

Локомотив века

Виталий РАКОВ,
инженер путей сообщения

Паровоз — это подлинный конек цивилизации, который в течение целого столетия исправно вез вперед тяжелую и легкую промышленность государств и народов. Имена создателей первых паровых локомотивов — русских отца и сына Черепановых и англичанина Стефенсона — вписаны в историю техники золотыми буквами. А многие конкретные машины в памяти советских людей сохраняются как дорогие реликвии великих событий.

На паровозе Н2-293 в 1917 году Владимир Ильич Ленин, скрываясь

от царских ищек, под видом кочегара приезжал в революционный Петроград; С245 (см. «Техника — молодежи» № 4 за 1974 г.) доставил в марте 1918 года поезд из Петрограда в Москву с Советским правительством, возглавляемым В. И. Лениным; У127 в морозный январский день 1924 года вел траурный поезд с телом вождя от платформы Герасимовская до Москвы. На первом коммунистическом субботнике был отремонтирован в тяжелые дни для молодой Советской республики ОВ-17024 (см. «Техника — молодежи» № 1 за 1974 г.). Э1441 провел первый поезд по Туркестано-Сибирской железной дороге и т. д. «Событийные» паровозы можно было бы перечислять бесконечно долго. Многие из них установлены как памятники нашему незабываемому героическому прошлому.

Да и сам паровоз как машина уже стал историей. Ибо сейчас более 99% перевозок по железным дорогам осуществляется электровозами и тепловозами. Закат парового локомотива начался в 1956 году, после XX съезда КПСС, в Директивах которого было записано: «В целях повышения провозной способ-

ности железных дорог осуществлять работы по технической реконструкции тяги на железнодорожном транспорте путем широкого внедрения электровозов и тепловозов с тем, чтобы уже в 1960 году было выполнено ими 40—45% всего грузооборота». И в этом же году наша промышленность прекратила выпуск всех без исключения серий и типов паровозов. А чтобы представить себе, какую колоссальную техническую задачу по перевооружению транспорта осуществляла партия, вспомним, что в следующем после съезда, 1957 году паровыми локомотивами было перевезено грузов на 31% больше, чем их перевез весь наш морской флот в 1973 году.

В течение 110 лет осуществлялось строительство паровозов на отечественных заводах. Был создан огромный парк больших и малых, первоклассных паровых железнодорожных машин.

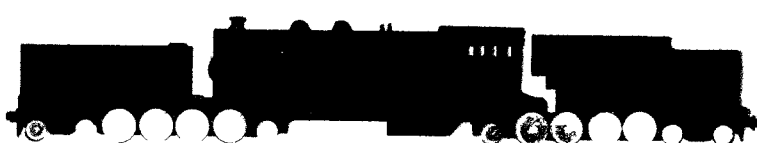
О многих «стальных конях» лкбопытно вспомнить. Например, о самом первом, черепановском. Эта машина была построена целиком из отечественных материалов. С 1845 года на Александровском

САМЫЙ МОЩНЫЙ В МИРЕ ОДНОРАМНЫЙ ПАРОВОЗ
АА20-1



2-7-2

САМЫЙ МОЩНЫЙ СОВЕТСКИЙ СОЧЛЕНЕННЫЙ ДВУХРАМНЫЙ ПАРОВОЗ
А-01



2-4-1 + 1-4-2

Самые, самые...

В нашей стране был построен единственный в мире паровоз с семью парами движущих колес на жесткой раме, с осевой формулой 2-7-2. Его эскизный проект был разработан в 1931 году молодыми специалистами из Московского института инженеров транспорта. Сцепной вес этой машины составлял 140 т. Авторам проекта хотелось при максимально допустимой нагрузке от колесной пары на рельсы в 20 т обеспечить максимальную провозную способность железных дорог, что-

бы не применять менее экономичные сочлененные локомотивы. Рабочее проектирование выполнили конструкторы Ворошиловградского паровозостроительного завода.

Опытный локомотив был построен в 1933—1934 годах и 1 января 1935 года привел в Москву состав весом 2800 т. В этой поездке он развил мощность 3700 л. с. при скорости 40 км/ч и силу тяги при трогании с места 30—32 т. Ему присвоили серию АА20 и установили конструкционную скорость 70 км/ч. Полный вес паровоза был 208 т, площадь колосниковой решетки 12 м² и давление пара в котле 17 атм.

В 1935 году на этом локомотиве совершались опытные поездки. Он расстраивал железнодорожное полотно, часто сходил с рельсов при прохождении кривых пути. Из-за этих недостатков дальнейшие испытания машины АА20-1 не проводились. В истории отечественного и мирового паровозостроения этот локомотив был самым мощным паровозом с движущими осями на жесткой раме.

Своеобразным представителем сочлененного паровоза был локомотив, состоящий из трех частей системы Гаррат. Он предназначался для дорог с легким верхним строением и кривыми пути малого

заводе в Петербурге начался серийный выпуск паровозов для первой в России железной дороги между двумя столицами. Вскоре наладили производство локомотивов Коломенский, Камско-Воткинский и другие заводы. Одновременно ввозились машины из-за границы. Многие имели весьма своеобразный вид. Скажем, первые паровозы Коломенского завода были без будки для паровозной бригады. Машины работали под открытым небом.

Большинство железных дорог России до 80-х годов прошлого века использовало для грузового движения паровозы типа 0-3-0 и 0-4-0, а для пассажирского — в основном типа 1-2-0. Закавказской железной дороге для перевального участка Хашури — Зестафони с подъемами 40 ‰ (Сурамского тоннеля тогда еще не было) пришлось заказать шестиосные локомотивы типа 0-3-0-0-3-0 системы Ферли. Этот паровоз напоминал Тяни-Толка из детской сказки: передняя и задняя его части были совершенно одинаковыми.

После 80-х годов основным типом товарных машин стал тип 0-4-0. Наиболее удачным четырехосным товар-

ным локомотивом был паровоз серии 0 различных исполнений (см. «Техника — молодежи» № 1 за 1974 г.). На некоторых линиях работали машины типа 0-4-0 серии Ы. Пассажирские поезда в это время начали обслуживаться также паровозами типа 1-3-0 серии Н (см. «Техника — молодежи» № 2 за 1974 г.).

С 1896 года на русских железных дорогах распространение получили также товарные локомотивы типа 1-4-0 различных конструкций. Наиболее распространенным их представителем был паровоз серии Щ.

В 1898 году на Московско-Казанскую железную дорогу начали поступать шестиосные товарняки типа 0-3-0+0-3-0 системы Маллета. Затем на железные дороги пришли товарные локомотивы типа 0-5-0 серии Э (см. «Техника — молодежи» № 3 за 1974 г.) и типа 1-5-0 серии Е. В качестве пассажирских в начале двадцатого века широко использовались паровозы типа 1-3-1 серии С (см. «Техника — молодежи» № 4 за 1974 г.) и типа 2-3-0 серии А, Б, Г, К, У.

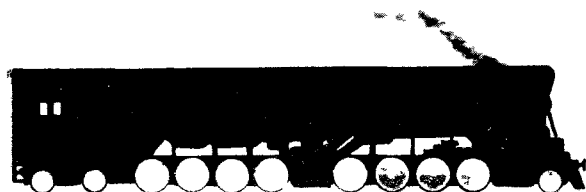
Была также построена небольшая партия машин типа 2-3-1 серии Л.

После Великой Октябрьской социалистической революции парк грузовых локомотивов пополнялся паровозами типа 0-5-0 серий Э^ш и Э^л, которые по указанию В. И. Ленина были заказаны в Германии и Швеции.

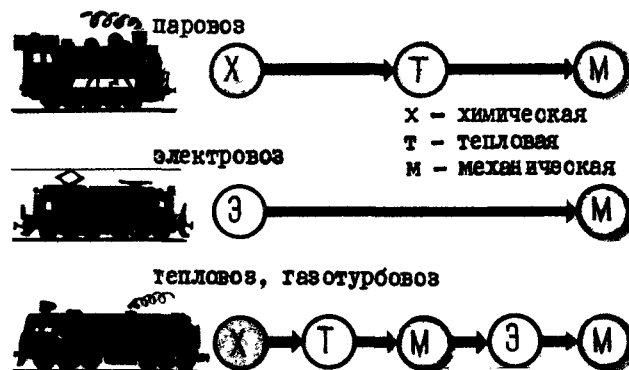
Затем железные дороги начали получать паровозы типа 1-5-1 серии ФД и типа 1-5-0 серии СО (см. «Техника — молодежи» № 6 и 8).

Были также опытные образцы сверхмощных грузовых паровозов. Например, типа 2-4-1+1-4-2 системы Гаррат и типа 2-7-2, построенные Ворошиловградским заводом. Для пассажирских перевозок отечественными заводами строились машины типа 1-3-1 серии С^у (см. «Техника — молодежи» № 5), типа 2-4-0 серии М, типа 1-4-2 серии ИС (см. «Техника — молодежи» № 7). После окончания Великой Отечественной войны для железных дорог строились грузовые локомотивы типа 1-5-0 серии СО и серии Л по проекту Л. С. Лебедеванского, типа 1-5-1 серии ЛВ (см. «Техника — молодежи» № 11), а также опытные паровозы типов 1-5-2, 1-3-0+0-3-1 и 1-4-0+0-4-2. Для вождения пассажирских поездов выпускались машины типа 1-3-1

САМЫЙ МОЩНЫЙ СОВЕТСКИЙ СОЧЛЕНЕННЫЙ ОДНОРАМНЫЙ ПАРОВОЗ



I-4-0+0-4-2



радиуса В 1928—1932 годах некоторые наши специалисты-тягловики полагали, что этот тип найдет применение на горных дорогах Урала.

В 1932 году был спроектирован, а затем построен в Англии паровоз системы Гаррат с осевой формулой 2-4-1+1-4-2. Паровые машины располагались на отдельных экипажах, один из которых нес бункер для угля, а другой — бак для воды.

В конце прошлого века паровозостроители разработали и испытывали сочлененный тип локомотива с двумя группами движущих колес, причем каждая имела свою паровую машину. Такие паровозы

работали с 1898 года на Московско-Казанской дороге. У них задняя группа движущих колес устанавливалась на раму, а передняя на поворотную тележку. Благодаря этому сочлененные паровозы легко вписывались в кривые пути.

Эскизный проект локомотива с осевой формулой 1-4-0+0-4-2 был разработан и в 1951 году во Всесоюзном НИИ железнодорожного транспорта, а рабочий проект — в 1952 году в конструкторском бюро Коломенского паровозостроительного завода под руководством Л. Лебедеванского. В конце декабря 1954 года коломенцы сдали в опытную эксплуатацию два сочле-

ненных паровоза. Длина локомотива с восьмиосным тендером составляла 38 м. Он был рассчитан для вождения на подъеме 9 ‰ поездов весом 3500 т со скоростью 23 км/ч. С 1955 года один из этих локомотивов в течение многих лет успешно работал на Красноярской дороге, известной своим трудным профилем и суровыми климатическими условиями.

На рисунке показаны этапы преобразования энергии в локомотивах разного типа. В паровозе меньше преобразований энергии, чем в тепловозе, однако к.п.д. каждого преобразования значительно ниже. Любопытный чи-

серии С^У и типа 2-4-2 серии ПЗ6 (см. статью в этом номере).

Многообразие паровых локомотивов на стальных магистралях России было поразительным. Когда в 1912 году решили навести некоторый порядок в обозначении серий паровозов, то пришлось использовать все буквы русского алфавита, включая и такие, о которых теперь мало кто помнит, — ижицу и фиту. Но разновидностей машин оказалось гораздо больше, чем букв в алфавите, и для обозначения их стали к основной букве серии добавлять индекс. Так, пассажирские паровозы типа 2-3-0 серии А имели разновидности А^В, А^Д, А^П, товарные типа 0-4-0 серии Ч — Ч^К, Ч^В, Ч^В и т. д. Особенно много разновидностей было у старых пассажирских локомотивов типа 1-2-0 серии Д (двухпарок) и товарных типа 0-3-0 серии Т (трехпарок). Ведь буквами Д и Т были обозначены все сохранившиеся к 1912 году паровозы постройки XIX века.

Некоторые буквы имели какой-то смысл: например, Б — постройки Брянского завода, В — системы Воклена, Г — постройки завода Гартмана, К — постройки Коломен-

ского завода, П — постройки по проекту Петрова, У — типа Рязанско-Уральской дороги, Л — разработанный по проекту Лопушинского, Ч — четырехосные паровозы, Ф — системы Ферли и т. д. А иные буквы обозначений серии давались случайно.

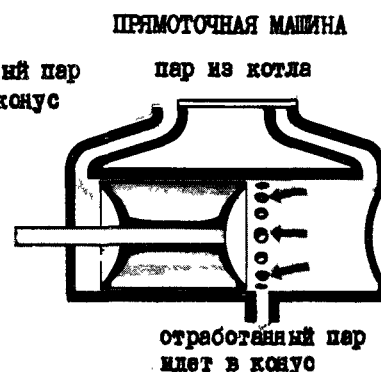
Десятки и сотни разных конструкций локомотивов были созданы талантливейшими инженерами, посвятившими паровозостроению всю свою жизнь. На наших глазах паровоз уступил место электровозам и тепловозам. В связи с этим интересно дать сравнительную характеристику всех трех видов локомотивов.

У паровоза есть существенный недостаток, предопределивший его судьбу, — низкий к.п.д. Значения коэффициентов полезного действия этих машин различных типов, которые приводились в журнале, максимальны, получены во время испытаний. А во время эксплуатации локомотиву приходится работать не только с максимальным к.п.д., но и во всех других режимах, начиная от нулевой скорости, когда паровая машина не совершает никакой механической работы, а в топке продолжает гореть топливо.

В общем, соотношение между максимальным к.п.д. паровоза и средним к.п.д. за поездку выражается отношением 2:1 и более. Наименьший среднегодовой удельный расход топлива на 10 000 ткм брутто для грузовых паровозов составил 179 кг в 1958 году. Для сравнения можно привести удельные расходы топлива в грузовом движении на 10 000 ткм брутто для электровозной и тепловозной тяги за 1973 год: 42,1 и 43,1 кг соответственно. Если же учитывать, что 15% электроэнергии выработано гидроэлектростанциями, то фактически удельный расход при электровозной тяге в 1973 году был 36,6 кг, это в 4,9 раза меньше минимального среднегодового расхода при паровой тяге.

Для оценки локомотива важно не только, как он использует энергию топлива, но и какое это топливо. И в этом отношении паровоз стоит на втором месте после электровоза (тепловоз — на четвертом месте после газотурбовоза).

Чтобы получить электроэнергию для питания электровоза, можно использовать любой вид топлива (уголь, сланцы, торф, нефть, как и для паровоза), а также энергию во-



татель может по своему усмотрению проанализировать другие транспортные средства с точки зрения преобразования энергии, дополнить рисунок и составить своеобразную классификацию. При этом следует, конечно, помнить, что люди пользуются, как правило, не самыми экономичными машинами, а теми, которые можно создать на современном уровне техники.

Паровозостроители особое внимание обращали на борьбу с конденсацией пара. Пар попеременно подавался из котла то в одну полость цилиндра, то в другую. Таким образом, каждый раз пар поступал в ту полость, из которой

выпущен отработанный. При этом часть тепла котлового пара расходовалась на нагрев стенок цилиндра и поршня. На охлажденной поверхности выделялась роса (пар конденсировался в капли воды), уменьшалась его температура и, следовательно, объем и давление.

Для уменьшения потерь пара на конденсацию инженеры пытались использовать нагрев стенок цилиндра за счет обтекания их снаружи котловым паром (паровые рубашки) или горячими газами (газовые рубашки), выходящими из топки. В 1882—1883 годах русские инженеры А. Бородин и Л. Леви провели сравни-

тельные испытания паровых рубашек в лабораторных условиях и в движении.

Гораздо больший эффект был получен за счет многократного (например, двойного) расширения пара в нескольких цилиндрах, получивший название принципа компаунд.

Суть его состоит в том, что котловый пар расширяется сначала в первом цилиндре, выходит из него и поступает во второй и т. д. Диаметр каждого последующего цилиндра несколько больше предыдущего, ведь пар увеличивается в объеме.

При этом потери на конден-

ды и атомную. Но электровоз не несет на себе первичного источника энергии. Поэтому мощность машины становится неограниченной: можно создать электровоз любой нужной для эксплуатации мощности. Он всегда готов к работе. Но самое главное то, что на электровозе осуществляется лишь одно преобразование энергии — электрической в механическую. Поскольку нет других ступеней преобразования, нет и лишнего оборудования. У паровоза двойное преобразование энергии: химическая энергия топлива превращается в тепловую, затем тепловая в механическую. А больше всего преобразований энергии на современном мощном тепловозе или газотурбовозе. На этих локомотивах химическая энергия топлива превращается в тепловую, затем тепловая в механическую (это происходит у тепловоза в цилиндрах дизеля, у газотурбовоза — в камере сгорания и в газовой турбине), потом механическая энергия в генераторе превращается в электрическую, и последняя, как и у электровоза, в тяговых электродвигателях преобразуется в механическую работу. Такое многократное преобразование

энергии значительно усложняет локомотив, снижает надежность и требует больше затрат на содержание и ремонт оборудования, ведет к увеличению веса на единицу полезной мощности. Современный тепловоз, равный по мощности электровозу, весит примерно в 2 раза больше.

К слову сказать, многие изобретатели пытались создать мощные тепловозы, у которых последовательность преобразования энергии была бы такая же, как у паровоза.

На железных дорогах нашей страны был даже опытный тепловоз с дизелем 1000 л. с. и механической передачей. Велись работы по созданию так называемых тепловозов непосредственного действия, у которых поршни дизеля соединялись шатунами прямо с движущими колесами, но эти попытки были безуспешными. Все мощные тепловозы строят в настоящее время только с электрической передачей.

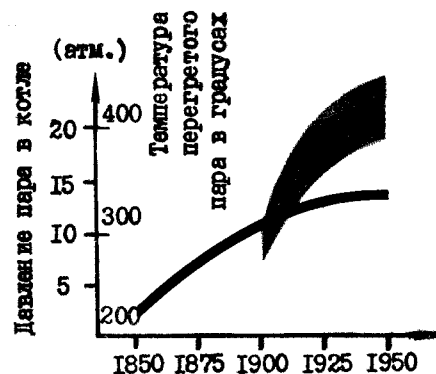
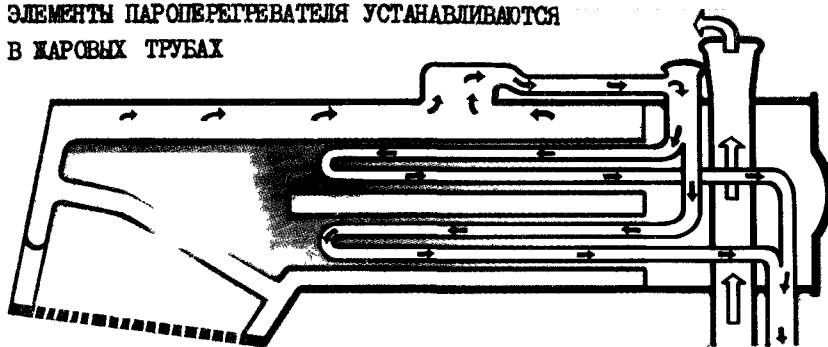
Так что самая выгодная для железных дорог машина — электровоз. С ним, на наш взгляд, не под силу тягаться ни тепловозу, ни тем более паровозу. Это показал полувековой опыт параллельной эксплуатации трех видов локомотивов. На-

чиная с 1926 года, когда пошли первые в нашей стране пригородные мотор-вагонные поезда на электрифицированном участке Баку — Сабунчи — Сурахины, паровоз стал сначала медленно, а затем все быстрее и быстрее уступать мотор-вагонной электрической тяге пригородные перевозки. Переводом на электрическую тягу горного участка Хашури — Зестафони (Сурамского перевала) Закавказской железной дороги началась планомерная замена паровозов электровозами в грузовом и дальнем пассажирском сообщении.

Примерно в то же время на ленинградских заводах был построен первый в стране тепловоз и затем, в 30-х годах, партия этих машин. Они стали работать на одном из участков Средне-Азиатской железной дороги.

После окончания Великой Отечественной войны начал выпуск тепловозов Харьковский завод транспортного машиностроения. Тогда паровозы начали уступать место тепловозам и на многих других линиях. А уже в ближайшем будущем основным магистральным локомотивом в нашей стране станет электровоз.

ЭЛЕМЕНТЫ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЯ УСТАНОВЛИВАЮТСЯ В ЖАРОВЫХ ТРУБАХ



сацию имеют место только в последнем, наибольшем цилиндре.

Паровозы с машинами компаунд строились во всем мире. Наибольшее распространение получили двухцилиндровые (например, серии О^вН^в). Однако строились и трехцилиндровые, и даже четырехцилиндровые (серия У).

Следующим шагом в борьбе с конденсацией пара была прямоточная машина. В ней каналы впуска и выхода пара разделены. Впуск осуществляется через золотниковую коробку, а выпуск через отверстия в средней части цилиндра. Благодаря этому темпе-

ратура стенок впускного канала не подвергалась резким колебаниям, как в обычной машине, и поддерживалась все время достаточно высокой. В России впервые прямоточную машину установили на четырех паровозах серии Н в 1911 году.

Наилучший результат в борьбе с конденсацией пара был получен за счет его перегрева. Пар из котла проходит по трубам, наружная поверхность которых обтекается горячими газами и перегревается.

В России перегрев пара впервые применили на паровозе в 1907 году. Если пар перегреть до достаточно высокой тем-

пературы, то можно вообще избежать конденсации, так как, отдав охлажденным стенкам цилиндра и поршня часть своего тепла, пар не охладится до такой температуры, при которой начинается конденсация. При его охлаждении будет некоторое уменьшение объема — контракция. В пароперегревателях ранней конструкции (например, на паровозе серии Э) перегрев пара составлял 40—50°C. Но в дальнейшем (см. график) температуру пара на входе золотника довели до 400—500°C.

Конечно, это потребовало разработки новых смазочных масел и совершенствования конструкции паровой машины.