

625.33

Г-64

3
НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Экземпляр
чит. зала
ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕЧКА
ПО ЭКОНОМИКЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА

И. И. Голованов, М. И. Фридман

ЭЛЕКТРОВОЗНАЯ ТЯГА И ЕЁ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ. 1956

25.32: 7635

ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕЧКА ПО ЭКОНОМИКЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Экземпляр
Чит. зала

НА ДОН ЕМУ ДАЕТСЯ

И. И. ГОЛОВАНОВ, М. И. ФРИДМАН

ЭЛЕКТРОВОЗНАЯ ТЯГА И ЕЁ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

3944 ф.

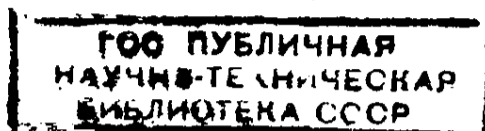


ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 1956

В брошюре- рассматриваются технико-экономическая эффективность электровозной тяги и перспективы её развития в СССР.

Брошюра предназначена для ознакомления широких кругов железнодорожников с вопросами экономики электровозной тяги.



1331/21
59

Редактор Л. Н. ПЕСКОВА

Д/1
18025

ВВЕДЕНИЕ

XX съезд Коммунистической партии Советского Союза в Директивах по шестому пятилетнему плану развития народного хозяйства наметил грандиозную программу дальнейшего роста социалистической техники, экономики и культуры.

В шестой пятилетке на базе преимущественного развития тяжёлой промышленности, непрерывного технического прогресса и повышения производительности труда должен быть обеспечен дальнейший мощный рост всех отраслей народного хозяйства, в том числе и железнодорожного транспорта.

В развитии производительных сил Советского Союза железнодорожный транспорт играет огромную роль. Он осуществляет в нашей стране около 85% всех грузовых и свыше 90% пассажирских перевозок. Непрерывное движение вперёд социалистической экономики и рост производительных сил предъявляют транспорту высокие требования. В шестом пятилетии грузооборот железных дорог должен возрасти на 42%, производительность труда железнодорожников должна повыситься на 34%, себестоимость перевозок — снизиться примерно на 17%. Выполнение этих заданий возможно лишь на базе внедрения новой техники и, в частности, прогрессивных видов тяги — электровозной и тепловозной.

Перевод дорог с паровой на электрическую тягу даёт возможность увеличить пропускную способность однопутных линий на 40—75%, двухпутных — на 35—60% и провозную способность железнодорожных однопутных линий в 2—2,5 раза, а двухпутных — в 1,5—2 раза. Введение электрической тяги позволит увеличить вес поездов при среднем профиле пути 9‰ до 3 500—4 500 *t* и более, а также повысить коммерческую скорость на 30—40%.

По сравнению с паровой электрическая тяга позволяет сократить количество работников, занятых на ремонте, экипировке и вождении локомотивов, на 60—80%; в 3—4 раза уменьшить расход топлива на единицу работы; на 25—30% снизить себестоимость перевозок, а эксплуатационные расходы, относящиеся только к локомотивным службам и энергоснабжению, сократить на 50% и более.

Сокращая время оборота вагонов, электровозная тяга способствует ускорению оборачиваемости материальных ценностей. Ускорение продвижения грузов на одни сутки высвобождает (за счёт сокращения оборачиваемости оборотных средств) материальных ценностей на несколько миллионов рублей.

В настоящее время электрическая тяга в Советском Союзе имеет сравнительно небольшой удельный вес. В 1955 г. ею было выполнено 8% всего грузооборота железных дорог. В ближайшее десятилетие электровозы займут ведущее место в локомотивном парке.

Удельный вес различных видов тяги в освоении грузооборота можно характеризовать следующими данными (в % к общему грузообороту):

	Г о д ы			
	1955	1960	1965	1970
Паровозная тяга	86,4	55—60	15—20	0
Электровозная и тепловозная тяга	13,6	40—45	80—85	100

В связи с тем, что перевод железных дорог на электрическую тягу является важнейшим мероприятием технической реконструкции железнодорожного транспорта и развития его на базе высшей техники, Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза принял решение «О генеральном плане электрификации железных дорог», который рассчитан на 15 лет. Этим планом предусматривается электрификация 40 тыс. км железнодорожных линий; осуществление плана будет производиться по этапам, начиная с шестой пятилетки. При этом в первую очередь будут переводиться на электрическую тягу важнейшие грузонапряжённые направления и горные линии, а также железнодорожные магистрали с интенсивным пассажирским движением и пригородные участки крупных промышленных центров.

В ближайшие годы войдут в строй тысячи километров электрифицированных линий на дорогах Кузбасса, Запад-

ной и Восточной Сибири, Северного и Южного Урала, Приволжья, Центральной и Северо-западной части СССР, Донбасса, Криворожья, Западной Украины, Северного Кавказа, Черноморского побережья, Закавказья и других районов страны.

В шестом пятилетии будет введено в действие 8 100 км электрифицированных линий, или в 3,6 раза больше, чем в пятом пятилетии.

Прирост электрифицированных линий в шестом пятилетии превысит протяжённость всей сети электрифицированных линий таких стран, как США в 1,6 раза, Англии в 5 раз, Франции в 1,7 раза и Швеции в 1,3 раза.

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ СССР

С первых дней существования Советской власти партия и правительство уделяли большое внимание электрификации железнодорожного транспорта. Ещё в 1920 г. VIII съезд Советов утвердил план ГОЭЛРО, составленный по указанию В. И. Ленина. В этом плане предусматривалась электрификация всех отраслей народного хозяйства и в том числе широкое внедрение на железных дорогах электрической тяги.

Начиная с 1924 г., разрабатывались проекты по переводу отдельных участков на электрическую тягу, определялись титульные списки будущих электрифицируемых линий, устанавливались сроки ввода в действие участков, готовились кадры специалистов, организовывалось и налаживалось промышленное производство всех видов оборудования для электрической тяги.

В соответствии с государственным планом электрификации 7 мая 1926 г. Совет Труда и Оборона СССР впервые утвердил титульный список линий, подлежащих электрификации в период 1925—1930 гг., общая протяжённость которых составляла 372 км. На электрическую тягу намечалось перевести головные участки железных дорог Московского и Ленинградского узлов и Минераловодской ветки, а также участок Закавказской дороги Хашури—Зестафони (Сурамский перевал).

Первой по этому плану была электрифицирована пригородная линия Москва—Мытищи Северной ж. д., переданная в эксплуатацию 29 августа 1929 г. Линия имела протяжение 17,7 км и напряжение в контактной сети 1 500 в.

Электровозы впервые были применены на электрифицированном участке Хашури—Зестафони протяжением 61,5 км при напряжении в контактной сети 3 000 в. Участок был пущен в эксплуатацию 29 августа 1932 г.

Электрические железные дороги в СССР строились и раньше, однако они работали на нестандартном напряжении 850—1 200 в. К таким дорогам относится линия Баку—Сабунчи—Сураханы (1926 г.), имеющая местное городское значение.

В настоящее время электрификация линий с электровозной тягой на дорогах Советского Союза осуществляется на постоянном токе при напряжении 3 000 в. Электрификация пригородных участков с моторвагонной тягой вначале проводилась на постоянном токе 1 500 в, в последнее время она осуществляется на постоянном токе 3 000 в. Это связано с тем, что более высокое напряжение имеет ряд преимуществ: уменьшается падение напряжения на токоприёмнике, несколько уменьшается сечение контактной подвески, увеличивается расстояние между тяговыми подстанциями.

Постоянный ток напряжением 3 000 в для электрификации наших дорог был выбран ещё в двадцатых годах на основании результатов технико-экономического сравнения различных систем тока и напряжения.

Опыт применения на наших железных дорогах электрической тяги на постоянном токе напряжением 3 000 в показал высокую её надёжность и экономичность по сравнению с системами более низкого напряжения.

В период первой пятилетки и первого года второй пятилетки электрическая тяга вводилась в пригородных зонах Москвы и Ленинграда и на магистральных горных участках Закавказья и Северного Урала. Одновременно создавалась индустриально-промышленная база для обеспечения электрифицируемых железных дорог отечественным оборудованием и электроподвижным составом.

Во втором и третьем пятилетиях промышленность выпустила свыше двухсот электровозов и моторвагонных секций, повысились темпы строительства и монтажа электрифицируемых линий. К началу 1941 г. было электрифицировано 1 865 км железных дорог. В частности были электрифицированы линии:

Кандалакша—Мурманск с веткой Апатиты—Кировск; Свердловск—Гороблагодатская—Чусовская—Кизел; Долгинцево—Запорожье; Тбилиси—Хашури—Самтредиа с веткой Хашури—Боржоми;

Белово—Новокузнецк и Москва—Александров с веткой Мытищи—Монино;

пригородные и курортные линии: Москва—Раменское; Москва—Подольск; Москва—Железнодорожная с веткой Реутово—Балашиха; Ленинград—Ораниенбаум с веткой Лигово—Гатчина;

Минеральные Воды — Кисловодск с веткой Бештау—Железноводск;

Баку—Бузовны с веткой Сабунчи—Сураханы.

Не прекращались работы по электрификации железных дорог и в годы Великой Отечественной войны. За период 1941—1945 гг. на Урале, под Москвой и Куйбышевом было электрифицировано более 400 км железнодорожных линий.

В четвёртом пятилетии сеть электрифицированных дорог резко возросла, грузооборот, выполняемый электротягой, увеличился, а качественные показатели значительно улучшились.

В пятой пятилетке вошли в строй электрифицированные участки: Кропачёво—Дёма; Барабинск—Татарская—Омск; Бердяуш—Бакал; Москва—Серпухов; Цхакая—Сухуми; пригородные участки в Московском, Ленинградском, Бакинском и Киевском железнодорожных узлах; участок Омск—Исиль-Куль; Ожерелье—Михайлов.

В настоящее время закончено строительство участка Иркутск—Слюдянка. Близятся к концу работы по электрификации участков Лавочне—Мукачёво; Михайлов—Павелец; Омск—Называевская; Дёма—Раевка и многих других линий.

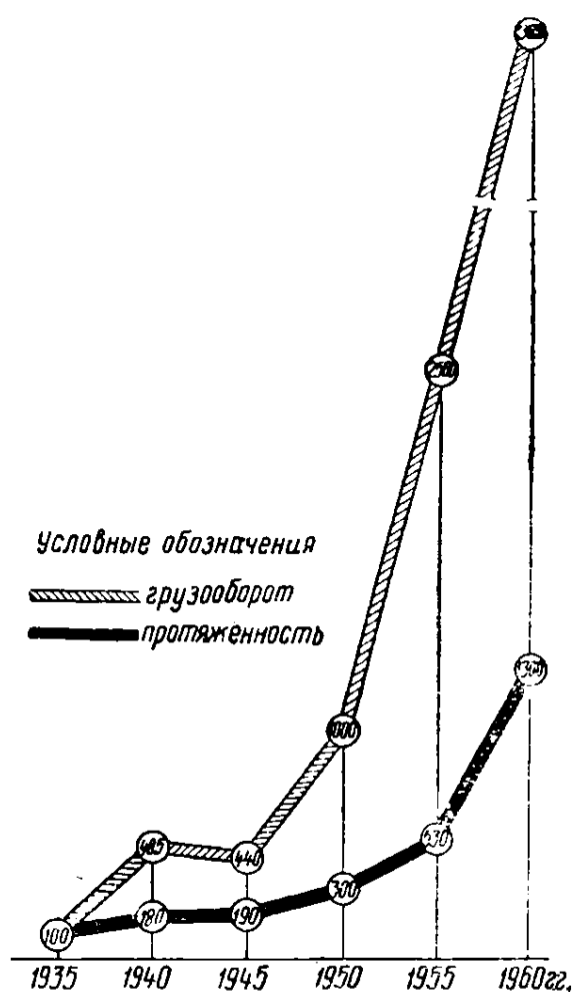
К началу 1956 г. было введено в действие около 100 электрифицированных участков. Часть из них образует целые железнодорожные хода или большой комплекс участков. Например, на Свердловской ж. д. электрифицировано более 1 000 км, на Закавказской ж. д. — около 1 000 км, в Кузбассе и Западной Сибири — свыше 800 км, в Московском узле с выходами — более 700 км и т. д.

К целым электрифицированным ходам с несколькими тяговыми плечами можно отнести такие направления, как Инская — Чулымская — Барабинск — Татарская—Омск — Исиль-Куль; Челябинск — Златоуст—Кропачёво—Дёма; Потийский порт — Самтредиа — Хашури — Тбилиси—Навтлуги—Акстафа; Новоиерусалимская—Нахабино—Москва—Царицыно—Подольск — Серпухов и др.

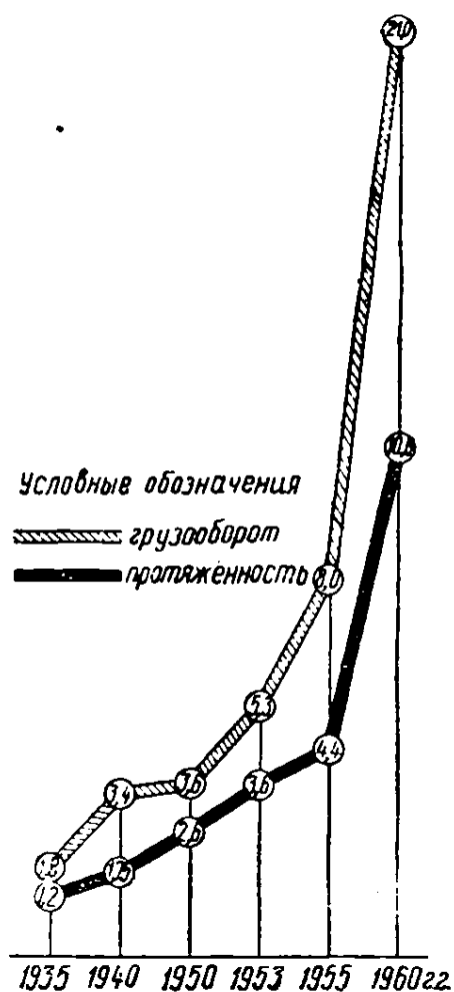
Общее протяжение электрифицированных путей по

длине контактной подвески на всех дорогах составляет в настоящее время свыше 11,0 тыс. км.

Электрифицированы главным образом линии с мощными грузовыми и пассажирскими потоками или проходящие по территории с тяжёлыми климатическими и естественными условиями (горный профиль пути, маловодье и т. д.).



Фиг. 1. График роста протяжённости электрифицированных линий и работы, выполняемой электровозами



Фиг. 2. График роста удельного веса электрифицированных линий в общей протяжённости сети и перевозочной работе

Грузооборот в эксплуатационных тонно-километрах на электрифицированных линиях в 1955 г. увеличился по сравнению с довоенным 1940 г. в 8,8 раза. На фиг. 1 показан рост протяжённости электрифицированных линий и работы, выполняемой электровозами (в процентах). Повысился удельный вес электрифицированных линий в общей работе сети (табл. 1 и фиг. 2).

**Удельный вес электрифицированных линий в общей
протяжённости и работе сети дорог**

Показатели	Г о д ы					
	1929	1935	1940	1950	1953	1955
Протяжённость	0,07	1,2	1,75	2,6	3,6	4,4
Работа	0,3	1,8	3,4	3,6	5,3	8,0

Удельный вес электротяги в грузообороте железных дорог достиг (в %):

На дорогах Урала	20—30
» » Сибири	30—47
» » Кавказа	65—70
На других электрифицированных дорогах	22—24

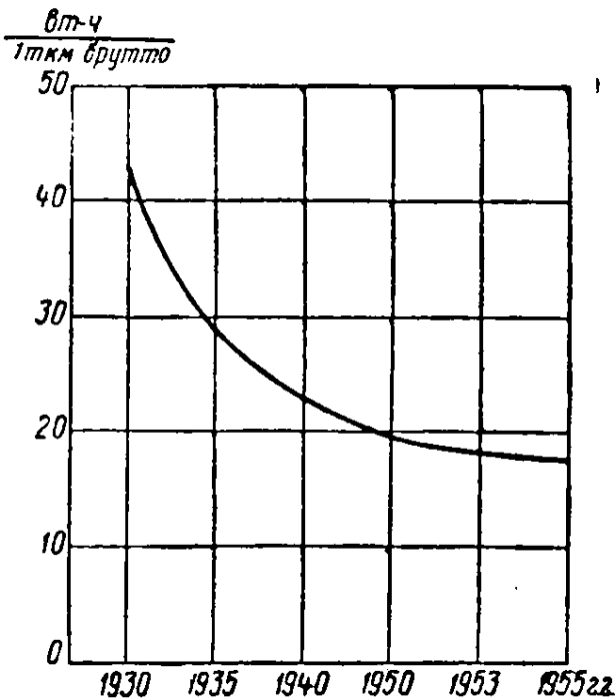
Систематически снижался удельный расход энергии на тягу поездов:

	1930 г.	1935 г.	1940 г.	1950 г.	1953 г.	1955 г.
Расход электро- энергии в <i>вт-ч</i> на 1 <i>ткм</i> брутто	42,8	28,4	22,6	19,8	18,2	16,1

Снижение расхода электроэнергии (фиг. 3) было достигнуто как в результате изменения соотношений работы, выполняемой электровозной и моторвагонной тягой, так и за счёт проведения организационно - технических мероприятий по экономии электрической энергии на тягу поездов.

Наряду с электрификацией линий успешно развивалось электровозостроение.

В настоящее время на электрифицированных линиях железных дорог СССР используются шестиосные грузовые электровозы с двумя трёхосными тележками. Из них наибольшее распространение получил электровоз серии ВЛ22^м (фиг. 4), который имеет нагрузку

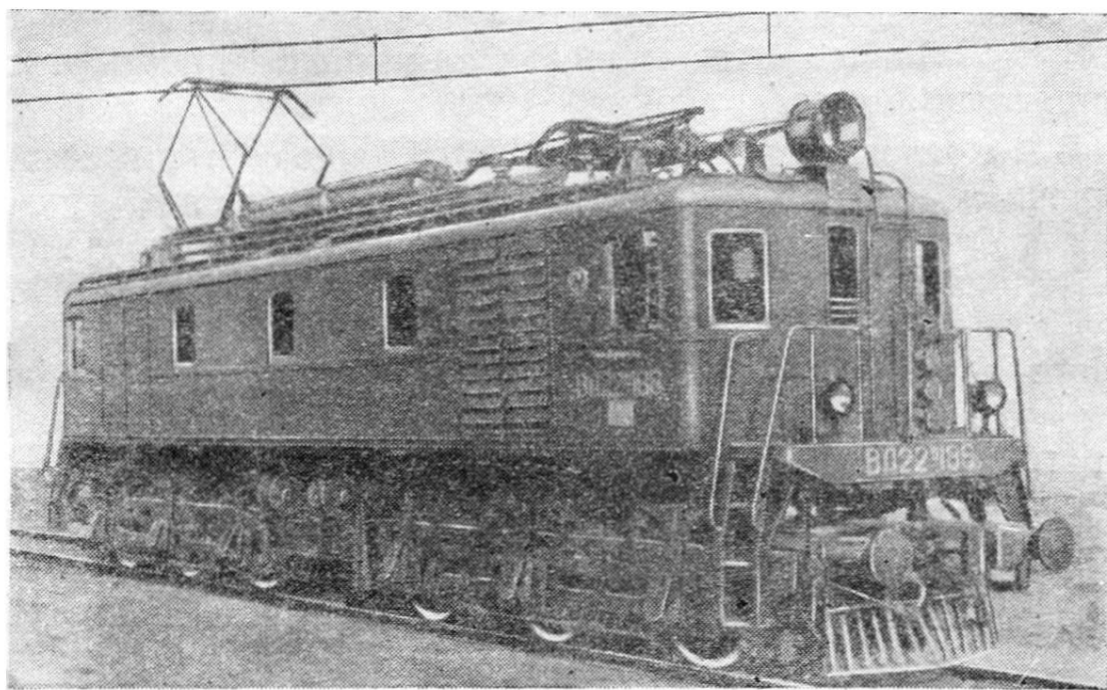


Фиг. 3. График расхода электроэнергии на выполнение 1 *ткм* брутто

электровоз серии ВЛ22^м (фиг. 4), который имеет нагрузку

от оси на рельсы 22 т, конструкционную скорость 75 км/час и мощность часового режима 3260 л. с.

Электровозы ВЛ22^м серийно выпускаются промышленностью с 1947 г. До этого, начиная с 1932 г., было выпущено сравнительно небольшое количество шестиосных электровозов серий ВЛ19, Сс и ВЛ22, которые и в настоящее время находятся в эксплуатации, но своими тяговыми свойствами уступают электровозу ВЛ22^м.



Фиг. 4. Электровоз ВЛ22^м

Переход от электрификации отдельных участков железных дорог к электрификации целых направлений и магистралей, увеличение скорости поездов, их веса и числа потребовали применения новых типов электровозов, способных работать в более трудных условиях на линиях как с равнинным, так и с горным профилем пути. Такими типами локомотивов являются электровозы Н8 и ВЛ23, построенные Новочеркасским заводом.

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В СТРАНАХ НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ

Успешное развитие экономики стран народной демократии способствует быстрому подъёму железнодорожного транспорта в этих странах, строительству новых линий и электрификации существующих.

В Польше за последние годы построено свыше 500 км новых электрифицированных железных дорог, более чем в 1,5 раза увеличена действующая сеть электрифицированных линий. Электрифицированы такие крупные железнодорожные узлы, как Варшавский, портовый узел Гданьск—Гдыня, электрифицированы линии Варшава—Блоне, Варшава—Тлуш, Жирардув—Скерневице, Гданьск—Новый порт, Гданьск—Сопот—Гдыня, Варшава—Лодзь. Ведутся работы по переводу на электрическую тягу железной дороги, соединяющей Варшаву с важнейшим промышленным районом страны — Силезией. Общая протяжённость этого направления составит около 1 000 км.

В Чехословакии реконструируется ряд важных железнодорожных узлов. Электрифицируются наиболее грузонапряжённые участки железных дорог. Недавно вступила в строй часть электрифицируемой линии Врутки—Жилина, осуществляется перевод на электрическую тягу линий Прага—Ческа Тршебова и Оломоуц—Границе на Мораве. Эти линии сомкнутся с польской электрифицированной дорогой Сталиноград—Варшава.

Электрификация магистрали Прага—Кошице, частью которой является линия Прага—Ческа Тршебова, должна быть завершена в 1960 г.

На основе последних достижений электротехники в Чехословакии сконструирован, построен и испытан универсальный электровоз серии Е 499,0. Испытания электровозов на линии Липтовски Микулаш—Штрба дали отличные результаты.

В начале 1956 г. в Чехословакии было открыто движение на электрифицированной линии Жилина—Спишска-Нова-Вес протяжённостью 165 км. Перевод на электрическую тягу этого участка позволил значительно поднять скорость движения поездов. Если ранее время следования поезда от Спишска-Нова-Вес до станции Штрба составляло 1,5 часа, то при электротяге оно сократилось до 50 мин., а общая пропускная способность этой линии увеличилась в два раза.

Венгерские государственные железные дороги уже в течение 20 лет эксплуатируют участок Страс-Зоммерейн—Будапешт (190 км) на однофазном токе 16 000 в, 50 гц. На этом участке работают электровозы с преобразователем однофазного тока в трёхфазный. На основании долго-

летнего опыта эксплуатации электрифицированной линии Страс-Зоммерейн—Будапешт в Венгрии решено и в дальнейшем пользоваться системой однофазного тока 16 000 в, 50 гц.

Для работы на электрифицированных линиях в Венгрии создаются новые электровагоны, у которых пять ведущих осей размещены на двух тележках. Управление электровагонами осуществляется по системе многих единиц. Считают, что эти электровагоны будут удовлетворять всем требованиям пассажирской и грузовой службы. Они должны водить грузовые поезда весом 1 500 т на участках с уклоном 4⁰/₀₀ со скоростью 75 км/час и пассажирские поезда вдвое меньшего веса со скоростью 125 км/час.

В Китайской Народной Республике в настоящее время развернулось строительство магистрали от Гуанюаня до Баоцзи. Северный участок этой дороги, пролегающей в горах Циньлин, будет электрифицирован.

ЭЛЕКТРОВОЗНАЯ ТЯГА В КАПИТАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАНАХ

Электрификация железных дорог в капиталистических странах началась ещё в конце XIX века, однако осуществлялась очень медленно и в настоящее время достигла значительных размеров лишь в некоторых европейских странах: Швейцарии, Италии, Голландии, Швеции (табл. 2).

В США удельный вес электрифицированных дорог очень мал, а в последние годы происходит даже сокращение числа электрифицированных железных дорог.

Эксплуатация электрифицированных линий в США началась в 1895 г., т. е. после того, когда был электрифицирован участок на линии Балтимор—Огайо длиной 6,5 км (Балтиморский тоннель) на постоянном токе 675 в. В настоящее время общая протяжённость электрифицированных железных дорог в США составляет примерно 5 000 км, или 1,1 % эксплуатационной длины железных дорог. Для электрической тяги используется постоянный ток напряжением 600, 675, 1 200, 1 500, 2 400 и 3 000 в и переменный ток напряжением 11 000 и 25 000 в. На постоянном токе работает около 3 000 км линий, из них: на напряжении 600, 650, 675 в—1 250 км (главным образом пригородные линии),

на напряжении 3 000 в — немногим больше 1 200 км, на напряжении 1 200 в — около 300 км.

Электровозной тягой в 1954 г. было выполнено 2,3% всех перевозок в тонно-километрах, несмотря на то, что она наиболее экономичная из всех видов тяги.

Т а б л и ц а 2

Протяжение электрифицированных железнодорожных линий
отдельных капиталистических стран

С т р а н ы	1949 г.		1954 г.	
	Эксплуатационная длина электрифицированных дорог	Удельный вес электрифицированных дорог в общей сети	Эксплуатационная длина электрифицированных дорог	Удельный вес электрифицированных дорог в общей сети
Австрия	1 066	17,7	1 365	22,8
Великобритания	1 489	4,7	1 577	5,1
Федеративная Республика Германии (федеральные ж. д.)	1 593	5,3	1 955	6,4
Италия (государственные ж. д.)	5 612	34,4	5 924	35,8
Нидерланды (государственные ж. д.)	765	23,9	1 342	42,1
Норвегия (государственные ж. д.)	854	20,0	1 230	28,1
США (железные дороги I класса)	4 050	1,2	3 835*	1,1
Франция (национальное общество)	3 793	9,2	4 590	11,5
Швейцария (федеральные ж. д.)	2 767	94,6	2 843	97,1
Швеция (государственные ж. д.)	5 766	39,0	6 107	40,5

* По данным 1953 г.

В табл. 3 приведены эксплуатационные расходы по видам тяги в США (Великая северная дорога).

Т а б л и ц а 3

Показатели	Электровозная тяга	Тепловозная тяга	Паровозная тяга
Расход на 1 милю пробега в центах	58,34	77,50	111,54

Однако в США тепловозная тяга преобладает над всеми остальными видами тяги. В настоящее время в Соединённых Штатах Америки около трёх четвертей всего локомотивного парка составляют тепловозы, на долю которых приходится 80—85% перевозок и около 90% маневровой работы.

Низкий удельный вес электротяги в работе железных дорог США объясняется несколькими причинами.

Железнодорожная сеть США очень развита, причём между отдельными узловыми пунктами часто проходит несколько параллельных железнодорожных линий, принадлежащих различным компаниям, вследствие этого многие линии недостаточно загружены и электрификация их считается экономически нецелесообразной.

Капиталовложения в стационарные силовые установки (к которым относятся контактная сеть и подстанции) в США облагаются налогом, тогда как подвижной состав, включая и локомотивы, налогом не облагаются.

Постройка железнодорожного подвижного состава почти всецело финансируется банками и страховыми компаниями. Построенные локомотивы и вагоны сдаются в аренду железнодорожным компаниям; в погашение затраченного капитала и процентов на него арендные расчёты производятся ежемесячно. Если какая-либо железнодорожная компания задерживает арендную плату, то владелец подвижного состава (т. е. банк или страховая компания) немедленно сдаёт подвижной состав в аренду другой железнодорожной компании. Такая система почти невозможна при эксплуатации электровозов, которые «привязаны» к системе тока и напряжения данной электрифицированной линии.

В европейских условиях электровозная тяга получила более широкое развитие, чем тепловозная. Это объясняется главным образом тем, что большинство европейских стран не имеет достаточных нефтяных запасов, но располагает гидроэлектрическими ресурсами. Кроме того, важным фактором является стоимость топлива. Например, соотношение цен 1 т дизельного топлива и угля в последние годы было: в Англии 4 : 1; во Франции 6 : 1; в Западной Германии 6 : 1 и т. д. Если даже учесть, что дизельного топлива по весу расходуется в несколько раз меньше, то и при этом условии тепловозы менее выгодны, чем электровозы (при таком соотношении цен). В тех европейских странах, где имеются собственные месторождения угля или возможно удобное

его получение от соседних стран, сохраняется паровая тяга или вводится электровозная.

Наибольшее распространение электровозная тяга получила в Швейцарии. Там электрифицировано 97% всех железных дорог, причём почти все они работают на однофазном токе 15 000 в, 16²/з гц. Эта система тока была принята с начала перевода дорог на электротягу. В последние годы на эту систему тока, являющуюся стандартной для швейцарских федеральных железных дорог, переведены многие линии частных железных дорог нормальной колеи.

Первая ширококолейная железная дорога в Швейцарии была электрифицирована 57 лет тому назад в 1899 г. на трёхфазном токе 750 в, 40 гц. Эта дорога от Бургдорф до Тун в 1933 г. тоже была переведена на однофазный ток.

Для такой очень загруженной горной железной дороги Швейцарии, как Готтардская с затяжными подъёмами, в 1931—1932 гг. были построены два четырнадцатисосных электровоза, состоящих из двух семиосных единиц общей длительной мощностью 6 600 л. с. и часовой мощностью 8 800 л. с. В 1940 г. был построен электровоз из двух единиц такого же типа серии Ae 8/14 мощностью 12 000 л. с. Он имеет вес на 1 л. с., равный 20 кг, или 27,2 кг на 1 квт, и может везти товарные поезда весом 2 000 т на 10⁰/₀₀ подъёме со скоростью 35 км/час и пассажирские поезда весом 1 500 т на 10⁶/₀₀ подъёме со скоростью 60 км/час. При трогании с места электровоз мог развивать наибольшую силу тяги 50 000 кг, что превосходило предел прочности винтовой стяжки, которой оборудовано большинство вагонов на железных дорогах Швейцарии. Поэтому оказалось целесообразным строить сдвоенные электровозы в виде двух самостоятельных единиц. Так возник в 1941 г. электровоз серии Ae 4/7, который, работая на горном участке, возит поезда такого же веса, как и электровоз серии Ae 8/14.

По своей электрической части и приводу новый электровоз полностью соответствует последней конструкции электровоза серии Ae 8/14.

Электровоз серии Ae 4/7 имеет по концам поворотные двухосные тележки новой конструкции и вес на 1 л. с. 18,42 кг. Это самые лёгкие по своему конструкционному весу электровозы однофазного тока из всех построенных до настоящего времени.

Новейшим типом электровоза, выпущенного швейцарским заводом, является шестиосный электровоз на двух трёхосных тележках серии Ae 6/6. Этот электровоз имеет мощность 6 000 л. с. в одной секции.

Для маневровой работы на швейцарских федеральных железных дорогах в эксплуатацию введены так называемые электротягачи. Это лёгкие двухосные электровозы мощностью от 65 до 350 л. с., весом от 12 до 16 т. Они имеют один тяговый электродвигатель, один пантограф и небольшую кабину машиниста. Одна ось ведущая, а другая соединена с ней спарником; цепь тока управления, электрооборудование и вентиляция тягового двигателя—упрощённые; тормоз—ручной, автоматического воздушного тормоза нет. Поэтому электротягачи дешёвы в постройке и эксплуатации, могут обслуживаться не специальными бригадами, а обученными служащими из штата станции. Электротягачи снабжены небольшим аккумулятором и выпрямителем для подзарядки аккумулятора, благодаря чему они могут заходить на неэлектрифицированные подъездные пути.

Представляет интерес конструкция швейцарских узкоколейных электровозов и моторных вагонов. Узкоколейные электровозы на комбинированных горных железных дорогах (частью обыкновенных, частью с зубчатым средним рельсом) работают с довольно большими скоростями, преодолевая крутые подъёмы. Узкоколейные железные дороги, которые в Швейцарии работают почти столь же интенсивно, как и ширококолейные, в эксплуатационном отношении не очень тесно связаны с сетью федеральных железных дорог. Поэтому среди них, наряду с линиями однофазного тока, имеется несколько линий трёхфазного и постоянного тока 1 000 и 2 000 в. Частные узкоколейные дороги в большинстве случаев работают на постоянном токе, потому что присоединение к общей сети энергоснабжения страны удобнее всего осуществить с помощью выпрямителей.

На узкоколейных линиях постоянного тока обращаются четырёхосные моторные вагоны мощностью от 200 до 600 л. с. На узкоколейных линиях переменного тока работают тележечные шестиосные электровозы (на двух трёхосных тележках) мощностью 1 200 и 1 500 л. с. Их наибольшая скорость — 45 км/час.

На французских железных дорогах до 1941 г. было электрифицировано 500 км на однофазном токе напряжением от 3 300 до 15 000 в; 3 000 км действовали на постоянном

токе 1 500 в, а остальные линии работали на постоянном токе разных напряжений. Постоянный ток 1 500 в был принят как стандартная система тока. Дальнейшая электрификация в основном проводилась на железной дороге Париж—Дижон—Лион с последующим удлинением её до Марселя.

Для вновь электрифицируемых участков однофазного тока были построены четырёхосные электровозы B_0-B_0 на двух двухосных тележках для смешанной (грузовой и пассажирской) работы и курьерские электровозы 2- D_0 -2 (или 2-4-2). Электровоз B_0-B_0 имеет мощность 2 400 л. с., максимальную скорость 105 км/час и сцепной вес 80 т. Курьерский электровоз предназначен для тяги курьерских поездов весом 900 т на горизонтальном пути со скоростью 140 км/час и на 5⁰/₁₀₀ подъёме — поездов весом 1 000 т со скоростью 95 км/час. Оба эти локомотива являются конструктивным усовершенствованием прежних электровозов тех же типов. Их мощность и нагрузка на ось больше, стальные литые части заменены сварными конструкциями, подшипники скольжения заменены роликовыми подшипниками. У курьерского электровоза необычным является постановка трёх двухосных тележек под одним кузовом. Такая конструкция вызвана желанием улучшить ходовые качества электровоза путём уменьшения размеров тележек и других ходовых частей.

Шестиосные электровозы C_0-C_0 на двух трёхосных тележках и $B_0-B_0-B_0$ на трёх двухосных тележках имеют одинаковые размеры.

Электровоз C_0-C_0 имеет нагрузку на ось 16,8 т, т. е. на 6 с лишним тонн меньше, чем электровоз типа 2- D_0 -2, и общий сцепной вес на 10 т больше.

На Халлентальской ж. д. в течение 15 лет, в виде опыта, эксплуатируется электрифицированный участок на однофазном переменном токе 20 000 в промышленной частоты. Французы решили испытать такую же систему на однопутной линии длиной 78 км во французских Альпах, имеющей подъём 20⁰/₁₀₀. Для работы на этой линии запроектировано строительство трёх шестиосных электровозов однофазного тока, которые смогут водить пассажирские поезда весом 600 т (или товарные весом 1 000 т) и развивать скорость 100 км/час. Электровозы оборудованы однофазными последовательными тяговыми двигателями, которые могут работать и на постоянном токе невысокого напряжения, и на переменном токе.

Во Франции проводится дальнейшая электрификация действующей линии Валансьен—Тионвилль на однофазном токе 50 гц. Электрифицируются линия Валансьен—Лилль и линии, расположенные в районе Тионвилля и Меца, общей протяжённостью 340 км. На новых участках будут работать шестиосные электровозы однофазно-постоянного тока с вращающимися преобразователями, четырёхосные электровозы однофазно-постоянного тока с игнитронными выпрямителями, четырёхосные электровозы с коллекторными тяговыми двигателями однофазного тока 50 гц.

На своих электрифицированных линиях французы проводят различные испытания электровозов, добиваясь при этом больших скоростей.

В конце марта 1955 г. на прямом участке пути между станциями Ламот и Морсенс длиной 66 км проводились испытания электровозов СС 7107 и ВВ 9004, работающих на постоянном токе при напряжении 1 500 в. Во время испытания электровоз СС 7107, ведя состав из трёх пассажирских вагонов общим весом 100 т, развил скорость 331 км/час. Такую же скорость развил и электровоз ВВ 9004.

В апреле 1955 г. были проведены опыты по вождению электровоза без локомотивной бригады на линии Париж—Ман (18 км). Управление электровозом осуществлялось при помощи ультракоротких волн, посылаемых радиопередатчиком, установленным в здании подстанции. Движение электровоза контролировалось с автотрисы, шедшей по соседнему пути.

На железных дорогах Швеции электрическая тяга начала применяться около 50 лет назад. К настоящему времени на электрифицированных магистралях выполняется 87% всех перевозок. Используя энергию порожистых рек, электрифицированные железные дороги Швеции получают дешёвую электрическую энергию в достаточном количестве для осуществления перевозок. На дорогах используются в основном трёхосные электровозы старой постройки. Они имеют общий двигатель на три колёсные пары, соединённые между собой дышлами. Электровозы постройки последних лет четырёхосные и пятиосные имеют индивидуальный двигатель на каждой ведущей оси.

В Англии электрифицировано около 5% всех железных дорог. Она имеет электрифицированную сеть постоянного тока, связывающую Лондон с южным побережьем. На

этих линиях курсируют преимущественно электрические моторвагонные поезда на постоянном токе 650 в с третьим контактным рельсом. Грузовые поезда обслуживаются паровой тягой и электровозами. Новая линия Ливерпуль Стрит—Шеффилд—Хаттен, которая была электрифицирована в 1949 г. на постоянном токе 1 300 в, имеет верхний контактный провод. На ней также курсируют электрические поезда из моторвагонных секций.

За последние годы английской промышленностью были выпущены шестиосные электровозы типа C_0-C_0 на постоянном токе напряжением 600 в; они могут питаться как от третьего контактного рельса, так и от верхнего контактного провода. Мощность каждого электровоза 1 500 л. с., вес в рабочем состоянии 102,5 т, наибольшая скорость 120 км/час.

В Англии, обладающей большими запасами угля, всё же намечается переход на электрическую тягу, как наиболее экономичную.

ПРЕИМУЩЕСТВА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОВОЗНОЙ ТЯГИ

Опыт эксплуатации электровозной тяги на сети железных дорог Советского Союза показал большие преимущества её по сравнению с другими видами тяги. При введении электровозной тяги значительно увеличиваются пропускная и провозная способности дорог, ускоряется доставка грузов и пассажиров к месту назначения, обеспечивается бесперебойная работа железнодорожных линий в зимнее время, улучшаются условия работы локомотивных бригад. Большая мощность электровозов и высокие скорости движения поездов с электрической тягой дают возможность сократить парк локомотивов и вагонов, повысить производительность труда и сократить эксплуатационные расходы железных дорог. При введении электровозной тяги значительно сокращается расход топлива, особенно высокосортного; уменьшается численность персонала, обслуживающего устройства тяги и подвижного состава.

Электрификация линий требует значительно меньше металла и лесоматериалов по сравнению с другими возможными реконструктивными мероприятиями, увеличивающими провозную способность дорог (вторые пути, введение более мощных паровозов и т. д.).

Электрическая тяга, сокращая время оборота вагонов, способствует тем самым ускорению процесса обращения. Ускорение доставки грузов по назначению на 1% даёт возможность высвободить для народного хозяйства материальных ценностей не менее чем на 250 млн. руб. Опыт показывает, что при электрической тяге время оборота вагона сокращается на 10—12% при повышении коммерческой скорости грузовых поездов в среднем на 30—40%.

Коэффициент полезного действия и расход топлива

Железными дорогами, как известно, расходуется около 25% всего добываемого в стране угля, причём основным потребителем угля являются паровозы—при современном уровне перевозок они расходуют более 80% всего угля, потребляемого железнодорожным транспортом. Транспортировка этого угля составляет более 5,5% общего объёма перевозок.

Паровозы расходуют примерно 200—300 кг условного топлива на каждые 10 000 *ткм* брутто, не считая угля, который пропадает из-за распыления его при перевозках, при хранении на складе и т. д. В целом по паровозному хозяйству коэффициент полезного действия (к. п. д.) равен 3,5—4,0%. Коэффициент полезного действия показывает, какая часть израсходованного локомотивом топлива использована на полезную работу.

Многие считают, что самый высокий коэффициент полезного действия имеют тепловозы (24—28%). Это действительно так, но только в том случае, если электровозы питаются энергией от тепловых электрических станций. К. п. д. электровозов при питании электроэнергией от ТЭС составляет 16—18%, при использовании же энергии теплоэлектростанций, оборудованных котлами высокого давления, коэффициент полезного действия электротяги достигает 27—30% и более. Ещё выше к. п. д. электротяги при использовании энергии гидроэлектростанций. Если считать, что условия передачи энергии остаются такими же, как и при тепловых электростанциях, то при получении энергии от гидроэлектростанций к. п. д. электротяги с учётом всех потерь превышает 60%.

При электрической тяге экономия топлива по сравнению с паровой тягой составляет 60—70%. Если сравнить расход топлива электровозами и затраты топлива на выпол-

нение той же работы паровозами, то экономия условного топлива за весь период эксплуатации электротяги в СССР составила более 20 млн. *т* (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Экономия топлива при электротяге в млн. *т*

Показатели	Экономия топлива в млн. <i>т</i>	
	условного	натурального
За весь период эксплуатации электротяги в СССР	20,7	31,7
В том числе:		
за пятую пятилетку	12,2	18,8
за 1955 г.	3,7	6,1

Паровозы непроизводительно расходуют топливо в период ожидания поездной работы, при выполнении экипировочных и поворотных операций, в горячем резерве, при промывках и осмотрах; электровоз во время экипировки и отстоя энергии не расходует.

При электрической тяге имеются потери энергии на генераторной станции, в линиях передачи энергии, на тяговых подстанциях и в самом электровозе, но эти потери сравнительно невелики.

Благодаря тому, что на электростанциях возможно использование низких сортов угля и местного топлива (торфа, сланцев, штыба и т. д.), введение электротяги сокращает расход высокосортного топлива.

Преимущества электротяги особо ярко сказываются при использовании электровозами дешёвой электроэнергии гидроэлектрических станций. В этом случае полностью сберегается топливо, а эксплуатационные издержки на электроэнергию сокращаются в 3—4 раза по сравнению с затратами на энергию, получаемую от теплоэлектростанций.

В настоящее время на долю гидроэлектростанций приходится около 19% всей потребляемой электрической тягой электроэнергии. В ближайшие годы гидроэлектрические станции будут давать до 25—30% общего количества электроэнергии, потребляемой электротягой.

Одной из особенностей электротяги является рекуперация электрической энергии на электрифицированных участках со специальным оборудованием. Рекуперацией энергии называется отдача электроэнергии в контактную сеть. Обычно при ходе поезда по горизонтальному пути или дви-

жении поезда на подъёме тяговые машины электровозов работают как двигатели, т. е. они превращают электрическую энергию в механическую. При движении под уклон необходимость в работе моторов как двигателей отпадает, и движение осуществляется за счёт живой силы поезда. В это время электродвигатели начинают действовать как генераторы, превращая механическую энергию в электрическую. Тяговые двигатели, работая в качестве генераторов, отдают электрическую энергию в контактную сеть.

При вождении поездов с применением рекуперации и использованием живой силы поезда (без затраты энергии) экономия электрической энергии достигает очень больших размеров. Подсчитано, что на электрифицированных линиях с горным профилем пути при движении поезда под уклон отдача энергии, выработанной машинами электровозов, достигает 18—20% потреблённой энергии и более. Например, на Сурамском перевале Закавказской ж. д. отдача энергии в контактную сеть поездами составляет 20—28% по отношению к общему количеству потреблённой энергии. Выборочный анализ показывает, что процент энергии, рекуперированной на тяговые подстанции со стороны контактной сети, в среднем составляет около 10,0%, а по таким подстанциям, как Молити, достигает 14,0% (табл. 5). При этом большая часть энергии поглощается электровозами, идущими на подъём, а часть возвращается через преобразовательные агрегаты в высоковольтную сеть.

Т а б л и ц а 5

Рекуперация энергии на Закавказской ж. д.

Наименование тяговых подстанций	Количество потреблённой энергии в квт-ч	Количество рекуперированной энергии в квт-ч	% рекуперированной энергии
Хашури	6 600	607	9,2
Молити	12 820	1 839	14,4

Таким образом, если учесть и это качество электротяги, то в экономии топлива и повышении к. п. д. электрифицированный транспорт имеет значительные резервы, которые намного могут увеличить его эффективность.

Работа электровозов на рекуперации, кроме экономии электроэнергии, имеет очень важное значение для обеспече-

ния безопасности движения поездов. Она гарантирует надёжное торможение поездов, идущих под уклон. Рекуперативное торможение способствует меньшему износу и расстройству рельсового пути, сохранению тормозных колодок и бандажей колёсных пар локомотивов. При правильном рекуперативном торможении исключается возможность заклинивания колёсных пар и «юза», увеличивается пробег между сбточками бандажей колёсных пар и подъёмочными ремонтами подвижного состава.

На Закавказской ж. д., где применяется рекуперативное торможение, максимальный прокат бандажей у электровозов наступает через 110—120 тыс. км пробега, или через 11—13 месяцев. Максимальный прокат бандажей у паровозов наступает через 44—50 тыс. км пробега, или через 6—7 месяцев.

Преимущества электрического торможения проявляются также в сокращении тормозного пути и автоматичности торможения. В горных местностях при одинаковых весах поездов тормозной путь для паровой тяги и электрической без рекуперации одинаков. С применением же рекуперации тормозной путь значительно сокращается, что даёт возможность увеличить техническую скорость. На Закавказской ж.д., например, с применением рекуперативного торможения техническая скорость электровозов выше, чем паровозов, на которых используются устройства механического торможения, на 40—80%.

Тяговые свойства локомотивов

Высокая пропускная способность участков при электрической тяге обеспечивается постоянной готовностью электровозов и энергоснабжающих устройств к работе, сокращением времени простоя поездов на станциях и тяговыми свойствами электровозов, которые дают возможность достигать высоких технических и коммерческих скоростей.

Основные параметры тяговой характеристики отдельных локомотивов приведены в табл. 6.

Электрическая тяга обладает большой мощностью, поэтому она особенно эффективна при использовании на горных линиях, где профиль пути характеризуется подъёмом 9‰ и выше, на грузонапряжённых магистралях, на железнодорожных линиях, соединяющих два или несколько узло-

вых пунктов или станций, имеющих разветвления (например участок Челябинск—Кропачёво—Дёма Южно-Уральской ж. д., соединяющий крупные узловые станции, от которых идут разветвления по нескольким направлениям).

Т а б л и ц а 6

Некоторые тяговые свойства локомотивов

Тип локомотива	Мощность в л. с.	Сила тяги в т	Скорость на подъё- ме 9‰ в км/час	Вес поезда в т на подъёме 9‰
Электровоз Н8	5 700	46,7	42	3 800
Тепловоз ТЭЗ	4 000*	40,4	20	3 600
Паровоз 1-5-1	2 600	23,2	23	2 100

* Для тепловоза ТЭЗ мощность показана по дизелям; мощность тепловоза на ободу колёс равна 3 200 л. с.

Введение электровозной тяги на грузонапряжённых линиях приводит к значительному росту производительности локомотивов. Например, при переводе грузонапряжённого двухпутного участка Омской ж. д. на электрическую тягу суточная производительность электровоза достигла 1 739 тыс. *ткм* брутто, тогда как производительность паровоза на этом же участке была 691 тыс. *ткм*.

Следует учитывать, что все сравнения эффективности электровозной тяги и паровой сделаны из предположения, что паровозная тяга может обеспечить заданный уровень перевозок без капиталовложений на развитие пропускной способности. В действительности паровозная тяга в ряде случаев не в состоянии справиться с перевозками. Например, на двухпутном участке Челябинск—Кропачёво Южно-Уральской ж. д. до его электрификации паровозы серии ФД, работавшие одиночной тягой, не обеспечивали заданных размеров движения. После электрификации этого участка грузонапряжённость в грузовом направлении возросла в три раза. На горном участке Чусовская—Кизел Свердловской ж. д. до электрификации работали паровозы серии Э, но они не могли справиться с перевозками. В настоящее время грузонапряжённость на электрифицированном участке возросла более чем в четыре раза, тем не менее электро-тяга полностью обеспечивает нормальную эксплуатацию участка,

Анализ показывает, что на действующих электрифицированных линиях, в сравнении с ранее эксплуатируемой здесь паровой тягой, эксплуатационные показатели работы резко улучшаются (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

Показатели работы электрической тяги по сравнению с паровой

Показатели	Увеличение по сравнению с паровой тягой	
	на двухпутных линиях (раз)	на однопутных линиях (раз)
Вес поезда	1,1—1,3	1,2—1,6
Количество пар поездов	1,4—1,6	1,5—1,7
Скорости движения поездов	1,3—1,6	1,4—1,7
Пропускная способность	1,3—2,0	1,4—2,5
Производительность электровоза	2,0—3,5	1,8—3,0
Провозная способность	1,5—2,0	2,0—2,5

Способность электровоза реализовать максимум своей мощности и силы тяги при трогании состава и на расчётном подъёме позволила значительно поднять технические скорости.

Введение электровозной тяги на сети наших железных дорог способствовало высвобождению большого количества паровозов, так как каждый электровоз серий ВЛ22 и ВЛ22^м заменил в работе до трёх паровозов серий Э^м, ФД, СО и других, а на таких участках железных дорог, как Долгинцево—Запорожье Сталинской ж. д., Риони—Ткибули, на Сурамском и Джаджурском перевалах Закавказской ж. д., до четырёх паровозов.

Электрификация железных дорог позволила значительно увеличить пассажирские перевозки. Например, на отдельных электрифицированных участках дорог Московского узла пассажиропотоки в настоящее время достигают 220—350 тыс. чел., а при паровой тяге они не превышали 20—40 тыс. чел. в сутки.

Электрическая тяга имеет преимущества перед паровой при работе в зимних условиях. Эти преимущества заключаются в том, что работа энергосистемы электрической тяги, а также оборудования электроподвижного состава мало связана с водой и опасность охлаждения локомотива или замерзания его частей и оборудования исключается. Суровые зимы и низкие температуры отрицательно влияют на работу паровозов (а отчасти и тепловозов), так как в этих

условиях увеличиваются потери тепловой энергии и возрастает расход топлива. Обледенение путей у колонок, снабжающих паровозы водой, снежные заносы шлакоочистительных канав, поворотных и других устройств паровой тяги вызывают дополнительные издержки по содержанию экипировочных устройств и осложняют работу паровозов.

Затрудняются условия работы паровой тяги и в маловодных районах или на территориях, где вода содержит большое количество примесей, которые откладываются в виде накипей в паровых котлах паровозов. Электрическая же тяга как в районах с суровыми зимами, так и в маловодных районах работает одинаково успешно.

Электровозы в конструктивном отношении являются наиболее совершенными локомотивами и в эксплуатации выгодно отличаются от паровозов и тепловозов.

Паровоз, имея котёл, топку и тендер, а тепловоз дизельную установку, представляют собой самостоятельную силовую единицу. Мощность такого локомотива ограничивается размерами этого оборудования: чем больше мощность, тем больше размеры оборудования. Электровоз же, получая энергию от электростанций, может быть сконструирован на неограниченную мощность.

Электровозы могут быть соединены (две или несколько машин) в единый локомотив, который обслуживает одна бригада, т. е. могут работать по системе многих единиц. Этого нельзя сделать на паровозах.

В настоящее время по системе многих единиц электровозы работают на Свердловской, Закавказской, Томской и других железных дорогах.

Управление электровозом легче, чем паровозом. Локомотивные бригады комплектуются из двух, а не из трёх человек, как на паровозах.

Положительное качество электротяги заключается ещё и в том, что при одинаковых нагрузках на ось или одном и том же сцепном весе ускорение, реализуемое электровозами, увеличивается в 2—2,5 раза по сравнению с паровой тягой.

Это преимущество особенно ярко проявляется, когда процесс трогания и ускорения осуществляется на горизонтальном профиле пути, а затем сразу начинается крутой подъём. В табл. 8 приведены размеры ускорения, реализуемые разными типами локомотивов.

Межремонтные пробеги электровозов превышают пробеги паровозов и тепловозов в 2—3 раза, а затраты времени

Ускорения, реализуемые локомотивами

Тип локомотива	Ускорение поездов в м/сек^2	
	пассажирских	грузовых
Электровозы и тепловозы	0,25—0,45	0,18—0,35
Паровозы	0,15—0,30	0,05—0,15

на ремонт электровозов намного меньше, чем паровозов и тепловозов. Отсутствие у электровоза дизеля, котла, топки и тендера значительно упрощает ремонт.

Паровозы по сравнению с электровозами затрачивают гораздо больше времени на технические операции на станциях, в пунктах оборота и в депо.

Процесс экипировки паровоза очень сложен. Для этого на станциях сооружаются специальные пути, складские углубункерные устройства, шлакоочистительные канавы, шахтные подъёмники и другие устройства. В результате время полезного использования паровоза значительно меньше, чем электровоза, а эксплуатационные расходы выше, так как большие денежные средства затрачиваются на ремонт и уход за топливными устройствами и сооружениями водоснабжения, водопроводными сетями, гидроколонками, водонапорными башнями, водокачками, поворотными кругами, треугольниками и т. д.

При переводе участков на электротягу резко сокращается штат работников, занятых на экипировке (водоснабжении и топливоснабжении локомотивов), отпадает необходимость в использовании таких профессий, как кочегаров, зольщиков, шлаковщиков, углеподвозчиков, водоливов, обтирщиков, промывальщиков котлов и др.

Простота в управлении, обслуживании, содержании и уходе за электровозами и устройствами электротяги, высокие межремонтные пробеги электроподвижного состава, высокая производительность электровозов способствуют высвобождению большого количества работников (в среднем 25—30%). По отдельным важнейшим профессиям сокращение рабочей силы при переводе железнодорожных линий с паровой тяги на электрическую характеризуется следующими данными (в процентах):

Локомотивные
бригады

60—66

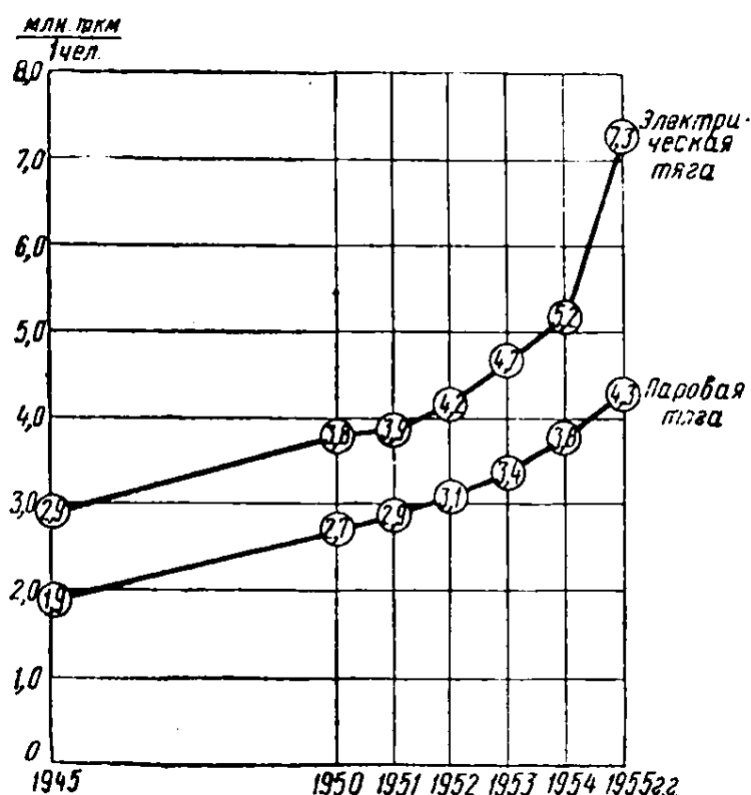
Рабочие по депо-
вому ремонту локо-
мотивов

65—70

Рабочие по экипи-
ровке локомотивов

80—84

Электрическая тяга улучшает условия труда обслужи-
вающего персонала и повышает культуру транспортного
хозяйства. Эксплуатация электротяги основывается на
высокой квалификации обслуживающего персонала. С пе-
реводом железнодорожных линий на электрическую тягу



Фиг. 5. График роста производительности
труда работников железных дорог

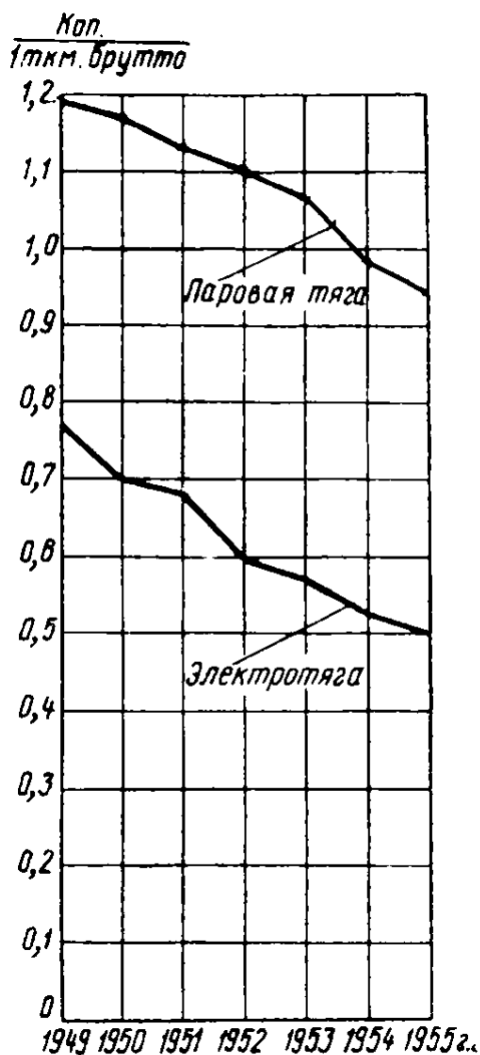
повышается квалификация локомотивных бригад, ремонт-
ных рабочих, персонала, обслуживающего линии связи,
и других работников.

Локомотивные бригады работают в изолированном, свет-
лом, чистом и хорошо отапливаемом помещении, откуда
обеспечивается лучшая по сравнению с паровозом види-
мость путей и сигналов, что в значительной степени
повышает безопасность движения поездов.

При введении электротяги значительно повышается
производительность труда работников железных дорог,
занятых в эксплуатации. На фиг. 5 показан рост произ-
водительности труда при паровой и электрической тяге.

Себестоимость перевозок

Электрическая тяга вследствие своих технических преимуществ сберегает большие денежные средства. Сопоставление эксплуатационных расходов на измеритель работы различных видов тяги показывает,



Фиг. 6. График себестоимости 1 ткм брутто при электрической и паровой тяге

что при электрической тяге эти расходы в два раза меньше, чем при паровой. Так как основным измерителем, характеризующим работу локомотивных депо, являются тонно-километры брутто, то расчёты для сопоставления расходов при разных видах тяги ведутся на 1 ткм брутто или 10 тыс. ткм брутто. По произведённым расчётам эксплуатационные расходы на 1 ткм брутто при электрической тяге меньше, чем при паровой на 0,4—0,5 коп. (фиг. 6), а в сравнении с тепловозной — на 0,03—0,07 коп. Следовательно, эксплуатационные расходы локомотивного и энергетического хозяйства на измеритель при электротяге сокращаются по сравнению с паровой в среднем на 50%.

В табл. 9 приведены расходы на содержание, ремонт и обслуживание локомотивов примерно одинаковой мощности.

Таблица 9

Эксплуатационные расходы различных видов тяги

Измеритель	Расход в руб.		
	Электро- возы	Тепловозы	Паровозы
10 000 ткм брутто . . .	43,66	46,07	83,12

Эксплуатационные расходы при электротяге ниже, чем при других видах тяги, не только в целом, но и по отдельным элементам (табл. 10). Исключение представляют расходы на топливо и электроэнергию, которые при тепловозной тяге ниже. Так, при электровозной тяге расходы по топливу на 10 000 *ткм* составляют 19,8 руб. (при условии получения электроэнергии от тепловых станций), при тепловозной — 13,3 руб. и паровозной — 41,4 руб.

Т а б л и ц а 10

Эксплуатационные расходы по видам затрат (в %)

Виды затрат	Электро- возная тяга	Тепловоз- ная тяга	Паровоз- ная тяга
Расходы на ремонт локомотивов .	100	256	303
Расходы на экипировку локомотивов	100	188	756
Расходы на смазку и освещение . .	100	306	335
» на общее эксплуатационное обслуживание	100	123	155
Расходы на топливо и электроэнергию	100	70	210
Всего	100	105	189

Однако при питании электротяги от крупных теплоэлектроцентралей или гидроэлектростанций расходы на 10 000 *ткм* брутто снижаются примерно до 8—7 руб. и ниже.

С учётом расходов всех служб себестоимость перевозок электрической тягой ниже себестоимости перевозок паровой тягой на 25—30% (при работе в примерно одинаковых условиях).

Себестоимость перевозок электротягой с повышением грузонапряжённости линий ещё более резко отличается от себестоимости при паровой тяге. В табл. 11 приведены отчётные данные по себестоимости за 1954 г. по отдельным дорогам.

Влияние прогрессивных видов тяги на экономические показатели работы железных дорог можно видеть при сравнении себестоимости приведённого тонно-километра.

В среднем по сети себестоимость одного приведённого тонно-километра в копейках была:

1950 г.	1951 г.	1952 г.	1953 г.	1954 г.	1955 г.
5,252	4,876	4,659	4,459	4,345	3,933

На дорогах с большим удельным весом электротяги за 1955 г. себестоимость одного приведённого тонно-километра в коп. составила:

Омская	Томская	Южно-Уральская	Свердловская
1,76	2,89	2,49	3,75

Т а б л и ц а 11

Себестоимость 1 *ткм* брутто на различных по грузонапряжённости линиях*

Дороги	Грузонапряжённость электрифицированных линий в млн. <i>ткм</i> нетто на 1 км	Себестоимость 1 <i>ткм</i> брутто в руб.		Повышение себестоимости при паровой тяге (раз)
		Электро-возная тяга	Паровозная тяга	
Томская	39,5	0,36	0,90	2,5
Южно-Уральская . . .	31,2	0,41	0,80	2,0
Кировская	5,0	0,57	1,05	1,8
Закавказская	3,7	0,67	1,32	2,0

* При определении себестоимости взяты расходы, которые вызваны обслуживанием данного вида тяги.

Капитальные вложения

Для выявления экономической эффективности тех или иных мероприятий по увеличению пропускной и провозной способности обычно сравнивают технико-экономические варианты строительства вторых путей при паровой тяге и переводе действующей линии на электрическую тягу. По произведённым подсчётам установлено, что если принять капиталовложения во вторые пути за 100%, то затраты на электрификацию однопутной линии меньше в среднем на 34,5%, а провозная способность при введении электротяги увеличивается более чем в два раза.

Затраты металла на 10 км эксплуатационной длины с учётом расхода металла на сооружение контактной сети, тяговых подстанций и локомотивов при электрификации меньше, чем при сооружении второго пути, на 1 100 т.

Строительная стоимость электровозного депо также ниже, чем паровозного. В табл. 12 приведена строительная стоимость локомотивных депо, рассчитанная по установленным технико-экономическим нормам.

Т а б л и ц а 12

Строительная стоимость локомотивных депо

Вид депо	Строительная стоимость депо в млн. руб.	
	электровозных	паровозных
Депо, не выполняющие подъёмочного ремонта:		
5—6 стоек	1,84	2,82
9 »	2,47	3,52
Депо, выполняющие подъёмочный ремонт:		
9 стоек	5,38	6,18
12 »	5,68	7,34
12—18 стоек	6,0	8,23

Экономическая эффективность электрификации железных дорог особенно наглядна при переводе на электротягу больших магистралей. Произведённые расчёты эффективности перевода на электрическую тягу крупнейшей магистрали Москва—Куйбышев—Владивосток протяжением 9 460 км показали возможность удлинения тяговых плеч почти в два раза без увеличения установленной длительности непрерывной работы локомотивных бригад, повышения среднесуточного пробега локомотивов примерно до 700—800 км и участковой скорости с 30 до 50 и более километров в час. Такое повышение участковой скорости даст возможность сократить время следования грузового поезда от Москвы до Владивостока на 160 час., или на 6,7 суток. Почти в два раза уменьшится парк локомотивов. В результате сокращения числа локомотивов, закрытия ряда основных и оборотных депо, а также топливных складов, экипировочных устройств, участковых станций и др. штаты локомотивных бригад уменьшатся на 1 800 чел., основных и оборотных депо—на 7 500 чел., работников

складов топлива — на 3 250 чел. Кроме того, в связи с повышением производительности труда при электрической тяге высвободится столько же работников других служб. Всего может быть высвобождено и использовано на других работах более 40 000 чел.

Перевод на электрическую тягу этой магистрали даст возможность экономить ежегодно 17 млн. *т* каменного угля при питании электровозов энергией от тепловых электростанций; если же учесть, что 20% энергии будет получено от гидроэлектростанций, то экономия угля увеличится до 18 млн. *т*.

В результате введения электротяги экономия эксплуатационных расходов на принятые размеры грузопотока магистрали Москва—Владивосток составит около 2,7 млрд. руб. в год при 7,7 млрд. руб. капиталовложений на электрификацию всей магистрали. Таким образом, капитальные вложения в электрификацию этой магистрали окупятся в течение 3—4 лет. В среднем капиталовложения в электрификацию могут окупаться на грузонапряжённых линиях за 2,5—3 года, а на линиях средней грузонапряжённости — за 4—6 лет.

Объём капиталовложений в электрификацию линий составил 2 612,6 млн. руб., в том числе за пятую пятилетку — 1 476,5 млн. руб., из них только за 1955 г. — 380,8 млн. руб., а экономия на эксплуатационных расходах (по сравнению с расходами при выполнении этого же объёма перевозок паровозами) — 3 360,0 млн. руб., в том числе за пятую пятилетку — 2 320,0 млн. руб., из них только за 1955 г. — 772,0 млн. руб. Таким образом, капитальные затраты на электрификацию железнодорожных линий уже окупились.

ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗЕРВОВ НА ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

С каждым годом на транспорте всё шире развёртывается социалистическое соревнование электровозных бригад за повышение объёмов перевозочной работы, лучшее использование мощности электровоза. Творческая инициатива машинистов электровозов помогает вскрывать и использовать имеющиеся резервы на электрифицированных линиях железных дорог.

Соревнуясь за досрочное выполнение годового плана перевозок, больших успехов добились барабинские электро-возники.

Многие машинисты доводят производительность своих электровозов в отдельные сутки до 2 700 — 3 000 тыс. *ткм* и более. Такой большой производительности барабинские машинисты добились благодаря сокращению простоя электровозов в пунктах оборота, резкому уменьшению случаев внепланового ремонта и порч в пути.

Нормы межремонтных пробегов электровозов перевыполняются на всех электрифицированных участках. На Томской ж. д., например, задание по пробегу электровозов без периодического малого ремонта превышено на 800 *км*, без периодического большого ремонта—на 66 тыс. *км*, без подъёмочного—на 42 тыс. *км* и без среднего ремонта—на 23 тыс. *км*. Ещё больших межремонтных пробегов локомотивов добились передовые машинисты-электровозники. Например, электровоз машиниста Новосибирского депо т. Мурзинцева пробежал без среднего ремонта 354 тыс. *км* при норме 150 тыс., электровоз т. Меринова сделал 340 тыс. *км*, электровоз машиниста Свердловского депо т. Владыкина, обслуживая пассажирские поезда, пробежал без ремонта 512 тыс. *км*.

На многих дорогах передовые машинисты-электровозники вместе с диспетчерами тщательно изучают и обобщают наиболее эффективные методы и приёмы вождения тяжеловесных поездов. Они добиваются высоких скоростей, повышенных суточных пробегов.

Широкое распространение опыта вождения тяжеловесных поездов позволило ещё в марте 1954 г. отказаться от толкачей на электрифицированном участке Чик—Коченево Томской ж. д., в результате чего эксплуатационные расходы только по электродепо Инская сократились на 3 млн. руб. в год.

По инициативе электровозников Златоустовского депо развернулось соревнование за продвижение тяжеловесных поездов на целом направлении Челябинск—Златоуст—Кропачёво—Дёма, состоящем из нескольких тяговых плеч. Соревнованием охвачены все профессии, связанные с движением поездов. В результате число тяжеловесных поездов на Златоустовском отделении в 1955 г. по сравнению с 1950 г. увеличилось более чем в 10 раз. Это положительно сказалось и на экономических показателях Южно-Уральской ж. д., прибыль которой за 1955 г. составила 1,1 млрд. руб.

Машинисты Тбилисского электровозного депо организовали комплексное социалистическое соревнование за увеличение полезной работы электровозов и снижение себестоимости перевозок. Сокращение времени оборота электровоза на Закавказской ж. д. только на один час даёт 51 руб. экономии. Сокращение эксплуатируемого парка электровозов грузового движения на одну единицу сберегает 751 руб. в сутки, а перевыполнение нормы среднесуточного пробега на один километр в сутки по каждому электровозу экономит 4,6 руб. Анализ показывает, что повышение технической скорости грузового поезда на 1 км/час даёт возможность сэкономить на каждой поездке 48 руб. Экономия каждой тысячи киловатт-часов энергии сокращает эксплуатационные расходы на 62 руб., а перевозка сверх нормы 100 т груза в пределах 100 км создаёт экономию в размере 54 руб.

Развернувшееся соревнование за снижение себестоимости перевозок позволило дороге получить в 1955 г. прибыль в размере 14 млн. руб.

При электровозной тяге открываются большие возможности для повышения скоростей и пробегов поездов. За последнее время технические скорости электровозов грузового движения значительно увеличились. В 1955 г. на ряде дорог они достигали 45—48 км/час. В настоящее время принимаются меры для дальнейшего увеличения технических скоростей.

Важным показателем качества эксплуатации локомотивов является их среднесуточный пробег. В 1955 г. по сравнению с 1954 г. суточный пробег электровозов резко вырос (с 319,2 км в 1954 г. до 400 км в 1955 г.), однако он всё ещё недостаточен. Электровозы могут делать значительно больший пробег, так как в отличие от паровозов они имеют высокую техническую скорость, не нуждаются в поворотах, в частом заходе в депо и экипировочные пункты. Директивами XX съезда КПСС намечено довести в 1960 г. среднесуточный пробег электровозов до 550 км.

Повышение среднесуточного пробега электровозов может быть достигнуто за счёт сокращения времени нахождения локомотивов на перегонах, станциях, тракционных путях, под экипировкой, за счёт увеличения числа и длины кольцевых рейсов и улучшения качества поездной работы. В этом отношении большую роль играет правильно составленный

график движения поездов как основная обобщающая техническая норма деятельности дорог.

Передовые машинисты и диспетчеры стали практиковать скоростной оборот электровозов по кольцевому графику без захода в течение нескольких рейсов не только в основное депо, но и в обратное. Это дало возможность резко повысить суточный пробег электровозов. В частности, за последнее время на Барабинском отделении Омской ж. д. суточный пробег электровозов возрос до 660—740 км, а в отдельные дни и у отдельных машинистов — 800 км и более.

Важнейшим резервом повышения суточной производительности электровозов является правильная организация ремонта и заботливый уход за локомотивами.

Умело организован ремонт электровозов в депо Москва III Северной ж. д. и депо Чусовская Свердловской ж. д. Здесь созданы комплексные бригады, составлены почасовые графики технологического процесса подъёмочного ремонта, широко применяется принцип взаимозаменяемости отдельных агрегатов и деталей. В этих депо простой электровозов в подъёмочном ремонте ниже нормы на 24 часа.

Примером отличного ухода за электровозом может служить работа старшего машиниста депо Белово Томской ж. д. П.И. Сенчука. Участок, на котором работает его бригада, имеет большое количество кривых с малым радиусом и затяжной подъём, однако т. Сенчук водит составы, вес которых иногда в полтора раза превышает норму. Благодаря заботливому уходу за электровозом и применению передовых методов его эксплуатации т. Сенчук не имел ни одного случая порчи электровоза в пути и довёл пробег локомотива без подъёмочного и среднего ремонта до 352 тыс. км, т. е. более чем вдвое превысил установленную норму. Добиваясь увеличения межремонтного пробега электровоза, он отказался от смазки блокировочных пальцев в зимнее время. Вместо смазки т. Сенчук раз в сутки продувает высоковольтную камеру сжатым воздухом, чем полностью очищает аппаратуру и обеспечивает надёжность контактов. Усилив контроль за смазкой зубчатых передач, он добился значительного уменьшения износа зубьев, а для уменьшения износа междутележного сочленения применил смазку с добавлением графита.

Все эти новаторские приёмы эксплуатации электровоза дали возможность бригаде сэкономить за год 85 тыс. руб.

за счёт увеличения межремонтного пробега и около 250 тыс. руб. за счёт перевозки дополнительного груза и сокращения простоя локомотива в ремонте.

Значительную экономию средств может дать сокращение простоев оборудования во всех видах ремонта, внедрение скоростных методов работы, более широкая механизация ремонтных работ, своевременное обеспечение объектов необходимыми запасными частями. широкое внедрение регенерации трансформаторных масел на подстанциях, рекуперативное торможение и использование рекуперированной энергии.

Одновременно с проведением жёсткого режима экономии необходимо улучшить организацию низового планирования, учёта и нормирования труда и материалов, укрепить хозяйственный расчёт.

Мобилизация резервов и повышение качества эксплуатационной работы электротяги даст возможность достигнуть ещё лучших эксплуатационных показателей, повысить производительность труда и значительно снизить себестоимость перевозок.

НОВАЯ ТЕХНИКА И ПЕРЕДОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ХОЗЯЙСТВЕ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ СССР

Коммунистическая партия и Советское правительство придают исключительное значение развитию науки и техники, широкому внедрению прогрессивной технологии.

Решающее значение в развитии техники имеет широкая электрификация народного хозяйства и подведение под все звенья производства энергетической базы.

В настоящее время Советский Союз по производству электроэнергии занимает второе место в мире и первое место в Европе. В 1955 г. энергобаланс страны составил 170 млрд. *квт-ч*. Ежегодный прирост мощностей электростанций составляет более 5 млн. *квт*, а увеличение выработки электроэнергии 12—25 млрд. *квт-ч*. Это позволяет в огромных масштабах расширять энерговооружённость страны и использовать электричество во всех отраслях народного хозяйства.

Советская электроэнергетика прошла путь от небольших электростанций с турбогенераторами мощностью 5—10 тыс. *квт* до районных электростанций мощностью 300—

400 тыс. *квт* с турбогенераторами по 100, 150 и 200 тыс. *квт*. Интересы народного хозяйства требуют строительства тепловых электростанций мощностью 600—1 000 тыс. *квт* и более. Такие станции вместе с мощными гидроэлектростанциями и высоковольтными линиями электропередачи образуют крупные энергетические системы. В СССР имеются энергосистемы, объединяющие до 10 и более электростанций. В шестом пятилетии будет создана единая энергетическая система европейской части СССР, развернутся работы по созданию единой энергетической системы Центральной Сибири.

Значительно расширится в шестой пятилетке применение атомной энергии в мирных целях.

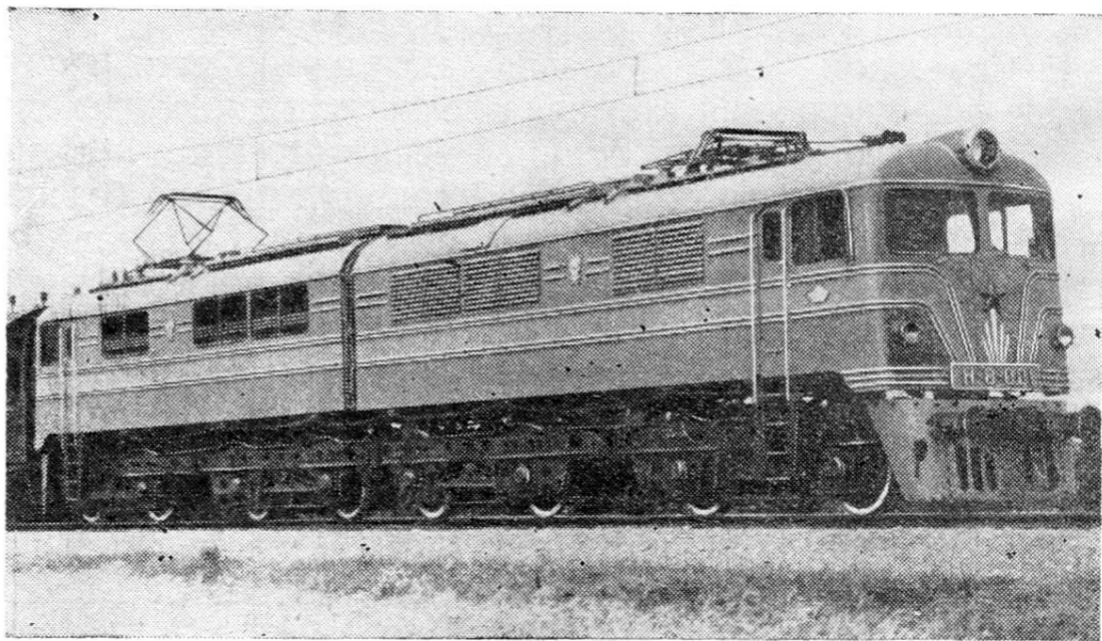
В Советском Союзе успешно эксплуатируется первая в мире промышленная атомная электростанция мощностью 5 000 *квт*. Опыт работы атомной электростанции показал, что строительство электростанций такого типа, но большей мощности, является экономически выгодным. Себестоимость 1 *квт-ч* действующей атомной электростанции ещё значительно превышает среднюю себестоимость мощных тепловых электростанций. Однако она сравнима со стоимостью 1 *квт-ч* тепловых электростанций малой мощности. При рассмотрении варианта использования атомной электростанции мощностью 100 тыс. *квт* себестоимость электроэнергии существенно понижается. В СССР уже ведутся подготовительные работы по строительству атомных электростанций мощностью 50—100 тыс. *квт*. В течение 1956—1960 гг. намечено построить атомные электростанции общей мощностью 2—2,5 млн. *квт*, развернуть работы по созданию атомных силовых установок для транспортных целей.

Применение атомной энергии в транспортных целях открывает огромные перспективы в области развития железнодорожного транспорта.

Развитие мощной энергетики на базе крупных атомных электростанций, ввод в эксплуатацию гигантских гидроэлектростанций, сооружение мощных теплоэлектроцентралей и высоковольтных линий электропередачи позволит электрифицировать железнодорожные магистрали огромной протяжённости. Генеральным планом электрификации железных дорог предусматривается электрификация железнодорожных линий общей протяжённостью 40 тыс. *км*. Будет электрифицирована крупнейшая магистраль Москва—Владивосток, электрифицированные до-

роги соединят столицу нашей Родины с крупными промышленными центрами и сельскохозяйственными районами страны. На дорогах будут курсировать новые восьмиосные, новые и модернизированные шестиосные грузовые и пассажирские электровозы, способные водить тяжеловесные поезда с высокими скоростями.

Восьмиосный электровоз Н8 (фиг. 7), превышающий мощность электровоза ВЛ22^м в 1,75 раза, имеет сцепной вес 180 *t* (нагрузка от оси на рельсы 22,5 *t*) и конструктивную скорость 90 *км/час*.



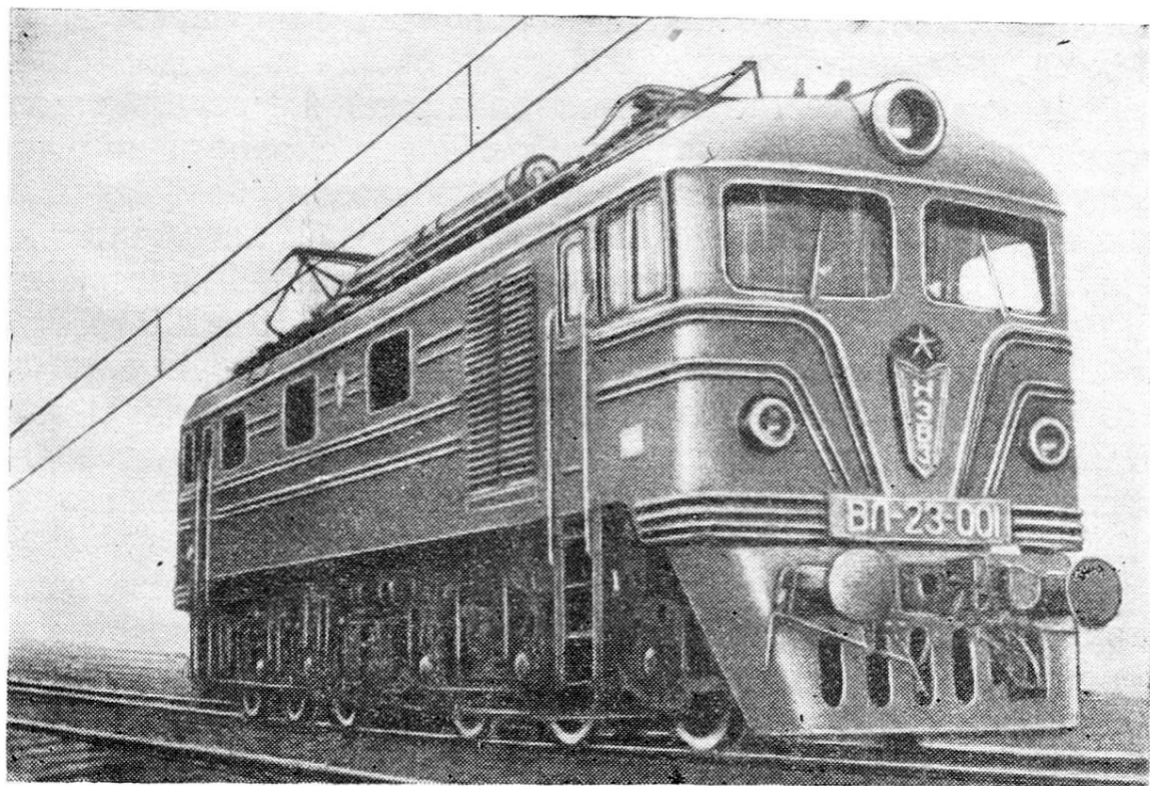
Фиг. 7. Электровоз Н8

На подъёме 9 ‰, который является наиболее характерным для значительного количества электрифицированных линий, восьмиосный электровоз, имея мощность тяговых двигателей 4 200 *квт* (5 700 л. с.), может везти состав весом 3 880 *t* со скоростью 43—47 *км/час*. На таком же подъёме электровоз ВЛ22^м может везти поезд весом 2 940 *t* со скоростью 37 *км/час*.

Несмотря на большую нагрузку на рельсы, восьмиосный электровоз имеет лучшие динамические свойства и меньше воздействует на путь, чем электровоз ВЛ22^м. Это объясняется принятой системой ходовых частей; кузов его установлен на четырёх сочленённых между собой двухосных тележках с применением дополнительных опор между тележками и кузовом, которые уменьшают колебание (виляние) элек-

тровоза. Рамы тележек литые, благодаря чему они обладают более высокой механической прочностью по сравнению с тележками, имеющими брусковые рамы. Опытная партия таких электровозов уже построена.

Новый восьмиосный магистральный грузовой электровоз превосходит по мощности все существующие и проектируемые локомотивы. Для этого электровоза разрабо-



Фиг. 8. Электровоз ВЛ23

тан ряд новых машин и аппаратов, обеспечивающих уменьшение веса на единицу мощности и имеющих более совершенные технические характеристики.

Для работы на участках с равнинным профилем проектируются шестиосные электровозы, имеющие большую скорость и мощность. Производство их должно быть налажено взамен серийного электровоза ВЛ22^м. Опытный электровоз ВЛ23 построен Новочеркасским электровозостроительным заводом; этот электровоз (фиг. 8) имеет сцепной вес 138 *т*, нагрузку от оси на рельсы 23 *т*, мощность тяговых двигателей 3 150 *квт* (4 300 л. с.), конструктивную скорость 90—100 *км/час* и скорость на расчётном подъёме 43—47 *км/час* вместо 37 *км/час* у электровоза ВЛ22^м.

При проектировании электровоза ВЛ23 предусмотрена максимальная унификация основных узлов с восьмиосным электровозом. В частности, использован такой же, как у Н8, тяговый двигатель (НБ-406-А), колёсная пара, двигатель вентилятора, фехралевые сопротивления и другое электрическое оборудование. Это значительно облегчает и ускоряет проектирование и постройку новых электровозов ВЛ23.

В настоящее время на электрифицированных линиях пассажирские поезда обслуживают грузовые электровозы ВЛ22^м, имеющие конструкционную скорость 75 км/час, и небольшое количество электровозов этой же серии с конструкционной скоростью 90 км/час. Такие скорости не отвечают требованиям пассажирских перевозок, поэтому возникла необходимость создать специальный пассажирский электровоз. Согласно техническому заданию пассажирский электровоз должен иметь сцепной вес 110—120 т, нагрузку от сцепной оси на рельсы 18—20 т, конструкционную скорость 140—160 км/час и мощность двигателей 4 500 л. с. (3 300 квт). На расчётном подъёме 9‰ он сможет везти пассажирский поезд весом 1 100 т (т. е. 18 цельнометаллических вагонов) со скоростью около 70 км/час.

В настоящее время ведутся работы по улучшению конструкции и технологии изготовления узлов серийного электровоза ВЛ22^м. В частности, намечается повышение надёжности узлов тяговых двигателей и вспомогательных машин, улучшение конструкции быстродействующих выключателей с повышенной разрывной мощностью; улучшение схемы защиты для вспомогательных цепей; применение схемы защиты от атмосферных перенапряжений, нового пантографа и редукционного клапана, схем дифференцированной защиты для электровозов без рекуперативного торможения; радиофикация электровозов; создание новых аппаратов уменьшенного веса и габарита; защита электрооборудования от попадания снега; внедрение бұкс с торцовым упором; внедрение косозубчатой передачи.

Наряду с широкой электрификацией железных дорог и созданием более совершенных электровозов, работающих на постоянном токе, в шестой пятилетке будут проводиться работы по электрификации линий на переменном токе промышленной частоты.

Огромный рост перевозок, повышение веса поездов, применение мощных и сверхмощных электровозов, резкое повышение технических скоростей предъявляют к устрой-

ствам энергоснабжения электрифицированных железных дорог иные требования, чем, скажем, 5—10 лет назад, когда для электрифицированных магистральных железных дорог была выбрана система постоянного тока напряжением 1 650 и 3 300 в.

Уже сейчас на ряде грузонапряжённых линий с тяжёлым профилем пути сечение контактной подвески достигает значительных размеров, что при двухпутных линиях вызывает затрату не менее 7—9 т цветного металла на 1 км электрифицированной линии. Необходимость экономии цветных металлов требует либо коренного усовершенствования существующей системы постоянного тока, либо перехода к системе однофазного переменного тока высокого напряжения.

Опыт показал, что система однофазного тока промышленной частоты обладает большими достоинствами. Основное преимущество этой системы заключается в том, что она позволяет повышать напряжение в контактной сети с 3 000 до 22 000—25 000 в. Эта система даёт возможность значительно снизить расход цветного металла, идущего на сооружение контактной сети, при одновременном снижении потерь энергии. Повышенное в семь раз напряжение позволяет более чем в два раза увеличить расстояние между тяговыми подстанциями и, следовательно, уменьшить их количество. Всё это вместе взятое уменьшает объёмы капиталовложений и снижает себестоимость перевозок по сравнению с эксплуатацией электрифицированных линий на постоянном токе 3 000 в.

Применение однофазного тока промышленной частоты при электрификации железных дорог связано с решением ряда сложных технических вопросов, главным из которых является выбор способа защиты линий связи от мешающего и опасного влияния однофазного тягового тока.

Стоимость и расходование цветного металла на кабелирование линий связи хотя и не больше, чем экономия, получаемая при электрификации железных дорог на однофазном токе, однако достигают значительных размеров.

В табл. 13 приведены показатели эффективности однофазного тока с частотой 50 гц при напряжении в контактной сети 22 000 в по сравнению с постоянным током той же частоты, но с напряжением в сети 3 000 в.

В 1956 г. начнётся эксплуатация железнодорожной линии на однофазном переменном токе промышленной час-

Сравнительные показатели различных систем тока

Показатели	Однофазный ток 22,0 тыс. в	Постоянный ток 3,0 тыс. в
Расстояние между двумя смежными тяговыми подстанциями в км . .	40—60	20—30
Сечение проводов контактной сети в мм ²	140	270—450
Коэффициент полезного действия системы от колёс электровоза до шин высокого напряжения тяговой подстанции в процентах .	76	72
Капитальные вложения в процентах	100	118—120

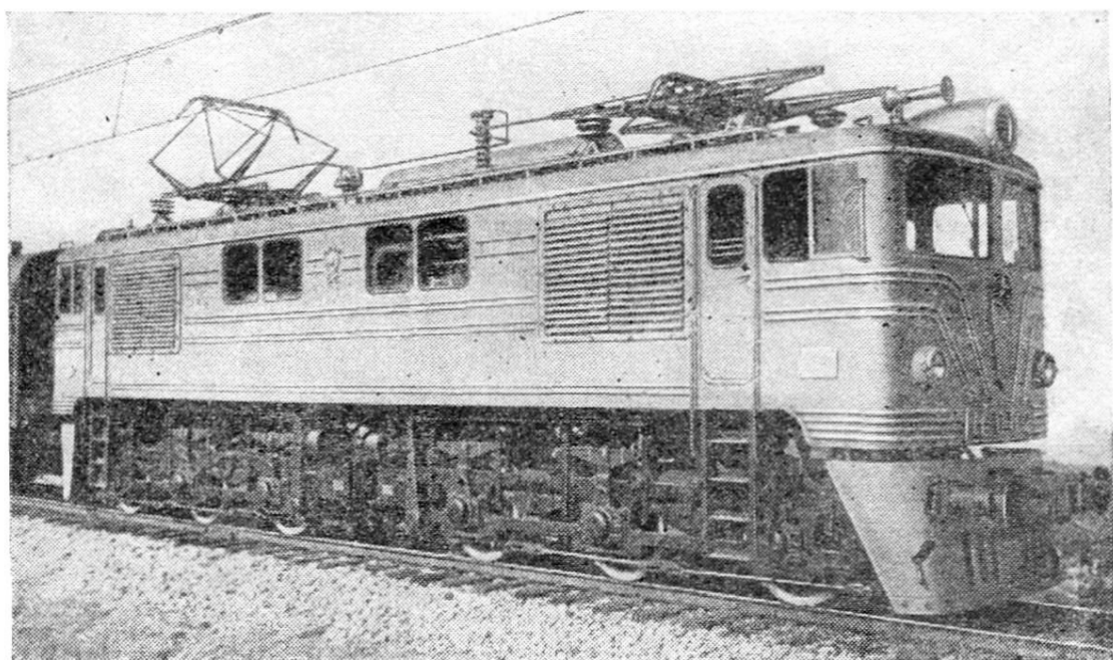
тоты. В настоящее время уже закончены строительномонтажные работы на участке первой очереди протяжением 85 км. К концу 1956 г. опытная электрифицированная линия однофазного тока будет продлена ещё на 52 км; вместе с участком первой очереди это составит 137 км. На участке будут проведены всесторонние испытания и проверка работы подвижного состава, оборудования, приборов и деталей в условиях нормальной эксплуатации.

Для работы на этой линии построены шестиосные электровозы (фиг. 9) однофазно-постоянного тока с ионными преобразователями энергии (игнитронами запаянного типа). Они созданы на базе механической части и тяговых двигателей серийных электровозов ВЛ22^м. На линии предполагается испытать электровозы однофазного тока с асинхронными тяговыми двигателями и вращающимися преобразователями фаз и частоты.

Намечается создание моторгенераторного электровоза для системы однофазного тока, который будет обладать высокими эксплуатационными качествами.

Электрификация пригородных участков крупных промышленных центров вызывает необходимость постройки моторвагонных секций, которые могли бы обеспечить большие скорости движения и максимальные удобства для пассажиров. Проект такой секции имеется. Конструктивная скорость её 130 км/час, мощность тяговых двигателей — 800 квт при напряжении в контактной сети 3 000 в. Кузов вагона цельнометаллический сварной конструкции. Вагоны оборудуются радиопередаточными установками и устройствами локомотивной автоматической сигнализации

с автостопами. Двери вагонов—автоматически закрывающиеся, вентиляция механическая, приточная. Отопление вагонов—калориферное, состоящее из двух групп электронагревательных элементов трубчатого типа мощностью 12 *квт* каждая. В пассажирских помещениях удобно располагаются поперечные мягкие трёхместные диваны. Тележки моторных и прицепных вагонов — цельносварной конструкции с двойным рессорным подвешиванием.



Фиг. 9. Шестиосный электровоз для однофазно-постоянного тока

Тяговые двигатели ДК-106 Б мощностью 200 *квт* каждый имеют независимую подвеску с консольным креплением. Такая подвеска уменьшает динамические воздействия на путь, увеличивает надёжность в работе двигателей и зубчатой передачи. Установка двух мотор-компрессоров и двух динамоторов-делителей напряжения повышает надёжность работы моторвагонных секций. Все моторвагонные секции оборудуются электропневматическими тормозами с гружёным и скоростным авторежимом, т. е. регулятором скоростей.

За последние годы заводами электропромышленности были разработаны новые виды изоляции. В настоящее время изготавливаются комплекты опытных образцов двигателей с кремнеорганической изоляцией (ДПЭ-400). Крем-

неорганические лаки вместе с стекловолокнистыми материалами и слюдой намного повысят прочность, теплоустойчивость и долговечность электродвигателей, агрегатов и машин. Кроме того, такая изоляция обладает высокой влагуостойчивостью и хорошо противостоит химическим воздействиям.

Немалое значение в повышении стойкости токоснимающих пластин пантографов и уменьшении износа контактных проводов имеет сухая графитовая смазка полозов пантографов, которая несколько лет применяется на Московско-Рязанской ж. д. В результате её применения срок службы токоснимаемых единичных пластин повысился в два раза.

Применение электрической тяги на тяжёлых по профилю грузонапряжённых линиях большой протяжённости, увеличение веса поездов и скорости движения, применение новых типов электроподвижного состава ставит новые задачи в области энергоснабжения.

Таковыми задачами, разрешение которых намечено в ближайшие годы, являются:

внедрение аппаратуры автоматического управления на всех тяговых подстанциях пригородных и магистральных электрифицированных железных дорог;

перевод тяговых подстанций на телеуправление с центральных диспетчерских пунктов;

внедрение новых и более совершенных типов электрооборудования (запаянные ртутные выпрямители, быстродействующие выключатели, конденсаторы для сглаживающих устройств и др.);

использование на электрифицированных магистралях рекуперации электроэнергии;

использование сборноблочных железобетонных конструкций тяговых подстанций и железобетонных опор для контактной сети, а также усовершенствованных деталей для них (эластичной подвески, стержневых изоляторов, медно-кадмиевого провода повышенной износоустойчивости, биметаллического несущего троса);

применение новых материалов в технике энергоснабжения и электроподвижного состава (полупроводниковые материалы, кремнеорганическая изоляция, магниевые сплавы, пенопласт и т. д.);

модернизация оборудования электровозов и тяговых подстанций (тяговые двигатели, вспомогательные машины, приборы, аппараты и пр.).

Автоматизация и телеуправление дают огромные возможности для роста производительности труда и увеличения доли квалифицированного труда.

В шестом пятилетии будет осуществлён перевод на телеуправление не только пригородных электрифицированных участков, но и магистральных линий с электровозной тягой.

При введении телеуправления работа отдельных агрегатов тяговых подстанций автоматизируется, а управление подстанциями, постами секционирования и основными разъединителями контактной сети и другой аппаратурой осуществляется диспетчером из центрального диспетчерского пункта.

Применение телеуправления даёт возможность повысить надёжность работы устройств энергоснабжения и обеспечить более оперативное управление ими. Единовременные затраты на устройства автоматики и телеуправления вследствие снижения эксплуатационных расходов окупаются примерно в течение 3—4 лет.

В настоящее время разработан комплекс специальной аппаратуры для автоматического контроля и регулирования работы оборудования тяговых подстанций: вакуумная установка, терморегулятор, тепловой водозапорный вентиль, струйное реле и реле давления. Такой аппаратурой оборудовано около 60% ртутно-выпрямительных агрегатов метрополитена и около 15% ртутно-выпрямительных агрегатов электрифицированных железных дорог. Опыт эксплуатации этой аппаратуры в течение 4 лет показал высокую её эффективность и устойчивость в работе. Автоматизация агрегатов позволила существенно повысить надёжность работы ртутных выпрямителей, сократить эксплуатационные расходы, облегчить труд обслуживающего персонала и подготовить условия для перевода тяговых подстанций на телеуправление.

На электрифицированной линии Москва—Раменское Московско-Рязанской дороги 4 тяговых подстанции и 3 поста секционирования уже полностью переведены на телеуправление.

Применение на тяговых подстанциях автоматики и телеуправления, а также новых типов преобразовательных агрегатов с безнасосными воздухоохлаждаемыми вентилями позволит снизить единовременные затраты на сооружение подстанций и уменьшить расходы по их эксплуатации.

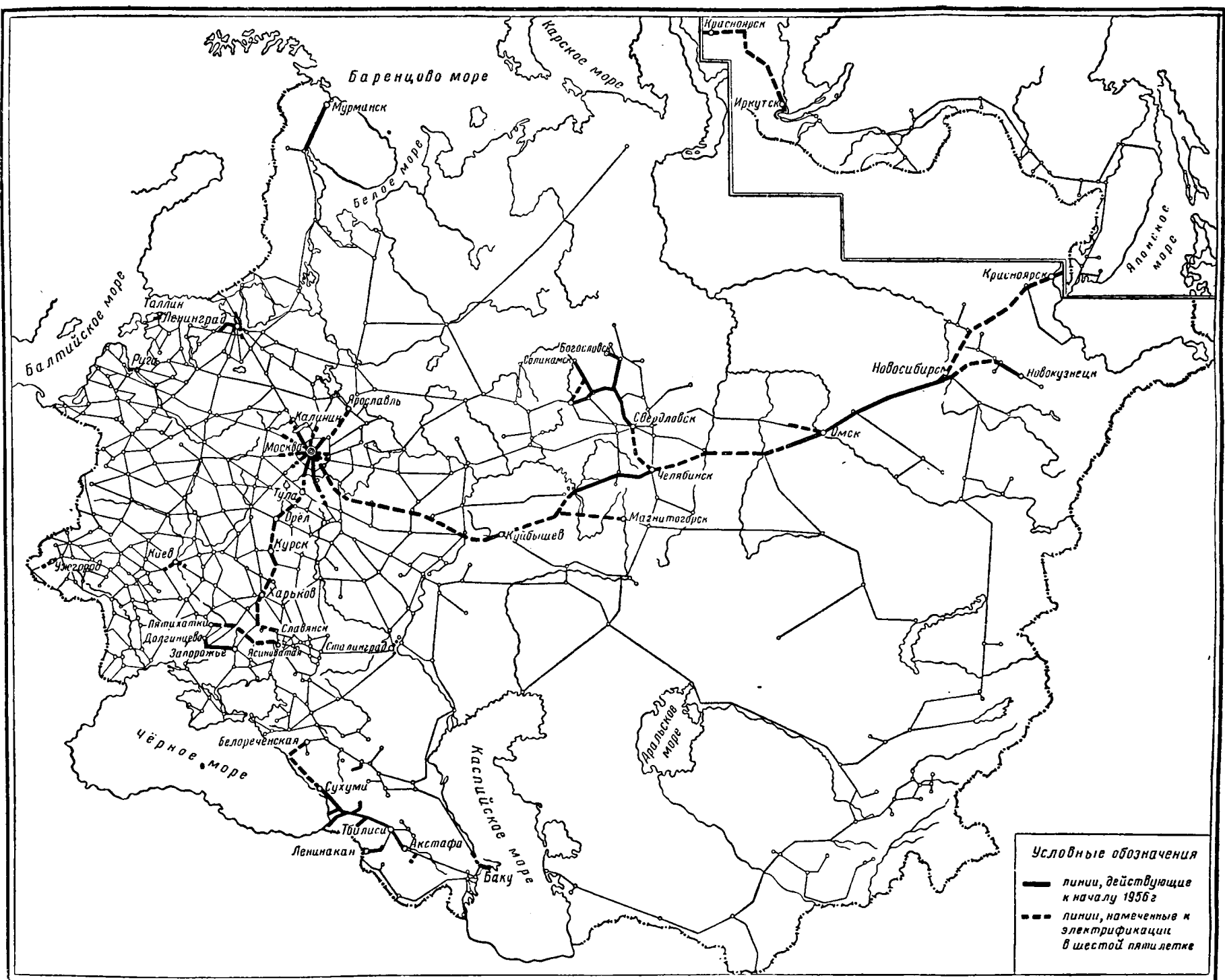
Уже в ближайшие годы потребуются увеличение нагрузок

по многим тяговым подстанциям примерно в 2—3 раза. Поэтому применяемые на тяговых подстанциях ртутно-выпрямительные агрегаты типа РМНВ-500 × 6 мощностью 2 475 *квт* должны будут заменяться на более мощные — примерно 4 000 — 5 000 *квт*. При разработке новых типов преобразовательных агрегатов для электрифицированных линий железных дорог Советского Союза следует учитывать опыт зарубежных стран, которые применяют малогабаритные выпрямительные агрегаты, полностью автоматизированные и телеуправляемые. Опытный завод в СССР выпустил первые экземпляры малогабаритных выпрямителей на напряжение 3 300 *в* и ток 500 *а*. На Свердловской ж. д. ведутся подготовительные работы по испытанию схемы инвертирования с применением вольтодобавочного трансформатора и оборудования ртутно-выпрямительных агрегатов дополнительными сетками. На Томской ж. д. начаты испытания новой схемы устройств энергоснабжения с балластным сопротивлением для поглощения избыточной энергии.

В ремонтном деле одним из основных вопросов является применение новой, более совершенной технологии ремонта ртутных выпрямителей и, в частности, термовакуумной обработки их деталей и автоматической формовки выпрямителей. Это позволит повысить надёжность работы выпрямительных агрегатов и снизить время и расход электроэнергии на формовку.

В целях дальнейшего развития электрификации железных дорог требуется максимальная типизация и стандартизация всех элементов энергоснабжения и электроподвижного состава, внедрение комплектных распределительных устройств с автоматикой устройств энергоснабжения, применение сборноблочных конструкций для тяговых подстанций и железобетонных опор контактной сети.

При разработке типовых проектов по тяговым подстанциям в первую очередь должна быть предусмотрена типизация зданий тяговых подстанций, расположения оборудования, фильтрующих устройств, распределительных устройств постоянного тока и щитов управления. Типовые проекты должны разрабатываться с учётом накопленного опыта по строительству, монтажу и эксплуатации тяговых подстанций; при этом следует предусматривать максимальное применение новой техники и возможность централизованного изготовления и монтажа отдельных узлов.



Фиг. 10.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ СССР

Важнейшими задачами шестого пятилетнего плана в области транспорта является дальнейший подъём технического уровня, широкая электрификация железных дорог и оснащение транспорта современными, наиболее прогрессивными локомотивами.

В целях повышения провозной способности железных дорог намечено осуществить работы по технической реконструкции тяги на железнодорожном транспорте путём широкого внедрения электровозов и тепловозов; поставить в течение пятилетия железнодорожному транспорту не менее 2 000 электровозов, в том числе 400 восьмиосных электровозов мощностью по 5 700 л. с.; осуществить в течение ближайших 10—15 лет перевод на электрическую тягу важнейших грузонапряжённых направлений и горных линий, а также железнодорожных магистралей с интенсивным пассажирским движением и пригородных участков крупных промышленных центров; ввести в действие в шестом пятилетии в 3,6 раза больше электрифицированных линий, чем в пятой пятилетке, обеспечив перевод на электрическую тягу железнодорожных направлений Москва — Куйбышев — Челябинск — Омск — Новосибирск — Иркутск, Москва — Харьков — Донбасс, Промышленная — Белово, Ясиноватая — Пятихатки, Белореченская — Сочи — Сухуми, а также пригородных линий в крупных городах.

На фиг. 10 показана сеть электрифицированных железных дорог к концу шестой пятилетки.

Уже в ближайшие годы действующие электрифицированные участки: Сухуми — Навтлуги — Акстафа; Санаин — Ленинанкан; Челябинск — Уфа и Куйбышев — Смышляевка; Омск — Новосибирск; Новосибирск — Инская и Белово — Новокузнецк расширятся в обе стороны.

Будут соединены электрифицированными линиями Кизел и Молотов, Свердловск и Челябинск, Магнитогорск и Абдулино, Куйбышев и Сызрань, Омск и Называевская и ряд других. Предполагается широко развернуть работы в области электрификации пригородных зон крупных городов и железнодорожных узлов: Москвы, Ленинграда, Риги, Таллина, Киева, Харькова, Днепропетровска, Сталинграда, Ростова, Сочи, Сухуми, Тбилиси, Баку,

Калинина, Горького. Молотова, Свердловска, Куйбышева, Уфы. Челябинска, Омска, Новосибирска, Иркутска и многих других городов.

В ближайшие годы намечено завершить электрификацию железнодорожных линий по всем выходам из Москвы за пределы малой Московско-Окружной ж. д., а по некоторым направлениям и за пределы большого окружного кольца. При этом железнодорожный Московский узел будет электрифицирован по всем направлениям в радиусе 50—100 и более километров.

На электротягу будет переведена густая сеть дорог Донбасса и Криворожья. Электрифицируются все железнодорожные линии в Кузбассе, на Северном, Среднем и Южном Урале. Электрификация распространится и на железные дороги Дальнего Востока.

Предполагается также электрифицировать линию Москва — Ереван, проходящую через крупные железнодорожные узлы и станции: Рязск, Мичуринск, Воронеж, Лиски, Миллерово, Батайск, Тихорецкая, Армавир, Туапсе, Adler, Сухуми. Эта линия должна соединиться с действующей электрифицированной дорогой Сухуми — Тбилиси — Акстафа и пройти к Еревану.

Большинство новых железных дорог будет строиться под электрическую тягу.

Протяжённость электрифицированных железных дорог к семидесятым годам достигнет 30% эксплуатационной длины всей сети железных дорог; объём работы, выполняемой электрической тягой, превысит 50% грузооборота страны. Масштабы предстоящих работ по электрификации линий не имеют себе равных в мировой практике.

Для выполнения намеченного объёма работ в государственных планах предусматривается внедрение промышленных методов строительства и монтажа электрифицируемых линий, всемерное расширение заводского производства узлов, деталей, сборных конструкций и оборудования тяговых подстанций и контактной сети.

Разделение процессов на операции, выполняемые параллельно, а также монтаж на месте готовых элементов резко повысят производительность и ускорят сроки готовности объектов.

В настоящее время на всех вновь электрифицируемых линиях находят широкое применение строительно-монтажные поезда, оснащённые современным оборудованием, ме-

ханизмами и приспособлениями. При монтаже контактной сети применяются специальные машины и механизмы, позволяющие использовать наиболее эффективные методы ведения работ на перегонах без занятия путей (механизмы на гусеничном ходу, тракторные копры, лебёдки и т. п.). Широкое распространение найдут железобетонные опоры для контактной сети.

В соответствии с Директивами XX съезда КПСС Министерству электростанций предстоит выполнить для железнодорожного транспорта крупные работы по устройству магистральных линий электропередачи с присоединением тяговых подстанций железных дорог к энергосистемам.

Большие задачи стоят перед Министерством электротехнической промышленности в деле создания новых типов оборудования для электрифицированных железных дорог, изготовления специальных изоляторов для контактной сети, выпрямителей-инверторов на 3 300 в, безнасосных ртутных выпрямителей с воздухоохлаждением, усовершенствованной конструкции быстродействующих выключателей направленного и ненаправленного действия, реакторов для сглаживающих устройств тяговых подстанций, конденсаторов с негорючим заполнением, приборов автоматики и телеуправления и другого необходимого оборудования.

Предприятиям Министерства чёрной металлургии надлежит освоить производство биметаллического троса и провода для контактной сети.

Выполнение постановлений Коммунистической партии и Советского правительства в области строительства новых и усиления действующих электростанций, а также строительства высоковольтных линий электропередачи продвинет далеко вперёд решение задачи о сплошной электрификации нашей Родины и электрификации железнодорожного транспорта.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Электрификация железных дорог СССР	6
Электрификация железных дорог в странах народной демократии	11
Электровозная тяга в капиталистических странах	13
Преимущества и экономическая эффективность электровозной тяги	20
Коэффициент полезного действия и расход топлива	21
Тяговые свойства локомотивов	24
Себестоимость перевозок	30
Капитальные вложения	32
Пути использования резервов на электрифицированных железных дорогах	34
Новая техника и передовая технология в хозяйстве электрифицированных железных дорог СССР	38
Перспективы развития электрификации железных дорог СССР	49

3947 ф.

Иван Иванович Голованов
Марк Исаакович Фридман

«Электровозная тяга и её эффективность»

Обложка художника *А. А. Медведева*

Технический редактор *П. А. Хитров*

Корректор *Р. А. Могилевская*

Сдано в набор 10/IV 1956 г. Подписано к печати 18/VI 1956 г.
 Формат бумаги 84×108/32. Печ. листов 1¹/₄. 1 вклейка (условных 2,87),
 бум. листов 0,875, уч.-изд. л. 2,75. Тираж 10 000. ЖДИЗ 75904
 Т04566. Зак. тип. 410. Цена 1 руб.
 ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ, Москва, Басманный туп., 6а

1-я типография Трансжелдориздата МПС
 Москва, Б. Переяславская, 46

1 руб.

Д1
18025

Экземпляр
ЧЛТ. Зала



(12)