна, железа и стали, применение паровых машин в английской металлургии.



# Железодельательные заводы.

Он знакомился с железодельательным заводом близ Брэтфорта, в Шеффилде побывал на знаменитых чугунолитейных, сталелитейных и железодельательных заводах. Там он наблюдал испытания привезенных им образцов тагильского сварочного железа. В Шеффилде Черепанова интересовало производство пудлингового железа, в Бирмингеме он посещал опять-таки металлургические заводы. В итоге впервые уральский механик сделал объективный и правильный вывод, что сокращения сбыта демидовского железа связано с технической отсталостью уральских заводов.



# «Железное дело»

- Глубокие познания в "железном деле" и способность Черепанова ориентироваться в чужом производстве являлись столь очевидными, что Спенс вынужден был признать в своих письмах: "Черепанов, по-видимому, обладает очень значительным прирожденным талантом к механике". Отметив, что механик достиг большого мастерства в своем деле, Спенс рекомендовал Демидову "выдвинуть его, когда представится случай".



# Анатолевская шахта Медного рудника.

- Знакомство с английской машинной техникой оказало весьма положительное влияние на последующее творчество тагильского мастера. Еще до отъезда из Англии у него уже сложилась обширная программа усовершенствований в области железнодорожного производства для того, чтобы расширить сбыт уральского железа на английском рынке. Он сразу наметил для себя сделать паровую машину при Медном руднике для отлива воды. Кстати, такую машину в 40 л. с. для откачки воды на Анатолевской шахте Медного рудника и построили Черепановы в 1826-1827 гг



# Поездка в Англию.

- Поездка в Англию принесла Черепанову большую пользу не только в области расширения знаний. По возвращении оттуда уже в следующем году он был назначен "по Нижнетагильским заводам главным механиком". При нем находился сын Мирон в должности помощника механика по строительной части .



# Черепановы посещают Швецию.

- , "коими вытягивается вода из медных *Год 1825-й. Черепановы посещают Швецию*
- ...Зная, что в Швеции широко применяются вододействующие устройства, Н.Н. Демидову пришла мысль послать туда своих заводских специалистов. Хозяин надеялся, что уральские мастера смогут попросту перенести шведский опыт на Урал и тем самым позволят заводам обойтись без дорогих паровых машин рудников".



# Поездка в Петербург.

- По приказу заводчика 12 февраля 1825 г. Черепанов и его спутники выехали из Нижнего Тагила в Петербург по зимнему пути и к началу марта уже были там. Ефим Алексеевич полагал, что его сыну Мирону было бы важно посмотреть столичные предприятия, а потом поехать в Швецию. Заводские приказчики не отпустили Мирона в Петербург. Ефиму пришлось обратиться прямо к Демидову. Механик сослался на ослабление своего здоровья и желание подготовить в лице сына достойную смену. Демидов согласился с его доводами. В июне отец и сын Черепановы и другие мастера тагильских заводов отправились в





# Район Швеции – Бергсласгена.

- В своем путевом дневнике Ефим Алексеевич делал краткие заметки о заводских наблюдениях: "Были на литейном заводе, где изготавливают разные чугунные вещи и для пароходов и паровых машин". Заинтересовал уральцев осмотр центрального горнозаводского района Швеции - Бергсласгена. Своим горным ландшафтом, обилием рек и водохранилищ, множеством небольших металлургических заводов и рудников эти места напоминали родной Урал.



# Фалунский рудник.

- На севере, в районе старинных Даннеморских железных рудников, Черепановы видели в действии установку для откачки воды из рудника с глубины 170 м с помощью водяного колеса. Однако "тут же имелась и паровая машина, которой, как отметил Ефим, "вытаскивали из одной шахты руду", причем она "устроена как для подъема руды, так и на случай остановки вододействующей". Там же путешественники видели металлургический завод с доменными и железоделательными цехами. "Но все они были в остановке, - записал Ефим, - как сказали, за неимением угля". Мирон Черепанов и двое служащих спускались в шахту Фалунского рудника. При них было сделано два взрыва породы .





- После осмотра Фалунских медеплавильных заводов оборудование их показалось уральцам "посредственным" и устроенным "на старинный манер". Они поняли, что шведское горно-металлургическое производство отнюдь нельзя считать "доведенным до совершенства", как утверждал Демидов в одном из посланий. Многие шведские предприятия уступали уральским. Черепанов писал, что на заводах графа Угласа доменные печи размером меньше уральских и чугуна выплавляют не более 250 пудов в сутки, т.е. в два раза меньше лучших уральских заводов

# Практика на Урале.

- Механизмы как при доменном, так и кричном производствах употребляются старинного манеру". Черепановы к изучаемому ими зарубежному производству подошли очень вдумчиво и поэтому считали необходимым проверить на Урале опытным путем многое из того, что практиковалось в Швеции. Критическое отношение Ефима Черепанова к шведскому производству вызвало недовольные замечания хозяина Н.Н. Демидова.



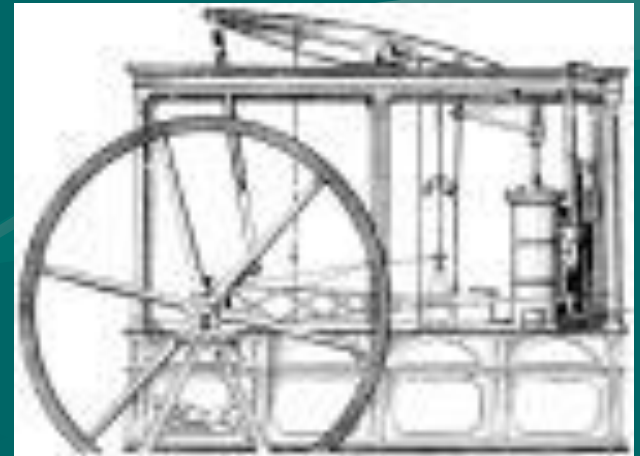
# Демидовские заводы .

- Ефим Черепанов был знаком с пермским канатным заводчиком А.Ф. Мейером, который, "зная его способности и сметливость в механических устройствах" просил механика разузнать в пути о новейших достижениях в канатном деле. Посетив Мейера на обратном пути, Ефим рассказал ему не только о канатном производстве, но и поделился своими планами развития техники на Демидовских заводах



# Паровой двигатель.

- Черепанов считал откачку воды из шахты с использованием водяных колес невыгодной и предложил создавать для этих целей паровые машины. Мейер попросил Ефима построить усовершенствованное приспособление для изготовления канатов, приводимое в движение небольшим паровым двигателем в 2-4 л.с., по образцу черепановской машины 1824 г. Механик согласился, но работа не была выполнена: видимо, Демидов не дал согласия. Однако ясно, что уже в 1825 г. деятельность Черепанова как строителя паровых машин была известна за пределами Нижнего Тагила. Надо полагать, что отец и сын во время поездки и дома делились своими наблюдениями и оценками. Мирон проходил глубокую отцовскую выучку.



# "...Пристрастился к паровым машинам"

- *"...Пристрастился к паровым машинам"*
- Во всех словарях Мирон соседствует в одной статье с отцом Ефимом Черепановым, так они были неразлучны в заводском творчестве. Ефим Алексеевич Черепанов (1774-1842) пробился к высотам техники исключительно благодаря своему природному таланту и натуре. Образования он фактически не имел, учился "при доме", однако во время службы у Демидовых, в поездках по другим предприятиям России и Европы внимательно изучал заводской опыт. Именно для него заводская контора в 1834 году выписала "Журнал мануфактур и торговли".



# «Проволошные фабрики»;

- Отсюда и пошли все "натуральные механики" Черепановы: сам Ефим; его брат Алексей (1787-1817), которому Н.Н. Демидов в 1813 году поручил строительство "проволошных фабрик"; сын Ефима - Мирон, первый помощник отца в создании паровых машин и строитель паровоза; племянник Аммос Алексеевич (1816-1875), создатель "парового слона" - трактора, перевозившего тяжести с Нижнетагильского на Верхнесалдинский завод.





# Выйский поселок Нижнего Тагила.

- Черепановы жили в Выйском поселке Нижнего Тагила. Мирон родился в 1803 году. Прадед его Петр Черепанов и дед Алексей Петрович были простыми работниками, крепостными Демидовых. Отец Ефим Алексеевич - знаменитый механик и изобретатель, наставник и сотрудник Мирона в общих делах, служил плотинным Выйского завода, главным механиком Нижнетагильских заводов



# Обучение "при доме",

- Проходя обучение "при доме", Мирон так хорошо овладел грамотой, что двенадцатилетним подростком был принят на Выйский завод в должности писца. Через четыре года он перешел к отцу на должность "помощник механика Черепанова" по строительной части. Сын постепенно приобщался ко всему кругу заводских работ.



# Первая паровая машина.

- Свою первую паровую машину в 4 л.с. Черепановы изготовили в 1820 году, то есть еще до поездки Ефима Алексеевича в Англию, на родину первых паровых машин. Заводская контора, сообщая об этом, отмечала: у них отсутствие специального образования, "Отец и сын могли только читать и подписывать свое имя (!? - Н.М.), однако они не только поняли устройство паровых машин, но и приготовили для устройства разного рода станки".



# Успехи.

- Весной 1825 года Ефим Алексеевич сообщает об успехах 22-летнего сына в механическом искусстве: "Находясь при мне, он уже приобрел некоторые познания по механической части, а равно и по другим предметам и имеет такую же к сему занятию склонность, как и я".



- Два года спустя это же подтверждает запись в конторе: "Мирон с давнего времени пристрастился к паровым машинам, он готов всегда... не спать, не пить, не есть, только бы смотреть и рассуждать о них, а потому по сей части показал такой успех, какой нельзя было ожидать от необразованного человека".



# Высшее достижение в творчестве Черепановых - создание первого русского паровоза.

- Высшее достижение в творчестве Черепановых - создание первого русского паровоза. Об этом писали в "Горном журнале". Здесь можно бы и не рассказывать его историю, она общеизвестна. Однако нет-нет да и вспыхнут в прессе споры: была ли железная дорога в Тагиле первой? А паровоз?



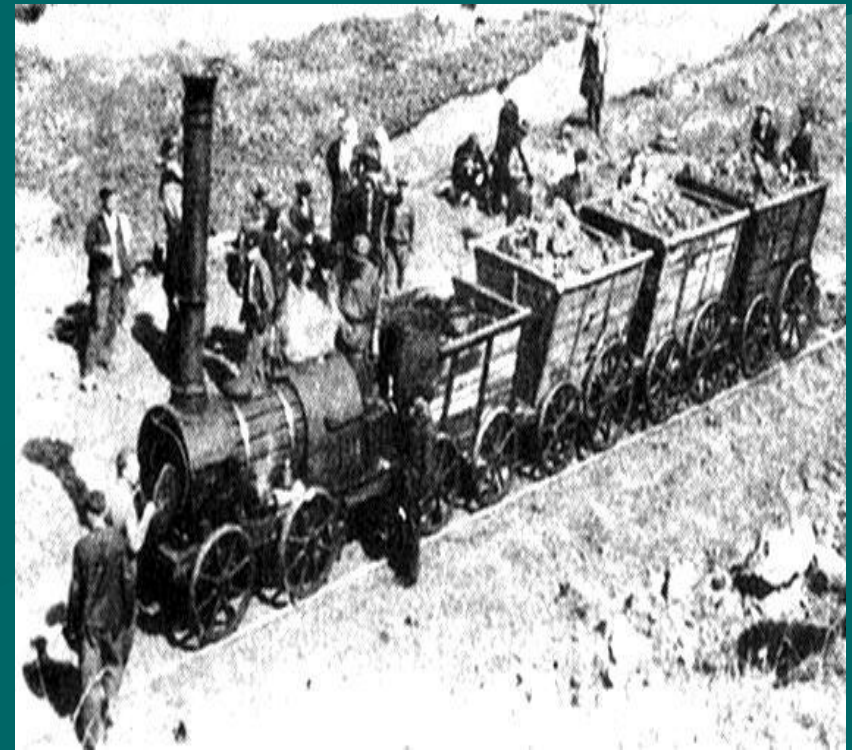
# Были паровоз и дорога!

- Были паровоз и дорога! Об этом говорят архивные документы. 29 сентября 1833 года Петербургская контора разрешает Мирону Черепанову построить две "паровые телеги для перевозки тяжестей". Постройка началась на Выйском механическом заведении в конце год.



# Сведения!

- 15 мая 1834 года в "Сведениях" конторы сообщалось, что "пароход неоднократно был перепускан и надежно пустить в скором времени в действие". 29 июня "пароходка по деревянной дороге пробежала до 25 сажень, но не может без усовершенствования иметь ход по обыкновенной дороге".





# Сведения!

- 5 сентября в "Сведениях" читаем: "Некоторые переправки происходят у пароходного дилижанса и строится для одного чугунная дорога по Выйскому полю". 9 сентября в Нижнем Тагиле был пермский губернатор: "осматривал пароходку и даже изволил на ней кататься"



# Отливка для дороги под пароходку.

- 1835 году Верхнесалдинской заводской конторе выписали ордер на отливку для дороги под пароходку на 200 сажен чугунных реек (рельсов. -Н.М.). Было указано "при отлитии отправить их вощиками в Выйский завод на пароход механика Черепанова Мирона с запиской в расход". В следующем году за достигнутые успехи в работе Ефим Алексеевич получил в награду серебряный перстень, а Мирон Ефимович - вольную (отец - в 1833 году).



# Слово "паровоз"

- Слово "паровоз" еще не везде было в ходу. Несколько суховато отнеслись гости к такой диковинке в далекой глубинке России. Прибывшие из столицы, надо полагать, знали уже о первой в России пассажирской железной дороге Петербург - Царское село. Она была пущена в том же году с мощным английским паровозом. В первые же 13 дней по ней проехало 13293 пассажира и дорога выручала до 1000 рублей в день. Но первый русский паровоз был в Нижнем Тагиле.



# Паровая машина "среднего давления"

После кончины отца в 1842 году

В 1846-47 гг. Мирон строит паровую машину "среднего давления" в 5 л.с., она работала сначала на Авроринском, потом - на Матильдинском приисках. Он же сооружает самый мощный из всех черепановских паровой двигатель в 60 л.с., предназначенный для откачки воды на Ново-Анатольской шахте Медного рудника.



# Новая воздуходувная установка

- Весь в планах и свершениях  
- сооружается новая воздуходувная установка и паровой молот для новой медеплавильной фабрики, - Мирон Ефимович Черепанов скончался 5 октября 1849 года.



# Что называлось промышленным переворотом?

- Прошла жизнь творческого человека. Механик крепостной России понял много ранее других потребность в паровых двигателях и связанных с ними изменениях в заводской технике, что называлось промышленным переворотом.



# Усадьба механиков Черепановых.

- ...На южном берегу Выйского пруда Нижнего Тагила и сейчас находится усадьба механиков Черепановых. Строгое, в стиле классицизма, здание с ажурным балконом и венчающим фронтоном декорировано наличниками окон и карнизом простого профиля. В 1984 году оно было передано Нижнетагильскому краеведческому музею, который готовится к 200-летию со дня рождения Мирона Ефимовича Черепанова разместить здесь экспозицию нового музея истории техники.



- Площадь перед домом стоит назвать Черепановской. Ее окружают плотина пруда и бывший медеплавильный завод. Из-за забора нынешней кондитерской фабрики виднеется двухэтажное каменное здание бывшего механического заведения Черепановых.





# Выйский исторический комплекс.

- На этой площади память о замечательных механиках Черепановых может быть увековечена созданием мемориального комплекса, в составе которого должен быть макет черепановского паровоза. Выйский исторический комплекс явится хорошим Памятник отцу и сыну Черепановым дополнением к нынешнему заводу-заповеднику.

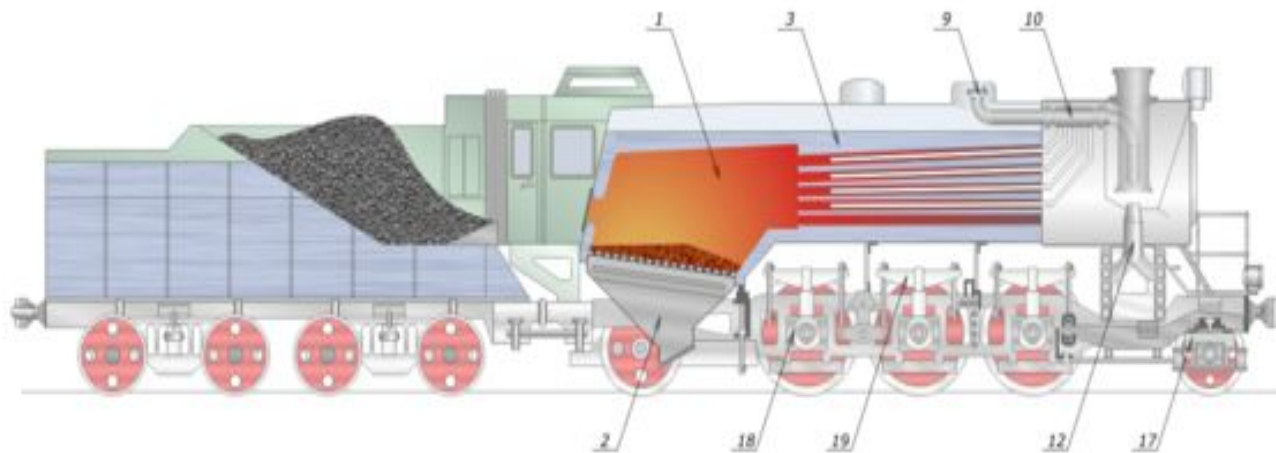
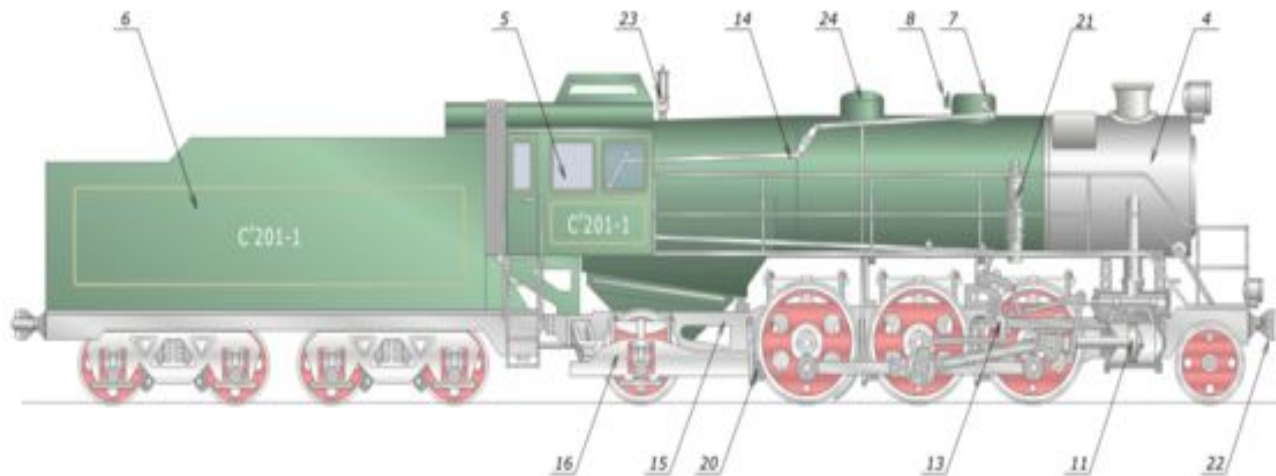


# Схема устройства паровоза.

- **Схема устройства паровоза**
- **Принципиальная конструктивная схема паровоза:** 1 — топка; 2 — зольник; 3 — цилиндрическая часть котла; 4 — дымовая коробка; 5 — будка; 6 — тендер; 7 — паровой колпак; 8 — предохранительный клапан; 9 — клапан регулятора; 10 — пароперегреватель; 11 — паровая машина; 12 — конусное устройство; 13 — кулисный механизм; 14 — привод регулятора; 15 — рама; 16 — задняя тележка; 17 — передняя тележка; 18 — осевая букса; 19 — рессора; 20 — тормозная колодка; 21 — паровоздушный насос; 22 — сцепка; 23 — свисток; 24 — песочница.



# Устройство паровоза



# Котёл, топка, зольник.

- **Котёл**
- Котёл состоит из 3 основных частей: топки, цилиндрической части и дымовой коробки.
- **Топка.** В топке происходит сгорание топлива. Загрузка топлива производилась либо вручную через шуровочное отверстие, закрываемое заслонками, либо, в поздних сериях паровозов, с помощью специального устройства — механического углеподатчика.
- **Зольник** (поддувало). Располагается под колосниковой решёткой топки. В зольнике скапливались остатки сгоревшего топлива. Зольник снабжён клапанами для регулировки количества поступающего в топку воздуха. Чистка зольника производилась через специальные отверстия металлическими скребками.
- **Цилиндрическая часть.** Здесь находятся дымогарные трубы, через которые тепло из топки движется к дымовой трубе, попутно нагревая воду, находящуюся вокруг. Над дымогарными трубами проходят жаровые трубы, через которые проходят элементы пароперегревателя.



# Устройство паровоза.



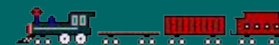
- Пароперегреватель — устройство, состоящее из труб, проходящих через цилиндрическую часть котла, и коллектора, сообщающегося с ними при помощи соединительных трубок. Пароперегреватель повышает температуру пара до  $350-400^{\circ}$ , что увеличивает КПД паровоза;
- **Паровой колпак** (сухопарник) — пространство для сбора готового пара в виде выступа наверху цилиндрической части котла. Кроме основного колпака, на паровозе могли устанавливаться дополнительные колпаки, пар из которых питал дополнительные устройства — электрогенератор для фонаря (в поздних сериях) и т. д.;

# Регулятор

- «на малом клапане», т. е. движение тихо, неспешно. В самых мощных **Регулятор** — прибор, с помощью которого машинист производит выпуск пара в машину и изменяет скорость движения паровоза. Регулятор располагается в паровом колпаке и может состоять из одного или двух клапанов. Одноклапанные регуляторы имели очень большое усилие открывания, с которым иногда машинист в одиночку не справлялся. В двухклапанных регуляторах малый клапан помогал открытию большого, что решало эту проблему. Применение малого клапана также позволяло экономить пар — если паровоз шел вхолостую, для движения могло хватить и пара, даваемого только малым клапаном, что даже породило устойчивое выражение советских паровозах серии ФД и ИС количество клапанов доходило до 4—5;



- Паросепаратор (паросушитель) — устройство для отделения пара от капель воды;
- Инжекторы — устройства для подачи свежей воды из тендера в котёл. В отдельных паровозах вместо инжекторов применялись поршневые насосы;
- **Дымовая коробка** — передняя часть котла, в которой находятся коллектор пароперегревателя, конусное устройство и дымовая труба. В дымовой коробке располагают также коллектор, искроуловительные приборы и сифон (паровой прибор для создания разрежения в дымовой коробке). Спереди дымовая коробка закрывается крышкой на петлях, открываемой для очистки дымовой коробки и для выемки труб при ремонте. Для осмотра коробки и её очистки на фронтом листе имеется дверца меньших размеров;



- **Конусное устройство.** Выпускает отработанный пар в дымовую трубу, создавая тягу в топке. Величина отверстия конусного устройства могла изменяться, соответственно меняя и тягу. В некоторых паровозах вместо конусного устройства применялся вентилятор, приводимый в действие паровой турбиной.
  - **Предохранительные клапаны** — устройства для сброса давления в котле, если оно превышает определённый предел.
  - **Теплоизоляция.** Снаружи котёл закрывался слоем изоляции и стальной обшивкой для уменьшения потерь тепла.
-



- **Характеристики котла**
- Котёл характеризуется следующими параметрами:
- **Общая площадь нагрева, м<sup>2</sup>**. Эта площадь складывается из площадей нагрева топки, площади перегревателя, а также площадей дымогарных и жаровых труб;
- **Объём парового пространства, м<sup>3</sup>**
- **Зеркало испарения, м<sup>2</sup>**
- **Рабочее давление, атм**



# Машина

- **Машина**
- Паровая машина паровоза состоит из цилиндров, отлитых как одно целое с ЗОЛОТНИКОВЫМИ коробками Паровая машина паровоза состоит из цилиндров, отлитых как одно целое с золотниковыми коробками, механизма для передачи усилия на движущие колёса (кривошипно-шатунный механизм) и парораспределительного механизма. Цилиндры паровой машины (которых не более) отливаются из стали и соединяются с помощью болтов и клиньев



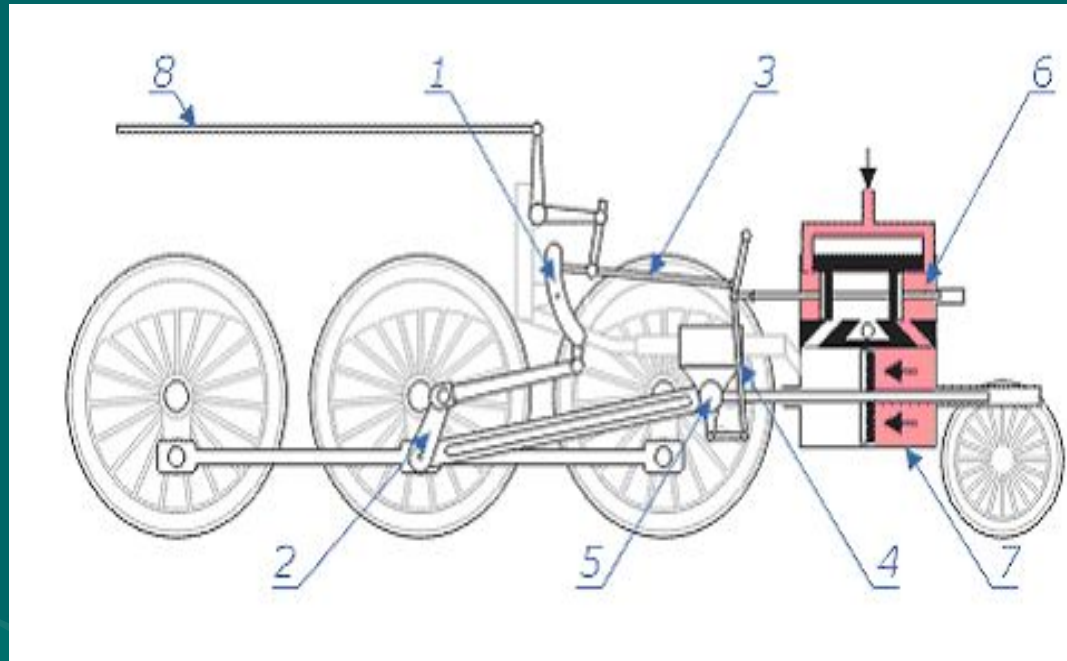
# Виды паровых машин

- В паровозах применялись следующие виды паровых машин:
- **Простая двухцилиндровая** — проста по конструкции, но имеет малую мощность и низкую экономичность;
- **Простая многоцилиндровая** — обладает большей мощностью, но сложна по конструкции;
- **Компаунд-машина** Компаунд-машина — также обладает большой мощностью. Несмотря на недостатки, в большинстве паровозов применялись простые двухцилиндровые машины, экономичность была повышена введением пароперегревателя, а мощность — созданием сочленённых паровозов. и хорошей экономичностью, но имеет помимо сложной конструкции проблемы при движении с частыми остановками.



# Схема работы кулисного механизма

- Схема работы кулисного механизма паровоза: 1 — кулиса, 2 — контркривошип, 3 — радиальная тяга, 4 — маятник, 5 — ползун (крейцкопф), 6 — золотник, 7 — рабочий цилиндр, 8 — тяга переводного вала (реверс)



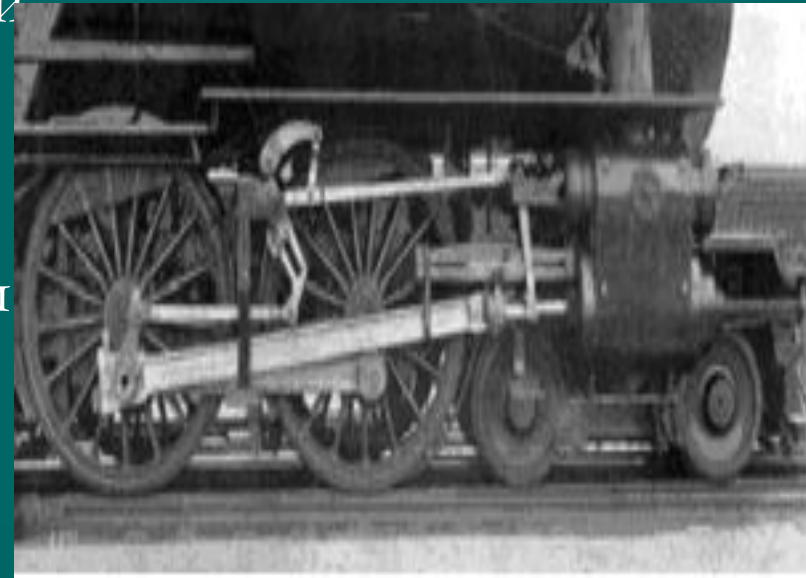
# Парораспределительный механизм

- Парораспределительный (обычно кулисный) механизм паровоза состоит из *кулисы 1*, качающейся на оси и соединённой своим нижним концом с пальцем *контркривошипа 2*, насаженного на ведущем колесе под некоторым углом к *кривошипу*. Движение от кулисы передаётся с помощью *радиальной тяги 3* верхнему концу рычага (*маятника 4*); нижний конец маятника получает движение от *ползуна 5*. Движение *золотнику 6* сообщается от промежуточной точки маятника. С помощью кулисного механизма осуществляются (золотником) все фазы парораспределения, регулирование мощности паровоза путём изменения степени наполнения (отсечки) пара в цилиндр *7* и реверсирование *8* — получение обратного хода паровоза.



# Кулисный и кривошипно-шатунный механизм паровоза

- Фотография кулисного и кривошипно-шатунного механизма паровоза
- В некоторых случаях для временного повышения силы тяги (при трогании с места и на подъёмах) на паровозах, кроме основной паровой машины, устанавливают вспомогательную (*бустер*), передающую работу на поддерживающие оси паровоза или на оси тендера.



# Другие элементы машины паровоза

- Другие элементы машины паровоза:
- **Сальники** — уплотнения, предотвращающие утечки пара;
- **Байпасы** — специальные устройства, которые располагались на золотниковой коробке. Байпасы работали как перепускные клапаны при закрытом регуляторе (при отсутствии подачи пара) и предотвращали торможение паровоза цилиндрами при езде по инерции.

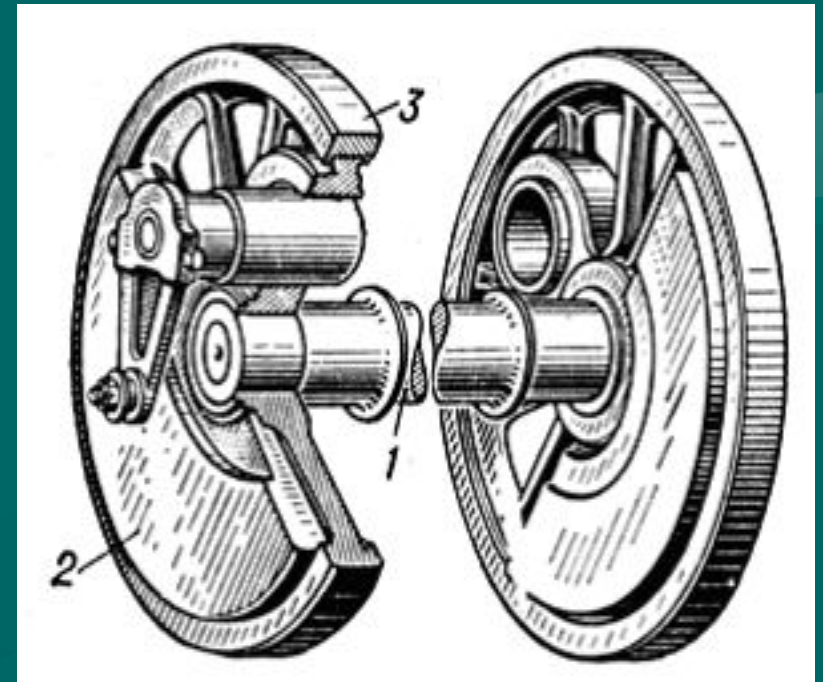
# Экипаж

- **Экипаж**
- *Экипажная*, или *рамно-ходовая*, часть паровоза состоит из рамы, на которой устанавливаются котёл и цилиндры, колёсных пар с буксами, [рессор](#) с балансирными и тележек.
- **Рама** — металлическая несущая конструкция, к которой крепились остальные части паровоза;
- **Передняя тележка**. Во многих конструкциях паровозов передняя тележка представляла собой сложную конструкцию, помогавшую паровозу вписываться в повороты. Например, в паровозах серии С использовалась тележка Цара-Краусса, объединяющая бегунковую и переднюю движущую пары колес. При этом в момент прохождения поворота бегунковая ось поворачивалась, а движущая пара получала соответствующее боковое смещение в противоположном направлении



# Ведущая колесная пара

- Колёсная пара: 1—ось; 2 — колёсный центр; 3 — бандаж
- **Ведущая колесная пара.** Непосредственно на эту пару воздействовала машина через *ведущее дышло*.
- **Сцепные колесные пары.** Эти колёса вращались от ведущей пары через *сцепные дышла*.



# Противовесы

- На центрах всех движущих колёсных пар как одно целое отлиты *противовесы* для уравновешивания сил инерции эксцентрично вращающихся масс (кривошипа, пальцев, шатунников, а на ведущем колесе, кроме того, контркривошипа и части ведущего шатуна); на сцепных колёсах ставятся избыточные противовесы для уравновешивания сил инерции поршня и части ведущего шатуна.

- **Бегунковые колесные пары.** Бегунковых пар было 1 или 2, в некоторых паровозах могли отсутствовать (паровозы формул 0-Х-Х).
- **Поддерживающие колесные пары.** Располагались под будкой или топкой. В зависимости от осевой формулы могли отсутствовать. Паровозы с поддерживающими колесными парами были лучше приспособлены для движения задним ходом.
- **Осевые буксы** — места крепления торцов осей колёс.
- **Рессоры** — упругие элементы, располагающиеся между колёсами и рамой. Рессоры смягчают вибрацию.