

V-277  
246













246  
С. И. Сопников

# ЧТО ТАКОЕ ТЕПЛОВОЗ



1927

ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

## ПОПУЛЯРНЫЕ КНИГИ ПО ТЕХНИКЕ И ЕЕ ИСТОРИИ

Инж. М. А. АПТЕКАРЕВ

### 26.000 ОБОРОТОВ В МИНУТУ (ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ)

Стр. 68.

С 22 рис.

Ц. 20 к.

Автор в общедоступной форме сначала объясняет, что называется в механике работой, энергией, мощностью, трением и коэффициентом полезного действия. Далее он переходит к паровым турбинам, как самым совершенным машинам с точки зрения трения, и дает историю их развития, излагает общие основы работы паровых турбин, главные детали их конструкции, главные системы паровых турбин и говорит об их применении.

☆

ГАНС ДОМИНИК

### О ВОЛШЕБНОМ МИРЕ ТЕХНИКИ

Перев. с нем. инж. И. Мандельштама.

Стр. 139.

С 89 рис. в тексте.

Ц. 1 р.

„Книжка дает очень интересное и живое описание достижений современной техники, знакомит с техническими проблемами современности“.  
(„Книгоноша“, № 24, 1925.)

☆

### ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

Составил И. Бронштейн. Под общей ред. проф. Н. Рынина.

Вып. I. Теплота, свет, двигательная энергия, их получение и применение в технике. Стр. 148. Ц. 1 р. 50 к.

„Автор чрезвычайно ярко подчеркивает перевороты, внесенные в технику XX веком, и окончательно установившиеся в нем методы технической работы... Вторая часть книги посвящена истории самой молодой и самой важной в настоящее время отрасли техники — энергетике. Очень интересно рассказана история водяных и ветряных двигателей — древнейших изобретений человека. После этого автор переходит к истории паровой машины и двигателей внутреннего сгорания“.

Вып. II. Пути и средства сообщения. Стр. 195. Ц. 2 р.

„Начиная с истории шоссейных и грунтовых дорог от древних времен до наших дней, автор постепенно знакомит с позднейшими путями и средствами сообщения. Книга привлекает внимание читателя и оставляет после чтения большое впечатление... Мы смело рекомендуем ее каждой рабочей библиотеке.“

(„На Вахте“, Москва, 19/IX — 26 г.)



У 277  
246

С. И. СОТНИКОВ

# ЧТО ТАКОЕ ТЕПЛОВОЗ

Первое поименно понятно, имеет мировое значение; второе также привлекало внимание многих стран, но в особенности, как мы увидим далее, оно важно для железнодорожного транспорта СССР.

Сто лет назад открылась первая железная дорога в мире, соединившая два промышленных города Англии: Стоктон и Дарлингтон. Теперь, когда все культурные государства опутаны стальной сетью рельсовых путей, мы с трудом представляем себе, как могли люди сто лет назад обходиться без железных дорог. Наше железное дело, это — кровеносная система хозяйственной жизни страны; в военное время железнодорожное сообщение становится главным оружием борьбы в отношении быстроты переброски и боевые припасов в требуемые и

Конечно, под железными дорогами только узкая полоса земли, а в ней — целая жизнь. Водяная сила —



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА ☆ 1927 ☆ ЛЕНИНГРАД

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

ПОПУЛЯРНЫЕ КНИГИ ПО ТЕХНИКЕ  
И ЕЕ ИСТОРИИ

# ТЕПЛОТОВАЯ ТЕХНИКА

Стр. 42

С 22 руб.

И 22 руб.

Эта книга посвящена вопросам теплоэнергетики, которая является одной из основных отраслей техники. В ней рассказано о тепловых двигателях, котлах, турбинах, холодильниках, системах отопления и вентиляции. Книга написана простым и доступным языком, с точки зрения читателя, и дает историю и развитие техники, описывает основы работы тепловых машин, важнейшие детали их конструкции, главные системы тепловых машин и говорит об их применении.

ГАНС ДОМИНИК

## О ВОЛШЕБНОМ МИРЕ ТЕХНИКИ

Перевод с нем. язык Н. Мандельштам

Стр. 139

С 22 руб. и переп.

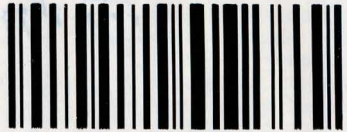
И 1 руб.

«Книжка дает много интересного и нового сведения о современной технике, знакомит с техническими проблемами современности».  
«Книголюб», № 24, 1935

## ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

Составил Н. Брандта, под общ. ред. проф. Н. Рыжова.  
Вып. 1. История, от древнейших времен до изобретения и применения электричества. Стр. 144. Ил. 1 + 20 ил.

Данная книга представляет собой популярное изложение истории техники с древнейших времен до наших дней. В ней рассказано о развитии техники в разные эпохи, о важнейших изобретениях, о применении техники в различных отраслях. Книга написана простым и доступным языком, с точки зрения читателя, и дает историю и развитие техники, описывает основы работы технических устройств, главные системы технических устройств и говорит об их применении.



2015148090

Главлит № 88633. Гиз № 17935. Тираж 5.000 экз.  
Типография Госиздата «Красный Пролетарий». Москва, Пименовская, 16



# КНИГА И МЕР

Листов печатных	Выпуск	В перепл. едини соедин. №№ вып.	Таблицы	Карт	Иллюстр.	Служебн. №№	№№ списка и порядковый	1007
--------------------	--------	---------------------------------------	---------	------	----------	----------------	------------------------------	------

4

11

163

128





## 1. ДВА СОБЫТИЯ.

Тысяча девятьсот двадцать пятый год ознаменовался двумя крупными событиями в деле железнодорожного транспорта: первое из них — столетний юбилей железной дороги, второе — окончание постройки двух первых мощных локомотивов с двигателями внутреннего сгорания, иначе — тепловозов, и успешное испытание их в работе на наших рельсовых путях.

Первое событие, понятно, имеет мировое значение; второе также привлекло внимание многих стран, но в особенности, как мы увидим далее, оно важно для железнодорожного транспорта СССР.

Сто лет назад открылась первая железная дорога <sup>1)</sup> в мире, соединившая два промышленных города Англии: Стоктон и Дарлингтон. Теперь, когда все культурные государства опутаны стальной сетью рельсовых путей, мы с трудом представляем себе, как могли люди сто лет назад обходиться без железных дорог. Ныне железные дороги, это — кровеносная система хозяйственной жизни страны; в военное время железнодорожное сообщение становится главным орудием борьбы в отношении быстроты переброски войск, снаряжения и боевых припасов в требуемые пункты.

Конечно, под железными дорогами следует понимать не только узкие полосы полотна с двумя блестящими стальными лентами рельс. Ведь рельсы появились уже в 1734 году, но настоящих железных дорог еще не было. Конная тяга, применявшаяся для перемещения отдельных вагонов большого веса, не могла послужить достаточным основанием для развития

---

<sup>1)</sup> В России первая железная дорога построена в 1837 году между Ленинградом и Детским Селом.



железных дорог: не хватало двигателя. Только упорная работа многих изобретателей и техников над применением паровой машины к повозкам в качестве тягового двигателя дала возможность построить паровой локомотив. Гениальный инженер-самоучка Георг Стефенсон, работая сам многие годы над усовершенствованием паровых локомотивов — паровозов, в конце концов подметил все главные преимущества локомотивов, построенных ранее другими изобретателями, и применил их совместно к паровозу, чем и создал основание для современного нам быстроходного парового локомотива.

С той поры и по наше время железнодорожные поезда передвигаются преимущественно при помощи паровозов.

С другой стороны, изобретение двигателя внутреннего сгорания и быстрое его совершенствование, а в связи с этим и чрезвычайно быстрое распространение во всевозможных областях техники, благодаря большой экономии в топливе, по сравнению с паровой машиной, повели к тому, что техническая мысль попыталась применить двигатель внутреннего сгорания и к железнодорожному локомотиву вместо паровой машины. Попытки в этом направлении стали производиться с начала XX столетия, но действительно больших успехов в создании локомотивов с двигателем внутреннего сгорания, иначе тепловозов, удалось достичь лишь теперь.

## 2. О ПАРОВОЗЕ И ЕГО РАБОТЕ.

Предметом рассмотрения настоящей книжки является собственно тепловоз, но приступить к изучению его устройства и работы не представится возможным, если читатели не ознакомятся прежде, хоть бы в самых кратких чертах, с устройством и действием его столетнего предшественника — паровоза. Ведь и самая мысль о создании тепловоза возникла вследствие некоторых отрицательных свойств паровоза, из которых главное — его неэкономичность: большой расход топлива на единицу полезной работы. Обо всем этом будет подробно рассказано в дальнейшем изложении, пока же посмотрим, что представляет в общих чертах паровой локомотив.



Паровоз состоит из трех главных частей (рис. 1): 1) парового котла, 2) паровой машины и 3) экипажной части: рамы с колесами и отдельными тележками. Паровой котел необходим для приготовления пара определенного давления <sup>1)</sup>, превышать которое не разрешается во избежание взрыва.

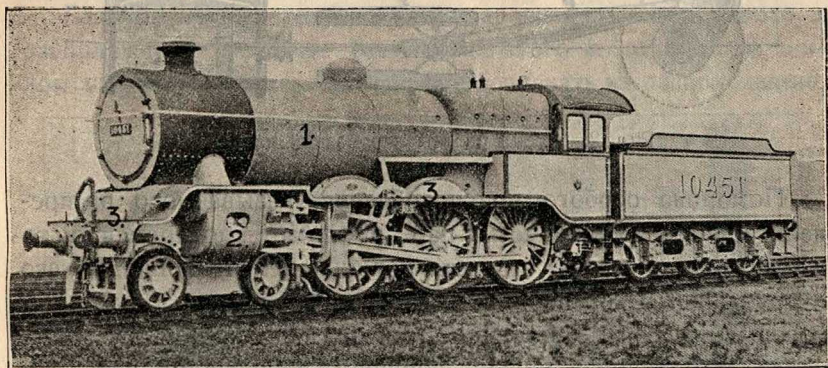


Рис. 1. Пассажирский паровоз.

Из котла водяной пар подводится по паропроводным трубам к машине, где и производит работу. Паровая машина и котел устанавливаются на раме паровоза. Одной из главных составных частей паровоза являются оси с колесами, которым передается работа, развиваемая в цилиндрах машины. Колеса паровоза разделяются по своему назначению на „ведущие“ (рабочие), воспринимающие толкающее усилие машины, и „поддерживающие“ (иначе—„направляющие“) тележки одноосные и двухосные, которые воспринимают часть веса всей системы и способствуют прохождению закруглений пути. Вследствие трения между ободами ведущих колес паровоза и рельсами получается возможность паровозу сдвинуться с места. Но локомотив предназначен, как известно, не только для самопередвижения, но и для перетаскивания за собой тяжестей—вагонов, для каковой цели в задней и передней частях паровоза имеется по сцепному крюку со стяжкой.

<sup>1)</sup> Например, 13 атмосфер (1 атмосфера есть давление, равное 1 килограмму на квадратный сантиметр поверхности).



Пар из котла по трубам поступает в цилиндры паровой машины (рис. 2). В цилиндре *C* ходит взад и вперед поршень *K*, снабженный кольцами, служащими для уплотнения (чтобы пар не протекал с одной стороны поршня на другую и не создавал препятствий движению поршня).

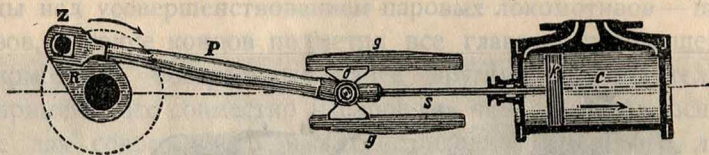


Рис. 2. Схема работы паровой машины.

Помощью особого приспособления, называемого распределительным механизмом, пар поступает попеременно то с одной, то с другой стороны поршня, чем и приводит его в движение. Шток поршня *S* соединяется помощью шатуна *P* через цапфу *Z* с мотылем *R* (иначе кривошипом) ведущих колес. Включенная между поршнем и шатуном часть *O*, крейцкопф, или кулак, скользит между направляющими *gg*, и мешает поршневому стержню согнуться при отклонении шатуна от направления оси цилиндра.

Таким образом прямолинейное движение поршня в цилиндре превращается во вращательное движение ведущих колес. Вследствие трения между рельсами и колесами последние начинают катиться и двигают паровоз с прицепленными к нему вагонами.

При постройке паровоза необходимо согласовать между собою размеры цилиндров, величину ведущих колес и наибольшее допустимое (предельное) давление пара в котле.

Трение (сцепление) между колесами и рельсами должно быть так же велико, как и сила действия машины, ибо иначе машина преодолевает сцепление рельс с колесами и последние начинают вращаться на одном месте — скользить, сам же паровоз и весь поезд не двигаются с места. В таком случае говорят, что паровоз баксует. Явление это нередко происходит при трогании с места, так как в местах остановок паровозов на рельсы попадает нефть, масло и т. п.; влажные рельсы также способствуют баксованию.

Для увеличения трения при баксовании на каждом паровозе имеются песочницы, в которых находится мелкий сухой



песок, высыпавшийся в случае надобности через особые, низко спускающиеся трубки под ведущие колеса паровоза.

При баксовании из дымовой трубы с шумом вырываются клубы дыма и пара. Машинист в таком случае должен немедленно уменьшить доступ пара в цилиндры; после этого рельсы посыпаются песком, и лишь тогда можно постепенно открывать регулятор (впускать пар).

Главной характерной чертой паровоза является число и расположение его осей. Вследствие этого ныне на всем земном шаре условились одинаково обозначать их расположение.

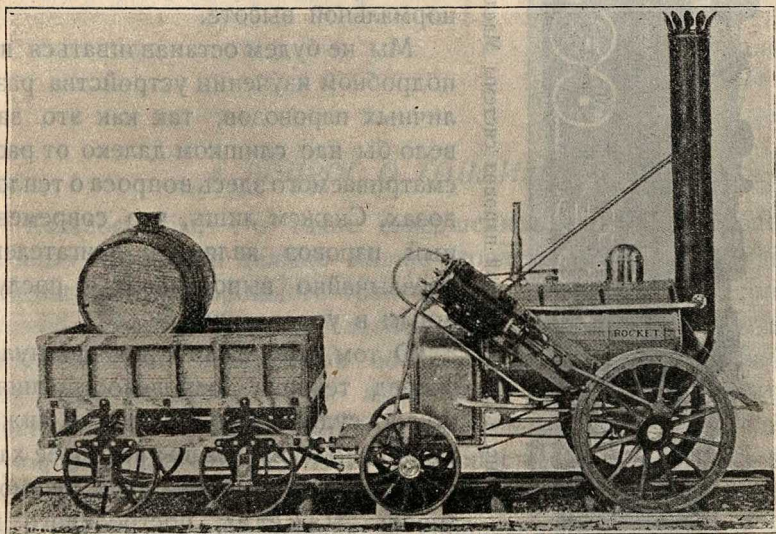


Рис. 3. „Ракета“ Стефенсона.

Например: характеристика паровоза 1—4—1; первая цифра показывает, сколько у данного паровоза бегунковых (направляющих) осей впереди (1), следующая — число ведущих осей (4), и последняя — число бегунковых осей под топкой (сзади паровоза) (1). Короче говоря, крайние цифры обозначают число бегунковых осей, средние — число ведущих.

Наибольшая сила тяги, развиваемая паровозом при применении песка и при сухих рельсах, колеблется от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{3}$  давления (веса), производимого ведущими колесами на рельсы. Отсюда становится очевидной выгода сосредоточивания нагрузки локомотива на ведущих осях.

В работе паровоза особо важным условием является



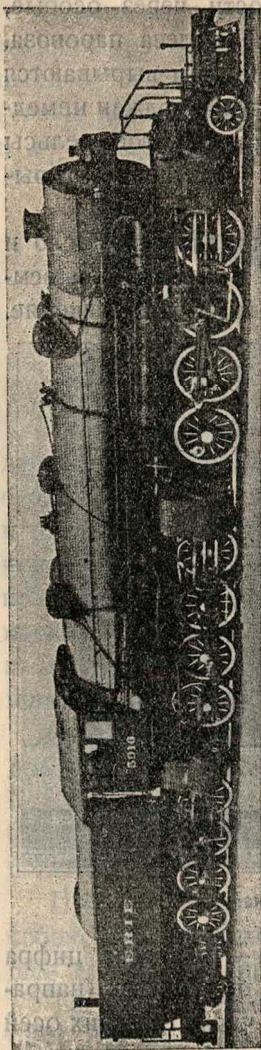


Рис. 4. Американский паровоз системы Маллета 1925 г.

парообразовательная способность котла; требуемое количество пара зависит от скорости движения: хочешь ехать скорей — жги больше топлива, ибо общий расход пара с увеличением скорости увеличивается. Во время хода паровоза приход и расход пара должны находиться в равновесии, а уровень воды в котле и давление пара — на нормальной высоте.

Мы не будем останавливаться на подробном изучении устройства различных паровозов, так как это завело бы нас слишком далеко от рассматриваемого здесь вопроса о тепловозах. Скажем лишь, что современный паровоз является двигателем чрезвычайно выносливым и послушным в управлении.

О том, как за сто лет шагнула вперед техника паровозостроения, можно судить по помещаемой ниже таблице. Здесь указаны наиболее характерные данные для двух локомотивов: „Ракета“, построенного в 1829 году Г. Стефенсоном для первой железной дороги общественного пользования (Англия), и паровоза системы Маллета, недавно построенного в Америке; последний является ныне самым большим и мощным паровозом в мире.

У паровоза системы Маллета тендер не является только повозкой, а работает так же, как и паровоз. Конечно, этот паровоз далеко не типичен для современных паровых локомотивов: Западной Европе и СССР еще очень далеко до таких гигантов, самый сильный русский паровоз развивает около 2000 лощ. сил (паровоз системы Маллета развивал при испытании 5000 лощ. сил.)



Локомотивы	Давление в котле (в атмосферах)	Число осей		Вес локомотива с тендером (в тоннах)	Вес поездного груза (в тоннах)
		Ведущих	Бегунковых		
Паровоз „Ракета“ 1829 г. . . . .	3,5	1	1	6	13
Паровоз 1—4—4—4—1 системы Маллета 1925 г. . . . .	15	12	2	383	16 300

### 3. ВОПРОС О ТОПЛИВЕ.

Казалось бы, что такое совершенное устройство современных паровозов должно вполне удовлетворять всем требованиям железнодорожного транспорта. С точки зрения приспособляемости парового локомотива к работе оно так и есть: мощные товарные и больших скоростей курьерские паровозы являются почти идеальными железнодорожными двигателями. Современные паровозы позволяют легко, от руки, регулировать силу тяги и скорость, приспособляясь к условиям профиля: на подъеме — наибольшее значение силы тяги и сравнительно небольшая скорость, на ровном месте — небольшое значение силы тяги и сравнительно большая скорость. Но далеко не так обстоит дело в отношении использования топлива, сжигаемого в паровозе.

Отец и сын Стефенсоны постепенным усовершенствованием локомотивов добились того, что „коэффициент полезного действия“, „отдача“, достигал 4%. Это значит, что из каждой сотни килограммов топлива в полезную работу шло около 4 килограммов.

В настоящее время в паровозах введены большие усовершенствования, и все же они дают возможность использовать полезно всего лишь 7—8, самое большее 9% затрачиваемой тепловой энергии топлива; 90% с лишним теряются бесплодно, уходя наружу. В то же время паровые машины, работающие на станциях, неподвижно прикрепленные к своему





фундаменту, превращают в полезную работу до 17% теплотворной способности <sup>1)</sup> сжигаемого топлива.

Такая значительная разница в использовании топлива между постоянными паровыми установками и паровозом объясняется тем, что ограниченная величина паровозов не позволяет занимать много места отдельными частями механизма.

С другой стороны, новейшие паровозы представляют собой мощную паровую станцию, которую необходимо втиснуть в узкие рамки. Так как паровоз должен иметь определенные поперечные размеры, которых нельзя превышать, то его приходится развивать в длину. На постоянных установках пар расширяется в 20—30 раз, а на паровозах в 2—4 раза, — опять-таки из-за ограниченности поперечных размеров паровоза. Таким образом мы видим, что размеры паровозов достигли к нашему времени, повидимому, почти полного предела. Дальнейшие попытки в этой области идут в направлении увеличения котельного давления, что обещает значительное увеличение экономии топлива.

Вопрос экономии топлива потребовал своего разрешения еще в конце прошлого столетия, но в особенности он обострился после мировой войны, когда понадобилось огромное напряжение по добыче всех видов топлива.

Мы видим, что работа паровых машин на железных дорогах в применении их к локомотивам является наиболее неэкономичной; но в то же время она применяется там настолько широко, как ни в одной из других отраслей промышленности и техники. По приблизительному подсчету в железнодорожном транспорте на отопление паровозов идет около одной пятой общего количества топлива, добываемого во всем мире; ввиду этого здесь еще более, чем где бы то ни было, становится необходимым стремиться к возможному уменьшению этого огромного расхода путем улучшения использования теплоты, заключающейся в угле, и путем полного отказа от сжигания нефти в топке, исключая лишь особые слу-

<sup>1)</sup> Теплотворной способностью называется то количество теплоты, которое получается при полном сгорании килограмма данного сорта топлива. Если, например, сожжено 100 килограммов угля с теплотворной способностью в 7 000 единиц тепла, то все количество тепла, содержащееся в 100 килограммах угля, равно  $7\,000 \times 100 = 700\,000$  ед. тепла. В полезную же работу перешло 17%, т.-е.  $\frac{17 \times 700\,000}{100} = 119\,000$  ед. тепла.



чаи. В этом направлении уже сделано многое: введен перегрев пара, подогрев питательной воды и воздуха, сжигание угля в порошке. В течение XIX и, в особенности, XX столетия техника железных дорог стремилась к увеличению составов и скоростей поездов, стараясь в то же время улучшить использование расходуемого топлива при работе паровоза. Постепенное усовершенствование паровозов привело к тому, что к нашему времени расход угля на одну лошадиную силу в час колеблется от 1,5 до 1,8 килограмма, а расход нефтепродуктов на одну лошадиную силу в час — от 1,0 до 1,2 килограмма; при этом, конечно, большое значение имеет выучка и правильная работа паровозной бригады (машиниста, помощника его и кочегара).

За время стоянок паровозов на остановках в пути, в депо, в так называемом „горячем состоянии“ (под парами), и на маневрах расходуется бесполезно также немалое количество топлива.

Десятки лет практики паровозостроения дали возможность постепенно выработать современный образцовый тип парового локомотива и его машины, приспособив их к самым тяжелым требованиям работы на рельсах.

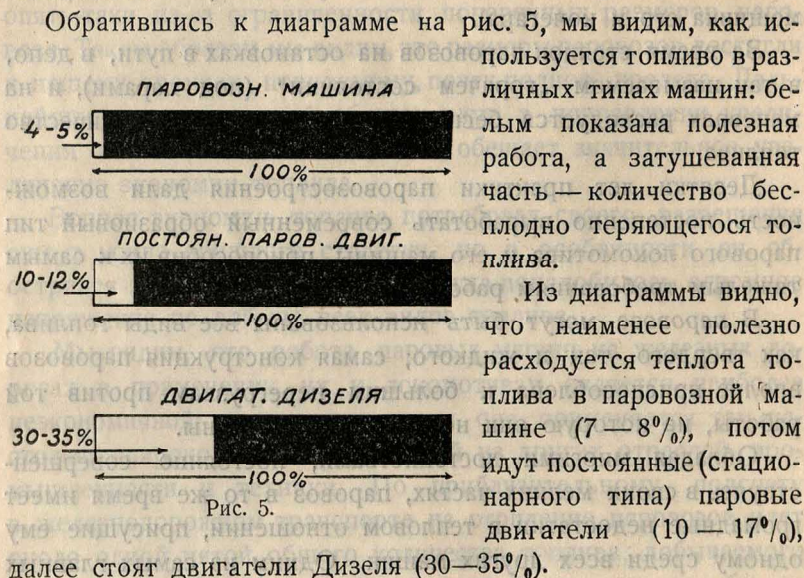
В паровозе могут быть использованы все виды топлива, как твердого, так и жидкого; самая конструкция паровозов вполне приспособлена к большим перегрузкам против той работы, на которую они нормально рассчитаны.

Обладая многими достоинствами, постоянно совершенствуясь в своих мелких частях, паровоз в то же время имеет громадные недостатки в тепловом отношении, присущие ему одному среди всех других машин. Одним из самых главных недостатков паровоза, как было уже указано, следует признать его неэкономичность. Некоторая экономия получается введением пара высокого давления и его значительным расширением; уже построены отдельные паровозы с давлением пара в 25 и 60 атмосфер, что обещает экономию топлива до 50% против существующего расхода. Однако все говорит за то, что для получения возможно большей экономии в топливе необходимо убрать паровой котел и перейти от паровой машины к какому-либо иному, более экономичному по своей природе двигателю.



#### 4. СОПЕРНИК ПАРОВОЙ МАШИНЫ.

При многолетней работе паровых локомотивов на транспорте выяснилось, что дальнейшее значительное увеличение экономии топлива в паровозах путем их совершенствования не представляется возможным; поэтому пришлось обратиться к другому решению вопроса: специалисты сделали попытку заменить паровозы иными локомотивами, с такими двигателями, которые были бы более экономичными, мало зависящими в расходе топлива от выучки кочегара и машиниста и мало или вовсе не тратящими топлива на стоянках локомотива.



Наиболее подходящим для железнодорожных локомотивов, в смысле расхода топлива, может явиться двигатель внутреннего сгорания; в течение последних 50 лет он получил широкое распространение, быстро завоевав себе место во всех отраслях промышленности и техники сначала на суше, потом на судах, как на надводных, так и на подводных, и, наконец, на воздушных аппаратах.

Малый сравнительно вес при большой мощности, простота обслуживания и большая надежность работы двигателя внутреннего сгорания содействовали необычайному развитию его применения в современном авто- и мототранспорте как



для гражданских, так и для военных целей. В то время как передвижение железнодорожных поездов производилось до последнего времени почти исключительно паровозами, ныне введение локомотивов с двигателями внутреннего сгорания — тепловозов — приобретает особенное значение для Союза ССР с его огромными запасами нефтяного топлива, занимающими первое после Америки место на всем земном шаре.

С другой стороны, наш Союз имеет громадные пространства степей, в которых вода почти непригодна для питания котлов, да вдобавок ее нужно подвозить к станциям за 100 — 150 километров.

При всей выгоде работы с двигателями внутреннего сгорания до сих пор они не получили широкого применения к тяге железнодорожных поездов. Причиной этого является то, что 20 — 30 лет тому назад, в замене паровозов более экономичным двигателем не было острой нужды, да к тому же в технике и не было еще выработано двигателей, годных для тепловозов. Кроме того, необходимо заметить, что условия работы на железной дороге требуют от локомотива большой приспособляемости: в поездной службе локомотив должен успешно проходить и очень длинные, пологие, и очень крутые, но короткие подъемы, на площадках он должен развивать значительную скорость. Эти условия требуют от него наличия возможности менять в больших пределах силу тяги и скорость. Если локомотив обслуживает дачное движение, он должен еще обладать способностью очень быстро забирать ход после остановок; если локомотив маневровый — он должен без рывков трогать с места и медленно двигать тяжелые составы. В этом отношении паровозы представляют собой почти идеальную машину. Двигатели же внутреннего сгорания по самому своему устройству таковы, что вполне надежно работают лишь в определенных пределах нагрузки и скорости хода. Для того чтобы более ясно представить себе устройство и работу тепловоза (о чем будет подробно рассказано далее), остановимся ненадолго на общем устройстве и работе самого сердца тепловоза — на двигателе внутреннего сгорания.

У этих двигателей тепловая энергия топлива преобразуется в энергию движения давлением газов в цилиндре двигателя. Для этого жидкое или газообразное топливо



(нефть и продукты ее перегонки: керосин, бензин, бензол, газолин, соляровое масло и др.) вводится в цилиндры двигателя внутреннего сгорания, где воспламеняется и таким образом превращает выделяющуюся теплоту в работу.

При горении топлива в цилиндре (рис. 6) образующиеся газы расширяются и толкают поршень (Б), который соединен помощью шатуна (В) с коленчатым валом (О) посредством кривошипа (колена вала) (С). Вал (О) в свою очередь соединяется с каким-либо приводным механизмом (например колесами).

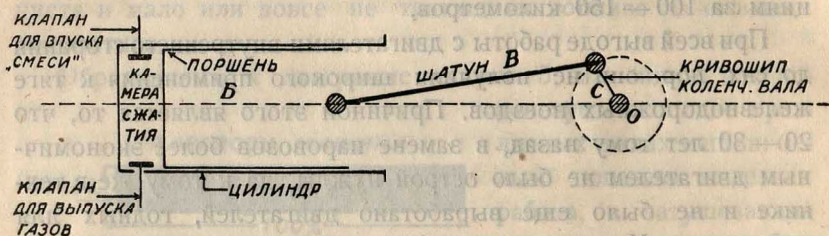


Рис. 6.

Число цилиндров в двигателе бывает различно: 1, 2, 4, 6, 8, 12; в зависимости от этого и двигатели называются одноцилиндровым, двухцилиндровыми и т. д. Располагаются они или один за другим (в линию), или под углом (один против другого).

Самый ход работы двигателей внутреннего сгорания происходит двояко: <sup>1)</sup> либо по 4-тактному процессу, либо по 2-тактному. В 4-тактных двигателях внутреннего сгорания полный процесс работы (как говорят, „цикл“) совершается за четыре такта (хода) поршня:

1-й такт — всасывание воздуха и горючего (смеси), при этом поршень идет слева направо (см. рисунок 6).

2-й такт — сжатие смеси в цилиндре (ход поршня справа налево).

3-й такт — сгорание и расширение смеси (поршень идет слева направо). Этот ход называется рабочим.

4-й такт — выталкивание отработанных газов наружу (выпуск).

<sup>1)</sup> Более подробные сведения об устройстве дв. вн. сг., их работе и уходе за ними читатель найдет в книжке того же автора: „Мотор—волшебник (двигатель внутреннего сгорания)“. Изд. Московский рабочий. Москва, 1925 г.



Таким образом лишь один 3-й ход поршня является рабочим; остальные три (1-й, 2-й и 4-й)—всасывание, сжатие и выпуск—являются лишь подготовительными действиями.

Вся слава по изобретению двигателей постепенного сгорания выпала на долю германского инженера Рудольфа Дизеля, по инициативе которого в 1898 году в г. Аугсбурге был выстроен двигатель этого типа. Этот двигатель отличается большой экономичностью в использовании горючего.

С этого времени двигатели постепенного сгорания быстро распространяются и получают название: „двигатель Дизеля“, или просто „дизель“.

Преимущество двигателей постепенного сгорания перед двигателями быстрого сгорания заключается в том, что первые обладают высокой степенью сжатия и вследствие этого — малым расходом топлива; недостатки их — необходимость снабжения дополнительными приспособлениями и механизмами, требующими весьма тщательного изготовления (например компрессор, форсунка и т. п.). Расходование нефте-топлива в двигателях Дизеля новейшего устройства при надлежащем уходе лишь немногим превышает 0,2 килограмма на 1 лошадиную силу в час. Как было сказано, дизель-мотор доводит использование теплотворной способности топлива до 30—35%. Разница большая: в 3—4 раза меньше против расхода топлива паровозами. Кроме того, нужно принять во внимание, отсутствие расхода топлива во время стоянок на станциях и в резерве, так как двигатель Дизеля требует для пуска в ход всего лишь одну—две минуты времени.

На стр. 36 помещен рисунок двигателя Дизеля завода Виккерс.

В двигателях Дизеля отсутствуют паровой котел и топка, они как бы соединены в цилиндре двигателя. Благодаря этому коэффициент полезного действия двигателя внутреннего сгорания намного больше коэффициента полезного действия паровых машин (как мы видели выше, он достигает 35%). Иначе говоря, двигатель Дизеля из каждых 100 килограммов затраченной нефти 35 килограммов превращает в полезную работу, тогда как лучшая современная паровая машина из 100 килограммов сожженной нефти превращает в полезную работу лишь до 17 килограммов. Причина такой низкой экономичности паровой машины заключается в том, что вместе



с отработанным паром наружу уносится очень много тепла, что происходит из-за свойств самого пара. В двигателях внутреннего сгорания дело обстоит не так: отработанные газы уносят наружу всего лишь около одной трети всей теплоты. Но в двигателях Дизеля теплота топлива теряется иначе (чего нет в паровой машине). Так как сгорание топлива происходит внутри цилиндров, то температура в них достигает более 1000° Цельсия. Металл в работе не может выносить без вреда такой высокой температуры, почему стенки цилиндров, поршни и крышки приходится усиленно охлаждать водой. Из-за охлаждения теряется более 30% всей теплоты, уносимой охлаждающей водой. И все же, несмотря на неизбежные потери тепла при работе, как мы видим, двигатели внутреннего сгорания гораздо экономичнее паровой машины. Поэтому вполне естественно было обратиться к мысли построить такой локомотив, в котором паровая машина может быть заменена двигателем Дизеля раза в 3 — 4 более экономичным.

Над осуществлением подобного локомотива трудились много лет, но более или менее удачно построить такой локомотив, другими словами „тепловоз“, смогли только теперь.

## 5. ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГЕ.

Имеется еще одно решение вопроса о замене паровой тяги иною, более экономичной.

Вероятно, все знают о том, как широко занялась советская власть электрификацией нашей страны. В частности поднят вопрос и об электрификации сети железных дорог.

Нужно сказать, что этот способ тяги стал известен еще с 1879 года, когда выдающийся германский инженер-электротехник Эрнст Сименс представил впервые на Берлинскую техническую выставку модель электрической железной дороги. В России первые опыты с такою дорогой производились в 1882 году.

Первым шагом электрической тяги было вытеснение конки трамваем. Ныне за границей электрические железные дороги постепенно заменяют собой паровую тягу. В особенности быстро идет это дело в Швейцарии, где дешевы источники электрической энергии, благодаря использованию естествен-



ных сил природы. Если бы не помешала мировая война 1914—1918 гг., то, вероятно, теперь вся железнодорожная сеть Швейцарии перешла бы на электрическую тягу. Уже то обстоятельство, что самые экономичные паровозы могут превратить в полезную работу не более 9% сжигаемого топлива, говорит за необходимость перехода к электрической тяге, используя для получения электрического тока силу течения рек и водопадов и громадные запасы (у нас, например) дешевого торфа. В случаях необходимости (например городской трамвай) электрические станции отапливаются и хорошим углем.

Большим преимуществом электрической тяги перед паровой является то, что электровозы обладают гораздо более спокойным ходом. Неспокійность хода паровоза значительно

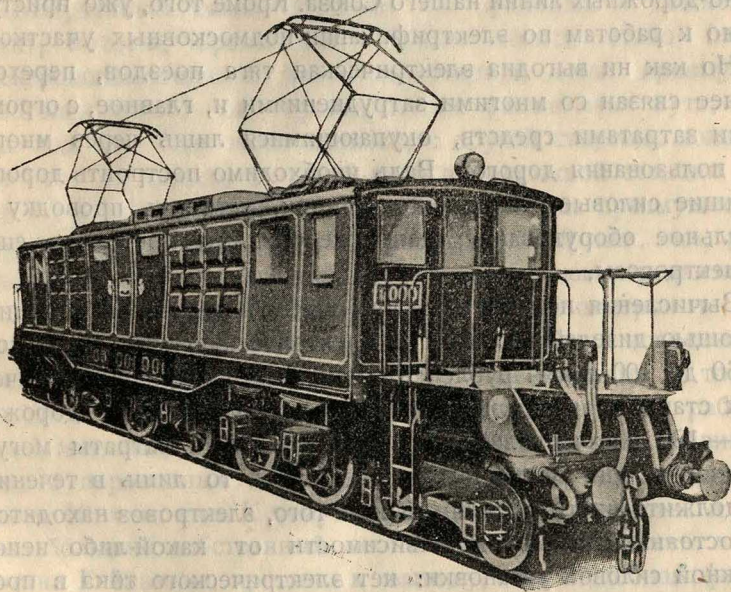


Рис. 7. Электровоз.

портит полотно железных дорог и мосты, постепенно разрушая их. Электровоз не требует продолжительных стоянок для пополнения запасов воды и топлива, поэтому при электрической тяге движение происходит быстрее. При этом не



требуется устройства водоснабжения, весьма затрудненного в безводных местностях. При электрической тяге устраняется такой расход, как держание паровоза под парами. Ввиду того, что ремонт электровоза более прост, чем ремонт паровоза, при электрической тяге полезный пробег электровозов и вагонов больше. Постоянное наличие электрического тока позволяет заменять длинные и тяжелые составы пассажирских поездов более частыми отправлениями коротких поездов. Скорость передвижения дает возможность пользоваться одним путем и выполнять большую работу, что невозможно при паровой тяге. В особенности выгодной должна быть электрическая тяга в пригородных участках с большим движением поездов (например у нас в СССР под Москвой и Ленинградом). Следует сказать, что ныне уже идут подготовительные работы по электрификации некоторых главных железнодорожных линий нашего Союза. Кроме того, уже приступлено к работам по электрификации подмосковных участков.

Но как ни выгодна электрическая тяга поездов, переход на нее связан со многими затруднениями и, главное, с огромными затратами средств, окупающимися лишь через много лет пользования дорогой. Ведь необходимо построить дорогостоящие силовые станции, подстанции, устроить проводку и остальное оборудование; далее необходимо построить еще и электровозы.

Вычисления показывают, что при оборудовании станций помощью дизелей переход на электрическую тягу обходится от 60 до 100 тысяч рублей на 1 километр. При гидравлических станциях электрифицирование обходится еще дороже: 100—120 тысяч рублей на километр. Такие затраты могут окупиться при усиленном движении, и то лишь в течение продолжительного времени. Кроме того, электровоз находится в постоянной и полной зависимости от какой-либо неподвижной силовой установки: нет электрического тока в проводах, — и электровоз мертв.

В военное время это обстоятельство безусловно представляет страшную опасность: удачно брошенная на станцию бомба надолго прерывает все движение. Порча электрического кабеля также мгновенно останавливает все находящиеся в пути поезда.

Локомотив же, т.-е. такая тяговая машина, которая несет



источник движущей энергии непосредственно в себе, зависит только от пути и самого себя.

Обе разновидности локомотива, т.е. паровоз и тепловоз, легко перебросить при надобности в любой пункт страны и во всяком направлении, что в особенности важно при огромных пространствах нашего Союза.

## 6. ЛОКОМОТИВ ГЕЙЛЬМАНА.

Учтя многие неудобства, связанные с электрической тягой от центральных станций и с недостатками паровозов, французский инженер Гейльман еще в 1892 году построил локомотив, двигавшийся помощью пара и электричества. Котел был обычного паровозного типа; пар из него приводил в движение паровую машину, которая вращала динамомашину.

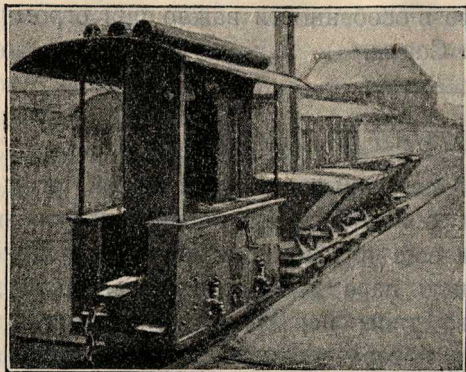
Полученный таким образом ток приводил в движение электромоторы, вращавшие ведущие колеса этого паро-электролокомотива. В таком локомотиве были преимущества электровоза: он гораздо менее расшатывал путь, так как ход его был очень спокоен; с другой стороны, локомотив этот не зависел от какой-либо неподвижной станции. Но все же с экономической точки зрения эти два преимущества покупались слишком дорогой ценой. Из 1350 лош. сил, развиваемых паровой машиной, на упряжной крюк передавалось лишь 350 лош. сил, при скорости в 100 километров в час (по горизонтальной площадке) — иначе говоря, использовалось только 39% всей работы паровой машины. В то же время новейшие паровозы используют около 90% работы своей машины, при чем из каждых 100 лош. сил, развиваемых в паровозных цилиндрах, на сцепной крюк передается около 90 лош. сил. К тому же, принимая во внимание в три раза больший собственный вес и высокую стоимость локомотива Гейльмана, пришли к выводу, что подобная форма использования электрической энергии не способна вытеснить паровоз.

Во Франции было построено несколько таких локомотивов, но они оказались неэкономичными: стоили дорого и в соперники паровозу не годились. Таким образом и этот локомотив не оправдал возлагавшихся на него надежд.



## 1. ПЕРВЫЕ ТЕПЛОВОЗЫ.

Начиная с девяностых годов прошлого столетия шло успешное распространение двигателей внутреннего сгорания, обусловленное их быстрым совершенствованием.



Еще в 1888 г. пользующийся большой известностью автомобильный завод Даймлера в Штутгарте (Германия) построил первый тепловоз с двигателем и зубчатой передачей<sup>1)</sup> от двигателя на колеса, как у автомобиля. Мощность

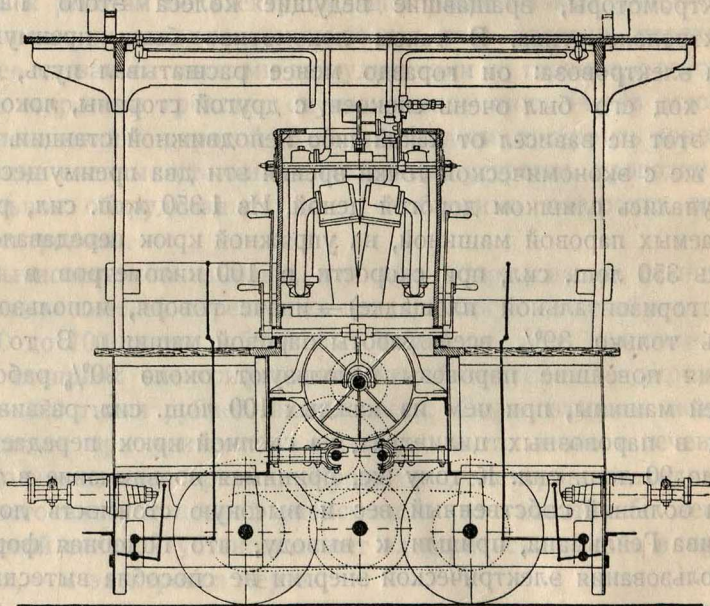


Рис. 8. Тепловоз Даймлера 1888 года.

этого пионера-тепловоза была всего лишь 4 лш. силы. Тепловоз этот (рис. 8) предназначался для заводской службы.

1) О передачах подробно говорится в следующей главе.



Через три года после первого опыта тот же завод построил второй тепловоз, но уже более мощный: на 10 лош. сил. С тех пор многие заводы строили небольшие тепловозы преимущественно для шахт, узкоколейных и подъездных путей.

Изобретение дизель-мотора дало возможность перейти к постройке тепловоза с нефтяными двигателями.

Постройка первого дизель-локомотива, предназначенного для тяги железнодорожных поездов, была произведена на швейцарском заводе бр. Зульцер в городе Винтертуре. Он был заказан прусскими железными дорогами. На выполнение этого тепловоза потребовалось 4 года, с 1909 г. по 1913 г. Рис. 9 представляет общую схему этого первого железно-

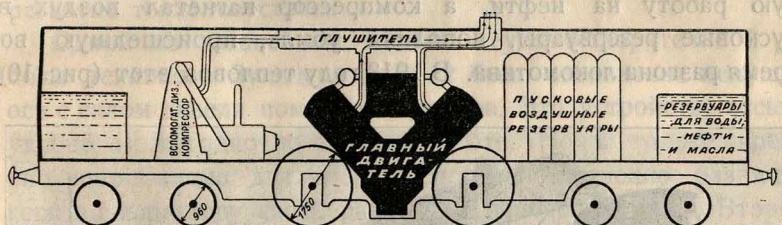


Рис. 9. Схема тепловоза Зульцера 2-2-2.

рожного тепловоза типа 2—2—2 (две спаренных ведущих оси и по 2 спаренных бегунковых оси по обоим концам тепловоза).

Главным двигателем в нем служит 4-цилиндровый дизель-мотор мощностью в 960 лош. сил. Как видно из рисунка, этот двигатель V-образной формы. Вал его располагался поперек рамы тепловоза. Кроме того, имелся еще добавочный вспомогательный дизель-компрессор <sup>1)</sup> в 250 лош. сил, назначение которого состояло в добавлении сжатого воздуха в цилиндры главного двигателя для усиления мощности локомотива на подъемах.

Пуск двигателя в ход и начальный разгон до достижения скорости в 10 километров в час производились помощью сжатого воздуха, нагнетаемого тем же компрессором в специальные пусковые резервуары <sup>2)</sup> до высокого давления (в 70 атмосфер).

<sup>1)</sup> Компрессия — сжатие; дизель-компрессор — дизель, приспособленный для сжатия воздуха.

<sup>2)</sup> Пусковые резервуары — металлические сосуды, в которых хранится сжатый воздух, служащий для пуска двигателя в ход.



Движение от коленчатого вала дизеля передавалось ведущим колесам посредством дышел.

Длина тепловоза равнялась 16,6 метра при весе в 95 тонн. Диаметр ведущих колес — 1750 миллиметров, бегунковых — 960 мм.

Работа тепловоза происходила таким образом: пускался компрессор; он нагнетал воздух в пусковые резервуары (до 70 атмосфер), после чего этот сжатый воздух впускался в цилиндры главного дизеля, который начинал работать, как воздушная машина, до тех пор, пока скорость поезда не доходила до 10 километров в час. По достижении этой скорости впуск воздуха прекращался, и дизель начинал нормальную работу на нефти, а компрессор нагнетал воздух в пусковые резервуары, пополняя убыль, происшедшую во время разгона локомотива. В 1913 году тепловоз этот (рис. 10)

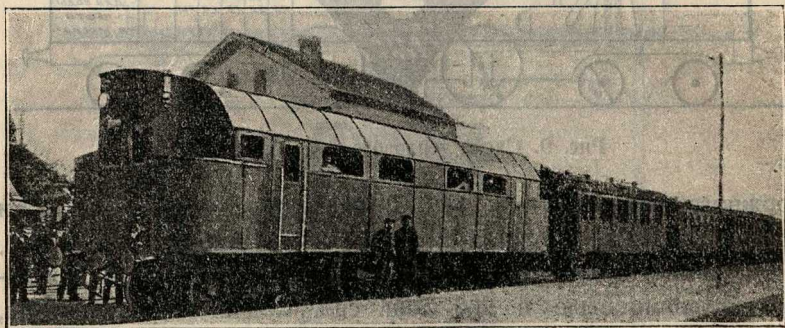


Рис. 10. Тепловоз Зульцера.

был испытан на рельсовых путях в Германии. После первых же опытных пробегов с поездами определилась полная непригодность этого тепловоза для ведения железнодорожных составов. При больших скоростях двигатель сильно грелся из-за недостатка охлаждения; частое троганье с места (с пассажирским составом) происходило медленно из-за недостаточного приготовления сжатого воздуха в пусковых резервуарах вследствие малой мощности дизель-компрессора. Тепловоз с составом в 19 вагонов (38 осей по 10 тонн каждая) развивал на горизонтальном участке пути скорость в 75 километров, требуя в то же время 5 минут и 10 секунд времени и 3,83 километра пути для разгона. При тяжелых со-



ставах на крутых подъемах тепловозов вовсе останавливался, так как при скорости меньше чем в 10 километров дизель не мог работать нефтью, а воздуха на больших подъемах не хватало; в виду этого зачастую приходилось вызывать вспомогательный паровоз и подталкивать поезд.

В конце концов во время одной поездки лопнул цилиндр двигателя, и это происшествие, в связи с предыдущими неудачными опытами, послужило причиной того, что этот тепловоз был окончательно признан негодным для железнодорожной службы; его разобрали на части для других целей.

Неудача с постройкой первого дизель-локомотива и наступившая в 1914 г. мировая война задержали дальнейшее развитие тепловозостроения.

Одной из главнейших причин неудовлетворительной работы тепловоза Зульцера 2—2—2 было соединение ведущей оси с валом дизеля помощью шатунов. Это устройство весьма удобно и выгодно по своей простоте. Но в то же время оно неприемлемо для дизель-мотора, существенно разнящегося по характеру своей работы от паровой машины. Второй причиной неудачи была недостаточная мощность дизель-компрессора.

В паровозах развивается тем большая сила тяги, чем больше пара впускает машинист в цилиндры. Например, при трогании паровозом поезда с места он допускает работу вдвое большую против той, на которую рассчитана машина (как говорят, „двигатель допускает перегрузку 100%"). В тепловозе же Зульцера достичь такой регулировки нельзя, ибо мощность дизеля строго определена тем количеством теплоты, которое может выделить впрыснутое в цилиндры топливо при своем сгорании. Но сжечь в цилиндре можно лишь ограниченное количество топлива, именно столько, сколько может сгореть топлива в объеме заключенного в цилиндре воздуха. Следовательно, наибольшая работа двигателя внутреннего сгорания определяется количеством воздуха, находящегося в его цилиндрах. Она не может быть больше.

Казалось бы, что этого неудобства можно было бы избежать, ставя моторы несколько большей мощности, чем то требуется по условиям работы; конечно, при неполной нагрузке двигатель будет работать менее экономично, но коэффициент полезного действия уменьшится всего лишь на 1—2%.



Но существует еще одно отрицательное свойство двигателей внутреннего сгорания: они работают с полной мощностью только при вполне определенном, точно обусловленном для данного двигателя числе оборотов. Небольшое отклонение от этого — и мощность, а следовательно и сила тяги, начинает быстро падать. Например двигатель рассчитан на нормальное число оборотов 160 в минуту; при этой скорости вращения мотор развивает полную мощность. Доведем число оборотов до 140 в минуту, и сразу же обнаружится падение мощности. Поэтому и тяговое усилие в локомотивах (на сцепном крюке) с двигателями Дизеля, непосредственно связанными с движущимися осями, может изменяться также в пределах, вовсе недостаточных для службы на железных дорогах (троганье с места, затяжной подъем).

При тяге вагонов расход работы локомотива не равномерен: в момент сообщения движения при отправлении требуется мощность, которая превышает мощность, необходимую для тяги с постоянной скоростью. Необходимо также считаться с сопротивлением движению в зависимости от характера пути (подъем, уклон) и закруглений, с замедлением движения, перед остановкой и т. п. Как мы видели, двигатель внутреннего сгорания в весьма малой степени удовлетворяет всем этим требованиям. Вследствие этого пришлось ввести особый промежуточный механизм между двигателем и ведущими осями локомотива. О нем будет рассказано подробно в главе „о передачах“.

Во время мировой войны в Западной Европе и Америке тепловозостроение развивалось довольно успешно, правда, лишь для специально военных целей. Во Франции было построено для нужд фронта (перевозка орудий, войск, аммуниции, огнеприпасов и т. п.) около сотни маломощных тепловозов (до 240 лощ. сил). Тепловозы изговлялись заводом Кроша (Франция) и заводом Балдвина (Америка).

Как мы увидим в дальнейшем, устройство этих тепловозов до некоторой степени было взято за основание при создании тепловоза Ю<sup>9</sup>ООІ<sup>1)</sup>, построенного в 1924 г. в Германии в городе Эсслингене для СССР, под непосредственным

1) Ю<sup>9</sup>ООІ — краткое обозначение тепловоза германской постройки: читается оно так: э — электрический (этот тепловоз имеет электрическую передачу), ООІ обозначает номер 1.



руководством проф. Ломоносова (описание устройства, постройки и работы этого тепловоза будет приведено в главе „Первые мощные тепловозы на рельсах“). Пока же мы остановимся немного на устройстве тепловозов Кроша (рис. 11).

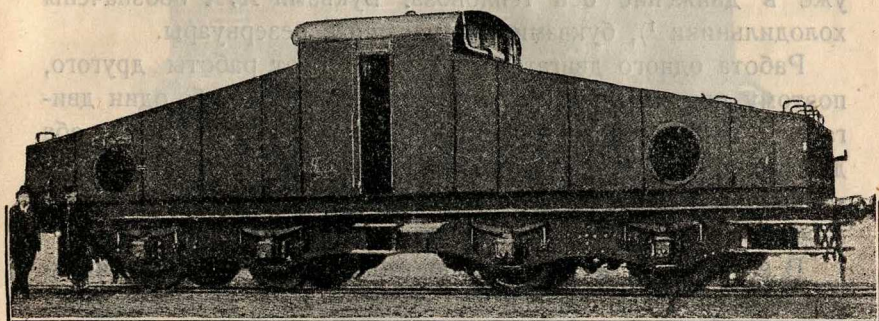


Рис. 11.

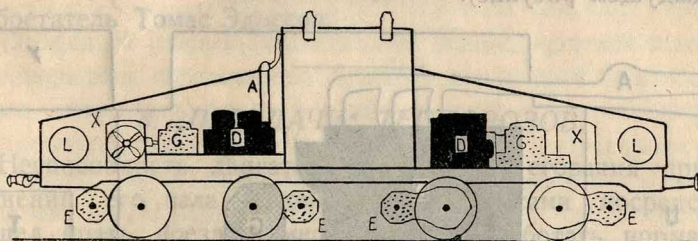


Рис. 11а.

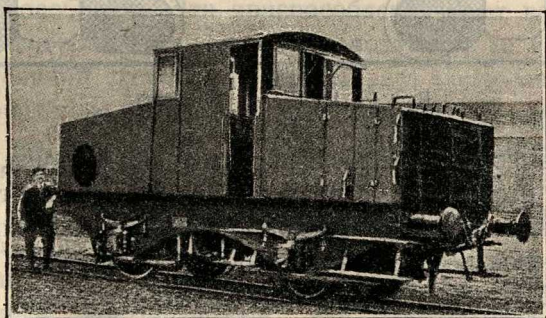


Рис. 11б. Локотракто́ры Кроша.

На раме тепловоза устанавливаются два двигателя (Д, Д) работающие на газолине при 1 200 оборотах в одну минуту.



Каждый двигатель развивает по 120 лш. сил. На валу этих моторов насажены динамомашины ( $G, G$ ), вырабатывающие электрический ток, который поступает в электромоторы ( $E, E, E, E$ ) для их вращения. Эти электромоторы и приводят уже в движение оси тепловоза. Буквами  $X, X$  обозначены холодильники <sup>1)</sup>, буквами  $L$  — масляные резервуары.

Работа одного двигателя не зависит от работы другого, поэтому при малых нагрузках работает какой-либо один двигатель; при требовании же полной мощности включают оба двигателя. Вес этих тепловозов 44 тонны, развиваемая ими на ровном месте скорость доходит до 12 километров в час, с общим весом прицепного состава вагонов в 250 тонн.

В свою очередь Швеция построила несколько локомотивов с двигателями Дизеля для обслуживания железнодорожного транспорта в Тунисе. Тепловозы эти обладают мощностью до 120 лш. сил (рис. 12). (Обозначения те же, что и на предыдущем рисунке).

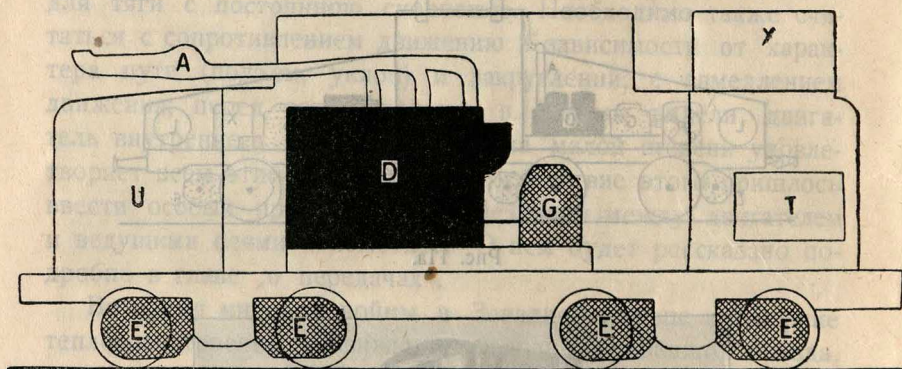


Рис. 12. Шведский тепловоз.

Такая высокопромышленная страна, как Америка, конечно, не могла отстать от проведения в жизнь идеи тепловозостроения: на ее заводах также было построено несколько десятков тепловозов небольшой мощности локотракторов (рис. 13).

В 1925 г. заводом Балдвина был выпущен тепловоз большой мощности (1 000-сильный дизель электровоз). Описание этого тепловоза будет приведено в дальнейшем.

<sup>1)</sup> Холодильник (иначе — радиатор) — бак с водой, которая служит для охлаждения стенок цилиндров двигателя, дабы последний не перегревался и работал исправно.



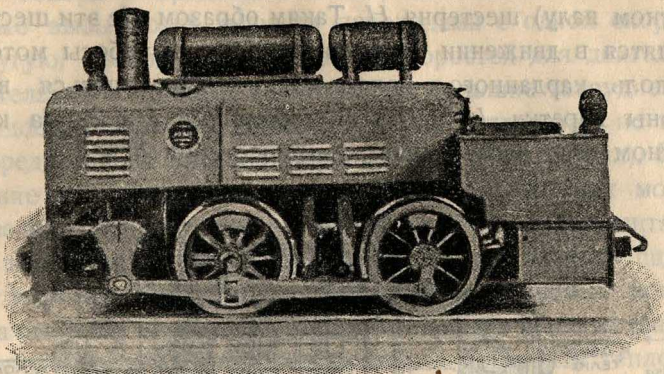


Рис. 13. Локотрактор Балдвина.

Здесь не безынтересно будет отметить, что в течение последних лет разработкой устройства тепловозов с электрической передачей занят всемирно известный американский изобретатель Томас Эдиссон.

## 8. „ПЕРЕДАЧИ“ ТЕПЛОВОЗОВ.

Неспособность двигателя внутреннего сгорания при соединении его вала с движущими колесами посредством дышел брать поезд с места, а также работать нормально при уменьшенном числе оборотов заставила применять между валом двигателя и ведущими колесами особые промежуточные приспособления. Эти приспособления дают возможность изменять скорость движения тепловоза от 0 до наибольшей, при постоянной скорости вращения вала двигателя. Для этого в автомобильном деле давно уже применяется „зубчатая передача“, так называемая „коробка скоростей“ (рис. 14).

Постепенным сцеплением соответствующих пар зубчаток на двух валах можно получить, по желанию, большую или меньшую скорость вращения ведущих колес.

На рисунке обозначено: А — „карданный вал“; Б — вспомогательный „контршафтный“ вал, С — маховик. Влево от маховика С находится мотор (не показанный на рисунке); правая часть передает движение на колеса. На карданном валу А насажена наглухо шестерня М; с ней в постоянном сцеплении находится (также наглухо насаженная на контр-



шафтном валу) шестерня *H*. Таким образом обе эти шестерни находятся в движении в продолжение всей работы мотора.

Вдоль карданного вала могут перемещаться в обе стороны каретки *K* и *K<sub>1</sub>* с шестернями *1* и *2*. На контршафтном валу наглухо насажены шестерни *3* и *4*.

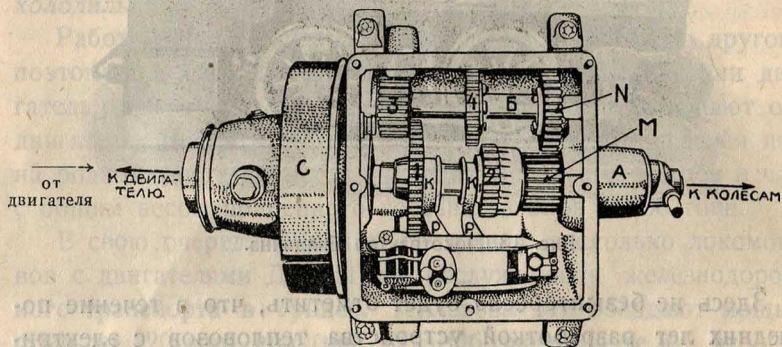


Рис. 14. Коробка скоростей.

Если мы передвинем с помощью рычага *P* каретку *K* влево так, чтобы шестерня *1* сцепилась с шестерней *3*, то вращение вала *A* по отношению к вращению вала двигателя замедлится, так как шестерня *3* меньше шестерни *1*; следовательно, она, повернувшись несколько раз, будет вращать шестерню *1* (а вместе с нею и карданный вал) меньшее число раз, и именно во столько раз, во сколько шестерня *3* меньше шестерни *1*. Это, в свою очередь, увеличит силу, передаваемую двигателем, за счет уменьшения скорости вращения колес. Таким образом, проигрывая в скорости движения коляски, мы выигрываем в силе мотора. Выключив шестерни *3* и *1* и сцепив шестерни *2* и *4* помощью рычага *P*, мы получим другое соотношение, увеличивающее скорость движения коляски за счет некоторого уменьшения вращающей силы двигателя.

Коробка скоростей как бы помогает двигателю справиться с тяжелой работой при трогании с места под большой нагрузкой, при тяжелой дороге и на подъемах.

При нормальной работе вал *A* непосредственно передает движение от двигателя на колеса: этот момент и показан на прилагаемом выше рисунке (так называемая „прямая передача“). В этом случае контршафтный вал *Б* вращается „входную“.



Не говоря о вредных толчках, испытываемых мотором, которые вызываются резкими переходами с одной скорости на другую, точная работа коробки скоростей для двигателей значительной мощности представляет большие затруднения.

Подобная передача применяется и в тепловозах, но лишь до определенного предела мощности (до 160 лш. сил). Изготовление же зубчатых колес для моторов больших мощностей весьма затруднительно и до последнего времени считалось вовсе невозможным. Да и самое их перемещение и сцепление в коробке скоростей во время работы мощных моторов всегда было бы сопряжено с риском поломки всего механизма.

Некоторые изобретатели предлагали построить тепловозы с зубчатой передачей и свыше 1 000 сил, но осуществление подобных предложений не производится ввиду нецелесообразности устройства. Все это заставило техников обратиться к другим видам передачи.

**Гидравлическая передача.** Одним из видов передач, применяемых в тепловозах, является передача гидравлическая <sup>1)</sup>.

Сущность устройства ее заключается в следующем: на вал двигателя насаживается особый насос, а на оси ведущих колес — турбины (двигатели в виде колеса с лопатками), в которые насос нагнетает масло. Из турбин масло отводится обратно в насос, который вновь нагнетает масло в турбины и т. д. Наилучшей работой отличается гидравлическая передача, известная под названием „аппарата Дженни“. Регулировка ее производится весьма просто и легко, а главное — постепенно, при помощи переводной ручки. Но эта передача может работать вполне надежно лишь при двигателях малых и средних мощностей.

Для более сильных моторов существует гидравлическая передача Ленца, но она обладает крупным недостатком,

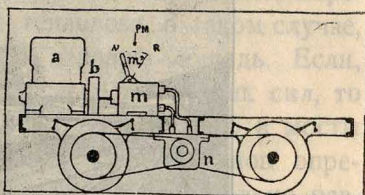


Рис. 15. Схема устройства гидравлической передачи: путем перестановки ручки  $m'$  изменяется работа компрессора  $m$ , чем достигается трогание с места и постепенный разгон тепловоза.

<sup>1)</sup> Гидравлический — действующий давлением или движением жидкости.



закрывающимся в том, что сила тяги тепловоза при ней изменяется не постепенно, а ступенями — скачками — подобно тому, как то имеет место в зубчатой передаче.

Первый тепловоз с передачей Ленца был построен заводом Линке-Гофмана в Бреславле (Германия) в 1922 году; мощность его была 120 лш. сил. Этот локомотив (рис. 16) предназначался для маневров на станциях.

Известный знаток паровозо- и тепловозостроения, проф Ломоносов, участвовавший в опытной поездке при испытании этого тепловоза, говорит об этом так: „Впечатление от этой поездки у меня осталось неблагоприятное: на подъемах скорость устанавливается около 5 км в час, на уклонах же, при скорости в 25 км, передача начинала сильно стучать и дрожать. Но главное, при работе передача сильно нагревалась; это обстоятельство заставляет сильно опасаться, что при продолжительной службе масло в ней может сбиваться в пену и терять свою вязкость, — а тогда она перестает быть передачей“<sup>1)</sup>.

Все же, германские дороги построили несколько тепловозов с передачей Ленца.

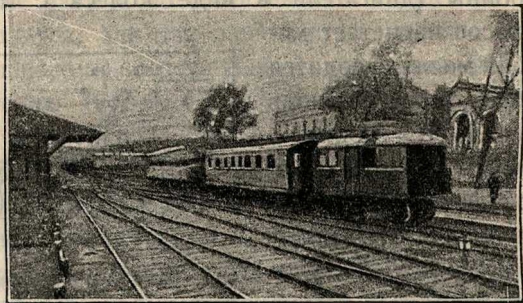


Рис. 16.

**Электрическая передача.** Многолетний опыт работы электровозов на рельсовых путях наглядно доказал полную надежность электрической передачи. Она легко позволяет регулировать силу тяги от 0 до наибольших значений, а также обладает свойством саморегулируемости, чем вполне сохра-

<sup>1)</sup> Ю. Ломоносов. „Тепловоз Ю\*001 и его испытание в Германии“, 1925 г.



няется свойство эластичности действия двигателя; это ее главное и бесспорное преимущество.

Сущность действия электропередачи заключается в следующем: главный двигатель вращает динамомашину, насаженную на его вал; вырабатываемый таким образом ток поступает в электромоторы, которые вращают ведущие оси колес помощью пар зубчаток.

Тепловозы с такой передачей являются как бы электровозами, но получающими электрическую энергию не через провода, а вырабатывающие ее на собственной электростанции.

Коэффициент полезного действия тепловозов с электрической передачей весьма высок и колеблется от 20 до 25%.

Тепловоз с электрической передачей почти совсем не нуждается в воде (она нужна лишь для охлаждения двигателя), что так важно для безводных местностей.

Но при всех своих преимуществах электрическая передача в то же время не лишена и недостатков, из которых наиболее существенными являются большой вес и сложность устройства. Следовательно, такой тепловоз всегда стоит дорого.

Примеры построенных тепловозов с электрической передачей показывают, что общий вес тепловоза, в таком случае, составляет от 200 до 300 кг на 1 паровую лошадь. Если, например, тепловоз обладает мощностью в 150 лощ. сил, то общий его вес составит от 30 до 40 тонн. Но путь и мосты рассчитываются для пропуска вагонов и локомотивов определенного веса, который в то же время приблизительно равномерно распределяется на оси. С другой стороны, наличие в тепловозе с электрической передачей как бы двух установок, — тепловой (дизель) и электрической (динамо, аккумуляторы и прочее электрооборудование), — естественно, увеличивает его вес, а вместе с тем и начальную стоимость постройки, обслуживания и ремонта.

Таким образом и электрическая передача далеко не удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к локомотивам при их работе на транспорте.

В дальнейшем будет приведено описание мощных тепловозов с электрической передачей, уже работающих на рельсовых путях.



*Компрессорная передача.* Сущность устройства этого вида передач заключается в следующем: рабочее тело (сжатый воздух или смесь его с парами воды либо продуктами горения), вырабатываемое при посредстве дизеля, установленного на раме, при достаточно большом давлении и высокой температуре вводится в цилиндры обыкновенной паровозной машины (как это производится с паром). Такое устройство обладает всеми свойствами паровозной машины, в смысле постепенного регулирования мощности локомотива путем увеличения или уменьшения количества рабочего тела в цилиндрах машины.

Таким образом в компрессорных тепловозах вал двигателя дизеля не соединен с осями, т.-е. отсутствуют дышла между валом двигателя дизеля и осями тепловоза.

Если все устройство, помещенное на раме, вырабатывает достаточное количество рабочего тела, то компрессорный тепловоз без затруднения берет поезд с места под полной нагрузкой и успешно преодолевает подъемы пути.

Эта передача должна удачно работать в тепловозах, как товарных, так и пассажирских.

В Германии построен пробный тепловоз с компрессорной передачей на заводе Шварцкопфа. Он типа 0—2—0, вес его—26 тонн (рис. 17).

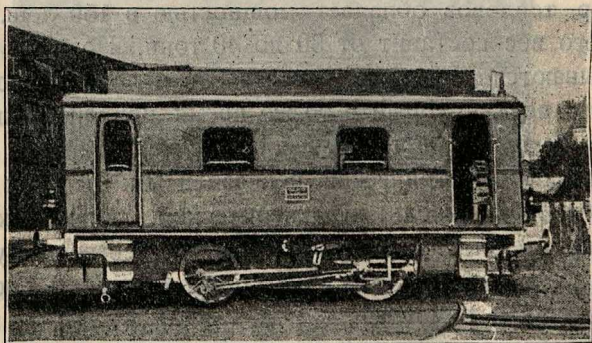


Рис. 17. Компрессорный тепловоз Герлиц-Шварцкопфа.

Тепловоз имеет дизель, отработанные газы которого отводятся в компрессор, где сжимаются до 8—15 атмосфер (давление регулируется), а оттуда направляются в цилиндры



паровозного типа. Кроме того, в Эсслингене (в Германии) строится мощный тепловоз (в 1 200 лш. сил) также с компрессорной передачей. Здесь дизель работает на компрессор. Воздух выходит из компрессора, проходит через подогреватель, отапливаемый отходящими газами двигателя, где подогревается и затем уже идет в цилиндры паровозного типа.

В настоящее время в Англии, на машинном заводе Армстронг-Витворт, в городе Нью-Кэстле строится по системе русского проф. А. Шелеста опытная машина для компрессорного тепловоза. В этом тепловозе должны работать два двигателя: первичный, установленный на раме и вырабатывающий газ, но не связанный непосредственно с осями (он как бы заменяет паровозный котел), и вторичный — представляющий собою паровозную машину обычного типа (рис. 18).

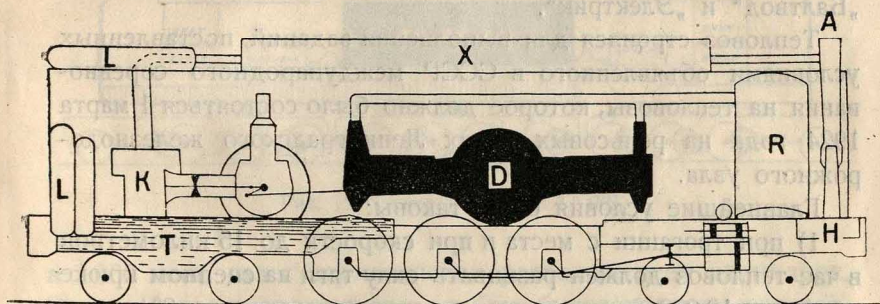


Рис. 18. Один из проектов тепловоз сист. Шелеста.

D—дизель, K—компрессор, L—масло, T—топливо, X—холодильник, R—резервуар для „смеси“.

На раме обыкновенного паровоза ставится дизель-мотор, передающий свой отработанный газ с давлением в 8—10 атмосфер в особый резервуар, откуда газ расходуется по мере надобности вторичным двигателем, рабочей машиной паровозного типа. Количество газа в резервуаре автоматически пополняется в зависимости от степени расходования его машиной, поэтому давление газа остается все время постоянным.

По мнению проф. Шелеста подобное устройство тепловоза позволит просто и дешево переделывать существующие уже паровозы в тепловозы, для чего надо лишь снять паровой котел, а взамен его поставить дизель и газовый котел. Проф. Шелест рассчитывает, что подобные тепловозы должны быть



примерно в 4 раза экономичнее лучшего современного паровоза одной и той же мощности. При этом стоимость компрессорного тепловоза лишь в  $1\frac{1}{2}$  раза превышает стоимость паровоза одинаковой с ним мощности. В таких тепловозах простота управления и приспособляемость к условиям работы, вероятно, немногим будут отличаться от паровозных.

## 9. ПЕРВЫЕ МОЩНЫЕ ТЕПЛОВОЗЫ НА РЕЛЬСАХ.

Г<sup>э</sup> 001 (тепловоз по системе проф. Гаккеля). Тепловоз, построенный в 1924 году в СССР, в Ленинграде, является дизель-локомотивом с электрической передачей по системе, предложенной профессором Гаккелем. В постройке принимали участие ленинградские заводы „Красный путиловец“, „Балтвод“ и „Электрик“.

Тепловоз строился для выполнения заданий, поставленных условиями объявленного в СССР международного соревнования на тепловозы, которое должно было состояться 1 марта 1924 года на рельсовых путях Ленинградского железнодорожного узла.

Главнейшие условия были таковы:

- 1) при трогании с места и при скорости до 15 километров в час тепловоз должен развивать силу тяги на сцепном крюке не менее 12 000 килограммов на прямом подъеме в  $9\frac{0}{100}$ ;
- 2) при скорости 50 километров в час сила тяги должна быть не менее 3 000 килограмм на ровном участке пути;
- 3) предельная скорость тепловоза должна быть не менее 75 километров в час;
- 4) давление на рельсы каждой пары ведущих колес не должны превышать 18 тонн, а бегунковых — 12 тонн;
- 5) тепловоз должен иметь запасы топлива, масла и воды для пробега без пополнения их на участке не менее 1 500 километров;
- 6) тепловоз должен быть приспособлен для работы при температурах от  $-30^{\circ}$  до  $+40^{\circ}$  Цельсия.

В остальном тепловоз должен удовлетворять техническим условиям, предъявляемым к русским паровозам.

Общее наблюдение за постройкой тепловоза взял на себя Теплотехнический Институт, для чего он выделил специальное „Бюро по постройке тепловоза системы Гаккеля“. В это



бюро вошли виднейшие специалисты нашего Союза. К постройке было приступлено в 1922 г., когда жизнь нашей страны только еще начала вступать в полосу хозяйственного восстановления и обновления промышленности. Но ни стесненность в денежных средствах, ни трудности в отыскании необходимых материалов не остановили русских техников в деле осуществления первого мощного локомотива с двигателем Дизеля.

Все части тепловоза, за исключением дизеля, почти целиком построены русскими заводами.

На рисунке 19 показан продольный разрез тепловоза. В кузове тепловоза поставлен дизель-мотор завода „Виккерс“

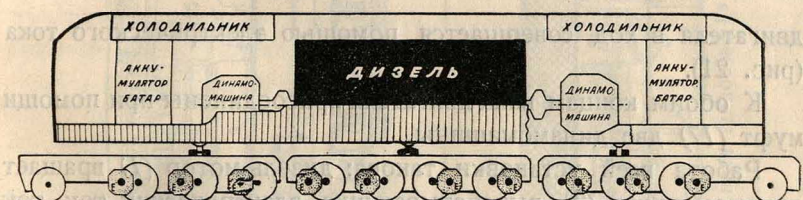


Рис. 19. Схема тепловоза Гэ 001.

в 1 000 лощ. сил с вертикальным расположением цилиндров. Этот двигатель представляет собою быстроходную, четырехтактную десятицилиндровую машину (395 оборотов в минуту), применявшуюся на многих английских и русских подводных лодках. Все 10 цилиндров расположены в один ряд, при чем каждый из них является как бы самостоятельной отдельной машиной. Каждый цилиндр имеет свой отдельный насос для топлива и свой картер (корытообразный металлический футляр, предохраняющий двигатель от пыли и грязи и помещенный между цилиндрами и рамой двигателя), отделенный от соседнего вертикальными перегородками; эти перегородки в то же время служат и опорами для оснований цилиндров. Рисунок 20 показывает внешний вид этого двигателя еще до постановки внутри кузова тепловоза. Нормальное число оборотов двигателя — 395 в минуту; работает он на соляровом масле <sup>1)</sup>, но может работать и на нефти. Начальный пуск

<sup>1)</sup> Один из продуктов перегонки нефти.



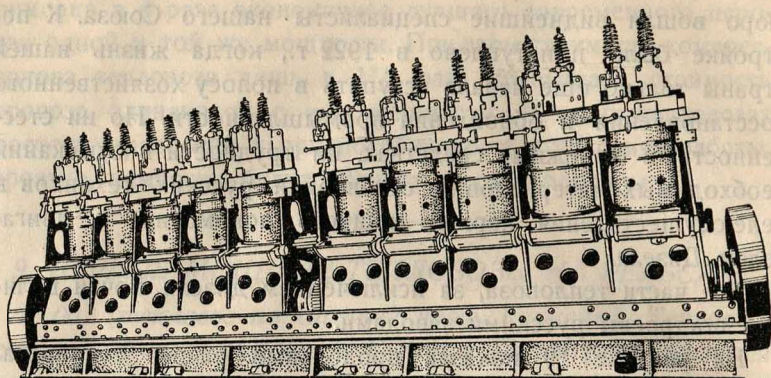


Рис. 20. Двигатель дизеля в тепловозе Г<sup>э</sup> 001

двигателя в ход совершается помощью электрического тока (рис. 21).

К обоим концам вала двигателя присоединены при помощи муфт (17) две динамомшины.

Работа всей установки такова: дизель-мотор (1) вращает динамомшины (2), вырабатывающие электрический ток; ток поступает в 10 электромоторов (3), которые и вращают уже колеса тепловоза помощью пары зубчатых колес (как в вагоне трамвая). Основание кузова тепловоза составляют две продольные балки (4). Мотор установлен на двух стальных литых поперечинах, динамомшины поддерживаются балками. Наискось, в двух противоположных углах стоят две цистерны (10) с охлаждающей водой (3 тонны) (см. план).

В двух других углах находятся: насос (11) и компрессор (12) для тормазов Вестингауза со своими электромоторами и, кроме того, небольшого размера паровой котел (13), подогреваемый нефтью и служащий для парового отопления тепловоза в сильные морозы на длительных стоянках.

Радиаторы — приборы для охлаждения воды — помещаются в крыше кузова (14); они состоят из групп плоских медных трубок. Из радиаторов вода по трубам поступает в рубашки цилиндров и охлаждает их, после чего возвращается обратно в радиатор. Для усиления просачивания воздуха через радиаторы имеются 4 четырехлопастных вентилятора (16), приводящиеся в действие от вала дизеля через ременную передачу со скоростью 1 200 оборотов в минуту.



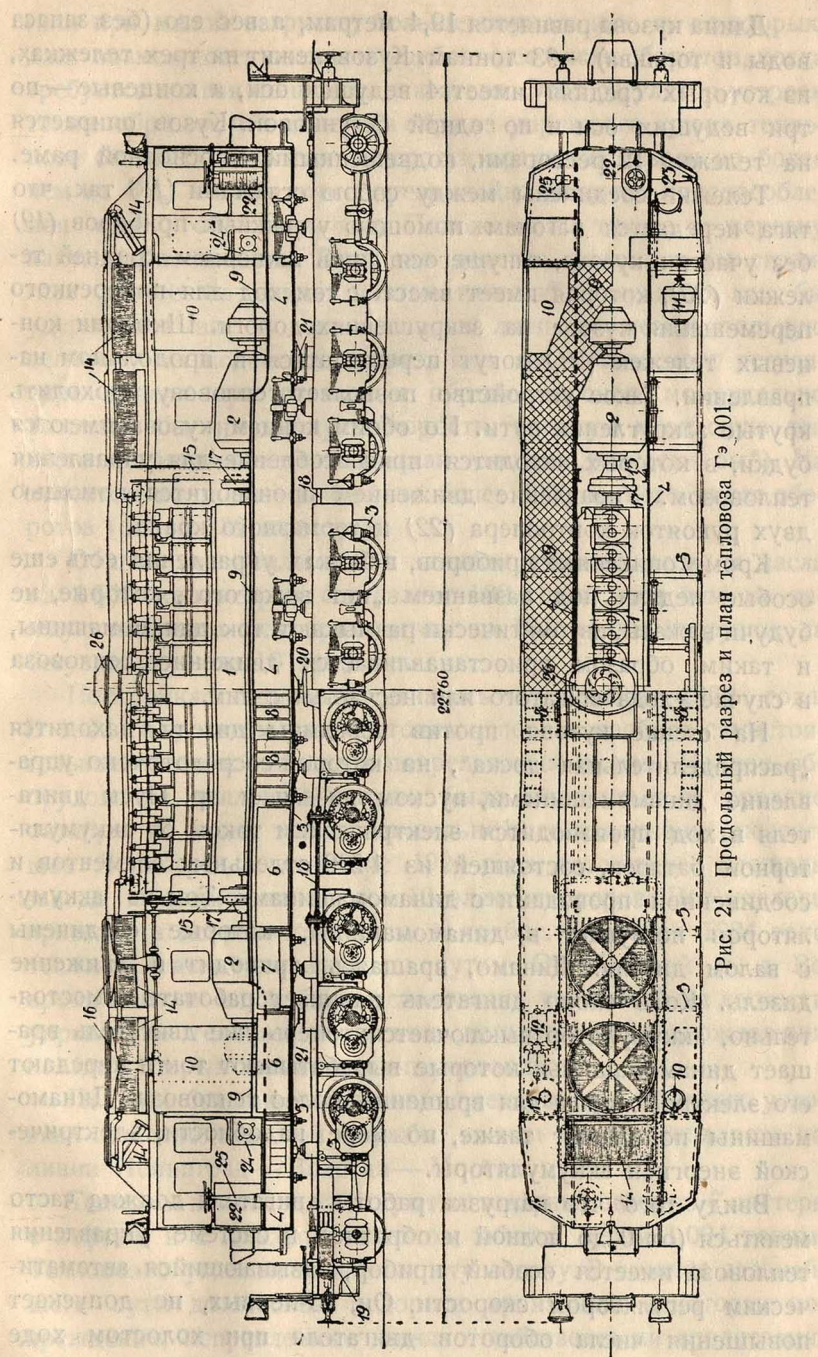


Рис. 21. Продольный разрез и план тепловоза Гэ 001.



Длина кузова равняется 19,4 метрам, а вес его (без запаса воды и топлива) — 93 тоннам. Кузов лежит на трех тележках, из которых средняя имеет 4 ведущих оси, а концевые — по три ведущих оси и по одной бегунковой. Кузов опирается на тележки 12 рессорами, подвешенными к основной раме.

Тележки соединены между собою стяжками (18) так, что тяга передается вагонам помощью упряжных приборов (19) без участия кузова, тянувшегося лишь шкворнем средней тележки (20), которая имеет вместе с тем ход для поперечного перемещения кузова на закруглениях дороги. Шкворни концевых тележек (21) могут перемещаться в продольном направлении. Такое устройство позволяет тепловозу проходить крутые закругления пути. По обоим концам кузова имеются будки, в которых находится приспособление для управления тепловозом. Управление движением производится помощью двух рукояток контролера (22) и тормазного крана.

Кроме описанных приборов, в будках управления есть еще особые педали под названием „нет вожатого“, которые, не будучи нажаты, автоматически размыкают ток динамомашин, и таким образом приостанавливается движение тепловоза в случае ухода вожатого или несчастья с ним.

На стенке кузова, против середины дизеля находится „распределительная доска“, на которой сосредоточено управление динамомашинами, пуском дизеля и пр. Пуск двигателя в ход производится электрическим током от аккумуляторной батареи, состоящей из 1200 отдельных элементов и соединенной проводами с динамомашинами. Ток из аккумуляторов поступает в динамомшины, которые соединены с валом дизеля. Динамо, вращаясь, приводит в движение дизель. Коль скоро двигатель начинает работать самостоятельно, аккумулятор выключается; теперь уже двигатель вращает динамомшины, которые вырабатывают ток и передают его электромоторам для вращения колес тепловоза. Динамомшины пополняют также, по мере надобности, электрической энергией аккумуляторы.

Ввиду того что нагрузка работы двигателя должна часто меняться (от 0 до полной и обратно), в системе управления тепловоза имеется особый прибор, называющийся автоматическим регулятором скорости. Он, во-первых, не допускает повышения числа оборотов двигателя при холостом ходе



(или при малой нагрузке) больше нормального и, во-вторых, дает возможность получить наибольшее число оборотов, когда требуется полная мощность двигателя. Этот регулятор устроен таким образом, что даже при обрыве упряжного крюка тепловоза он дает увеличение скорости вращения дизеля не более чем на 5%. Работу этого чрезвычайно важного приспособления можно объяснить так. Положим, вы тянете за веревку какую-либо тяжесть. Внезапно веревка рвется, и вы стремглав летите на землю. Автоматический регулятор как бы удерживает вас в равновесии, и лишь на незначительную величину вы подаетесь вперед. Без автоматического регулятора дизель при внезапном обрыве вагонов моментально развивал бы чрезмерную скорость, вредную и опасную для всего механизма тепловоза (как говорят „разносил бы“). На холостом ходу дизель дает не более 30% полного числа оборотов (около 132 в минуту).

Общий вес тепловоза с запасом топлива, воды и масла на 1500 километров составляет 182 тонны, при чем на каждую ведущую ось приходится по 16,2 тонны нагрузки, на бегунковую — по 10 тонн.

Постройка тепловоза началась в декабре 1922 года. В 1924 году летом уже состоялась первая пробная самостоятельная поездка тепловоза по рельсовым путям. Полное оборудование тепловоза должно было закончиться к середине октября, но этому помешало сильнейшее наводнение, постигшее Ленинград в сентябре 1924 года, затопившее площадь завода и подмочившее все 10 электромоторов. Все удалось привести в исправность лишь в ноябре. 6 ноября 1924 года тепловоз начал движение по путям Октябрьской ж. д. Во время этих поездок была установлена чрезвычайная легкость управления тепловозом, весьма удивившая сопровождавших поездку старых машинистов-паровозников.

Первым большим испытанием тепловоза в обычных условиях железнодорожной службы явился пробег тепловоза по линии Ленинград — Вологда — Москва.

Тепловоз вел поезд из 42 крытых товарных вагонов, 7 цистерн с нефтью и 2 классных вагонов, общим весом 1 004 тонны. Тепловоз с успехом выполнил эту задачу. В течение дальнейшего пути до Москвы в дороге произошли некоторые повреждения, исправленные однако собственными средствами.



16 января 1925 года тепловоз прибыл в Москву. В январе и феврале было произведено несколько поездок на подмо-

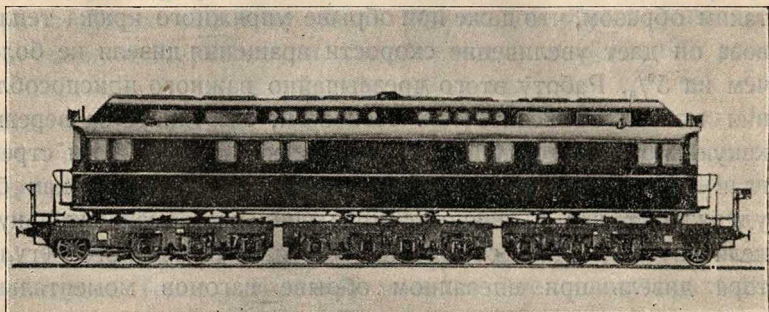


Рис. 22. Внешний вид тепловоза Гз 001.

сковном участке Октябрьской ж. д. Одна из этих поездок (20 января 1925 года), при участии виднейших специалистов железнодорожного дела, имела целью определить наибольшую скорость тепловоза, выразившуюся в 92 километра в час (вместо принятой по заданию 75 километров в час). В январе 1925 года было произведено испытание максимальной тяги, для чего был прицеплен состав вагонов весом 1 500 тонн (91 500 пудов). Пробег был совершен в течение 1 часа 17 минут вместо полагавшихся по расписанию для паровоза 1 часа 45 минут. При этом нужно сказать, что вес поезда, проведенного тепловозом, был в  $1\frac{1}{2}$  раза тяжелее расчетного веса поезда для этого тепловоза (1 000 тонн). Расход топлива на эту поездку оказался в  $3\frac{1}{2}$  раза меньше, чем для паровоза одинаковой с ним мощности. В настоящее время этот тепловоз находится на испытательной эксплуатационной работе на Московско-Курской железной дороге.

*Тепловоз Юз 001 (тепловоз немецкой постройки).* Почти одновременно с окончанием постройки тепловоза Гз 001, был готов и второй мощный тепловоз для русских железных дорог — Юз 001, созданный под руководством профессора Ю. В. Ломоносова. Этот тепловоз строился в Германии на машиностроительном заводе в Эсслингене.

Профессор Ломоносов на основании теоретических вычислений и опытов с немецким тепловозом Зульцер-Борзиг 2—2—2 решительно отверг непосредственное соединение ди-







зель-мотора с ведущими осями и применил электрическую передачу как наиболее испытанную и надежную (рис. 23).

В кузове тепловоза стоит шестицилиндровый четырехтактный дизель (Д) Аугсбургского завода с наибольшей возможной мощностью в 1 200 лошадиных сил, при 450 оборо-

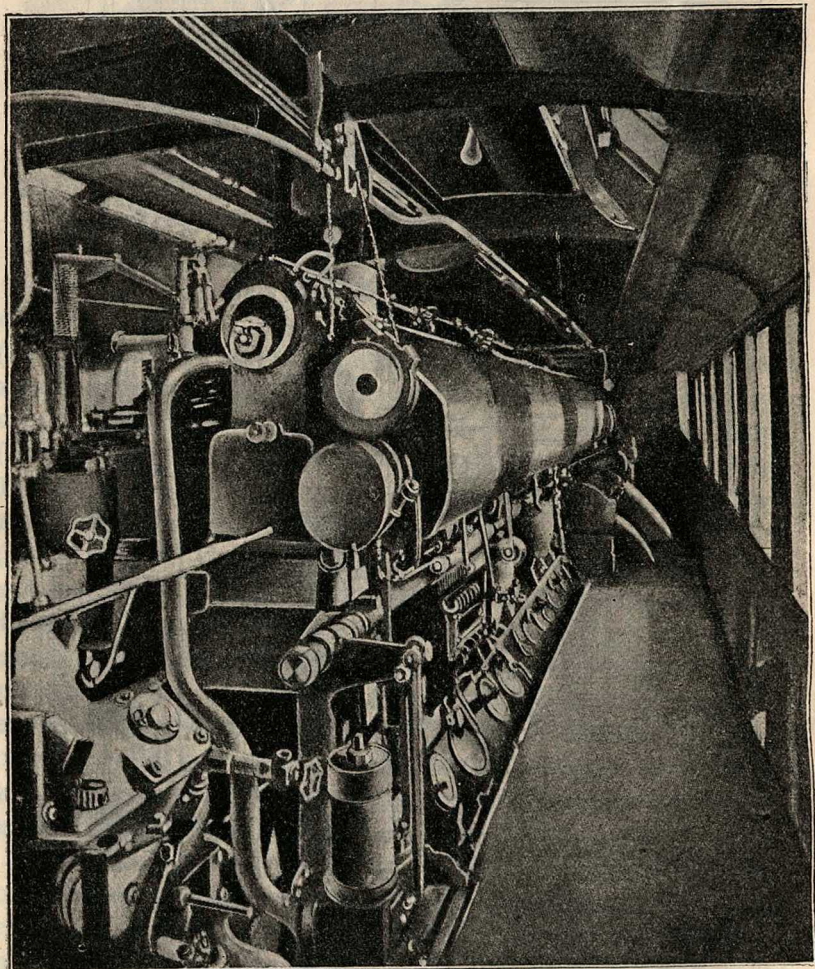


Рис. 24. Внутри тепловоза.

тах в минуту. Дизель соединен с одной динамомашиной, постройки завода Броун-Бовери. Ток из динамомшины возбуждает работу пяти электромоторов (Е), соединенных по-



средством зубчатых шестерен с ведущими осями локомотива (которых в локомотиве 5); нагрузка на каждую ось по 17,5 тонны. Кроме пяти ведущих осей, в этом тепловозе имеются еще две поддерживающих (по одной с каждой стороны). Пуск двигателя в ход производится сжатым воздухом, для чего имеется специальный резервуар. Регулирование работы тепловоза достигается изменением напряжения и силы тока динамо.

При постройке этого тепловоза проф. Ломоносов стремился создать дизель-локомотив, вполне пригодный для работы в таких местностях, где устройство водокачек и водопроводов чрезвычайно затруднительно; это, например, имеет место на Ташкентской железной дороге, где воду приходится доставлять за 100—150 километров, да и она-то мало пригодна для питания котлов, из-за чего их часто приходится чистить и ремонтировать. В тепловозе Ю<sup>в</sup> 001 имеется особый воздушный охладитель, часть которого предназначается для охлаждения смазочного масла, для чего образуемая вентилятором струя воздуха направляется к масляному охладителю. Тот же поток воздуха направляется для охлаждения воды, при чем воздух идет между трубами, а вода проходит в трубках радиатора; таких трубок в нем имеется свыше 4 000 штук. Радиатор, в свою очередь, охлаждается четырьмя вентиляторами.

Для летнего периода и для дорог Туркестана и Юго-Востока к тепловозу прицепляется особый тендер с дополнительным холодильником.

Тепловоз строился проф. Ломоносовым совместно с группой русских и немецких инженеров на паровозостроительном заводе в Германии. При постройке возник вопрос: каким образом производить опыты над тепловозом? Испытание на немецких дорогах делать было нельзя из-за различия в ширине русской и немецкой колеи (расстояние между рельсами в СССР шире, чем в Германии). Завод Гогенцоллерн предложил построить петлю русской колеи и перестроить несколько заграничных вагонов для получения требуемой нагрузки при испытании тепловоза. Профессором Ломоносовым было сделано другое предложение: построить специальную испытательную станцию, состоящую из особых стальных катков, на которые ставился бы испытываемый локомотив (рис. 25).



Упряжной крюк тепловоза или паровоза при этом прикрепляется к упору. Между крюком и упором помещается особый прибор (динамометр), посредством которого измеряется сила тяги тепловоза. Катки снабжаются тормозами. Чем крепче подтягиваются колодки, тем большее усилие требуется от тепловоза или паровоза для вращения колес, тем большую силу тяги покажет динамометр.

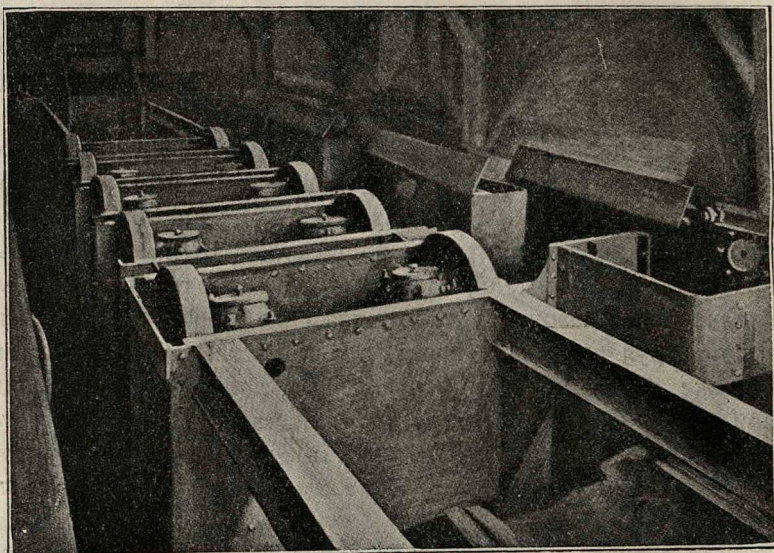


Рис. 25. Катки.

Опыты производились со всей возможной тщательностью и полнотой; отдельные опыты продолжались от 25 минут до  $2\frac{1}{2}$  часов. За все время испытаний в Эсслингене тепловозом „пройден“ (если можно так выразиться, так как на самом деле тепловоз все время оставался на месте) путь до 3 000 километров. При этом не пришлось производить никаких особенно серьезных починок тепловоза.

Выяснилось, что расход топлива тепловозом составляет приблизительно  $\frac{1}{3}$  расхода топлива паровозом одинаковой мощности, над которым одновременно были произведены соответствующие испытания.

Полученные при испытании тепловоза данные показали, что им используется от 21 до 27% затраченного топлива.



В лучших же современных паровозах, как уже сказано было выше, использование топлива равно лишь 7—8%.

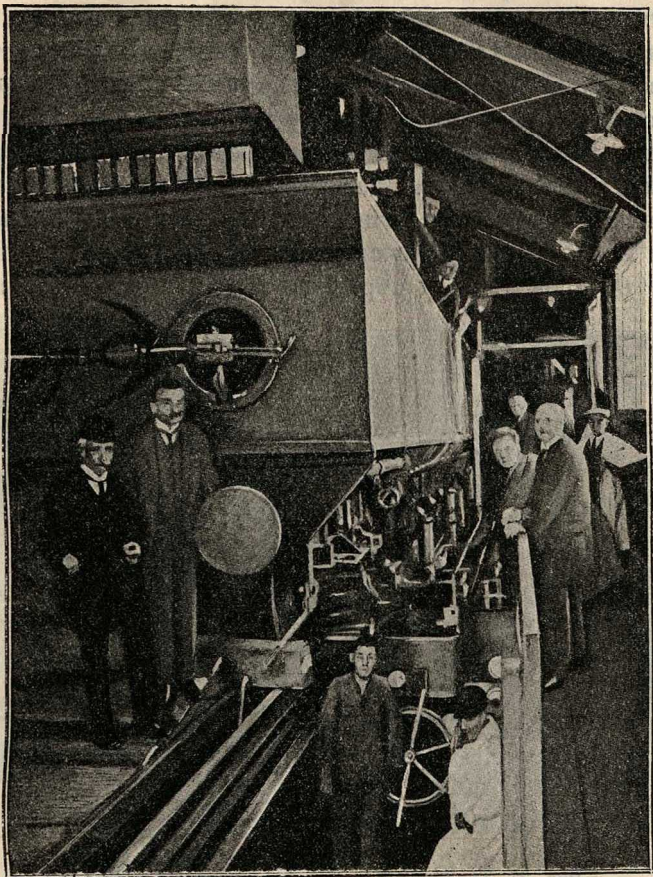


Рис. 26. Внутри испытательной станции.

Возникновение мысли о постройке тепловоза, ее развитие и самое выполнение можно проследить по литературному труду проф. Ломоносова „Опыты над тепловозами. Тепловоз Ю<sup>о</sup> 001 и его испытание в Германии“.

В конце 1924 года тепловоз закончился постройкой и прибыл в СССР.

1 февраля 1925 года состоялось его испытание. Поезд, состоявший из 13 пассажирских вагонов и 1 товарного, ве-



домый тепловозом, отправился со станции Москва-пассажирская Октябрьской ж. д. в сторону Ленинграда. На ст. Ховрино, на 13-м километре от Москвы, к нему было прицеплено 35 груженных вагонов. Общий груз (вместе с прежними 14 вагонами) составил 1 320 тонн (80 570 пудов). С этим составом тепловоз прошел мимо станций Химки, Сходня, Крюково и Поварово, прибыв к назначенному часу на ст. Подсолнечная и делая в среднем по 30 километров в час, несмотря на подъемы и полный груз. Здесь груженные вагоны ленинградского направления были отцеплены, и к тепловозу прицепили вагоны московского назначения. Со ст. Подсолнечная тепловоз Ю<sup>э</sup> 001 повел поезд обратно с тем же количеством груза.

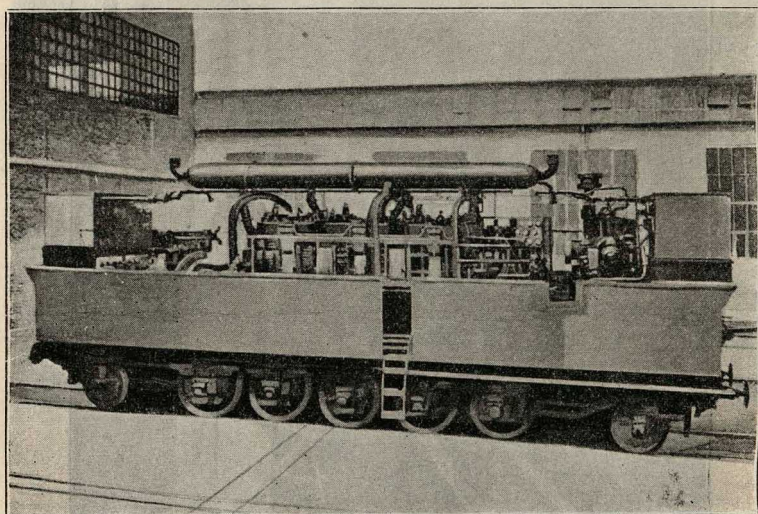


Рис. 27. Тепловоз Ю<sup>э</sup> 001 без крыши и стен.

На ст. Поварово тепловоз Ю<sup>э</sup> 001 был отцеплен, и на его место стал прибывший из Москвы тепловоз Г<sup>э</sup> 100, совершивший уже опытный пробег из Ленинграда через Вологду и Ярославль в Москву; он и доставил весь состав в Москву. С тех пор тепловозом Ю<sup>э</sup> 001 совершаются пробеги в условиях обычной службы железнодорожного транспорта. Так, напр., он прошел на протяжении 4 487 километров от Москвы до г. Махач-Кала (Петровск) и обратно; в апреле—мае—8 224 км. по маршруту Москва—Киев—Днепропетровск—Ростов—Дербент—Баку—Тифлис, из Ти-



флиса в Боржом, Сурамский перевал и обратно; в Эривань через Джаджурский перевал и обратно—Дербент—Кисловодск—Ростов—Харьков—Курск—Москва. Первая поездка происходила по равнинной части, во вторую—кроме этого, вошли главные горные участки железных дорог СССР. Вся работа тепловоза подробно отмечалась в журнале, и поэтому результаты этих поездок являются документальными данными о его работе. Эта работа тепловоза окончательно выявит степень работоспособности его и размеры стоимости ремонта, которые

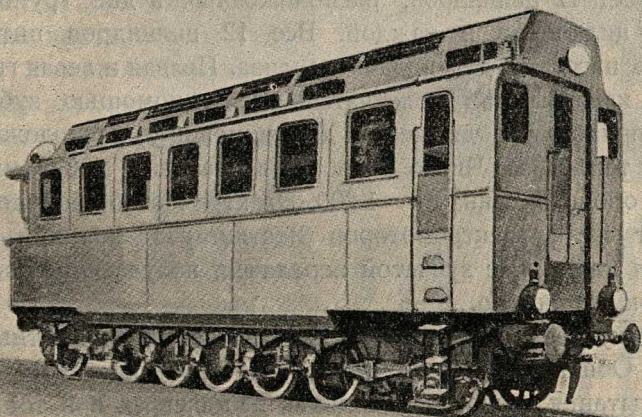


Рис. 28. Внешний вид тепловоза ЮЗ 001.

и определяют степень выгоды введения тепловозов с электрической передачей. Пока окончательно установлено, что тепловоз ЮЗ 001, во-первых, потребляет в  $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$  раза меньше топлива, чем равносильный ему паровоз, во-вторых, легко управляется, в-третьих, почти не требует воды и, наконец, благодаря плавности хода, не портит железнодорожной колеи и мостов.

*Американский тепловоз завода Балдвина.* Весьма удовлетворительные результаты испытания тепловоза ЮЗ 001 усилили интерес западно-европейских и американских техни-



ков и вызвали оживленное обсуждение вопроса о тепловозах как в технической, так и в общей печати.

Тепловоз Ю<sup>в</sup> 001 составил крупное событие в технике: он явился первым в Западной Европе практическим доказательством полной пригодности применения мощного дизель-мотора к тяге железнодорожных поездов. Это событие послужило толчком к разработке целого ряда новых тепловозов, из которых один уже осуществлен: в 1925 году в Америке заводом Балдвина построен сильный тепловоз с электрической передачей, по мощности приближающийся к нашему Ю<sup>в</sup> 001.

Этот тепловоз оборудован двигателем дизеля в 1 000 сил. Он имеет 12 цилиндров, расположенных в две группы по шести цилиндров в каждой. Все 12 цилиндров питаются шестью насосами для подачи топлива. Правая и левая группы имеют каждая свой коленчатый вал и помощью зубчатых колес приводят в движение динамомашину, расположенную по оси тепловоза. Число оборотов двигателя — 450 в минуту. Число оборотов динамо — 1 200. Электрическое оборудование состоит из 4 электромоторов Вестингауза мощностью по 200 сил каждый, с зубчатой передачей, получающих постоянный ток от динамо.

Под кузовом расположены две трехосные поворотные тележки. Общий вес этого тепловоза — 125 тонн.

Испытания тепловоза Балдвина на маневрах и в товарном движении дали вполне удовлетворительные результаты, доказав высокую экономичность в расходовании топлива и воды и полную пригодность его для работы в условиях обычной железнодорожной службы.

*Тепловоз Ю<sup>в</sup> с зубчатой передачей.* Этот тепловоз, как и тепловоз Ю<sup>в</sup> 001 с электрической передачей, построен в Германии. Тип тепловоза 2—5—1, т.-е. спереди он имеет двухосную тележку, а сзади одну поддерживающую ось. Пять спаренных осей имеют нагрузку по 17,5 тонны. Общий вес тепловоза около 130 тонн.

Дизель-мотор расположен посередине рамы. Он приводит в движение через магнитную муфту и зубчатую передачу отбойный вал, на обоих концах которого сидят кривошипы. Эти кривошипы через дышла передают движение ведущей оси тепловоза, а от нее спарниками — четырем движущим осям.



Дизель-мотор того же типа, что и на тепловозе Ю<sup>001</sup>, но только он имеет добавочное распределение для получения обратного хода двигателя, а значит и тепловоза.

Кроме главного двигателя, в кузове тепловоза установлен также вспомогательный быстроходный дизель-мотор, который служит для привода вентиляторного вала динамо и компрессора для пускового воздуха. На случай порчи вспомогательного двигателя предусмотрена передача к этим машинам и вентилятору от вала главного двигателя.

Между главным двигателем и зубчатой передачей включена главная магнитная муфта, представляющая собою в то же время и маховик двигателя. Эта муфта состоит из двух частей; из них одна сидит на конце вала двигателя (собственно маховик), а другая — на конце короткого вала, который через коническую шестерню, находящуюся на другом конце вала, передает движение первому валу *С* коробки скоростей (рис. 29 и 30).

В половине муфты *А*, сидящей на валу двигателя (в маховике), помещена катушка *В* электромагнита, к которой подводится ток. Другая половины муфты *Е*, которая сидит на коротком валу, представляет собою втулку с фланцем, свободно сидящую на валу и связанную болтами с рессорной

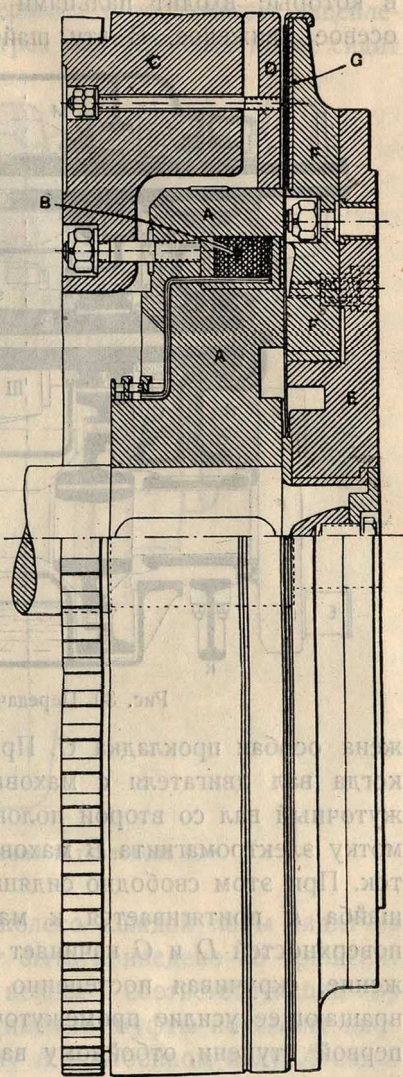


Рис. 29. Деталь сцепления в тепловозе Ю<sup>м</sup>.



муфтой, которая сидит на шпонке короткого вала. Сторона втулки, противоположная фланцу, имеет несколько отверстий, в которые входит пальцами шайба *F*, имеющая небольшое осевое движение. В эту шайбу со стороны маховика поло-

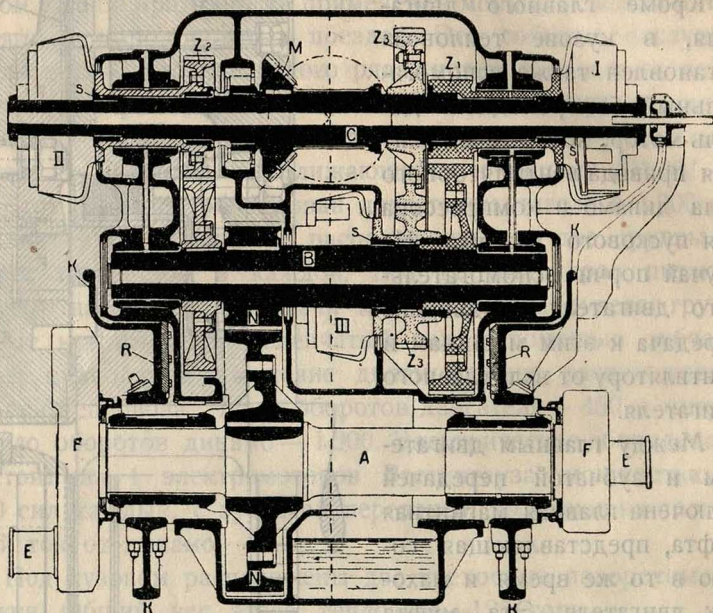


Рис. 30. Передача тепловоза Юм.

жена особая прокладка *G*. При трогании тепловоза с места, когда вал двигателя с маховиком уже вращается, а промежуточный вал со второй половиной муфты еще стоит, в обмотку электромагнита *B* маховика *A* пускается через реостат ток. При этом свободно сидящая на второй половине муфты шайба *F* притягивается к маховику и вследствие трения поверхностей *D* и *G* начинает увлекаться во вращающее движение, скручивая постепенно рессорную муфту и передавая вращающее усилие промежуточному валу, зубчатым колесам первой ступени, отбойному валу и ведущей оси. При увеличении силы тока в обмотке электромагнита сила трения между шайбой и маховиком увеличивается вплоть до величины, необходимой для сдвига тепловоза с места. После сдвига тепловоза постепенно увеличивается число оборотов двигателя до наибольшего.

На первом валу *C* (рис. 30) коробки скоростей сидят три



цилиндрических зубчатых колеса  $Z_1$ ,  $Z_2$  и  $Z_3$ , по числу ступеней скорости. На втором валу  $B$  сидят три другие зубчатые колеса, находящиеся с первыми в постоянном зацеплении. Одно колесо каждой из трех пар зубчатых колес сидит

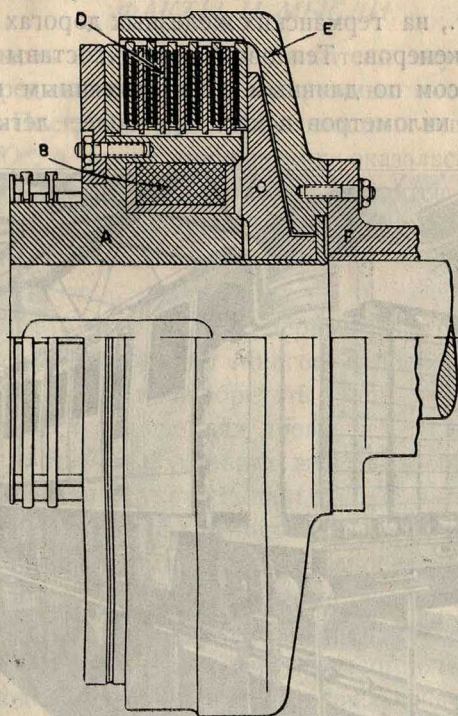


Рис 31. Деталь сцепления в тепловозе Юм.

на валу на шпонке, а второе колесо каждой пары сидит на своем валу свободно и может быть приведено во вращение при сцеплении фланца втулки колеса с соответствующей ему малой магнитной муфтой. Магнитные муфты показаны цифрами *I*, *II* и *III*. На втором валу  $B$  и отбойном валу  $A$  сидят на шпонках зубчатые колеса  $N$ , находящиеся в постоянном зацеплении; через эту пару колес вращение передается отбойному валу  $A$  и кривошипам  $EF$ .

Одна из магнитных муфт ступеней скорости *I*, *II* и *III* рис. 30 указана отдельно на рис. 31. Здесь часть  $A$  муфты сидит на шпонке, а часть  $E$  соединена болтами с фланцем



втулки свободно сидящего зубчатого колеса. Трение возбуждается между пластинками.

Зубчатые колеса исполнены заводом Круппа в Германии, гарантировавшим надежность передачи.

Тепловоз сначала был испытан на катках, а затем, в мае текущего 1927 г., на германских железных дорогах при участии немецких инженеров. Тепловоз возил составы поездов до 1 300 тонн весом по длинным десятитысячным подъемам со скоростью 14 километров в час. При более легких составах

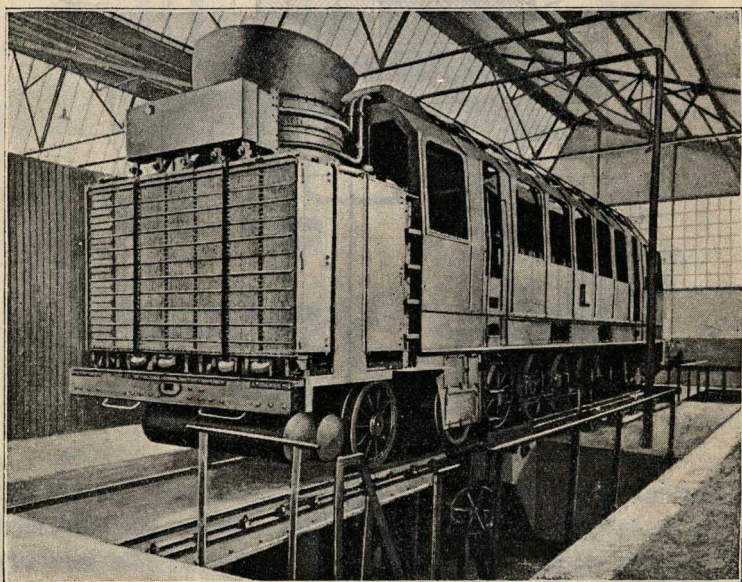


Рис. 32. Тепловоз Юм на испытательной станции.

тепловоз развивал соответственно большую скорость. Все переключения ступеней скорости производились безболезненно. Самые муфты, как и зубчатки, работали удовлетворительно. Коэффициент полезного действия тепловоза достигал 27—29%, т.е. оказался выше, чем Ю<sup>3</sup> 001. Благоприятные результаты этих испытаний на германских дорогах повели к тому, что немцы решили заказать такой же тепловоз типа 1—5—I с быстроходным дизелем.

Тепловоз Ю<sup>м</sup> ныне доставлен в СССР для участия в параллельных испытаниях с тепловозом Ю<sup>3</sup> и Г<sup>3</sup> на Курской



железной дороге. Общий вид его показан на рис. 32, представляющем фотографию, снятую с тепловоза на испытательной станции.

### ФАКТЫ И МЫСЛИ.

Итак, мысль о применении двигателя внутреннего сгорания для передвижения железнодорожных поездов ныне осуществилась. Постройка трех первых мощных тепловозов: Г<sup>3</sup>001, Ю<sup>3</sup>001 и Ю<sup>м</sup>, а также амеиканских, оказалась выполненной. Эти первые мощные тепловозы находятся ныне в работе на рельсовых путях и постепенно накапливают опыт для дальнейших усовершенствований при постройке будущих тепловозов.

Конечно, это еще только первые опыты по испытанию „дизеля на раме паровоза“. Многое придется совершенствовать, переделывать и изобретать вновь, для того чтобы тепловоз во всех отношениях превзошел паровоз.

Опыты в обычных условиях железнодорожной тяги, наряду с паровозами, укажут дальнейшие пути в тепловозостроении, а также выявят недостатки построенных уже тепловозов. Тепловоз, как мы видели, бесспорно обладает многими преимуществами перед паровозом, из которых экономия в топливе (в  $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$  раза по сравнению с самыми лучшими современными паровозами) — несомненна.

На безводных дорогах роль тепловозов огромна: они дают возможность совершать длинные пробеги на протяжении до 1 500 километров без захода в депо и без набора воды и топлива. Необходимо также отметить ровный ход, слабое воздействие на путь и быстрое забирание скорости. При всем том на тепловозе весьма удобно расположено помещение для машинистов, находящихся постоянно в закрытой со всех сторон будке, а не на вечном сквозняке, как то имеет место на паровозах.

Быстрому развитию широкого тепловозостроения мешают в настоящее время две главных отрицательных черты современных тепловозов: их сравнительная дороговизна (тепловоз с электрической передачей в  $2\frac{1}{4}$ —3 раза дороже паровоза одинаковой с ним мощности) и сложность устройства. Благодаря этим причинам необходимо путем их работы определить



стоимость ремонта отдельных частей. С другой стороны, тепловоз будет иметь больший годовой пробег, а значит перевезет большее число тонн груза. Это последнее обстоятельство даст сильное понижение расходов по ремонту тепловоза, приходящихся на тонну перевезенных грузов. Вычислено, что даже при всех принятых при подсчетах неблагоприятных для тепловоза по сравнению с паровозом обстоятельствах применение тепловозов для тяги поездов даст не менее 15% сбережений по всем расходам и его ремонту. Хотя в настоящее время построены лишь первые сильные тепловозы, но они уже и теперь в состоянии тягаться с вековиком-паровозом. Новые типы построенных тепловозов при работе на рельсах дадут через некоторое время ответы на многие вопросы; так, например, выяснится средний расход топлива и прочих материалов, продолжительность работы дизелей при тепловозной тяге на железных дорогах и т. п.

Русская техника к настоящему времени уже весьма широко разработала вопрос о применении двигателей внутреннего сгорания на локомотивах. Западная Европа и Америка, как мы видели, уделяет этому делу также немало внимания; так, например, последней в 1925 году заказано 14 тепловозов с электрической передачей. Опыт работающих уже дизель-электро-локомотивов будет учитываться с особой тщательностью для избежания повторения ошибок в постройке первых тепловозов. Дальнейший опыт даст возможность строить тепловозы более простыми и совершенными.

На основании опыта с построенными уже тепловозами можно сказать, что технически задача получения вполне пригодного для железнодорожной службы тепловоза может быть решена. Но для выгодного во всех отношениях применения тепловоза на русских железных дорогах придется еще поработать немало.

У нас имеется уже вполне оборудованное тепловозное хозяйство, и существует тепловозная база Народного Комиссариата Путей Сообщения на ст. Люблино Московско-Курской железной дороги. Тепловозы Ю<sup>в</sup>, Г<sup>в</sup> и Ю<sup>ж</sup> принимают активное участие в работе железных дорог. В апреле 1926 года тепловозной комиссией при Народном Комиссариате Путей Сообщения объявлен конкурс на тепловозы и проекты их (во исполнение постановления СТО от 24 февраля 1926 г.).



Таким образом разрешение вопроса о тепловозах поставлено ныне в порядок дня. Своим постановлением Совет Труда и Обороны открыл изобретателям возможность вывить все свои познания в деле тепловозостроения.

Потрясенное империалистической и гражданской войнами хозяйство СССР идет ныне крупными шагами по пути возрождения, и недалеко то время, когда коллективная работа трудящихся поставит технику СССР на должную высоту.

Наука разрешит неотложные жизненные вопросы, а в том числе, конечно, и назревшую задачу тепловозостроения и создаст такой локомотив, который будет наиболее выгодным в условиях работы железнодорожного транспорта.

---

ТРУДЫ, КОТОРЫМИ ПОЛЬЗОВАЛСЯ АВТОР  
ПРИ РАБОТЕ НАД НАСТОЯЩЕЙ БРОШЮРОЙ.

1. Проф. В. И. Гриневецкий. „Проблема тепловоза и ее значение для России“.
2. Проф. Ю. В. Ломоносов. „Тепловоз Ю<sup>в</sup> 001 и его испытание в Германии“.
3. Проф. А. Н. Шелест. „Проблемы экономических локомотивов“.
4. Проф. Ядов. „Тепловозы“.
5. Проф. П. С. Янушевский. I. „Тепловозы“ (журнал „Экономическое Обозрение“, I, 1925 г.).  
II. Современные тенденции в тепловозостроении („Вестник Инженеров“, 1925 г.).
6. Проф. Я. М. Гаккель. „Тепловоз“ (журнал „Экономика, труд и техника“, 1923 г.).
7. Инж. П. О. Красовский. „Американские тепловозы“ (журнал „Железнодорожное Дело“, 1926 г.).
8. Инж. Глазенап. „Тепловоз системы проф. Ю. В. Ломоносова“ (журнал „Электричество“, 1925 г.).
9. „Известия Теплотехнического Института“, 1925 г., статьи.
10. Журнал „Engineering“, статьи о тепловозах.
11. „Zeitschrift des V. D. I.“. „ „ „



# ОГЛАВЛЕНИЕ.

Стр.

1. Два события . . . . .	3
2. О паровозе и его работе . . . . .	4
3. Вопрос о топливе . . . . .	9
4. Соперник паровой машины . . . . .	12
5. Об электрической тяге . . . . .	16
6. Локомотив Гильмана . . . . .	19
7. Первые тепловозы . . . . .	20
8. „Передачи“ тепловозов . . . . .	27
9. Первые мощные тепловозы на рельсах . . . . .	34
10. Факты и мысли . . . . .	53



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

## ПОПУЛЯРНЫЕ КНИГИ ПО ТЕХНИКЕ И ЕЕ ИСТОРИИ

ЛЕРМАНТОВ, В. В.

### О ТОМ, КАК МАШИНЫ РАБОТАЮТ И КАК РАССЧИ- ТАТЬ ИХ ДЕЙСТВИЕ

Опыт общедоступного изложения начатков механики для тех, кто хочет приложить вычитанное к делу. С изложением краткого объяснения основ арифметики, геометрии и алгебры для справки при чтении. Изд. 4-е, просмотрен. и дополнен. проф. М. С. Жаровым.

Стр. 256. Ц. 1 р. 20 к.

„Книга Лермантова представляет собою интересную попытку ввести заводского рабочего, имеющего лишь минимум познаний в арифметике и геометрии, в курс вопросов технической механики. Автор употребил свое инженерное искусство для постройки моста от простого рабочего станка к вершинам техники, и это позволяет признать переиздание ее Гос. Изд. вполне своевременным и удачным“.

*С. Конобеевский.*

(„Печ. и Рев.“, 1922, № 6.)

С. ГОЛЛ

## ЗАВОЕВАНИЯ ТЕХНИКИ

Пер. с англ. Г. А. Ландор. Под ред. и с дополнениями С. Д. Свенчанского.  
Стр. 224. Ц. 1 р. 40 к.

„В книге описываются поразительные достижения современной техники в деле постройки гигантских мостов и небоскребов, прорытия каналов и туннелей. Написана книга очень живо и ярко, читается с увлечением и требует для своего понимания сравнительно небольшой подготовки. Книга снабжена большим количеством снимков наиболее интересных современных сооружений“.

КАЙЗЕР, К., проф., и МОЗЕР, А., проф.

## АЗОТ ВОЗДУХА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ (НАУКА И ТЕХНИКА)

Стр. 158. Цена 80 коп.

„Книга проф. К. Кайзера выходит в значительно дополненном виде, с примечаниями проф. А. Мозера и как бы с продолжением, специально написанным для этого издания А. Мозером, на основании сведений, собранных редактором во время командировки по азотному вопросу в Швецию и Германию. В настоящее время эта книга является одной из наиболее полных монографий по технике и современному состоянию вопроса о фиксации атмосферного азота“.

(„Книга и Революция“, 1925, № 1.)



# ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

## МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

### Э. КРЕССИ

## СОВРЕМЕННАЯ МАШИНА

### ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Перевод с английского инж. М. С. Горфинкеля

**СОДЕРЖАНИЕ:** Каким образом работает современная паровая машина. Пионеры до Уатта. Джеймс Уатт. Получение пара. Современные поршневые машины двойного действия. Паровые турбины. Газовые двигатели. Бензиновый двигатель. Нефтяной двигатель. Паровоз. Судовые машины. Топливные проблемы настоящего и будущего.

„Книга о машинах Эдварда Кресси, известного английского популяризатора в области машиноведения, написана для юношества, не вооруженного основательными познаниями в математике и физике. Применительно к такому кругу читателей, автор избегает всяких сложных математических выкладок, а где это необходимо по ходу изложения, довольствуется простейшими и наглядными вычислениями.

Язык изложения простой и безыскусственный, а трактовка предмета наглядна, разносторонняя и, благодаря удачным сравнениям и аналогиям, очень поучительна.

Такие вопросы, как расширение и конденсация пара, тонкие особенности паровой турбины, сложные термические процессы в двигателях внутреннего сгорания, новейшая идея поверхностного горения газов в применении к паровым котлам и т. п. вопросы, автор, не вдаваясь в строго научные подробности, разрешает просто и доступно.

Книга изобилует таким множеством новейших данных, что будет прочитана с интересом и всяким инженером“.

(Из предисл. переводчика.)

Стр. 303.

Со 142 рис.

Ц. 2 р. 50 к.

## ОПТОВЫЕ ЗАКАЗЫ НАПРАВЛЯТЬ

В ТОРГОВЫЙ СЕКТОР ГОСИЗДАТА РСФСР: Москва, Ильинка, Богоявленский пер., 4, тел. 1-91-49, 5-71-37 и 5-04-56; Ленинград, „Дом Книги“, проспект 25 Октября, 28, тел. 5-34-18 и во все отд. и магаз. Госиздата РСФСР,

МОСКВА 9, ГОСИЗДАТ, „КНИГА ПОЧТОЙ“, или  
ЛЕНИНГРАД, ГОСИЗДАТ, „КНИГА ПОЧТОЙ“,

а в пределах УССР—Харьков, ГОСИЗДАТ РСФСР „КНИГА ПОЧТОЙ“, ул. Свердлова, 14, высылают немедленно по получении заказа книги всех издательств, имеющиеся на книжном рынке.

Книги высылаются почтовыми посылками или бандеролью наложенным платежом. При высылке вперед всей стоимости заказа (до 1 рубля можно почтовыми марками) пересылка бесплатно.

Исполнение заказов быстрое и аккуратное.

Каталоги, проспекты и бюллетени высылаются по требованию бесплатно.

















2015148090