



ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ

Русские паровозы за 50 лет

Книга содержит исторический обзор развития отечественного паровозостроения от конца прошлого столетия до наших дней. Содержание книги делится на четыре главы. Первая посвящена деятельности основоположников паровозостроения, в трех остальных освещается исторический ход развития типов и конструкций паровозов - товарных, пассажирских и не имеющих отдельных тендеров (бестендерных, маневровых и поездных).

- [О книге](#)
- [Предисловие](#)
- [Развитие отечественного паровозостроения](#)
 - [1. Общий обзор](#)
 - [2. Деятельность русских паровозников](#)
- [Товарные паровозы](#)
 - [3. Общий обзор](#)
 - [4. Паровозы 0-4-0 Од и Ов](#)
 - [5. Паровозы 1-4-0 Ц, Ш, Щ, Р](#)
 - [6. Паровозы 0-4-0 V, Ы, Vc](#)
 - [7. Паровозы 0-5-0 Э](#)
 - [8. Паровозы 0-3-0 + 0-3-0 Ө](#)
 - [9. Паровозы 1-5-0 Е и Ф](#)
 - [10. Паровозы 1-5-0 СО](#)
 - [11. Паровозы 1-5-1 ФД](#)
 - [12. Паровозы 1-5-0 Л](#)
 - [13. Паровозы 1-4-0 ША и 1-5-0 серии 52](#)
 - [14. Опытные паровозы 1-5-2 Ворошиловградского завода и 1-3-0 + 0-3-1 Коломенского завода](#)
 - [15. Опытные характеристики товарных паровозов](#)
- [Пассажирские паровозы](#)
 - [16. Общий обзор](#)
 - [17. Паровозы 2-2-0 П и Дк](#)
 - [18. Паровозы 1-3-0 Н и Я](#)
 - [19. Паровозы 2-3-0 А, Ж, З](#)
 - [20. Паровозы 2-3-0 Г, Б, К](#)
 - [21. Паровозы 2-3-0 У](#)
 - [22. Паровоз 1-3-1 С](#)
 - [23. Паровозы 1-3-1 Су](#)
 - [24. Паровозы 2-3-1 Лп](#)
 - [25. Паровозы 1-2-0 + 0-2-0 і и 1-4-0 И](#)
 - [26. Паровозы 2-4-0 Мр](#)
 - [27. Паровоз 1-4-2 ИС](#)
 - [28. Паровозы 2-3-2](#)
 - [29. Опытные характеристики пассажирских паровозов](#)
- [Бестендерные паровозы](#)
 - [30. Бестендерные паровозы маневровые](#)
 - [31. Бестендерные поездные паровозы](#)

Источник:

Януш Л.Б. 'Русские паровозы за 50 лет' - Москва-Ленинград: Ленинградское отделение машигиза: Редакция литературы по машиностроению , 1950

Предисловие

Историю отечественного паровозостроения можно разделить на три периода: первый - от момента постройки первого русского паровоза и до конца XIX века, второй - от конца XIX века и до Великой Октябрьской социалистической революции и третий - после Великой Октябрьской социалистической революции.

Первый паровоз в России был построен Е. А. и М. Е. Черепановыми в 1833 г. От этой знаменательной даты и до конца девятнадцатого столетия русские паровозники многое сделали для развития отечественного паровозостроения. За это время были спроектированы и построены многие разновидности типов паровозов (1-2-0, 2-2-0, 0-3-0, 0-4-0), названные впоследствии сериями Д, Т, Ч. Эти типы паровозов давно устарели и исключены из эксплуатации, однако они явились основой нашего паровозостроения.

К 1917 г. паровозостроение в России получило очень широкое развитие и вошло в ряд передовых отраслей промышленности. Было создано много типов отечественных паровозов, для обозначения которых по сериям был использован весь алфавит.

Многие конструкции паровозов по своим качествам значительно превосходили аналогичные по типам иностранные конструкции. Например, несмотря на то, что в это время иностранные паровозостроительные заводы применяли специальные стали, а в русском паровозостроении применялись углеродистые стали, - все же русские паровозы 1-3-1 С Б. С. Малаховского и 2-3-1 Л^п А. С. Раевского по мощности, приходящейся на единицу веса, имели наивысшие значения в мировой практике паровозостроения.

После Великой Октябрьской социалистической революции научная и конструкторская деятельность в нашей стране получила самый широкий и невиданный в истории размах. В результате в СССР созданы лучшие образцы мирового паровозостроения, а именно: паровозы ИС, ФД, Л, 2-3-2 и др.

Таким образом, главнейшие этапы в развитии отечественного паровозостроения относятся к последнему пятидесятилетию, т. е. ко второму и третьему периодам его развития. Это и побудило автора посвятить свой труд специально этим периодам.

Автор ограничился изложением истории паровозов только для колеи 1524 мм и давления пара 11-17 атм.

При составлении настоящего труда использован литературный и официальный материал, а также воспоминания некоторых видных деятелей отечественного паровозостроения, сообщенные автору в личной беседе.

Объем труда не позволил автору осветить некоторые вопросы с желаемой полнотой. Все замечания, а также дополнительные сведения, которые читатели найдут возможным сообщить автору, будут им приняты с благодарностью.

Автор выражает глубочайшую благодарность главному конструктору Коломенского з-да Л. С. Лебедянскому, проф. К. А. Шишкину, доц. Б. А. Павлову, канд. техн. наук К. Н. Козьмину, инженерам Н. И. Хилемонюку, Е. А. Ширяеву, С. Б. Риммеру и другим, предоставившим ценные сведения и давшим ряд указаний, использованных в настоящей работе.

Автор

Развитие отечественного паровозостроения

1. Общий обзор

Отечественное паровозостроение возникло более ста лет тому назад. В него вложена коллективная мысль многих поколений выдающихся теоретиков и практиков, творческая деятельность которых привела рассматриваемую отрасль техники к высокой ступени современного развития. В 1762 г. русским изобретателем И. И. Ползуновым в г. Барнауле была создана первая в мире сдвоенная паровая машина. Имя Ползунова долгое время оставалось неизвестным, так как царское правительство не поощряло русских изобретателей.

Ползунов созданием паровой машины на двадцать с лишним лет опередил Уатта, дата построения которым паровой машины считается буржуазными историками официальным началом паровой техники.

Принцип превращения тепловой энергии в механическую, явившийся основой промышленного переворота, был впервые использован в России.

Применение изобретенного Ползуновым двигателя как средства передвижения привело к созданию паровоза, положившего начало новой эры сухопутного передвижения по рельсовой колее.

Нам, живущим в такое время, когда земной шар опутан стальной паутиной рельсовых путей, трудно даже себе представить формы человеческого бытия, существовавшие до их появления. Анализ цифр показывает, что в среднем железные дороги ускорили сухопутную перевозку в пять раз, удешевили ее в шесть раз и увеличили ее безопасность в восемь раз, не говоря уже о несравненно большей определенности в сроках доставки *.

* Труды Научно-технического комитета Народного комиссариата путей сообщения, вып. 20, М. 1926, стр. 126.

Основоположником рельсового транспорта в России был П. К. Фролов, построивший первую русскую рельсовую дорогу для змеиногорских рудников в 1806 г., т. е. за 13 лет до первой рельсовой дороги во Франции и за 17 лет до построения ее в Америке.

Первый паровоз в России был построен крепостными механиками, талантливыми самоучками, - отцом и сыном Е. А. и М. Е. Черепановыми, - в 1833 г. на Нижне-Тагильских заводах на Урале, на два года опередившими постройку первого паровоза в Германии.

Талантливые новаторы также не встретили поддержки со стороны правящих кругов царской России. Это объяснялось прежде всего их неверием в русскую техническую мысль, а также косностью, невежеством и раболепием перед всем иностранным. По этим причинам паровозы для первой русской железной дороги между Петербургом и Царским Селом (открытой для общего пользования в 1838 г.) были заказаны за границей. Только сооружение Петербурго-Московской железной дороги, начатое в 1843 г., явилось основанием для начала русского паровозостроения. Первые паровозы для этой дороги были построены Александровским заводом в 1846 г.

Развитие железнодорожной сети положило начало современной индустрии. Прежде всего стали появляться предприятия, удовлетворяющие потребности самих железных дорог в рельсах и подвижном составе. В 1869 г. были почти одновременно выпущены первые паровозы несколькими русскими заводами: - Коломенским, Невским и Воткинским. В следующем, 1870 г. начался выпуск паровозов Мальцовскими заводами. В течение последующих почти двадцати пяти лет потребность железнодорожной сети не могла быть удовлетворена этими четырьмя заводами и значительная часть подвижного состава продолжала ввозиться из-за границы. К концу прошлого столетия начал выпуск паровозов еще ряд заводов: в 1892 г. - Брянский, в 1894 г. - Путиловский, в 1897 г. - Харьковский, в 1898 г. - Сормовский и в 1900 г. - Луганский.

К началу XX столетия Россия полностью освободилась от иностранной зависимости в области паровозостроения. К этому же времени были созданы многие замечательные конструктивные формы русских паровозов, дальнейшее развитие которых привело к самым передовым образцам паровозостроения.

С 1898 по 1917 г. выпуск паровозов заводами России характеризовался следующими цифрами:*

Завод	Количество паровозов
Брянский	2272
Луганский	2116
Коломенский	2494
Невский	1974
Путиловский	1985
Сормовский	2164
Харьковский	2620
Воткинский	439
Всего	16064

Паровозный парк дореволюционной России отличался нецелесообразно большой разнотипностью, что объяснялось капиталистической системой хозяйства. Стандартизация

типов паровозов была проведена только после Великой Октябрьской социалистической революции.

* П. Г. Иванов инж. Очерк истории и статистики русского заводского паровозостроения.

2. Деятельность русских паровозников

Изложение творческой деятельности основоположников отечественной школы паровозостроения вызывает необходимость подразделить ее на три этапа.

Первый этап - конец прошлого и начало текущего столетия (А. П. Бородин, 1848-1898 г.; Н. П. Петров, 1836-1920 г.; М. В. Гололобов, 1870-1919 г. и др.).

Второй этап-ряд лет до и после Великой Октябрьской социалистической революции (Н. Л. Щукин, 1848-1924 г.; А. С. Раевский 1872-1924 г.; Б. С. Малаховский, 1872-1934 г.; Н. И. Карташов, 1867- 1943 г., К. Н. Сушкин и многие другие).

Третий этап относится целиком к деятельности советских ученых и конструкторов (С. П. Сыромятников, Л. С. Лебединский, В. Ф. Егорченко, А. М. Бабичков и др.).

Первый этап

Александр Парфентьевич Бородин (1848-1898) являлся одним из основоположников русской школы паровозостроения.



Александр Парфентьевич Бородин

В 1880 г. при киевских мастерских Юго-Западных железных дорог им была создана первая в мире паровозная лаборатория. Опытный паровоз (испытывался тип 1-2-0) устанавливался в специальном стойле и, работая на месте, приводил в действие все станочное оборудование мастерских. Ведущая колесная пара, отделенная от спаренной, несколько приподнималась над рельсами, и на ее правый, обточенный под шкив, бандаж надевался ремень, действующий на шкив трансмиссионного вала. Поглощаемая мощность, необходимая для приведения в действие станков, составляла около 90 л. с. при 100 об/мин. ведущих колес, что соответствовало скорости 30-32 км/час по рельсовому пути.

В 1880 г. были проведены лабораторные опыты с применением паровых рубашек цилиндров, а в 1881 г. - с машиной, переделанной на двойное расширение. Отсутствие более сильного тормоза ограничивало возможность реализации большой мощности. Это и привело А. П. Бородину к мысли о катковом механизме. Все последующие паровозные лаборатории, созданные как в России, так и за границей, осуществлялись по идее А. П. Бородин, т. е. имели катковые механизмы.

В 1886 г. А. П. Бородин опубликовал результаты лабораторных опытов в киевском журнале "Инженер" (№ 7-8). Опыты позволили установить значительную выгоду применения в паровозах с машиной двойного расширения больших наполнений в цилиндрах низкого давления, чем в цилиндрах высокого давления. При условии правильного подбора разности наполнений принцип двойного расширения мог дать до 20% экономии топлива. Впоследствии этот принцип был применен во всех русских и зарубежных паровозах с машинами двойного расширения, получивших самое широкое распространение.

А. П. Бородин окончил Петербургский технологический институт в 1870 г., затем поступил в Институт инженеров путей сообщения, который окончил в 1872 г. Еще в бытность студентом, значительно раньше появления работ швейцарского инженера Маллета, он высказал оригинальную мысль об использовании в паровозах принципа двойного расширения. Позднее, в 1891 г., по инициативе Бородин был построен первый быстроходный паровоз 2-2-0 с четырехцилиндровой машиной двойного расширения, имеющей с каждой стороны по два наружных цилиндра, расположенных один за другим (система тандем).

В течение многих лет А. П. Бородин был бессменным председателем совещательных съездов инженеров службы тяги, созываемых по его инициативе.

Вступив в 1889 г. на пост начальника Юго-Западных железных дорог, А. П. Бородин большое внимание уделил развитию мастерских, улучшению материальных и культурных условий жизни рабочих и служащих дороги, оборудованию дежурных комнат для паровозных бригад и т. д. По его инициативе был создан единственный в свое время хорошо оборудованный динамометрический вагон.

В 1896 г. А. П. Бородин переехал в Петербург, где был приглашен в Технологический институт в качестве консультанта при кафедре паровозов и подвижного состава железных дорог.

А. П. Бородин опубликовал 54 печатных труда. В 1881 г. он принял самое деятельное участие в основании ежемесячного киевского технического журнала "Инженер".

Одним из участников опытов, проводимых в лаборатории под руководством А. П. Бородина, был Л. М. Леви. В 1893 г. Л. М. Леви продолжил опыты с паровозами в пути между Киевом и Фастовым по Юго-Западной ж. д. Целью опытов являлось исследование работы машин двойного расширения и применения паровых рубашек цилиндров.

Постоянство положения регулятора и переводного механизма в опытном паровозе достигалось применением двойной тяги, причем поездной паровоз ставился впереди опытного и производил ту дополнительную работу, которая была необходима для движения поезда по расписанию.

Опыты показали, что применение паровых рубашек не дает никакой экономии в топливе, так как при езде без пара рубашки быстро охлаждаются, и на их обогрев приходится тратить некоторое дополнительное количество пара.

Трудность поддержания постоянной скорости поезда при изменениях профиля пути выявила несовершенство этих опытов. Впоследствии, при развитии метода поездных испытаний, опыты стали проводиться на специально выбираемых участках однообразного профиля, при одиночной тяге.

Николай Павлович Петров (1836-1920) являлся основателем тяговых расчетов. Перечень его трудов включает 101 наименование. Выдающимся трудом является созданная им гидродинамическая теория трения. В группе сочинений, посвященных вопросам тяговых расчетов, особенно ценно исследование непрерывных тормозных систем, относящееся к 1878 г. Это исследование впервые показало, что наиболее эффективное торможение поезда происходит на грани скольжения колес по рельсам.



Николай Павлович Петров

Будучи профессором Военно-Инженерной академии и Петербургского технологического института, Н. П. Петров в 1873 г. создал в Институте кафедру подвижного состава железных дорог и ряд лет читал курс паровозов. Кафедра, созданная Н. П. Петровым, так же как и Институт в целом, имеют громадные заслуги перед нашей Родиной в деле подготовки высококвалифицированных кадров по паровозам и подвижному составу железных дорог. Выдающимися питомцами Института были А. П. Бородин, Н. Л. Щукин, Б. С. Малаховский, М. В. Гололобов и многие другие.

Н. П. Петров принимал участие в создании нескольких типов паровозов (0-4-0 О^д, 2-2-0П^п и др.).

На состоявшемся в 1892 г. международном железнодорожном конгрессе в Петербурге Н. П. Петров был избран председателем и с этого времени состоял пожизненным членом постоянного международного Бюро конгрессов.

В речи, произнесенной на собрании Русского технического общества в 1899 г., Петров требовал решительных мер, способствующих поднятию образования в России. Он считал, что развитие философского мышления необходимо инженерам и техникам не менее чем математикам, естествоиспытателям и социологам.

Петров внес точный математический анализ в вопросы сопротивления железнодорожного поезда и безопасности движения, решавшиеся до того времени исключительно опытным и далеко не точным путем. Им впервые был дан расчет рессор. Тяговые расчеты, разработанные Н. П. Петровым, нашли применение в определении наивыгоднейших скоростей движения товарных поездов. Последний большой вклад в техническую науку Н. П. Петров сделал уже на склоне своей долгой жизни, капитально разработав вопрос о расчете рельсов. На основании сделанных им выводов оказалось возможным допустить по нашим рельсам движение со скоростью 100 верст в час (107 км/час) там, где допускалась лишь скорость 60 верст, при условии хорошего содержания пути и подвижного состава, но без увеличения веса рельсов.

Много труда после 1905 г. Н. П. Петров посвятил вопросам экономики. Вопреки невежеству правящих кругов царской России, ратовавших за умеренность темпов железнодорожного строительства в связи с распро-странявшейся уверенностью в якобы убыточности железнодорожного хозяйства, Петров в 1908 г. настаивал на энергичном железнодорожном строительстве. Война 1914-1918 гг. полностью подтвердила правильность его мнения о недостаточном развитии сети железных дорог в России.

Михаил Владимирович Гололобов (1870-1919) был выдающимся русским теоретиком и конструктором. Окончив Петербургский технологический институт в 1897 г., он с 1902 по 1917 г. состоял преподавателем того же института, а с 1906 г. преподавателем и профессором Петербургского политехнического института.



Михаил Владимирович Гололобов

Конструкторская деятельность М. В. Гололобова протекала на Путиловском з-де в Петербурге с 1901 по 1919 г. С 1906 по 1910 г. он был начальником паровозотехнической конторы завода, а с 1910 г. - консультантом по паровозостроению. Под руководством М. В. Гололобова в 1903-1907 гг. были спроектированы и построены четырехцилиндровые паровозы 2-3-0 У, а позднее, в 1912 г., совместно с А. С. Раевским паровоз 2-3-0 У^у и в 1913-1915 гг. - паровоз 2-3-1 Л^л.

Являясь сторонником лабораторного метода испытания паровозов, М. В. Гололобов в 1905 г. построил на Путиловском з-де катковую испытательную лабораторию. Такая же лаборатория была им создана несколько позднее и на Александровском з-де.

М. В. Гололобову принадлежали первые научные статьи в "Вестнике общества технологов" и "Железнодорожном деле", освещающие вопросы применения перегретого пара в паровозах. Эти статьи способствовали развитию пароперегревателей на русских паровозах, в чем Россия опередила целый ряд стран. По его предложению регуляторная труба была при перегреве вынесена из трубчатой части котла, с подводом пара непосредственно из парового колпака к коллектору. Гололобов был видным деятелем Комиссии подвижного состава и тяги. Преждевременная его кончина 18 марта 1919 г. была тяжелой утратой для отечественного паровозостроения.

* * *

Первая научная монография по динамике паровоза была написана профессором Московского университета Д. Лебедевым еще в 1867 г.

В 1869 г. проф. Окатов на участке Петербург - Любань провел ряд научных испытаний пассажирских паровозов.

Курсы по паровозам профессоров Л. А. Еракова, А. Д. Романова, Е. Е. Нольтейна и др., читаемые в высших учебных заведениях и изданные в конце прошлого и в начале текущего столетия, не утратили значения и в настоящее время.

Инициатором введения перегрева пара в паровозах, начатого в 1902 г., был Е. Е. Нольтейн. В этом крупнейшем достижении паровозостроительной техники Россия, как уже отмечалось выше, опередила ряд других стран, в том числе Францию, Англию и США.

Второй этап

Николай Леонидович Щукин (1848 - 1924) был одним из крупнейших знатоков подвижного состава железных дорог. Его руководящая прогрессивная роль в развитии отечественного паровозостроения позволяет считать Н. Л. Щукина центральной фигурой среди современных ему специалистов. Окончив Петербургский технологический институт в 1873 г., Щукин с 1875 г. состоял преподавателем, а затем профессором того же института по теоретической механике и паровозам. Впоследствии ему было присвоено почетное звание заслуженного профессора.



Николай Леонидович Щукин

По проекту Щукина в 1892 г. был построен пассажирский паровоз 1-3-0 Н^д с машиной двойного расширения, получивший после некоторой переделки (в серию Н^в) самое широкое распространение на русских железных дорогах. Щукин являлся инициатором массовой постройки паровозов 1-3-1 С по проекту Сормовского з-да, которые были лучшими пассажирскими паровозами, построенными в России до революции. Все его принципиальные установки и взгляды, определяющие основные направления русского паровозостроения, были исключительно дальновидны и полностью оправдались дальнейшей практикой. О них будет сказано далее - при описании развития типов паровозов.

Сознавая необходимость согласованной работы в деле нового паровозостроения как железных дорог, так и заводов, Н. Л. Щукин являлся инициатором и организатором при Министерстве путей сообщения Комиссии подвижного состава и тяги, в которой он непрерывно председательствовал в течение почти двадцати лет. Комиссия осуществляла тот контакт между транспортом и промышленностью, настоятельная необходимость в котором в условиях беспланового капиталистического хозяйства отсталой царской России может быть оценена только теперь. В ней при участии лучших сил рассматривались все новые проекты подвижного состава; она считалась высшей академией подвижного состава, именуясь в обиходе "щукинской комиссией". Эта комиссия в сфере своей деятельности играла выдающуюся роль в развитии подвижного состава русских железных дорог. Достаточно сказать, что за первые 15 лет в комиссии было рассмотрено свыше 2200 разнообразных вопросов, касающихся подвижного состава. Деятельность этой комиссии неразрывно связана с историческим ходом развития подвижного состава русских железных дорог.

В тяжелые годы гражданской войны и интервенции, когда судьба молодой советской республики во многом зависела от транспорта, В. И. Ленин взял транспорт под свое личное наблюдение и декретом 1919 года создал специальную комиссию при Совете Труда и Обороне (СТО). Был выдвинут лозунг: "Всё на транспорт". Под руководством коммунистической партии рабочий класс самоотверженно взялся за дело восстановления транспорта и, в первую очередь, его движущей силы - паровозов. Нужна была также преданная руководящая работа тех, кто знал транспорт до мелочей. Первым из старых специалистов для этой ответственной задачи был привлечен Н. Л. Щукин. Несмотря на свой преклонный возраст, патриот, до конца жизни преданный своей родине, он отдал делу восстановления транспорта все свои силы и знания.

Н. Л. Щукин скончался в Ленинграде 2 июня 1924 г. в возрасте 76 лет. Его памяти был посвящен специальный выпуск Трудов Научно-технического комитета (НТК) Народного комиссариата путей сообщения (1925 г., № 12), где отмечалась работа Н. Л. Щукина после Октябрьской революции и было сказано: "Несмотря на свой преклонный возраст, Н. Л. Щукин усиленно работал, являя собой пример для всех соприкасающихся с ним. Его участие в работах НТК было особенно ценным. Ведь Н. Л. Щукин своими руками создал и провел весьма многое из области тягового хозяйства, и эта работа Н. Л. Щукина в рядах НТК была тем более знаменательна, что он являлся идейным и горячим сторонником необходимости иметь в НКПС высший научно-технический орган той структуры, который имеет НТК. Долгим опытом своей жизни он пришел к выводу, что интересы дела требуют постановки научно-исследовательских работ. Он пытался создать тотчас после Октябрьской революции экспериментальный институт путей сообщения, в котором все сложные технические вопросы получили бы свое полное разрешение при помощи научного исследования в специальных лабораториях". Мечта Н. Л. Щукина не сбылась

при его жизни в том объеме, как он себе ее представлял. Это было осуществлено после него.

Справедливы были слова проф. И. А. Стажарова на собрании, посвященном памяти Н. Л. Щукина, когда он назвал Н. Л. Щукина "отцом русского паровозостроения".

Александр Сергеевич Раевский (1872-1924) был выдающимся русским теоретиком и конструктором. Он окончил Харьковский технологический институт в 1895 г. Конструкторская деятельность А. С. Раевского началась на Харьковском паровозостроительном заводе, где им были спроектированы паровозы 1-4-0 Щ, получившие широкое распространение на русских железных дорогах. В 1910 г. А. С. Раевский перешел на Путиловский завод. Первой его работой на этом заводе была конструктивная разработка парораспределительного механизма Савельева, примененного на двух паровозах 2-3-0 К. В 1910-1911 гг., А. С. Раевский проектировал переделку паровоза 2-3-0 У на перегрев (серия У^у). С того же времени, по заказу Владикавказской железной дороги, А. С. Раевский начал проектирование четырехцилиндрового паровоза 2-3-1 Л^п, первоначальный вариант которого имел машину двойного расширения. Этим проектом А. С. Раевский очень увлекался и посвящал ему много сил и труда.



Александр Сергеевич Раевский

После постигшей его неудачи на Харьковском заводе, где спроектированный паровоз-полутанк 2-3-1 оказался перетяжеленным на 32 т, А. С. Раевский обратил особое внимание на подсчет весов при проектировании паровоза 2-3-1Л^п, в котором расхождение теоретического веса с действительным оказалось всего лишь в 0,5%. Следующим проектом А. С. Раевского (1915 г.) был паровоз 0-5-0^б с четырехцилиндровой машиной

двойного расширения. В 1916-1918 гг. А. С. Раевский работал над проектом паровоза 2-3-0 У^{уу}, который представлял собою улучшенный тип У^у. Этот проект, так же как и проект паровоза 0-5-0^б, осуществлен не был, по независящим от него причинам.

С 1917 г. А. С. Раевский начал разработку предварительных проектов объединенных паровозов, в которые входил 21 тип. В основу этих проектов была положена идея создания паровозов различных типов и мощностей, предназначенных для различных условий работы, но имеющих наибольшее число взаимозаменяемых деталей. Эта работа являлась практической попыткой применения идеи стандартизации типов. В число этих типов входили проекты паровозов необычной компоновки, в которых поддерживающие колесные пары размещались в промежутках между движущими, например, 2-2-1-1, названный Черноморцем, 1-3-1-1-0 - Беломорец и др. Подобная конструкция, хотя и позволяла удобно разместить широкую топку и снижала сопротивление трубчатой части котла проходу газов, но, благодаря усложнению других узлов, вызывала большие сомнения в ее целесообразности. Проекты рассматривались в секции подвижного состава и тяги Высшего технического совета НКПС в 1919 г. в Ленинграде (так в то время именовалась бывшая Комиссия подвижного состава и тяги), где были подвергнуты весьма серьезной критике, в особенности со стороны А. А. Зяблова и А. О. Чечотта, вследствие чего не были осуществлены. Впоследствии этой идеей воспользовались некоторые германские заводы и построили паровозы типа 1-2-1-1 для железных дорог Турции.

Последним проектом А. С. Раевского был паровоз 2-4-0 М с трехцилиндровой машиной, осуществленный по измененному проекту после его смерти. Свою конструкторскую деятельность на заводе А. С. Раевский совмещал с педагогической в Ленинградском политехническом институте имени М. И. Калинина, где был профессором.

20 июня 1924 г. во время испытания мостов на Октябрьской ж. д. А. С. Раевский получил тяжелые увечья, от которых скончался 23 июля в Москве. Смерть А. С. Раевского была большой утратой для отечественного паровозостроения. Рабочие завода "Красный путиловец" прислали на Московский вокзал в Ленинграде декорированный паровоз Щ - первое творение А. С. Раевского, отвезший его тело на завод.

Для отечественного паровозостроения особенно велико значение А. С. Раевского как теоретика.

В то время, как на всех заграничных паровозостроительных заводах: при проектировании паровозов практиковался грубый эмпиризм, А. С. Раевский первый в мире сумел подвести научную базу под проектирование паровозов. Им созданы научные методы расчета противовесов, паровой машины, тепловой расчет паровозного котла, парового конуса, расчет устойчивого движения в кривых, динамического воздействия паровоза на путь, колебательных движений паровоза, расчет осей колесных пар, а также разработан прибор для исследования кинематики кулисно-маятникового механизма. Все эти работы изложены им в пояснительных записках, которыми пользуются до настоящего времени и которые послужили основой для дальнейшего развития отечественной школы паровозостроения.

Бронислав Сигизмундович Малаховский (1872-1934) окончил Петербургский технологический институт в 1895 г. Его творческая деятельность как выдающегося конструктора была сосредоточена на Сормовском з-де. Здесь под его руководством был

спроектирован и построен паровоз 1-3-1 С, являющийся лучшим памятником автору. Об этих паровозах будет сказано дальше.



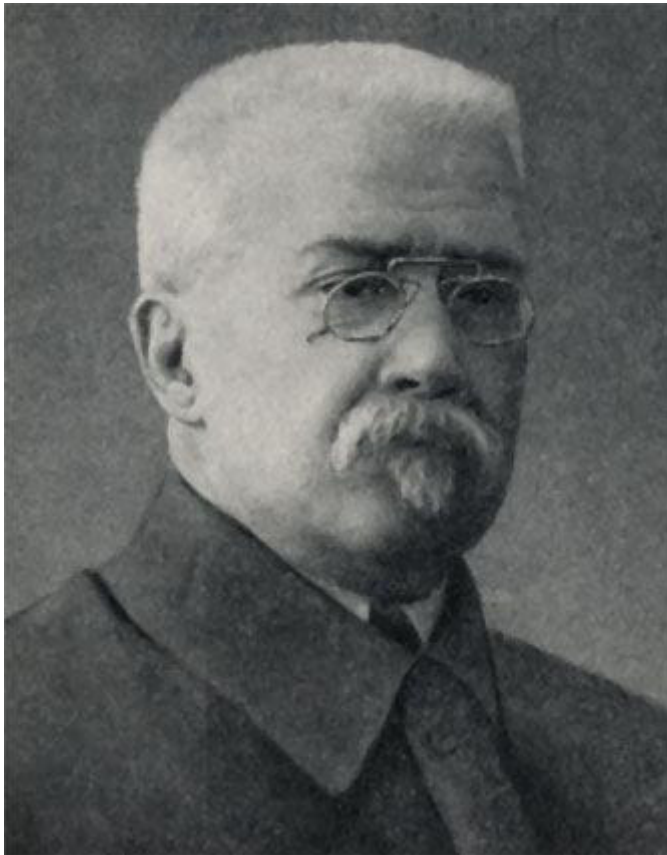
Бронислав Сигизмундович Малаховский

Под руководством Б. С. Малаховского были построены также паровозы 0-4-0 V^c, являющиеся самыми мощными русскими товарными паровозами типа 0-4-0. Перед первой мировой войной Б. С. Малаховский создал проекты паровозов 2-3-1 и 1-4-1 с двухцилиндровыми машинами одиночного расширения, превосходящих по мощности все европейские паровозы того времени. В проектах обоих паровозов были объединены котлы, цилиндры и ряд деталей. Оба проекта осуществлены, однако, не были.

Им же в 1915 г. был разработан проект усиления паровоза С до тех параметров, которые имеет советский пассажирский паровоз С^y. Война помешала осуществить и этот проект. Малаховский был постоянным участником совещательных съездов инженеров службы тяги и Комиссии подвижного состава и тяги. В последние годы жизни он работал на Невском заводе имени В. И. Ленина в Ленинграде.

Николай Иванович Карташов (1867-1943) окончил Харьковский технологический институт по паровозам и был учеником проф. П. М. Мухачева. Преподавательская и профессорская деятельность Н. И. Карташова в течение его долгой жизни протекала в Томском технологическом институте. В 1902 г. им была издана первая научная монография, посвященная методике опытного исследования паровозов. В 1914 г. Н. И. Карташов издал монографию "Паровозные парораспределительные механизмы". В свое время этот труд давал наиболее подробный обзор всех течений в развитии паровозного

парораспределения, известных в мировой практике. К сожалению, в этом труде не рассмотрены парораспределительные механизмы русских изобретателей Савельева, Михайлова, Бебутова и др.



Николай Иванович Карташов

С 1929 по 1941 г. Н. И. Карташов издал курс паровозов для транспортных вузов, принятый в течение ряда лет в качестве учебника я имеющий несколько переизданий. Весь курс был издан в шести выпусках.

За свою долголетнюю и плодотворную деятельность по подготовке высококвалифицированных специалистов Н. И. Карташов был удостоен Сталинской премии. Обобщив передовой опыт машинистов-кривоносовцев по вождению тяжеловесных поездов, Н. И. Карташов дал этому опыту научное обоснование в известной работе "Тяжеловесные поезда", изданной в 1936 г.

Скончался Н. И. Карташов в Томске, в 1943 г., в возрасте 76 лет.

* * *

Среди известных специалистов, ученых и педагогов рассматриваемого этапа развития отечественного паровозостроения должны быть названы имена В. И. Лопушинского, А. О. Чечотта, П. М. Мухачева, В. В. Монича, Е. Г. Кестнера, П. С. Селезнева, Б. И. Карчевского и др.

Проф. А. О. Чечотт был сторонником идеи совместного применения машины двойного расширения с перегревом. В честь его паровозы, осуществляемые по этому принципу, имели индекс "ч" (Щ^ч, Н^ч, О^ч, Ы^ч и т. д).

В. И. Лопушинский являлся автором многих типов паровозов Владикавказской ж. д. Но самой большой его заслугой являлось прямое участие в создании паровозов 0-5-0 Э.

Много изобретательской мысли было проявлено А. А. Зябловым. Известны его перепускные приборы, имевшие до золотников Трофимова очень широкое применение. Зяблову и Башкину принадлежит также идея создания инжекторов, работающих без потери воды.

Третий этап

Великая Октябрьская социалистическая революция открыла широкую дорогу передовым идеям советского паровозостроения, основы которого уже были заложены в научных и практических достижениях предыдущих этапов.

В первые годы советской власти вопросы быстрее восстановления железнодорожного транспорта стояли как основная проблема. На это указывали решения XI съезда ВКП (б), которые явились важнейшей исторической вехой на пути развития и технического вооружения советского железнодорожного транспорта.

Выступая на VIII Всероссийском съезде Советов 22 декабря 1920 г., В. И. Ленин горячо поддержал разработанный НКПС под руководством Ф. Э. Дзержинского пятилетний план восстановления паровозного хозяйства, указав, что благодаря энтузиазму рабочих восстановление паровозного парка будет закончено в 3 1/2 года.

Благодаря заботам партии и правительства по окончании гражданской войны транспорт быстро восстанавливался. В 1924 г. XIII партийная конференция отметила, что железнодорожный транспорт может обеспечивать все требования народного хозяйства.

Политика, проводимая партией и правительством в деле планового развития социалистического народного хозяйства страны в годы сталинских пятилеток, имела решающее значение в развитии советского паровозостроения. Невиданный в истории рост всех отраслей хозяйства вызвал значительный рост железнодорожных перевозок. Несмотря на проведение ряда мер по укреплению железнодорожного транспорта в первой пятилетке, он первое время отставал от темпов развития народного хозяйства; требовались решительные меры для подъема его работы. На XVI съезде ВКП (б) в июле 1930 г. товарищ Сталин указывал на необходимость взяться по-большевистски за дело транспорта и двинуть его вперед.

Согласно решениям XVII съезда ВКП (б) была принята программа технического усиления и реконструкции железнодорожного транспорта во второй пятилетке (см. стенографический отчет XVII съезда ВКП (б), стр. 664).

Эта программа намечала увеличение сети железных дорог, укладку рельсов тяжелого типа, переход на щебенчатый балласт, введение автоблокировки, переход в товарных составах на сплошное автоторможение, массовое внедрение автосцепки, постройку большегрузных вагонов. Было запланировано увеличить парк локомотивов с 19 500 единиц в 1932 г. до 24

600 в 1937 г. при одновременном осуществлении перехода к более мощным и совершенным типам локомотивов. Паровоз ФД мощностью до 3000 л. с. стал во второй пятилетке основным типом товарного паровозного парка, а паровоз ИС той же мощности - основным типом пассажирского парка.

В начале 1935 г. партия направила на железнодорожный транспорт Л. М. Кагановича, сумевшего ввести на транспорте большевистские методы работы. На основе исторического приказа № 183/Ц от 7 августа 1935 г. об улучшении использования паровозов и организации движения поездов была произведена полная реорганизация паровозного хозяйства в области эксплуатации и ремонта паровозов.

Под руководством Народного комиссара тяжелой промышленности Г. К. Орджоникидзе существующие отечественные паровозостроительные заводы были расширены и реконструированы, а к 1934 г. в Луганске был пущен передовой гигант, детище первых пятилеток - паровозостроительный завод имени Октябрьской революции, представляющий собою один из наиболее мощных и совершенных заводов в мире. Тов. Орджоникидзе поставил перед промышленностью задачу огромной важности - сокращение импортного оборудования. Это нашло прямое отражение в нашем паровозостроении. Изготовление мощных паровозов проводилось целиком из советских материалов и советским оборудованием. Освоение проката стали толщиной 140-160 мм позволило начать изготовление брусковых рам, обеспечившее массовое строительство более мощных и совершенных паровозов ФД и ИС.

Исторические решения партии и правительства и личные указания товарища Сталина легли в основу полного перевооружения паровозного парка железных дорог СССР и резкого увеличения его как в качественном, так и в количественном отношении, в особенности за промежуток времени между XVII и XVIII съездами партии, когда железнодорожный транспорт стал одной из самых передовых отраслей народного хозяйства страны.

Грузооборот по железнодорожному транспорту в эти годы имел следующий прирост (в миллиардах тонно-километров):

1933 г.	1934 г.	1935 г.	1936 г.	1937 г.	1938 г.	1938 г. в % к 1933 г.
169,5	205,7	258,1	323,4	354,8	359,1	217,7

(Из отчетного доклада товарища Сталина на XVIII съезде партии)*.

* И. В. Сталин, Вопросы ленинизма, 1947 г., стр. 585.

В 1948 г. грузооборот железнодорожного транспорта увеличился по сравнению с 1947 г. на 27% и превзошел уровень довоенного 1940 г.

Требования, предъявленные развитием народного хозяйства, оказали благотворное влияние на творчество талантливых советских ученых и конструкторов - строителей советских паровозов. Среди них прежде всего должна быть отмечена ведущая роль главного конструктора Коломенского з-да лауреата Сталинской премии *Льва Сергеевича Лебединского*. Все наши лучшие паровозы, в порядке их последовательности, созданы при участии, а затем под непосредственным руководством Л. С. Лебединского. Из последних

должны быть отмечены курьерские паровозы 2-3-2 (фиг. 72, 73) и товарные паровозы 1-5-0 (фиг. 31). Под руководством Л. С. Лебедянского работает коллектив конструкторов, среди которых следует отметить Г. А. Жилина, В. К. Чистова, Д. В. Львова, В. Д. Уткина и В. Д. Дьякова. Среди более старых конструкторов завода был К. Н. Сушкин, под руководством которого был спроектирован паровоз С^у.



Лев Сергеевич Лебедянский

С паровозостроением на Коломенском з-де связаны также имена более молодых выдающихся конструкторов, ранее работавших на заводе: А. А. Чирков, ныне д-р техн. наук и проф. МЭМИИТ, лауреат Сталинской премии М. Н. Щукин, канд. техн. наук В. В. Филиппов, А. В. Сломьянский и многие другие.

За разработку и освоение поточного метода в советском паровозостроении ряд инженеров Коломенского з-да - К. К. Яковлев, И. М. Шахрай, П. П. Архименко, М. П. Гриднев, А. В. Шадрин, А. П. Степанов,

В. А. Ильяшевич, Е. Ф. Горин и И. А. Холодилин - удостоен звания лауреатов Сталинской премии.

По мощности оборудования и техническому оснащению наибольшее значение, как производственное предприятие, имеет Ворошиловградский з-д имени Октябрьской революции. Его конструкторское бюро, возглавляемое М. Н. Аникеевым, разработало ряд проектов, из которых могут быть названы проекты курьерского паровоза 2-3-2 (автор проекта П. А. Сорока), построенного в 1938 г. (фиг. 74), и товарного паровоза 1-5-2 с

совершенно новой оригинальной машиной, имеющей в каждом из двух цилиндров по два противодвижущихся поршня (фиг. 33).

Ни в одной стране электродуговая сварка не получила такого развития в паровозостроении, как в СССР. Применение сварки (ацетилено-кислородной) в паровозном котлостроении началось в СССР еще в 1919-1921 гг. Начало применения электродуговой сварки относится к 1930 г. В 1932 г. на Коломенском з-де, по инициативе инж. М. Н. Голузина, под руководством К. Н. Сушкина, инж. В. В. Филипповым был разработан первый в мире цельносварной паровозный котел, примененный в узкоколейном паровозе 159 типа. Хорошая работа этого котла послужила началом широкого внедрения электросварки.

С 1933 г. огневые коробки паровозов Э^м, С^у, ФД и ИС изготавливались только цельносварными (кроме связей), а с 1935 г. стали свариваться и кожухи топков. В 1938 г. Ворошиловградский з-д выпустил большое количество паровозов ФД с цельносварными котлами. Склепка была оставлена только в монтажном шве, соединяющем кожух топки с трубчатой частью.

В настоящее время промышленность СССР выпускает паровозы только с цельносварными котлами. Электросварочная техника в СССР как по техническому уровню своего развития, так и по количеству выпущенных цельносварных котлов (более 1000 шт.) стоит в мировом паровозостроении на первом месте.

Наиболее полно и научно советский конструкторский опыт освещен в описании хода проектирования и постройки паровоза ФД, чему посвящен специальный большой труд целого коллектива авторов. Хотя некоторые его положения в настоящее время являются уже устаревшими, но пока этот труд наиболее полно освещает современный ход проектирования паровозов.

Сам паровоз ФД (фиг. 30) подвергался систематическим научным исследованиям, из которых динамические испытания рамы и напряжений в движущем механизме являются уникальными и в мировой практике с такой полнотой поставлены впервые.

Отечественные методы проектирования паровозов далеко опережают иностранные и в особенности - американские методы. Коэффициент полезного действия советских паровозов, как правило, на 10-15% выше к. п. д. американских, при одинаковой мощности.

Основателем паровозной теплотехники является академик лауреат Сталинской премии *Сергей Петрович Сыромятников*. Им создана целая школа советских паровозников и воспитаны многие научные работники и инженеры.



Сергей Петрович Сыромятников

Первый труд С. П. Сыромятникова по тепловому процессу паровозного котла и пароперегревателя, основанный на общих теоретических положениях теплотехники и обобщении результатов опытов над типами паровозов, был издан в 1923 г. К тому же времени относится и появление ряда журнальных статей. В последующих изданиях этот капитальный труд, в результате долголетней творческой работы, последовательно дополнялся и совершенствовался и в настоящее время является основой: всех тепловых расчетов паровозов как при проектировании новых типов, так и при модернизации существующих. Этот труд дал также строго научную основу изыскания наиболее рациональных методов эксплуатации паровозов.

В настоящее время под руководством С. П. Сыромятникова коллективом паровозной кафедры Московского ордена Трудового Красного Знамени электромеханического института инженеров железнодорожного транспорта имени Ф. Э. Дзержинского (МЭМИИТ) спроектирован паровоз типа 1-5-1, с применением в нем комплексной модернизации. Паровоз по своим параметрам близок к паровозу ФД, но его котел имеет совершенно иную компоновку. Огневая коробка применена без камеры догорания, трубчатая часть значительно укорочена, и газы по выходе из нее будут иметь температуру 800-850°. Теплота их используется последовательно, - сперва в пароперегревателе, а затем в воздухоподогревателе. Паровоз будет снабжен также водоподогревателем смешения. Все это позволяет рассчитывать на полный коэффициент полезного действия в 10,5-11%, т. е.

паровоз будет самым экономичным в мире при давлении пара 15 *ати*. Постройка паровоза будет осуществлена над Ворошиловградском 3-де.

В 1933-1938 гг. ряд работ по тепловому процессу паровоза опубликовал проф. Н. И. Белоконь. В этих работах были использованы результаты опытов и зависимости, основанные на теории подобия. Тот же научный метод был применен в ряде экспериментальных работ с применением теплового моделирования, проведенных за последние десять лет в лабораториях МЭМИИТ.

Методы С. П. Сыромятникова и Н. И. Белоконь являются по существу различными, однако дополняют один другой, позволяя подходить к разрешению одних и тех же вопросов с различных исходных положений, создавая при этом условия взаимной проверки.

Целый ряд важнейших вопросов по конструкции и теории паровоза, его эксплуатации и ремонту был исследован и решен многими советскими учеными - работниками Центрального научно-исследовательского института МПС (ЦНИИ), транспортных вузов, министерств, заводов и железных дорог - имена которых пользуются теперь большой и заслуженной известностью. Среди них заслуженный деятель науки и техники проф. И. И. Николаев, проф. К. А. Шишкин, д-ра техн. наук и проф. А. А. Чирков, А. М. Годыцкий-Цвирко, В. Н. Иванов, П. К. Конаков, П. А. Слитиков, кандидаты техн. наук Р. П. Гриненко, В. В. Иванов, С. М. Кучеренко, А. П. Михеев, А. М. Евтушенко, В. М. Панский, К. П. Королев, В. Н. Сологубов, И. Н. Мучкин, С. С. Зольников, И. В. Пирин, А. В. Сломьянский, В. С. Шаронин, Н. И. Дорохин, Б. Д. Подшивалов, Т. И. Гринь и др.

Создателями науки о тяге поездов являются советские ученые А. М. Бабичков и В. Ф. Егорченко.

Заслуженный деятель науки и техники доктор технических наук профессор А. М. Бабичков совместно с проф. Д. А. Штанге в 1928 г. опубликовал труд "Выбор основных параметров паровозов", являющийся фундаментальной работой в данной области. А. М. Бабичков опубликовал в печати около тридцати работ. В последних изданиях учебников для транспортных вузов "Тяга поездов", разработанных Бабичковым совместно с Егорченко, особенно много ценных сведений дано в области скоростных поездов. Почти все главнейшие тяговые испытания в предвоенные годы проводились под руководством Бабичкова.



А. М. Бабичков

Много лет А. М. Бабичков ведет педагогическую работу и в настоящее время является профессором МЭМИИТ.

Доктор технических наук профессор В. Ф. Егорченко был одним из организаторов Научно-экспериментального института НКПС, который после многих реорганизаций развился в Центральный научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ЦНИИ МПС). Под руководством В. Ф. Егорченко были произведены испытания паровозов Э^у, С^у, М, ФД и СО, а также тормозов Казанцева и Матросова. Разносторонняя деятельность В. Ф. Егорченко на железнодорожном транспорте касалась почти всех основных элементов тяги - локомотивов, тормозов и автосцепки.



В. Ф. Егорченко

Являясь противником возникшей одно время идеи применения на наших железных дорогах паровозов Гаррата, Егорченко был одним из инициаторов введения товарных паровозов типа 1-5-0 СО.

Тяговые испытания и научная их разработка производились проф. О. Н. Исаакян, канд. техн. наук Р. П. Гриненко, А. Долинжевым, П. А. Гурским, доц. Б. А. Павловым и др. Проф. О. Н. Исаакян разработал теоретические вопросы построения силы тяги паровоза по котлу, метод определения к. п. д. паровоза с учетом расхода топлива и ряд других вопросов. Ряд теплотехнических вопросов прикладного характера, как, например, научные испытания отоплений нефтяного, углеподатчиком и пр., изложены А. З. Цыганковым, В. С. Молярчуком, Б. Н. Дешкиным и др.

В истории развития опытного исследования паровоза было два метода. Первый из них представлял опыты в пути, т. е. при движении с опытным поездом, второй метод - лабораторный.

16 июня 1912 г. при Министерстве путей сообщения было организовано единственное в мире научно-исследовательское учреждение для испытания паровозов, носившее название "Опыты над типами паровозов". Эти опыты проводились только в пути. Результаты их имели громадное значение для устранения недостатков построенных паровозов, установления наиболее рациональных способов их эксплуатации и использовались при проектировании новых типов. В настоящее время школа научных опытов возглавляется профессорами В. Ф. Егорченко, А. М. Бабичковым, О. Н. Исаакяном и канд. техн. наук П. А. Гурским.

Идея лабораторного метода испытания паровоза, как мы видели, родилась в нашей стране еще в 80-х годах прошлого столетия (А. П. Бородин). После этого ряд лабораторий был создан как у нас, так и за границей.

Две лаборатории были созданы в Петербурге М. В. Гололобовым - сторонником лабораторного исследования, - одна на Путиловском з-де в 1905 г. и другая несколько позднее - на Александровском з-де. Обе лаборатории ныне не существуют, так как их недостаточно совершенное оборудование, в основном - нагрев каткового механизма, не позволяло вести испытания при большом числе оборотов. Полную ликвидацию лаборатории на Пролетарском з-де, переданной в 1930 г. в ведение Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта, следует, однако, признать ошибкой.

С целью усовершенствования испытаний в пути, под Москвой, около ст. Щербинка, в 1932 г. было создано опытное кольцо с длиной окружности 6 км, находящееся в ведении ЦНИИ МПС. На нем в настоящее время производятся все испытания паровозов. Испытания на кольце создают большие удобства, не требуя выбора специальных участков с однообразным профилем.

Полное же научное исследование паровозов безусловно должно быть комбинированным, т. е. совмещать проведение опытов в пути и в лаборатории.

Первые менее точны, но вполне удовлетворяют эксплуатационную практику. Вторые позволяют вести тщательное научное изучение работы многих механизмов паровозов и служат их дальнейшему усовершенствованию. В лаборатории могут проводиться, например, динамические исследования механизмов, исследование влияния элементов парораспределения на рабочий процесс машины и многие другие.

Решением правительства предусмотрена постройка центральной испытательной лаборатории с катковой станцией и необходимыми стендами для полного и всестороннего испытания локомотивов любых размеров, мощностей и типов.

Партия и правительство создали все условия для воспитания молодых советских кадров паровозников. Здесь огромную роль сыграли многие высшие учебные заведения страны: Московский ордена Трудового Красного Знамени электромеханический институт инженеров железнодорожного транспорта имени Ф. Э. Дзержинского, Краснознаменный механико-машиностроительный институт имени Баумана, Ленинградский ордена Ленина институт инженеров железнодорожного транспорта и др.

Выпуск инженеров транспорта и связи по годам товарищ Сталин в отчетном докладе на XVIII съезде ВКП(б) характеризовал следующими цифрами:

Годы	Выпуск инженеров транспорта и связи (в тыс.)*
1933	1,8
1934	4,0
1935	7,6
1936	6,6
1937	7,0

*И. В. Сталин, Вопросы ленинизма, 1947 г., стр. 588.

Наряду с научными достижениями, советская паровозная практика обогатилась рядом изобретений и рационализаторских усовершенствований. Еще в 1908 г. И. О. Трофимовым был изобретен, а в 1924 г. усовершенствован раздвижной золотник, представляющий собой сочетание золотника поршневого типа с наиболее эффективным перепускным прибором. Раздвижные золотники являются теперь неотъемлемой принадлежностью почти всех советских паровозов с внутренним впуском пара.

Творческая деятельность по рационализации и изобретательству в области паровозного хозяйства после смерти И. О. Трофимова продолжается его сыновьями, работающими над созданием инжекторов острого и мятого пара. Пробные образцы инжекторов Трофимовых последней конструкции показали прекрасную работу. Следует предполагать, что эти инжекторы получат самое широкое распространение на наших паровозах, способствуя поднятию их экономичности.

Большое значение имели изобретения новых типов советских автотормозов, сконструированные Ф. П. Казанцевым и И. К. Матросовым, и автосцепки.

Исключительный интерес представляет идея камерного пароперегревателя, осуществленного на одном опытном паровозе, предложенная канд. техн. наук И. В. Пириным (фиг. 24). Об этом паровозе подробнее будет сказано далее. В ближайшее время предполагается построить несколько паровозов, оборудованных таким пароперегревателем.

Инженерами И. А. Азаровым и Н. И. Краснобаевым предложена весьма простая система клапанного парораспределения.

Инж. Рачковым предложен усовершенствованный углеподатчик, превосходящий по своим конструктивным и производственным показателям американские системы. Много и других ценных нововведений в паровозной практике было создано советскими изобретателями.

Огромную роль в развитии железнодорожного транспорта и, в частности, паровозного хозяйства и эксплуатации паровозов сыграло *стахановское движение*.

Поднятые на борьбу за дальнейший подъем работы паровозов, многие неизвестные до того простые люди на деле показали, что ряд важнейших факторов, определяющих эксплуатационную работу паровозов, и в первую очередь - расчетные форсировки и коэффициенты сцепления являлись значительно заниженными и устаревшими. Преодолением предельческих норм было показано, какими огромными резервами располагал паровозный парк.

Изучив паровоз и освоив технику вождения поездов, машинист депо Славянск П. Ф. Кривонос в 1935 г. стал водить тяжеловесные поезда на паровозах Э со средней технической скоростью 42 км/час вместо 23 км/час, предусмотренных по графику, и повысил форсировку котла до 50 кг/м²•час вместо 33 - 40 кг/м²•час, применявшихся ранее.

Почин П. Ф. Кривоноса, ныне Героя Социалистического Труда, был быстро подхвачен многими передовыми машинистами.

Следует назвать имена передовых машинистов страны лауреата Сталинской премии Героя Социалистического Труда Н. А. Лунина, И. Т. Соловьева, Д. А. Коробкова, И. П. Балонина, А. П. Папавина, И. П. Блинова, Н. А. Ошац, Э. К. Катшена, Г. С. Шумилова, Б. К. Межецкого и др.

30 июля 1935 г. в Кремле состоялся торжественный прием железнодорожников товарищем Сталиным. Оценивая роль железнодорожного транспорта в СССР, товарищ Сталин назвал нашу страну великой железнодорожной державой.

Воспитание замечательных кадров машинистов, мастерски овладевших техникой вождения поездов, ремонта и содержания паровозов, обеспечило улучшение всех показателей работы железнодорожного транспорта.

В итоге ежесуточная погрузка с 50 - 55 тыс. вагонов в 1934 г. возросла до 110 тыс. в 1940 г. Участковая скорость движения товарных поездов с 13-14 км/час к 1940 г. возросла до 20 км/час.

О значении разгрома предельщины, царившей на железнодорожном транспорте и тормозившей его развитие, товарищ Сталин на первом Всесоюзном совещании стахановцев сказал:

"Взять, например, Наркомат Путей Сообщения. В центральном аппарате этого наркомата недавно существовала группа профессоров, инженеров и других знатоков дела - среди них были и коммунисты, - которая уверяла всех в том, что 13-14 километров коммерческой скорости в час является пределом, дальше которого нельзя, невозможно двигаться, если не хотят вступить в противоречие с "наукой об эксплуатации". Это была довольно авторитетная группа, которая проповедывала свои взгляды устно и печатно, давала инструкции соответствующим органам НКПС и вообще являлась "властителем дум" среди эксплуатационников. Мы, не знатоки дела, на основании предложений целого ряда практиков железнодорожного дела в свою очередь уверяли этих авторитетных профессоров, что 13-14 километров не могут быть пределом, что при известной организации дела можно расширить этот предел. В ответ на это эта группа вместо того, чтобы прислушаться к голосу опыта и практики и пересмотреть свое отношение к делу, бросилась в борьбу с прогрессивными элементами железнодорожного дела и еще больше усилила пропаганду своих консервативных взглядов. Понятно, что нам пришлось дать этим уважаемым людям слегка в зубы и вежливоенько выпроводить их из центрального аппарата НКПС (**Аплодисменты**). И что же? Мы имеем теперь коммерческую скорость в 18- 19 километров в час (**Аплодисменты**)". *

* И. В. Сталин, Вопросы ленинизма, 1947, стр. 504 - 505.

Введение новых технических норм и нового технологического процесса в область ремонта и эксплуатации паровозов на основе исторического приказа № 78/4 от 28 мая 1936 г. повысило культуру работы стахановцев-кривоносовцев и привело к дальнейшему увеличению использования подвижного состава железных дорог.

Развитие стахановско-кривоносовского движения на транспорте поставило перед паровозниками задачу усиления паровозов старого типа и создания таких новых паровозов, которые были бы мощнее и быстрее существующих и в то же время были бы экономными по расходу топлива и стоимости ремонта. Это могло быть достигнуто при повышении сцепного веса, большей площади колосниковой решетки, высокого перегрева двухцилиндровой машины одиночного расширения и правильного выбора основных параметров паровоза. Кроме того, усиление пути позволило придать паровозу простейшую форму и меньшую длину.

Высокие формы организации труда сыграли видную роль и во время Великой Отечественной войны. Благодаря техническому оснащению и умелому использованию, железнодорожный транспорт с честью выполнил те ответственнейшие и сложные задачи, которые на него были возложены во время минувшей войны. В докладе о XXVII годовщине Великой Октябрьской социалистической революции 6 ноября 1944 г. тов. Сталин оценил работу железнодорожного транспорта во время Великой Отечественной войны следующими словами: "Советский железнодорожный транспорт выдержал нагрузку, с которой едва ли справился бы транспорт другой страны"*.

* И. В. Сталин, О Великой Отечественной войне Советского Союза, Госполитиздат, 1946, стр. 158.

Рассматривая весь ход развития паровозостроения в СССР за минувшие 30 с лишним лет, мы должны отметить в нем две последовательные стадии - до первой сталинской пятилетки и после нее.

До 1931 г. для грузовой службы велась постройка только паровозов 0-5-0 Э^у (фиг. 16). Сам по себе - это удачный паровоз как в конструктивном, так и в теплотехническом отношении. Однако необходимость в ближайшее время повысить вес составов и скорость движения товарных поездов в связи с резко возрастающим ростом грузовых перевозок и необходимостью перехода в товарных составах на автосцепку и сплошное автоторможение вызвала потребность в более мощных паровозах. Участковые скорости товарных поездов по годам приведены в табл. 1. Значительное повышение скоростей к концу второй пятилетки было достигнуто введением более быстрых паровозов 1-5-1 и 1-5-0, развитием стахановско-кривоносовского движения и другими элементами реконструкции транспорта, о которых уже говорилось.

Таблица 1 Участковая скорость товарных поездов по годам в (км/час)¹

1913	1929	1932	1934	1935	1936	1937	1940
13,0	13,2	14,3	14,2	15,6	18,3	19,5	20,3

¹ Л. Я. Вольфсон, В. И. Ледовский, Н. С. Шильников, Экономика транспорта, Трансжелдориздат, 1941, стр. 397-409.

Увеличение количества паровозов на сети железных дорог СССР в промежуток времени с 1928 по 1940 г. в процентах представлено в табл. 2.

Таблица 2 Количество паровозов по годам (в процентах)¹

Серия паровозов	1928	1934	1937	1940
Товарные				

ФД	0	1,2	9,5	14,5
СО	0	0	3,5	18,9
Э	25,5	41,9	40,2	37,3
Прочие	74,5	56,9	46,8	29,3
Пассажирские				
ИС		0,1	2,7	12,0
С ^у	16,8	29,9	42,4	48,5
Прочие	83,2	70,0	54,9	39,5

¹(В. С. Шаронин, *Паровозное хозяйство за 30 лет советской власти, "Техника железных дорог", 1947, № 11-12, стр. 9-14.*)

За три предвоенные сталинские пятилетки железнодорожный транспорт получил 11852 паровоза. По плану 1946-1950 гг. он получит еще 6165 новых паровозов.

Экономия топлива, потребляемого паровозами, является важнейшим источником снижения себестоимости железнодорожных перевозок. Насколько велики затраты по топливу, идущему на отопление паровозов, можно видеть из табл. 3, в которой приводятся средние цифры расходов железных дорог на паровозы.

Стоимость топлива, следовательно, составляет около половины всех указанных расходов железных дорог. Уменьшение расхода топлива только на 1% приносит государству сотни миллионов рублей экономии.

Таблица 3¹ Средние расходы железной дороги на паровозы

Статья расхода	Паровоз ФД			Паровоз Э ^м		
	в рублях за 1 год	в рублях на 10 тыс. км брутто	%	в рублях за 1 год	в рублях на 10 тыс. км брутто	%
Топливо	270000	23 р. 10 к.	54,5	122500	21 р. 10 к.	49,2
Ремонт всех видов	126500	10 р. 72 к.	25,3	61400	10 р. 59 к.	24,7
Заработная плата бригад	70500	6 р. 03 к.	14,20	50500	8 р. 71 к.	20,2
Смазка и освещение	6240	0 р. 70 к.	1,65	3880	0 р. 67 к.	1,55
Вода	14050	1 р. 20 к.	2,82	6960	1 р. 20 к.	2,80
Реновация	7560	0 р. 65 к.	1,53	3850	0 р. 67 к.	1,55
Итого	494850	42 р. 40 к.	100%	249090	42 р. 94 к.	100%

¹ (Табл. 3 предоставлена проф. А. А. Чирковым и помещена с его разрешения.)

Вот почему паровозостроительная техника в СССР при создании новых, более мощных и совершенных магистральных паровозов направлена к изысканию новых путей к повышению экономичности паровозов как тепловых двигателей. Сущность их сводится к внедрению водо- и воздухоподогрева, повышению степени перегрева пара, уменьшению вредных пространств цилиндров, улучшению работы парораспределительных механизмов,

спрямлению паровых каналов цилиндров, увеличению впускной камеры цилиндров, улучшению работы приборов тяги и пр. Не меньшее значение имеет при этом и повышение эксплуатационно-ремонтной надежности паровозов, достигаемой путем применения высококачественных сталей, подшипников качения, износоустойчивых деталей и пр.

Все перечисленные технические мероприятия касаются не только вновь создаваемых паровозов, но могут быть с успехом распространены и на ранее построенные, путем их модернизации. Многие из этих элементов модернизации уже испытывались и применялись в разное время, как, например, различные варианты подогрева питательной воды, воздухоподогреватели и пр. Они, однако, в большинстве оказались в конструктивном решении не доведенными до конца и поэтому не получили признания на практике. Советская изобретательская и конструкторская мысль должна обеспечить успех этих мероприятий в ближайшем будущем.

Сокращение многосерийности в паровозном парке, проведенное за годы советской власти, и установление для сети железных дорог СССР небольшого числа стандартных типов серийной постройки (Э, СО, Л, ФД, С^у, ИС) имеет огромное значение для снижения отпускных цен паровозостроительной промышленности, стоимости ремонта паровозов, расходов по запасным частям и пр. Например, стоимость паровозов при серийной постройке в 2-3 раза ниже, чем при изготовлении единичных или малочисленных образцов.

Отпускные цены на паровозы в начале в 1941 г. даны в табл. 4.

Таблица 4 Отпускные цены паровозостроительной промышленности на паровозы до 1941 г.¹

Серия паровоза	Цена на паровоз с тендером в руб.	Вес паровоза с тендером в порожнем состоянии в т	Цена 1 т порожнего веса паровоза с тендером в руб.
Э ^м	135000	95,7	1410
СО 17	170000	111,0	1530
СО 19	390000 ²	143,0	2725
ФД	265000	176,6	1510

¹ (Орлов Н. В., Повороженко В. В., *Технико-экономические расчеты по организации ж.д. перевозок*, М., 1943, стр. 139.)

² (Сборник *"Основные вопросы пятилетнего плана"*, 1947.)

Средний срок службы паровоза исчисляется 35-40 годами, и его уточнение является предметом многих экономических исследований. Стоимость всех видов ремонта паровоза за 2-2,5 года в среднем равна начальной стоимости паровоза. За 15 лет на капитальный ремонт расходуется столько металла, сколько весит сам паровоз.

Согласно последним исследованиям по выбору перспективных типов паровозов ближайшего будущего, намечаются новые паровозы 1-5-0 с параметрами, близкими к паровозам серии Л, со сцепным весом 90 *t* при нагрузке от колесной пары 18 *t*, и ФД^У (усиленные), со сцепным весом 112 *t* при нагрузке от колесной пары до 23 *t*. Эти типы резко выделяются своей экономичностью по сравнению со своими предшественниками СО и ФД. Поэтому следует предполагать, что широкое внедрение их явится делом ближайшего будущего.

Далее наглядно вырисовывается высокая экономичность паровоза 1-5-2 со сцепным весом 135 *t* и нагрузкой от колесной пары 27 *t*, который выгоднее усиленного ФД^У уже начиная с грузооборота 6 млн. тоннокм/км в грузовом направлении. Поэтому есть основания предполагать, что паровоз 1-5-2 с нагрузкой 27 *t* от колесной пары имеет определенные перспективы внедрения на железнодорожной сети СССР*. Что касается пассажирских паровозов, то намечается тип 2-4-2 с нагрузкой 18 *t* от колесной пары на рельсы.

* Вопросы экономики ж.-д. транспорта, Трансжелдориздат, 1948 г.

На наиболее загруженных магистралях, часть которых предполагается электрифицировать, при грузонапряженности 7-8 млн. тонно•км/км паровозная тяга будет в средних условиях профиля и стоимости топлива выгоднее электрической. Ряд направлений нашей сети с легким профилем и низкой стоимостью угля, несмотря на весьма большие грузовые потоки - до 18-20 млн. тонно•км/км, могут весьма эффективно эксплуатироваться при паровой тяге. Подходящим типом паровоза является 1-5-2 со сцепным весом 135 *t*. На легких профилях такой паровоз позволит перевозить поезда весом до 6000 *t*, на средних - 2500-3000 *t* и на трудных - 2000-2500 *t*. Наивыгоднейшие скорости на расчетных подъемах заключаются в пределах 20-30 км/час.

Паровоз, являющийся с начала возникновения железных дорог до настоящего времени основным видом локомотива, будет оставаться таковым еще долгие годы. Другие виды локомотивов - электровозы, тепло-возы и газотурбовозы, получающие все большее развитие, участвуют в железнодорожных перевозках пока значительно меньше, чем паровозы.

Товарные паровозы

3. Общий обзор

Размеры грузооборота, средняя дальность перевозок и технический уровень средств железнодорожного транспорта позволяют установить экономически наиболее целесообразные веса поездов и средние технические скорости. На основании этих данных определяется потребная мощность товарных паровозов, характеризуемая двумя важнейшими факторами - сцепным весом и площадью колосниковой решетки.

При построении товарных паровозов в недалеком прошлом прежде всего решался вопрос - делать ли паровоз с передней тележкой или без нее. Высказывались мнения о том, что в товарной службе тележечная колесная пара является мертвым грузом; при езде на подъем она приводит к уменьшению состава, а при движении по уклону - бесполезна, так как

скорость все равно ограничена по тормозам. Это было одним из положений консервативного взгляда, игнорирующего требования увеличения скорости.

Н. Л. Щукин, будучи сторонником применения тележки в товарных паровозах, позволяющей увеличить размеры котла и колосниковой решетки, боролся за повышение скоростей товарных поездов. Правильность его мнения подтвердилась еще в 1915 г. Расчет, произведенный на основании принятых в то время норм, показал, что при пяти спаренных колесных парах вес паровоза при передней тележке возрастает всего на 12%, а скорость при наибольшей силе тяги - на 21,5%. Этот расчет был полностью подтвержден в действительной службе паровозов 1-5-0 Е (фиг. 22, 23) и 0-5-0 Э (фиг. 15).

Еще более убедительным является сопоставление паровозов Э^М и СО (фиг. 17 и 27). При одинаковой машине и почти том же сцепном весе паровоз СО с одинаковым составом на предельном подъеме давал повышение скорости на 50%.

Быстроходность товарных паровозов в зависимости от наличия в них тележек наглядно характеризуется следующими цифрами, которые показывают скорости на расчетном подъеме при одинаковых сцепных весах, форсировках, удельных расходах пара, строительных коэффициентах и коэффициентах сцепления.*

* Паровозы, под ред. акад. С. П. Сыромятникова и проф. А. А. Чиркова, Трансжелдориздат, 1949, стр. 38.

Паровоз	Скорость на подъеме	%
0-5-0	20,3	100
1-5-0	23,3	115
1-5-1	25,3	125
1-5-2	29,3	145

Для обоснования выводов в пользу паровозов типов 0-4-0 и 0-5-0 представителями консервативных течений обычно использовалось противопоставление паровозов О^В, Ы^С и Э (фиг. 2 и 15) паровозу 1-4-0 Щ (фиг. 5), имеющему низкий строительный коэффициент. Этот пример не мог, однако, служить основанием для обобщающего вывода, а относился только к частному случаю. Все современные товарные паровозы строятся только со вспомогательными тележками.

Повышение сцепного веса шло двумя путями - путем увеличения числа движущих колесных пар и путем увеличения нагрузок от колесных пар на рельсы. После перехода от четырех спаренных колесных пар к пяти повышение силы тяги шло исключительно по пути повышения нагрузок на рельсы.

Практический опыт позволил установить, что пять движущих колесных пар в одной жесткой раме являются пока пределом. Все попытки увеличения числа колесных пар до шести и тем более до семи были неудачны. При этих попытках встречались большие затруднения при движении в кривых, причем не только из-за трудности размещения в рельсовой колее колесных пар, но и по причине уменьшения сцепления, приводящего к недоиспользованию сцепного веса; также чрезвычайно затруднялась работа спарников. При необходимости увеличения числа движущих колесных пар сверх пяти неизбежен переход к сочлененным, более сложным паровозам.

Переход от паровоза Э^у к ФД (фиг. 16 и 30) был одновременным переходом от нагрузки 17 т к нагрузке 20 т.

Согласно решениям XVII съезда ВКП(б), паровоз ФД стал основной единицей товарного парка на главнейших реконструированных магистралях и, получив на них быстрое распространение, вытеснил с этих магистралей паровозы Э.

Паровозы 1-5-0 СО (фиг. 27) проектировались сперва для нагрузки 17 т. Применение в них конденсационного оборудования повысило нагрузку до 19 т (фиг. 28). Часть паровозов СО, не имеющих такого оборудования, но в которых применена вентиляторная тяга, имеют нагрузку 18 т (фиг. 29). Ту же нагрузку имеют паровозы Коломенского з-да 1-5-0 Л (фиг. 31).

Соответствие между нагрузкой, передаваемой от движущей колесной пары на рельсы, и типом рельсов определяется коэффициентом, представляющим отношение веса погонного метра рельса в килограммах к нагрузке, допускаемой на рельс от движущей колесной пары в тоннах. По подсчетам, наиболее целесообразная величина этого коэффициента заключается в пределах 2,2-2,4. Этот коэффициент и тип рельсов определяют нагрузки на них от движущих колесных пар (табл. 5.).

Колоссальный расход металла и огромные затраты денежных средств диктуют необходимость тщательнейших исследований при выборе типа рельсов, который является одной из важнейших проблем государственного значения. Отсюда понятна важность установления нагрузок на рельсы от колесных пар локомотивов и вагонов.

Таблица 5 Ориентировочные нагрузки от колесных пар паровозов на рельсы¹

Тип рельсов	Вес одного погонного метра в кг	Нагрузка на рельсы от колесной пары паровозов в т	
		К=2,2	К=2,4
Р 30 (IV а)	30,9	14,1	12,9
Р 33 (III а)	33,5	15,2	14,0
Р 38 (II а)	38,4	17,5	16,0
Р 43 (I а)	43,6	19,8	18,2
Р 50	50,0	22,8	20,8
Р 65	65,0	29,5	27,1

¹ (Таблица заимствована из книги "Паровозы", Общий курс конструкции и элементы теории, под общей ред. акад. С. П. Сыромятникова и проф. А. А. Чиркова, 1949, стр. 29.)

На сети железных дорог будет продолжена укладка рельсов типов Р 43 и Р 50, а на самых грузонапряженных магистралях - Р 65.

В начале реконструкции нашего железнодорожного транспорта (1930-1931 гг.) за границей было заказано десять пробных паровозов 1-5-1 Т^б и 1-5-2 Т^а с нагрузкой на рельсы 23 т.

Паровозы Т^а и Т^б прибыли в ленинградский порт в октябре 1931 г. и были собраны на Пролетарском паровозоремонтном заводе. Паровозы эти оказались неэкономичными.

Опыт их эксплуатации показал, что от нагрузок колесных пар на рельсы в 23 *m* целесообразнее было временно воздержаться до соответствующей реконструкции пути. К моменту прибытия этих паровозов в СССР уже был построен первый советский мощный паровоз ФД, значительно более экономичный и по нагрузкам на рельсы удовлетворяющий существующим условиям.

В последующий период быстрое накопление опыта по паровозам ФД позволило с успехом ввести в эксплуатацию большое их количество, благодаря чему был решен важнейший вопрос перевооружения нашего железнодорожного транспорта передовой техникой.

Наряду с указанными достижениями можно отметить и некоторые неудачи.

Паровозы, создаваемые в отрыве от экономических, хозяйственных и технических условий, обычно оказываются нежизненными. Это положение со всей наглядностью подтверждается следующими фактами.

В 1928-1932 гг. существовала группа специалистов, которая вела пропаганду за широкое применение на сети железных дорог СССР паровозов Гаррата. Заказанный по их настоянию в Англии один экземпляр такого паровоза прибыл в СССР в 1932 г. Паровоз Гаррата имел все недостатки, присущие сочлененным и бестендерным паровозам. Но главное в несостоятельности идеи применения этого паровоза заключалось в том, что ее сторонники позабыли, а может быть и не знали тех обстоятельств, которые привели паровоз к столь сложной компоновке. Как известно, увеличение колосниковой решетки требует размещения ее не только над рамой, но и над колесами, что выполнимо только при условии поднятия оси котла на значительную высоту. При невозможности такого расположения котла в условиях низкого габарита размещение широкой топки потребовало удаления из-под нее колесных пар, которые сгруппировались в две обособленные тележки, нагружаемые концами главного строения паровоза. Следовательно, паровоз Гаррата может быть оправдан только в условиях низкого габарита. В СССР, как известно, габарит имеет наибольшую в мире высоту, и потому основная идея паровоза не соответствовала тем условиям, в которых делалась попытка ее применить.

Второй неудачной попыткой являлась постройка паровоза 2-7-2 АА. Паровоз был создан на базе неправильных представлений о перспективах развития народного хозяйства страны. Имея сцепной вес 140 *m* и мощность 5000 л. с., паровоз не мог соответствовать основным требованиям грузооборота. При выборе семи движущих колесных пар предполагалось этот паровоз противопоставить сочлененным паровозам. В отношении конструкции он был спроектирован также крайне неудачно. Сочетание трех подряд безребордных колесных пар вызвало частые сходы с рельсов на тракционных путях. Сцепной вес недоиспользовался, работа спарников была неудовлетворительной. Несмотря на то, что паровоз был оборудован двумя углеподатчиками, парообразование было неудовлетворительно.

4. Паровозы 0-4-0 Од и Ов

Первые в мире паровозы типа 0-4-0 были построены в России в 1858 г. на Александровском заводе.

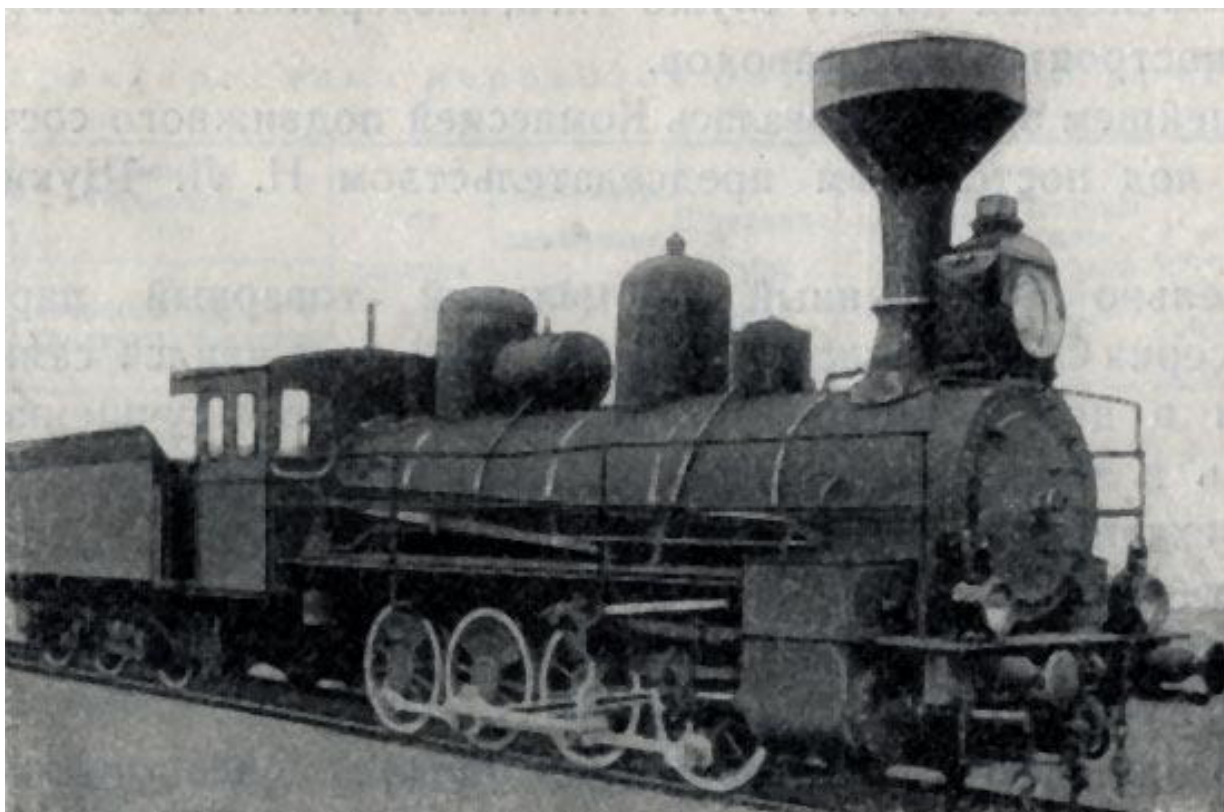
К девяностым годам прошлого столетия самыми распространенными товарными паровозами русской железнодорожной сети были паровозы типа 0-3-0. Потребность в более сильных паровозах стала назреть уже к концу восьмидесятых годов прошлого столетия. В это время существовало несколько русских типов паровозов 0-4-0, построенных по проектам Коломенского, Невского и Мальцевского заводов. Паровозы имели преимущественно машины одиночного расширения.

Для дорог Юго-Западных и Владикавказской, находившихся тогда в руках частных обществ, паровозы 0-4-0 строились с машинами двойного расширения. Проекты их были разработаны Л. М. Леви - для Юго-Западных ж. д. и В. И. Лопушинским - для Владикавказской ж. д. Первые имели волнистую топку и наружный эксцентриковый парораспределительный механизм, а вторые - топку обычного устройства и радиально-маятниковый парораспределительный механизм. При заказе паровозов 0-4-0 в 1890 г. для казенной сети Министерство путей сообщения сперва остановилось на паровозах 0-4-0 с машиной одиночного расширения, по проекту Коломенского з-да. В 1892 г., в связи с тем, что принцип двойного расширения уже считался прогрессивным и оправданным практикой при работе насыщенным паром, в Министерстве поднялся вопрос о заказе и для казенной сети паровозов 0-4-0 с машиной двойного расширения. За образец был принят паровоз типа 0-4-0 Владикавказской ж. д.

После ряда внесенных в него изменений паровоз превратился в нормальный тип 1893 г. серии О^д русских казенных железных дорог. К 1 января 1895 г. было уже построено 466 паровозов О^д. Паровозы, однако, по расходу пара и топлива не могли быть признаны удовлетворительными.

Вопрос об их улучшении обсуждался на Семнадцатом совещательном съезде инженеров службы тяги в 1896 г., после чего их переконструирование было передано Коломенскому з-ду. По инициативе директора завода Глеб-Кошанского в паровоз был внесен ряд изменений, важнейшими из которых явились введение разности наполнений в обоих цилиндрах, увеличение диаметра колес до 1200 мм и поднятие давления пара до 11,5 *атм* (а позднее - до 12).

Применение принципа разных наполнений, т. е. больших - в левом цилиндре низкого давления и меньших - в правом, являлось следствием классических опытов А. П. Бородина в созданной им паровозной лаборатории в 1880 г. и опубликованных в 1886 г. Получился нормальный и улучшенный тип 1897 г. (серия О^д). Паровоз имел значительное распространение на сети русских железных дорог (фиг. 1).



фиг.1 Паровоз Од

В 1901 г. под председательством Н. Л. Щукина была учреждена комиссия по устранению недостатков нормального товарного паровоза, в составе представителей Инженерного совета, Технического отдела управления железных дорог, служб тяги, мастерских паровозостроительных и вагоностроительных заводов.

В дальнейшем она именовалась Комиссией подвижного состава и тяги и работала под постоянным председательством Н. Л. Щукина с 1901 по 1917 г.

Значительно улучшенный нормальный товарный паровоз типа 1901 года (серия О^в) строился с 1901 по 1908 г. и явился самым распространенным в дореволюционной России. Главное улучшение паровоза заключалось в замене радиально-маятникового механизма кулисно-маятниковым механизмом, имеющим ныне исключительное и повсеместное распространение.

Паровозы О^в работают и в настоящее время, выполняя маневровую работу (фиг. 2).

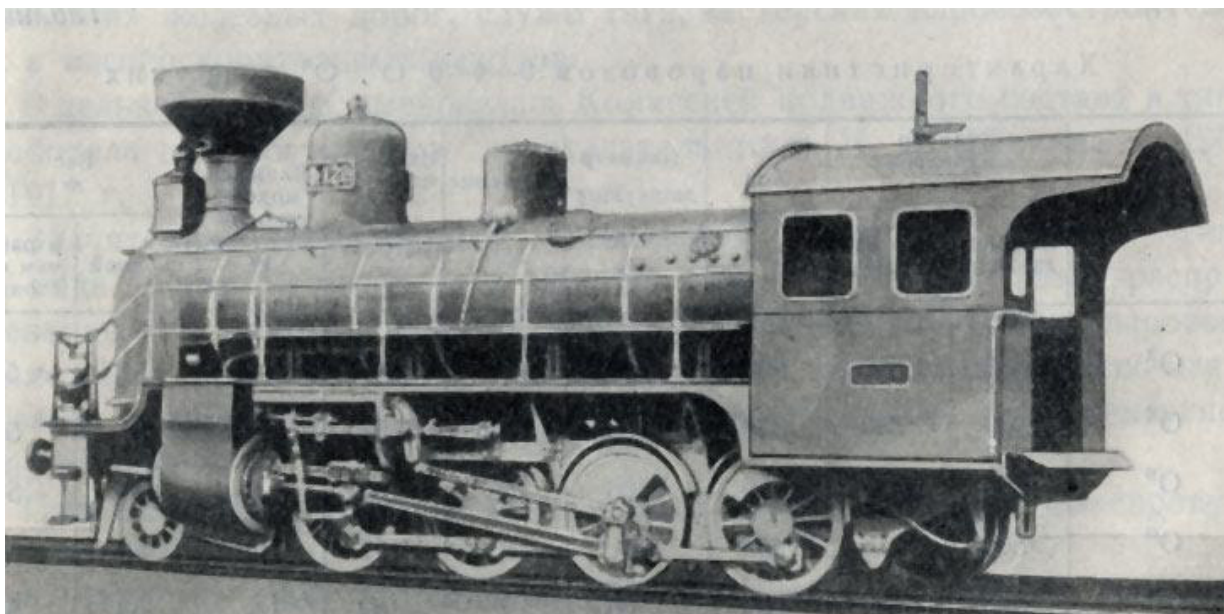
	го давлен ия	о давлен ия		колес мм		нагрева м ²	м ²	ой	рабоче м состоян ии
О ^д	530	730	650	1150	11	167	1,9	51	51
О ^д	530	730	650	1200	11,5	153	1,9	51	51
О ^в	530	730	650	1200	12	153	1,9	51	51
О ^п	500	-	650	1200	12	127	1,9	52	52
О ^ч	500	730	650	1200	12	132	1,9	53	53
О ^у	530	730	650	1200	14	153	1,9	54	54

В другой были применены новые котлы с давлением пара 14 *ати* (серия О^у). Широкого распространения обе эти разновидности не получили, так как паровозы 0-4-0 постепенно выбывали из поездной службы, и их переделка вызывала дополнительные расходы, не имевшие оправдания в маневровой службе.

Характеристики паровозов О^д, О^в и других приведены в табл. 6.

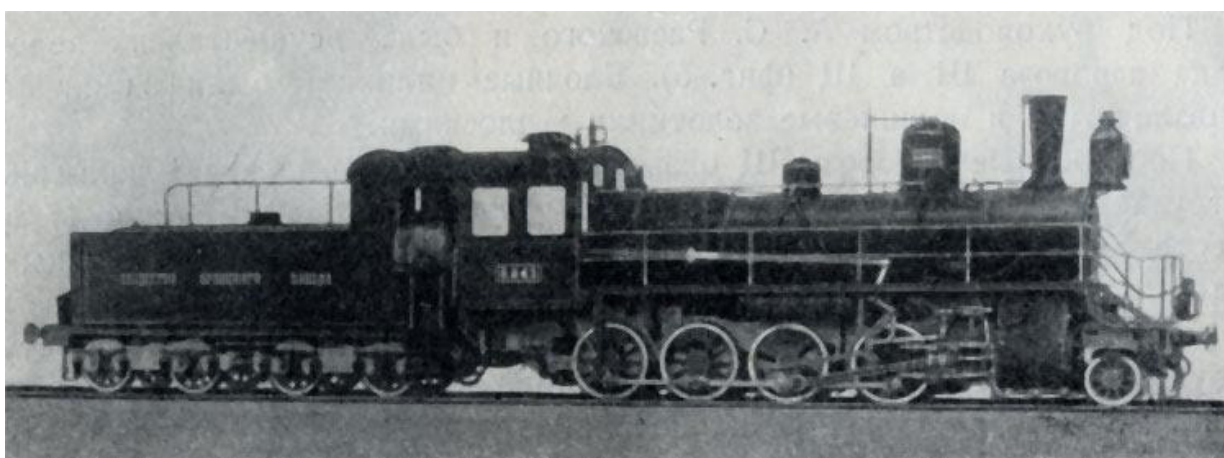
5. Паровозы 1-4-0 Ц, Ш, Щ, Р

Первый в России паровоз типа 1-4-0 был построен в 1895 г. по проекту В. И. Лопушинского для Владикавказской ж. д. и имел серию Ц(фиг. 3). В самом конце прошлого столетия началась постройка Китайско-Восточной ж. д. Обе дороги, Владикавказская и Китайско-Восточная, имели в то время объединенное руководство по заказам подвижного состава, вследствие чего паровозы серии Ц строились одновременно для обеих дорог. Один из паровозов Ц участвовал на Всемирной выставке в Париже в 1900 г. Паровозы оказались удовлетворительными, но вскоре перестали соответствовать возросшему весу поездов. Потребовались более сильные паровозы, проектирование которых по тому же типу 1-4-0 было поручено В. И. Лопушинскому. Детальная разработка проекта и постройка паровозов производились Брянским заводом.



фиг.3 Паровоз Ц

Первые паровозы Ш были построены в 1902 г. Они оказались тяжелее проектных и имели ряд конструктивных недостатков, что ограничивало их применение только двумя названными дорогами. В паровозах наблюдалась неудовлетворительная работа золотников поршневого типа и часто слабли крепления цилиндров (фиг. 4). Незначительное количество пробных паровозов того же типа находилось также на Екатеринбургской ж. д.



фиг.4 Паровоз Ш

Особенностью паровозов Ш являлась конструкция цилиндров, отливаемых вместе с половиной крепления рамы и опоры дымовой коробки, представляющих при скреплении цилиндров между собою тот массивный цилиндрический блок, который применяется теперь во всех паровозах при брусковой раме. Это был единственный в России и чрезвычайно редкий в мировой практике случай применения блочных цилиндров при листовой раме. Машина была аксиальной, с наклоном цилиндров $1/30$. Оси золотников отнесены внутрь, и передача от наружного парораспределительного механизма к золотнику осуществлялась двухплечим рычагом играющим также роль ходовувеличителя. Эти паровозы были во многих главнейших деталях объединены с пассажирскими паровозами 2-3-0 Г построенными для тех же дорог Брянским з-дом (фиг. 53). В паровозах были объединены котлы, цилиндры, детали парораспределительного механизма.

Дальнейший рост веса товарных поездов на сети казенных железных дорог вызвал необходимость перехода к паровозам большей мощности. Н. Л. Шукин, стоявший тогда во главе паровозостроения был, как уже отмечалось, сторонником применения в товарных паровозах передней тележки. Правильность такой точки зрения в дальнейшем полностью подтвердилась. Следовало не только увеличивать составы, но и повышать скорости. Комиссия подвижного состава и тяги сделала тогда совершенно правильный выбор для товарной службы паровоза типа 1-4-0, так как потребность в пяти спаренных колесных парах, тогда не назрела. Самым сильным в то время паровозом 1-4-0 был паровоз серии Ш, который, однако, по причинам, указанным выше, не удовлетворял Министерство путей сообщения для массовой постройки. По решению комиссии паровоз Ш был принят только в качестве исходного образца, в который вводился ряд конструктивных изменений и улучшений. К переконструированию был привлечен Харьковский з-д., конструкторское бюро которого в то время возглавлял А. С. Раевский.

Под руководством А. С. Раевского и была осуществлена переделка паровоза Ш в Щ (фиг. 5). Блочные цилиндры были заменены привалочными и поршневые золотники - плоскими.

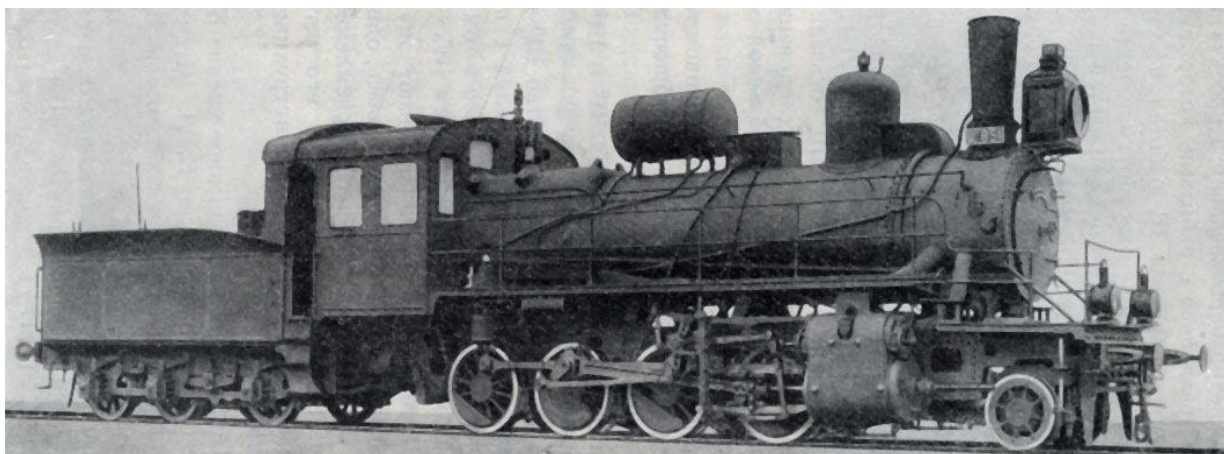


фиг.5 Паровоз Щ

Построенные паровозы Щ оказались значительно перетяжеленными. Нагрузка от движущих колесных пар на рельсы доходила в них до 17 т вместо заданных 15 т. Кроме того, с устранением конструктивных недостатков, присущих серии Ш, появились новые недостатки. Паровозы не совсем удовлетворительно проходили по кривым и имели склонность к буксованию. С последующим внесением в их конструкцию ряда изменений они были несколько улучшены и облегчены, но уменьшить нагрузку ниже 16,5 т от колесной пары на рельсы не удалось. Их пришлось вводить в эксплуатацию на линиях с неусиленными рельсами и мостами, рассчитанными на 15 т.

Опыт по превышению допускаемых нагрузок показал, что существовавшие тогда нормы принимались с излишней осторожностью, так как никаких вредных последствий установлено не было. В этом заключалась положительная сторона опыта. В 1908 и 1909 гг. паровоз Щ был проведен через цикл опытов на Екатерининской ж. д.

В 1910 г. некоторое количество паровозов Щ с машинами одиночного расширения и пароперегревателями (серия Щ^п, фиг. 6) было построено Брянским и Сормовским заводами для Московско-Киево-Воронежской и Екатерининской ж. д. В 1911 г. два из них были испытаны на Николаевской ж. д. Паровозы имели несколько завышенные размеры цилиндров и перегрев в них был довольно низкий (250-280°). Контр-кривошипы были оставлены опережающими. При внутреннем впуске пара это привело к необходимости держать при переднем ходе кулисный камень вверху кулисы, вследствие чего игра камня получилась довольно значительной. Большие размеры цилиндров и склонность к буксованию явились недостатками паровозов Щ^п.



фиг.6 Паровоз Щп

В 1912-1914 гг. на русских железных дорогах имелись паровозы с машинами двойного расширения и перегревом (Н^ч, У^у, Ы^ч). Довольно экономичная работа этих паровозов при низких скоростях показала, что в известных условиях совместное применение двойного расширения с перегревом может оказаться полезным. Как показал опыт*, применение двойного расширения совместно с перегревом уменьшает теплоотдачу от пара к стенкам цилиндра, так как двойное расширение сближает пределы, в которых происходит колебание температуры в каждом цилиндре. Кроме того, уменьшается и утечка пара через поршни и золотники. Это и привело к попытке такую же комбинацию применить в паровозе Щ. Переделка паровозов Щ на перегрев с сохранением машины двойного расширения (серия Щ^ч) была поручена Путиловскому з-ду. Паровозо-техническую контору в то время возглавлял А. С. Раевский, автор первоначального проекта паровоза Щ.

*Опыты 1912-1914 гг. на Николаевской ж.д., стр. 355, 389, 415.

Параллельно с работами, которые велись на Путиловском з-де, над усилением паровоза Щ работал и Харьковский з-д, в лице Б. И. Карчевского. В основу разработки проекта было положено условие возможно большей взаимозаменяемости частей паровозов Щ^ч с основной серией Щ. Проектом предусматривалось, чтобы переделка ранее построенных в Щ^ч по тем же чертежам могла производиться на паровозоремонтных заводах и в железнодорожных мастерских.

Из представленных двумя заводами вариантов одобрение Комиссии подвижного состава и тяги получил вариант Путиловского з-да. В 1914 г. заводу было заказано девять паровозов для испытания, но начавшаяся первая мировая война задержала постройку этих паровозов, и первый паровоз был построен только в 1921 г. Работая в одинаковых условиях с паровозами Щ, паровозы Щ^ч оказались значительно экономичнее по расходу топлива. Опытное исследование одного из паровозов Щ^ч производилось в 1927 г. на Октябрьской ж. д. под руководством Р. П. Гриненко.

Опыты показали высокую экономичность паровозов Щ^ч, что следовало отнести за счет удачно выбранных размеров цилиндров и поверхности нагрева котла.

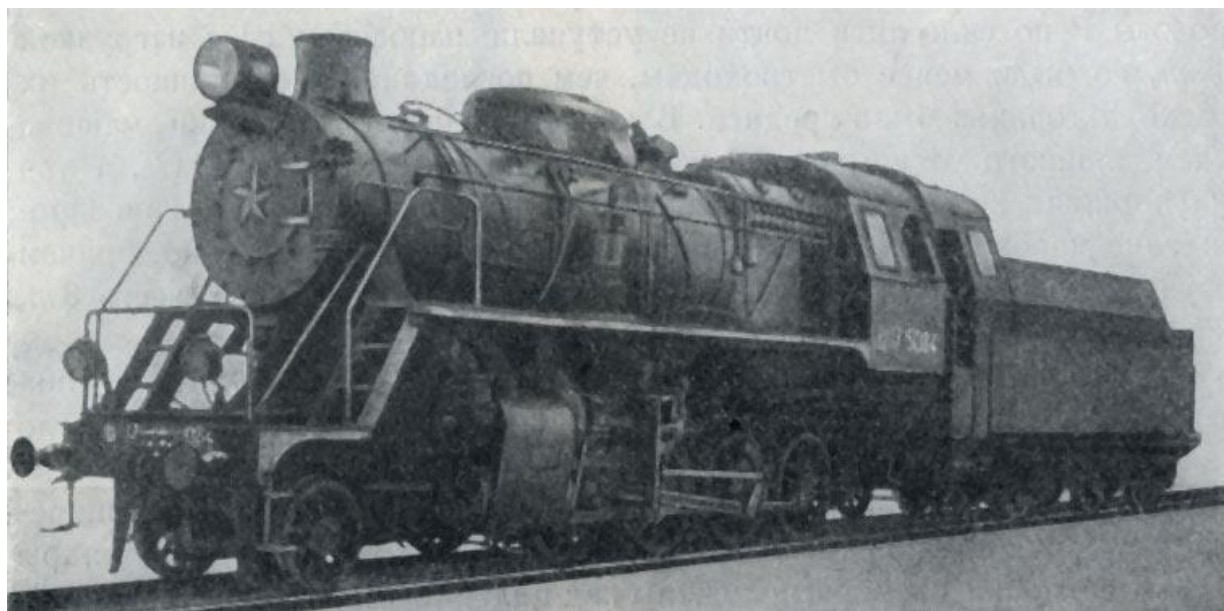
При сравнении паровозов Щ^п и Щ^ч, вторые оказались по расходу пара экономичнее первых на 20-30%. Было бы, однако, ошибочным столь значительное превосходство Щ^ч приписывать только совместному применению двойного расширения с перегревом, и тем

более сделать отсюда обобщающий вывод. Дело в том, что сам по себе паровоз Щ^п был спроектирован менее удачно, чем Щ^ч.

Паровозы Щ часто называют щукинскими. Роль Н. Л. Щукина в создании этого типа заключалась, однако, только в определении самого типа 1-4-0, как наиболее приемлемого для русских железных дорог в начале текущего столетия, и его распространении на сети казенных железных дорог. Сама же конструкция паровоза создавалась на Харьковском з-де.

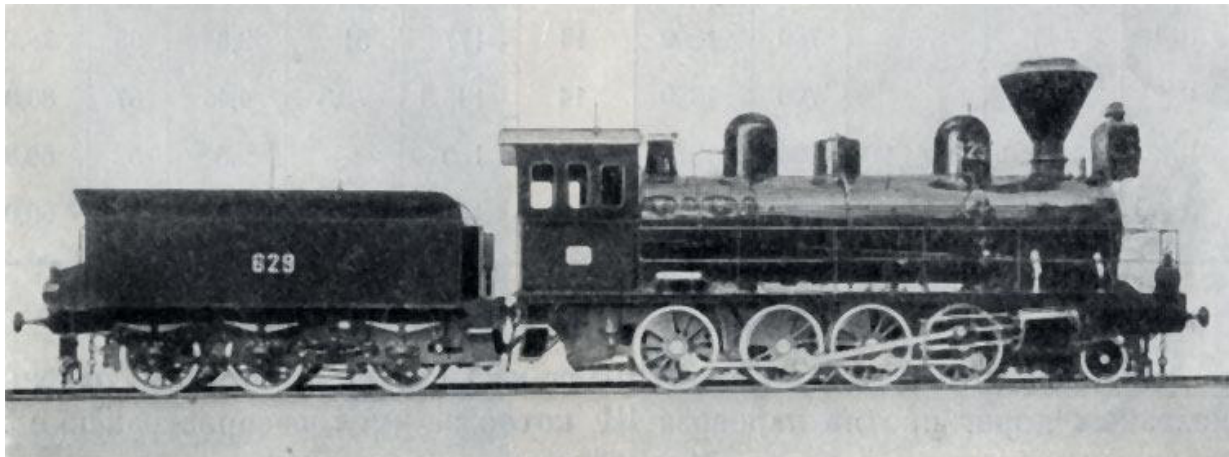
Поэтому распространенное мнение о том, что паровозы Щ представляют собою конструкцию Н. Л. Щукина, исторически неверно. Этому мнению значительно способствовала буква "Щ", которой обозначена серия этих паровозов.

По инициативе кандидатов техн. наук А. М. Евтушенко и И. В. Пирина один из паровозов Щ в 1947 г. был реконструирован и получил серию Щ^р (фиг. 7). Топка в этом паровозе помещена над рамой и расширена над движущими колесами, цилиндры имеют спрямленные каналы. Контркривошипы изменены в связи с применением внутреннего впуска. Паровоз был передан в Ленинград, где и работает на Ленинградской ж. д.



фиг.7 Паровоз Щр

Паровозы 1-4-0 Р имели машину тандем двойного расширения без перегрева (фиг. 8). Такая машина симметрична и имеет четыре цилиндра - по два с каждой стороны паровоза. Из них передние - высокого давления, а задние - низкого. Поршни обоих цилиндров укреплены на общей скалке. Парораспределение эксцентриковое внутреннее с прямолинейной кулисой. Паровозы были спроектированы Л. М. Леви для Московско-Виндаво-Рыбинской ж. д. в 1898 г. Первоначально их строили заводы Брянский, Коломенский и Путиловский. Некоторая часть паровозов была построена за границей. Паровозы Р применялись также на Московско-Киево-Воронежской, Юго-Восточной и Рязано-Уральской ж. д. Для последних трех дорог паровозы Р строились также на Сормовском з-де.



фиг.8 Паровоз Р

Постройка паровозов велась до 1910 г. Опытные исследования их производились на Московско-Виндаво-Рыбинской ж. д. под руководством А. О. Чечотта. Имея нагрузку от движущей колесной пары всего 13 т, паровозы Р по силе тяги почти не уступали паровозам Щ с нагрузкой 16,5 т, но были менее быстроходны, чем последние. Экономичность их в расходе топлива была средней. В конструктивном отношении машина тандем двойного расширения была неудобна в уходе и ремонте, а при двух поршнях на одной скалке создавала извилистость движения. Прохождение паровозами Р кривых происходило удовлетворительно, причем нагрузка от колесной пары передней тележки была принята всего 8т, т. е. была благоприятна для верхнего строения пути.

Кроме рассмотренных паровозов типа 1-4-0, на Московско-Виндаво-Рыбинской, Владикавказской и Китайско-Восточной ж. д. работало некоторое количество паровозов 1-4-0 серии Х. Они были построены за границей в 1898 г. Эти паровозы имели машину двойного расширения с четырьмя цилиндрами - по два с каждой стороны, причем цилиндры низкого давления были расположены над цилиндрами высокого давления. Обе поршневые скалки действовали на общий кулак.

На Владикавказской ж. д. паровозы Х были переделаны на простую машину и перегрев и имели серию Х^п. Внутренний парораспределительный эксцентриковый механизм был в них заменен кулисно-маятниковым. Характеристики паровозов 1-4-0 приведены в табл. 7.

Таблица 7 Характеристики паровозов 1-4-0 Ц, Ш, Щ, Р

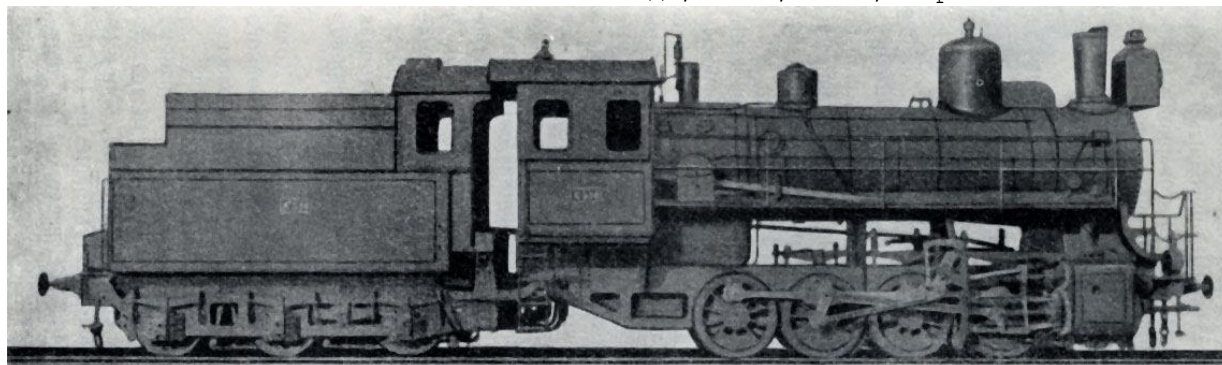
Серия	Диаметр цилиндров мм		Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атмос	Поверхность нагрева котла м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
	высокого давления	низкого давления				испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
Ц	530	750	650	1250	12	180	-	2,5	52	62,7
Ш	510	765	700	1300	13	199	-	2,8	61	75,3
Щ	510	765	700	1300	14	206	-	2,8	65	77,2
Щ ^п	590	-	700	1230	12	169	43	2,8	64	77,3

Щ ^ч	540	765	700	1300	14	177	51	2,8	65	78,2
Щ ^р	575	-	700	1320	14	148,3	72,5	4,46	67	80,0
Р	2Х400	2Х600	600	1270	12	180	-	2,5	52	60,8
Х	2Х343	2Х584	660	1270	12	181	-	2,4	52	60,0

6. Паровозы 0-4-0 V, Ы, Vc

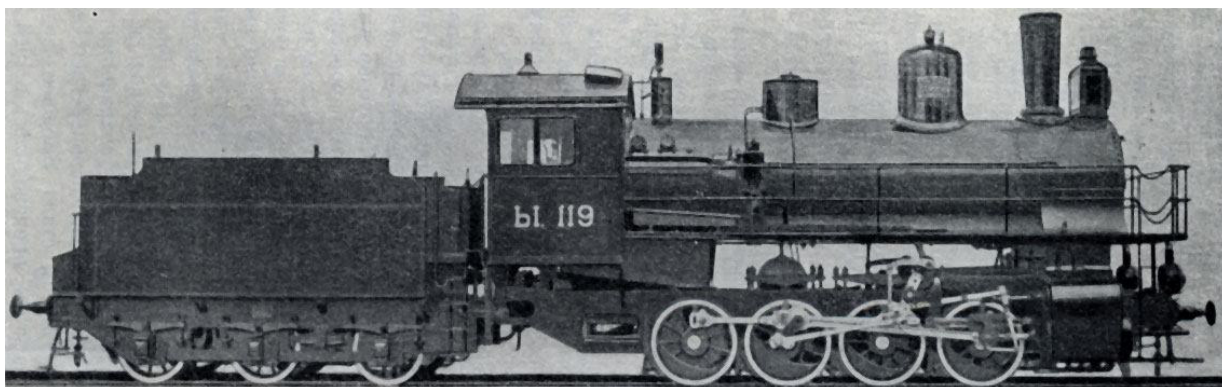
Паровозы этого типа в 1908--1910 гг. назывались "протестом" частных железных дорог против паровоза Щ, который имел распространение на казенных железных дорогах. Мнение частных железных дорог заключалось в следующем: "...парораспределение паровоза Щ налажено на малые впуски и большие скорости. Это обстоятельство, в связи с мощным котлом и наличием тележки, делает паровозы Щ пригодными больше к смешанной и даже пассажирской (?), а не к тяжелой товарной службе. Последнее обстоятельство было своевременно учтено большинством частных дорог, которые неохотно заказывали паровозы Щ, несмотря на усиленное покровительство им со стороны Министерства путей сообщения в лице Н. Л. Щукина. Точка зрения этих дорог была такова: паровоз Щ сильнее О не потому, что он 1-4-0, а потому, что у него на колесную пару допущена большая нагрузка; если же такую нагрузку допустить у паровоза 0-4-0, мы получим паровоз более экономичный для тяжелой товарной службы, чем Щ".* Как видно, это мнение, идущее вразрез мнению Н. Л. Щукина, поощряло частные железные дороги к строительству тихоходных паровозов и увеличивало разнотипность паровозного парка. Главная же оппозиция против паровоза Щ шла по линии его конструктивных недостатков и некоторой перетяжеленности.

* Опыты 1912-1914 гг. на Николаевской ж.д., т. I, 1925, стр. 8.



фиг.9 Паровоз V

Паровозы 0-4-0 V и Ы в отношении конструкции были более удачны (фиг. 9, 10).



фиг.10 Паровоз ВІ

Паровоз V был запроектирован Е. Е. Нольтейном для Московско-Казанской ж. д., а паровозы ВІ - Н. Н. Байдаком и Н. П. Касьяновым для Армавир-Туапсинской. Детально оба паровоза были разработаны Коломенским з-дом. В паровозах V давление от движущей колесной пары на рельсы доходило до 16,5 т, а в паровозах ВІ - до 15 т. Первые паровозы V были построены в 1908 г. и имели машину одиночного расширения и пароперегреватель. Передняя колесная пара имела боковое перемещение по 12 мм в каждую сторону и была снабжена пружинным возвращающим механизмом, а для уменьшения влияния тендер был снабжен водилами, охватывающими с боков заднюю часть рамы паровоза через спиральные пружины. По расходу топлива паровозы были мало экономичны и на ходу отличались значительной качкой. По причине этих недостатков они не получили распространения на других дорогах.

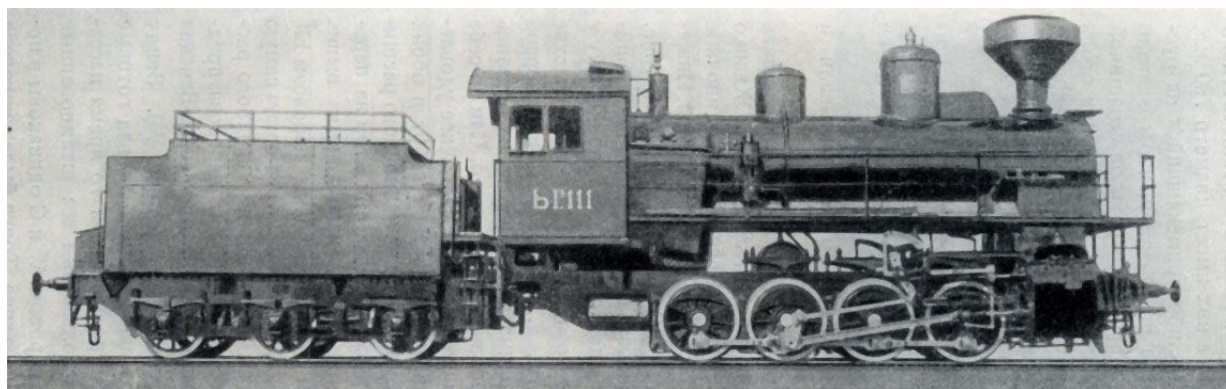
На одном из паровозов в виде опыта была применена прямоточная машина с клапанным парораспределением. Это был первый в мировой практике случай применения в паровозе прямоточной машины.

Первые паровозы ВІ в количестве 16 единиц были заказаны Коломенскому з-ду в 1910 г. Они имели двухцилиндровые машины двойного расширения без перегрева. Подобно паровозам V, передняя колесная пара имела боковое перемещение и тендер был снабжен водилами.

В 1911 г., при заказе следующей партии паровозов Коломенскому з-ду, Армавир-Туапсинская ж. д. по инициативе А. О. Чечотта предложила заводу, при сохранении машины двойного расширения, оборудовать паровозы пароперегревателями. Паровозы, поступившие на дорогу в 1912 г., стали именоваться серией ВІ^ч. Опытное исследование паровоза ВІ^ч производилось в 1913 г. на Николаевской ж. д. Паровозы дали рекордно низкий удельный расход пара, т. е. оказались исключительно экономичными. Цилиндр низкого давления в них имеет диаметр 790 мм. Это пока самый большой диаметр, когда-либо применявшийся на русских паровозах. Он достиг почти предела по габариту, что создавало препятствие дальнейшему росту двухцилиндровых паровозов с машиной двойного расширения. Кроме того, уравнивание машины при столь большом диаметре поршня встречает затруднения. В двухцилиндровых паровозах двойного расширения ухудшается работа конуса, делается менее равномерным распределение касательных усилий, и, кроме того, движущий и парораспределительный механизм изнашивается неодинаково с обеих сторон. На примере паровоза ВІ^ч можно видеть, что двухцилиндровые паровозы с машинами двойного расширения при существующем давлении пара достигли предела своей мощности (1000-1100 л. с.) и дальнейшего развития иметь не могут.

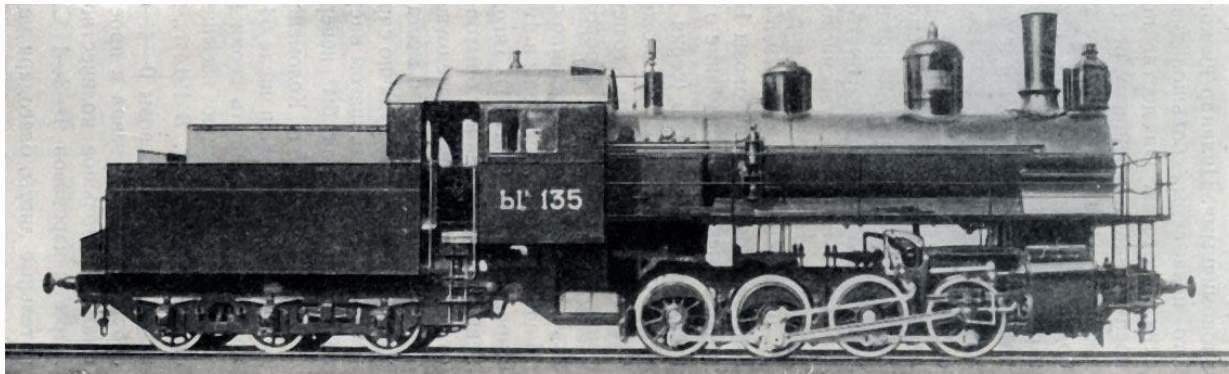
Кроме Армавир-Туапсинской ж. д., паровозы ЫI и ЫI^ч заказывали и другие частные железные дороги Урала и Сибири.

Строившаяся в 1913-1915 гг. Олонецкая ж. д. также решила заказать Коломенскому 3-ду паровозы ЫI. По инициативе инженера А. А. Жданко дорога высказала пожелание о переделке машины паровоза на одиночное расширение и перегрев (серия ЫI^п). Со стороны одного из членов Инженерного совета МПС предложение дороги встретило противодействие. Оно мотивировалось тем, что переделка паровоза ЫI^п на одиночное расширение только испортит паровоз. Дорога, однако, получила поддержку у Н. Л. Щукина. Это и решило судьбу паровозов ЫI^п, которые в количестве 14 единиц были построены в 1914-1915 гг., т. е. в самом начале первой мировой войны (фиг. 11). Тягово-теплотехнические качества их остались невыясненными, так как опытов с ними произведено не было. Сам по себе отход в поездном паровозе от несимметричной машины с ее менее удовлетворительным взятием с места, нарушенным равенством работ в обоих цилиндрах и т. д., при удачно спроектированной машине одиночного расширения был, конечно, шагом вперед, а не назад. Ссылка при этом на паровозы ЦЦ^п и ЦЦ^ч была бы неверной по причинам, изложенным выше.



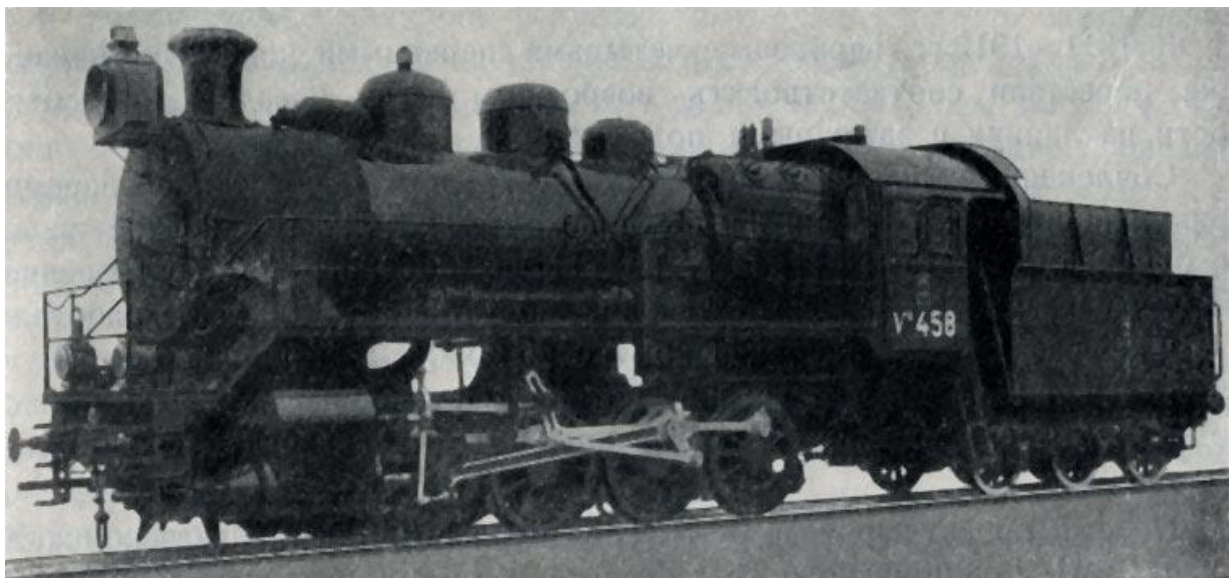
фиг. 11 Паровоз ЫIз

С 1913 по 1915 г. Коломенским 3-дом были построены паровозы Ыу для Алтайской ж. д., в числе 64 шт., представляющие последнюю и самую мощную разновидность серии ЫI. Паровозы имели машину двойного расширения, работающую насыщенным паром. Общий вид паровоза представлен на фиг. 12. В 1914 г., перед самой войной, Варшавско-Венская ж. д. заказала паровозы 0-4-0 Сормовскому 3-ду (серия V^с). Ввиду срочности заказа завод в проекте нового паровоза использовал готовые штампы и большое количество деталей строившихся в то время пассажирских паровозов 1-3-1 С. Были использованы все штампованные котельные листы, благодаря чему котлы паровоза V^с и С одинаковы в поперечном разрезе и отличаются только по длине. Топка была укорочена на 285 мм, длина между решетками на 700 мм и длина дымовой коробки на 210 мм. Были использованы и многие другие детали паровоза С. Паровозы V^с были самыми мощными паровозами 0-4-0 и весьма удачными по конструкции. Их тяговые и теплотехнические характеристики остались, к сожалению, невыясненными.



фиг.12 Паровоз ВГу

В 1928-1929 г. паровозы V^c были построены Брянским з-дом для промышленного транспорта. Они имели серии V^b и Vⁿ (фиг. 13). Паровозы Vⁿ выпускались без пароперегревателей. На всех паровозах V^b и Vⁿ Брянского з-да были установлены водоочистители.



фиг.13 Паровоз Vб

Характеристики паровозов V и ВГ приведены в табл. 8.

Таблица 8 Характеристики паровозов 0-4-0 ВГ и V

Серия	Диаметр цилиндров мм		Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атмос	Поверхность нагрева котла м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
	высокого давления	низкого давления				испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
V	540	-	650	1300	12	163	36	3,2	64	64
ВГ	520	750	650	1200	12	185	-	2,6	60	60
ВГ ^ч	550	790	650	1200	12	147	43	2,6	61	61

Б ^п	550	-	650	1200	12	147	43	2,6	60,5	60,5
Б ^у	520	770	650	1200	13	205,7	-	3,23	63,2	63,2
В ^с	575	-	650	1300	12,5	176	45	3,33	64,2	64,2
В ^б	575	-	650	1300	13	176	45	3,33	65	65
В ^н	575	-	650	1300	13	206	-	3,33	65	65

7. Паровозы 0-5-0 Э

К 1911-1912 гг. паровозы с четырьмя спаренными колесными парами уже перестали соответствовать возросшим весам поездов, в особенности на линиях с затяжными подъемами.

Сочлененные паровозы с шестью спаренными колесными парами, применявшиеся в то время на Московско-Казанской и Сибирской ж. д., по причинам, излагаемым далее, не нашли широкого распространения. На Закавказских ж. д. уже в течение полутора десятка лет работали два паровоза 1-5-0 американской постройки. Имея длинную жесткую базу, эти паровозы, вследствие потери сцепления в кривых, происходящего от скольжения, не могли полностью реализовать своей силы тяги.

Первый проект паровоза 0-5-0, выполненный Владикавказской ж. д. в лице В. И. Лопушинского, был представлен в Комиссию подвижного состава и тяги еще в 1909 г. Машина была запроектирована двухцилиндровой, одиночного расширения, с четвертой ведущей колесной парой. Котел был снабжен пароперегревателем и имел ось, расположенную над уровнем рельсов на высоте 2890 мм. Для прохода кривых предполагалось снабдить первую, третью и пятую колесные пары боковыми разбегами. Принципиально одобренный Комиссией проект, с рядом поправок, был передан Луганскому з-ду для детальной разработки.

Одновременно с представлением проекта Владикавказской ж. д. аналогичные проекты паровозов 0-5-0 разрабатывались еще двумя дорогами - Московско-Казанской и Рязано-Уральской. Комиссия справедливо обратила внимание Владикавказской ж. д. на необходимость согласовать свой проект с подобными проектами других дорог.

При разработке проекта Луганский з-д внес следующие изменения: ось котла для получения большей глубины топки была поднята до 3100 мм; ведущей колесной парой принята третья, что упрощало конструкцию машины; для придания гибкости движущему механизму, разбеги подшипников спарников взяты на два миллиметра больше разбега осевых буксовых подшипников. Кроме того, подшипники спарников, за исключением подшипников ведущей колесной пары, были выполнены без клиньев, в виде цельных бронзовых втулок.

Такое устройство не только упрощало конструкцию и облегчало ремонт, но и обеспечивало свободное скольжение подшипников по пальцам кривошипов, устраняя всякую возможность помешать свободному перемещению колесных пар при неумелом подтягивании дышловых клиньев. Возможность бокового перемещения первоначально предполагалось сообщить первой и пятой колесным парам.

Сопоставляя первоначальный проект с паровозом Щ^п по котлу, Комиссия подвижного состава и тяги отметила отсутствие в первом заметных преимуществ. Поэтому Луганский з-д пошел на значительное увеличение размеров котла и колосниковой решетки.

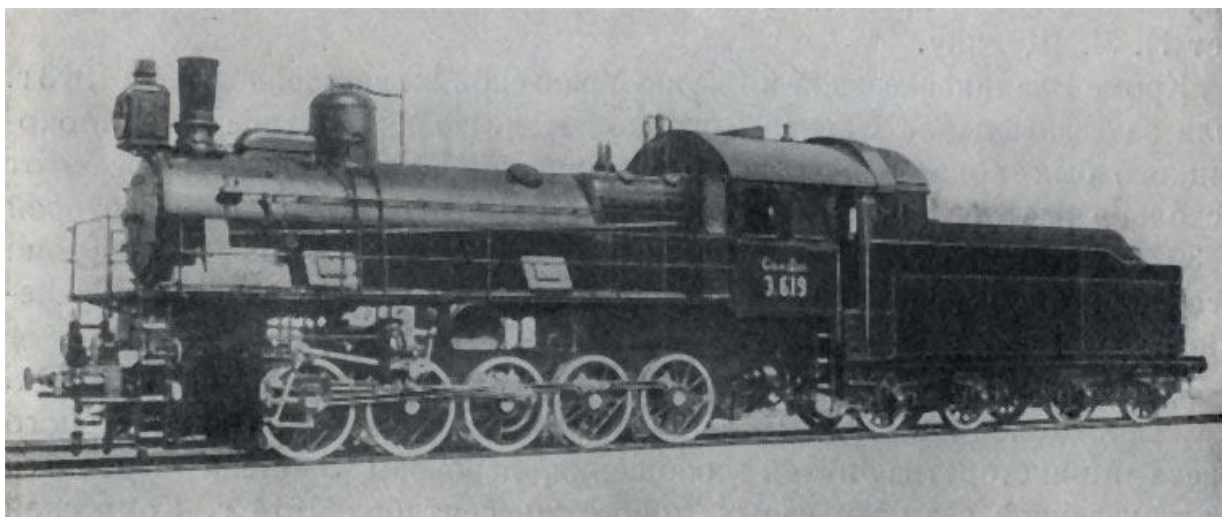
По расчетам инж. В. И. Лопушинского как в динамическом, так и в статическом отношении наиболее выгодной являлась комбинация подвижности второй и пятой колесных пар, при которой паровоз направлялся первой колесной парой, действующей на большем плече. Столь оригинальная комбинация, превосходящая все другие принципы, предлагалась впервые русским инженером. Принцип В. И. Лопушинского получил одобрение Комиссии. Как известно, он был полностью оправдан дальнейшей практикой и применен во всех паровозах Э со всеми индексами.

Рязано-Уральская ж. д. ходатайствовала о внесении в проект Луганского з-да еще ряда изменений, из которых наиболее существенными были применение клапанного регулятора, золотников с разрезными кольцами при разъемных дисках, постановка опрокидывающейся части колосниковой решетки и, наконец, применение стальных связей и труб без наконечников.

При одобрении объединенного проекта для Владикавказской и Рязано-Уральской ж. д. Комиссия подвижного состава и тяги внесла в него еще ряд изменений.

Толщина бандажей была увеличена с 65 до 75 мм. В связи с этим диаметр колес увеличился с 1300 до 1320 мм. Толщина стенок топки уменьшена для облегчения веса паровоза. Диаметр цилиндров увеличен до 600 мм вместо 590 по первоначальному проекту. В таком виде проект Луганского з-да и был окончательно утвержден. Ему была присвоена серия Э.

Построенные в 1912 г. первые паровозы Э (фиг. 14) полностью подтвердили правильность принципа В. И. Лопушинского, одобренного Комиссией, об установлении разбегов второй и пятой колесных пар. При третьей ведущей безребордной колесной паре было обеспечено вполне свободное и достаточно плавное движение паровоза в кривых радиуса до 150 м. Дальнейшая практика показала также, что вследствие трения подшипников о шейки осей и воздействия рессор подвижные колесные пары, и в особенности пятая, несмотря на поперечные разбеги под давлением рельсов в кривых, способствуют сдерживанию паровоза от виляния.



фиг.14 Паровоз Э, 1912г.

Столь детальное обсуждение проекта паровоза Э в Комиссии подвижного состава и тяги послужило тому, что этот паровоз оказался по конструкции одним из лучших русских паровозов. Представленный Владикавказской ж. д. первоначальный проект был недостаточно продуман и имел значительно меньшую проектную мощность. Длительность обсуждения явилась поводом к нападкам на Комиссию со стороны отдельных специалистов. Извращая факты, они приписывали Комиссии противодействие типу 0-5-0. Их высказывания нашли, к сожалению, отклик и в советской печати, куда они проникли без должной критики.

Ярким примером этого может служить краткий исторический очерк развития паровоза типа 0-5-0, помещенный в качестве введения в альбом детальных чертежей паровоза 0-5-0 Э^м, изданный редакционным бюро Главлокомотива в 1936 г., в той части, где освещаются факты дореволюционного периода. Эта часть очерка представляет собою чистейший пересказ того, что говорится в монографии Ломоносова, посвященной паровозам Э, Э^г, Э^ш.

Не видя тех огромных сдвигов, которые произошли в стране после победы социалистической революции, автор очерка сравнивает трехлетний срок от зарождения мысли о типе 0-5-0 до его постройки - в дореволюционной России с шестимесячным сроком, потребовавшимся для постройки паровоза ФД в советское время. В этом коротком сроке сказалось преимущество передовых методов советского производства перед отсталыми методами капиталистического производства царской России.

Автор же очерка, пересказывая слова из той же монографии, всю вину за медленное проектирование и постройку типа 0-5-0 приписывает Н. Л. Щукину.

Кроме Владикавказской и Рязано-Уральской ж. д., паровозы Э в 1913 г. были заказаны и для Северо-Донецкой ж. д. По инициативе Е. И. Мокршицкого был поднят вопрос об увеличении цилиндров. Вопрос этот несколько раз обсуждался в щукинской комиссии, по решению которой от 30 августа 1913 г. диаметр цилиндров был увеличен до 630 мм. Кроме того, дорогой был предложен еще ряд мелких конструктивных изменений, принятых Комиссией.

Паровоз Э с диаметром цилиндров 630 мм был испытан в 1915 г. на Северо-Донецкой ж. д. 13 августа 1914 г., по решению Инженерного совета Министерства путей сообщения,

паровозы Э стали строиться и для казенной сети железных дорог. 20 сентября 1914 г. Комиссией подвижного состава и тяги был решен вопрос об увеличении диаметра цилиндров до 650 мм. Такие цилиндры применены во всех последующих паровозах Э со всеми индексами, в том числе и в после дней, строящейся в настоящее время серии Э^p, а также в паровозах СО, имеющих одинаковую с паровозами Э^m и Э^p машину.

Вместе с увеличением диаметра цилиндров до 650 мм в паровозах типа 1915 г. были несколько увеличены котел и колосниковая решетка - с 4,2 до 4,46 м². Поверхность нагрева пароперегревателя уменьшилась вследствие постановки двадцати пяти жаровых труб вместо двадцати семи, примененных в паровозах Э типа 1912 и 1913 гг.

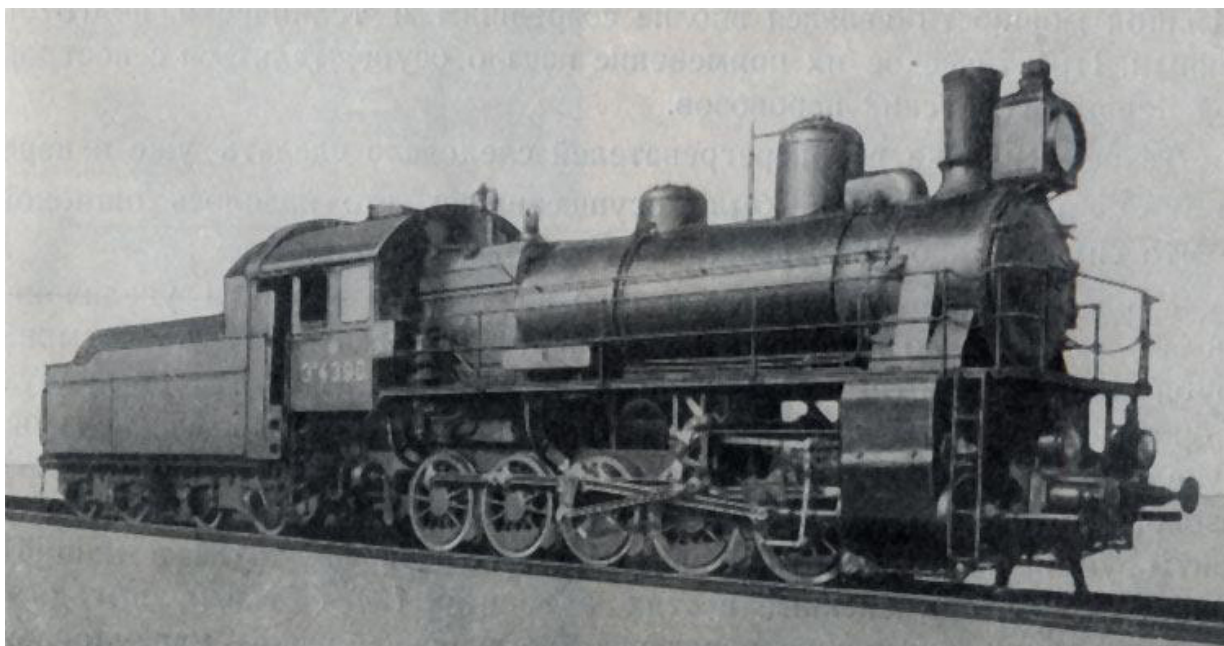
В 1914 г. Инженерным советом был утвержден еще один проект паровоза типа 0-5-0 серии разработанный Рязано-Уральской ж. д. совместно с Путиловским з-дом. Машина была принята четырехцилиндровой, двойного расширения, с коленчатой осью, и должна была работать перегретым паром.

Во время первой мировой войны Путиловский з-д приступил к постройке паровозов, и были изготовлены медные огневые коробки и модели для отливок.

События 1917 г. приостановили постройку паровозов Ъ, которая больше не возобновлялась. Сам по себе тип 0-5-0, со сложной четырехцилиндровой машиной, вряд ли мог иметь какие-либо преимущества перед паровозами Э.

В первые годы после Октябрьской революции железнодорожный транспорт остро нуждался в пополнении значительным количеством новых паровозов. Существовавший паровозный парк находился в сильно изношенном состоянии и требовал ремонта. Все заводы промышленности, транспорта и железнодорожные мастерские были мобилизованы на ремонт паровозов и вагонов. Строительство новых паровозов не могло быть сразу налажено. Это вынудило пополнить недостаток в новых паровозах за счет поставок их из Швеции (паровозы Э^m) и Германии (паровозы Э^r).

Заказанные паровозы строились по русским чертежам и представляли собою паровозы Э 1915 г. (фиг. 15). Таким образом, удачно разработанная конструкция паровозов Э благоприятствовала дальнейшему распространению этого типа в послереволюционный период, в который на советских заводах была построена главная масса этих паровозов. Паровозы отличались от основного типа 1915 г. только деталями. Поступление их на сеть железных дорог СССР происходило в течение 1921-1923 гг.



фиг.15 Паровоз Эш

В этих паровозах, по требованию советского правительства, была проведена взаимозаменяемость частей и изготовление их по допускам. Два паровоза, в виде опыта, имели прямоточные машины с золотниковым распределением и эжекционной выхлопной системой, при которой выпуск пара из одного цилиндра понижал давление при выпуске из другого.

Дальнейшего распространения данная система не получила. Накопление значительного эксплуатационного опыта по применению паровозных пароперегревателей, большой материал, полученный в результате опытного исследования, через которое прошли почти все типы русских паровозов, и, наконец, первые классические труды по тепловому процессу паровоза выдающегося советского ученого, ныне академика С. П. Сыромятникова позволили установить, что размеры применяемых на паровозах пароперегревателей были недостаточны и требовали значительного увеличения.

К началу развития советского паровозостроения, поставленного на прочную основу к 1923 г., вопрос о применении пароперегревателей большой мощности являлся вполне созревшим и технически подготовленным. Практическое их применение начало осуществляться с постройкой первых советских паровозов.

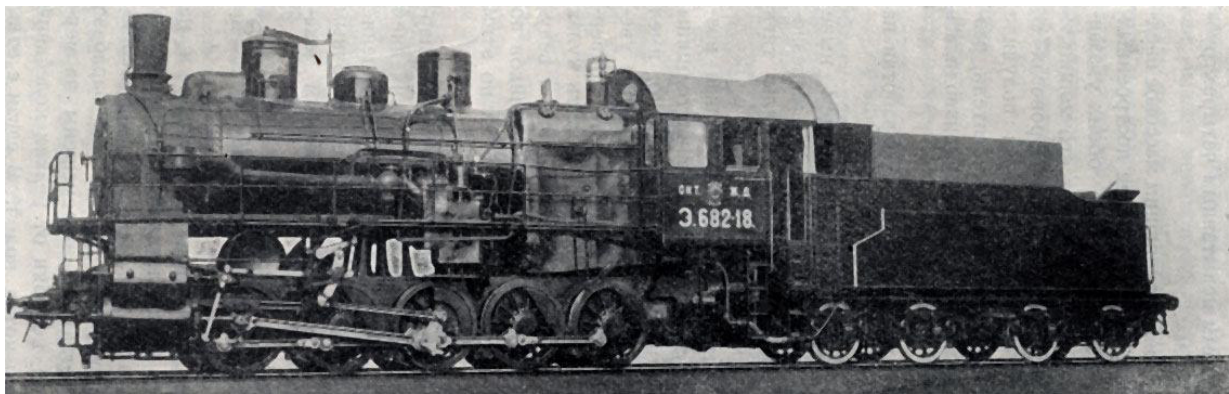
Такое усиление пароперегревателей следовало сделать уже в паровозах Э^ш и Э^г, но оно не было осуществлено, что являлось ошибкой, на что справедливо указывал А. С. Раевский.

Усиление пароперегревателей шло не только по пути увеличения числа элементов, но и по пути их усовершенствования. Вместо четырехтрубных двухоборотных элементов стали вводиться шеститрубные двухоборотные элементы системы Чусова. Преимущество их заключалось в увеличении поверхности нагрева и более полном использовании теплоты газового потока, текущего по жаровым трубам. Кроме того, такие элементы уменьшали сопротивление проходу пара из котла в машину. Тонкие трубы, примененные в этих элементах (24X18 мм), выгодные с точки зрения повышения перегрева, оказались, однако, мало удовлетворительными в эксплуатации, так как сильно коробились. Поэтому впоследствии установка элементов Чусова была прекращена, а затем начался постепенный

отход обратно к старым испытанным четырехтрубным элементам с диаметром труб 33X27 мм.

Вторым усовершенствованием паровозов, получившим массовое внедрение как на вновь строящихся паровозах, так и на ранее построенных, было применение в них водоподогревателей. Сочетание обоих указанных теплотехнических улучшений паровоза, повышающих его мощность и экономичность, было прежде всего осуществлено на паровозах Э, массовая постройка которых началась с 1926 г. Паровозы получили серию Э^у. На них, кроме того, были установлены водоочистители, размещаемые в дополнительных питательных колпаках, куда производилась подача питательной воды.

Проект переделки паровозов Э в Э^у (фиг. 16) был разработан на заводе "Профинтерн" (б. Брянском).

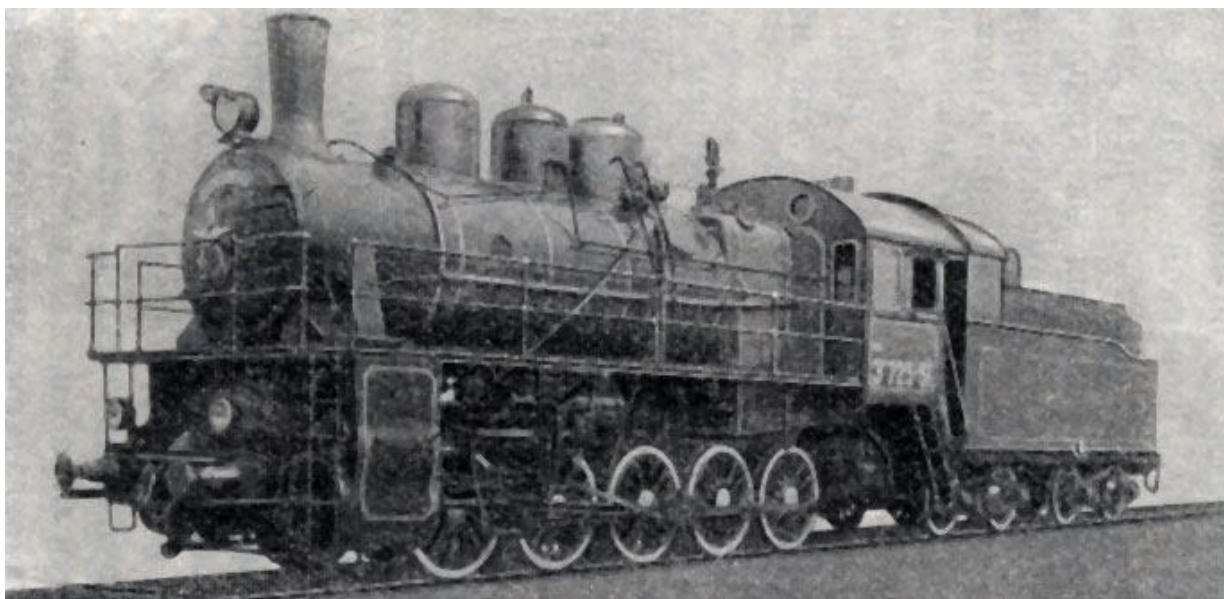


фиг.16 Паровоз Эу

В 1931 г., в институте Реконструкции тяги, входящем ныне в состав Центрального научно-исследовательского института железнодорожного транспорта, был поднят вопрос об увеличении силы тяги паровозов Э^у по машине за счет повышения давления пара с 12 до 14 *атм*. Проверкой котла на прочность была установлена полная возможность поднятия в нем давления на 2 *атм* без увеличения толщины стенок и усиления их креплений. Движущий механизм, однако, имел уже достаточно высокие напряжения, так как с последовательным увеличением диаметра цилиндров с 600 до 650 мм усилению не подвергался. С переходом к давлению в 14 *атм* потребовалось усилить кулак с параллелью, валик кулака, поршневую скалку, шатун, спарники и ведущий палец. Кроме того, были усилены головки шатуна и спарников по сечениям масленок, так как наблюдались случаи разрывов их по этим местам.

В связи с увеличением веса поршневой системы, шатуна и спарников было пересмотрено уравновешивание паровоза. С увеличением силы тяги по котлу и машине потребовалось обеспечить повышение силы тяги по сцеплению. Для этого паровоз был снабжен песочным резервуаром большой емкости (900 кг) и усовершенствованным механизмом песочницы.

Усиленный указанным способом паровоз Э^у был обозначен серией Э^м (модернизированный) (фиг. 17).



фиг.17 Паровоз Эм

Водоподогреватели, применяемые на паровозах Э^у, а также и на паровозах других серий, работали крайне неудовлетворительно, и потому постановка их на паровозы Э^м не производилась. Питательный колпак и водоочистительное устройство, установленные на третьем барабане трубчатой части в котлах Э^у, были в котлах Э^м перемещены на первый барабан, для предохранения огневой коробки от резких колебаний температуры, происходящих при питании котла водой. В связи с этим паровой колпак с первого барабана был перемещен на второй. Вследствие уменьшения диаметров барабанов в сторону передней решетки, жолоб водоочистительного устройства, перемещенный в передний барабан, вызвал необходимость удалить из котла шесть дымогарных труб - по три трубы с каждой стороны. Таким образом, вместо 157 дымогарных труб, установленных в котлах паровозов Э^у, пришлось применить 151 трубу в котлах паровозов Э^м. С 1933 по 1935 г. питательный колпак и водоочистительное устройство на паровозы Э^м не ставились. Элементы Чусова были окончательно заменены четырехтрубными двухоборотными.

1932-1933 гг. - годы второй сталинской пятилетки были отмечены началом широкого внедрения сварки в паровозостроении и в особенности в паровозном котлостроении. Значение применения сварки не ограничивалось одним упрощением и удешевлением процессов постройки и отчасти ремонта.

Принципиально важным вопросом сварки являлось значительное облегчение веса сварных конструкций в сравнении с аналогичными литыми или клепанными. Как ни положительно само по себе уменьшение веса конструкций, свидетельствующее о более полном и совершенном использовании металла, все же в применении к паровозу уменьшение веса приводит к понижению его силы тяги по сцеплению, а следовательно, и мощности. Это как раз и произошло с паровозами Э^м.

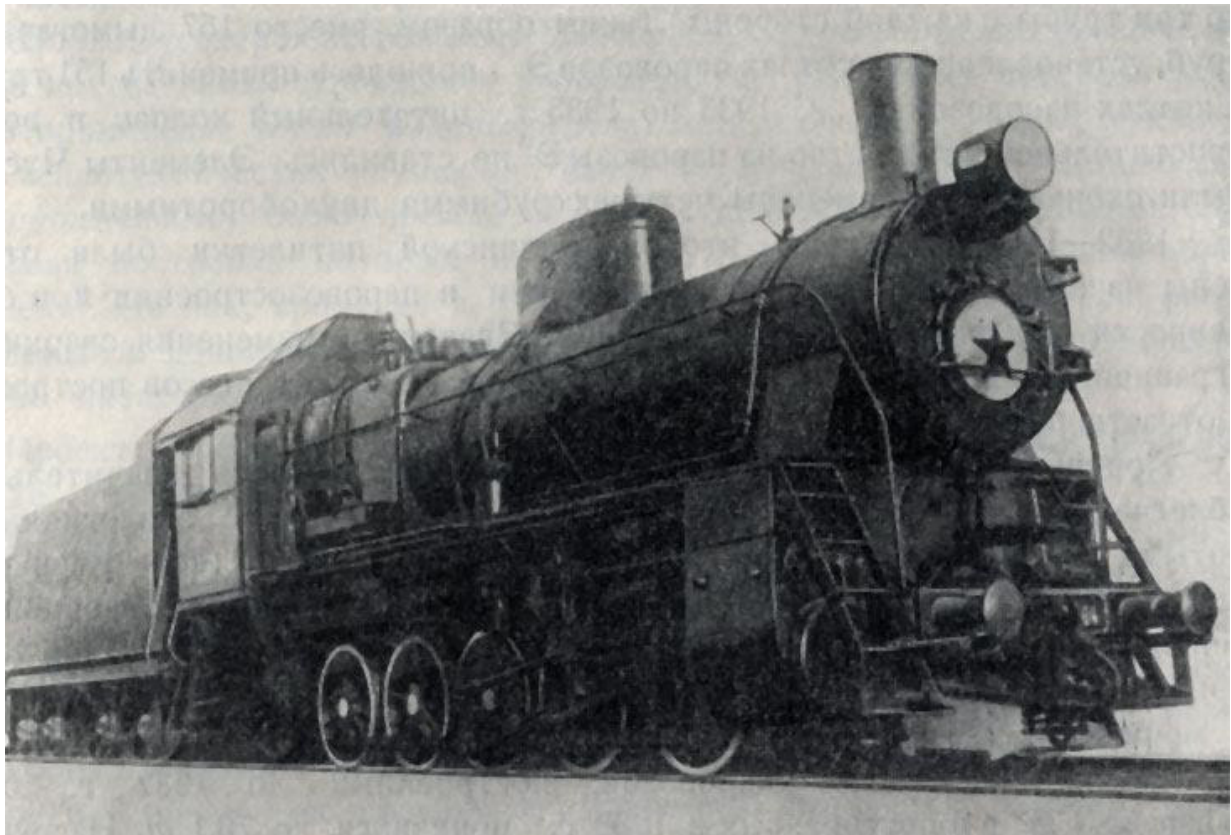
Сцепной вес этих паровозов, построенных до 1932 г., был равен 85,3 т, а в построенных в 1933 г. понизился до 78,1 т. Нагрузки от колесных пар на рельсы у этих паровозов распределяются примерно так:

- от первой - 16,35 т;

- от второй - 16,265 *т*;
- от третьей - 16,65 *т*;
- от четвертой - 14,44 *т* и
- от пятой - 14,39 *т*.

Уменьшение сцепного веса и неравномерное распределение нагрузок на колесные пары вызвали хроническое буксование паровозов. Повышение давления пара на 2 *ати* дало только повышение мощности машины. Как показали опыты ЦНИИ, экономичность паровоза Э^М против паровоза Э^У несколько понизилась, хотя и незначительно. Неудачный опыт по облегчению паровоза Э^М позволил, однако, найти удачное решение по его рациональной догрузке, предложенное канд. техн. наук И. В. Пириным. При сохранении поперечных размеров топки неизменными, длина ее была увеличена на 539 *мм*, что вызвало необходимость удлинения полотнищ рамы на 450 *мм*. В построенных паровозах это технически осуществлялось разрезкой топки между вторым и третьим рядами связей, считая от огневой решетки, с последующей сваркой в кожух и огневую коробку полос указанной ширины. Таким же способом удлинялась и рама. Увеличение размеров топки повысило сцепной вес паровоза до 81 *т*. Сама топка увеличилась по объему с 7,4 до 8,7 *м*³, по поверхности нагрева - с 18,1 до 22,9 *м*² и по колосниковой решетке - с 4,46 до 5,1 *м*². Удлинение топки повысило мощность котла примерно на 15% и к. п. д. на 8%.

Паровозам Э^М (фиг. 18) с удлиненной топкой была присвоена серия Э^Р (реконструированный). Во время Великой Отечественной войны некоторое количество паровозов Э^Р было построено с котлами паровозов С^У.



фиг.18 Паровоз Эп

В 1937-1941 гг. значительное количество паровозов Э с разными индексами было оборудовано водоподогревом в тендере и небольшое количество их - газовыми

воздухоподогревателями. Эффективность обоих способов модернизации оказалась, однако, незначительной. Тендерные воздухоподогреватели обладали весьма существенными недостатками, заключающимися в неудовлетворительной работе их при средних форсировках котла и прекращении работы - при малых, вследствие чего они были сняты.

Газовые воздухоподогреватели с горизонтальным расположением трубок также оказались малоудовлетворительными, так как трубки в них быстро забивались. Кроме того наблюдалось неравномерное обтекание трубок холодным воздухом, приводящее в расстройство места ввальцовки их в решетках.

В 1941 г. Ростовским паровозоремонтным заводом был выпущен паровоз Э^М с усиленным пароперегревателем, размещенным в 46 жаровых трубах, газовым воздухоподогревателем с поверхностью 58,7 м² и воздухоподогревателем в тендере. В 1942-1943 г. паровоз был испытан на Томской ж. д. и дал увеличение мощности против обычных паровозов Э^М на 15-25% и уменьшение расхода топлива на 12-30%.

Характеристики паровозов Э приведены в табл. 9.

Таблица 9 Характеристики паровозов 0-5-0 Э

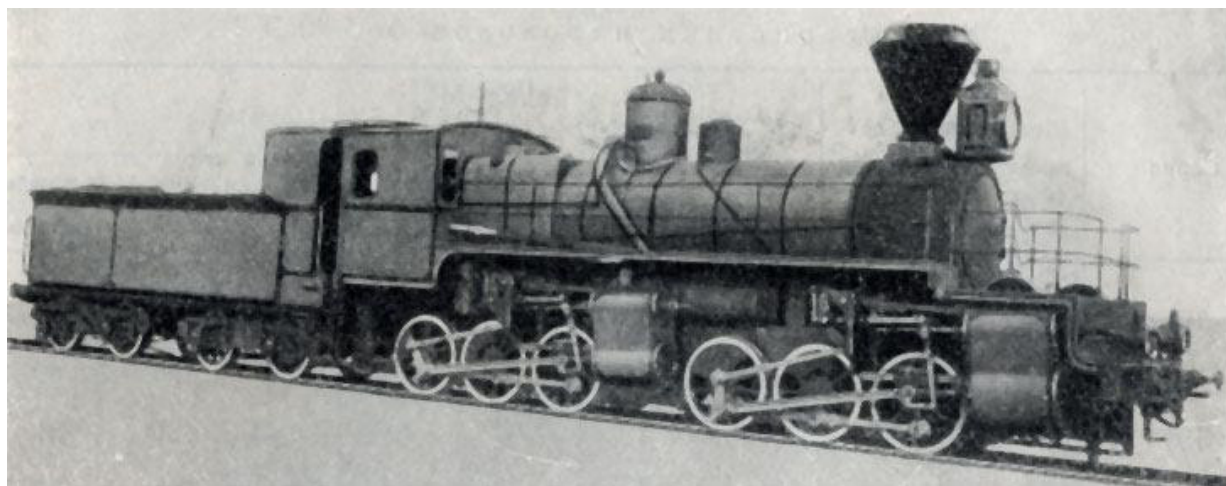
Серия	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атмос	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
Э 1912 г.	600	700	1320	12	194	52	4,2	80	80
Э 1913 г.	630	700	1320	12	194	52	4,2	80	80
Э 1915 г.	650	700	1320	12	207	51	4,46	81	81
Э ^У	650	700	1320	12	195	66	4,46	78	78
Э ^М 1931 г.	650	700	1320	14	193	66	4,46	85	85
Э ^М 1933 г.	650	700	1320	14	193	66	4,46	78	78
Э ^Р	650	700	1320	14	200	66	5,10	81	81
Ђ	2Х460	650	1300	14	217	60	4,63	81,3	81,3
Ђ	2Х650	650	1300	14	217	60	4,63	81,3	81,3

8. Паровозы 0-3-0 + 0-3-0 Θ

Первые в России сочлененные четырехцилиндровые паровозы двойного расширения были применены на узкоколейной линии Уроч-Вологда-Архангельск Московско-Ярославско-Архангельской ж. д. в 1897 г. (ширина колеи 1067 мм). Линия проходила по тундрам северных лесных районов и могла в то время пропускать только облегченный подвижной состав.

Значительный вес поездов в масштабе узкоколейной железной дороги требовал введения довольно сильных паровозов, что при нагрузках от движущих колесных пар на рельсы не более 8 т привело к необходимости применить в паровозе шесть спаренных колесных пар. Для облегчения прохода кривых они были разделены на две самостоятельные группы, из которых передние три колесные пары размещались в передней поворотной тележке и имели наружные колеса, а вторые - в жесткой наружной раме и имели внутренние колеса. Паровозы строились на Путиловском з-де, и некоторое их количество было построено за границей. Цилиндры низкого давления были расположены в передней тележке. Позднее, в 1915 г., на ту же линию поступило 30 сочлененных паровозов военного заказа американской постройки.

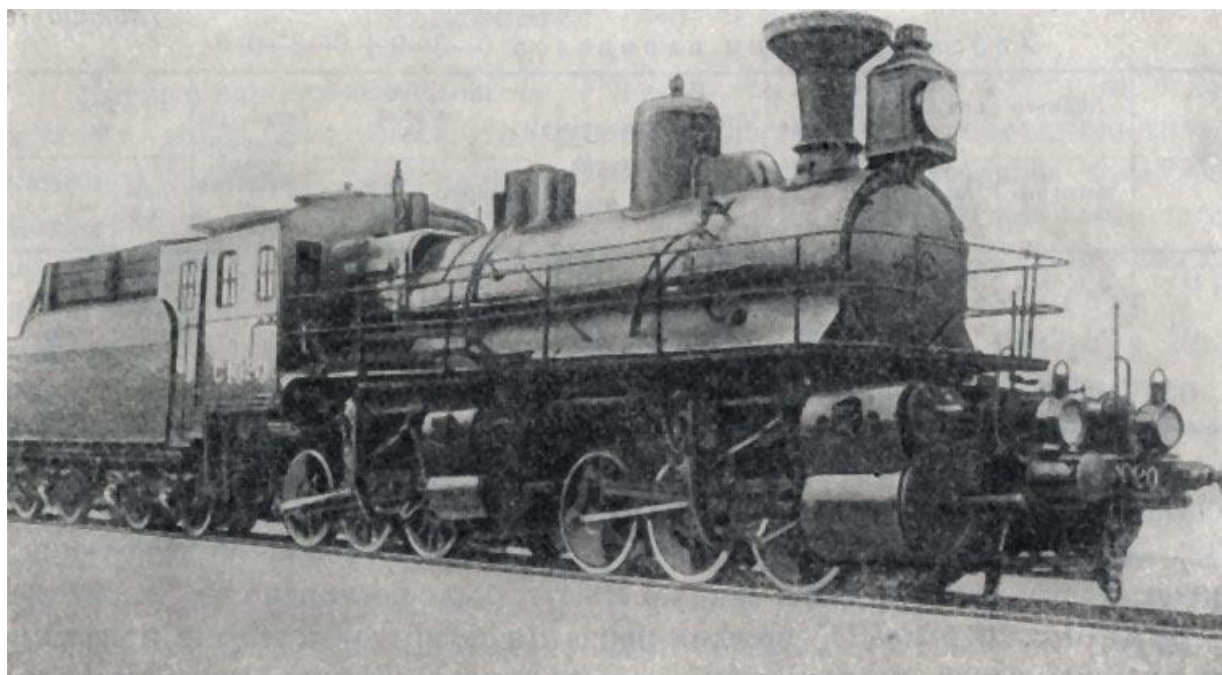
Независимо от этого первого опыта, в 1896 г. Е. Е. Нольтейн начал разрабатывать проект подобного сочлененного паровоза для Московско-Казанской ж. д. (на нормальную колею). Первые паровозы были построены Брянским и Путиловским з-дами в 1898-1899 гг. Паровозы получили серию Θ (фиг. 19). В 1903 г. такие же паровозы были заказаны и для Сибирской ж. д. Кроме двух названных заводов, их строил также Коломенский з-д. Сила тяги первого паровоза доходила до 14000 кг, что на 60% превысило силу тяги паровозов О¹ и на 40%- прочность винтовой упряжи. Чтобы выйти из затруднения, по предложению Е. Е. Нольтейна первые 15 вагонов привязывались к тендеру стальными тросами, протягиваемыми вдоль вагонов с обеих сторон и укрепляемыми специальными крючьями. Трос натягивался лебедкой и притяжка ослабляла напряжение в стяжках у первых вагонов. Одинаковое напряжение в тросах с обеих сторон обеспечивалось пневматическим приспособлением, действующим сжатым воздухом из главного тормозного резервуара. В повседневной эксплуатации притяжка, однако, производилась редко, и в 1911 г., по решению Комиссии подвижного состава и тяги, была отменена.



фиг.19 Паровоз Θ

Θ	2X475	2X710	650	1220	12	187	-	2,5	81	81
Θ ^ч	2X510	2X710	650	1220	12	174	39	3,5	89	89
Θ ^{чб}	2X510	2X770	650	1230	12	178	47	3,4	89	89

Дорога заказывала такие паровозы еще целый ряд лет. С 1910-1911 гг. паровозы были усилены по проекту Брянского з-да и имели серию Θ^{чб} (фиг. 21). Они продолжали строиться и после Октябрьской революции, причем Коломенским з-дом с 1920 по 1924 г. было построено 55 паровозов.



фиг.21 Паровоз Θ^{чб}

В 1916 г. паровоз Θ^{чб} прошел через цикл опытов, которые показали, что его удельный расход пара может считаться удовлетворительным только для скоростей до 20 км/час. При увеличении скорости расход пара резко увеличивался. Поэтому сочлененные паровозы с машинами двойного расширения получили характеристику *идеальных толкачей*.

В эксплуатации паровозы Θ^ч отличались не совсем удовлетворительным движением в кривых; наблюдались случаи разворачивания пути передней тележкой. Применение сочлененных паровозов с машинами двойного расширения в России на несколько лет опередило США, где впервые паровозы такого типа были построены только в 1903 г., причем американцами был заимствован русский опыт. В 1900 г. паровоз Θ был на Парижской всемирной выставке. На Международном железнодорожном конгрессе в Берне в 1910 г. паровоз Θ был признан торжеством инженерного дела.

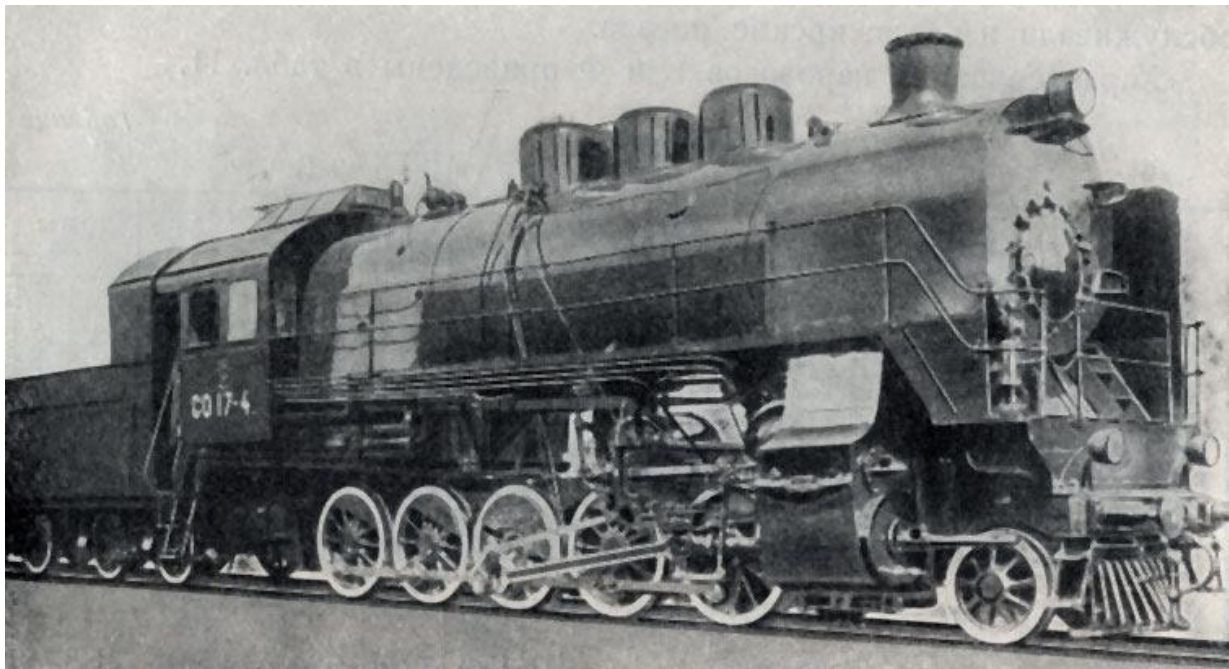
Характеристики паровозов Θ приведены в табл. 10.

10. Паровозы 1-5-0 СО

Как уже было отмечено выше, потребность железных дорог СССР в товарных паровозах типа 1-5-0 назрела уже давно. Еще во время первой мировой войны на русские железные дороги поступило большое количество паровозов 1-5-0 Е.

Имея одинаковое с паровозами Э давление колесных пар на рельсы и развивая ту же силу тяги, паровозы 1-5-0 Е не требовали реконструкции пути и усиления сцепных приборов, почему вполне могли обращаться в тех же условиях. В то же время эти паровозы были более быстроходны. Паровозостроительные заводы, строившие паровозы Э и С^у, также могли начать постройку паровозов 1-5-0, не требуя значительной реконструкции. Все это и было учтено при создании советского паровоза 1-5-0, получившего серию СО (Серго Орджоникидзе). В проекте паровоза было предусмотрено возможно большее использование частей паровоза Э^м. Такая преемственность конструкций была чрезвычайно удобна как в постройке, так и в эксплуатации.

Технический проект паровоза был разработан в бюро мощных локомотивов Ленинградского института инженеров ж.-д. транспорта под руководством проф. К. А. Шишкина, при участии д-ра техн. наук П. А. Слитикова, доц. В. М. Панского, инж. А. А. Клейнмана и др. Детальная разработка проекта и рабочие чертежи производились на Харьковском паровозостроительном заводе под руководством П. М. Шаройко. 7 ноября 1934 г. завод выпустил первый паровоз СО (фиг. 27). Его испытание проводилось на опытном кольце ЦНИИ в январе 1935 г. под руководством д-ра техн. наук проф. В. Ф. Егорченко. Результаты испытаний показали, что мощность паровоза СО превысила расчетную. С 1935 г. ряд заводов приступил к массовой постройке паровозов СО. Машина паровоза СО совершенно одинакова с машиной паровоза Э^м и отличается только конструкцией шатуна, спарников и усиленными параллелями и пальцами кривошипов. В экипажной части были использованы колесные пары с буксами, но с усиленной осью ведущей колесной пары, буксовые направляющие и частично рессорное подвешивание. Передняя тележка взаимозаменяема с передней тележкой паровоза ФД. Котел же СО был спроектирован заново. Плоский потолок топки заменен цилиндрическим. Колосниковая решетка увеличена до 6 м² и шуровочное отверстие увеличено из расчета возможности применения угледодатчика. Пароперегреватель имеет большую мощность и размещен в 50 жаровых трубах.



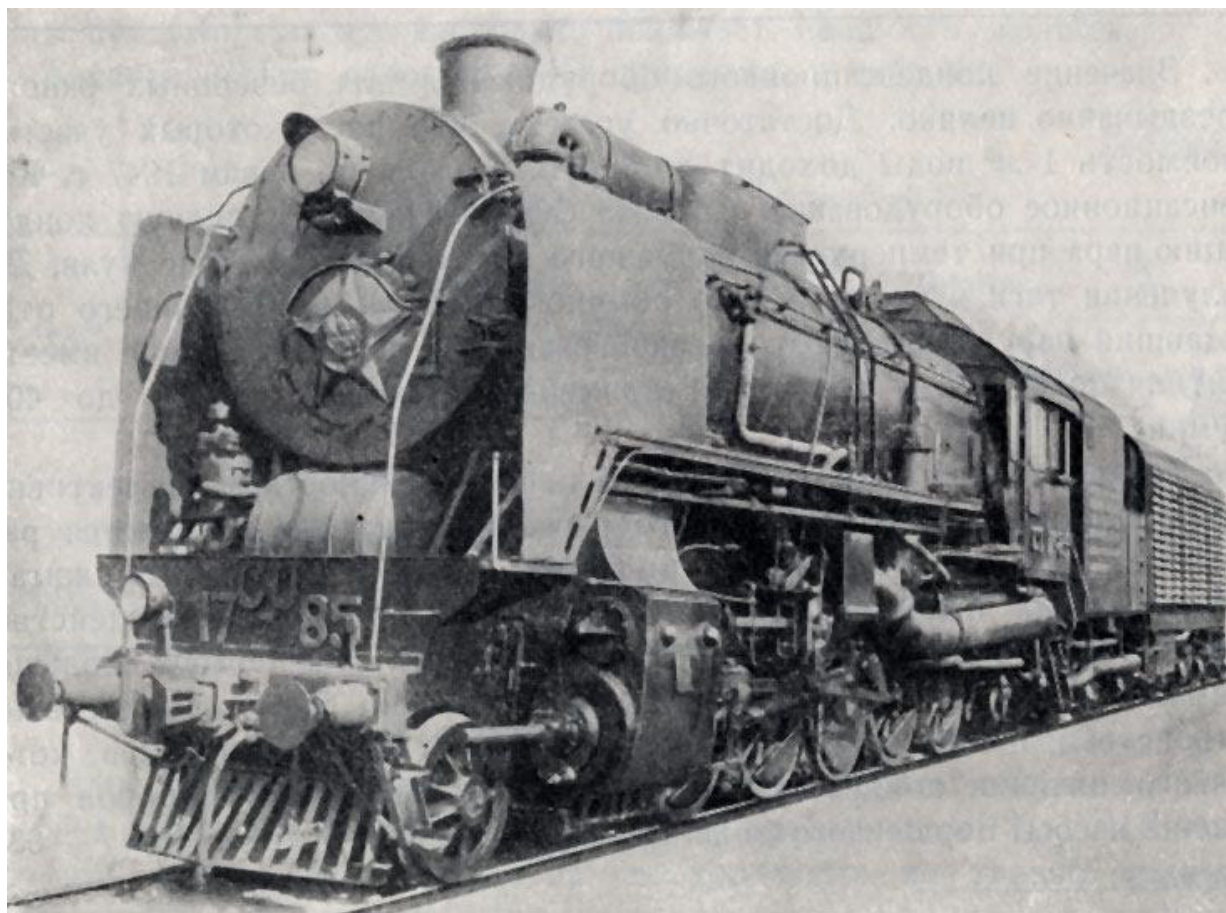
фиг.27 Паровоз СО 17

При испытаниях паровоз СО развивал силу тяги на 8% больше, чем паровоз Э^М при малых скоростях, и на 35% - при больших. Вес паровоза увеличился на 12-15%. Увеличение силы тяги позволило повысить скорость на расчетном подъеме на 30-35% при одновременном увеличении веса состава на 6-7%. Столь значительные результаты, даваемые совершенно одинаковыми машинами, являют собою наиболее яркий пример превосходства типа 1-5-0 над типом 0-5-0.

В паровозах СО, принятых затем для массовой постройки, пароперегреватель был еще усилен двумя дополнительными элементами, при общем числе жаровых труб 52. По расходу пара и к. п. д. котла и паровоза в целом паровоз СО также более экономичен, чем паровоз Э^М.

В дальнейшей эксплуатации паровозов СО, получивших серию СО17 (17 т нагрузка от колесной пары), обнаружилась некоторая слабость рамы, принятой по поперечным сечениям полотнощ одинаковой с рамой паровоза Э^М. Проект усиления рамы разрабатывался в ЦНИИ, и начиная с 1938-1939 г. паровозы СО выпускались с усиленным экипажем. Шатуны и спарники были переконструированы на плавающие втулки.

1 марта 1936 г. Коломенский з-д выпустил первые два опытных паровоза СО с полной конденсацией отработавшего пара (фиг. 28). Следует напомнить, что первый в мире паровоз с конденсацией пара был построен в России тем же заводом еще в 1891 г.



фиг.28 Паровоз СО 19

Конструкторами паровоза СО с конденсацией пара были Б. С. Поздняков, А. М. Козякин, А. А. Кирнарский, Т. И. Гринь и Д. С. Крыжановский. Благодаря многократному

использованию одной и той же воды с добавлением незначительного количества сырой воды на пополнение утечек, паровоз с конденсацией пара сокращает расход воды по крайней мере в 20-25 раз по сравнению с обычными паровозами и может проходить без набора воды до 800-1000 км, а в отдельных случаях даже до 3000 км.

Значение конденсационного оборудования для безводных районов чрезвычайно велико. Достаточно указать, что на некоторых участках стоимость 1 м³ воды доходит до 5 руб. 40 коп. по ценам 1947 г. Конденсационное оборудование паровоза СО обеспечивает полную конденсацию пара при температуре наружного воздуха до 40° выше нуля. Для получения тяги в котле, вместо обычного конуса, выпускающего отработавший пар в атмосферу, в паровозах СО с конденсацией имеется вентиляторная тяга, в которой применена турбина, дающая до 4000 об/мин.

Вентиляторная тяга развивает большую мощность и эффективнее использует энергию отработавшего пара. Тяга в котле получается равномернее, что повышает экономичность котла и позволяет сжигать в топке самый низкосортный уголь. Турбина, приводящая в действие вентиляторы тендера-конденсатора, развивает до 7000 об/мин. Большое внимание в паровозах СО с конденсацией уделено маслоотделительным устройствам, препятствующим проникновению смазочных масел в котел при его питании конденсатом. В качестве питательных приборов применены насосы поршневого типа. В декабре 1936 г. паровоз С017 - 635* с конденсацией пара совершил беспрецедентный в истории железных дорог пробег от Москвы до Владивостока и обратно, пройдя расстояние около 20000 км, при среднесуточном пробеге 450 км.

**(Позднее, при взвешивании паровозов СО с конденсационным оборудованием, были определены нагрузки от движущих колесных пар в 19 т, почему эти паровозы стали обозначаться С019.)*

Паровозы СО с конденсацией строились Харьковским и Ворошиловградским з-дами, а тендера-конденсаторы к ним - Коломенским з-дом.

Главное значение эти паровозы имеют на железных дорогах в безводных районах, а также в районах, где вода неудовлетворительного качества. Недостатком их является некоторая сложность в уходе и ремонте, стоимость которого на 60-70% выше, чем паровозов без конденсации пара. Паровозы СО с 1940-1941 гг. строились без конденсации (фиг. 29). Установленные в практике преимущества вентиляторной тяги, независимо от применения конденсации пара, послужили к сохранению этого вида тяги и при работе без конденсации. Появилась новая разновидность паровозов СО, названная С018, с нагрузкой от движущей колесной пары 18 т.



фиг.29 Паровоз СО 18

Во время Великой Отечественной войны вентиляторная тяга, примененная в паровозах СО18, имела большое значение, так как позволяла сжигать самое низкосортное топливо. Следует, однако, отметить, что при многих положительных качествах, вентиляторная тяга имеет и недостатки, заключающиеся в ее большей сложности по сравнению с конусной тягой, в большей стоимости изготовления и ремонта, в большем весе и, наконец, в повышении противодавления на поршни паровой машины при выпуске, что несколько понижает мощность машины. Характеристики паровозов СО приведены в табл. 12.

Таблица 12 Характеристики паровозов 1-5-0 СО

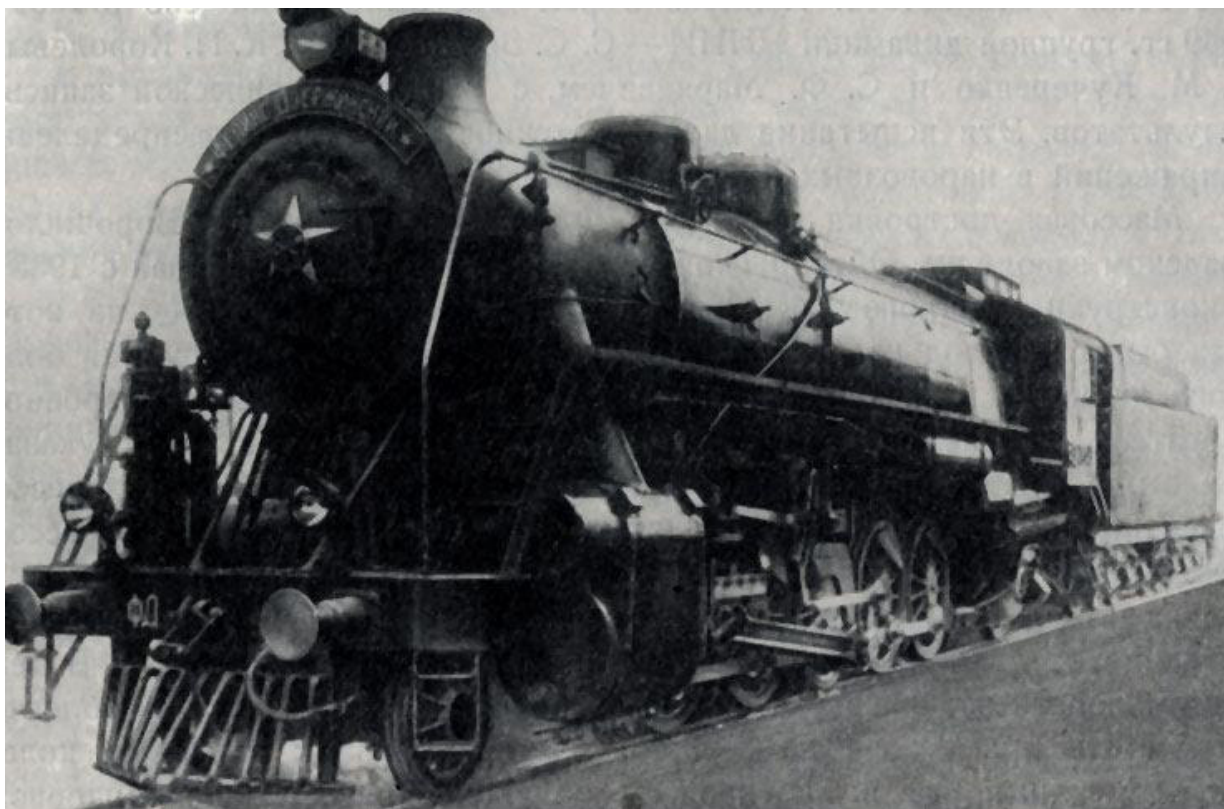
Серия	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атм	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
СО 17	650	700	1320	14	227	97	6,0	87,5	97
СО 19	650	700	1320	14	227	97	6,0	94	104
СО 18	650	700	1320	14	227	97	6,0	90	100

11. Паровозы 1-5-1 ФД

Идея применения на русских железных дорогах паровозов типа 1-5-1 возникла впервые в 1915 г. Она принадлежала Н. Л. Щукину, который еще тогда указывал на необходимость не только поднятия веса состава поездов, но и увеличения скоростей на подъемах, что должно было увеличить провозную способность железных дорог. В то время, однако, прогрессивная идея постройки паровозов 1-5-1 и даже 1-5-0 вызвала сильное противодействие со стороны консервативной группы специалистов. Единственным доводом против типа 1-5-1, имевшим тогда известные основания, была непригодность многих депо и поворотных кругов для паровозов со столь длинной базой. После целого ряда споров был принят тип 1-5-0.

Социалистическая реконструкция народного хозяйства страны и непрерывный рост промышленности, а также сельского хозяйства потребовали от железнодорожного транспорта резкого увеличения грузооборота. Уже к 1928-1930 гг., т. е. через пять лет после начала массовой постройки паровозов Э, этот тип паровозов перестал соответствовать растущим из года в год размерам движения, особенно на главнейших магистралях.

Созданное в 1930 г. специальное техническое бюро в порядке помощи НКПС занялось технико-экономическими изысканиями и расчетами, которые должны были служить основой для проектирования и постройки новых и, в первую очередь, мощных товарных паровозов. В конце апреля 1931 г. техническим бюро был разработан эскизный проект нового товарного паровоза типа 1-5-1 с нагрузкой от колесной пары 20 т. Такой паровоз должен был сочетать большую силу тяги, высокую скорость, возможность работать при существующей винтовой упряжи и на низкосортном топливе, не вызывая немедленной реконструкции пути. 1 мая 1931 г. это бюро вместе с центральным локомотивно-проектным бюро НКТП начало рабочее проектирование этого паровоза. Работа крайне осложнялась необходимостью разрешения целого ряда новых технических задач, связанных с проектированием совершенно нового типа мощного паровоза, отвечающего всем требованиям современной передовой техники. За 100 рабочих дней проект нового паровоза был готов. В августе рабочие чертежи были сданы на Ворошиловградский паровозостроительный завод, которому была поручена почетная задача - постройка первого паровоза 1-5-1. В постройке паровоза участвовали еще три завода - Коломенский, изготовивший стальные литые части, Сормовский, поставивший котельные штампованные листы, и Ижорский, обеспечивший прокат полотниц рамы. Постройка паровоза была закончена в рекордно короткий срок - за 70 дней. Вместе с этим завод ликвидировал отставание в выполнении производственной программы. Паровоз в честь Феликса Эдмундовича Дзержинского был назван серией ФД (фиг. 30). 4 ноября 1931 г. первый паровоз ФД повел из Луганска в Москву поезд с рабочей делегацией завода, которая 6 ноября рапортовала правительству о сдаче в эксплуатацию первого паровоза ФД.



фиг.30 Паровоз ФД

Создание мощного паровоза ФД в невиданный в истории короткий срок - всего за 170 дней - могло быть осуществлено только при социалистической организации труда.

По конструктивным деталям паровоз представлял крупнейший шаг вперед. Впервые были применены топка с камерой догорания, углеподатчик, мощный мелкожаротрубный пароперегреватель, многоклапанный, вынесенный за пароперегреватель, регулятор и ряд новых других деталей. Паровые цилиндры, образуя блок, установлены на раму брускового типа сверху и служат одновременно передней опорой котла и передним креплением рамы. Рессорное подвешивание разделено на три самостоятельные группы, образуя статически определенную систему, при которой распределение нагрузок на оси осуществляется автоматически, не требуя специального регулирования. В движущем механизме были применены многоплоскостная параллель, дышла на плавающих втулках и многие другие более совершенные детали. Главнейшие части паровоза, в том числе котлы, цилиндры, детали движущего механизма и ходовых частей, объединены с одноименными деталями мощных пассажирских паровозов 1-4-2 ИС. Паровозы выпускались с шестиосными тендерами. Опытное исследование, проведенное с паровозом ФД, и его сравнение с паровозом Э^у показало, что мощность увеличилась вдвое, сила тяги позволила увеличить вес состава на 15-20%, средняя техническая скорость увеличилась более чем на 50%. Паровоз ФД развивает мощность до 3000 л. с.

На первых паровозах ФД обработка полотнищ рамы по шаблону производилась автогенной резкой. Вырезанные места сперва не обрабатывались и с них не снимались зоны термического влияния, а сами полотнища не отжигались. Во время работы паровозов в рамках начали появляться закалочные трещины. Для их устранения был изменен технологический процесс изготовления рам, а с 1938 г. поперечные крепления рам стали усиливаться. Испытание рам ФД было проведено в 1939-1940 гг. группой динамики

ЦНИИ - С. С. Зольниковым, К. П. Королевым, С. М. Кучеренко и С. Ф. Маркевичем, с осциллографической записью результатов. Эти испытания дали возможность судить о распределении напряжений в паровозных брусковых рамах.

Массовая постройка паровозов ФД производилась на Ворошилов-градском заводе им. Октябрьской революции до 1941 г. Начиная с 1938 г. в конструкцию паровоза был введен ряд изменений, главные из которых были переход на цельносварные котлы с жаровыми трубами большого диаметра и шеститрубными однооборотными элементами пароперегревателя, замена пятиклапанного регулятора шестиклапаннным, указанное выше увеличение числа креплений рамы, замена листовых рессор более широкими с увеличением числа листов, замена ножей в рессорных подвесках валиками, сплошной переход к дисковым колесам и т. д. Паровозы ФД, выпускаемые с 1938 г., имеют серию ФД 21, что означает давление от движущей колесной пары на рельсы, равное 21 т. В действительности эта нагрузка оказалась ниже 21 т, что вызвано облегчением котла при сварке на 3-3,5 т и применением дисковых колес. Свинец, заливаемый в противовесы ведущей колесной пары паровоза ФД, при спицевых колесах весит 1408 кг, а при дисковых - 689 кг.

В 1937-1939 гг. были построены два опытных паровоза ФД: один с конденсацией пара и другой - с пылеугольным отоплением. Пылеугольное отопление, несмотря на значительные перспективы в будущем, пока еще не вышло из стадии опытов. Расход пара на размол угольной массы еще очень высок.

Для сравнения паровоза ФД с паровозами Т^а и Т^б в табл. 13 приведены их характеристики.

Таблица 13 Характеристики паровозов 1-5-1 ФД

Серия	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атм	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
ФД 20	670	770	1500	15	295	139	7,0	101	134
ФД 21	670	770	1500	15	250	122	7,0	104	138
Тб	700	760	1520	14	340	150	7,34	115	156
Та	700	760	1520	17	381	160	8,0	115	168

12. Паровозы 1-5-0 Л

В 1942 г. наступил переломный момент в ходе Великой Отечественной войны и началась частичная эвакуация ряда промышленных предприятий, в том числе и Коломенского машиностроительного завода им. В. В. Куйбышева.

В предвидении недалекого возврата страны после победы к мирному труду возник вопрос о том, какие паровозы будут строиться. Прежде всего требовалось определить тип паровоза и нагрузку от движущих колесных пар на рельсы. Паровозы СО, находящиеся уже в длительной эксплуатации, обнаружили некоторые дефекты в ходовых частях и нуждались в пересмотре ряда конструкций. Кроме того, машина паровоза СО, заимствованная без существенных изменений у паровоза Э, с недостаточным для мощного паровоза диаметром золотников, искривленными паровыми каналами и проч., являлась уже устаревшей. Была образована специальная комиссия из представителей Министерства путей сообщения и Министерства тяжелого машиностроения, с участием работников ЦНИИ, по выбору новых типов локомотивов на ближайший послевоенный период.

Комиссия пришла к выводу, что в первую очередь транспорт нуждается в товарных паровозах. Исходя из того, что железные дороги СССР, пострадавшие на значительном своем протяжении от военных действий, в первые послевоенные годы не смогут по состоянию верхнего строения железнодорожного полотна и мостов сразу перейти к большим нагрузкам колесных пар на рельсы, порядка 20 и более тонн, комиссия утвердила для паровозов предполагаемой послевоенной постройки нагрузку от движущей колесной пары 18 т.

В марте 1944 г. были представлены эскизные проекты паровозов 1-5-0 с такой нагрузкой и колесами 1500 мм Коломенским з-дом, Центральным управлением паровозного хозяйства НКПС и Центральным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ЦНИИ). Последний из этих проектов был спроектирован с возможно большим использованием частей паровоза ФД.

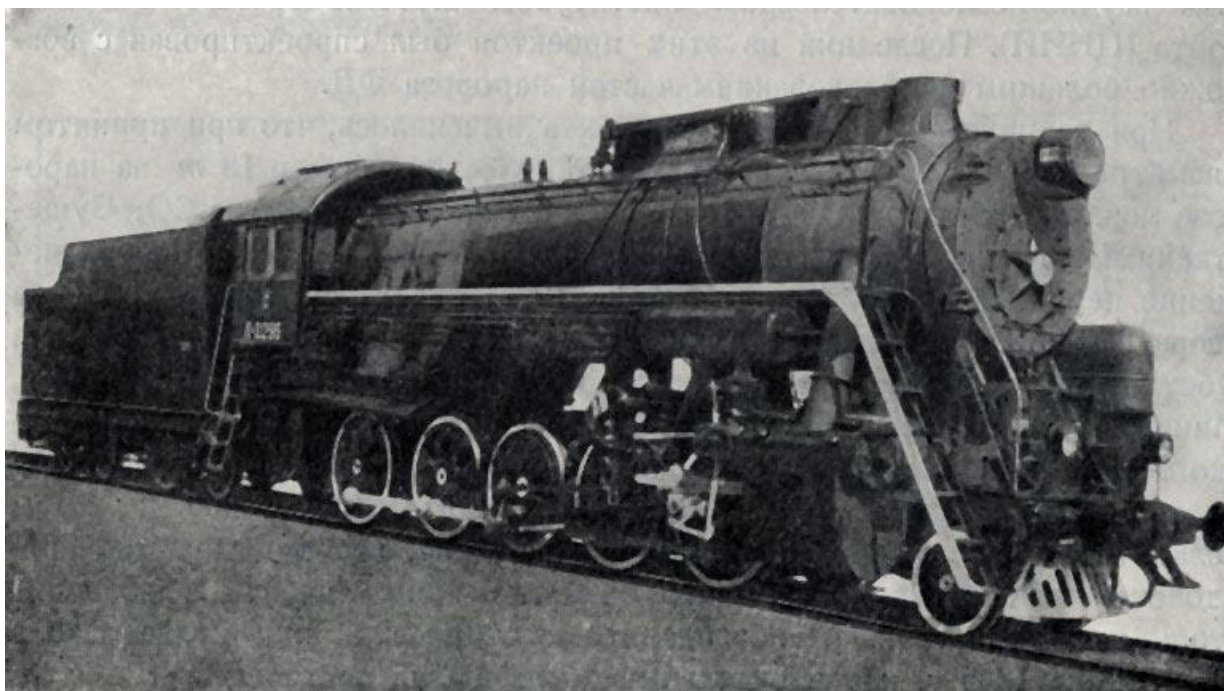
При технической разработке проекта выяснилось, что при принятом диаметре колес 1500 мм и нагрузке от колесной пары в 18 т на паровозе может быть размещен котел большей мощности, чем на СО. Существенным отличием проектов Коломенского з-да и ЦНИИ было размещение передней гибкой опоры топки. В проекте Коломенского з-да эта опора размещалась позади, а в проекте ЦНИИ - впереди четвертой оси. Обсуждение проектов продолжалось до конца 1944 г., а в марте 1945 г. Министерство транспортного машиностроения, приняв проект Коломенского з-да, поручило заводу построить опытный образец паровоза. Завод в это время занимался исключительно ремонтом паровозов и чтобы наладить строительство совершенно нового типа, необходимо было преодолеть большие трудности. Это не могло приостановить выполнение столь важной задачи, и благодаря настойчивости коллектива завода к сентябрю 1945 г. первый опытный образец был построен.

Паровоз, получивший вначале серию П-32, был отправлен на опытное кольцо, где был показан министру путей сообщения Л. М. Кагановичу и министру транспортного машиностроения В. М. Малышеву. К этому времени в СССР уже прибыло большое количество паровозов Еа иностранной постройки, и в порядке дискуссии возник вопрос о продолжении строительства их на советских заводах. В итоге было решено провести параллельные испытания паровозов Е^а и П-32. Опыты проводились с двумя паровозами П-32: тяговые - с номером 2 и путевые - с номером 1 (в районе станции Тихорецкая Северо-Кавказских ж. д.) и были закончены к марту 1946 г. Путевые испытания показали не совсем удовлетворительную работу передней тележки. Последнее, однако, не могло происходить от ее конструктивных недостатков, так как на паровозе П-32 применена тележка того же типа, что и на паровозах ФД и СО. Дело заключалось в том, что под этот паровоз была подкачена готовая тележка, взятая с паровоза СО и находящаяся в

неудовлетворительном состоянии (в особенности ее возвращающее устройство). По уравниванию паровоза результаты оказались удовлетворительными. Сравнительные тяговые испытания второго паровоза П-32 и Е^а оказались весьма благоприятными для первого. Паровоз П-32 оказался и мощнее и экономичнее, чем Е^а. Таким образом, вариант принятия для массовой постройки паровоза Е^а отпал, и к августу 1946 г. конструкторский отдел завода произвел корректировку рабочих чертежей для серийного производства.

В том же 1946 г. началась массовая постройка паровозов П-32. Первые построенные паровозы были направлены на ближайшую к заводу железную дорогу (Московско-Рязанскую), что для завода представляло большое удобство со стороны возможности наблюдения за их работой и накопления полезного опыта, учитываемого при последующих постройках паровозов. Результаты взвешивания, произведенного в ноябре-декабре 1946 г., показали, что паровозы П-32 первого выпуска имели сцепной вес около 94,5 *t* вместо проектных 91 *t*. Зимой 1946-1947 г. завод приступил к работе по облегчению паровоза П-32. Были по возможности облегчены рама, котел, площадки и прочее. К апрелю 1947 г. заводу удалось понизить сцепной вес выпускаемых паровозов до 90 *t* и даже ниже, при общем весе паровоза не выше 103 *t*. При взвешивании одного из паровозов было обнаружено, что нагрузка от ведущей колесной пары упала до 16-15,5 *t*. При исследовании причины столь нежелательного перераспределения нагрузок удалось выяснить, что главное строение паровоза, подвешенное на рессорах, занимает несколько высокое и не совсем горизонтальное положение, причем возвышение передней части паровоза над задней доходило в отдельных случаях до 20 *мм*. Дальнейшее исследование позволило установить, что при изготовлении рессор допускалась завышенная их кривизна в свободном состоянии. При этом в собранном рессорном подвешивании получались сильные перекосы балансиров между ведущей и четвертой спаренной колесной парой. Приходилось производить выравнивание балансиров подкладками. После приведения изготавливаемых рессор к проектной кривизне указанные явления были устранены. Колеса применены дискового типа, без заливки противовесов свинцом.

Ввиду хороших тяговых и эксплуатационных качеств новых паровозов 1-5-0 Коломенского з-да, установленных за истекший полуторагодичный период, приказом Совета Министров от 14 января 1947 г. им была присвоена серия Л, по имени их главного конструктора Л. С. Лебединского (фиг. 31). В том же 1947 г. работа Л. С. Лебединского была удостоена Сталинской премии. Одновременно Советом Министров паровоз Л был утвержден к дальнейшей массовой постройке. Часть котлов для этих паровозов изготавливается Ижорским з-дом. Тендеры частично строятся Брянским з-дом.



фиг.31 Паровоз Л

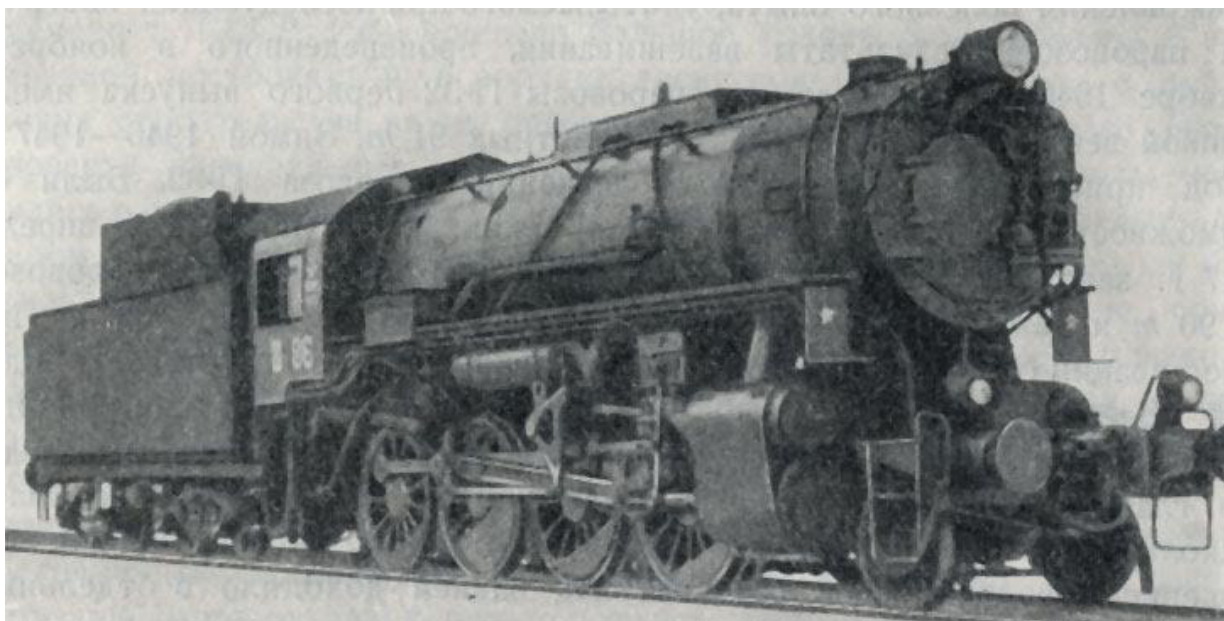
Характеристики паровоза Л приведены в табл. 14.

Таблица 14 Характеристики паровозов 1-5-0 Л

Серия	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атмос	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
Л первого выпуска	650	800	1500	14	222	114	6	94,5	107,5
Л серийной постройки	650	800	1500	14	222	114	6	90	103

13. Паровозы 1-4-0 ША и 1-5-0 серии 52

Во время Великой Отечественной войны на железные дороги СССР поступило некоторое количество товарных паровозов 1-4-0 ША^А (фиг. 32) и 1-5-0 серии 52.



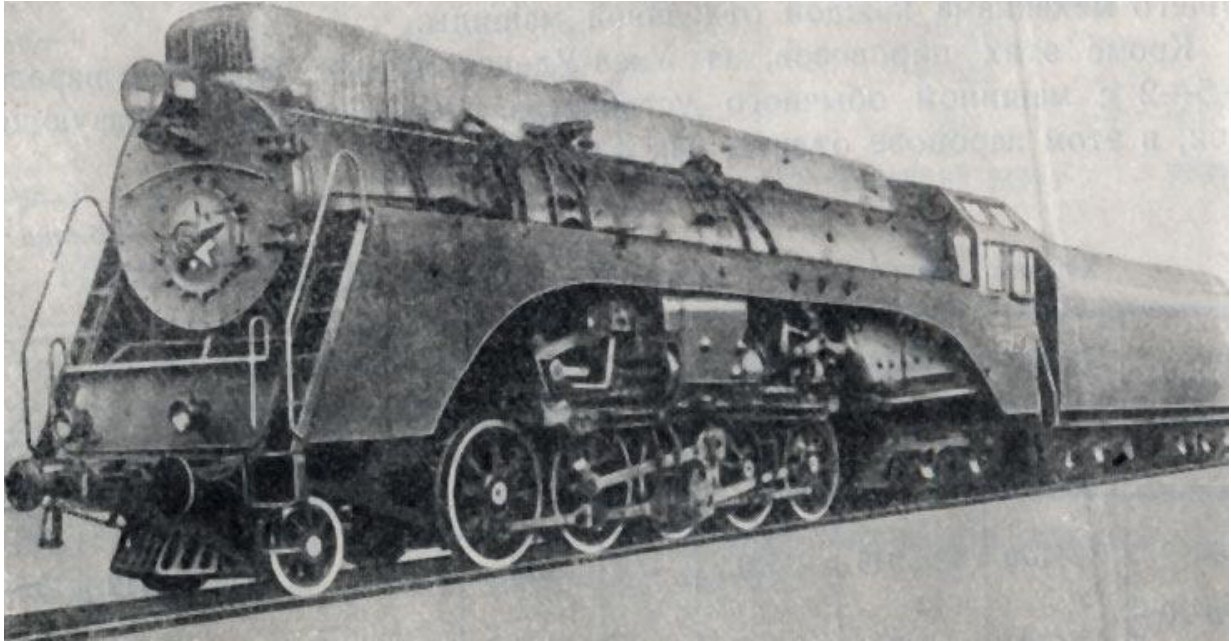
фиг.32 Паровоз 1-4-0 ША и 1-5-0 серии 52

Паровозы этих серий строились на зарубежных заводах с 1942 по 1944 г. Характеристики их приведены в табл. 15.

Таблица 15 Характеристики паровозов 1-4-0 Ш^А и 1-5-0 52

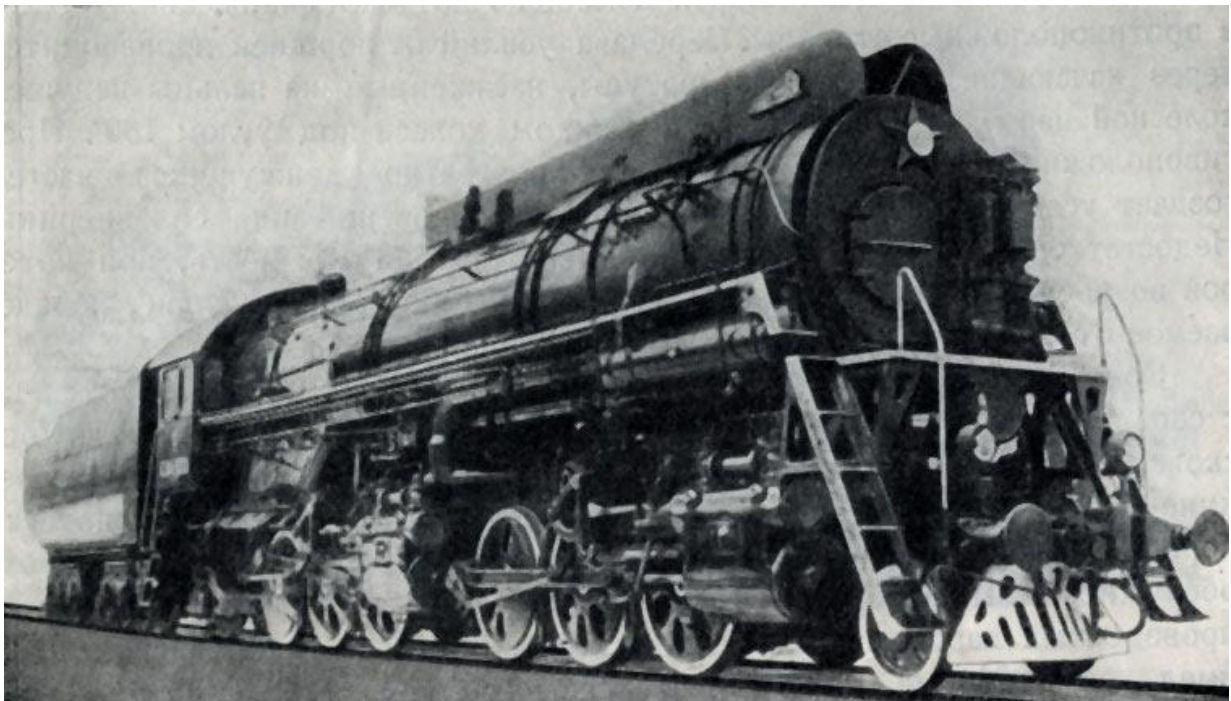
Тип и серия	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атм	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
1-4-0 Ш ^А	482	660	1448	15,8	165	45	3,8	64,0	74
1-5-0 52	600	660	1400	16	178	64	3,9	75,0	86

14. Опытные паровозы 1-5-2 Ворошиловградского завода и 1-3-0 + 0-3-1 Коломенского завода



фиг.33 Паровоз 1-5-2 Ворошиловградского завода

В конце 1948 г. и в начале 1949 г. было построено по одному опытному экземпляру паровозов обоих типов. Общий их вид представлен на фиг. 33 и 34, а характеристики даны в табл. 16.



фиг.34 Паровоз 1-3-0+0-3-1 Коломенского завода

В паровозе 1-5-2 Ворошиловградского з-да применена совершенна оригинальная машина. Цилиндры расположены в середине рамы и вынесены кверху. В обоих цилиндрах помещено по два поршня, движущихся в противоположные стороны. Передача усилий от

поршней производится через качающиеся рычаги и шатуны, насаженные на пальцы ведущей колесной пары, расположенные в каждом колесе под углом 180° . Противоположно направленное движение возвратно движущихся частей создает условия наиболее совершенного уравнивания сил инерции. Недостатком этой машины является некоторая ее сложность, при которой возросло число шарниров, воспринимающих полное усилие, передаваемое от поршней, а также удлинились паропроводы.

Сочлененный паровоз 1-3-0 + 0-3-1 П-34 Коломенского з-да с середины февраля 1949 г. находится в рядовой эксплуатации на Московско-Курской ж. д. и работает совместно с паровозами ФД. К середине апреля того же года паровоз сделал пробег 12 000 км и показал хорошие качества. Увеличение веса состава по сравнению с составом, обслуживаемым паровозом ФД, достигло 30%. Наибольший состав, проведенный паровозом в зимних условиях по Московско-Курской ж. д., имел вес 3200 т, а по Московско-Рязанской ж. д. - 3500 т. По экономии топлива паровоз этого типа превзошел паровоз ФД благодаря высокому перегреву, большей силе тяги и хорошему беспарному ходу, осуществляемому перепускными приборами новой конструкции. По свидетельству паровозных бригад, паровоз отличается плавным ходом и хорошим движением в кривых. Шаровые соединения паропроводов впускных и выпускных, после их доводки на специальном стенде, работают вполне удовлетворительно. Паровоз имеет много взаимозаменяемых частей с паровозом 1-5-0 Л (колесные пары, передняя тележка, буксы, часть дышел, плавающие втулки, детали рессорного подвешивания, тормоза, арматура и ряд других узлов). Топка не имеет камеры догорания, и, несмотря на это, развеска котла по движущим тележкам выполнена вполне удовлетворительно. Нагрузка от колесной пары на рельсы достигает 19,5 т, при общем весе паровоза в рабочем состоянии 147 т.

В паровозах сочлененного типа исключена возможность использования преимуществ многоцилиндровых паровозов по уравниванию, но хорошее уравнивание достигается здесь за счет облегчения движущего механизма каждой отдельной машины.

Кроме этих паровозов, на Улан-Уденском з-де построен паровоз 1-5-2 с машиной обычного устройства. Оба цилиндра, образующие блок, в этом паровозе отлиты как одно целое.

Таблица 16 Характеристики паровозов 1-5-2 и 1-3-0+0-3-1

Тип паровоза	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атмос	Поверхность нагрева m^2		Площадь колосниковой решетки m^2	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
1-5-2	2X520	4X645	1500	17	324	184	8,2	112	16,25
1-3-0+0-3-1	4X500	800	1500	14	282	147	7,8	117	147,0

15. Опытные характеристики товарных паровозов

Общая сравнительная оценка товарных паровозов, рассмотренных в этой главе, прошедших через цикл опытов, приведена в табл. 17.¹

Таблица 17 Общие опытные характеристики товарных паровозов²

Тип и серия	z_m кг/м ² • час	v км/час	$N_{k(max)}$ л.с.	η %	Топливо	
					род	Q^P_H
0-4-0 O ^B	45	30	560	5,2	мазут	9900
0-4-0 O ^O	45	20	500	4,6	"	9900
0-4-0 O ^П	40	30	480	5,2	брикет	7750
0-4-0 O ^Ч	40	30	600	-	уголь	-
0-4-0 Ы	45	60	1020	6,5	мазут	10200
1-4-0 Щ	40	40	670	4,8	уголь	7700
1-4-0 Щ ^П	40	40	620	6	брикет	7750
1-4-0 Щ ^Ч	45	40	1130	8,7	мазут	9810
0-5-0 Э	55	40	1260	6,8	"	10030
0-5-0 Э ^Г	55	40	1300	-	"	-
0-5-0 Э ^У	50	40	1320	6,2	75% АРШ+25%ПЖ	6549
0-5-0 Э ^М	50	40	1250	6,5	75% АРШ+25%ПЖ	6247
0-5-0 Э ^Р	55	40	1360	5,7	75% АРШ+25%ПЖ	6433
1-5-0 Е ^Ф	55	30	1420	6,1	Ек.-Донецкий уголь	7200
1-5-0 Е ^А	65	40	1850	5,4	Г	6820
1-5-0 Е ^{ПФ}	40	70	1690	7,4	50%ПЖ+50%АРШ	6930
1-5-0 СО 17	55	40	1760	6,7	75% АРШ+25%ПЖ	6640
1-5-0 СО 19	55	30	1510	7,4	75% АРШ+25%ПЖ	6337
1-5-0 52	50	30	1090	-	уголь	-
1-5-0 ПТ 31	55	80	2070		уголь	
1-5-1 ФД	65	50	2600	6,9	Д	5613
0-3-0+0-30 Θ ^Ч	45	20	970	6,9	Ек.-Донецкий уголь	7200

¹(Таблица составлена доц. Б. А. Павловым.)

²(Мощности соответствуют расчетным z_m .)

В ней даны значения наибольших касательных мощностей $N_{k(max)}$ при определенных режимах работы [расчетных форсировках z_m и скоростях v , отвечающих $N_{k(max)}$].

Приводимые коэффициенты полезного действия не могут, однако, явиться критериями, определяющими качество паровозов, так как часть их испытывалась на угле, а часть - на мазуте.

Пассажирские паровозы

16. Общий обзор

Главнейшее значение в пассажирских перевозках СССР имеет железнодорожный транспорт. Около 95% всех пассажиров пользуются железными дорогами. Отечественные четырехосные пассажирские вагоны, обращающиеся в поездах дальнего следования, по продуманности своего внутреннего устройства и удобствам для пассажиров, а также по плавности хода всегда были лучшими в мире. Вместе с этим они имеют и наибольший вес. В среднем на одно пассажирское место приходится 0,6-0,7 т веса, что почти вдвое превышает тот же вес заграничных вагонов, не приспособленных для лежания. Поэтому необходимость водить тяжелые пассажирские поезда сказалась у нас раньше, чем в других странах. Уже в девяностых годах прошлого столетия начался переход к пассажирским паровозам с тремя спаренными колесными парами.

До 1907 г. пассажирский паровозный парк российских железных дорог в основном состоял из паровозов двукратного расширения, работающих насыщенным паром, типов 2-2-0, 1-3-0 и 2-3-0 серий П, Н, А и др., которые обслуживали пассажирские поезда весом 300-400 т. С 1907 по 1910 г. происходил значительный рост пассажирского движения, и управления железных дорог вынуждены были увеличивать составы пассажирских поездов. Так как развиваемая мощность пассажирских паровозов была недостаточной для вождения таких составов, то приходилось применять двойную тягу, что было экономически невыгодно. Большинство железных дорог было вынуждено пополнить наличный парк новыми, более мощными паровозами.

Почти все паровозостроительные заводы страны были привлечены к строительству более мощных пассажирских паровозов. Наиболее передовыми заводами было разработано много разнообразных проектов.

Так как значительная часть сети железных дорог находилась в руках частных обществ и каждая дорога могла устанавливать новый тип паровоза по своему усмотрению, то вновь построенные паровозы принадлежали ко многим совершенно различным типам.

Среди типов паровозов, созданных в соответствии с наиболее прогрессивными идеями паровозостроения, вскоре начали довольно четко вырисовываться две обособленные группы. Одна из них была построена на основании следующего принципа. Железнодорожный путь, представляющий главнейшую часть капиталовложения дороги и имевший тогда на подавляющем большинстве дорог слабое верхнее строение, требовал для поддержания его в исправном состоянии весьма больших затрат.

Отсюда главнейшей заботой при построении паровозов этой группы было получение от них возможно более плавного хода и наименьшего воздействия на путь. Наиболее приемлемыми типами пассажирских паровозов, удовлетворяющих этим условиям, могли быть только такие, в которых сочеталось наличие передней двухосной тележки с четырехцилиндровой машиной и коленчатой осью. Такие паровозы имели хорошо уравновешенные возвратно-поступательно движущиеся части машины, плавный ход и меньшее динамическое воздействие на путь.

Такая точка зрения разделялась преимущественно частными железными дорогами, среди которых наиболее передовыми были Рязано-Уральская в лице А. Е. Делаacroa и Владикавказская - в лице В. И. Лопушинского.

Другая группа паровозов строилась на ином принципе. Его сторонники считали, что быстроходные паровозы большой мощности будут достаточно хорошо уравновешены и при двухцилиндровой машине одиночного расширения, и вместо двухосной тележки в них можно без ущерба применить сочлененную тележку. За счет экономии в весе от применения более легких машин и использования поддерживающей колесной пары позади движущих колесных пар, при том же весе паровоза можно осуществить котел большей паропроизводительности, имеющий широкую топку большого объема. Эту точку зрения, в лице профессора Н. Л. Щукина, разделяло Управление казенных железных дорог. Вопрос о преимуществах той и другой группы паровозов в то время считался открытым.

Представителями первой группы паровозов явились:

- 2-3-0 У и У^у, с четырехцилиндровой машиной двойного расширения, по проекту Путиловского з-да, строившиеся с 1907 по 1912 г. для Рязано-Уральской ж. д. (фиг. 59, 60);
- 2-3-1 Ъ^х, полутанк с четырехцилиндровой машиной двойного расширения, по проекту Харьковского з-да, построенные в 1908 г. для Рязано-Уральской ж. д. (фиг. 79);
- 2-3-1 Л^п, с четырехцилиндровой машиной одиночного расширения, по проекту Путиловского з-да, строившиеся с 1915 по 1926 г. для Владикавказской и Октябрьской ж. д. (фиг. 67);
- 2-4-0 М, с трехцилиндровой машиной одиночного расширения, заказа НКПС, по проекту завода "Красный Путиловец", строившиеся с 1926 по 1928 г. (фиг. 70).

Вторую группу составляли паровозы:

- 1-3-1 С, по проекту Сормовского з-да, строившиеся с 1911 по 1918 г. для казенных железных дорог (фиг. 61);
- 1-3-1 С^в, по проекту Коломенского з-да, построенные в 1914 г. для Варшавско-Венской ж. д. (фиг. 62);
- 1-3-1 С^у, по проекту Коломенского з-да, являющиеся основным типом советского пассажирского паровоза; строятся с 1925 г. по настоящее время (фиг. 63-66);
- 1-4-2 ИС, строившиеся с 1932 по 1941 г., представляющие собою самые мощные советские пассажирские паровозы (фиг. 71).

Промежуточное положение между вышеуказанными группами занимали довольно многочисленные паровозы 2-3-0 с двухцилиндровыми машинами: Б, К, К^у (фиг. 55-58) и др. (1908-1912 гг.), которые, получив свое завершение в наиболее удачном паровозе К^у (фиг. 58), дальнейшего развития иметь не могли вследствие невозможности осуществить для них котлы с большой паропроизводительностью, имеющие широкие топки для сжигания низкосортных углей. Впоследствии сочетание двухосной тележки с двухцилиндровой машиной одиночного расширения нашло применение в быстроходных паровозах 2-3-2 по проектам Коломенского и Ворошиловградского з-дов (фиг. 72-74).

			а ати	яюща я повер хност ь нагре ва, м ²	гревателя , м ²	иковой решет ки, м ²	число цили ндро в, мм	, м	ущих коле с, мм	хност и нагре ва к обще му весу в работ ем состо янии	иковой решет ки к общем у весу в работе ем состо янии	хност и нагре ва к объем у цилин дров
2-3- 0 У ^у	76	49	14	153	39	2,8	2X41 0	650	1730	2,53	0,037	0,373
-							2X58 0					
1-3- 1 С	76	48	13	207	52	3,8	2X55 0	700	1830	3,42	0,05	0,808

Количество квадратных метров полной поверхности нагрева котла, приходящихся на единицу полезного объема цилиндров на паровозе С, более чем вдвое превышает то же количество на паровозе У^у.

Сравнение обоих паровозов по машине и по котлу по результатам опытов, произведенных в 1913 г. на Николаевской ж. д., характеризуется следующими данными. По удельному расходу нормального пара (т. е. приведенного по теплосодержанию к 640 кал) на касательную л. с./час, при наивыгоднейшем наполнении, четырехцилиндровая машина двойного расширения имела преимущества перед двухцилиндровой только для скоростей до 60 км/час. (Для У^у - 8,2 кг и для С - 9,5 кг). При 80 км/час обе машины работали почти одинаково экономично (У^у - 9 кг и С - 9,1 кг), а при 100 км/час превосходство оказалось на стороне простой машины (У^у-10,2 кг и С-9,1 кг). Таким образом, машина паровоза С оказалась более быстроходной и более экономичной при больших скоростях.

В связи с последним обстоятельством интересно привести ряд наблюдений, сделанных во время нескольких опытных поездок на паровозах У^у, с большими наполнениями, при нефтяном отоплении*.

*(Вестник инженеров, 1915, № 6, стр. 231.)

Поездка № 837. Открытие регулятора 1/10, выпуск 50%, скорость приблизительно 80 км/час. 6 час. 55 мин. - отправление; 7 час. 12 мин. - вода у нижней гайки; 7 час. 20 мин. - сильная копоть, падение скорости до 69 км/час. Падение давления с 14 до 12 ати. На 5 мин. закрывают регулятор, тем не менее пара нехватает, и в 7 час. 31 мин. поездка прекращена из-за падения давления.

Поездка № 839. Открытие регулятора полное; выпуск 50%, скорость приблизительно 50 км/час. 1 час 50 мин. - отправление; 2 часа 33 мин. - вода все время у гайки; качают беспрерывно; давление в котле 12,5 ати; 2 часа 35 мин. - качают в два инжектора; нижний пробный кран дает пар; давление 12 ати. 2 часа 37 мин. - давление в котле 10 ати. Поездка прекращена.

Столь однообразная картина характеризовала и остальные поездки на этом паровозе.

Совершенно по-иному протекала работа паровоза С.

Приводим наблюдения, взятые из поездки № 777.* Открытие регулятора полное, наполнение 30%:

Время	Скорость, км/час	Давление, ати
4 часа 3 мин.	118	13,6
4 " 6 "	117	13,2
4 " 10 "	120	13,7
4 " 12 "	120	13,0
4 " 15 "	120	13,3
4 " 19 "	120	1,03

**(Непосредственные данные опытов 1-го цикла с паровозом С 20, 1916, стр. 84-85.)*

Повышенным удельным расходом пара при высоких скоростях машина паровоза У^у, между прочим, невыгодно отличалась и от машины первоначального типа 2-3-0 У без перегрева, которая была быстроходнее.

Сторонники четырехцилиндровых паровозов объясняли неудовлетворительные результаты опытов с паровозом У^у всецело недостатками, присущими именно этой серии, утверждая, что "результаты опытов отнюдь не дают оснований опорочить этот тип как таковой".*

**(Вестник инженеров, 1915, № 6, стр. 231.)*

Приводя далее в защиту этого паровоза ряд соображений его авторов М. В. Гололобова и А. С. Раевского, сторонники этого типа заявляли, что они и не хотели делать его быстроходным, а, наоборот, подчеркивали, что в данном случае проектируется паровоз для тяжелой пассажирской службы.*

**(Опыты 1912-1914 гг. на Николаевской ж.д., т. I, 1925, стр. 210.)*

При скоростях до 70 км/час паровоз У^у являлся наиболее экономичным из всех действовавших тогда пассажирских паровозов, причем эта экономия при отоплении нефтью на затяжных подъемах составляла против паровозов К^у и Б около 23%, а против паровоза С-26%. Для больших скоростей паровоз У^у совершенно непригоден*. При умеренных и малых скоростях четырехцилиндровая машина с коленчатой осью не позволяет использовать всех ее преимуществ.

**(Опыты 1912-1914 гг. на Николаевской ж. д., т. I, 1925, стр. 409.)*

При выборе типа пассажирского паровоза большое влияние оказывал род топлива, на которое рассчитывались оба паровоза. Из них паровоз У^у проектировался на нефтяное топливо, а паровоз С, имеющий большую колосниковую решетку, - на угольное. А так как уголь как по стоимости, так и по добываемым ресурсам и сейчас является основным видом

топлива, потребляемым на железных дорогах, то паровоз У^у и с этой стороны не мог найти на нашей сети широкого применения. Паровозы С, наоборот, получили самое широкое распространение на наших железных дорогах.

Стоимость постройки сложных паровозов, при равной мощности, была примерно в полтора раза выше.

Этот пример дает возможность еще раз отметить правильность взгляда Н. Л. Щукина и его сторонников, заслуга которых заключалась не только в создании наиболее рационального типа пассажирского паровоза российских железных дорог, но и в предвидении пути его дальнейшего развития на много десятилетий вперед. Паровозы 1-3-1 строятся у нас и по настоящее время, т. е. уже почти сорок лет.

Отсюда видно, насколько крупным событием являлся переход от паровоза типа 2-3-0 к типу 1-3-1, сделавшему дальнейшую судьбу типа 2-3-0 совершенно бесперспективной. Если бы не был осуществлен паровоз типа 1-3-1 и паровозники исключительно занимались бы усовершенствованием паровозов типа 2-3-0, то это привело бы пассажирский паровозный парк к преждевременному моральному устарению. В связи с этим представляют интерес высказывания некоторых специалистов - сторонников сложных четырехцилиндровых паровозов.

Например, в историческом очерке развития тех типов паровозов, которые прошли через опыты в 1912-1914 гг. на Николаевской ж. д., в томе 1, на стр. 19, сказано следующее: "употребление паровозов С, например, на Московско-Курской железной дороге с крутыми кривыми на нефти представляется мне технической ошибкой. В царские времена она объяснялась увлечением этими паровозами Н. Л. Щукина, который всю власть товарища министра употреблял на распространение паровозов С".

Далее в той же монографии, на стр. 210, мы читаем: "при нашем слабом верхнем строении паровозы с уравновешенной машиной* заслуживают особого внимания. Сверх того, совместное применение системы компаунд с перегревом дает право ожидать от паровозов У^у и значительной экономии в топливе. Всё это заставляло нас в 1913 г. видеть в серии У^у вероятный тип ближайшего будущего".

** (Здесь может возникнуть представление, будто только четырехцилиндровая машина с коленчатой осью является уравновешенной. В действительности двухцилиндровая машина также является уравновешенной (прим. автора).)*

На 23 совещательном съезде тяги в 1923 г. один из сторонников четырехцилиндровых паровозов заявил, что "если делать упрек вообще паровозам сложной конструкции с четырьмя цилиндрами, то значит раз навсегда отказаться вообще от каких бы то ни было успехов в паровозостроении".*

** (Труды 23-го совещательного съезда тяги в 1923 г., стр. 159.)*

Второй пример соревнования обеих групп можно видеть в сопоставлении паровозов 2-3-1 Л^л и 1-3-1 С^с.

Характеристики обоих паровозов приведены в табл. 19. Они позволяют видеть значительное превосходство котла паровоза Л^л над котлом паровоза С^с по поверхности

нагрева, но это превосходство получено за счет трубчатой части, а не за счет топки, которая несколько больше на паровозе С^у. Поверхность нагрева топки составляет на паровозе Л^п 6,6% от всей испаряющей поверхности нагрева, а на паровозе С^у-9,4%.

Паровозы Л^п проектировались специально на нефтяное топливо, а паровозы С^у - на угольное. Развить топку достаточного объема даже для нефти на паровозе Л^п не удалось, вследствие ограничения в весе, который мог быть передан на заднюю тележку без риска превысить нагрузку, передаваемую от колесной пары этой тележки на рельсы.

Недостаточность объема топки дала себя чувствовать с первых дней службы паровозов Л^п, т. е. еще во время первой показательной поездки 30 апреля 1915 г. от Петрограда до Окуловки и обратно, о результатах которой будет сказано далее.

Таблица 19 Сравнительные характеристики паровозов Л^п и С^у

Тип паровоза	Котел					Машина		Экипаж	Вес в рабочем состоянии т	
	давление пара, атм	водяная поверхность нагрева, м ²	поверхность пароперегревателя, м ²	площадь колосниковой решетки, м ²	объем топки, м ³	диаметр и число цилиндров, мм	ход поршня, м	диаметр движущих колес, мм	общий	сцепной
2-3-1 Л ^п	12	271	85	4,65	7,6	2Х460	650	1840	97	52
1-3-1 С ^у	13	197	73	4,73	8,0	2Х575	700	1850	85	54

При отоплении нефтью котел паровоза С^у оказался экономичнее котла паровоза Л^п на 6-7%. Средний температурный перепад газов в трубчатой части котла, отнесенный к сжиганию одинакового количества топлива в обоих паровозах, при опытах был примерно одинаков*. А так как теплоемкости газов сгорания в обоих случаях почти не отличались, то можно вывести заключение, что передняя часть поверхности нагрева труб, удлиненных в паровозе Л^п против С^у на 200 мм, использовалась недостаточно эффективно, тем более, что общее число труб на паровозе Л^п больше, чем на С^у.

**(Р. П. Гриненко, Результаты опытов над паровозами типа 1-3-1 Су и 2-3-1 Л. Непосредственные данные опытов, стр. 76-85 и 104-118.)*

Этот пример лишней раз подтверждает правильность вывода, сделанного акад. С. П. Сыромятниковым на основании глубокого анализа теплового процесса паровозного котла, о бесполезности развития его поверхности нагрева за счет удлинения трубчатой части.

В данное время установлено, что четырехцилиндровая машина одиночного расширения, вследствие возрастания в ней потерь, расходует в среднем на 8,5% пара больше, чем двухцилиндровая. Расход же пара машиной паровоза Л^п превышает расход машиной паровоза С^у почти на 30%.

Поэтому следует считать, что машина паровоза Л^п, несмотря на целый ряд весьма положительных ее качеств, как спрямление каналов, хорошее развитие впускной и выпускной системы и пр., - оказалась малоэкономичной.

Приводимые нами данные базировались исключительно на результатах научно поставленных опытов. О результатах регулярной эксплуатации паровозов Л^п на Московской линии Октябрьских железных дорог совместно с паровозами С^у с 1924 по 1936 г. будет подробнее сказано ниже.

Следовательно, и в данном примере преимущество осталось за двухцилиндровой машиной.

Последнюю попытку применения на наших дорогах паровозов с трехцилиндровой машиной в сочетании с двухосной передней тележкой мы видим в трехцилиндровых паровозах 2-4-0 М (фиг. 70).

Попытка эта, как известно, была наиболее неудачной. Впоследствии паровозы М были значительно улучшены путем переделки их машин на двухцилиндровые М^р.

Развитие паровозов с двухцилиндровой машиной привело к весьма совершенному паровозу 1-4-2 ИС (фиг. 71).

Чтобы судить о мощности этого паровоза, в табл. 20 приводятся сравнительные характеристики его с паровозами С и С^у.

В последнем примере нельзя сделать параллельного сравнения обоих паровозов (М и ИС) вследствие их резкого различия. Тип паровоза 1-4-2 значительно превосходит тип 2-4-0, так как в нем возможно размещение большей топки.

Таблица 20 Сравнительные характеристики паровозов С, С^у и ИС

Тип паровоза	Котел					Машина		Экипаж общий	Вес в рабочем состоянии <i>t</i> сцепной
	давление пара <i>ати</i>	водяная поверхность нагрева, <i>м²</i>	поверхность пароперегревателя, <i>м²</i>	площадь колосниковой решетки, <i>м²</i>	диаметр и число цилиндров, <i>мм</i>	ход поршня, <i>м</i>	диаметр движущих колес, <i>мм</i>		
1-3-1 С	13	207	52	3,8	2X550	700	1830	76	48
1-3-1 С ^у	13	197	73	4,73	2X575	700	1850	85	54
1-4-2 ИС	15	295	139	7,03	2X670	770	1850	133	80

Из приведенных сравнений нельзя все же сделать окончательного вывода о том, что трех- и четырехцилиндровые паровозы являются вообще малоэкономичными, так как этих типов паровозов у нас было спроектировано немного, и мы имели по ним значительно меньший опыт, чем по двухцилиндровым, подвергавшимся непрерывному совершенствованию.

Вышеуказанные теплотехнические недостатки трех- и четырехцилиндровых паровозов могли являться следствием случайных причин и недостатков отдельных конструкций.

Со стороны же рельсового пути и мостов выгоды от обращения по ним четырехцилиндровых паровозов практически не ощутимы, так как на износ пути и мостов оказывает влияние множество других причин, совершенно поглощающих указанные выгоды.

Известно, например, что от общего числа пар поездов - пассажирские поезда в среднем составляют около 10%. В свою очередь - три спаренных колесных пары пассажирского паровоза составляют 4-5% общего числа колесных пар всего поезда. Следовательно, общее число спаренных колесных пар пассажирских паровозов, пропускаемых по железнодорожному пути, едва составляет 0,5% от общего числа колесных пар всех поездов, т. е. величину самую незначительную.

Например, промежуток времени работы паровозов Л^п на Октябрьской ж. д. не был службою пути отмечен со стороны какого-либо сокращения расходов по содержанию и ремонту верхнего строения пути и мостов.

Испытания, которые производились в 1924 г. на Октябрьских ж. д. с паровозами Л^п и С при наивысших скоростях, для определения воздействия их на пролетные строения трех испытываемых мостов показали, что по величине динамических коэффициентов напряжений паровоз Л^п не обнаружил преимуществ перед паровозом С.*

**(И. М. Рабинович, инж., "О динамическом воздействии некоторых типов паровозов на пролетные строения мостов по данным специальных динамических испытаний, произведенных бюро в 1924 году", Труды НКПС, вып. 13, Пятый сборник бюро инженерных испытаний, 1925.)*

Наблюдения показывают, что вредное вертикальное воздействие на путь оказывает задняя поддерживающая колесная пара при длинной базе и в особенности не сбалансированная с остальной системой рессорного подвешивания. С этой стороны паровозы Л^п, а также С^у по воздействию на путь были менее благоприятны, чем паровозы С. Автору неоднократно приходилось наблюдать исключительно сильные удары задней поддерживающей колесной пары о крестовины и на стыках при езде на паровозах Л^п с высокими скоростями. Таких ударов в паровозах С никогда не наблюдалось.

При скоростях порядка 120 км/час двухцилиндровая простая машина допускает вполне хорошее уравнивание, что и наблюдается в лучших наших пассажирских паровозах С и С^у, отличающихся весьма плавным ходом. Более того, даже в быстроходных паровозах 2-3-2 Коломенского и Ворошиловградского з-дов, предназначенных для скоростей 160-180 км/час, простая двухцилиндровая машина также нашла применение и показала отличную работу.

Издержки по путевому хозяйству во многом зависят от величины грузооборота, при увеличении которого необходимо производить усиление пути. На износ рельсов, кроме того, в значительной степени влияет состояние бандажей и в особенности наличие выбоин в вагонных колесах.

Остается сделать еще ряд замечаний по поводу типа передней тележки. При выборе нового типа пассажирского паровоза в пояснительной записке Владикавказской ж. д. в 1915 г. было написано следующее: "дороге были известны хорошие качества паровозов типа Прери (речь шла о паровозах 1-3-1С) в отношении мощности и сравнительной легкости конструкции, но она полагала, что сочлененная тележка, которой снабжены эти паровозы, никоим образом не может заменить нормальной двухосной тележки, безусловно необходимой для извилистого пути и больших скоростей (например, более 80 верст в час)".* Мнение это в то время было довольно распространенным, и его отчасти породили некоторые неполадки, замеченные при движении в кривых первых паровозов С. Однако, как было сразу же выяснено, эти дефекты зависели не от типа тележки, а от чрезмерно сильных пружин возвращающего устройства тележки, примененных по первому варианту (3000 кг). С заменой их менее жесткими пружинами (около 470 кг) все дефекты были устранены, и тележка в дальнейшем работала почти безупречно. Тем не менее ряд специалистов продолжал безапелляционно считать сочлененную тележку - тележкой второго сорта, не приводя, однако, в подкрепление этого мнения никаких убедительных данных. Переход к двухосной тележке можно считать вполне обоснованным только для скоростей свыше 130-140 км/час.

** (Владикавказский пасифик, Краткие сведения о новом пассажирском паровозе пасифик типа 2-3-1, 1915, стр. 3.)*

С точки зрения той теории, которую, повидимому, признавали и составители пояснительной записки Владикавказского пасифика 2-3-1, так как находили возможным на нее ссылаться, сочлененная тележка, как показали сравнительные расчеты, которые проделал проф. А. О. Чечотт, в динамическом отношении незначительно уступает двухосной*.

Широкому распространению сочлененных тележек способствовала также длина поворотных кругов во многих депо, лимитирующая длину паровозов.

** (А. О. Чечотт, Еще о Владикавказском пасифике, стр. 16.)*

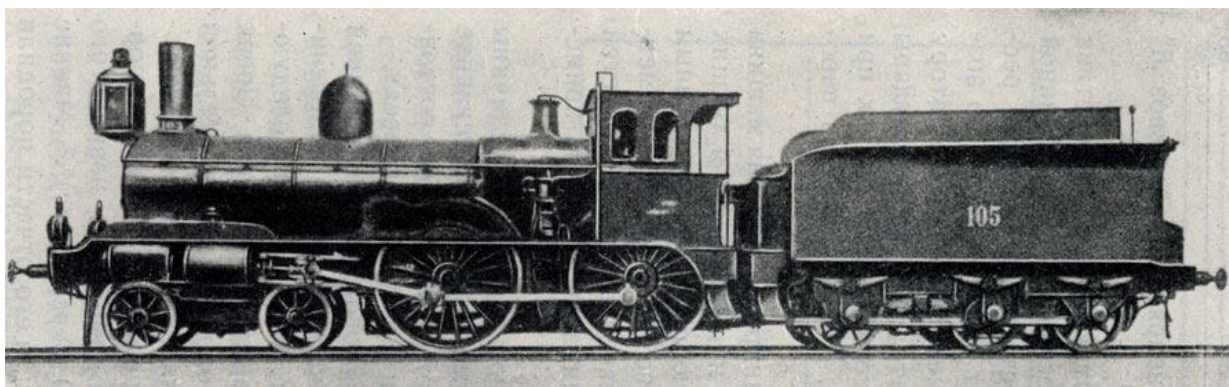
17. Паровозы 2-2-0 П и Дк

Во второй половине девятнадцатого столетия на русских железных дорогах пассажирские поезда обслуживались преимущественно паровозами 1-2-0, близкими по мощности своим современникам - товарным паровозам 0-3-0. Паровозы имели двухцилиндровые машины одиночного расширения.

К девяностым годам тяговые свойства этих паровозов уже перестали соответствовать растущему из года в год пассажирскому движению, и назрела необходимость введения более мощных паровозов.

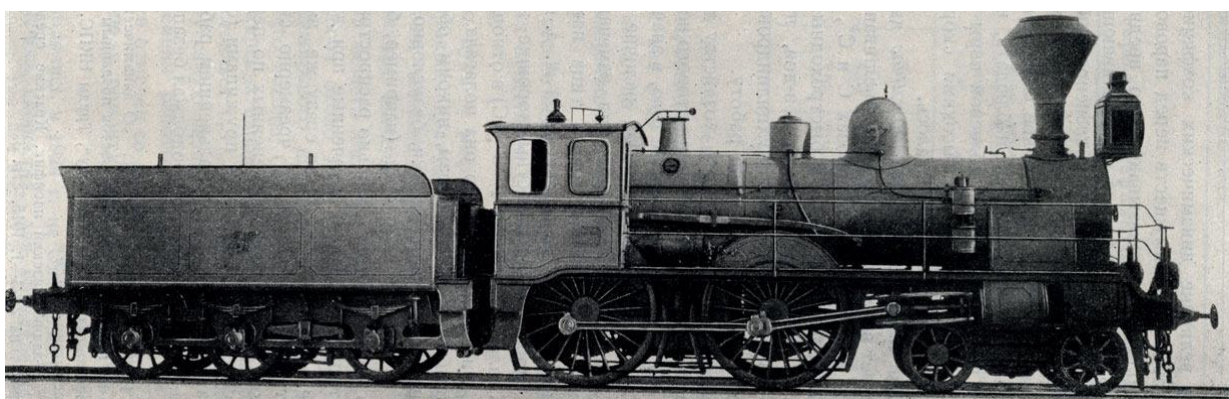
В 1891 г. по инициативе А. П. Бородин и под его руководством для Юго-Западных ж. д. был спроектирован более мощный для того времени пассажирский паровоз 2-2-0 с

четырёхцилиндровой машиной тандем двойного расширения, с передней двухосной тележкой. После всесторонних испытаний первого паровоза этого типа и удовлетворительных результатов работы в эксплуатационных условиях, он был принят для дальнейшей постройки, которая состоялась в Одесских главных мастерских Юго-Западных ж. д. К 1894 г. было построено еще шесть таких паровозов, с внесением в них ряда улучшений (фиг. 35). В этих паровозах впервые в России была применена топка с плоским потолком кожуха. Диаметр движущих колес был принят равным 2000 мм. В то время это был самый быстроходный русский паровоз. До него только старинные паровозы Петербурго-Варшавской ж. д. с одной движущей колесной парой имели диаметр колес 2100 мм. В спарниках паровозов 2-2-0 Юго-Западных ж. д. вместо подшипников были применены бронзовые втулки. При объединении всей группы паровозов 2-2-0 с машинами тандем двойного расширения единой серией П паровозы 2-2-0 Юго-Западных ж. д. получили индекс П^б (Бородин).



фиг. 35 Паровоз Пр

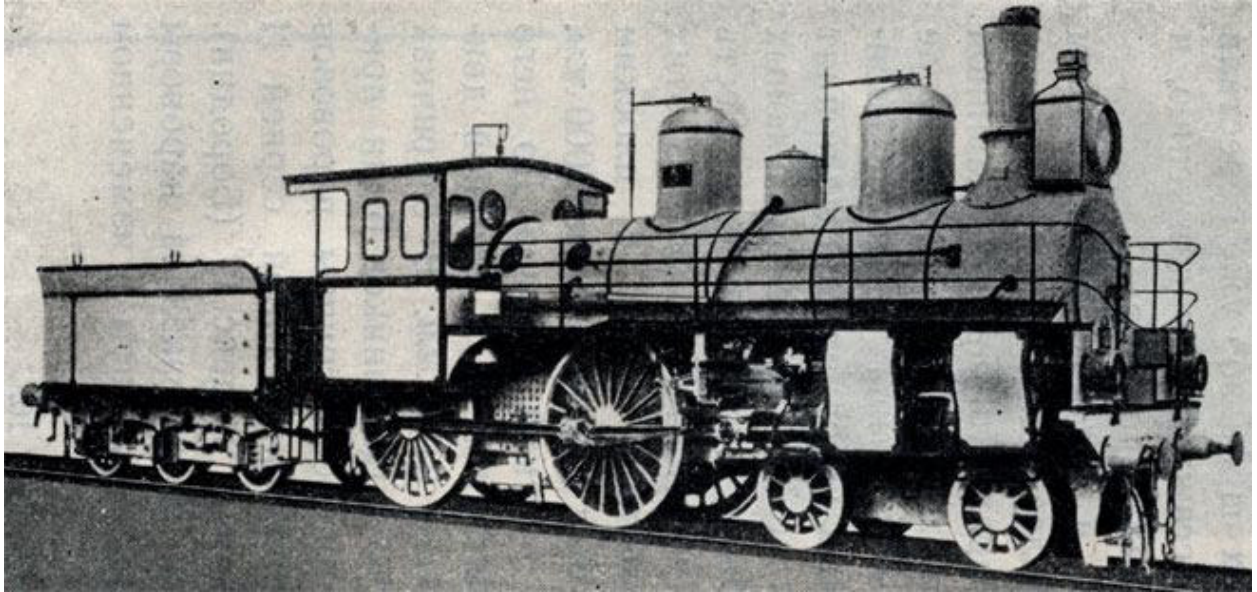
В 1899 г. Московско-Виндаво-Рыбинская ж. д. заказала паровозы того же типа Коломенскому з-ду. В несколько усиленном и измененном виде они были построены с 1897 по 1900 г. в числе 30 шт. и получили серию Пр. Диаметр движущих колес, вследствие утолщения бандажей, был увеличен до 2010 мм (фиг. 36). С 1902 по 1905 г. 12 паровозов П^р были построены Коломенским з-дом для Варшавско-Венской ж. д. на колею 1435 мм.



фиг.36 Паровоз Пр

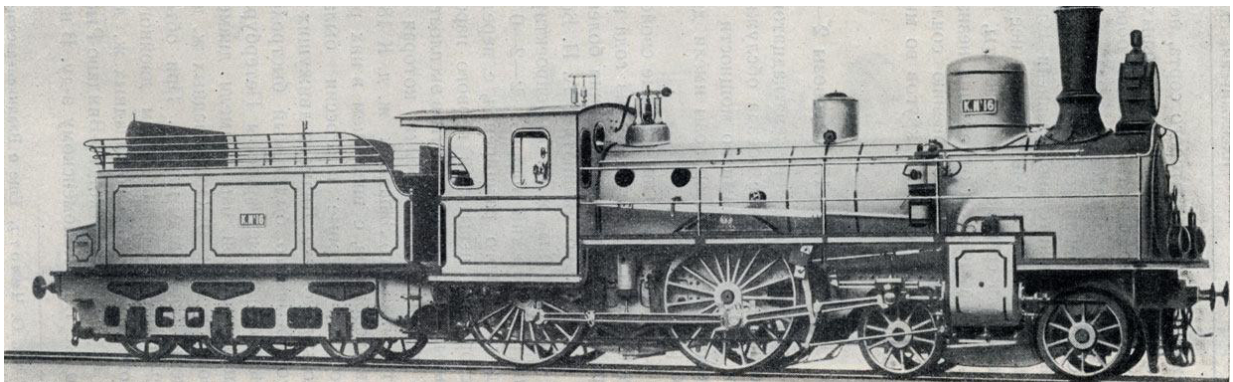
Последняя и улучшенная разновидность паровозов 2-2-0 тандем двойного расширения была спроектирована и построена Путиловским з-дом для Петербурго-Варшавской и Юго-Западных ж. д. Паровозы строились с 1897 по 1902 гг. и получили серию П^п (фиг. 37). За этот промежуток времени все пассажирские и скорые поезда на указанных железных дорогах обслуживались преимущественно паровозами П^п. После начала введения в 1903 г.

на Петербурго-Варшавской ж. д. более сильных пассажирских паровозов с тремя движущими колесными парами серии Н^в, паровозы 2-2-0 П^п, как уступающие им по силе тяги, стали переводиться на второстепенные линии, а также пригородные поезда. Часть их была передана и на Балтийскую ж. д., где они до 1908 г. работали между Петербургом и Ораниенбаумом.



фиг.37 Паровоз Пп

Ввиду сложности машины тандем двойного расширения и ее неудобств в уходе и ремонте, были сделаны попытки строительства паровозов 2-2-0 с двухцилиндровыми машинами двойного расширения. В 1891 г. Коломенский з-д построил такие паровозы для Петербурго-Варшавской ж. д. в количестве 19 шт. Паровозы были названы серией Д^к (фиг. 38).

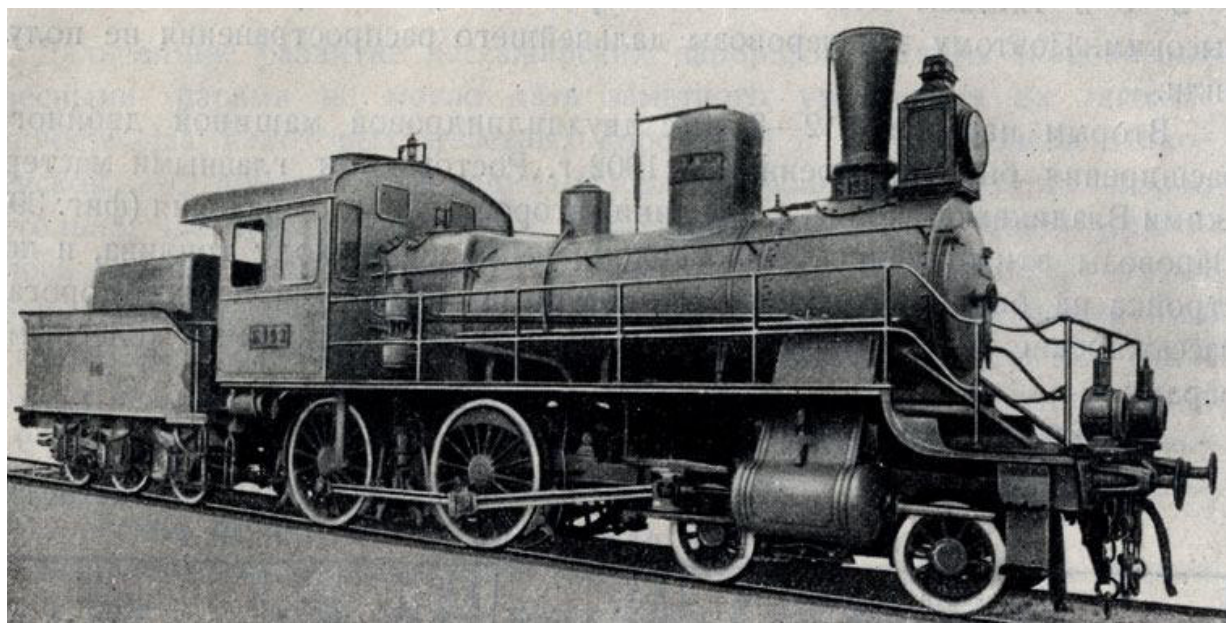


фиг.38 Паровоз Дк

В них был применен радиально-маятниковый парораспределительный механизм. Служба паровозов Д^к и специальные испытания их показали, что они не дали заметных преимуществ перед паровозами 1-2-0 в тяговом отношении, но расход топлива у них был более высоким. Поэтому эти паровозы дальнейшего распространения не получили.

Вторым паровозом 2-2-0 с двухцилиндровой машиной двойного расширения был построенный в 1902 г. Ростовскими главными мастерскими Владикавказской ж. д. для линий второстепенного значения (фиг. 39). Паровозы эти оказались малоэкономичными

по расходу топлива, и постройка их была прекращена. Это были последние на наших дорогах пассажирские паровозы широкой колеи с двумя движущими колесными парами.



фиг.39 Паровоз Д

Характеристики паровозов 2-2-0 приведены в табл. 21.

Таблица 21 Характеристики паровозов 2-2-0 П и Д

Серия	Диаметр цилиндров, мм		Ход поршня, мм	Диаметр движущих колес, мм	Давление пара, атмос	Поверхность нагрева испаряющая, м ²	Площадь колосниковой решетки, м ²	Вес, т	
	высокого давления	низкого давления						сцепной	в рабочем состоянии
П ^б	2X338	2X500	600	2000	12	111	1,87	27	44
П ^р	2X360	2X550	600	2010	12	141	2,2	29	50
П ^п	2X365	2X547	610	2000	12	146	2,5	30	58
Д ^к	460	670	650	1980	11	146	2,46	26	52
Д	440	660	600	1552	12	127	2,52	30	55,2

18. Паровозы 1-3-0 Н и Я

Дальнейшее развитие пассажирских паровозов с двумя спаренными колесными парами не могло дать заметного увеличения их тяговой мощности. На некоторых железных дорогах, и в особенности на Николаевской, вес поездов к девяностым годам прошлого столетия возрос настолько, что паровозы с двумя движущими колесными парами приходилось пускать двойной тягой. По этим причинам Министерство путей сообщения поручило проф. Н. Л. Щукину спроектировать новый тип пассажирского паровоза с тремя

движущими колесными парами, с нагрузкой на рельсы от колесной пары 12,5 т. Был принят паровоз типа 1-3-0 с двухцилиндровой машиной двойного расширения с радиально-маятниковым парораспределительным механизмом и передней радиальной колесной парой.

Здесь уместно напомнить, что тип 1-3-0 впервые появился в России еще в 1878 г., т. е. на 14 лет раньше, чем в других странах.

В 1892 г. Александровский з-д построил два паровоза по проекту Н. Л. Щукина. Им была присвоена серия Н^д. Паровозы оказались несколько более тяжелыми, чем предполагалось по проекту, и нагрузка от движущей колесной пары на рельсы доходила в них до 14,7 т. По нормам того времени такая нагрузка была недопустима. Кроме того, возникли препятствия и юридического порядка, так как пассажирским типом было принято считать паровозы только с одной или двумя движущими колесными парами. Дав специальное разрешение к обращению этих паровозов только на Николаевской ж. д., отличавшейся исключительно хорошим состоянием пути и мостов, Министерство путей сообщения настаивало на ограничении скорости движения паровоза до норм товарных, и только позднее разрешило поднять скорость до 70 верст в час.

Никаких вредных последствий от превышения нагрузки, однако, замечено не было, и с 1895 г. давление в 15 т было признано допустимым при рельсах весом 24 фунта в погонном футе.

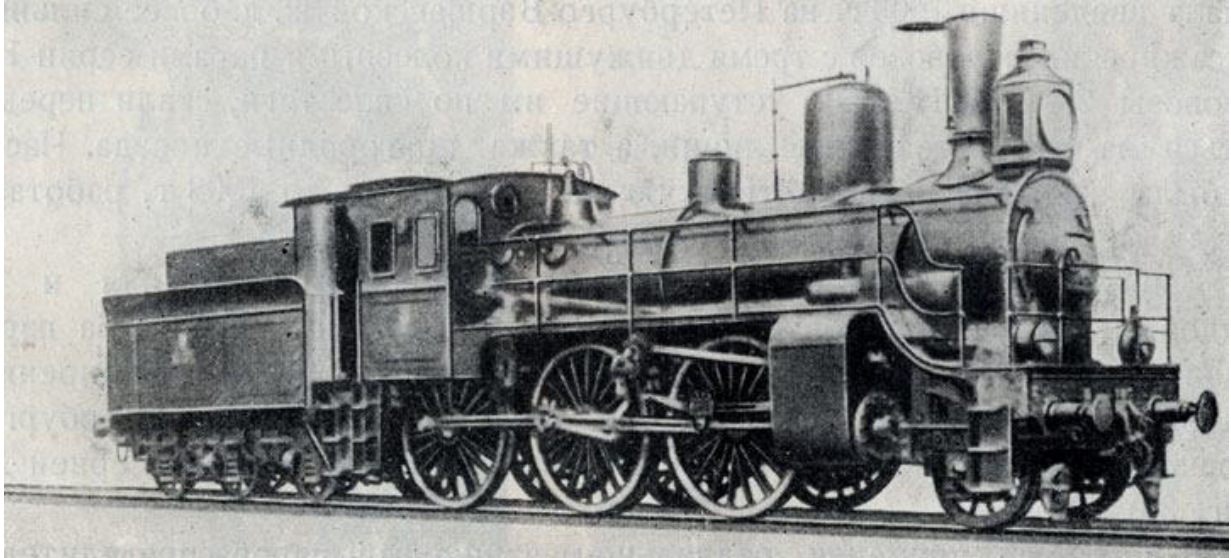
Из этого примера видно, что паровозу в своем развитии приходилось опрокидывать консервативные нормы царской России, буквально завоеывая себе путь к дальнейшему прогрессу. Приведенный пример завоевания нагрузки в 15 т паровозом Н^д в 1892 г. повторился и в 1907 г., когда 16-тонная нагрузка была завоевана паровозом Щ.

Предельная скорость паровоза Н^д, установленная в 1892 г. в 70 верст в час, после опубликования трудов Н. П. Петрова по расчету рельсов, в 1914 г., при тех же рельсах была доведена до 108 км/час. Старые 24-фунтовые рельсы Уральских з-дов, уложенные на Николаевской ж. д. в 1890 г., прослужили на многих участках до 1930 г., и по ним обращались паровозы 2-3-1 Л^д с давлением от колесной пары до 20 т, со скоростями до 100-110 км/час, без ограничений и каких-либо вредных последствий.

Несимметричность двухцилиндровой машины двойного расширения вызвала у ряда специалистов сомнение в целесообразности применения ее в быстроходных паровозах. С целью опытного сравнения машины двойного расширения с машиной одиночного расширения, в 1895-1896 гг. Александровский з-д при постройке десяти паровозов Н^д два из них выпустил с машиной одиночного расширения. Паровозы получили серию Н^а. Цилиндры в них были приняты одинакового диаметра с цилиндрами высокого давления паровозов Н^д (480 мм). Пятилетняя их служба в совершенно одинаковых условиях с паровозами Н^д показала, что по расходу топлива они менее экономичны. Особых преимуществ в конструктивном отношении паровозы Н^а не обнаружили. При первом капитальном ремонте они были переделаны на двойное расширение.

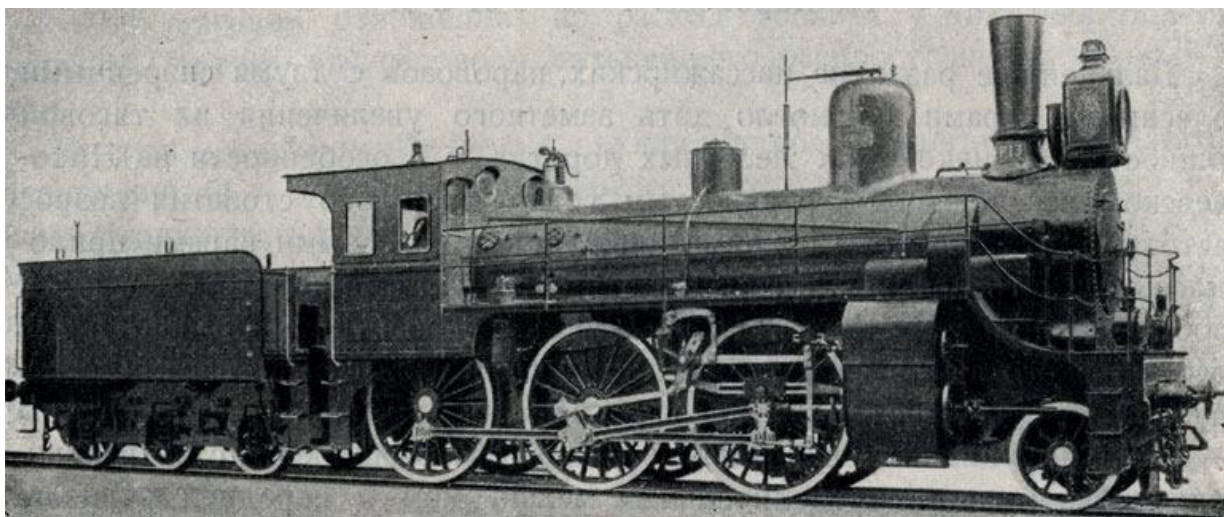
В 1896 г. паровозы Н^д были несколько переконструированы и усилены по цилиндрам. Песочница, расположенная на площадке, заняла обычное расположение на котле (фиг. 40). Паровозы Н^д типа 1897 г. получили распространение только на Николаевской ж. д., где ими до 1910-1912 гг. обслуживались все пассажирские поезда - от почтовых до

курьерских. Дорога до сих пор помнит безупречную службу этих паровозов. Радиально-маятниковые механизмы на некоторых из них при капитальном ремонте на Александровском з-де были заменены кулисно-маятниковыми. Паровозы Н^д в количестве нескольких единиц работали также на Варшавской линии Северо-Западных ж. д. и на Сызрано-Вяземской ж. д.



фиг.40 Паровоз Нд

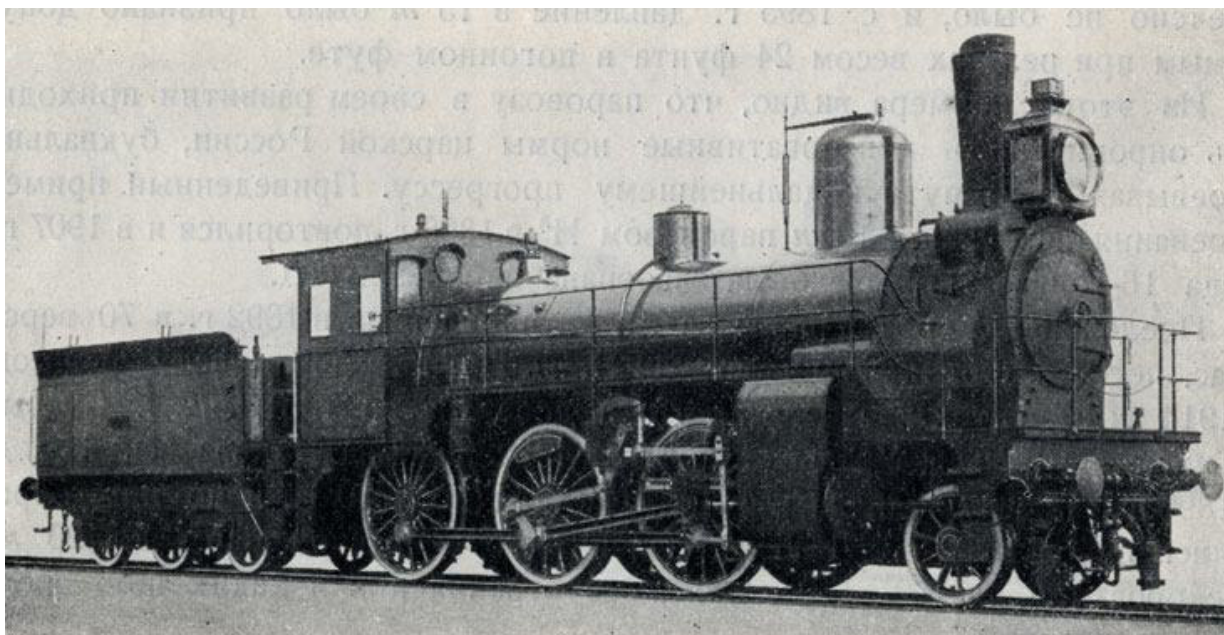
В 1901 г. паровоз Н^д был переконструирован по проекту Коломенского з-да. Радиально-маятниковый механизм был заменен кулисно-маятниковым, и вместо передней радиальной колесной пары была применена одноосная тележка. Плоский золотник цилиндра высокого давления был заменен цилиндрическим. Паровоз был назван серией Н^в и имел диаметр движущих колес 1900 мм (фиг. 41). Для железных дорог с подъемами более 8-10 ‰, на которых требовались меньшие скорости, но большая сила тяги, паровозы серии Н стали строиться с движущими колесами, имеющими диаметр 1700 мм. Они были названы серией Н^б. Из частных железных дорог их заказывала только Московско-Виндаво-Рыбинская. По требованию этой дороги часть паровозов Н^б была оборудована улучшенными будками машинистов. Паровозы Н^в и Н^б оказались очень удачными и, получив самое широкое распространение, проработали много лет, уступив место более мощным паровозам. Они строились всеми отечественными паровозостроительными заводами.



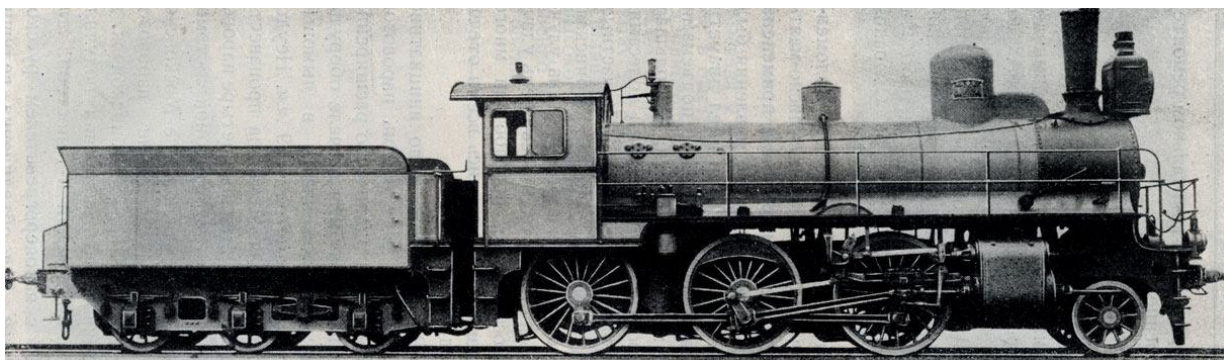
фиг.41 Паровоз Нв

В 1907-1908 г. Московско-Виндаво-Рыбинская ж. д. по инициативе проф. А. О. Чечотта заказала Путиловскому з-ду восемь паровозов серии Н с диаметром колес 1700 мм, с машинами одиночного расширения и пароперегревателями. Первые четыре паровоза были вначале оборудованы камерными пароперегревателями, расположенными в дымовых коробках, и имели по одной жаровой трубе диаметром 299 мм. Неудовлетворительная работа такого пароперегревателя заставила произвести переделку паровозов на жаротрубную систему. Остальные четыре паровоза были выпущены заводом с пароперегревателями жаротрубной системы.

Следует отметить, что эта дорога была третьей после Московско-Казанской и Юго-Восточной ж. д., начавшей введение паровозов с пароперегревателями. Паровозы Московско-Виндаво-Рыбинской ж. д. с пароперегревателями и машинами одиночного расширения получили серию Н^п. Почти одновременно с этим Сормовский з-д построил для Николаевской ж. д. три паровоза Н^{пс} с пароперегревателем русской системы Ноткина и с колесами 1900 мм. Для объединения ведущих колесных пар с паровозами основных серий Н^в и Н^б, паровозы Н^п и Н^{пс} имели опережающие контркривошипы, вследствие чего с переходом к внутреннему впуску кулисные камни на передний ход заняли в кулисах верхнее положение.

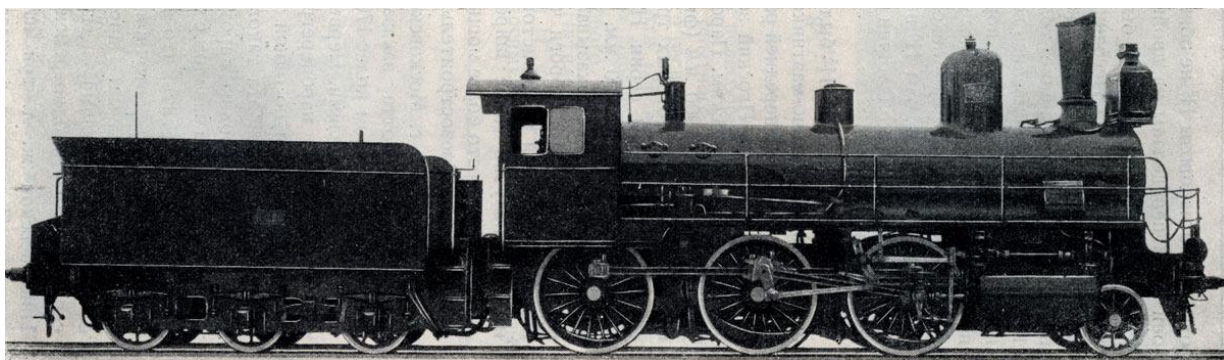


фиг.42 Паровоз Ну

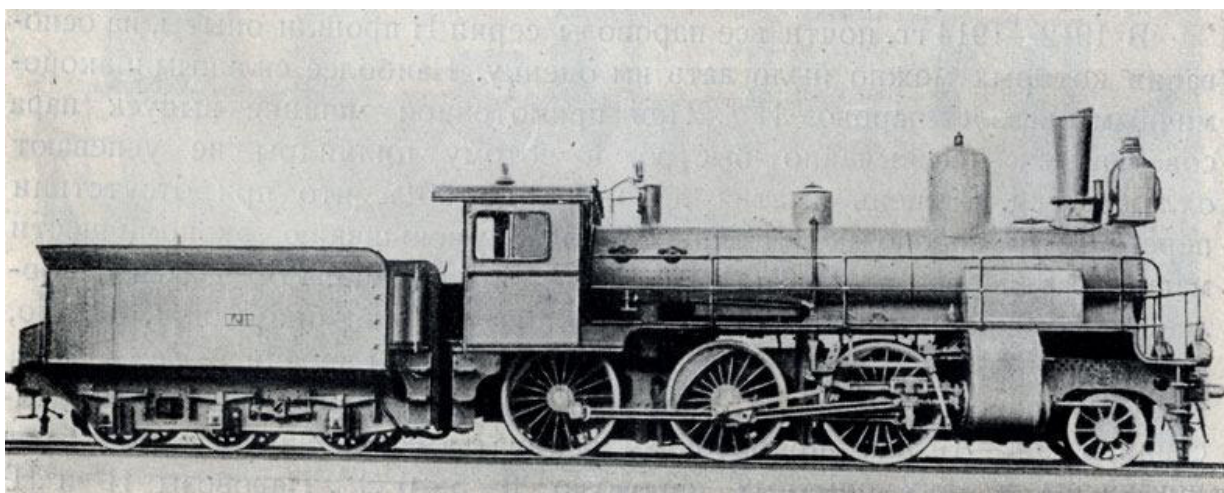


фиг.43 Паровоз Нп

Несколько позднее, в 1909-1910 гг., по инициативе Н.Л. Щукина паровозы Н^В и Н^Б были усилены. Разработка проектов усиленных паровозов Н была поручена двум заводам - Невскому и Коломенскому. Оба завода шли совершенно различными путями. Невский з-д, в лице Н. В. Серебрякова, сохранив машину двойного расширения и насыщенный пар, увеличил колосниковую решетку и диаметр цилиндра низкого давления, подняв давление в котле до 13 *ати*. Усиленные паровозы имели также два варианта диаметров колес - 1900 и 1700 мм и были названы сериями Н^У и Н^У (фиг. 42). По проекту Коломенского з-да, в 1911 г. было построено 14 усиленных паровозов Н в четырех вариантах: Н^П с машиной одиночного расширения и пароперегревателем (фиг. 43), Н^М с прямоточной машиной одиночного расширения при клапанном распределении и с пароперегревателем, Н^Ш (фиг. 44) с такой же машиной, но без пароперегревателя и Н^К с двухцилиндровой машиной двойного расширения без пароперегревателя (фиг. 45). Все паровозы, по два для каждого из первых трех вариантов и 8 шт. последнего, построенные для Ливадо-Роменской ж. д., имели колеса 1700 мм. В них было применено много новых деталей, благодаря чему они больше отличались от паровозов Н^В, чем паровозы Н^У.



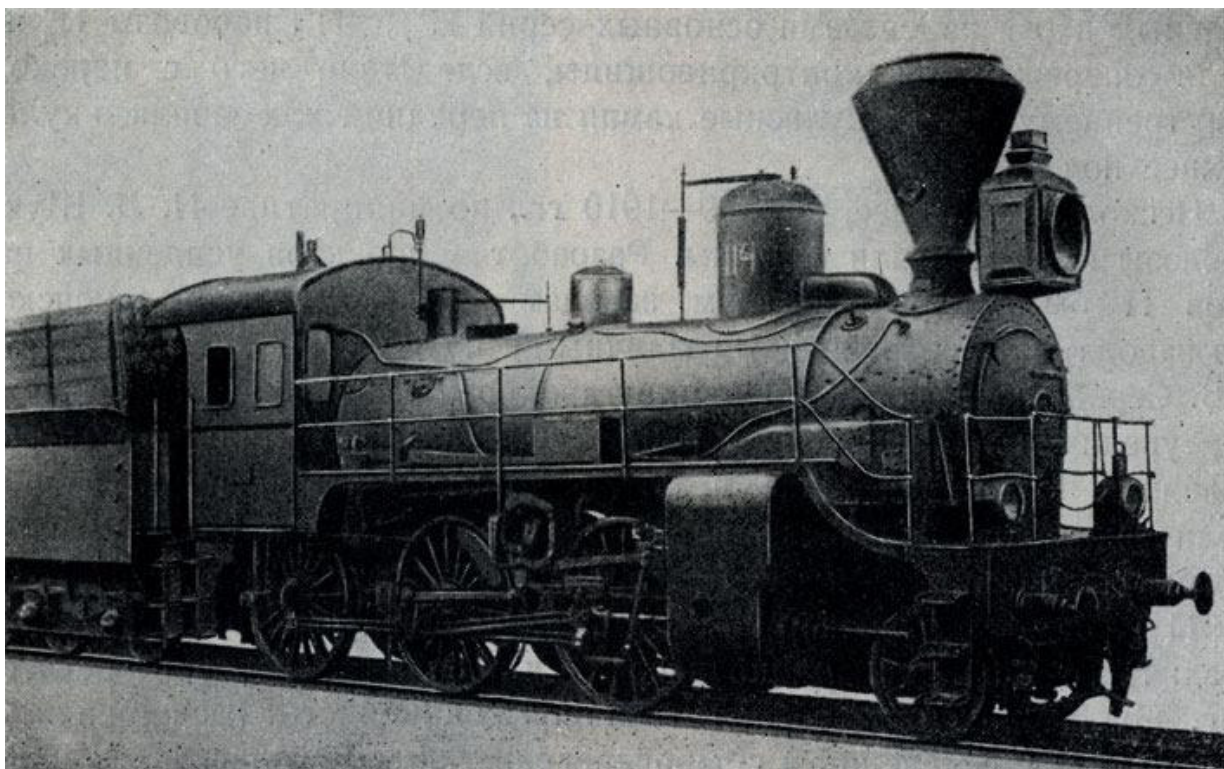
фиг.44 Паровоз Нш



фиг.45 Паровоз Нк

Последнее обстоятельство способствовало распространению паровозов Н^у, т. е. по проекту Невского з-да. Отметим, что основные детали машины паровоза Н^п Коломенского з-да (цилиндры, движущий механизм и парораспределение) были разработаны с таким расчетом, чтобы их можно было применить при модернизации паровозов Н^в и Н^у с переделкой их машин на одиночное расширение и перегрев. Такая модернизация проводилась значительно позднее - в 1929-1930 гг., когда было переделано значительное количество паровозов Н^в и Н^у.

В 1910-1912 гг. Московско-Виндаво-Рыбинская ж. д. заказала Путиловскому з-ду восемь паровозов по типу Н^в, но с пароперегревателями. Они получили серию Н^ч и оказались довольно экономичными. Опыты, однако, позволили установить, что цилиндр низкого давления, взятый в них по паровозу Н^в, был недостаточен (фиг. 46).

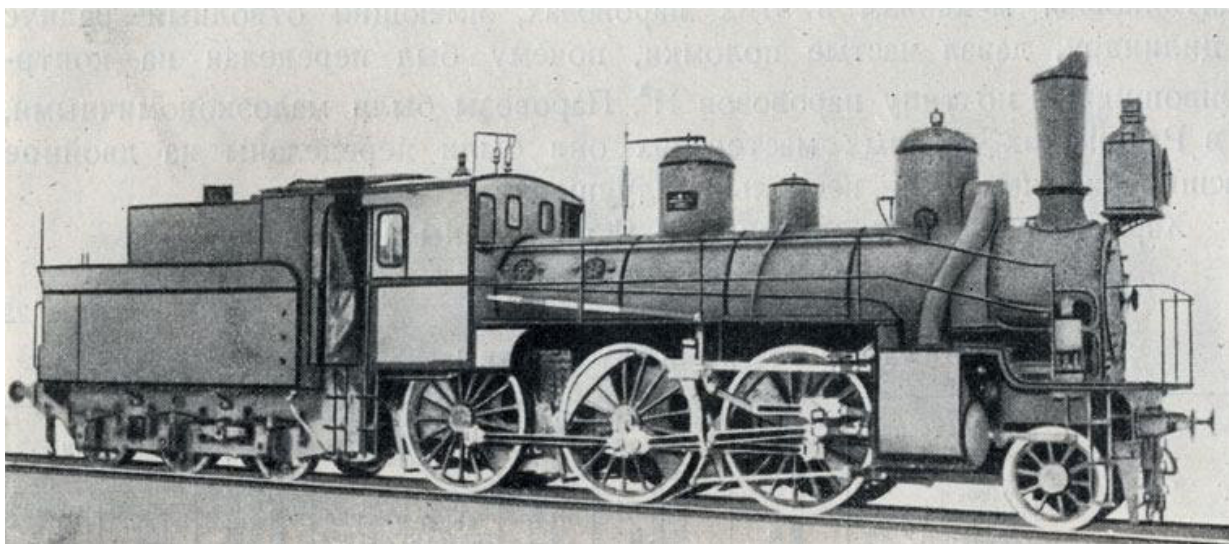


фиг.46 Паровоз Нч

На паровозах Н^у и Н^ч, как имеющих машины двойного расширения, были применены приборы отправления систем Емельянова и Петрова, которые были лучшими из известных в мировой паровозной практике.

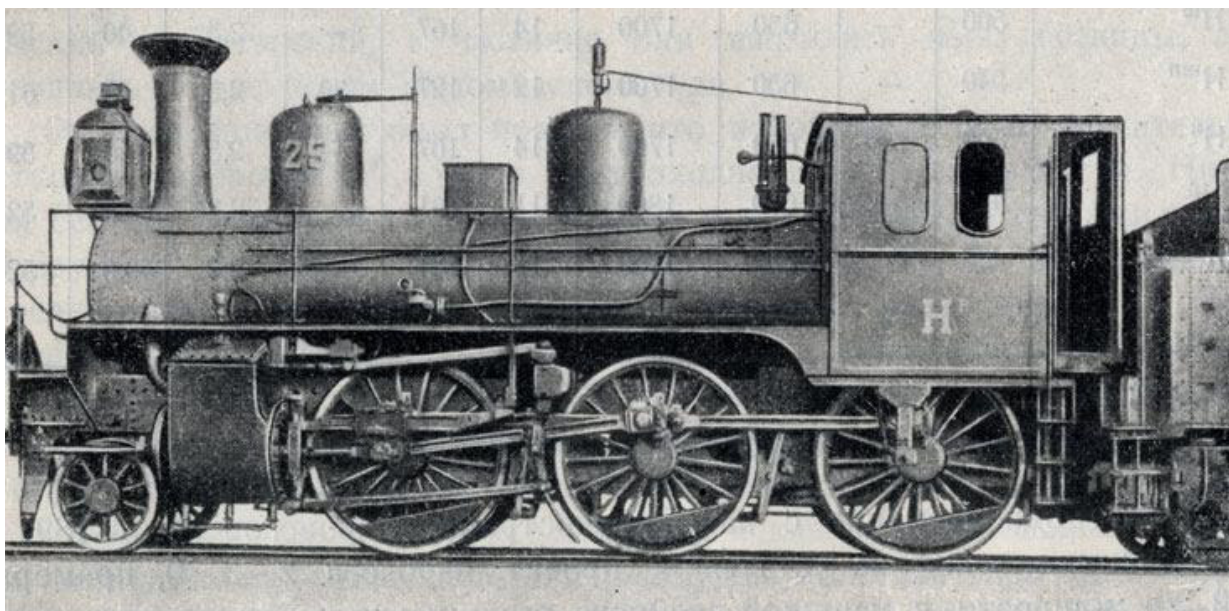
В 1912-1914 гг. почти все паровозы серии Н прошли опыты, на основании которых можно было дать им оценку. Наиболее сильным и экономичным оказался паровоз Н^{шшш}. При прямоточной машине выпуск пара совершается чрезвычайно быстро, и потому цилиндры не успевают охлаждаться. Степень сжатия доходила до 90%, что при отсутствии перегрева в паровозах Н^{шш} приводило к уменьшению экономичности машины. В паровозах Н^{шшш} при перегреве та же машина оказалась наиболее экономичной. Резкие толчки пара при выпуске приводили, однако, к быстрому расшатыванию креплений цилиндров и передней части рамы. Поэтому паровозы Н^{шш} и Н^{шшш} не получили распространения. Впоследствии, в 1922-1923 гг., прямоточная машина с уменьшенным сжатием была применена в двух опытных паровозах 0-5-0 Э^{шш}. Паровозы Н^п и Н^ч также оказались экономичными, но при малых скоростях лучше работал паровоз Н^ч, а при больших - паровоз Н^п. Прочие паровозы, как работающие насыщенным паром, значительно уступали первым, давая средние результаты.

Невским з-дом в 1896 г. для Московско-Ярославско-Архангельской ж. д. был спроектирован и построен в количестве 35 шт. паровоз типа 1-3-0 Я, с машиной одиночного расширения и радиально-маятниковым механизмом.



фиг.47 Паровоз Я

Эти паровозы были менее экономичны, чем паровозы Н¹ или Н^В. В последующие годы эти паровозы были заказаны также для Либаво-Роменской, Полесской и Закавказской ж. д. (фиг. 47). Московско-Виндаво-Рыбинская ж. д. в 1898-1900 гг. заказала такие же паровозы за границей в количестве 6 шт. Они были названы серией Н^Р (фиг. 48). Радиально-маятниковый механизм в этих паровозах, имеющий отводный радиус к цилиндру, давал частые поломки, почему был переделан на контркривошипный по типу паровозов Н¹. Паровозы были малоэкономичными, и в Рыбинских главных мастерских они были переделаны на двойное расширение, чем были несколько улучшены.



фиг.48 Паровоз Нр

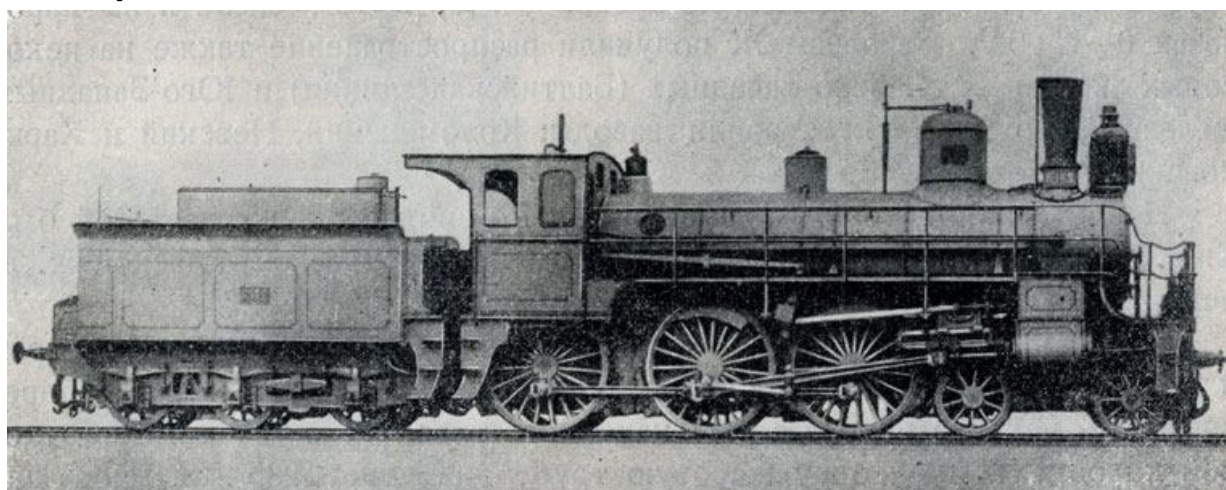
Характеристики паровозов Н и Я приведены в табл. 22.

Таблица 22 Характеристики паровозов 1-3-0 Н и Я

Серия	Диаметр цилиндров <i>мм</i>	Ход поршня	Диаметр движущих	Давление пара	Поверхность нагрева <i>м²</i>	Площадь колосниковой	Вес <i>т</i>
-------	--------------------------------	------------	------------------	---------------	---	----------------------	-----------------

	высокого давления	низкого давления	мм	щик колес мм	ати	испаряющая	пароперегревателя	решетки м ²	сцепной	в рабочем состоянии
Н ^д 189 3 г.	480	720	650	1900	11	163	-	2,2	44	57
Н ^д 189 7 г.	500	730	650	1900	12	163	-	2,2	45	58
Н ^в	500	730	650	1900	12	152	-	2,2	45	58
Н ^в	500	730	650	1700	12	162	-	2,2	45	58
Н ^у	500	750	650	1900	13	157	-	2,6	50	62
Н ^у	500	750	650	1700	13	157	-	2,6	50	62
Н ^п _п	540	-	650	1700	12	114	32	2,2	43	56
Н ^п _с	540	-	650	1900	12	124,5	36	2,2	45	58
Н ^ч	500	730	650	1700	13	140	36	2,2	45	58
Н ^п	540	-	650	1700	12	127	39	2,5	48	61
Н ^ш	500	-	650	1700	14	167	-	2,5	46	59
Н ^{шп}	540	-	650	1700	12	127	39	2,5	48	61
Н ^к	500	730	650	1700	14	167	-	2,5	46	59
Н ^р	482	-	650	1800	11	161	-	2,3	40,5	52
Я	482	-	650	1800	11	161	-	2,3	40,5	52

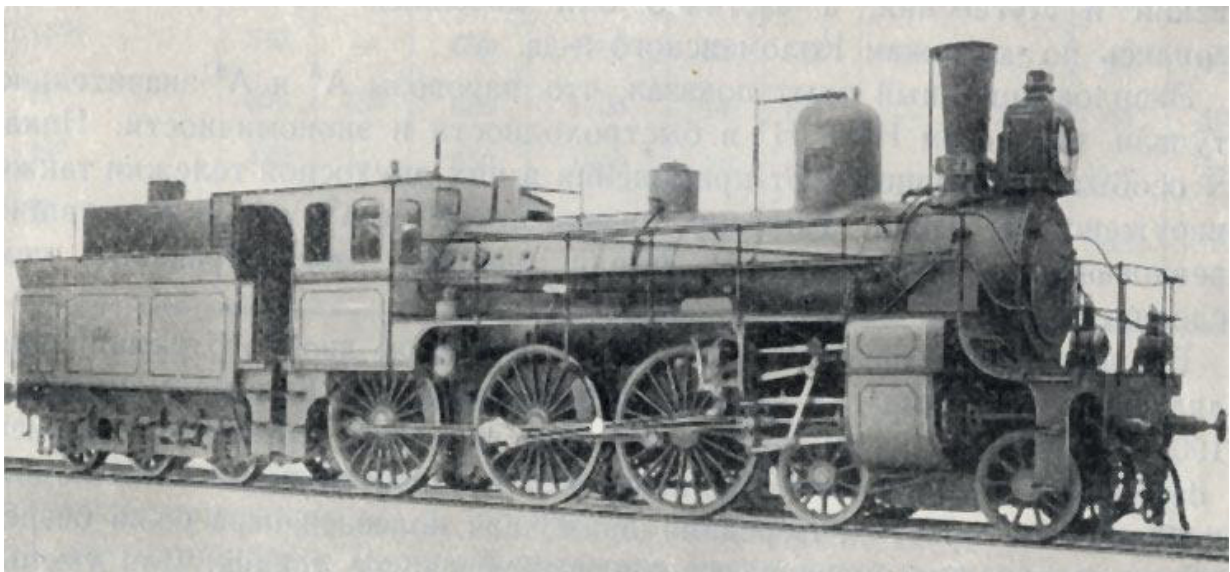
19. Паровозы 2-3-0 А, Ж, З



фиг.49 Паровоз Ад

Почти одновременно с началом постройки паровозов Н^д, в 1891 г. на Владикавказской ж. д. возник проект паровоза 2-3-0, примерно той же мощности, с машиной двойного

расширения и радиально-маятниковым механизмом. Разработка проекта была произведена дорогой совместно с Коломенским з-дом, который в том же году построил для нее 6 паровозов. Паровозы были названы серией А^д (фиг. 49). При создании этого проекта, в противовес серии Н, имелось в виду получить менее тяжелый паровоз, при более удовлетворительном прохождении кривых с большими скоростями, благодаря наличию передней двухосной тележки, считавшейся многими частными железными дорогами неотъемлемой принадлежностью пассажирских паровозов. Это мнение способствовало значительному распространению этих паровозов на наших железных дорогах не только частных, но и казенных. С 1895 г. по 1898 г. паровозы А^д строились для дорог Рязано-Уральской, Юго-Восточной, Петербурго-Варшавской и др. В 1899 г. радиально-маятниковый парораспределительный механизм был заменен кулисно-маятниковым, и паровозы, получившие серию А^в, продолжали строиться до 1907 г. Они получили распространение еще на целом ряде дорог как казенных, так и частных (фиг. 50).



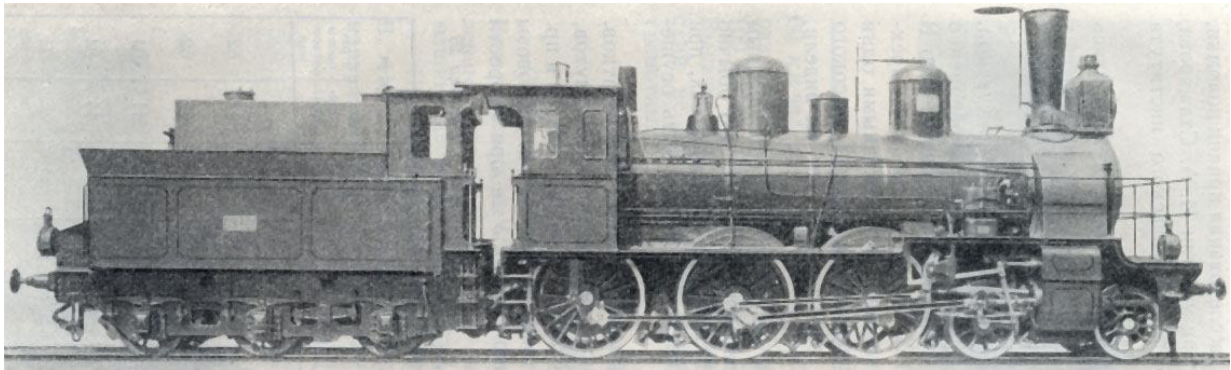
фиг.50 Паровоз Ав

Кроме Коломенского з-да, их строили заводы Сормовский, Харьковский и Луганский, а частично они ввозились из-за границы, где строились по чертежам Коломенского з-да.

Эксплуатационный опыт показал, что паровозы А^д и А^в значительно уступали паровозам Н^д и Н^в в быстроходности и экономичности. Никаких особых преимуществ от применения в них двухосной тележки также обнаружено не было. Поэтому паровозы А^д и А^в, не выдержавшие соревнования с паровозами Н, имели меньшее распространение, чем последние.

Вторым типом паровозов 2-3-0 с машиной двойного расширения являлись построенные для Московско-Казанской ж. д. Коломенским з-дом в 1901 г. паровозы серии Ж (фиг. 51). Эти паровозы выгодно отличались от паровозов А^в своей быстроходностью и исключительно плавным ходом при больших скоростях. Передняя движущая колесная пара была безребордной, а тележка имела начальное возвращающее усилие. Для уменьшения влияния на ходу и для направления в кривых, паровоз сзади схватывался боковыми водилами тендера, примененными в тендерах и ряда других паровозов Московско-Казанской ж. д., в том числе и на паровозах 0-4-0V. Паровозы Ж получили распространение также на некоторых казенных Северо-Западных (Балтийская линия) и

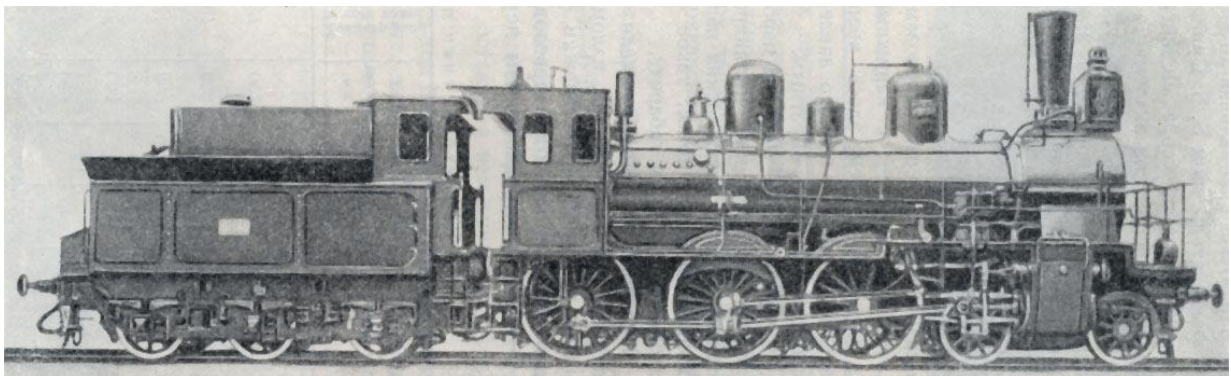
Юго-Западных железных дорогах. Их строили заводы: Коломенский, Невский и Харьковский.



фиг.51 Паровоз Ж

Первым инициатором применения в России пароперегревателей был Е. Е. Нольтейн, который ввел в 1902 г. на Московско-Казанской ж. д. первый паровоз, работающий перегретым паром.

Это был паровоз 2-3-0 Ж, который после переделки на перегрев и машину одиночного расширения получил серию 3 (фиг. 52). Пароперегреватель первого паровоза был камерного типа, расположенный в дымовой коробке, и имел одну жаровую трубу диаметром 285 мм. Через два года на Московско-Казанскую ж. д. поступило еще восемь таких паровозов, отличавшихся от первого некоторыми деталями. Камерные пароперегреватели, оказавшиеся неудовлетворительными ввиду хронической течи жаровой трубы и низкого перегрева, были заменены жаротрубными с четырехтрубными двухоборотными элементами. Как показали эти первые опыты, перегретый пар, благодаря своей текучести, давал значительную утечку через золотники, поршни и сальники. Поэтому дальнейшее развитие конструктивных форм паровозной машины при работе перегретым паром сводилось к борьбе с этой утечкой.



фиг.52 Паровоз 3

Паровозы 3 строились Коломенским з-дом для Московско-Казанской ж. д. до 1904 г.

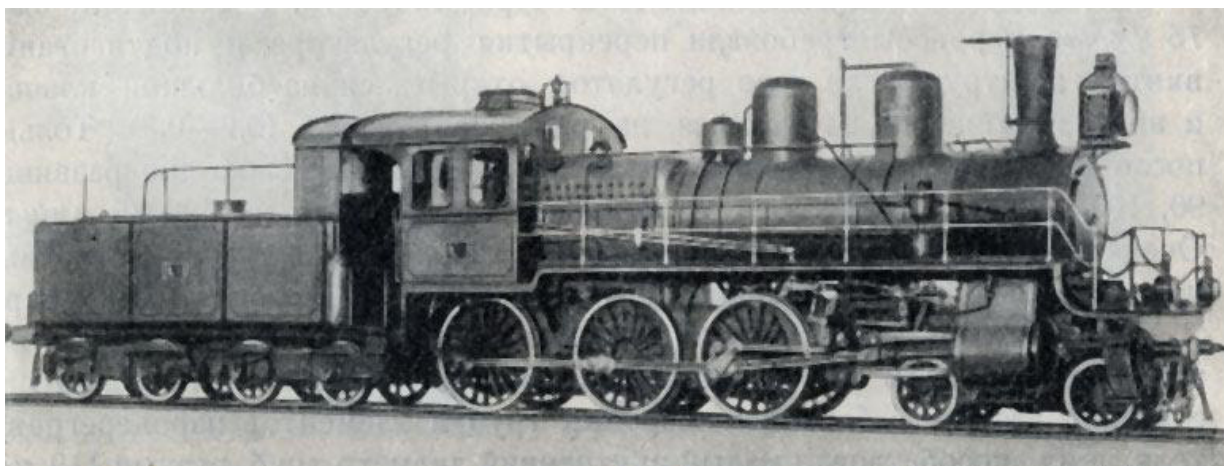
В 1906 г. Коломенский з-д построил 15 таких же паровозов для Юго-Восточных ж. д., но с увеличенными цилиндрами, имеющими в диаметре 575 мм (фиг. 53). Паровозы имели серию КШ. У восьми из этих паровозов наблюдались частые поломки осей. Вследствие серьезности этих случаев была образована специальная комиссия для расследования причин поломки, под председательством Б. Б. Сушинского и при участии И. А. Стажарова,

	кого давле ния	го давле ния		мм		ющая	евателя	м ²	ной	рабо ч ем состоя нии
А	500	730	650	1830	12	152	-	2,16	44	62
А ^В	500	730	650	1830	12	152	-	2,16	44	62
Ж	500	730	600	1700	12	166	-	2,3	44	64
З	540	-	600	1700	12	150	31	2,3	44	64
КШ Юго- Восто чной ж.д.	575	-	600	1700	12	-	-	2,3	-	-
В	2Х356	2Х61 0	660	1829	12	163	-	1,9	44	63

20. Паровозы 2-3-0 Г, Б, К

Слабость паровозов А^д и А^в, спроектированных первоначально для Владикавказской ж. д., вынудила эту дорогу разработать новый усиленный тип пассажирского паровоза, оставив в нем двухцилиндровую машину двойного расширения.

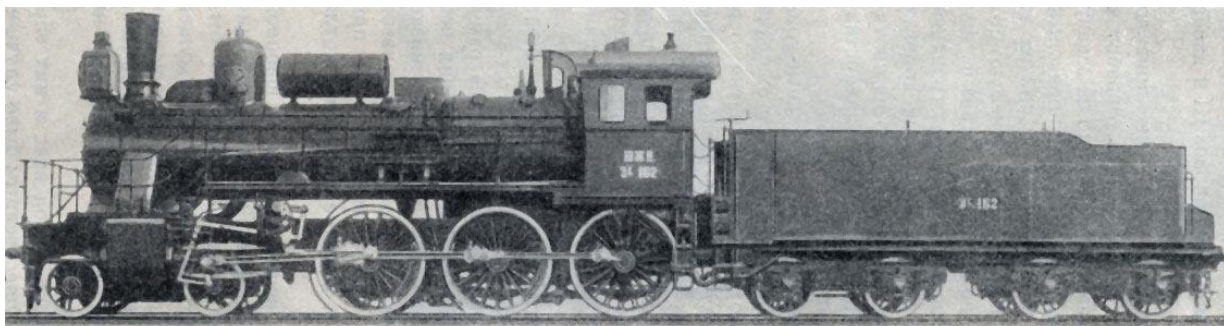
Проектирование велось Брянским 3-дом под руководством инженера В. И. Лопушинского. Построенные на том же заводе паровозы принадлежали к типу 2-3-0 и получили серию Г (фиг. 54). Проектирование и постройка их велась совместно с товарными паровозами 1-4-0 Ш. Они имели одинаковые котлы, цилиндры и другие части машины. Подобно паровозам Ш, паровозы Г были заказаны как для Владикавказской, так и для Китайско-Восточной ж. д. Паровозы оказались тяжелее проектных, и нагрузка на рельсы от движущих колесных пар доходила до 17 т. Некоторые конструктивные недостатки этих паровозов и указанное превышение веса ограничили применение их только двумя названными дорогами, так же как и паровозов Ш. Паровозы Г Владикавказской ж. д. были впоследствии Ростовскими главными мастерскими переделаны на машину одиночного расширения и в них были установлены пароперегреватели (серия Г^п). На Китайско-Восточной ж. д. те же паровозы также снабжались пароперегревателями, но с оставлением в них машины двойного расширения (серия Г^ч).



фиг.54 Паровоз Г

При заказе в 1906 г. Брянскому з-ду более мощных пассажирских паровозов, Московско-Киево-Воронежская ж.д. остановилась на готовом проекте паровоза 2-3-0 Г, с внесением в него по предложению завода ряда конструктивных улучшений и с переходом на машину одиночного расширения и перегрев.

Диаметр движущих колес был увеличен до 1830 мм. Первые три пробных паровоза были построены в 1908 г. После испытаний и вторичной переработки проекта тем же заводом в лице С. О. Розенблюма и Н. Ф. Денисова паровоз был построен в окончательном варианте и получил серию Б (фиг. 55). Ведущей колесной парой была принята передняя, так же как и в паровозе Г. Диаметр золотников был принят равным 230 мм - наименьший из применяемых на русских паровозах. Паровозы Б были лучше паровозов Г и отличались высокой экономичностью и быстроходностью. Они получили значительное распространение и по настоящее время работают на второстепенных линиях.



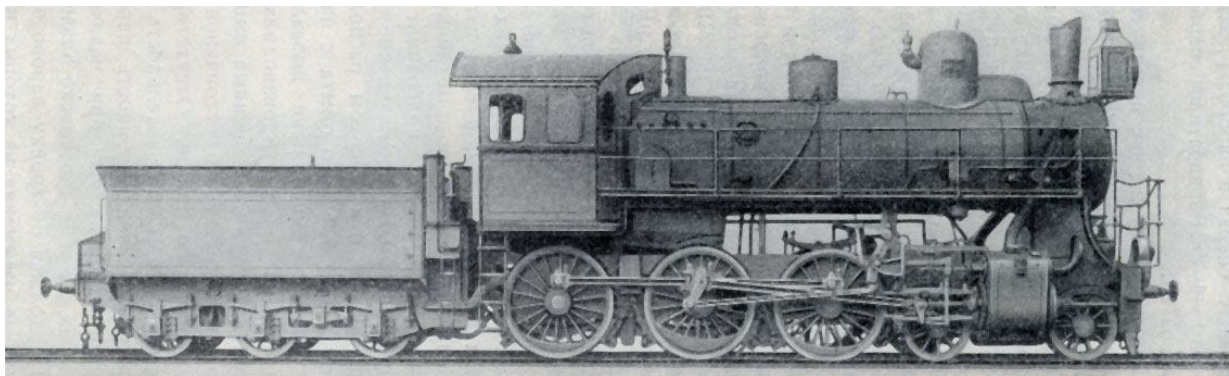
фиг.55 Паровоз Б

В 1909 г. паровозы Б поступили также на Варшавскую линию Северо-Западных ж.д., с которой вскоре после введения паровозов С были переданы на Николаевскую ж.д. Работая со скорыми и курьерскими поездами, эти паровозы обнаружили интересную особенность установленную опытом машинистов. При скорости, близкой к 70-75 км/час, паровозы требовали перекрытия регулятора и подтягивания винта к центру, после чего регулятор открывался на большой клапан, и винт постепенно отпускался на рабочую отсечку (0,2-0,3). Только после этого паровоз начинал увеличивать скорость, свободно развивая 90, 100 км/час и более. Без этого они не развивали более 70-75 км/час. Очевидно в паровом тракте создавались какие-то завихрения и мертвые пространства, препятствующие установлению пульсирующего тока пара.

Имея глубокую и длинную топку, паровозы Б особенно удовлетворительно работали на нефтяном топливе. При угольном отоплении они страдали частым забиванием жаровых труб и элементов пароперегревателя, чему способствовал малый внутренний диаметр труб, равный 119 мм.

В паровозе Б мы видим завершение последовательного развития паровоза А^в сперва в паровоз Г, затем в паровоз Б, подобно тому как паровоз 1-4-0 Ц превратился сперва в более мощный паровоз Ш и далее в паровоз Щ.

Дальнейшее усиление и развитие паровозов 2-3-0 Ж и З привело к новому более мощному паровозу К. Этот паровоз был разработан Коломенским з-дом совместно с Московско-Казанской ж. д. по ее заказу в 1906-1907 гг. Первые паровозы К оказались тяжелее проектных и потому имели распространение только на Московско-Казанской ж. д. В 1908 г. Коломенским з-дом проект был пересмотрен с целью его облегчения. Проект был одобрен Комиссией подвижного состава и тяги в 1908 г. для правительственного заказа. Паровозы, начавшие строиться с этого года, получили распространение на многих железных дорогах (фиг. 56). Имея мощность близкую к паровозу Б, этот паровоз на протяжении двух-трех лет оспаривал у него первенство. Дорогам предоставлялось право выбора одного из этих почти равноценных типов.



фиг.56 Паровоз К, 1908г.

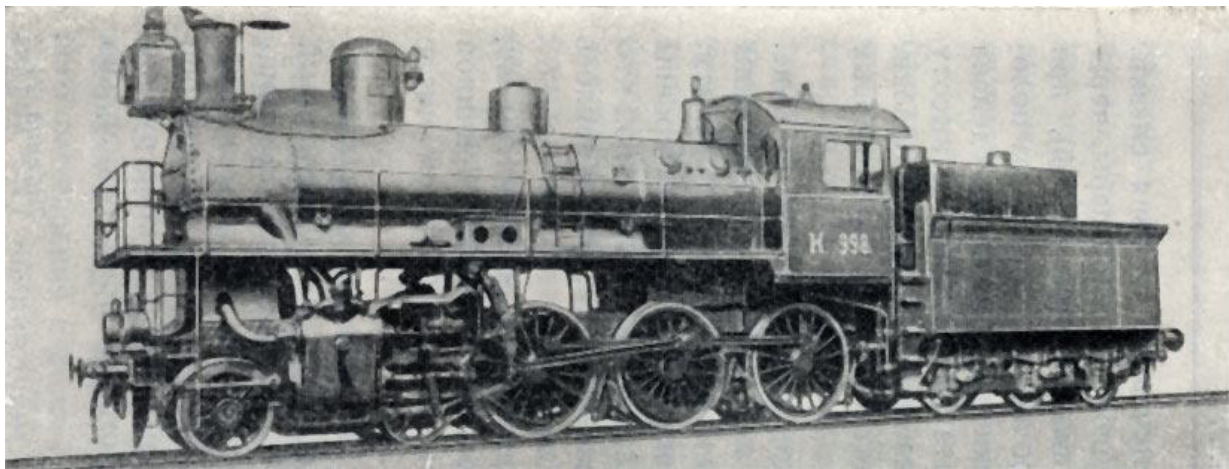
В этом паровозе впервые были применены многие оригинальные конструкции. Для увеличения колосниковой решетки топка была сделана уширенной и размещена над рамой. Это потребовало поднятия оси котла над уровнем рельсов на 3100 мм. Столь высокое расположение котла до этих пор не применялось ни на одном нашем паровозе. До появления паровоза К, паровозы, имеющие столь высокое расположение центра тяжести котла, считались недостаточно устойчивыми. Однако, как показал опыт, у паровозов с высоко поднятым котлом размах покачиваний хотя и больший, чем при низком расположении котла, но зато частота этих размахов значительно меньше. Это объясняется тем, что все толчки со стороны пути в высоких паровозах скорее поглощаются рессорным подвешиванием, а следовательно меньше передаются на раму. Высокие паровозы плавно и медленно покачиваются в пути, но в них нет частых и отрывистых колебаний, характерных для паровозов с низко сидящим котлом. Боковое давление колес на рельсы, и особенно в кривых, также меньше при высоком расположении центра тяжести, чем при низком. После удачного опыта с паровозом К высокое поднятие котла уже никаких сомнений не вызвало.

Опора на тележку производилась через шаровую пяту на шаровой шкворень тележки, обращенный выпуклостью кверху. Такая конструкция оказалась недостаточно устойчивой

и в ней неудовлетворительно был решен вопрос о смазке. Отсутствие реборд на передней движущей колесной паре и незначительность начального возвращающего усилия тележки вызывали склонность паровозов к вилянию, что не удавалось заметно ослабить даже при наличии водил тендера, примененных на паровозах Ж и 3 Московско-Казанской ж. д.

Продолжая постройку паровозов К в 1909 г., завод внес в них еще некоторые изменения, из которых наиболее существенным было улучшение пяты тележки, которая была перевернута выпуклостью вниз, с передачей на нее давления шаровой пяты, прикрепленной к междуцилиндровому креплению рамы снизу. Этим были улучшены условия смазки. Изменено положение рессоры передней движущей колесной пары, переставленной из верхнего расположения в нижнее (под буксой), при котором эта рессора заняла одинаковое с прочими рессорами расположение. Лобовая стенка будки машиниста из заостренной вперед сделана обычной, плоской, и площадка спереди поднята на одинаковую высоту вокруг всего котла, для удобства обслуживания дымовой коробки. Опорное крепление топки над рамой, недостаточно солидное в первых паровозах, было значительно усилено.

Паровозы К типа 1909 г. строились также на Путиловском з-де. Два из них, поступившие на Николаевскую ж. д., были оборудованы парораспределительным механизмом Савельева (фиг. 57). Механизм, однако, давал частые поломки. Для исследования причин были построены планы скоростей и ускорений шарниров, причем было обнаружено, что ускорение в одном шарнире стремилось к бесконечности. Это и явилось препятствием к распространению механизма Савельева.

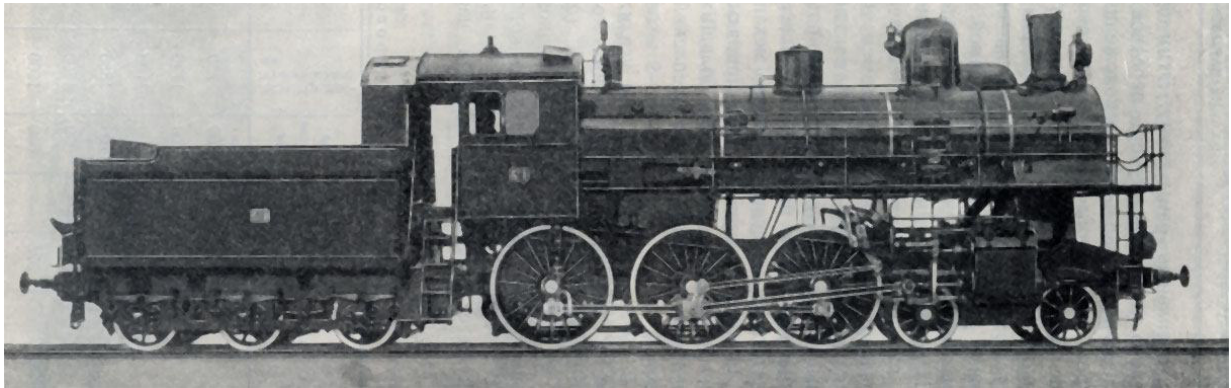


фиг.57 Паровоз К, 1909г.

Диаметр движущих колес, принятый в паровозах К равным 1700 мм, оказался недостаточным для больших скоростей, являясь причиной постепенного расшатывания креплений паровоза при большом числе оборотов.

В 1911 г. Коломенский з-д усилил этот паровоз по котлу и увеличил в нем диаметр движущих колес до 1900 мм. Построенный в 1912 г. паровоз получил серию К^у (фиг. 58). Это был наиболее мощный и быстроходный русский паровоз типа 2-3-0, не получивший, однако, распространения далее Московско-Казанской ж. д., для которой и был построен. Причинами тому были, во-первых, слабость конструкций движущего механизма и ходовых частей, которые пришлось сильно облегчать по весовым соображениям, чтобы не допустить, по требованию Министерства путей сообщения, давления свыше 16 т от колесной пары, и, во-вторых, сам тип 2-3-0 уже не имел перспектив в будущем, так как к

тому времени уже был построен паровоз 1-3-1 С, значительно превосходящий все паровозы 2-3-0.



фиг.58 Паровоз Ку

Характерной особенностью экипажной части паровозов К^у являлось отсутствие в рессорном подвешивании балансиров. Каждая рессора была самостоятельной и представляла сочетание листовой рессоры с двумя спиральными. Паровоз был подвешен в семи точках, опираясь передней шаровой пятой на переднюю тележку и далее - на шесть самостоятельных рессор движущих колесных пар. Пята тележки была снова переконструирована и заняла положение, которое она имела в паровозах К типа 1908 г. Указанная система рессорного подвешивания, как статически неопределимая, себя не оправдала, требуя тщательного регулирования для получения одинаковых нагрузок от колесных пар на рельсы. Система самостоятельных рессор при отсутствии их балансировки в дальнейшем ни на одном русском паровозе не применялась.

Характеристики паровозов Г, Б и К приведены в табл. 24.

Таблица 24 Характеристики паровозов 2-3-0 Г, Б, К

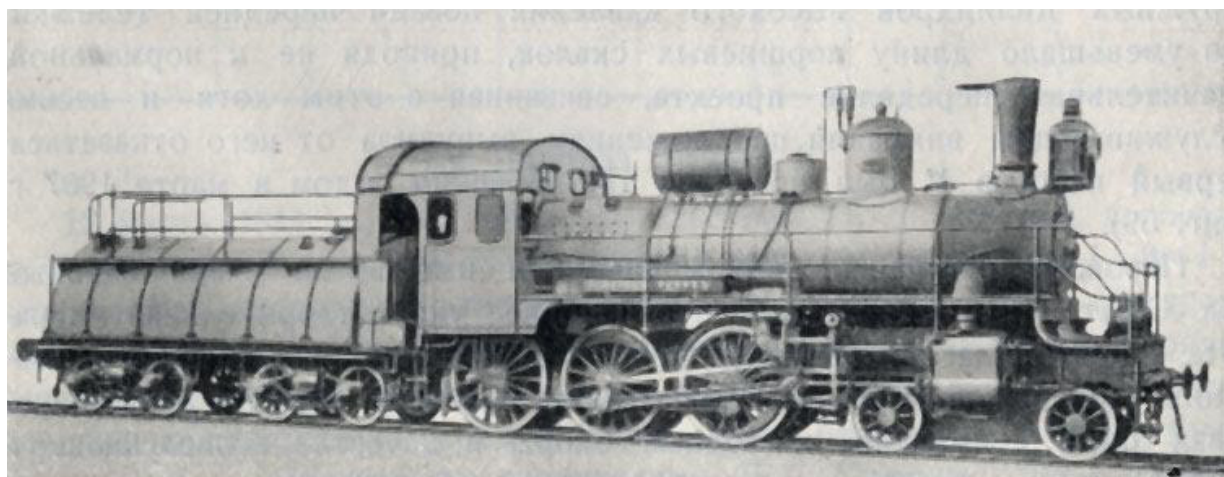
Серия	Диаметр цилиндра мм		Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атмос	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
	высокого давления	низкого давления				испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
Г	510	765	700	1730	14	199	-	2,8	46	75
Г ^п	560	-	700	1730	12	169	47	2,8	46	75
Г ^ч	510	765	700	1730	14	169	47	2,8	46	75
Б	550	-	700	1830	13	164	41	2,8	46	73
К	575	-	650	1700	12	162	40	2,7	46	72
К ^у	575	-	650	1900	13	181	47	3,2	48	74

21. Паровозы 2-3-0 У

Пассажи́рское движение на Рязано-Уральской ж. д. обслуживалось преимущественно паровозами 2-3-0 А. Перспективы роста веса пассажирских поездов в начале текущего столетия заставили дорогу начать разработку нового, более мощного пассажирского паровоза. В то время техническая мысль дороги возглавлялась крупным знатоком подвижного состава А. Е. Делаacroa, бывшим в то время начальником службы тяги. Разделяя взгляд о преимуществах четырехцилиндровых паровозов двойного расширения с коленчатой осью перед другими системами, А. Е. Делаacroa был инициатором введения таких паровозов в России сперва на Рязано-Уральской ж. д., а потом на других дорогах. В историческом очерке* развития паровозов У и У^у, однако, не только не говорится о роли А. Е. Делаacroa в создании этих паровозов, но даже и не упоминается о нем. Работая уже на склоне своих лет в Бюро мощных локомотивов при Ленинградском институте инженеров железнодорожного транспорта, д-р техн. наук А. Е. Делаacroa многое из своего опыта передал молодым специалистам, работавшим под его руководством.

* (Опыты 1912-1914 гг. на Николаевской ж.д.)

Детальную разработку проекта паровоза У по заказу Рязано-Уральской ж. д. вели заводы Путиловский, Харьковский и, отчасти, Брянский. В июле 1903 г. Инженерным советом при Министерстве путей сообщения был утвержден проект паровоза У, представленный Путиловским з-дом и разработанный М. В. Гололобовым. Проект был доложен Совету Н. Л. Щукиным. Докладчик при этом высказал пожелание о размещении наружных цилиндров высокого давления позади передней тележки, что уменьшало длину поршневых скалок, приводя ее к нормальной. Значительная переделка проекта, связанная с этим хотя и весьма заслуживающим внимания предложением, вынудила от него отказаться. Первый паровоз У был построен Путиловским з-дом в марте 1907 г (фиг. 59).



фиг.59 Паровоз У

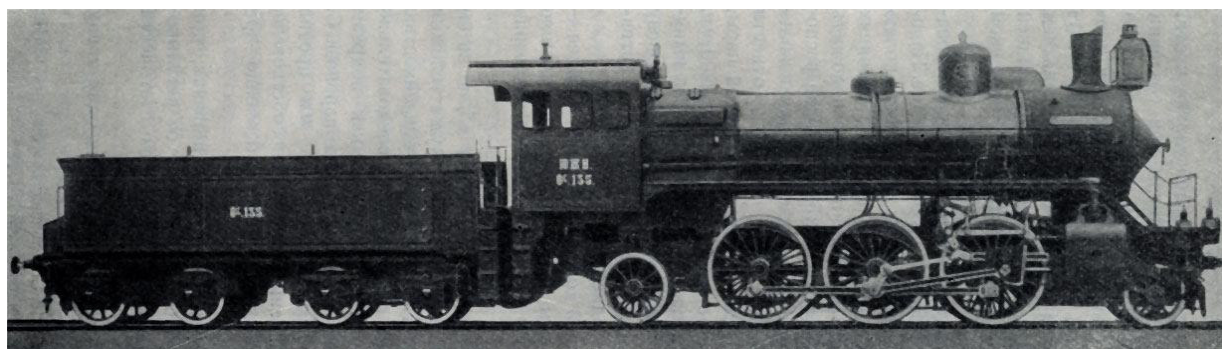
Паровозы оказались экономичными и имеющими очень плавный ход. Опыты 1910 г. показали, что наиболее удовлетворительная их работа происходила при впусках около 30% в цилиндрах высокого давления. При больших впусках сказывалась слабость котла. В этих паровозах были применены секторные опоры в качестве возвращающего устройства передней тележки. Отличная работа тележки послужила широкому распространению секторных опор не только у нас, но и за границей. Они были созданы А. Е. Делаacroa и

										НИИ
У	2Х370	2Х580	650	1730	14	182	-	2,6	45	71
У ^у	2Х410	2Х580	650	1730	14	153	39	2,8	49	76



22. Паровоз 1-3-1 С

12 марта 1911 г., под председательством Н. Л. Щукина, в поезде на Николаевской ж. д., во время пробной поездки с паровозом 1-3-1 С происходило заседание Комиссии подвижного состава и тяги. По предложению председателя, обратившего внимание Комиссии на благоприятные результаты испытания паровоза, а также на тщательность его изготовления и прекрасную продуманность всех отдельных частей, была выражена благодарность его строителям - Б. С. Малаховскому, С. И. Михину и Г. Соколову, много потрудившимся над созданием этого типа паровоза. Такую оценку паровоз получил после первой же поездки. Последующая практика, как известно, в полной мере оправдала высокую оценку, данную Н. Л. Щукиным. Паровозы С бесспорно были лучшими пассажирскими паровозами, построенными в России до Октябрьской революции (фиг. 61). Они получили самое широкое распространение и строились четырьмя заводами: Сормовским, Невским, Луганским и Харьковским, с 1911 по 1918 г.



фиг.61 Паровоз С

Многие прогрессивные идеи, подтвержденные дальнейшей практикой, уже были заложены в конструкции этого паровоза. Так, например, рессорное подвешивание, разделенное на три самостоятельные группы, представляет собою статически определимую систему. Паровые цилиндры имеют максимальное развитие впускной камеры, при котором отношение ее объема к полезному объему цилиндра составляет наибольшую в отечественных паровозах величину 0,354, в то время как в других паровозах старых серий оно заключается в пределах 0,2-0,14.

Благодаря хорошо спроектированному парораспределению, применению ромбической формы окон в золотниковых втулках* и удачно построенной выпускной системе, паровозы С отличались исключительно легким ходом при высоких скоростях, уступив место по быстроходности только паровозам советской постройки 1-4-2 ИС и 2-3-2 Коломенского и Ворошиловградского з-дов. Шейки осей впервые не были снабжены буртиками, усложняющими изготовление осей и мешающими разборке букс при ремонте. Система конуса и дымовой трубы была построена на принципе максимального развития и использования площади соприкосновения паровой струи и газов, с изъятием петикота, не применяемого в современных паровозах. От паровоза С ведут также свое начало многие

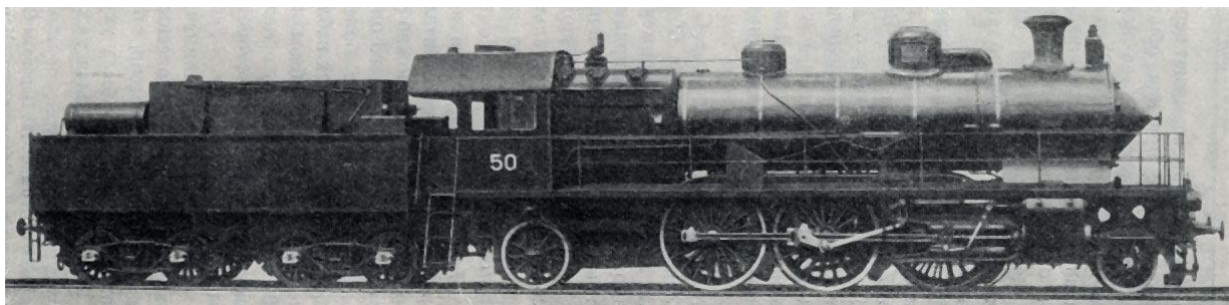
детали, считаемые теперь нормальными, как, например, двухклапанный регулятор с механизмом, дверца топочного отверстия, части арматуры и проч. В смысле удобства, ухода и доступности осмотра паровозы С считаются почти безупречными.

**(Переход в паровозах Э, Лп, Су и Со к треугольной форме следует считать ошибочным, так как при этом живое сечение окон уменьшилось примерно на 20%. Во всех паровозах более современной конструкции: ИС, ФД, 2-3-2 Л и других применяется только ромбическая форма окон.)*

В то время как тип 2-3-0 развивался последовательно, и в паровозах Б и К^у, являющихся логическим завершением этого развития, были применены многие достаточно проверенные долголетним опытом конструкции, паровоз 1-3-1 создавался совершенно заново, требуя от конструкторов решения гораздо более сложных задач. Тем не менее паровоз С оказался настолько продуманным в своих деталях, что при последующей массовой постройке не подвергался никаким значительным переделкам. Легкие конструкции, примененные в этом паровозе, позволили получить в нем весьма высокий строительный коэффициент.

Об этих достижениях русской технической мысли недалекого прошлого мы считаем необходимым напомнить потому, что о них часто или совсем забывают, или высказывают версии, не соответствующие действительности. Так, например, приводя общеизвестный факт принятия при создании советского паровоза С^у за исходный образец не сам паровоз С, а его разновидность С^в (фиг. 62), в пояснение говорится*, что С^в спроектирован на основании выявившихся недостатков серии С. К таким недостаткам относят якобы неудовлетворительное движение в кривых, чем по мнению авторов этой версии и вызвано применение в С^в задней тележки, а не жесткой поддерживающей колесной пары, примененной в паровозе С.

**(Кононов Ф. П., Паровозы С^у, 1935, стр. 9-10. Совершенно неверно этот вопрос освещен в книге Мокрицкого "История паровозостроения СССР", 149.)*



фиг.62 Паровоз Св

Кто же, однако, был знаком с действительным ходом проектирования обоих паровозов, тот не позволит ввести себя в заблуждение. Паровоз С^в проектировался для Варшавско-Венской ж. д., имеющей колею 1435 мм и низкий габарит. Чтобы вписать в него при этих условиях тот же котел, который имели паровозы С, ось котла пришлось расположить над уровнем рельсов на высоте 2900 мм, т. е. на 150 мм ниже расположения ее на паровозе С. Для размещения на паровозе С^в топки и зольника, ось задней поддерживающей колесной пары пришлось отнести назад, на расстояние 3100 мм от оси задней спаренной колесной пары, в то время как на паровозе С это расстояние выходило равным 2200 мм. Удлинение базы паровоза С^в против базы паровоза С на 900 мм вынудило Коломенский 3-д

применить сзади тележку, чтобы дать паровозу возможность проходить кривые наименьшего радиуса. Такова действительная история появления в паровозе С^В задней тележки.

Удаление назад задней поддерживающей колесной пары, тем более - несбалансированной с остальным рессорным подвешиванием, ухудшило паровоз С^В по воздействию на путь, а не улучшило, как это неверно трактовалось в печати.

Тележка Коломенского з-да, примененная в паровозе С^В, а затем и в С^У, оказалась в действительных условиях и сложнее и хуже тележки паровоза С. Об этом можно теперь сказать с полной определенностью на основании долголетнего опыта. Тележка паровоза С^У, а следовательно и паровоза С^В, требует более тщательной сборки, так как подрезы реборд и перекосы в них наблюдаются чаще, чем в тележке паровоза С. Укорочение жесткой базы паровозов С^В и С^У до 1925 мм против 4200 мм на паровозе С, облегчив прохождение кривых, способствовало, однако, появлению некоторой извилистости движения, особенно при больших скоростях.

Статически определяемая система рессорного подвешивания, при которой нагрузки от колесных пар на рельсы не зависят от регулирования натяжения рессор, была в паровозе С^В заменена статически неопределимой, т. е. была ухудшена.

Паровоз С^В оказался тяжелее паровоза С более чем на одну тонну. Весовые же соображения во время проектирования обоих паровозов играли важнейшую роль.

Когда проектировался паровоз С^У, то за образец был принят паровоз С^В не потому, что он лучше паровоза С, а потому, что он более подходил для переделки, имея готовую заднюю тележку, безусловно необходимую в паровозе С^У и требующую только удлинения.

Парораспределение на паровозе С, дающее, примерно, те же проходные сечения, что и парораспределение паровоза С^В, а следовательно и паровоза С^У, при меньших цилиндрах работает лучше. Кроме того, на паровозе С оно обеспечивает максимальную степень впуска около 80%, а на паровозах С^В и С^У только около 70%. Поэтому паровоз С лучше трогает с места. Абсолютные значения удельного расхода пара на паровозе С^У ниже, чем на паровозе С, вследствие более высокого перегрева. Но минимум расхода на паровозе С^У получен при скорости около 80 км/час, а на паровозе С - при 120 км/час. При тех же скоростях оба паровоза развивают и наибольшую мощность (табл. 33). Это указывает на то, что паровоз С^У приспособлен к тяжелой пассажирской службе, а паровоз С к более легкой, представляя по машине скорее курьерский, чем пассажирский паровоз. Развитие наибольшей мощности при наивысшей скорости характерно также и для курьерского паровоза 2-3-2 Коломенского з-да.

Каковы эти характеристики были в паровозе С^В - сказать нельзя, так как эти паровозы опытам не подвергались.

Паровозы С^В были построены Коломенским з-дом в 1914 г. в количестве 15 шт. Котлы на эти паровозы, построенные Сормовским з-дом, работали на давление 12 *атм* и имели не трехрядные швы, как в паровозе С (при давлении 13 *атм*), а двухрядные.

При опытах с пассажирскими паровозами в 1913 г. на Николаевской ж. д. лучшими среди всех испытанных типов паровозов оказались 1-3-1 С и 2-3-0 К^У. В пользу паровоза К^У

выдвигались удачно спроектированная машина и наличие двухосной тележки. Со стороны котла и экипажа преимущество было на стороне паровоза С. Чтобы дать сравнительную оценку машинам обоих паровозов, приводим те окончательные выводы, которые были сделаны на основании более поздней разработки опытов 1913 г. и опубликованных в 1925 году.*

**(Опыты на Николаевской ж. д. 1912-1914 гг., I., 1925, стр. 377.)*

"При наиболее выгодных форсировках и скоростях около 120 км/час паровоз С дает расход нормального пара на единицу касательной мощности около 9,1 кг/час, в то время как у К^у этот расход составляет около 9,6 кг/час. Иными словами, из всех испытанных паровозов при очень больших скоростях наиболее выгодным по расходу пара является паровоз С". При технической оценке пассажирских паровозов, прошедших опыты, приводится вывод, "что при очень больших скоростях машина паровоза К^у работает хуже, чем у паровоза С, причем это ухудшение растет вместе с отсечкой".* К этим выводам, однако, следовало бы еще добавить, что при одинаковых скоростях машина паровоза К^у, работая с меньшим числом оборотов, ставилась в условия более выгодные (диаметр движущих колес 1900 мм на паровозе К^у и 1830 мм на паровозе С). Кроме того, на паровозе С вначале был применен менее удовлетворительный пароперегреватель Ноткина. Отсюда следует, что если бы обе машины были приведены к совершенно одинаковым условиям, то превосходство машины паровоза С стало бы еще более заметным. Из табл. 33 можно видеть, что наибольшую мощность паровоз С развивает при скорости 120 км/час, а паровоз К^у - при 80 км/час, что характеризует первый как курьерский, а второй - как пассажирский паровоз (об этом уже упоминалось при сравнении паровозов С и С^у).

**(Опыты на Николаевской ж. д. 1912-1914 гг., I., 1925, стр. 420.)*

В 1913 г. паровозы С и К^у были предназначены для восьмичасового пробега между Петербургом и Москвой по Николаевской ж. д. Вследствие менее мощного котла и более слабой конструкции, паровоз К^у не был в состоянии выдержать требуемую скорость. Сильные нагревы шеек осей привели во время одной из поездок к поломке оси передней тележки. В 1913 г. несколько паровозов К^у в виде опыта находилось в командировке на Варшавской линии Северо-Западных ж. д., отличавшейся в то время самыми быстрыми курьерскими и пригородными поездами, имевшими среднюю техническую скорость по отдельным перегонам до 85 км/час и обслуживавшимися паровозами С. Эти поезда были одними из быстрейших в Европе. Паровозы К^у, несмотря на снабжение их высокосортным топливом, работали с предельным напряжением, но расписания Варшавской линии не выдерживали.

Варшавская линия Северо-Западных железных дорог была первой дорогой, получившей в эксплуатацию паровозы С. Инициатором введения их на этой железной дороге был проф. И. А. Стажаров, бывший в то время начальником технического отдела службы тяги.

Паровозы предназначались в первую очередь для ускорения движения пригородных поездов. Было ускорено также движение курьерских поездов. Например, участок Гатчина - Луга, равный 94 км, при остановках на обеих станциях курьерский поезд пробегал по расписанию за 67 мин., при средней скорости 85 км/час и наибольшей - 110 км/час.* До 1911 г. курьерские поезда с паровозами Нв проходили от Петербурга до Луги (138 км) за 3 часа, а с 1911 г. с паровозами С - за 1 час. 50 мин.

			<i>мм</i>		щая	ателя		ой	рабоче м состоя нии
С	550	700	1830	13	207	52	3,8	47	76
С ^В	575	700	1850	12	207	52	3,8	48	77

23. Паровозы 1-3-1 Су

Паровозы С^у являются в настоящее время основным типом пассажирских паровозов железных дорог СССР.

К 1924 г. парк товарных паровозов был значительно обновлен и пополнен новыми паровозами Э, постройка которых в соответствии с намеченным планом заканчивалась уже в следующем году.

Останавливать налаженное в стране паровозостроение было нецелесообразно, и потому представители промышленности настаивали на немедленном переходе к постройке пассажирских паровозов примерно той же мощности, тем более, что в эксплуатации в них ощущался недостаток.

Паровозы С к тому времени уже не удовлетворяли возросшим требованиям, и вопрос об их дальнейшей постройке отпадал. Единственным более мощным типом в то время был паровоз 2-3-1 Л^п, но эксплуатационные и тяговые качества его тогда еще не определились, а сам тип паровоза, вследствие его приспособленности только к нефтяному отоплению, не соответствовал условиям выполнения основной массы перевозок. Кроме того, и оборудование большинства заводов не могло еще быть налажено на производство столь сложных паровозов. Поэтому заказ небольшого их количества был дан только Путиловскому 3-ду.

Разрабатывавшийся в то время проект нового, более сильного пассажирского паровоза 2-4-0 М был еще далек от окончания и по своей сложности почти не уступал паровозу 2-3-1 Л. Поэтому даже при готовом проекте его серийный выпуск мог быть налажен только через ряд лет.

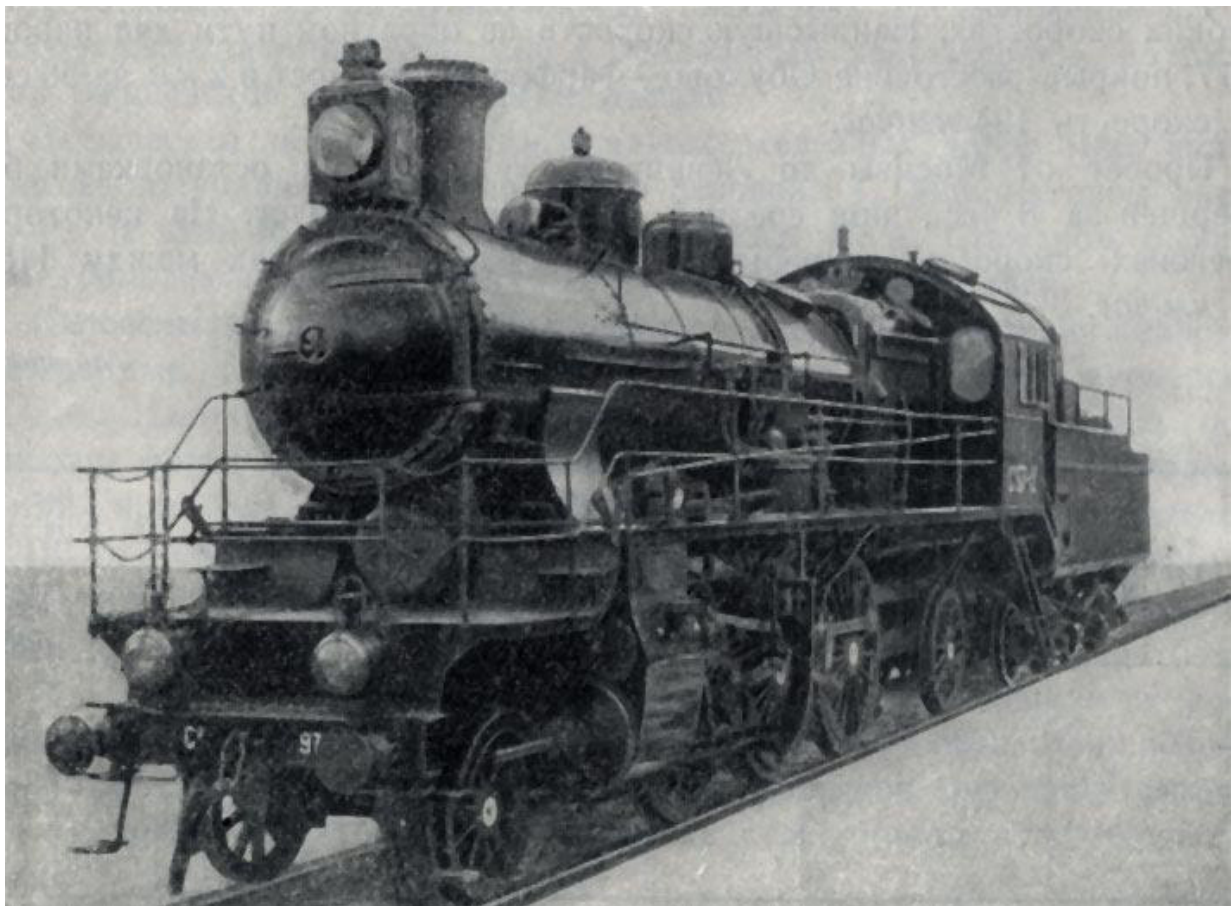
Наиболее отвечающим производственным возможностям заводов оставался, следовательно, только тип 1-3-1, который и решено было строить, но по новому, усиленному проекту. Как уже было отмечено, для усиления более подходил паровоз не основной серии С, а его разновидность С^В, требующий меньших переделок и позволяющий закончить перепроектирование в более короткий срок. Переделка паровоза С^В в паровоз С^у заключалась в следующем:

- топка была удлинена почти на 700 мм, при сохранении той же ширины;
- площадь колосниковой решетки увеличена с 3,8 до 4,73 м²; длина дымовой коробки увеличена на 500 мм;
- число жаровых труб увеличено с 24 до 32, а дымогарных - уменьшено со 170 до 135;
- давление пара в котле повышено с 12 до 13 *атм*;

- задняя поддерживающая колесная пара, вследствие удлинения топки, отодвинута назад на 300 мм;
- ось котла над уровнем рельсов поднята с 2900 до 3200 мм; движущий механизм усилен, в связи с повышением давления пара в котле;
- установлен водоподогреватель поверхностного типа.

В результате указанных конструктивных изменений вес паровоза увеличился почти на 7 т, а нагрузка от движущей колесной пары на рельсы - с 16,25 до 17,9 т.

Проект паровоза С^у проводился как переделка паровоза С^в. Но учитывая объем и характер конструктивных изменений, необходимо признать, что он являлся совершенно новым проектом. Поэтому паровоз С^у является первым пассажирским паровозом советской постройки (фиг. 63). Разработка проекта и постройка первых паровозов были проведены на Коломенском з-де под руководством К. Н. Сушкина. Выпуск паровозов С^у был начат в 1925 г. на заводах Коломенском, Сормовском, Луганском, Брянском и Харьковском. Паровозы были названы С^у-96.



фиг.63 Паровоз Су 97

Взвешиванием первых паровозов было, однако, установлено, что нагрузка от задней поддерживающей колесной пары значительно превысила расчетную и в некоторых паровозах достигла 19 т. Эти паровозы получили обозначение С^{уТ} (С^у тяжелый).

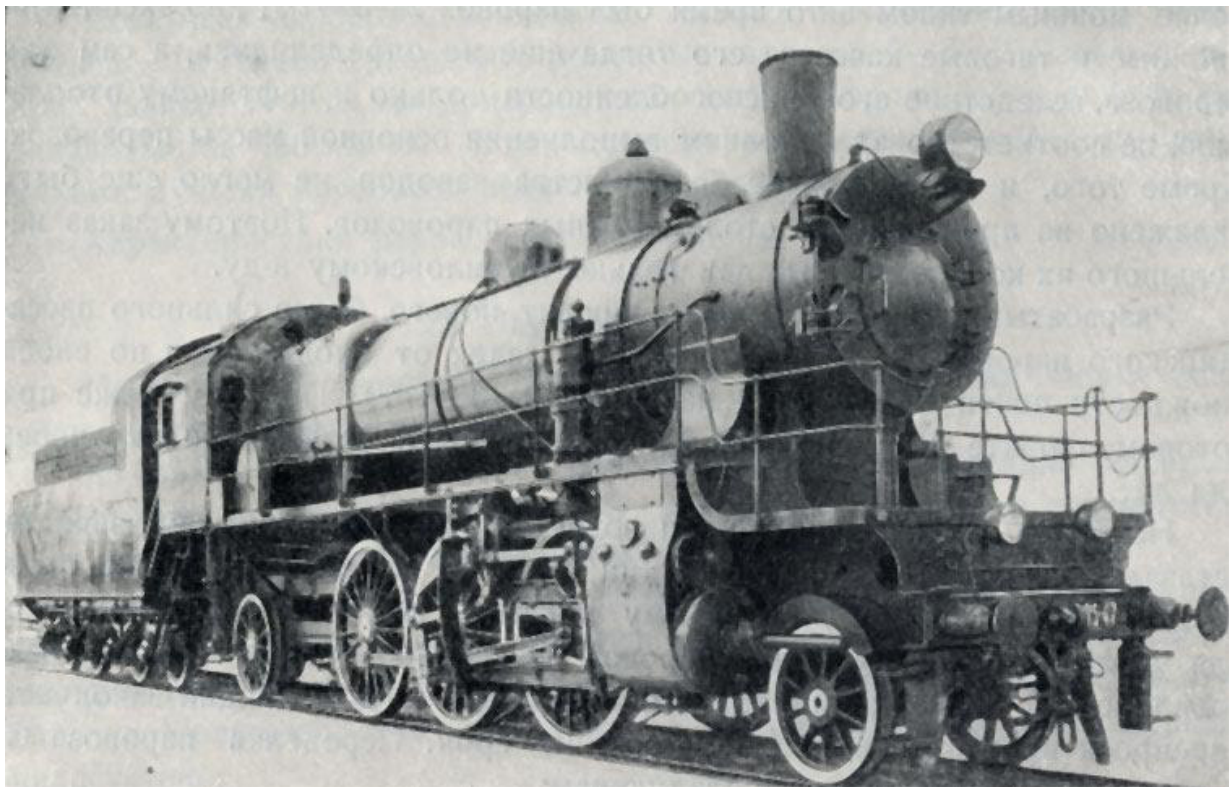
Для уменьшения веса и разгрузки задней колесной пары чертежи были пересмотрены, и часть литых креплений рамы была заменена листовыми. Котел был подан вперед на 175 мм, что потребовало поднятия его оси еще на 130 мм. Расположение нижней части

ухватного листа кожуха топки вызвало изменение расположения рессор задней спаренной и ведущей колесных пар, которые были переставлены вниз. Переделанные таким образом паровозы С^у, известные под названием "тип 1926 года", и составляют основную часть паровозов С^у первого выпуска, постройка которых велась до 1929 г. Они имеют нумерацию серии от 97 до 101.

Дальнейший выпуск паровозов С^у возобновился только в 1932 г. Чертежи паровоза снова подверглись переработке, с целью устранения тех недостатков, которые были обнаружены в паровозах первого выпуска.

На изменение конструктивных форм влияло также внедрение сварки, сокращение расхода цветных металлов, применение стандартных деталей и пр.

Основное отличие котлов паровозов С^у второго выпуска заключалось в замене медной клепаной огневой коробки - стальной, с применением сварки и гибких связей. Верхняя часть ухватного листа, по причинам образования трещин в ее загибе, была выпрямлена, и потому диаметр трубчатой части котла увеличен на 60 мм. Фигурная дымовая труба заменена простой, а также переделана передняя дверца дымовой коробки. Этим был сильно изменен общий вид паровоза. Значительному изменению подвергся также тендер. Паровозы имели нумерацию серии от 200 до 209 (фиг. 64).



фиг.64 Паровоз Су 205

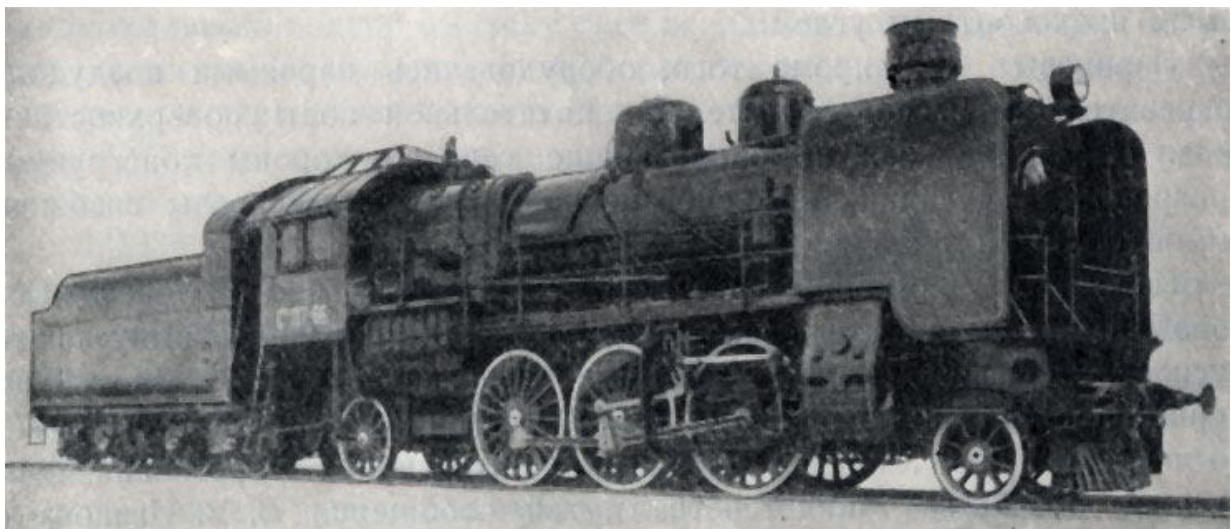
Паровозы С^у, выпущенные с 1935 г. и известные под названием С^у третьего выпуска, снова подверглись некоторой переделке. Топка оборудовалась тремя циркуляционными трубами и легким опирающимся на них сводом из фасонных кирпичей. Применен зольник бункерного типа с верхним подводом воздуха. Буферный брус приспособлен к замене винтовой упряжи автосцепкой без фрикционного аппарата. Цилиндровые сальники заменены системой, вполне оправдавшей себя в паровозах ИС. Параллели усилены, и в

креплении их к параллельным балкам добавлено по среднему болту. Кроме того был изменен валик кулака.

Для улучшения условий труда паровозной бригады изменена будка с добавлением в ней верхнего фонаря, мостика между паровозом и тендером и проч. Паровозы имеют нумерацию серий от 210 до 215. Некоторое их количество в 1937-1940 гг. было выпущено с воздухоподогревателями в дымовой коробке.

В 1938 г. был поднят вопрос об испытании вентиляторной тяги на паровозах с нефтяным отоплением. Построенные в том же году паровозы C^y для Северо-Кавказских ж. д. на нефтяном отоплении по предложению Коломенского з-да оборудовались вентиляторной тягой. Имелось в виду испытать работу лопаток дымососа при отоплении нефтью. По разрешению Паровозного управления НКПС Коломенским з-дом было выпущено несколько таких опытных паровозов.

Ввиду последовавшего затем сокращения постройки паровозов на нефтяном отоплении, паровозы C^y , намеченные к выпуску на нефти, были выпущены на угольном отоплении и направлены в депо Москва Октябрьской ж. д. Им была присвоена серия C^{ym} (фиг. 65). Они имеют нумерацию серий от 216 до 218. Работая на угле с вентиляторной тягой на участке Москва-Бологое, параллельно с паровозами C^y на конусной тяге, паровозы C^{ym} резко выявили повышение котловой паропроизводительности и в особенности при углях пониженного качества.

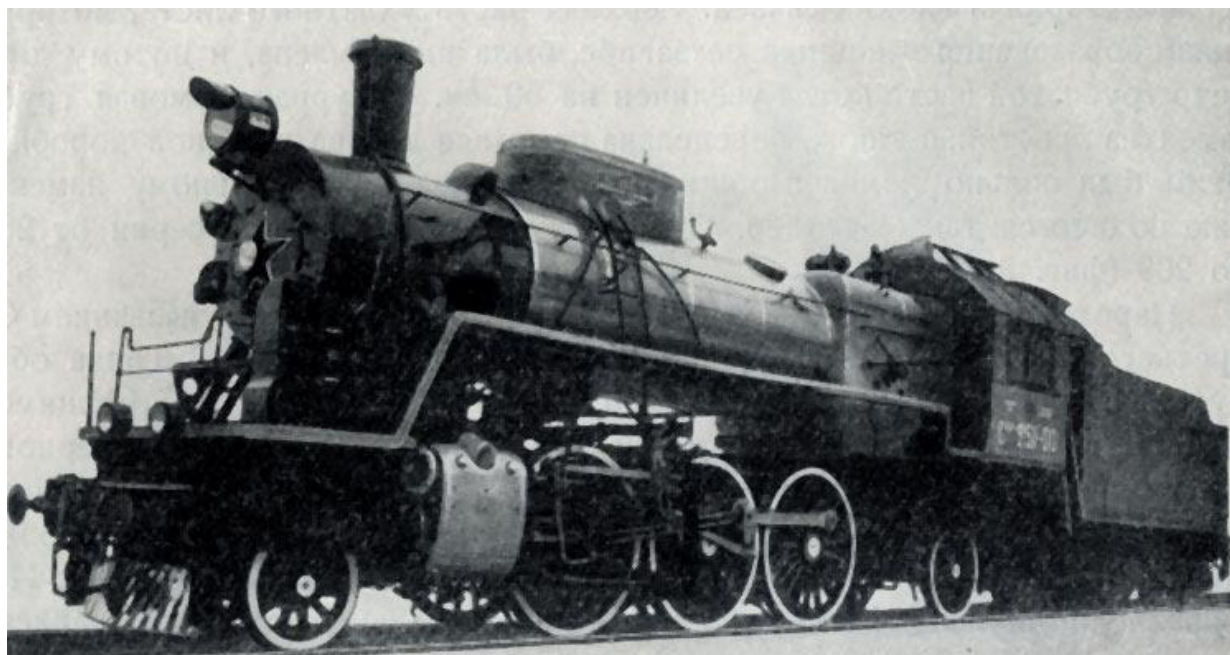


фиг.65 Паровоз Сум

Удачный опыт по применению вентиляторной тяги был параллельно получен и в паровозах С0 без конденсации пара, получивших серию С018. Обеспеченность паром паровозов СУМ и С018, оборудованных вентиляторной тягой, имела особо важное значение во время Великой Отечественной войны, когда зачастую паровозы приходилось отапливать самым низкосортным углем.

Паровозы C^{ym} , кроме того, оборудовались паровыми воздухоподогревателями и подогревателями питательной воды поверхностного типа. Последние, как не оправдавшие себя со стороны конструкции, в паровозах последних выпусков не применялись. Паровозы снабжены дымоотбойными щитами.

Паровозы С^у, строящиеся в настоящее время на заводе "Красное Сормово" имени А. А. Жданова, имеют номер серии 250 и выпускаются с усиленными пароперегревателями, при числе жаровых труб равном 40 шт. Первый послевоенный паровоз С^у был выпущен заводом в августе 1947 г. По предложению главного инженера Центрального управления паровозного хозяйства Министерства путей сообщения В. В. Иванова на паровозах серии 251, имеющих обозначение С^у^р (фиг 66), реконструирован парораспределительный механизм, в котором при некотором удлинении кулисы изменен механизм опережения, что при незначительном уменьшении предельной степени впуска увеличивает проходные сечения при рабочих впусках. Разработка проекта проведена на заводе "Красное Сормово" под руководством А. М. Русака. Паровоз изменен и в ряде других деталей. Подача питательной воды производится в паровое пространство. Паровой колпак отнесен на второй барабан трубчатой части котла. Колеса передней вспомогательной пары дисковые.



фиг.66 Паровоз Сур

Опыты с паровозом С^у серии 97 были произведены в 1927 г. на Октябрьской ж. д. под руководством В. Ф. Егорченко, О. Н. Исаакяна и Р. П. Гриненко.

Для опытов Коломенский з-д выделил паровоз С^у 97-12, который был специально подготовлен, т. е. в нем были проведены все необходимые калибровки и проверка парораспределения.

Опыты показали исключительно высокую экономичность паровоза С^у. Общий к. п. д. паровоза доходил при отоплении мазутом до 9,9% при скорости 80 км/час. Паровоз оказался не только самым экономичным в СССР, но одним из самых экономичных паровозов мира. Он наилучшим образом соответствует тяжелой пассажирской службе при скоростях 60-80 км/час и приспособлен к угольному отоплению.

Опытное исследование паровоза С^{ум} производилось в 1940 г. на перегоне Ловошенко-Спирово Октябрьской ж. д. под руководством доц. канд. техн. наук П. А. Гурского и установило некоторое уменьшение индикаторного коэффициента против такового у паровоза С^у 97. Оно было вызвано, во-первых, увеличением сопротивления элементов пароперегревателя проходу пара в связи с заменой элементов Чусова четырехтрубными

двухоборотными, имеющими общую площадь проходного сечения, уменьшенную на 16%, и, во-вторых, увеличением противодействия на нерабочую сторону поршня, доходящего до 1 *ати* и выше. Последнее явилось следствием применения вентиляторной тяги, взятой без изменений с паровоза С^О с конденсацией пара и имеющей излишнюю мощность. Кроме того, соединение выпускных труб общим тройником создавало подпор выпуску пара из одного цилиндра паром из другого цилиндра. Понижение индикаторного коэффициента повысило удельный расход пара. Таким образом применение вентиляторной тяги на паровозе С^{УМ} несколько ухудшило работу машины. Что же касается работы котла, то она оказалась улучшенной.

В 1936 г. по инициативе инженера Октябрьской ж. д. Н. И. Патлых парораспределительный механизм паровоза С^У был реконструирован добавлением в него ходоувеличителя. Проходные сечения при рабочих наполнениях увеличились при этом на 20-30%, и максимальная степень наполнения была доведена до 80%. Паровозы с реконструированным таким образом механизмом показали лучшее троганье с места, более быстрый разгон и давали некоторую экономию в топливе.

17 ноября 1936 г. паровоз С^У 204-71, имеющий реконструированный парораспределительный механизм с ходоувеличителем по системе инж. Н. И. Патлых, проделал опытную поездку с экспрессом от Ленинграда до Москвы и 19 ноября вернулся обратно. Поезд в составе пяти вагонов, в том числе одного динамометрического, покрыл обратный путь за 6 час. 20 мин., при средней скорости 100 *км/час* и максимальной - 125 *км/час*. Поездка проводилась под руководством инж. Н. Н. Маркова, при участии Н. И. Патлых, Б. А. Павлова и автора книги. Паровозы С^У с обычным механизмом, как известно, не в состоянии дать столь высокую скорость. При прохождении станции Вышний Волочек по стрелкам со скоростью 125 *км/час*, в динамометрическом вагоне не было замечено никаких толчков, обычно сопровождающих проход стрелок с меньшими скоростями. Кратковременность ударов, очевидно, давала столь малые импульсы, что они не могли сообщить вагону вертикальных ускорений.

Характеристики паровозов С^У приведены в табл. 27.

Таблица 27 Характеристики паровозов 1-3-1 С^У

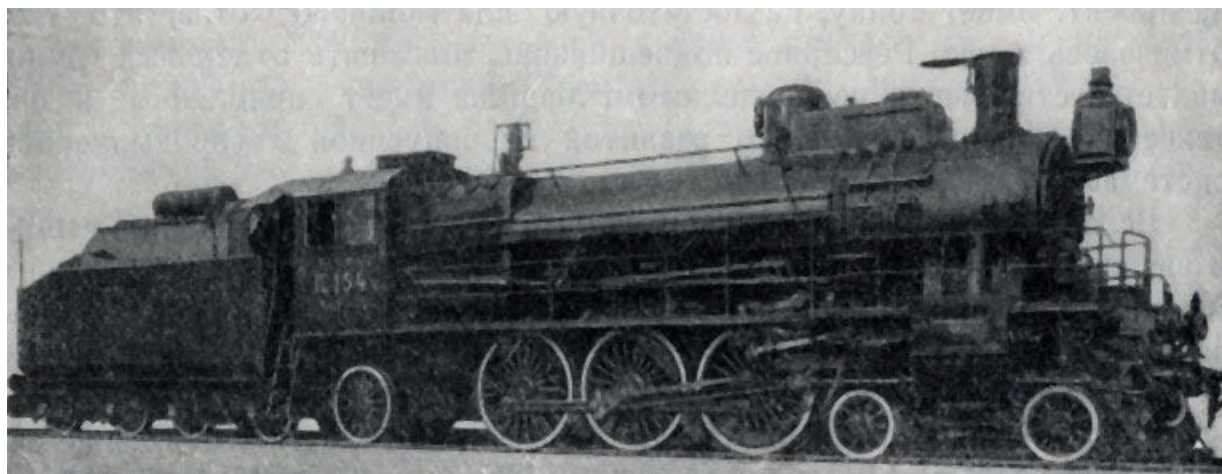
Серия	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара ати	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
С ^У 96	575	700	1850	13	197	73	4,73	54	86
С ^У 97	575	700	1850	13	197	73	4,73	54	84
С ^У 200	575	700	1850	13	197	72	4,73	55	85
С ^У	575	700	1850	13	199	72	4,73	55	85

210									
C^{ym}	575	700	1850	13	199	72	4,73	55	85
C^y 250	575	700	1850	13	188	89	4,73	55	85
C^{yp}	575	700	1850	13	188	89	4,73	55	86

24. Паровозы 2-3-1 Лп

К 1914 г. средний вес пассажирских поездов Владикавказской ж. д. достигал 600 т. При тяжелом профиле пути и воде пониженного качества дорога нуждалась в пассажирских паровозах большой мощности. По расчету Владикавказской ж. д. ни один из существовавших в России в то время типов пассажирских паровозов не мог удовлетворять предъявляемым требованиям.

Дорога остановилась на паровозе типа 2-3-1. Эскизный проект паровоза был разработан В. И. Лопушинским, а его детальная разработка осуществлена Путиловским з-дом в лице А. С. Раевского, при консультации М. В. Гололобова. Первый паровоз 2-3-1, получивший тогда серию Л., а позднее Л^п, был построен в апреле 1915 г. (фиг. 67).



фиг.67 Паровоз Лп

Паровоз имеет четырехцилиндровую машину одиночного расширения. В пояснительной записке к проекту паровоза 2-3-1 Л^п было сказано, что "одним из наиболее трудных частых вопросов является вопрос: делать ли паровоз с четырехцилиндровой машиной компаунд, работающей перегретым паром при давлении 14-16 *атм*, или же простой системы, при давлении перегретого пара 12 *атм* (стр. 5)". Как известно, Владикавказская ж. д. выбрала второй вариант. Отказ от двойного расширения был сделан ради возможного упрощения конструкции, облегчения веса котла и цилиндров, понижения давления пара, достижения более равномерной работы при разных наполнениях и, наконец, для увеличения силы тяги при взятии с места. Это было одной из основных ошибок Владикавказской ж. д. Если машина уже была усложнена внутренними цилиндрами и коленчатой осью, то имело смысл применить в ней принцип двойного расширения, дающий некоторую экономию в топливе и при перегреве и не вносящий при этом больших дополнительных усложнений. Такую точку зрения в свое время отстаивали А. С. Раевский и А. О. Чечотт и были в этом, конечно, вполне правы.

С целью более равномерного распределения динамических нагрузок, передаваемых колесами на рельсы, уменьшения усилий, передаваемых на средний сцепной палец кривошипа, а также уменьшения длины и веса внутренних шатунов, действие внутренних и наружных цилиндров распределено на две ведущие колесные пары, из которых передняя имеет коленчатую ось. Для уменьшения вертикального воздействия от силы пара, машины имеют горизонтальные цилиндры, расположенные с дезаксиалом 75 мм. Это позволило довести статическую нагрузку от движущих колесных пар до 17,3 т. При взвешивании впоследствии в 1931 г. на весах Пролетарского з-да при опытах, проводившихся автором книги с паровозом Л^п 154, действительная нагрузка доходила до 20 т.

В паровозах Л^п достигнуто очень хорошее уравнивание, Котел же, спроектированный только на нефтяное топливо, согласно заданию на проект, имеет топку, не достаточную для мощного котла, что уже отмечалось выше. Рессорное подвешивание, имея пять отдельных групп, является статически неопределимым. Машина имеет спрямленные и обтекаемые каналы с хорошо развитой паровпускной и паровыпускной системами.

Вследствие разности длин шатунов наружных и внутренних машин и значительного дезаксиала, мертвые положения наружных и внутренних машин, кривошипы которых расположены под углом 180°, по моментам заметно не совпадают. Движение внутренним и наружным золотникам передается от наружных кулисных механизмов, причем к внутренним - через равноплечие горизонтальные рычаги. Для достижения наибольшего равенства наполнений применен изогнутый маятник, верхнее плеча которого отклонено назад на 40 мм. Колебания линейных опережений впуска при изменениях степени впуска доходят почти до 2 мм.

В эксплуатации паровозы Л^п оказались мало экономичными. Удельный расход пара в них был значительно выше, чем у паровозов С и в особенности С^у, о чем уже говорилось. При изложении результатов первой опытной поездки от Петрограда до Окуловки по Николаевской ж. д. и обратно, проведенной 30 апреля 1915 г. с только что построенным новым паровозом Л^п 101, проф. А. О. Чечотт писал: "Средняя испарительность нефти за поездку была всего около 7 кг, т. е. должна быть признана весьма посредственной, парообразование было недостаточное, давление пара держалось на нормальной высоте только непродолжительное время и падало до 8,5 ати. Преобладающее наполнение было 40-50%, что при одиночном расширении являлось очень высоким, но перегрев был вполне удовлетворительный, а иногда и высокий, достигая 400°. Вес состава поезда был 532 т. Максимальная скорость доходила до 110 верст в час (117 км/час)".*

* (А. О. Чечотт, *Еще о Владикавказском пассиве.*)

Паровозы Л^п первого выпуска от № 101 до 118 были построены с 1915 по 1918 г. Путиловским з-дом и поступили на Владикавказскую ж. д. Второй выпуск от № 119 до 166 строился с 1924 по 1926 г. и поступил на Октябрьскую ж. д. Туда же были переданы и паровозы первого выпуска с Владикавказской ж. д. Таким образом все 66 паровозов были сосредоточены на Октябрьской ж. д., где и проработали с 1924 по 1936 г., уступив место паровозам С^у.*

* (Паровоз Лп 107, разбитый при катастрофе в 1920 г. у Новороссийска, на Октябрьскую ж. д. не поступал.)

Особого эффекта в смысле дальнейшего поднятия скоростей, чего ожидали от этих паровозов при введении их на равнинном профиле Октябрьской ж. д., они не дали. И когда на смену нефтяным паровозам Л^п пришли угольные паровозы С^у, - составы и скорости остались без изменения.

Работая одно время в общем графике с паровозами С^у, паровозы Л^п поддавались легкому сравнению с ними по расходу топлива и другим измерителям. При обслуживании скорых поездов от Ленинграда до Бологое (320 км) паровозы С^у расходовали в один конец 2,9-3 т нефти, а паровозы Л^п 3,9-4 т. Стоимость ремонта на одинаковый измеритель пробега на паровозах Л^п была в 2,5 раза выше, чем на паровозах С^у. Помимо этого, дороге чрезвычайно много хлопот причиняли паровозы Л^п своими коленчатыми осями, вследствие быстрого нарастания трещин у вырезов в бугелях. Недолговечная служба коленчатых осей объяснялась весьма высокими напряжениями, возникающими в местах резких изменений форм сечений. Завод "Красный Путиловец", выполняя другие заказы, не смог обеспечить дорогу необходимым количеством запасных коленчатых осей, устанавливаемых взамен выходящих из строя из-за трещин. Доставка же импортных осей обходилась по цене в несколько тысяч золотых рублей за штуку. Служба оси при этом определялась средним пробегом 100-150 тыс. км.

По самому грубому подсчету, замена паровозов Л^п паровозами С^у принесла дороге по крайней мере миллионную экономию в год. Таковы выводы эксплуатационной практики.

*

** (Служба паровозов Лп на Октябрьской ж. д. подтвердила те выводы, которые были сделаны о службе этих паровозов еще на Владикавказской ж. д. и доложены С. А. Богдановым 23-му совещательному съезду тяги в 1923 г. (стр. 149).)*

Опыты с паровозом Л^п 141 проводились летом 1926 г. на Октябрьской ж. д. между Бологое и Калининским под руководством Р. П. Гриненко, В. Ф. Егорченко и О. Н. Исаакяна.

В одной из очередных поездок, при которой присутствовал и автор книги, к опытному паровозу Л^п 141 был прицеплен состав в 46 четырехосных вагонов, весом 2300 т, из которых половина были товарными. Взятие с места производилось с толкачем-паровозом Щ^п. Поезд проследовал от Бологое до Калинина со скоростью 60-70 км/час. Динамометрическая сила тяги колебалась между 6000-7000 кг. Это давало среднюю полезную мощность в 1700-1800 л. с.

При сравнении паровозов Л^п с С^у по результатам этих опытов паровоз С^у как тепловой двигатель оказался экономичнее паровоза Л^п в среднем на 30%.

В одном из паровозов Л^п, № 119, в виде опыта цилиндры были уменьшены в диаметре с 460 до 420 мм. Заметных результатов это не дало.

С 1927 по 1929 г. почти все паровозы Л^п были оборудованы водоподогревателями смешения типа "Красный Путиловец". Вследствие неудовлетворительной работы они вскоре были сняты.

В 1914 г. проект паровоза 2-3-1 был разработан и Сормовским з-дом в лице Б. С. Малаховского. Проект был разработан совместно с проектом пассажирского паровоза 1-4-1, причем у паровозов 2-3-1 и 1-4-1 были объединены котлы, цилиндры и ряд других

деталей. Паровоз 2-3-1 по проекту Сормовского з-да имел двухцилиндровую машину и большую топку, чем на Л^п. Для максимального развития проходных сечений в проектах паровозов 2-3-1 и 1-4-1 Сормовского з-да предусматривалось применение золотников диаметром 350 мм. В паровозе 2-3-1 предполагалось также применить усовершенствованный увеличитель сцепления, повышающий сцепной вес при взятии с места на 7 т. Война 1914-1918 гг. помешала осуществлению этих проектов.

Характеристики паровозов Л^п приведены в табл. 28.

Таблица 28 Характеристики паровозов 2-3 - 1 Л^п

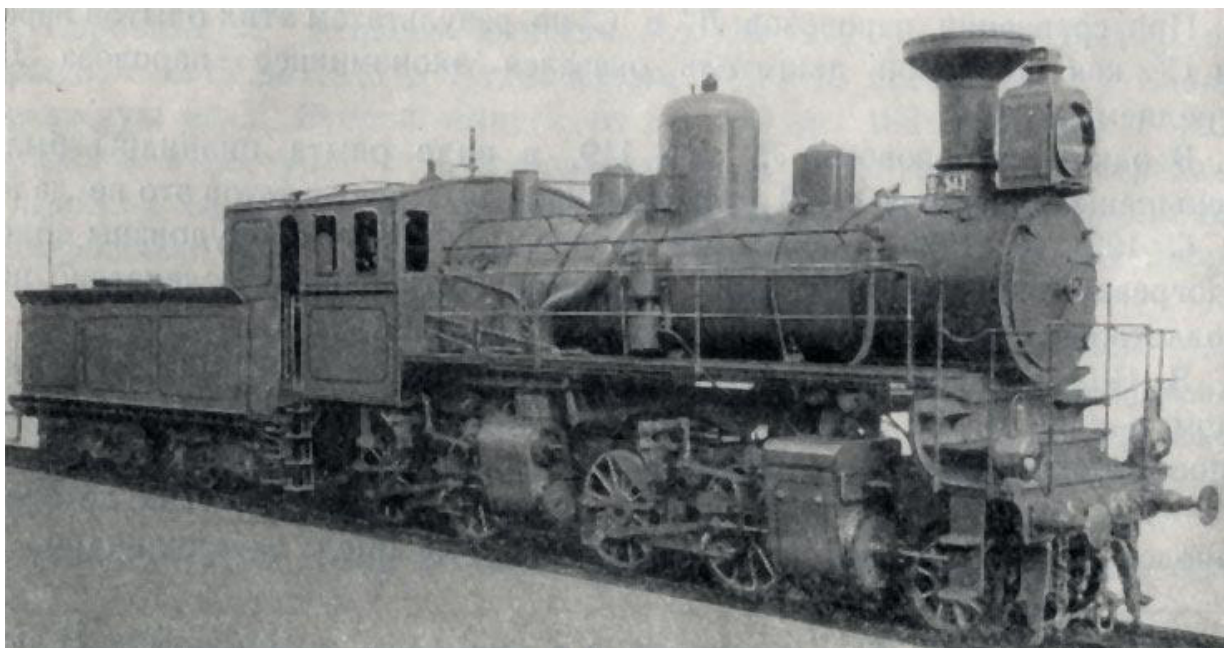
Серия	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атмос	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
Л ^п	4X460	650	1840	12	271	86,5	4,65	52	97
Л ^п № 119	4X420	650	1840	12	271	85,5	4,65	52	97
2-3-1 (по проекту Сормовского з-да)	2X650	700	2000	13	263	93	5,0	50/57 ₁	92,5

¹ (Второе значение при увеличителе сцепления.)

25. Паровозы 1-2-0 + 0-2-0 i и 1-4-0 И

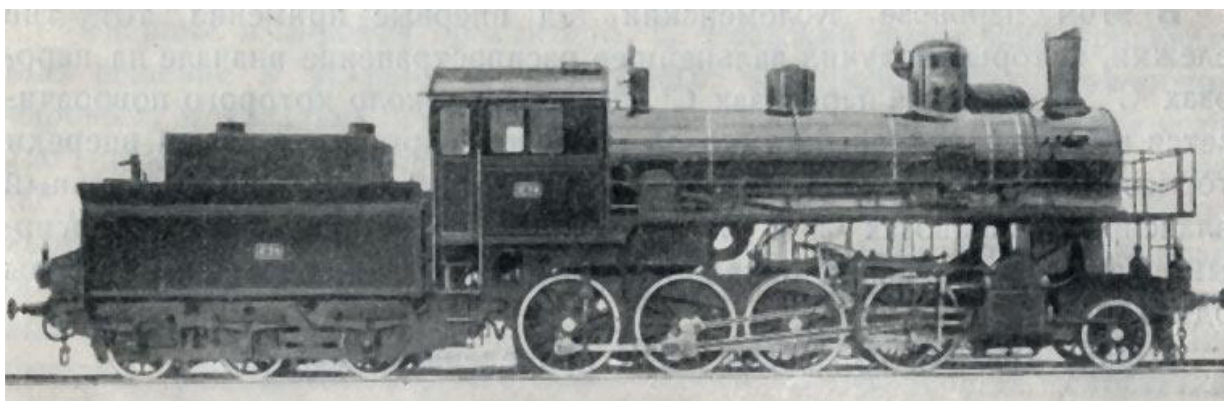
Начало применения на наших железных дорогах пассажирских паровозов с четырьмя спаренными колесными парами относится к 1903 г.

В то время Коломенским з-дом было построено для Средне-Сибирской ж. д. девять паровозов сочлененного типа с машиной двойного расширения. Они обозначались серией i. Переход к четырем спаренным колесным ларам был вызван слабостью верхнего строения пути и мостов, не допускавших давления на рельсы свыше 10 т от колесной пары. Паровозы удовлетворительно работали с пассажирскими поездами, но расход топлива у них был значителен (фиг. 68).



фиг.68 Паровоз і

После этих паровозов постройка пассажирских паровозов с четырьмя спаренными колесными парами не велась до 1909 г. К этому времени усилившееся пассажирское движение на Московско-Казанской ж. д., в связи с постройкой новой линии Люберцы - Казань, потребовало паровозов, дающих ту же силу тяги, которую развивали паровозы 2-3-0, но при нагрузке не свыше 14 т от колесной пары на рельсы. Московско-Казанская ж. д. остановилась на типе 1-4-0, получившем серию И. Паровозы оказались довольно удачными по конструкции и по экономичности (фиг. 69).



фиг.69 Паровоз И

Котлы и машины в них такие же, как в паровозах 0-4-0 V. Часть паровозов И была оборудована водотрубными топками, в которых боковые стенки огневой коробки образованы рядом вертикальных труб, плотно прижатых одна к другой.

В этом паровозе Коломенский з-д впервые применил тот тип тележки, который получил дальнейшее распространение вначале на паровозах С^в, а затем на паровозах С^у. Шкворень, около которого поворачивается водило передней бегунковой колесной пары, расположен впереди второго шкворня, около которого поворачивается горизонтальный балансир. В паровозах С^в и С^у передним шкворнем является балансирный. Такое размещение шкворней зависит от определяемой длины водила.

Характеристики паровозов *i* и *И* приведены в табл. 29.

Таблица 29 Характеристики паровозов 1-2-0+0-2-0 *i* и 1-4-0 *И*

Серия	Диаметр цилиндров мм		Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атмос	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
	высокого давления	низкого давления				испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
<i>i</i>	2X420	2X630	600	1350	12	186	-	2,6	52	64
<i>И</i>	575	-	650	1500	12	163	47	3,03	55,6	69

26. Паровозы 2-4-0 *Мр*

В конце восстановительного периода (1922-1923 гг.) в Советском Союзе назревали перспективы бурного роста пассажирских перевозок. Возникал вопрос о типе пассажирского паровоза ближайшего будущего.

В числе специалистов в тот период оказалось много сторонников распространения на наших дорогах сложных паровозов с коленчатыми осями. По их мнению, отказ от таких паровозов означал отказ вообще от всякого прогресса в паровозостроении (см. стр. 83).

Программа дальнейшего паровозостроения первоначально была выработана в расчете на распространение именно таких паровозов.

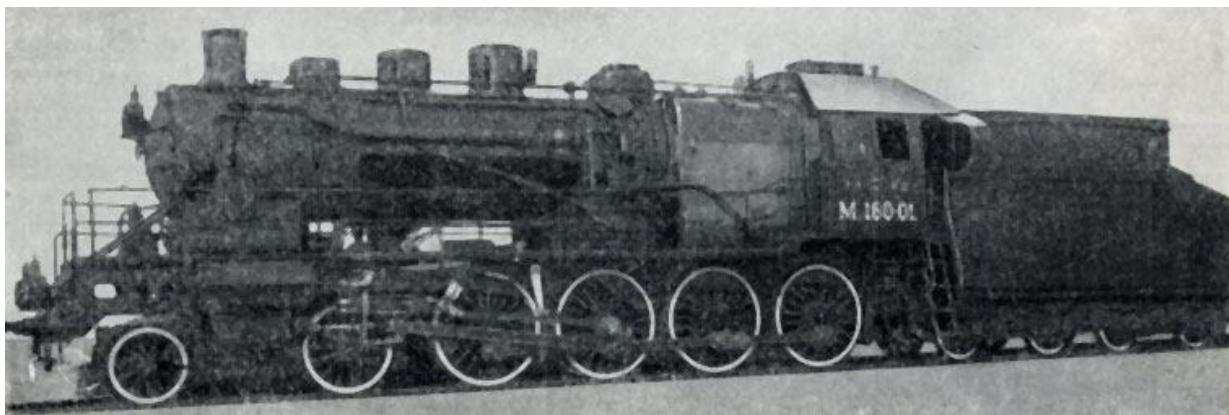
В качестве начала проведения ее в жизнь была продолжена постройка паровозов 2-3-1 Л^п. Попутно с этим под руководством А. С. Раевского в 1923 г. началась разработка нового сильного трехцилиндрового паровоза 2-4-0 М.

В этом проекте впервые предполагалось осуществить ряд совершенно новых тогда конструкций, например - камеры догорания, еще не применявшейся до этого в России, передачи части веса паровоза на тендер, оригинальной конструкции шатуна внутренней машины, позволяющего при горизонтально расположенном цилиндре разместить коленчатую ось позади осей передних спаренных колесных пар, и т. д.

Впервые в мировой практике А. С. Раевский предложил оригинальное решение в устройстве движущего механизма трехцилиндрового паровоза, в котором при расположении ведущих кривошипов под углом: 120°, пальцы спарников располагались в кривошипах колес под углом 90°, как в двухцилиндровых паровозах. Пальцы же ведущей колесной пары были спроектированы коленчатыми. Это должно было значительно облегчить работу спарников, которые при обычном для трехцилиндровых паровозов расположении наружных кривошипов под углом 120° быстрее расстраивались, что было одним из главнейших недостатков трехцилиндровых паровозов.

После смерти А. С. Раевского, в 1924 г., в проект паровоза М были введены различные упрощения. Весь проект был совершенно переработан, и ряд конструкций, которые были задуманы Раевским, не был применен.

В 1927 г. был построен первый паровоз М по новому проекту (фиг. 70). Паровозы М строили з-ды "Красный Путиловец" и Луганский. Паровозы М имели ряд существенных недостатков, из которых основным являлся значительный наклон оси внутреннего цилиндра при дезаксиальной машине. Вследствие возросших вертикальных составляющих от силы пара и более быстрого нарастания неравномерного проката ведущей колесной пары по сравнению с остальными спаренными, вредное воздействие паровоза на путь увеличилось.



фиг. 70 Паровоз М

Было обнаружено частое расстройство спарников, что по замыслу А. С. Раевского можно было устранить. Кроме того, паровозы М часто страдали буксованием, беспокойным ходом, боковой качкой, сильной тряской, вызывающей жесткие удары котла о раму. К тому же глубина топки и размеры зольника не отвечали сортам применяемых в СССР углей и были недостаточны.

Значительное улучшение этих паровозов было достигнуто их последующей переделкой на двухцилиндровые (серия М^Р). При этом коленчатая ось второй ведущей колесной пары была заменена прямой, а средний цилиндр исключен. Для сохранения достаточной цилиндрической силы тяги давление пара в котле было поднято с 13 до 14,5 *атм*. Колесные центры оставлены старыми, с соответствующей перестановкой на осях.

Паровозы М^Р перестали буксовать, неравномерность проката уменьшилась, ход стал спокойнее и парообразование улучшилось.

Работая на Рязано-Уральской ж. д. в общем графике с еще не переделанными паровозами М, паровозы М^Р ввели те же самые поезда, расходуя меньше топлива.

Следует напомнить, что еще во время первой мировой войны на Сорновском з-де Б. С. Малаховским был спроектирован пассажирский паровоз типа 1-4-1 с двухцилиндровой машиной. Война, однако, помешала его осуществлению. Как уже упоминалось выше, главнейшие детали типа 1-4-1 были объединены с таковыми же типа 2-3-1. После неудачи с паровозом М Коломенский з-д в 1929 г. также разработал технический проект паровоза 1-4-1 с диаметром колес 1700 мм и колосниковой решеткой 6 м². Проект осуществлен,

однако, не был, так как к 1930 г. уже назрела необходимость перехода к более мощным паровозам типа ИС и ФД.

Характеристики паровозов М приведены в табл. 30.

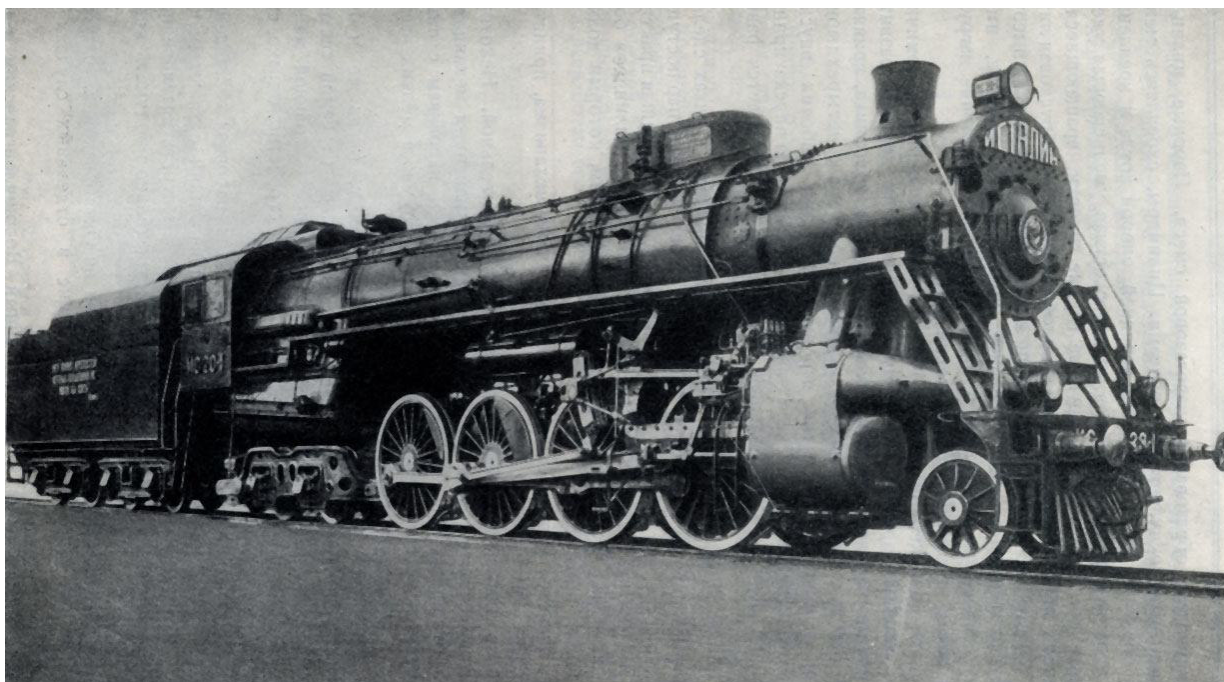
Таблица 30 Характеристики паровозов 2-4-0 М

Серия	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атм	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
М (по проекту А. С. Раевского)	3X575	700	1700	13	253	99	6,0	72,0	98
М	3X540	700	1720	13	260	88	6,0	69,5	99,5
М ^р	2X540	700	1720	14,5	260	88	6,0	69	99
1-4-1 по проекту Сормовского з-да 1915 г.	2X650	700	1830	13	263	93	5,0	63	92

27. Паровоз 1-4-2 ИС

Паровозы ИС начали строиться с 1932 г. Этот тип паровоза является одним из лучших пассажирских паровозов СССР.

В феврале 1932 г. по эскизному проекту специального технического бюро Локомотивпроект НКТП (ЦЛПБ) приступил к детальной разработке конструкции мощного паровоза 1-4-2, который и был построен Коломенским з-дом при участии Ижорского з-да в октябре того же года, к XV годовщине Великой Октябрьской социалистической революции (фиг. 71).



фиг.71 Паровоз ИС

Как показали опыты, в отдельных случаях паровоз ИС развивал мощность до 3250 л. с. Помимо большой мощности, паровоз ИС отличается и более совершенными конструктивными формами своих деталей.

Главные детали его объединены с такими же деталями товарного паровоза 1-5-1 ФД. Значительное развитие поверхности нагрева, площади колосниковой решетки и объема топки обеспечивает высокую паропроизводительность котла. Огневая коробка применена с камерой догорания, облегчающей условия развески и незначительно повышающей экономичность топки. В котле применен мелкожаротрубный пароперегреватель. Пятиклапанный регулятор вынесен из котла и расположен за пароперегревателем. Угледатчик введен не только с целью облегчения труда паровозной бригады, но и для получения большей паропроизводительности котла. Конус четырехдырный с отдельным выхлопом, значительно уменьшающий противодавление при выхлопе и повышающий эффективность образования парогазовой смеси. Паровые цилиндры стальные литые с чугунными втулками. Цилиндры, скрепляясь между собой, образуют блок, служащий передней опорой котла и креплением рам в передней части. Параллель трехплоскостная, уменьшающая удельное давление. Дышла имеют круглые глухие головки, вращающиеся на плавающих втулках, смазываемых твердой смазкой. Рама брусковая литой стали, обладающая большой поперечной жесткостью и меньшей высотой над буксовыми вырезами. Рессорное подвешивание верхнее, имеет систему статически определяемую, при которой распределение нагрузок между осями не зависит от натяжения рессор.

Опыты, проведенные в 1933-1934 гг., показали очень экономичную работу машины паровоза ИС, чему способствовали хорошо развитые спрямленные паровые каналы, большой диаметр золотника, принятый равным 330 мм, хорошо развитая выпускная система с четырехдырным конусом и широкие открытия паровых окон при рабочих впусках. Отношение перекрытия впуска к линейному опережению впуска принято равным 12. При нем наибольшая степень впуска получается равной только 60%.

Для облегчения взятия с места в золотниковых втулках сделаны специальные паровпускные окна 4 X 40 мм, через которые пар поступает в цилиндр после наступления отсечки. Как показала дальнейшая практика, такое построение схемы требует, однако, применения цилиндров большого диаметра, что утяжеляет движущий механизм, который должен быть более прочным.

Это является отрицательным свойством схемы механизма, принятого в паровозах ИС и ФД.

Работа котла оказалась вполне удовлетворительной. Некоторое неизбежное снижение его к. п. д., вызванное применением механизированного отопления (углеподатчика), присуще всем паровозам с таким отоплением, вследствие увеличения механического уноса мелких частиц топлива в дымовую коробку.

На паровозах ИС, выпускаемых после 1935 г. (а также и ФД), ставился углеподатчик системы Рачкова. Независимо от самой системы им предлагался также способ уменьшения уноса угольной мелочи путем создания в топке паровой завесы. Это устройство, однако, себя не оправдало.

Тип 1-4-2 с параметрами, принятыми для паровоза ИС, следует считать весьма подходящим для большинства линий с тяжелым профилем. В отношении динамики необходимо пересмотреть уравнивание, с целью уменьшения подергивания, и тщательно продумать конструкцию передней тележки.

Паровозы ИС, находясь в эксплуатации на Октябрьской ж. д., развивали очень высокие скорости, достигающие в отдельных случаях до 140 км/час.

Один из паровозов ИС, построенный Ворошиловградским з-дом,

был снабжен обтекаемым капотом и облегченным движущим механизмом. В 1934 г. паровоз ИС представлял советское паровозостроение на Всемирной выставке в Париже.

Характеристики паровозов ИС приведены в табл. 31.

Таблица 31 Характеристики паровозов 1-4-2-ИС

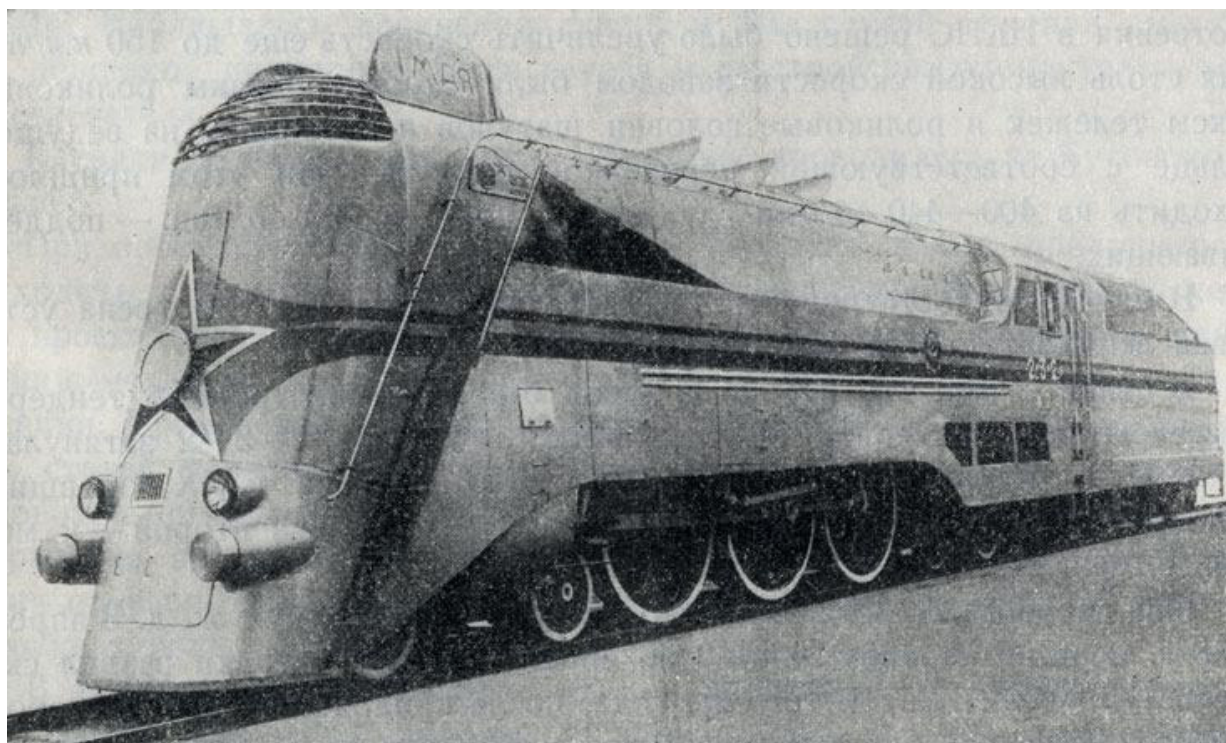
Серия	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атмос	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
ИС	670	770	1850	15	295	139	7,03	80	134

28. Паровозы 2-3-2

Вопрос о более мощном и быстроходном пассажирском паровозе с тремя спаренными колесными парами поднимался еще в 1934 г. Намечались два пути. Либо коренным образом переработать C^y , произведя его полную модернизацию, либо перейти к совершенно новым типам. На Коломенском з-де в 1934 г. были разработаны эскизные проекты паровозов 2-3-1 с колосниковой решеткой $5 м^2$, 1-3-2 и 2-3-2 с решеткой $6,5 м^2$. Последний из них, т. е. 2-3-2, как заслуживающий наибольшего внимания, подвергался длительному обсуждению, и к 1935 г. был разработан его технический проект. Диаметр колес тогда был принят равным $1850 мм$, пригодный для скоростей $120-130 км/час$. НКПС настаивал сперва на четырех спаренных колесных парах, но затем согласился на три колесные пары, поставив условие поднятия скорости до $140 км/час$.

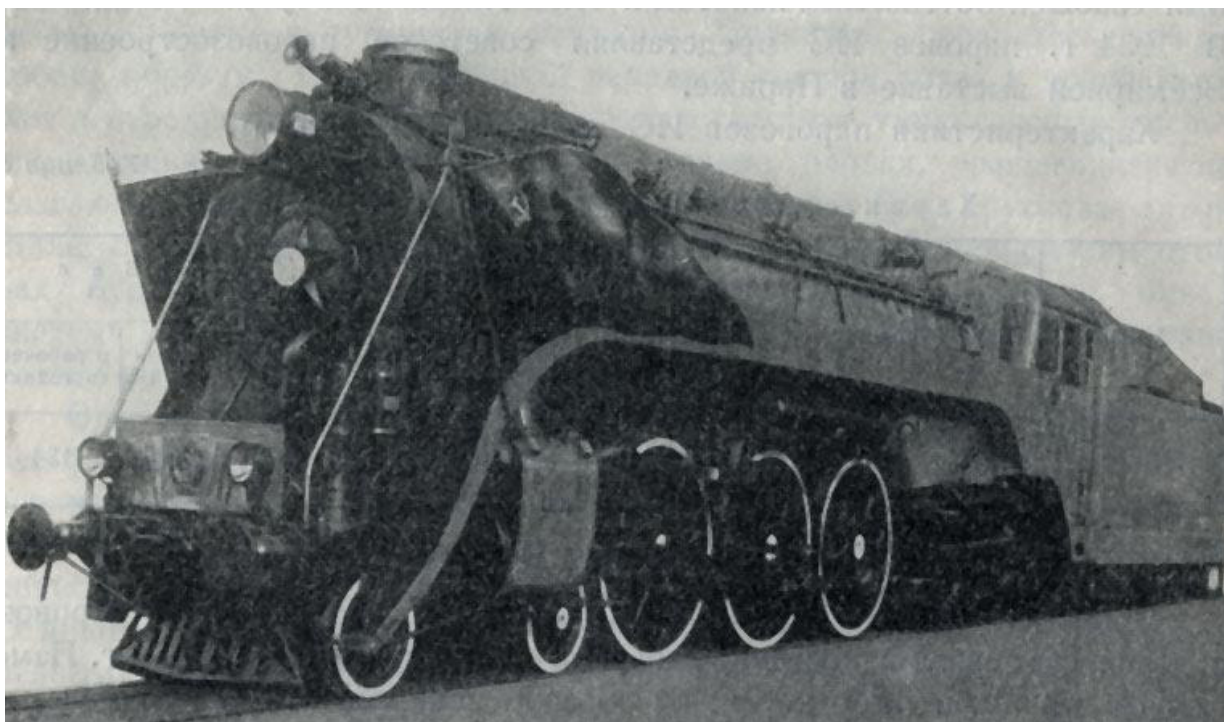
Проект был переделан на диаметр колес $2000 мм$. После его рассмотрения в НКПС решено было увеличить скорость еще до $150 км/час$. Для столь высокой скорости заводом были спроектированы роликовые буксы тележек и роликовые головки шатунов и спарников на ведущем пальце с соответствующей переделкой проекта. При этом пришлось исходить из $400-440 об/мин.$ движущих колес и $900 об/мин.$ - поддерживающих.

В случае недостаточности сцепного веса была предусмотрена установка вспомогательной машины (бустера).



фиг. 72 Паровоз 2-3-2 Коломенского завода

В связи с тем, что в 1936 г. завод был занят постройкой тендеров конденсаторов, постройка быстроходных паровозов 2-3-2 затянулась до 1937 г. Первый паровоз 2-3-2 был построен к XX годовщине Великой Октябрьской социалистической революции, а второй - к маю 1938 г. (фиг. 72, 73).



фиг.73 Паровоз 2-3-2 Коломенского завода

Оба паровоза 2-3-2 были переданы на Октябрьскую ж. д. В апреле 1938 г. первый паровоз 2-3-2 во время опытной поездки развил скорость 170 км/час . Летом того же года, после прихода на дорогу второго паровоза, начались тяговые и путевые испытания на участке Спирово - Калинин. Тяговые испытания производились с первым паровозом, а путевые - со вторым.

Для тяговых испытаний был оборудован специальный состав пассажирского поезда на роликовых подшипниках. В июне - июле начались поездки со средними скоростями свыше 100 км/час . Испытаниями руководил проф. А. М. Бабичков. От Коломенского з-да участвовали авторы проекта во главе с Л. С. Лебединским.

Доведению средней скорости до 150 км/час препятствовала кривая с расположением на ней стрелок у остановочного пункта Шлюз, проход через который службою пути был ограничен в 100 км/час . После ряда споров ограничение было снято. После этого была достигнута средняя скорость 150 км/час и максимальная - 170 км/час . При прохождении остановочного пункта Шлюз со скоростью 150 км/час было замечено некоторое наклонение вагонов.

При столь высокой скорости, впервые достигнутой в СССР, паровоз 2-3-2 показал исключительно высокие качества. При полном открытии регулятора и наполнении 0,4, удельный расход пара на касательную л. с./час колебался в пределах 6-7 кг. Столь экономичная работа была достигнута впервые. Таким образом были одновременно установлены два рекорда.

31 августа 1938 г, паровоз с тремя вагонами, из которых один динамометрический, прошел перегон Спирово - Калинин с почти непрерывной, скоростью 160 км/час . Открытие регулятора и наполнение были наибольшими. Скорость в 150 км/час , установленная как предельная конструктивная, достигалась вполне удовлетворительно как по динамике паровоза, так: и со стороны путевых наблюдений.

Перегрев достигал 460° , что создавало некоторые затруднения по смазке. Наблюдалось посинение скалок и был случай горения смазки под обшивкой цилиндров. Были случаи и расстройств элементов пароперегревателя.

Поездки со скоростями ниже 100 км/час проводились на Бутовском кольце.

При проектировании быстроходного паровоза заводу приходилось подходить к решению многих вопросов совершенно иным путем, чем при проектировании паровозов для обычных скоростей. Например, движущий механизм пришлось рассчитывать не по силе пара, а по силам инерции. Применение кованных деталей, штамповки и высококачественных сталей понизило вес механизма на $100-120 \text{ кг}$. При постройке паровозов приходилось вести балансировку литых бегунковых колес для устранения погрешностей, допущенных при отливке, путем высверливания отдельных мест отливки. Здесь был использован опыт по балансировке турбин, применяемых в тендерах конденсаторах.

В эксплуатации на Октябрьской ж. д. паровозы 2-3-2 зарекомендовали себя с наилучшей стороны. За время с 1938 по 1940 г. они совершили пробег 170000 км .

Был отмечен случай опоздания экспресса "Красная стрела" от Ленинграда до Бологое с рядовым паровозом C^y на два часа. При смене паровоза в Бологое, прицепленный к поезду паровоз 2-3-2 нагнал это время от Бологое до Москвы, доставив экспресс вовремя и пройдя расстояние 330 км за 3 часа., ведя экспресс со скоростью до 140 км в час.

Следует напомнить, что это был уже второй подобный случай. Еще в 1933 г. такой же нагон был достигнут с паровозом ИС, прошедшим ряд перегонов со скоростью 140 км/час .

Столь блестяще начатое в СССР строительство быстроходных паровозов было прервано войной. Запланированный заказ для Октябрьской ж. д. еще десяти таких паровозов не состоялся. Этот замысел отсрочен до тех пор, пока железнодорожный путь в полной мере не оправится от ущерба, причиненного ему войной.

В 1946 г. оба паровоза вернулись из эвакуации из восточных районов страны. Заводом они были приведены в порядок. Для устранения неполадок со смазкой и снижения степени перегрева завод пошел на замену четырехтрубных элементов двухтрубными. Перегрев был понижен до 420° . На втором паровозе с самого начала был применен мелкожаротрубный пароперегреватель. Были сменены тормозные насосы, угле-податчики, сняты обтекаемые капоты, тормоза с передней и задней тележек и с первого паровоза - бустер (на втором он поставлен не был).

Все эти принадлежности временно оказались ненужными, так как по состоянию пути паровозы вынуждены работать со скоростями 70 км/час .

При взвешивании паровоза в таком облегченном виде нагрузки на колесные пары оказались в передней тележке по 12 т , на движущие - 19 т , и задние - поддерживающие - 17 т .

При проверочном расчете тормоза тормозные коэффициенты, установленные из расчета на скорость 160 км/час и равные для тележек - 80% , движущих колесных пар - 70% при среднем коэффициенте паровоза и тендера $65,5\%$, в связи с временной невозможностью

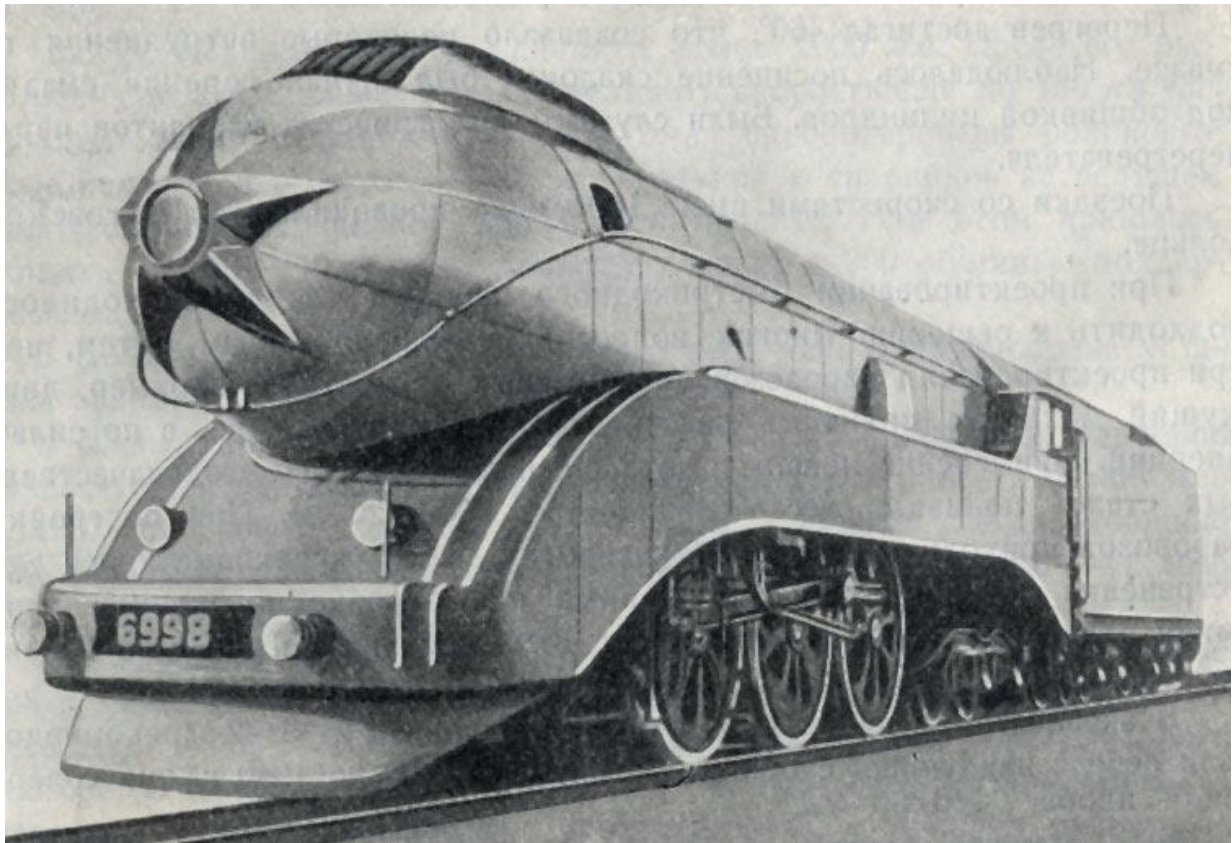
реализовать такую скорость оказались излишне высокими. Тормозные цилиндры при этом были снабжены предохранительными клапанами. Это и послужило поводом к снятию тормозов с тележек. Вопрос о тормозах быстроходных паровозов следует считать пока неразрешенным, но в будущем, когда вновь назреет вопрос о высоких скоростях, он будет решен окончательно.

Что касается службы совершенно новых деталей паровоза, т. е. роликовых подшипников, то она оказалась вполне удовлетворительной. Те же результаты дали и игольчатые подшипники в шарнирах парораспределительных механизмов.

Этот удачный опыт был впоследствии использован и при построении новых паровозов 1-5-0 Л.

Паровоз 2-3-2 как тип заслуживает самого большого внимания и для скоростей до 120-130 км/час, при диаметре колес 1850 мм. При нагрузке 20 т от колесной пары он нашел бы широкое применение на наших железных дорогах, заменив паровоз С^у.

Второй тип быстроходного паровоза 2-3-2 был построен в 1938 г. Ворошиловградским 3-дом в количестве одного опытного экземпляра (фиг. 74). Паровоз рассчитан на еще более высокие скорости, чем коломенские паровозы, а именно - на 180 км/час. В этом паровозе Ворошиловградский 3-д использовал котел и машину паровоза ИС. Диаметр колес принят 2200 мм. Этот паровоз несколько мощнее коломенского 2-3-2. Он находится в эксплуатации в депо Москва Октябрьской ж. д., где работает вместе с коломенскими 2-3-2. Расход топлива у этого паровоза выше, чем у коломенских паровозов, но это не является характерным, поскольку оба типа паровозов 2-3-2 сейчас далеко не полностью используют свои возможности. Какому из этих типов принадлежит будущее - сказать сейчас невозможно, так как ворошиловградский еще далеко не изучен, а коломенский уже показал исключительно высокие качества, благодаря которым его можно считать пока лучшим советским пассажирским паровозом.



фиг.74 Паровоз 2-3-2 Ворошиловградского завода

Характеристики паровозов 2-3-2 приведены в табл. 32.

Таблица 32 Характеристики паровозов 2-3-2

Серия	Диаметр цилиндра мм	Ход поршня мм	Диаметр движущих колес мм	Давление пара атм	Поверхность нагрева м ²		Площадь колосниковой решетки м ²	Вес т	
					испаряющая	пароперегревателя		сцепной	в рабочем состоянии
К № 1	580	700	2000	15	240	125	6,5	61,5	125
К № 2	580	700	2000	15	278	148	6,5	61,5	125
В	670	770	2200	15	248	119	7,04	64,5	138

29. Опытные характеристики пассажирских паровозов

Чтобы дать общую сравнительную оценку пассажирским паровозам, рассмотренным в этой главе и прошедшим через цикл опытов, следует привести цифровые показатели, взятые из результатов опытов. Для этой цели приведена табл. 33, дающая значения

наибольших касательных мощностей $N_{k(max)}$ при определенных режимах работы [расчетных форсировках z_m и скоростях v , отвечающих $N_{k(max)}$]. Для многих паровозов приводятся и их общие к. п. д., полученные при тех же скоростях. Эти коэффициенты не могут, однако, явиться критериями, определяющими качество паровозов, так как часть их испытывалась на угле, а часть на мазуте, причем к. п. д. в последнем случае значительно повышается. По скорости, отвечающей $N_{k(max)}$, можно наглядно видеть, для каких условий работы в пассажирской службе паровоз наиболее подходит.

Таблица 33¹ Общие опытные характеристики пассажирских паровозов²

Тип и серия	z_m кз/м ² • час	v км/час	$N_{k(max)}$ ² л.с.	η %	Топливо	
					род	Q^p_H
1-3-0 Н ^В	50	40	650	4,7	мазут	9900
1-3-0 Н ^В	50	40	680	4,9	"	9900
1-3-0 Н ^П	45	60	600	6,5	"	10200
1-3-0 Н ^Ч	45	40	890	7,5	"	9900
1-3-0 Н ^У	50	40	710	5,8	"	9750
1-3-0 Н ^У	50	40	700	5,7	"	9750
1-3-0 Н ^Ш	45	100	670	5,5	"	9900
1-3-0 Н ^{ШП}	55	100	1040	8,8	"	9900
2-3-0 Б	45	80	920	7,8	"	9900
2-3-0 К	40	40	670	-	уголь	-
2-3-0 К ^У	45	80	1050	9,6	мазут	9900
2-3-0 У ^У	50	60	1000	8,2	"	9900
1-3-1 С	45	120	1200	6,5	Гришинский уголь	6250
1-3-1 С ^У	55	80	1550	6,1	75% АРШ+25%ПЖ	7200
1-3-1 С ^{УМ}	55	60	1310	6,7	75% АРШ+25%ПЖ	6393
2-3-1 Л ^П	45	100	1480	7,5	мазут	9810
2-4-0 М	45	80	1600	7,0	ПС	7119
2-4-0 М ^Р	45	80	1600	-	уголь	-
1-4-2 ИС	65	80	2680	-	Д	5352
2-3-2 К № 1	75	160	2650	7,5	Г	6380

¹ (Таблица составлена доц. Б. А. Павловым)

² (Мощности соответствуют расчетным z_m)

Бестендерные паровозы

30. Бестендерные паровозы маневровые

Бестендерные паровозы на сети железных дорог СССР широкой колеи являются отмирающим типом. Такие паровозы в свое время находили применение в маневровой

службе и в пригородных поездах. В настоящее время, однако, создание специально маневрового паровоза считается нецелесообразным, так как маневровая служба имеет достаточный резерв паровозов, выбывающих из поездной службы вследствие естественного устарения. В настоящее время маневровая работа ведется преимущественно паровозами О^в и Э.

Бестендерный паровоз является основным видом локомотива в промышленном транспорте. Рассмотрение паровозов этого вида транспорта не входило в задачу автора, почему автор отсылает читателей, интересующихся этими паровозами, к книге Е. И. Мокршицкого- История паровозостроения СССР, изд 1941 г.

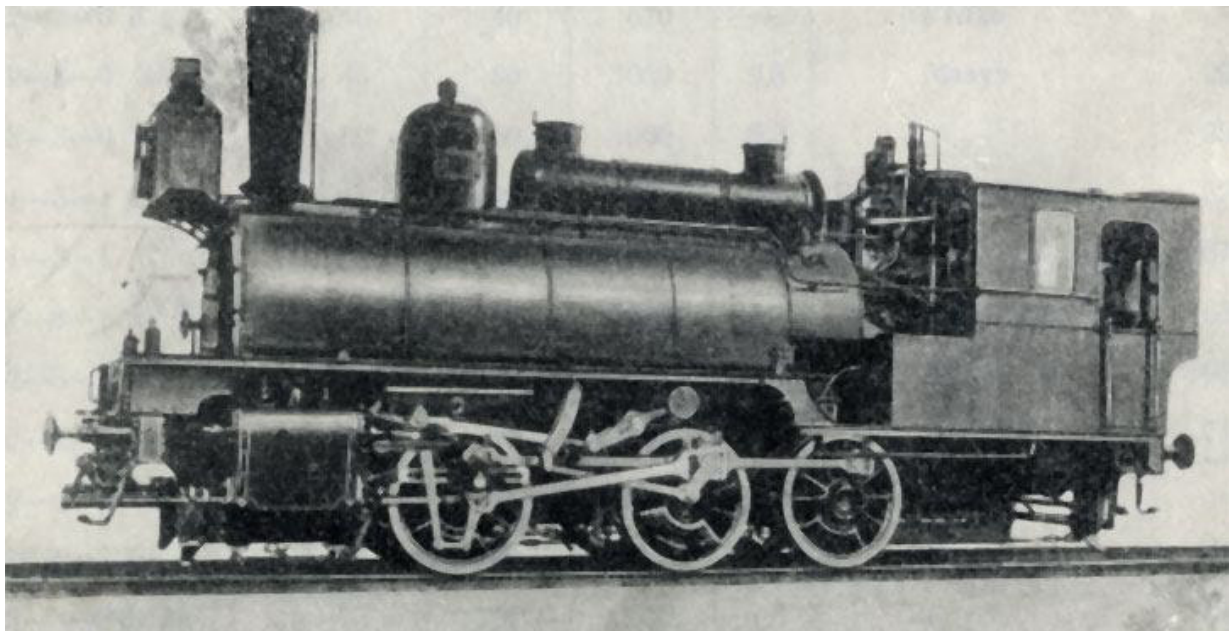
Название *бестендерные* эти паровозы получили потому, что, не имея отдельных тендеров, они на себе несут баки с водой и запас топлива.

Удобство бестендерных паровозов заключается в легкости управления при необходимости частого изменения направления движения.

К недостаткам их следует отнести зависимость сцепного веса, а следовательно и силы тяги, от степени истощения водяных баков и запаса топлива, что приводит к уменьшению веса паровоза.

Кроме того, бестендерный паровоз не может иметь столь длительного отрыва от базы снабжения, как тендерный паровоз.

Маневровые бестендерные паровозы, которые работали на наших железных дорогах в течение пятидесяти лет, имеют большое разнообразие типов. Они были преимущественно типов 0-3-0 и 0-4-0 (фиг. 75). Все маневровые паровозы были обозначены буквой Б.



фиг.75 Бестендерный паровоз 0-3-0

Характеристики маневровых бестендерных паровозов 0-3-0 и 0-4-0 приведены в табл. 34.

Таблица 34 Главнейшие характеристики маневрового паровоза 0-4-0

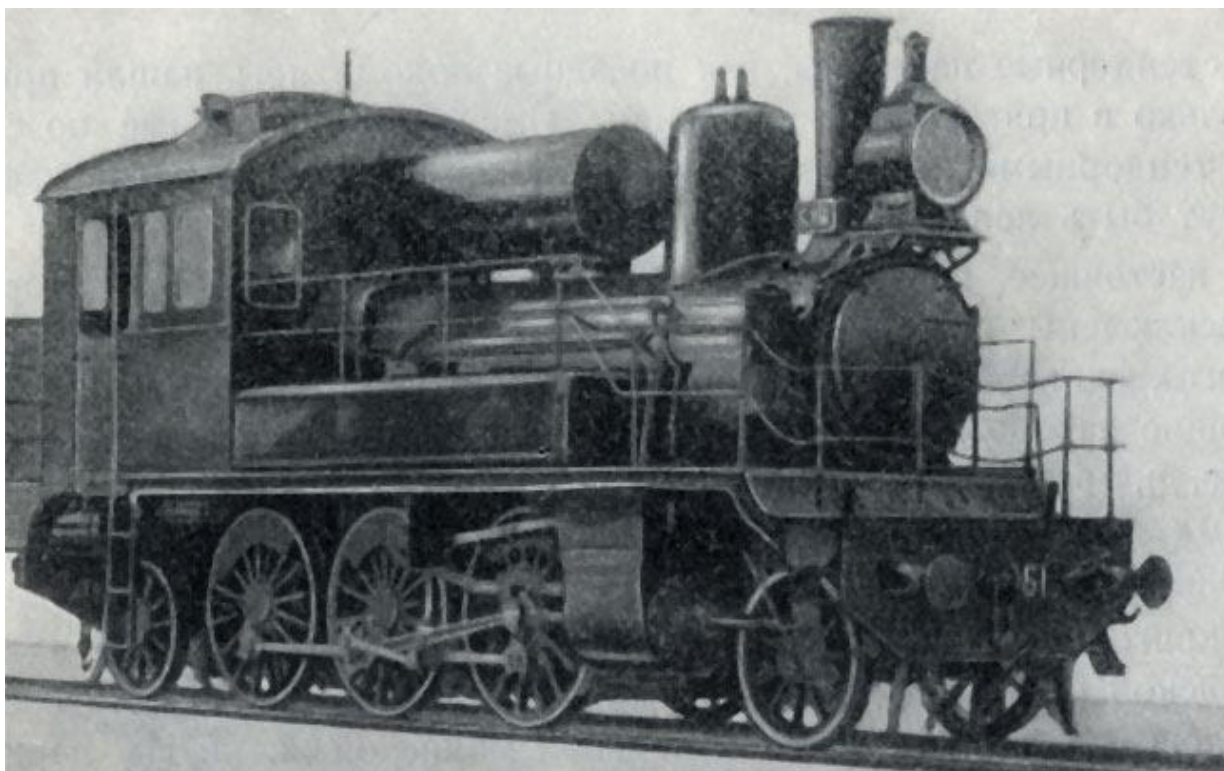
Тип и серия	Диаметр цилиндра, мм	Ход поршня, мм	Диаметр движущих колес, мм	Давление пара, атм	Испаряющая поверхность нагрева, м ²	Площадь колосниковой решетки, м ²	Вес, т	
							сцепной	в рабочем состоянии
0-3-0 Невского з-да	457	610	1150	12	103,6	1,6	54	54
0-4-0 Николаевской ж.д.	500	650	1200	10	123	1,85	52	52

31. Бестендерные поездные паровозы

Бестендерные паровозы, как поездные локомотивы, нашли применение только в пригородном движении. Имея незначительные по сравнению с тендерными паровозами запасы воды и топлива, такие паровозы не могут быть использованы при длинных тяговых плечах.

В настоящее время почти все поездные бестендерные паровозы уже исключены из инвентаря, а новые их типы не создаются, потому что, во-первых, в пригородном движении находят применение стареющие паровозы, обслуживавшие в прошлом поезда дальнего следования, и, во-вторых, потому, что в связи с электрификацией пригородных участков количество пригородных паровозов вообще идет на убыль.

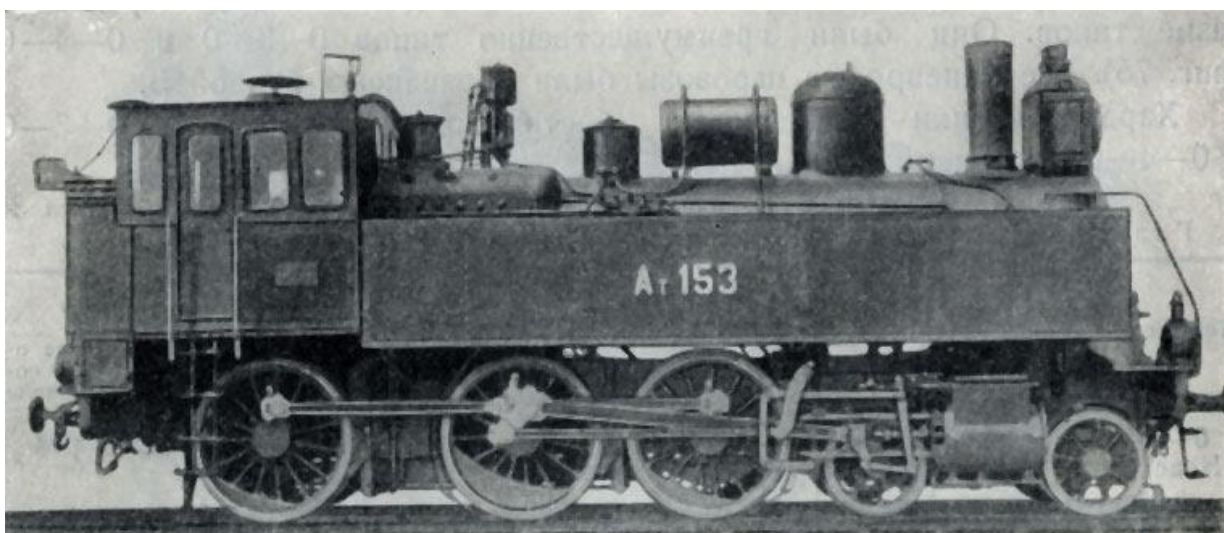
В пригородных поездах бестендерные паровозы работали на Минераловодской ветви Владикавказской ж. д. и между Петербургом и Павловском по Московско-Виндавско-Рыбинской ж. д. На первой из названных дорог одно время работали бестендерные паровозы типа 1-3-1 с машиной двойного расширения, часть из которых была построена Ростовскими главными мастерскими в 1896 г., а некоторая часть за границей (фиг. 76).



фиг.76 Бестендерный паровоз 1-3-1

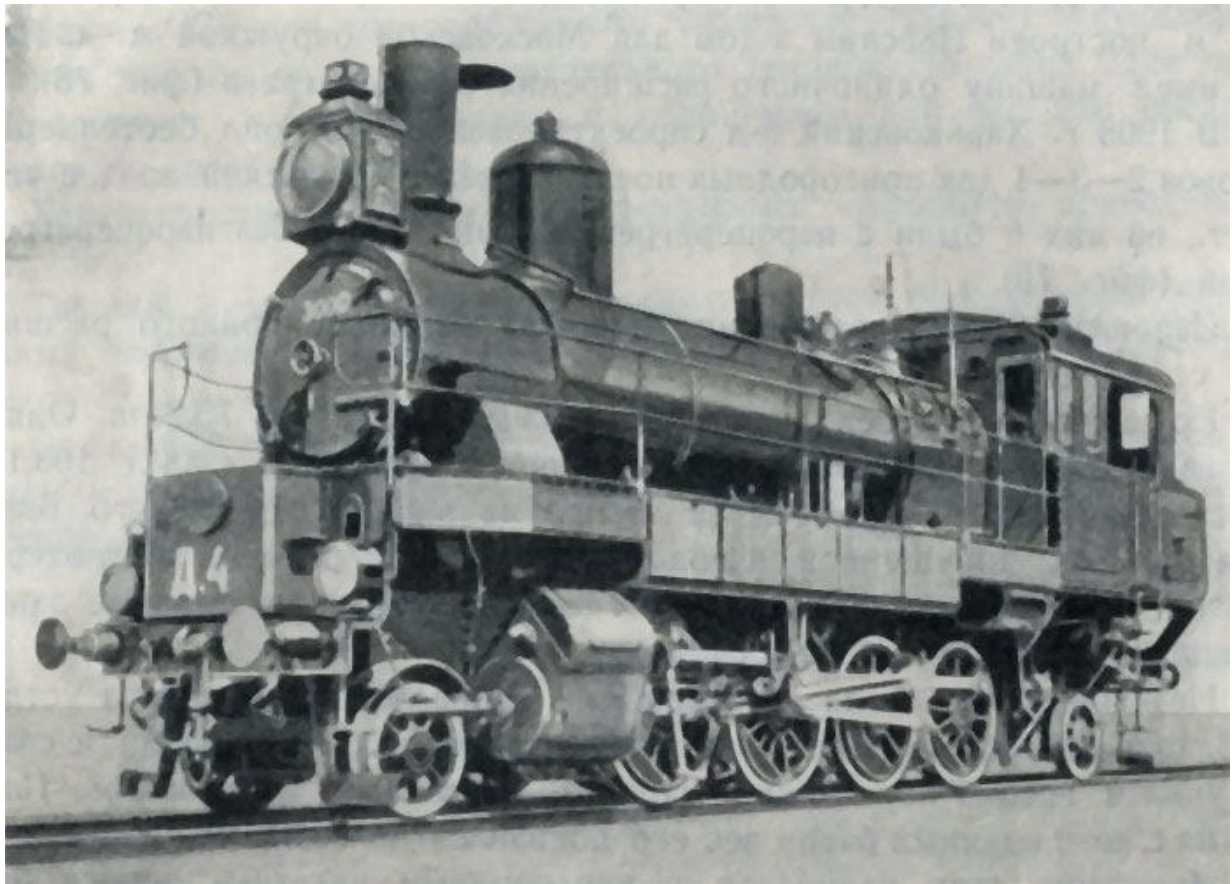
Они были переделаны на перегрев и машину одиночного расширения и проработали до электрификации Минераловодской ветви в 1936 г.

На Московско-Виндаво-Рыбинской ж. д. работали бестендерные паровозы двух типов: 1-2-1, построенные за границей в 1900-1902 гг., и 2-3-0 Путиловского з-да, построенные в 1903-1904 гг. (фиг. 77). Все эти паровозы имели машину одиночного расширения, работающую насыщенным паром.



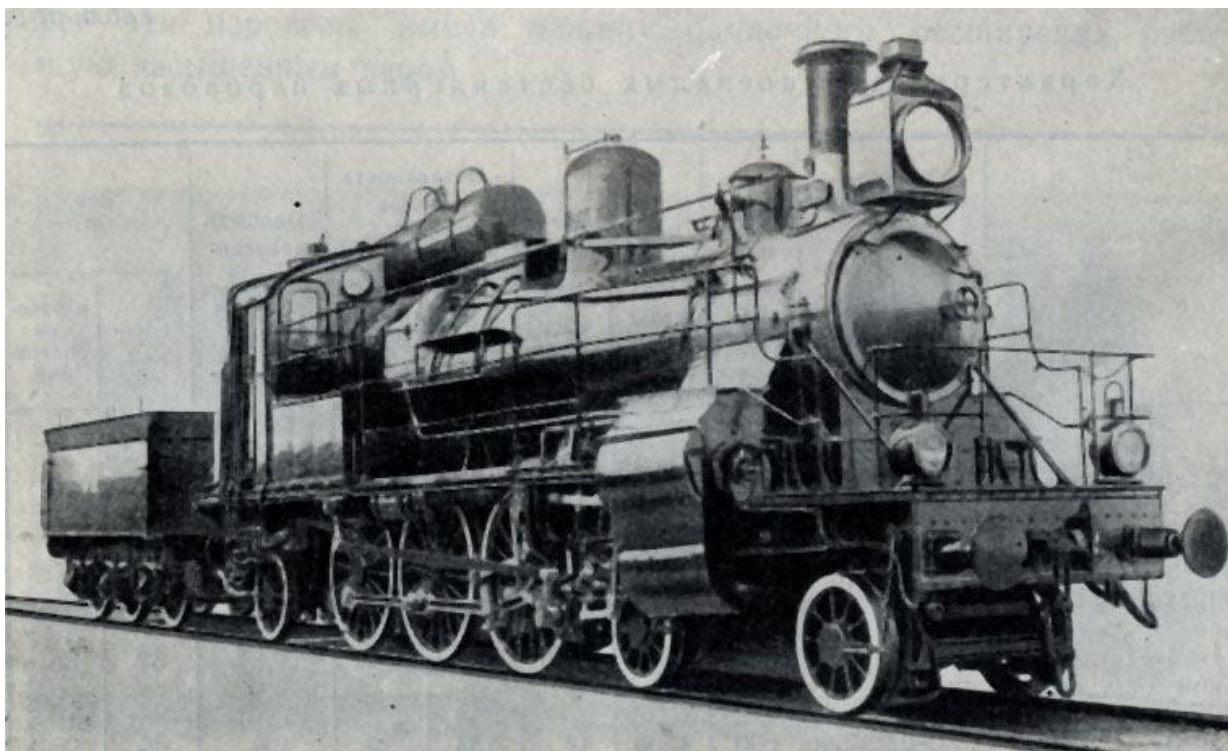
фиг. 77 Бестендерный паровоз 2-3-0

В 1910 г. бестендерный паровоз типа 1-4-1 был спроектирован и построен Невским з-дом для Московской окружной ж. д. Паровоз имел машину одиночного расширения без перегрева (фиг. 78).



фиг. 78 Бестендерный паровоз 1-4-1

В 1908 г. Харьковский з-д спроектировал и построил бестендерный паровоз 2-3-1 для пригородных поездов Рязано-Уральской ж. д. в числе 8 шт., из них 6 были с пароперегревателями и два без пароперегревателей (фиг. 79).



фиг.79 Паровоз 2-3-1, полутанк

Паровозы имели четырехцилиндровые машины двойного расширения с коленчатой осью.

По заданию на проект паровозы должны были весить 75,25 т. Однако при взвешивании уже построенного паровоза его вес оказался 108,1 т, то есть был перетяжелен на 32 т против запроектированного. Благодаря ошибке, допущенной заводом при весовом расчете, он потерпел убыток, исчисляемый стоимостью отдельных тендеров, которые заводу пришлось построить за свой счет.

Нефтяные баки были оставлены на паровозе. Тендер имел устройство, при котором он мог прицепляться к паровозу и спереди и сзади. Получился весьма неуклюжий паровоз, названный полутанком. После снятия с него водяных баков вес его понизился до 90,375 т. Разрешение на обращение этих паровозов по пригородным участкам дороги было получено только в 1910 г.

После непродолжительной службы они были исключены из инвентаря.

Построенный в 1932 г. в Англии паровоз Гаррата 2-4-1+1-4-2, по заказу СССР для товарной службы, также представляет бестендерный паровоз, так как он не имеет отдельного тендера. По своей идее он не соответствует нашим условиям и неприемлем для нас как поездной паровоз по своей сложности.

Характеристики поездных бестендерных паровозов приведены в табл. 35.

Таблица 35 Характеристики поездных бестендерных паровозов

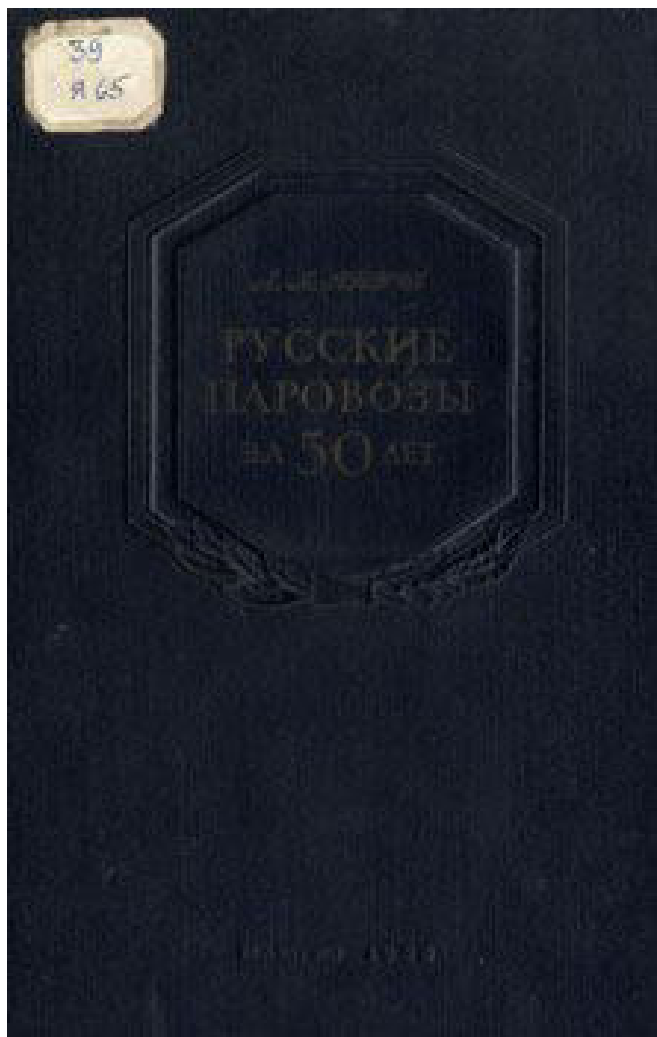
Тип	Диаметр цилиндров мм	Ход пор шня	Диаме тр движу	Давле ние пара	Поверхность нагрева м ²	Площад ь колосни	Вес т
-----	----------------------------	-------------------	----------------------	----------------------	--	------------------------	----------

	высокого давления	низкого давления	мм	щик колес мм	ати	испаряющая	пароперегревателя	ковой решетки м ²	сцепной	в рабочем состоянии
1-3-1	490	-	650	1550	11	133	-	1,5	52	70
2-3-0 Московско-Виндаво-Рыбинской ж.д.	450	-	600	1540	12	136	-	2,3	45	66
1-4-1 Московской окр. ж.д.	510	-	650	1300	12,5	171	-	2,8	62	86
2-3-1 Рязанско-Уральской ж.д.	2X380	2X590	600	1700	14	134	32	2,6	49	90,1

Тяговые и эксплуатационные характеристики большинства бестендерных паровозов остались невыясненными, так как научно-поставленных опытов с ними не проводилось.

Отдельные испытания, которые проводились самими дорогами не были, за малым исключением, опубликованы в печати, и поэтому мы их не приводим.

О книге



Русские паровозы за 50 лет

Техн. ред. Н. Крушков

Художник М. О. Разувекин

Инж. Е. А. Ширяев и канд. техн. наук К. Н. Козьмин

Редактор канд. техн. наук К. Н. Козьмин

Заведующий редакцией инж. Ф. И. Фетисов