

Н. К. П. С.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ ПО СООРУЖЕНИЮ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Ю. В. ЭНГЕЛЬГАРДТ

УЗКОКОЛЕЙНЫЕ
ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ
ЗА ГРАНИЦЕЙ И В С.С.Р.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1927 ЛЕНИНГРАД

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Вопрос о применении удешевленных, но вместе с тем усовершенствованных путей сообщения при ограниченности ресурсов на постройку железных дорог нормальной колеи или при нерентабельности этой колеи (при незначительном грузообороте) имеет для СССР весьма важное значение. Для СССР является необходимым, с одной стороны — обслужить усовершенствованными путями сообщения отдельные производящие районы Республики и создать связь их с культурными центрами, а с другой стороны — создать приток грузов, питающий магистральные линии.

Одним из видов удешевленных усовершенствованных путей сообщения являются узкоколейные железные дороги, получившие за границей широкое распространение.

Придавая делу постройки узкоколейных железных дорог особо важное значение, Центральный Отдел по сооружению железных дорог НКПС считает существенно необходимым выяснение с теоретической и практической сторон вопроса рациональности постройки и выгодности эксплоатации узкоколейных железных дорог.

Труд инженера Ю. В. Энгельгардта, подробно освещающий положение дела постройки и эксплоатации узкоколейных железных дорог в СССР и за границей и получивший одобрение высших технических органов НКПС, является одним из серьезных подходов к рассматриваемому вопросу и заслуживает внимания техников и экономистов транспорта.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

4

Считая необходимыми дальнейшие исследования и предприняв для этого соответствующие меры, Центральный Отдел по сооружению железных дорог полагает, что и читатели также не откажут, в целях дальнейшего углубления и проработки вопроса, для общей пользы дела, поделиться с Отделом своими соображениями, основанными на опыте и теоретических исследованиях.

Центральный Отдел По Сооружению Железных Дорог
Народного Комиссариата Путей Сообщения.

В В Е Д Е Н И Е

Развитие всех видов народного хозяйства и промышленности СССР выдвигает на очередь вопрос о планомерном развитии нашей железнодорожной сети, частью путем проведения новых транзитных магистралей, а главным образом — путем постройки железных дорог местного и пионерного значения.

Что касается до транзитных магистралей первостепенного значения, то ширина колеи таких дорог сомнений у нас вызвать не может — она должна быть нормальной, т.-е. 1,524 м.

Совершенно иначе, по нашему убеждению, обстоит дело с установлением ширины колеи для второстепенных дорог пионерного и местного значения.

При колоссальной территории СССР, обслуживаемой слабо развитою сетью железных дорог, нужда в постройке новых дорог во много раз превосходит те средства, которые могут быть затрачены на это дело. Между тем, чем скорее будет развиваться сеть железных дорог и чем большие районы она будет охватывать и обслуживать, тем интенсивнее будет развиваться народное хозяйство и финансовая мощь СССР.

При таких условиях естественно возникает вопрос о необходимости целесообразного понижения стоимости сооружения новых железных дорог, дабы за те средства, которые могут быть затрачены на это дело, построить возможно больше железных дорог.

Разрешение этого вопроса может ити как в плоскости рационального облегчения технических условий, так и в плоскости применения для соответствующих направлений уменьшенной ширины колеи.

Применение узкой колеи, кроме весьма значительного сокращения количества работ по устройствам, непосредственно зависящим от ширины колеи, дает возможность приспособливаться к местным условиям и условиям грузо-

оборота, вследствие значительно большей „гибкости“ этих дорог во всех отношениях.

Стоимость сооружения и оборудования узкоколейных железных дорог, как показывает практика, в $1\frac{1}{2}$ —3 раза дешевле дорог нормальной колеи, при чем в такой же примерно пропорции понижается и стоимость эксплоатационных расходов, независящих от движения.

Размеры экономии зависят от местных условий, в очень значительной степени от правильного выбора норм технических условий (с целесообразным использованием всех преимуществ узкоколейных дорог), а также от рационального выбора типов железнодорожных устройств и подвижного состава.

Что касается до эксплоатационных расходов, зависящих от движения, то таковые, главным образом, зависят не от ширины колеи, а от профиля, типа пути и от типа подвижного состава, при чем вообще с облегчением технических условий и с удешевлением типов они несколько повышаются. При правильном выборе типов это превышение оказывается значительно меньшим, чем ложащиеся на стоимость тоннокилометра строительные и эксплоатационные расходы, независящие от движения, в результате чего перевозка грузов по узкоколейным дорогам обходится, до известных пределов грузооборота, значительно дешевле, чем по дорогам нормальной колеи.

Чрезвычайно широкая приспособляемость узкоколейных дорог к условиям и размерам грузооборота позволяет понижать при очень малых грузооборотах полную стоимость постройки до 15 000 — 10 000 руб.¹ за километр и все эксплоатационные расходы до 500 руб. с километра, а в некоторых случаях и до более низких пределов. Это дает возможность с выгодою применять узкоколейные дороги в тех случаях, когда железные дороги нормальной колеи оказываются явно убыточными.

С другой стороны, при достаточно сильных типах устройства и оборудования, как показывает опыт иностранной практики, узкоколейные дороги могут обслуживать такие грузообороты, которые осуществляются лишь немногими нашими магистралями широкой колеи.

¹ По довоенным ценам.

Усиление типов может осуществляться постепенно по мере развития грузооборота.

Вышеуказанные преимущества узкоколейных дорог завоевали им за границею полные права гражданства, и в настоящее время целесообразность широкого применения этих дорог признана во всех культурных странах земного шара.

Доказательством целесообразности и своевременности широкого применения узкоколейных дорог является увеличение строительства узкоколейных дорог и все возрастающее повышение процентного их отношения ко всей железнодорожной сети земного шара: более или менее значительное строительство узкоколейных дорог началось с восьмидесятых годов прошлого столетия; к 1890 году протяжение узкоколейных дорог общего пользования на всем земном шаре было около 65 000 км, к 1912 году оно дошло до 185 000 км, а в 1922 г. до 255 000 км, при чем в 1890 г. процент узкоколейных дорог был 10%, в 1912 г. — 17%, а в 1922 г. — 21,5%.

Современное протяжение узкоколейных железных дорог по странам света и процентное отношение их к общему протяжению железнодорожной сети указано в нижеприведенной таблице.

Как видно из нижеприведенной таблицы, процент современного отношения узкоколейных дорог ко всей железнодорожной сети колеблется в пределах от 10,4 до 85,6%.

Страны	Протяжение в км железных дорог общего пользова- ния		Процентное отно- шение протяжения узкоколейных жел. дор. к общему про- тяжению всей жел.- дор. сети
	Всех размеров колеи	Узкой колеи	
Австралия . . .	47 600	28 300	59,5%
Азия	119 700	61 000	51%
Америка . . .	598 000	62 000	10,4%
Африка . . .	54 100	46 400	85,6%
Европа	371 600	57 700	15,7%
Всего	1 191 000	255 400	21,5%

¹ В Южной Америке 59%.

В большинстве внеевропейских государств и особенно в колониях узкоколейные дороги с успехом обслуживаются как транзитное, так и местное движение, а в европейских государствах — преимущественно местное движение, при чем, например, в Бельгии процентное отношение узкоколейных дорог ко всей железнодорожной сети составляет 39%, в Германии 12%, Франции 33%, Испании 38%, Швейцарии 29%, в Швеции 23% и Норвегии 33%.

Все вышеизложенное говорит за то, что узкоколейные дороги представляются чрезвычайно интересным современным путем сообщения, могущим в соответствующих случаях с большим успехом и с большою выгодой, при значительно меньших затратах, заменять железные дороги широкой колеи.

Если обратиться к железным дорогам СССР, то оказывается, что в настоящее время в ведении НКПС имеется всего лишь 1344 км узкоколейных дорог общего пользования, что составляет около 2% нашей, сравнительно слабо развитой, железнодорожной сети.

Главной причиной слабого развития узкоколейных дорог в СССР является наше невнимание к узкоколейным дорогам и слабое знакомство с современными достижениями в этой области. Неправильный выбор норм и направлений для узкоколейных дорог, излишнее разнообразие типов, а также несовершенство железнодорожных устройств способствовали неблагоприятным результатам эксплоатации, что поддерживало и еще поддерживает тенденциозно-скептическое отношение к ним многих наших железнодорожных деятелей.¹

В виду того, что узкоколейные дороги заслуживают самого серьезного внимания, и при правильной постановке всего дела могут принести СССР большую пользу, в последующем мною делается попытка вкратце осветить вопрос о целесообразности широкого применения этих дорог и о срочной необходимости дать этому делу направление, обеспечивающее наилучшее разрешение вопроса в целом и во всех его деталях.

Сначала мною дается обзор современного положения дела с постройкою и эксплоатациею узкоколейных дорог за гра-

¹ Характерные примеры: 1) Доклад инж. Л. Ф. Шухтана 16 декабря 1914 г. (Изв. Собр. Инж. 1915 г.). 2) Доклад чл. сов. НТК инж. В. А. Ставровского 27 июня 1925 г.

ницею и у нас, затем выявляются преимущества узкоколейных дорог, приводятся самостоятельные расчеты и составленные по ним диаграммы, делаются общие выводы для сравнения узкоколейных дорог с железными дорогами нормальной колеи и с безрельсовыми дорогами, а в заключение приводятся соображения о тех мерах, которые могли бы способствовать урегулированию этого дела.

Проявленный в последнее время многими ответственными работниками НКПС интерес к узкоколейным дорогам дает основание надеяться на то, что дело это теперь в СССР не заглохнет.

УЗКОКОЛЕЙНЫЕ ДОРОГИ ЗА ГРАНИЦЕЙ.

Узкоколейная линия дороги из Амьена в Аррас.

Первое узкоколейное здание дороги из Амьена в Аррас было в Третий год открыто для публики, но которой требовалась прокладка железнодорожную линию не давала возможности прокладки тяжелую инфраструктуру шириной. Приходилось же прокладывать лишь крутые работы по уклонению линии от прокладки широкой железной дороги, в результате было получено здание узкоколейного транспорта, каковая

прокладка здания стала возможна в силу того, что

вокруг здания земли были открыты конные узкоколейные линии из Амьена в Аррас, а также из Арраса в Булонь-Бийанку, которые были прокладены обеими из прокладки здания в пределах земли, занятой бывшими боянскими волоками, по которому

была выделена земелька для этой дороги.

В этом же году были прокладки узкоколейные линии

из Арраса в Грави-Бланшань и из Арраса в Булонь-

Бийанку, а также из Арраса в Булонь-Бийанку и Булонь-

Бийанку в Булонь-Бийанку, а также из Арраса в Булонь-

Бийанку в Булонь-Бийанку, а также из Арраса в Булонь-

Бийанку в Булонь-Бийанку, а также из Арраса в Булонь-

Бийанку в Булонь-Бийанку, а также из Арраса в Булонь-

Бийанку в Булонь-Бийанку, а также из Арраса в Булонь-

ГЛАВА I.

ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛА ПОСТРОЙКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ЗА ГРАНИЦЕЙ.

§ 1. Исторический очерк развития узкоколейных железных дорог.

Первая узкоколейная железная дорога (Фестиньгская) была построена в 1832 году в Англии, к бухте Тремадо. Ширина оградительной дамбы, по которой требовалось проложить железнодорожную ветку не давала возможности устроить таковую нормальной ширины, приходилось или производить очень крупные работы по уширению дамбы или сужать ширину железной дороги; в результате было решено сделать опыт с уменьшением ширины колеи, каковая по местным условиям была принята в 0,597 м ($1'11\frac{1}{2}''$). Дорога эта была построена для конной тяги.

В августе того же года была открыта конная узкоколейная дорога общего пользования в Австрии, Будвейс-Линц, ширина колеи которой (1,106 м) соответствовала ширине хода обычных верхне-австрийских конных повозок, по образцу коих были устроены вагонетки для этой дороги.

Затем в 1840 году была построена узкоколейная дорога во Франции, Грэзо-Центральный канал, ширина колеи которой была принята по неизвестным соображениям в 1,30 м.

Эти первые опыты применения суженной колеи не обратили на себя внимания железнодорожных деятелей того времени, и до начала шестидесятых годов прошлого столетия никто не возбуждал вопроса о широком применении таких дорог для общего пользования.

В 1861 году Эжен Флашá (Eugène Flachat), серьезно занявшийся разрешением вопроса о скорейшем удовлетворении

остро ощущавшейся во Франции нужды в развитии железнодорожной сети дорог местного значения, необходимых для поднятия благосостояния 62 бедневших департаментов, понял, что наилучшим выходом из положения является постройка в широком масштабе возможно более дешевых железных дорог суженной колеи. Он пытался обратить внимание современных деятелей на выгодность применения таких дорог, особенно при тяжелых местных условиях и незначительных грузооборотах, но несмотря на то, что предложение Флаша не встретило серьезных возражений и его даже поддерживали некоторые наиболее предусмотрительные деятели, все же потребовалось много труда и времени для того, чтобы сломить рутину и обычное предубеждение против всяких нововведений; только в конце семидесятых годов, под влиянием неудачного в экономическом отношении опыта эксплуатации ряда местных дорог нормальной колеи и под давлением все возраставшей нужды в поднятии производительных сил страны, во Франции было обращено серьезное внимание на узкоколейные дороги и началось строительство таковых в государственном масштабе. При этом, хотя до 1888 года и не было установлено определенной ширины колеи, однако, почти все узкоколейные дороги во Франции строились метровой ширины. В 1888 году французским правительством для всех узкоколейных дорог общего пользования была установлена исключительно метровая колея, что было вызвано как экономическими, так и стратегическими соображениями. Затем, после того как на Всемирной Парижской Выставке инженер Дековиль построил паровозную железную дорогу шириной 0,60 м и доказал на практике, что и при такой ширине колеи можно успешно выполнять довольно значительные пассажирские и товарные перевозки, эта колея была также допущена во Франции и получила довольно широкое распространение, при чем предварительно дороги такой ширины были испытаны как министерством общественных работ, так и военным министерством.

Общее протяжение узкоколейных дорог общего пользования во Франции в 1899 году составляло около 5000 км, в 1910 году оно дошло до 15 000 км, а к 1924 году — до 18 000 км.

В Германии первая узкоколейная железная дорога общего пользования, Брольтальская (Brölthalbahn), была по-

строена в 1862 году. Ширина колеи была случайно принята в 0,785 м. До 1868 года других узкоколейных дорог не строилось.

В 1868 году, на съезде союза архитекторов и инженеров в Гамбурге, К. Кёпке (C. Köpke) выступил с обстоятельным докладом, в котором ярко осветил те существенные выгоды, которые можно ожидать от широкого применения узкой колеи. Этот доклад возбудил большой интерес и вызвал оживленное обсуждение затронутого вопроса в технических и промышленных кругах.

Целесообразность применения для дорог местного значения узкой колеи была признана Союзом Германских железных дорог, что было зафиксировано в изданных в 1876 году „технических условиях на сооружение железных дорог второстепенного значения“, коими рекомендовалось обратить внимание на узкоколейные дороги шириною 1,00 м и 0,75 м.

Очень дешевая стоимость устройства узкоколейных железных дорог (13 000—16 000 р. за 1 км), в связи с удачными результатами эксплоатации, обратили на себя особое внимание саксонского правительства, которое в 1879 г. издало распоряжение, чтобы для всех подъездных путей, предназначенных для обслуживания новых районов и для соединения их с существующей сетью железных дорог, применялась исключительно узкая колея в 0,75 м.

После удачных результатов испытания на Всемирной Парижской Выставке в 1889 году Дековилевских дорог, шириною в 0,60 м, эта колея также была допущена для дорог общего пользования в Германии и получила довольно широкое распространение в Пруссии, в Мекленбурге и Померании.

В 1890 году протяжение узкоколейных дорог общего пользования в Германии было около 1100 км, в 1907 году оно дошло до 7650 км, а к 1922 г., ввиду отторжения Германии в результате войны некоторых областей, снизилось до 6850 км.

Большое влияние на развитие строительства узкоколейных дорогоказал чрезвычайно удачный опыт быстрой, дешевой постройки и благоприятные результаты эксплоатации Боснийских железных дорог (0,760 м).

При оккупации Боснии в 1878 году там имелась только одна железная дорога нормальной колеи Доберлин-Баньялуга

(Doberlin-Banjaluka), длиною 101 км. Для снабжения продвигавшихся вглубь страны оккупационных войск, австрийцы в срочном порядке построили по типу полевых железных дорог основную коммуникационную магистраль от Боснийского Брома до Зепса, ширина колеи которой была принята в 0,760 м в соответствии с имевшимся в наличии узкоколейным рабочим подвижным составом, применявшимся в Австрии при работах по постройке железных дорог. Действительная провозная способность этой дороги превзошла самые смелые ожидания, вследствие чего и другие дороги в оккупированной стране решено было строить такой же ширины, хотя для некоторых дорог уже было устроено земляное полотно под нормальную колею. Построенные для стратегических целей временные узкоколейные железные дороги были перестроены в постоянные, со ставлением той же колеи.

Решение обслужить всю Боснию узкоколейной сетью было для того времени очень смелым, так как узкая колея тогда не завоевала еще себе прав гражданства, однако, как показала действительность, решение это было очень разумно, ибо оно дало возможность, в сравнительно короткий срок, оборудовать страну, при тяжелых условиях, достаточною сетью железных дорог, которая обошлась в два с половиною раза дешевле нормальной колеи, и до сего времени работает вполне удовлетворительно, вовсе не нуждаясь в перестройке.

Большое внимание на узкую колею было обращено в Швеции и Норвегии. Первая узкоколейная железная дорога в Швеции была построена в 1860 году, Шмедьбакенская (Smedjebackens); ширина колеи для нее, по личному усмотрению строителей, была принята в 1,188 м. В 1865 году там было 105 км узкоколейных железных дорог, в 1895 г. — 2000 км, в 1914 г. — 3400 км, а в 1922 г. — 3600 км. Ширина колеи — преимущественно 1,067 м и 0,891 м.

В Норвегии первая узкоколейная железная дорога была построена в 1862 году, с шириной колеи 1,067 м (3,5'). В 1890 году общее протяжение узкоколейных железных дорог в Норвегии было около 900 км, а в 1910 г. — около 1200 км.

В Бельгии первая узкоколейная железная дорога была построена от Антверпена до Гента в 1847 году, шириной 0,952 м. Построив сравнительно рано первую узкоколейную

железную дорогу, бельгийцы долго оставляли без внимания узкоколейные дороги. Однако, жизненные потребности страны заставили обратить серьезное внимание на надлежащее развитие сети дорог местного значения. В 1885 году в Бельгии было организовано Национальное Общество местных железных дорог (National Société des chemins de fer), перед которым сразу же встала задача возможно скорее оборудовать страну необходимую для развития всех видов народного хозяйства сетью путей местного значения. С первых же шагов своей деятельности это Общество поняло, что наилучшим решением вопроса является применение для таких дорог уменьшенной ширины колеи, при чем наиболее целесообразной была признана метровая колея. Развив широко и планомерно свою деятельность, Национальное Общество оказалось своему государству громадную пользу, покрыв в сравнительно короткий срок всю территорию густою сетью путей местного значения, которые оказались мощным фактором чрезвычайно интенсивного роста промышленности и всех видов народного хозяйства.

Общее протяжение узкоколейных железных дорог в Бельгии в 1890 году было около 700 км, в 1900 г.—1900 км, в 1912 г.—3500 км, а 1922 г.—4340 км.

В Швейцарии первые узкоколейные железные дороги (Лозанна-Эшален, Риги-Шейнде¹ и Аппензельская) были построены в 1873—1875 гг.; затем в течение 12 лет узкоколейных дорог почти не строилось. Строительство этих дорог стало там развиваться только с 1887 года, при чем в первое пятилетие было построено около 400 км, в 1910 году общее протяжение узкоколейных дорог Швейцарии дошло до 700 км, а к 1922 г.—до 1550 км. Ширина колеи—преимущественно метровая, некоторые же ветки имеют ширину 0,80 м, 0,75 м и 0,60 м.

В Испании первая железная дорога Картагена-Делия построена в 1864 году. В 1893 году протяжение узкоколейных железных дорог в Испании было 950 км, к 1912 году такое превышало 3000 км, а в настоящее время оно, по данным Railway Gazette (1924 г. № 6), дошло до 5950 км, из коих около 90% метровой колеи, а остальные—0,91 м и 1,067 м.

¹ Данные эти, повидимому, преувеличены.

В Италии первая узкоколейная железная дорога Турин-Риволи была построена в 1871 году, в 1890 году там насчитывалось уже около 1000 км таких дорог, а в 1912 г.— около 2000 км. Ширина колеи преимущественно 0,95 м; кроме того довольно много дорог метровой колеи и небольшое количество в 1,10 м, 0,96 м, 0,85 м и 0,75 м.

В самой Англии (Великобритания), ранее других государств развившей сеть железных дорог нормальной колеи, узкоколейные дороги значительного развития не получили; в Ирландии имеется около 850 км железных дорог шириной 0,914 м, а в английских колониях Азии, Африки и Австралии узкая колея имеет очень большое распространение (см. стр. 26).

В Северо-Американских Соединенных Штатах в первом периоде развития железнодорожного строительства возник, как это было и в Англии, вопрос о применении вместо нормальной, более широкой колеи, до 2,136 м (7'). Затем, когда победили сторонники нормальной колеи, был возбужден вопрос о целесообразности в соответствующих случаях сужения колеи, что горячо отстаивалось многими авторитетами в целях наиболее успешного развития железнодорожной сети, особенно в гористых районах. Первая узкоколейная железная дорога в Северо-Американских Соединенных Штатах, Денвер-Рио-Гранде (Denver-Rio-Grande), была построена в 1870 году, шириной 0,914 м (3'). Затем в 1871 году Законодательным Комитетом было издано постановление, коим признавалось целесообразным устройство узкоколейных дорог „там, где железные дороги сооружаются исключительно по экономическим соображениям, так как применение в соответствующих случаях узкой колеи может без ущерба для грузоподъемности понизить размер строительных расходов в два и более раза“.

Строительство узкоколейных дорог стало наиболее интенсивно развиваться в Северо-Американских Соединенных Штатах во время войны за освобождение и в следующий за освобождением период, когда нужда в сооружении новых железных дорог выдвинулась с особою силою, а средства были ограничены. В 1876 году в Северо-Американских Соединенных Штатах протяжение узкоколейных дорог общего пользования было 3170 км, к 1880 году оно возросло до

8420 км, а в 1885 году превысило 15 000 км, при чем в некоторые годы длина вновь строящихся узкоколейных дорог составляла до 30% общего протяжения сооружаемых железных дорог. При этом проявилось излишнее увлечение, и узкоколейные линии стали строить во многих случаях по направлениям магистралей первостепенного значения без достаточного учета ближайшего развития движения. В результате такого увлечения многие узкоколейные дороги в скором времени оказались не в состоянии при тогдашних типах подвижного состава удовлетворять неожиданно быстро растущим требованиям. Это послужило причиной резкого охлаждения в Северо-Американских Соединенных Штатах к узкоколейным дорогам вообще.

В 1886 году был возбужден вопрос о полной унификации колеи с приведением всех железных дорог как более широкой, так и узкой колеи, к одной нормальной ширине 1,435 м. Наличие крупных средств при колоссальном развитии промышленности дало возможность в сравнительно короткий срок осуществить унификацию почти полностью. В результате, к 1912 г. в Северо-Американских Соединенных Штатах осталось лишь 2070 км узкоколейных дорог общего пользования (0,914 м), каковое количество сохранилось и до настоящего времени.

По примеру Северо-Американских Соединенных Штатов в Канаде также была произведена унификация колеи с перестройкою как более широкой, так и узкой (0,914 м около 1200 км) на нормальную колею (1,435 м), при чем унификация была осуществлена полностью.

Ширина узкой колеи в Северо-Американских Соединенных Штатах осталась только 0,914 м (3'). Прежде же, кроме того, применялись следующие размеры: 1,067 м, 1,016 м, 0,762 м, 0,610 м и одна дорога имела колею в 0,25 м.

В остальных республиках Северной и Южной Америки узкоколейные дороги получили большое распространение, работают вполне удовлетворительно, и вопрос о перестройке их на нормальную колею не возбуждается; только в некоторых республиках вполне основательно возбужден вопрос об унификации узкой колеи, т.-е. об установлении определенной ширины для всех дорог общего пользования; такая унификация намечена, например, в Бразилии (1,00 м) и

осуществлена в Коста-Рика, Эквадоре (1,067 м) и Гватемале (0,914 м).

В Мексике для узкоколейных дорог приняли преимущественно ширину 0,914 м (3'). В настоящее время таких дорог имеется там около 3000 км. В Коста-Рике с самого начала железнодорожного строительства приняли для всех дорог узкую колею в 1,067 м ($3\frac{1}{2}$ ').

В Бразилии первая узкоколейная дорога, Кантагальская (в штате Рио-де-Жанейро), была открыта в 1860 г. (1,00 м). В первый период развития железных дорог определенной колеи установлено не было, и дороги строились разной ширины (1,676 м, 1,60 м, 1,44 м, 1,20 м, 1,10 м, 1,067 м, 1,00 м, 0,90 м, 0,762 м, 0,60 м и др.), при чем до 1875 г. предпочтение отдавалось ширококолейным дорогам (в 1875 г. узкоколейных дорог было $\approx 40\%$), а затем стали все более и более убеждаться в выгодности узкоколейных железных дорог. В 1880 году Бразильский железнодорожный конгресс признал целесообразным переходить по возможности к метровой колее, на которую в последние два десятилетия были перестроены некоторые дороги широкой и иной узкой колеи. В 1870 году в Бразилии было 730 км железных дорог, из коих 650 км широкой колеи. В 1875 г. из 1520 км было 900 км ширококолейных, 450 км метровой и 170 км разной узкой колеи. В 1877 г. протяжение узкоколейных железных дорог сравнялось с протяжением широкой колеи, а затем все более и более стало развиваться строительство дорог метровой колеи. В 1911 году в Бразилии насчитывалось дорог метровой колеи 18 600 км, других размеров узкой колеи — 1850 км и широкой колеи 1400 км. К 1923 году общее протяжение бразильских железных дорог дошло до 29 215 км, из которого количества 26 046 метровой колеи, 1624 км широкой колеи, 734 км — 0,762 м, 589 км — 0,600 м, 189 км смешанной колеи и 33 км разной колеи.

В Аргентине в 1890 году протяжение узкоколейных дорог определялось в 3500 км, а к 1911 году оно достигло 10 600 км (ширина колеи 1,000 м).

В Азии сначала к узкоколейным дорогам относились с недоверием и развитие их шло довольно медленно, с девяностых же годов прошлого столетия на них было обращено особое внимание; в 1912 году протяжение узкоколейных

дорог в Азии было около 40 500 км, а в настоящее время оно дошло до 61 000 км и составляет около 51% общего протяжения азиатских железных дорог.

В частности, в Японии первая железная дорога, Токио—Иокогама, открытая для движения в 1872 году, была устроена шириной 1,067 м. В первое десятилетие дальнейшее развитие железных дорог шло слабо, и к концу 1880 года там имелось их лишь 90 км. Затем, по мере развития культурной жизни страны, строительство железных дорог стало развиваться все сильнее и сильнее. К 1892 году протяжение японских железных дорог дошло до 3000 км, в 1893 году—до 5500 км, в 1908 году—до 8000 км, а в настоящее время общая длина узкоколейных дорог Японии достигает 13 500 км. Почти все дороги имеют ширину 1,067 м, и только очень небольшое количество дорог местного значения имеет более узкую колею (0,762 м).

В Индии первое время строительство узкоколейных дорог развивалось слабо, при чем дороги эти строились разной ширины (1,219 м, 1,00 м, 0,762 м и 0,610 м), с девяностых же годов англичане вполне оценили преимущества этих дорог и сильно развили их строительство, применяя, главным образом, метровую колею. В 1890 году в Индии было около 9700 км узкоколейных железных дорог, к 1912 году протяжение железных дорог метровой колеи дошло до 21 500 км и узкоколейных дорог иной ширины до 3000 км (при общей длине ширококолейных дорог, шириной 1,667 м,—26 200 км), а к 1922 г. протяжение узкоколейных дорог превзошло 31 500 км.

В Нидерландской Индии в 1912 г. было около 2300 км узкоколейных дорог, а в настоящее время имеется свыше 6000 км узкоколейных дорог с шириной колеи в 1,067 м и 120 км шириной в 0,60 м.

Железнодорожные сети Индокитая и Малайских штатов имеют метровую ширину. Общее протяжение узкоколейных дорог в 1912 году было 3000 км, а к 1922 году дошло до 6600 км.

В Китае узкоколейные дороги имеют слабое развитие.

В Африке первая узкоколейная железная дорога общего пользования была построена в Алжире в 1874 году, при чем ширина колеи была принята в 1,055 м.

С восьмидесятых годов прошлого столетия все европейские государства, оценив преимущества узкой колеи, стали в своих африканских колониях строить преимущественно узкоколейные дороги, что дало им возможность в сравнительно короткий срок оборудовать железнодорожной сетью недоступные до того времени районы.

ТАБЛИЦА I
развития узкоколейных железных дорог по отдельным государствам.

Наименование государств	Первая узкоколейная железная дорога			Протяжение узкоколейных дорог в км		
	Название	Год открытия	ширина колеи в м	1890 г.	1910—12 г.	1922 г.
Австрия } Венгрия	Линц—Будвейс . . .	1832	1,106	800	2 000	870 610
Англия ¹	Фестингская . . .	1832	0,597		1 100	1 100
Бельгия	Антверпен-Гент . . .	1847	1,151	700	3 500	4 350
Германия	Брельтальская . . .	1862 ²	0,785	1 100	7 650	6 850
Греция	Пиргос-Катаколо . . .	1883	1,000	930	1 164	1 030
Испания	Картагена-Делия . . .	1864	1,000	950	3 400	5 980
Италия	Турин-Риволи . . .	1871	0,900	1 000	1 900	2 000
Норвегия	Лильштрэм-Конгсвингер . . .	1862	1,067	970	1 200	1 160
Франция	Грезо-Центральный канал . . .	1840	1,300	2 900	15 000	17 800
Швейцария	Лозанна-Эшален . . .	1875		300	700	1 550
Швеция	Шмедебакенская . . .	1860	1,188	1 675	3 400	3 590
Северо-Американские Соединенные Штаты	Денвер-Рио-Гранде . . .	1870	0,915	15 500 (1875 г.)	2 070	2 070
Бразилия	Кантагальская . . .	1860	1,000	600	20 000	27 380
Алжир и Тунис		1874	1,055		3 500	4 880

В 1912 году общее протяжение африканских узкоколейных дорог было около 36 000 км, составляя 70% всей железнодорожной сети Африки, а к 1922 году дошло до 46 400 км и составляло 89% всей сети. Наибольшее распространение в Африке имеет колея в 1,067 м, а затем метровая колея; кроме того имеется некоторое количество дорог шириной: 1,055 м, 0,762 м, 0,750 м, 0,610 м и 0,600 м (см. стр. 26—27).

¹ Великобритания и Ирландия.

² Ранее, в 1856 году была построена небольшая ветка частного пользования в Верхней Силезии (0,785 м).

В Австралии, как и в большинстве других стран, сначала к узкоколейным дорогам относились скептически, однако, благоприятные результаты постройки и эксплоатации узкоколейных дорог, с одной стороны, и большие финансовые и технические затруднения, ограничивавшие применение ширококолейных дорог, с другой, заставили австралийских строителей обратиться к узкой колее. Это дало возможность в сравнительно короткий срок при много меньших затратах развить сеть железных дорог Австралии, приобщить к европейской культуре дикие районы и использовать их естественные богатства.

ТАБЛИЦА II
развития узкоколейных железных дорог по странам света.

Название стран света	Первая узкоколейная железная дорога			Протяжение узкоколейных железных дорог в км			Полная длина всех железных дорог 1922 г.	% узкоколейных жел.-дор. по отношению ко всей сети
	Название	Год открытия	ширина колеи в м	1890	1912	1922		
Европа	Фестиньогская .	1832	0,597	12 500	40 500	57 727	371 607	15,7%
Америка (Северная и Центр.) ¹	Денвер-Рио-Гранде (Северо-Американские Соед. Штаты) .	1870	0,914	17 000	10 000	9 595	509 368	1,8%
Америка Южная	Кантагальская (Бразилия) .	1860	1,000	10 000	38 500	52 431	88 642	59 %
Азия				15 000	40 500	60 955	119 671	51 %
Африка	(Алжир) . . .	1874	1,055	10 000	36 000	46 410	54 087	85,6%
Австралия				1 000	20 500	28 266	47 617	59,5%
	Всего . . .			65 500	186 000	255 384	1 190 992	21,5%

В 1881 году в Австралии было около 500 км узкоколейных железных дорог, в 1890 году около 1000 км, в 1912 г. протяжение узкоколейных дорог Австралии дошло до 21 000 км, составляя около 55% всей сети, а в 1922 г. до 28 300 км, что составляет 59% всей сети. Некоторые районы, как, например, Квинслэнд, вся Западная Австралия, Новая Зеландия и Тасмания, обслуживаются исключительно узкоколейными дорогами. Ширина узкой колеи преимущественно 1,067 м, и только небольшое количество дорог имеет иную ширину (1,00 м, 0,762 м и 0,610 м).

¹ С Антильскими островами.

В таблицах I и II приведены данные о постепенном развитии узкоколейных дорог в некоторых отдельных государствах и по странам света.

§ 2. Современное протяжение узкоколейных железных дорог и ширина колеи.

ПРОТЯЖЕНИЕ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ. В настоящее время узкоколейные железные дороги завоевали себе во всех странах земного шара полные права гражданства и получают все большее и большее распространение.

Протяжение узкоколейных железных дорог общего пользования на 1922 год составляло 255 400 км, т.-е. 21,5% всей железнодорожной сети. Особенно широкое распространение получили эти дороги в тех государствах и колониях, хозяйственная и промышленная жизнь которых стала развиваться сравнительно недавно и где развитие железнодорожной сети должно было идти ускоренным темпом; это наблюдается особенно в настоящем веке по всей Южной Америке, в Австралии, в Африке и в Азии, где узкоколейные дороги с большим успехом выполняют как функции магистралей, так и дорог местного значения.

Что касается европейских государств, то почти везде узкоколейные дороги получили большое распространение как дороги местного значения и оказываются во многих случаях гораздо более выгодными, чем железные дороги нормальной колеи. Особенно ярким примером может служить Бельгия, где густая сеть железных дорог нормальной колеи не помешала чрезвычайно интенсивному развитию узкоколейных железных дорог (39% от общего протяжения всех железных дорог), оказавших большую пользу в деле развития всех видов промышленности и народного хозяйства.

Весьма значительное распространение (20%—38%) узкоколейные железные дороги получили также во Франции, Швеции, Норвегии, Греции, Испании, Швейцарии и др.

В таблице III (стр. 24—27) указано протяжение узкоколейных железных дорог во всех странах земного шара и в отдельных государствах и колониях по последним данным, выбранным из имевшихся в нашем распоряжении

источников иностранной литературы.¹ В этой же таблице указано для сравнения общее протяжение железнодорожной сети и процент протяжения узкоколейных железных дорог по отношению ко всей железнодорожной сети.

ширина колеи. Вопрос о том, какую колею следует считать узкой, неоднократно дебатировался ввиду того, что в некоторых государствах и колониях нормальною колеёю является колея в 1,067 м и в 1,000 м. Большинство авторитетов считает наиболее правильным признавать за нормальную так называемую Стефенсоновскую колею в 1,435 м, которая составляет ~ 67% всех железных дорог; в таком случае все колеи больших размеров являются широкими, а меньших — узкими; такой номенклатуры мы и будем придерживаться в дальнейшем изложении.

Ширина колеи пока еще является „больным местом“ многих узкоколейных железных дорог. Отсутствие каких-либо норм и определенного критерия для выбора колеи, в связи с эпизодичностью постройки не только первых, но и многих позднейших узкоколейных дорог, явилось причиной того, что не только в разных странах, но и в одном и том же государстве встречаются самые разнообразные размеры ширины колеи. Пределы колебания простираются от 1,397 м до 0,187 м, при чем в этих пределах имелось

¹ При сопоставлении ряда данных современных периодических журналов („Archiv für Eisenbahnwesen“, „Zeitung der Eisenbahnverwaltung Verkehrstechnische Woche“, „Bulletin de l'association internationale du congrès des chemins de fer“, „Revue Générale des chemins de fer“, „The Railway Gazette“ и др.) обнаружилось значительное расхождение, особенно общих сводных сведений о протяжении железных дорог на один и тот же год; при составлении настоящей таблицы выбирались, путем сопоставления и оценки достоверности, наиболее достоверные сведения, по возможности из более официальных и специальных источников. В частности путем сопоставления и отбора удалось обнаружить совершенно неправильные общие данные, приведенные в № 30 „Verkehrstechnische Woche“ 1924 г., очень много ошибок в сводной таблице № 3 „Revue Générale des chemins de fer“ 1925 г. и неправильность некоторых данных в сводных таблицах в № 6 „Railway Gazette“ 1924 г. и в № 12 „Bulletin de l'association internationale du congrès des chemins de fer“ 1924 г.

Наиболее основательные и правильные данные, насколько удалось выяснить, дают „Archiv für Eisenbahnwesen“ и „Zeitung der Eisenbahnverwaltung“, наиболее же подробные данные приводятся в „Railway Gazette“ и „Bulletin de l'ass. internat. du congrès des chemins de fer“.

ТАБЛИЦА III.

Наименование государства и колоний	Протяжение узкоколейных железных дорог в км										Примечание
	1,067	1,000	0,914	0,762	0,750	0,610	0,603	0,600	Иных размеров	Итого	
									ширины рельса	узкоколейных	жел.-дор.
I. Европа.											
Австрия	—	215	—	639	—	—	—	0,900	13	867	6 339
Англия (Великобритания и Ирландия)	24	—	877	30	—	—	100	(8 разм.)	76	1 107	39 262
Бельгия	490	3 850	—	—	—	—	—	—	—	4 340	11 093
Болгария	—	—	—	—	—	—	—	—	—	368	2 614
Венгрия	—	545	48	—	—	—	14	—	—	607	9 529
Германия	—	4 500	—	—	—	—	—	—	—	6 850	57 652
Голландия (Нидерл.)	500	—	1 030	—	—	—	—	—	—	500	3 445
Греция	—	—	414	—	—	—	—	—	—	1 030	3 192
Дания	—	—	5 860 ¹	—	—	—	—	—	—	414	4 967
Испания	—	—	—	345	—	—	—	—	—	5 985 ¹	15 520
Италия	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 000	20 118
Латвия	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Литва	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Люксембург	—	500	25	—	—	—	—	—	—	280	—
Норвегия	—	—	1 050	—	—	—	—	—	—	—	—
Польша	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,700	265
Португалия	—	—	—	400	—	—	—	—	—	400	400
Румыния	—	—	—	—	750	300	—	—	—	—	—
СССР	—	—	—	—	—	854	—	—	—	0,917	42
Турция (европейская)	—	—	—	319	129	—	—	—	—	—	—
Финляндия	—	—	—	—	—	—	170	—	—	—	—
Франция	—	—	—	17 500	—	—	—	300	—	—	—
											17 800
											53 560
											4 290
											3,3

¹ Протяжение это указано в "Railway Gazette" (1924) и "Revue Generale des Chem. de fer" (1925). других данных нет; из сопоставления с данными 1912 г. усматривается, что цифра эта сильно преувеличена (примерно на 2 000 км).

Продолжение.

свыше шестидесяти размеров колеи, разнящихся между собою в некоторых случаях на 1—2 мм (1,397 м, 1,330 м, 1,300 м, 1,220 м, 1,219 м, 1,218 м, 1,200 м, 1,188 м, 1,157 м, 1,106 м, 1,100 м, 1,093 м, 1,070 м, 1,067 м, 1,055 м, 1,050 м, 1,016 м, 1,000 м, 0,990 м, 0,980 м, 0,960 м, 0,950 м, 0,945 м, 0,940 м, 0,915 м, 0,900 м, 0,891 м, 0,890 м, 0,884 м, 0,850 м, 0,800 м, 0,785 м, 0,763 м, 0,762 м, 0,760 м, 0,750 м, 0,711 м, 0,700 м, 0,670 м, 0,660 м, 0,650 м, 0,630 м, 0,614 м, 0,610 м, 0,600 м, 0,597 м, 0,590 м, 0,557 м, 0,550 м, 0,535 м, 0,520 м, 0,510 м, 0,500 м, 0,457 м, 0,410 м, 0,381 м, 0,250 м, 0,187 м и др.). Большая часть этих размеров относится к единичным веткам и имеет только историческое значение. Колея уже 0,600 м для дорог общего пользования применяется в исключительных случаях.

В настоящее время на дорогах общего пользования наиболее широкое распространение имеют следующие размеры колеи: 1,067 м, 1,000 м, 0,915 м, 0,762 м, 0,760 м, 0,750 м, 0,610 м и 0,600 м.

Безусловно самое большое распространение имеет метровая колея ($\sim 129\ 000$ км), каковая применяется преимущественно перед другими узкими колеями в следующих государствах и колониях: Бельгия, Германия (Пруссия и Бавария), Греция, Испания, Франция, Швейцария; Бразилия, Аргентина, Боливия, Чили, Колумбия; Британская Индия, Индокитай, Китай, Малайские штаты; Алжир, Восточная и Центральная Африка, Тунис и почти все французские колонии в Африке.

На втором месте после метровой колеи 1,067 м. стоит колея в 1,067 м ($\sim 79\ 000$ км), получившая преимущественное применение в следующих государствах и колониях: Норвегия, Швеция; Коста-Рика, Венесуэла, Эквадор, Новая Земля; Япония, Нидерландская Индия; Южная и Западная Африка, Судан и все британские колонии в Африке; Западная и Южная Австралия, Квинслэнд, Новая Зеландия и Тасмания.

За указанными выше двумя наиболее распространенными колеями следует колея в 0,762 и 0,760 м. Первая имеет распространение в Бразилии, Боливии, Чили, в британской Индии, Японии, в южной Африке, в Квинслэнде и Вик-

тории, а вторая обслуживает всю Боснию и Герцеговину, а также довольно широко применяется в Австрии и Румынии. Общее протяжение железных дорог шириной 0,762 м и 0,760 м около 13 000 км.

0,750 м. К указанным в предыдущем пункте размерам близко подходит колея 0,750 м, имеющая преимущественное применение в Саксонии и Египте и значительно распространившаяся в Пруссии, Польше, Эстонии, в Нидерландской Индии и в Бельгийском Конго. Общее протяжение этой колеи \approx 8000 км.

0,914 м. В Мексике и Гватемале преимущественное распространение имеет колея 0,914 м (3'), каковая перешла туда из Северо-Американских Соединенных Штатов. Эта же колея получила применение и в Южной Америке (Венесуэла, Колумбия, Перу и Чили). Общее протяжение железных дорог этой ширины около 9000 км.

0,610 м. Колея в 0,610 м имеет распространение в Мексике, Венесуэле; в Британской Индии; в португальских колониях Африки и в Тасмании (\approx 3500 км).

0,600 м. Очень близко к этой колее подходит колея в 0,600 м (Дековилевская), которая имеет распространение во Франции, частью в Германии (Пруссия, Мекленбург, Померания), в бывших германских колониях в юго-западной Африке и в Нидерландской Индии (\approx 2800 км).

Кроме этих размеров, в Алжире и Малоазиатской Турции получила преимущественное распространение колея в 1,055 м (3500 км), которая более нигде не применяется, а в Италии колея 0,950 м (1650 км); последний размер имеет очень слабое распространение еще только в Бразилии.

В Швеции значительно распространена колея в 0,891 м, а в Швейцарии — 0,800 м.

Остальные размеры колеи являются совершенно случайно примененными в отдельных случаях, и их приходится рассматривать как пережиток старины.

Что касается вышеуказанных более распространенных размеров, то наибольшего внимания заслуживают лишь шесть размеров: 1,067 м, 1,000 м, 0,760 м, 0,750 м, 0,610 м и 0,600 м.

Дороги с колеей в 1,067 м и 1,000 м представляются наиболее мощными узкоколейными путями сообщения, обслу-

живающими во многих случаях такие грузообороты, какие выполняются немногими нашими магистралями нормальной колеи (см. табл. XVI, стр. 79). Скорость движения по ним доходит до 80 км/час.

Дороги с колеей 0,762 м, 0,760 м и 0,750 м значительно менее мощны и применяются лишь в качестве дорог местного значения. (Только в такой маленькой стране, как Босния и Герцеговина, железные дороги в 0,760 м выполняют всецело функции магистралей.) При малых грузооборотах дороги эти имеют большое преимущество в том отношении, что стоимость их постройки и размеры эксплоатационных расходов, независящих от движения, значительно ниже, чем для дорог в 1,067 и 1,000 м. Скорость движения на дорогах 0,760 м доходит до 56 км/час.

Дороги с колеей в 0,610 м и 0,600 м применяются для второстепенных слабо напряженных путей местного значения в тех случаях, когда требуется всемерная экономия в строительных расходах. Скорость движения по таким дорогам — до 40 км/час.

Колеи 0,914 м и 0,891 м являются промежуточными между 1,000 м и 0,750 м и в соответствующих случаях без ущерба для дела могут быть заменены той или другой.

Колеи в 1,055 м и 0,950 м не имеют никаких преимуществ перед колеей 1,067 м и 1,000 м, для которых разработан целый ряд типов и конструкций, проверенных на практике.

В настоящее время можно считать вполне установленным, что везде, за исключением весьма немногих государств, связанных особою шириной колеи своей узкоколейной железнодорожной сети (Швеция, Италия, Турция, Мексика, Гватемала), при выборе ширины колеи для дорог общего пользования признается целесообразным производить выбор одного из трех размеров:

- а) в тех государствах и колониях, где введена метрическая система мер: 1,000 м, 0,750 м и 0,600 м;
- б) там, где придерживаются английских мер: 3'6" (1,067 м), 2'6" (0,762 м) и 2' (0,610 м).

Разница в 1 см между колеями 0,750 м и 0,760 м, а также 0,600 м и 0,610 м никакого, ни экономического, ни техниче-

ского значения не имеет; что же касается разницы между колеем в 1,067 м и в 1,000 м, то хотя первая представляется несколько более мощною, однако, как показывает опыт существующих дорог метровой колеи, как тяговая сила паровозов, так и предельная скорость движения на этих дорогах мало отличаются от 3^{1/2}-футовой колеи (1,067 м).

УНИФИКАЦИЯ КОЛЕИ. Несомненно, что разнообразие в размерах колеи нельзя считать нормальным явлением, почему по мере урегулирования строительства и эксплоатации узкоколейных железных дорог в большинстве государств принимаются меры к сокращению этого разнообразия.

В тех государствах, где строительство узкоколейных дорог было сразу поставлено на правильных основах, для узкоколейных дорог общего пользования установлено 2—3 размера, а в некоторых колея всех узкоколейных дорог унифицирована. Последнее, т.-е. введение одного размера, для государств с очень большою территорией, с разными местными условиями, признается нецелесообразным.

Полная унификация узкой колеи осуществлена пока лишь в Греции (1,000 м), Саксонии (0,750 м), Индокитае (1,000 м), Гватемале (0,915 м), Эквадоре (1,067 м) и Коста-Рике (1,067 м).

Только два размера узкой колеи принято во Франции (1,000 м и 0,600 м), в Японии (1,067 м, как нормальная, и 0,762 м, как узкая) и в некоторых колониях европейских государств.

В большей части государств и колоний в настоящее время имеются узкоколейные дороги 3^{1/2}—4 различных колеи, а в некоторых количество различных колеи доходит до 7 и более.

В целях сокращения такого нежелательного разнообразия почти везде для вновь строящихся узкоколейных дорог принимается не более 2—3 размеров, наиболее распространенных в данном государстве.

Распределение узкоколейных дорог разных размеров колеи¹ в отдельных государствах и колониях соитогами по странам света приведено в таблице III (см. стр. 24—27).

¹ См. примеч. 1 на стр. 23.

§ 3. Сопротивление движению. Предельные радиусы и уклоны. Габарит.

ОСНОВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЮ (на горизонтальном прямом пути) для узкой колеи, насколько можно судить по имеющейся у нас иностранной литературе, пока еще не освещен так исчерпывающе, как для нормальной колеи.

В этом вопросе можно отметить два направления.

а) Первое, ставящее сопротивление движению в зависимость от ширины колеи и скорости движения (Birck „Wegebau 1922 г.“, Röll „Enzyklopädie des Eisenbahnwesens, B. VIII 1917 г. Schmalspurbahnen“), каковая зависимость характеризуется предложенными в прошлом столетии, но применяемыми еще и теперь формулами Гармана (Haarmann).

ТАБЛИЦА IV.

Ширина колеи	Формулы Гармана		Величины удельного сопротивления на горизонтальной прямой подсчитанные по этим формулам:						
			для паровозов для вагонов			при скоростях в км/час			
	для паровозов	для вагонов	10	20	30	10	20	30	
1,435	$4\sqrt{n} + 0,0020V^2$	$1,5 + 0,0010V^2$	7,02	7,72	8,72	1,60	1,90	2,40	
1,000	$4\sqrt{n} + 0,0025V^2$	$1,7 + 0,0013V^2$	7,18	7,93	9,17	1,83	2,22	2,87	
0,750	$4\sqrt{n} + 0,0030V^2$	$2,0 + 0,0015V^2$	7,22	8,12	9,62	2,15	2,60	3,35	
0,600	$4\sqrt{n} + 0,0035V^2$	$2,20 + 0,0017V^2$	7,27	8,32	10,07	2,37	2,88	3,73	

n — число спаренных осей.

П р и м е ч а н и е: Для приблизительных расчетов Бирк считает возможным принимать основное сопротивление движению для всякой узкоколейной дороги местного значения равным, при скоростях 20—30 км/час, для паровозов 10 кг/т, для вагонов 4 кг/т, а при больших скоростях для паровозов 12 кг/т, для вагонов 5 кг/т.

б) Второе, более новое, ставящее удельное сопротивление (для товарных поездов с четырехосными вагонами), вне зависимости от скорости и ширины колеи, а лишь в зависимости от нагрузки на ось. В этом направлении большой интерес представляет формула Стюэнсона (Stewenson), выведенная им на основании опытов, произведенных в Северной и Южной Америке с тяжелыми товар-

ными поездами (C. W. Stewenson. „Resistencia des fontes-trilhos e trens“. Rio de Janeiro. 1916 г.).

Формула эта имеет вид

$$w_o = 0,4 + \frac{84}{4 + P},$$

где P — давление в тоннах на две оси поворотной тележки вагона.

Для сравнительно малых скоростей (до 30—40 км/час) формулы Гармана дают слишком малые значения w_o , слишком большую зависимость сопротивления движению от скорости и совершенно не учитывают нагрузки на ось, размер которой имеет большее значение, чем ширина колеи.

Формула Стюэнсона выведена им для тяжелых составов и больших нагрузок на ось, соответственно узкоколейным магистралям Америки. Для сравнительно небольших нагрузок, имеющих место на узкоколейных дорогах Европы (местного значения), коэффициенты этой формулы не подходят, так как получается слишком большое значение w_o . Однако, идея установления формулы, ставящей сопротивление движению в зависимости от нагрузки на ось, заслуживает (для поездов сравнительно небольшой скорости до 40 км/час) большого внимания по следующим соображениям:

а) Нагрузка на ось характеризует в значительной степени и все другие факторы сопротивлений движению (кроме скорости), как то: диаметр шеек, диаметр колес, отношение лобовой поверхности к весу поезда; следовательно, удачный подбор коэффициентов может дать исчерпывающий ответ.

б) Скорость движения, как это легко усмотреть, например, из принятой у нас для четырехосных товарных вагонов широкой колеи формулы Лебедева, при величинах до 30 км/час не оказывает на сопротивление движению четырехосных вагонов, как видно из нижеприведенной таблицы IV-A, почти никакого влияния (влияние это начинает оказываться лишь при скорости в 40 км/час).

Величины сопротивления движению (w_o в кг на тонну веса поезда) четырехосных товарных вагонов нормальной колеи, рассчитанные по формуле Лебедева

$$w_o = 2,8 - \frac{Q_o - 12}{700} V + 0,00144 V^2,$$

приведены в таблице IV-A на следующей странице.

ТАБЛИЦА IV-A.

<i>V</i> км/час	10	20	30	40
При полногрузных четырехосных вагонах	2,26	2,00	2,03	2,36
При 70% использования подъемной силы четырехосных вагонов	2,34	2,16	2,30	2,72

Повидимому, нет никаких оснований предполагать, что на узкоколейных дорогах (где наиболее целесообразным типом вагонов являются тоже четырехосные на тележках) влияние скорости на сопротивление движению будет более значительно.¹ Поэтому для таких узкоколейных дорог, где скорость движения не превосходит 30—35 км/час, что обычно бывает на дорогах местного значения, идея зависимости, проведенная Стюэнсоном, заслуживает большого внимания.

Вопрос дополнительного сопротивления движению на кривых также едва ли можно считать исчерпывающе обследованным. Для определения величины этого сопротивления имеется много формул, дающих значительно разнящиеся между собою величины.

Все формулы можно разбить на две группы и пять видов:

I. Формулы общего характера, выведенные для любой ширины.

1. Формулы, учитывающие три главнейших фактора:

а) ширину колеи (*s*), б) радиус закругления (*R*) и в) длину жесткой базы (*l*), как, например, формула Редтенбахера,

$$w_k = 1,162 \varphi \frac{l+s}{2R},$$

где φ — коэффициент трения (от $1/4$ до $1/7$).

2. Формулы, учитывающие только два фактора: а) ширину колеи (*s*) и б) радиус закругления (*R*), как, например, формулы:

¹ Во Франции сопротивление движению (w_o) считается независящим от ширины колеи.

$$\text{Лаунгардта } w_k = \frac{700 s}{R};$$

$$\text{Дедуи } w_k = \frac{500 s}{R}.$$

3. Формулы, устанавливающие зависимость сопротивления движению от данного радиуса закругления (R) и условного радиуса (R_o), при котором движение по кривой становится невозможным. Общий вид такой формулы (Геринга):

$$w_k = \frac{K}{R - R_o}.$$

В частности для разных размеров колеи Геринг дает следующие числовые значения:

$$\text{для } s = 1,000 \text{ м}, w_k = \frac{400}{R - 20};$$

$$\Rightarrow s = 0,750 \text{ м}, w_k = \frac{350}{R - 10};$$

$$\Rightarrow s = 0,600 \text{ м}, w_k = \frac{200}{R - 5}.$$

II. ФОРМУЛЫ, ВЫВЕДЕННЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ШИРИНЫ КОЛЕИ.

4. Формулы, учитывающие два основных фактора (т.-е. базу полную и радиус кривой, как, например, Гофмана, для колеи в 0,750 м (по опытам на саксонских железных дорогах).

$$w_k = \frac{40 l + 0,4 R}{R},$$

где l расстояние между крайними осями для вагонов с поворотными тележками.

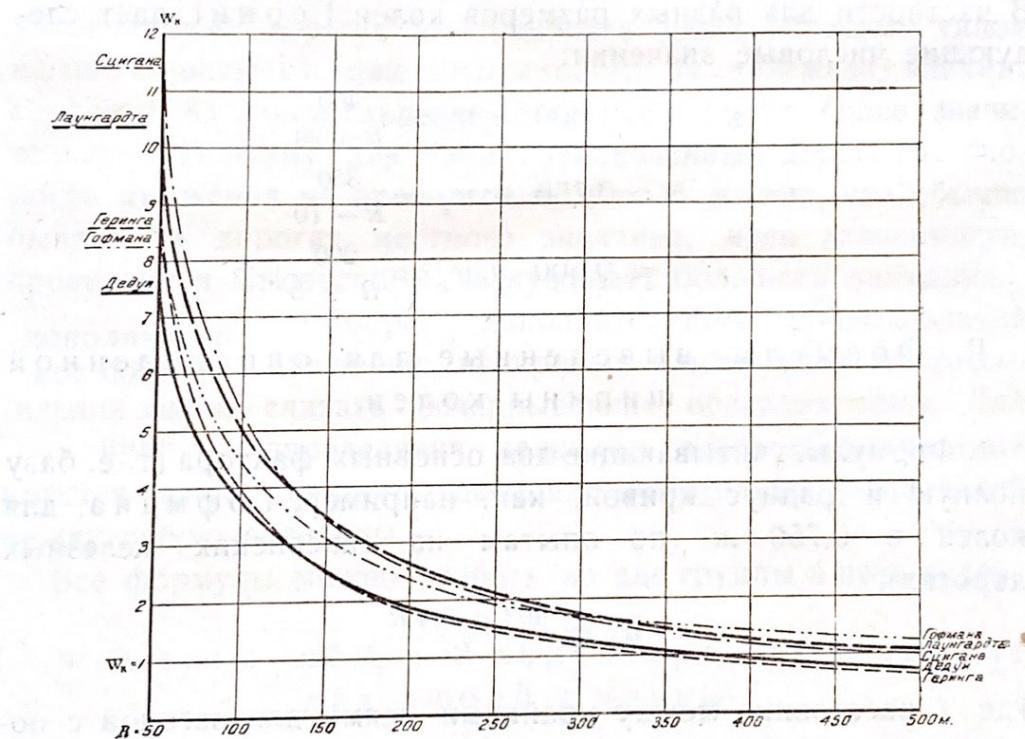
5. Формулы, учитывающие только влияние радиуса кривой, например, Сцигана, выведенные им для колеи 0,750 м:

$$w_k = \frac{500}{R - 6}.$$

Все эти формулы дают сопротивление в килограммах на тонну веса поезда.

Попытки дать общие формулы, учитывающие все основные факторы (1), на практике не оправдались, так как результаты подсчетов оказались не соответствующими действительности.

Общие формулы, учитывающие два фактора (2), дают вполне удовлетворительные результаты, но только для того типа подвижного состава, на основании опытов с коим выведены численные коэффициенты, и притом до известных пределов радиуса. При очень малых радиусах действительное сопротивление оказывается значительно большим. Последнее обстоятельство и побудило Геринга обратиться к такой формуле (3), которая учитывала бы добавочное увеличение сопротивления при приближении к предельному возможному для фактического движения радиусу.



Черт. 1.

Формула Гофмана (4), выведенная им на основании опытов на саксонских узкоколейных железных дорогах над подвижным составом с подвижными осями, учитывает не жесткую, а полную базу, между тем как для общей формулы казалось бы более правильным учесть жесткую базу.

Для сравнения результатов подсчета добавочного сопротивления движению в кривых по различным формулам, мною составлена приведенная на черт. 1 диаграмма, из которой усматривается, что для малых радиусов разница доходит до 3,86 $\text{кг}/\text{м}$, т.-е. приблизительно до 50%; это объясняется

разными условиями, при которых производились опыты, послужившие основанием для вывода указанных формул (различные типы подвижного состава, разные уширения и повышения).

Вообще на узкоколейных дорогах сильного типа первого-степенного значения, с современным подвижным составом наибольшее распространение имеет формула Дедуи, которая для радиусов менее 150 м дает преуменьшенные значения сопротивления. Очень близкие к этой формуле результаты дает формула Геринга, которая имеет большое распространение на путях местного значения, при чем для радиусов круче 150 м, она дает более близкие к действительности сопротивления, чем формула Дедуи, соответствующая благоприятным условиям (хорошо вписывающийся в кривые подвижной состав, правильный выбор норм уширения и повышения).

Формулы Лаунгардта и Сцигана дают очень сходные друг с другом результаты, при чем они пригодны для неблагоприятных условий (старый, плохо вписывающийся в кривые подвижной состав и проч.).

Для получения формулы, дающей для определенных условий точные результаты, необходимо произвести опыты с данным типом подвижного состава на кривых разных радиусов, уложенных с соблюдением соответствующих норм повышения и уширения.

Большим преимуществом узкоколейных ПРЕДЕЛЬНЫЕ дорог является возможность применения значительного меньших радиусов кривых, чем при нормальной колее. Однако, как показывает опыт эксплуатации заграничных железных дорог, этим преимуществом надо пользоваться умело и с достаточною осторожностью, так как применение слишком малых радиусов представляет значительные затруднения при увеличении провозной способности дороги, особенно в отношении увеличения скорости движения, и влечет за собою повышение эксплоатационных расходов, вследствие добавочного увеличения сопротивления движению и удорожания содержания пути. Поэтому в последнее время замечается тенденция для дорог с интенсивным движением по возможности повышать пределы минимальных

радиусов, где это оказывается допустимым по местным условиям и не вызывает чрезмерных затрат.

Вообще, размеры допускаемых минимальных радиусов на заграничных дорогах колеблются, как видно из таблицы, приведенной на стр. 41, в весьма широких пределах.

В большинстве случаев для дорог первостепенного значения, рассчитываемых на интенсивное движение и проходящих в неособенно пересеченных местностях, считается целесообразным при колее 1,067 м и 1,000 м воздерживаться от применения радиусов круче 300 м, для дорог же, проходящих в сильно пересеченной местности, принимаются радиусы до 100 м.

На дорогах местного значения также рекомендуется применять минимальные радиусы лишь в случаях действительной необходимости, проверяя экономическими подсчетами целесообразность применения очень малых радиусов.

По Германским техническим условиям для дорог местного значения („Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokaleisenbahnen“, 1909) установлены следующие пределы минимальных радиусов: для метровой колеи 50 м, для колеи в 0,750 м — 40 м и для колеи в 0,600 м — 25 м, с допущением уменьшения этих пределов лишь при особых конструкциях подвижного состава.

Известный авторитет по узкоколейным дорогам проф. Бирк (Birk. „Schmalspurbahnen“), разбирая вопрос о минимальных радиусах (с точки зрения дорог местного значения), рекомендует несколько повышать эти пределы и указывает, что вообще для паровозных дорог не следует применять радиусов менее: 75 м для колеи в 1,000 м, 50 м для колеи 0,750 м, 30 м для колеи в 0,600 м, при чем он добавляет, что в исключительных случаях, при соответствующей конструкции подвижного состава, а также для электрической тяги могут допускаться и меньшие радиусы (для электрической тяги при $s = 1,000$ м до 25 м).

Гофман рекомендует (тоже для дорог местного значения) не применять радиусов круче: 60 м при $s = 1,000$ м, 40 м при $s = 0,750$ м и 30 м при $s = 0,600$ м.

Что касается до максимальных уклонов, предельные то, хотя по существу таковые не зависят от уклоны. ширины колеи, однако, в большинстве случаев, на заграничных узкоколейных дорогах замечается допу-

щение более крутых подъемов, чем на дорогах нормальной колеи. В последнее время на заграничных дорогах замечается тенденция, как и в отношении радиусов, по возможности не злоупотреблять крутыми уклонами, при чем вполне основательно рекомендуется при допущении крутых уклонов, проверять целесообразность их применения экономическими подсчетами. Проф. Бирк указывает на допустимость применения на узкоколейных дорогах более крутых уклонов, основываясь на том, что отношение подъемной силы вагонов к их таре, с уменьшением ширины колеи, повышается.

Безусловным преимуществом узкой колеи является возможность допущения более крутых подъемов при совпадении с кривыми, так как величина дополнительного сопротивления в кривой, на которую требуется уменьшать в данном случае предельный уклон, будет значительно меньше.

На узкоколейных дорогах со значительным движением замечается стремление не допускать уклонов более 30%, при чем крайние пределы признается целесообразным применять только в случаях действительной необходимости, а при сравнительно легких местных условиях предельные уклоны доводятся до 15—10% и даже менее.

На дорогах местного значения со сравнительно небольшим движением довольно свободно применяются уклоны до 20%, при тяжелых местных условиях до 35—45%, а в исключительных случаях и более.

Высшим пределом существующего уклона (при работе силою сцепления гладких колес с рельсами) является 82%, каковой уклон допущен на одной ветке (Bocca de Monte Theodosia) Леопольдинского О-ва в Бразилии, где этот уклон совпадает с радиусом в 41 м.

Из отчета Бернского международного железнодорожного конгресса усматривается, что из указанных в отчете управлений узкоколейных дорог девять управлений допускают у себя уклоны 25—30%, шесть — до 35%, три — до 40%, три — до 45%, и только в единичных случаях (на отдельных ветвях) оказались допущенными уклоны 58%, 70%, 80% и 82% (последние с электрическою тягою).

Проф. Бирк предостерегает от свободного применения для узкоколейных железных дорог с паровозною тягою уклонов свыше 30% и признает допустимым лишь в случаях

действительной необходимости проектировать дороги чисто местного значения с уклонами до 45%.

При очень тяжелых местных условиях, когда профиль резко меняется и местами приходится применять уклоны круче целесообразных для гладких колес, применяются паровозы особых типов, работающие на уклонах до 40—45% силою сцепления гладких колес с рельсами, а на участках с более крутыми уклонами — зубчатыми колесами, для какой цели на этих участках по оси пути прокладывается зубчатая рейка.

Такой пример можно видеть на Трансандинской железной дороге (Аргентина — Чили), где предельный уклон (на участках с зубчатою рейкою) доходит до 160%, при чем на уклонах до 40% паровоз работает силою сцепления гладких колес с рельсами, а на более круtyх уклонах переходит на работу зубчатыми колесами.

Пределы минимальных радиусов и максимальных уклонов, принятые за границею для различных узкоколейных дорог, показаны в таблице V на стр. 41.

В большинстве государств, общего строго габарита определенного габарита для узкоколейных железных дорог не установлено.

Как общее правило требуется, чтобы, с боков, между габаритом подвижного состава и габаритом приближения строений к пути оставался свободный прозор никак не менее 100 мм на высоте по крайней мере от 1000 мм и выше, и 30 мм на высоте до 1000 мм. В большинстве случаев прозор делается несколько более (150—300 мм). На дорогах первостепенного значения замечается стремление к увеличению размеров габарита.

Для примера на стр. 42—43 (черт. 2—7) приведены четыре характерных габарита для метровой колеи и два для 0,750 м.

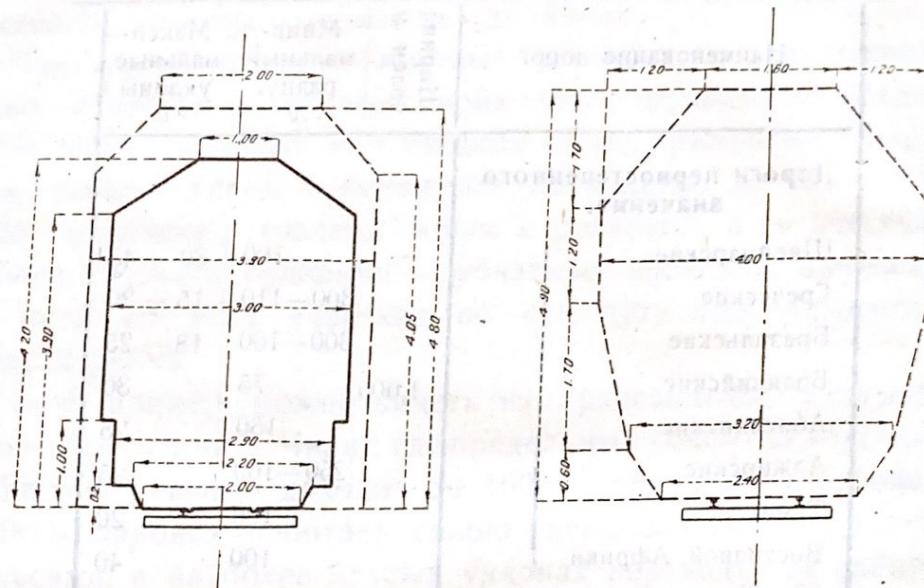
§ 4. Земляное полотно.

Наименьшая ширина по верху земляного полотна для узкоколейных дорог была установлена немецкими техническими условиями („Grundzüge für den Bau und die Betriebs-einrichtungen der Lokalbahnen“ 1909 г. Abb. 9, 10 и 11), которыми требовалось, чтобы точка пересечения линии про-

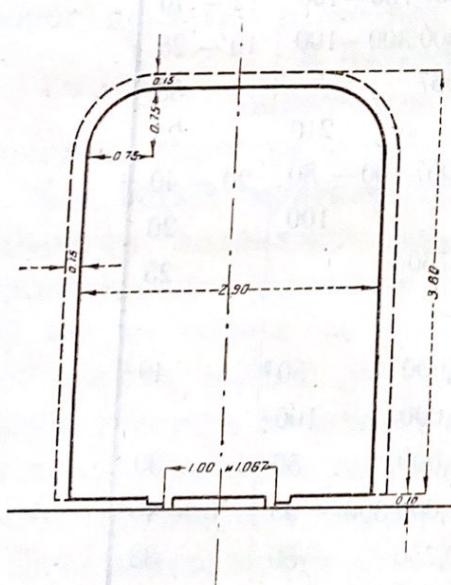
ТАБЛИЦА V.

Наименование дорог	Ширина колеи м	Минимальный радиус м	Максимальные уклоны 0/00
Дороги первостепенного значения.			
Швейцарские	—	100	30 — 45 ¹
Греческие		300—110	15 — 30
Бразильские		300—100	18 — 25
Боливийские	1,000	75	30
Абиссинские		150	25
Алжирские		250—100	25
Тунисские		100	20
Восточной Африки		100	40
Юго-Западной Африки	1,067		
Южной Африки			
Индии (Британской)	1,000	790—95	3 — 40
Индии (Нидерландской)	1,067	700—100	12 — 40
Индокитая	1,000	300—100	10 — 25
Японии	1,067		33
Западной Австралии		210	25
Квинслэнда	1,067	100—80	20 — 40
Южной Австралии		100	20
Боснийские	0,760		25
Дороги местного значения.			
Бельгийские	1,000	50 ²	40 ³
Французские	1,000	100 ²	
Прусские	1,000	50	30
Индийские	1,000	300—95	3 — 40 ⁴
Саксонские	0,750	50	33
Прусские	0,750	40	30
Индийские	0,760	50	40
Прусские	0,600	30	32
Южной Африки	0,600	35	40
Индийские	0,610	21	40

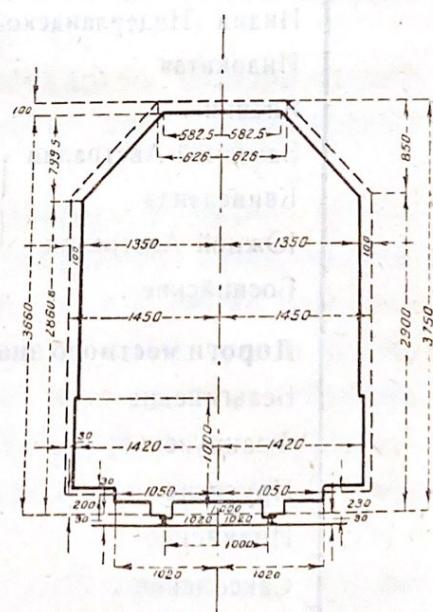
¹ В исключительных случаях пределы эти повышаются.² В исключительных случаях, при условии уменьшения скорости до 10 км/час, допускается радиус до 30 м.³ В исключительных случаях до 60^{0/00}.⁴ При легких местных условиях 3—10, а в исключительных случаях при особо тяжелых местных условиях и до 61^{0/00}.



Черт. 2—3. Габарит некоторых бразильских жел. дор. метровой колеи.

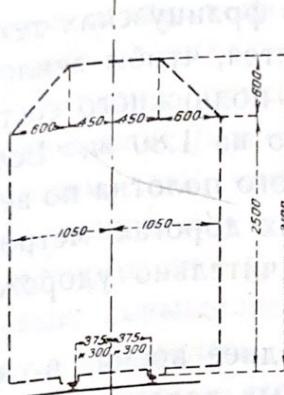


Черт. 4. Габарит южно-африканских и юго-вост. африк. жел. дор. 1,067 и 1,000 м.

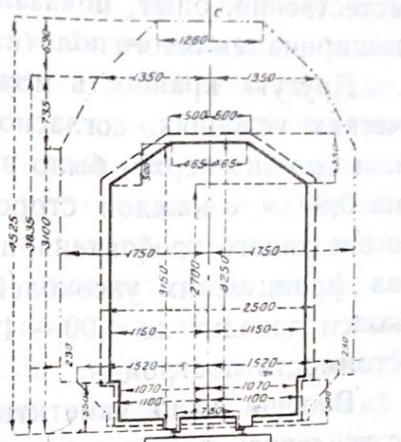


Черт. 5. Минимальный габарит по немецким техн. условиям для жел. дор. местного значения метровой колеи.

Примечание. Сплошной линией показан габарит подвижного состава, толстым пункиром — приближения строений, а пунктиром с двумя точками (черт. 7) увеличенный габарит для тех дорог, по коим обращаются рольбоки и трансбордеры.



Черт. 6. Минимальный габарит по немецким техническим условиям для дорог местного значения при ширине колеи 0,750 и 0,600 м.



Черт. 7. Современный габарит саксонских узкокол. жел. дор.

долженного откоса земляного полотна с горизонталью, проходящую через подошву рельса, отстояла от оси пути на величину не менее ширины колеи.¹ Это дает при минимальной толщине балластного слоя (230 мм) следующие минимумы для ширины земляного полотна (B):

$$\begin{array}{ll} \text{для колеи } 1,000 \text{ м} & B \geq 2,69 \text{ м;} \\ \text{, } \quad 0,750 \text{ м} & B \geq 2,19 \text{ м;} \\ \text{, } \quad 0,600 \text{ м} & B \geq 1,89 \text{ м.} \end{array}$$

На высоких насыпях и на закруглениях (с наружной стороны) ширину эту рекомендовалось увеличивать.

Этими пределами предвиделась возможность полного отсутствия полки земляного полотна у подошвы балластного слоя, что чрезвычайно неудобно для эксплоатации.

Все управление, конечно, поняли, что такой предел является, так сказать, абсолютным минимумом и только в исключительных случаях допускали приближение к такому

¹ Этот пример мы приводим как образец крайнего предела и предоставляем строителям полной свободы в выборе ширины земляного полотна, в расчете, очевидно, на то, что крайним пределом не будут злоупотреблять.

минимуму. Отсутствие полок прежде допускалось, например, на саксонских узкоколейных железных дорогах, но затем, естественно, опыт показал, что этого допускать не следует, и ширина земляного полотна по верху была увеличена на 0,50 м.

Другую крайность можно видеть во французских технических условиях, согласно коих требуется, чтобы земляное полотно (по верху) было шире габарита подвижного состава на 0,90 м с каждой стороны, т.-е. всего на 1,80 м. Вследствие такого требования, ширина земляного полотна по верху на французских узкоколейных железных дорогах метровой колеи доходит до 4,00—4,50 м, что значительно удорожает стоимость постройки.

Вообще надо заметить, что в последнее время, в связи с усилением типов узкоколейных железных дорог, замечается тенденция, особенно для дорог первостепенного значения, к увеличению ширины земляного полотна. Как минимум ширины рекомендуется принимать такой размер, при котором ширина полок земляного полотна у подошвы балластного слоя была бы 20—30 см.

В нижеследующей таблице приведены размеры ширины земляного полотна по верху, принятые в настоящее время на различных заграничных узкоколейных железных дорогах.

ТАБЛИЦА VI.

Наименование дорог	Ширина колеи м	Ширина земляного полотна м	Наименование дорог	Ширина колеи м	Ширина земляного полотна м
Дороги первостепенного значения:			Дороги местного значения:		
Норвежские .	1,067	3,00 — 4,00	Бельгийские .	1,000	3,50
Швейцарские .	1,000	3,60 — 3,80	Французские .	1,000	4,00 — 4,50
Греческие . .	1,000	3,00	Прусские . .	1,000	3,50
Аргентинские .	1,000	3,10 — 3,50	Итальянские .	0,950	3,50
Индийские . .	1,000	4,30 — 4,90	Австрийские .	0,760	3,00
Восточной } . .	1,000	насыпь 3,50	Саксонские .	0,750	3,45
Африки }		выемка 3,00	Штирийские .	0,750	2,80
			Брельтальские .	0,750	2,51
			Французские } (Дековилевские)	0,600	2,50
			Валлюкские . .	0,600	2,00

§ 5. Верхнее строение.

Типы верхнего строения чрезвычайно разнообразны, при чем теперь замечается тенденция, особенно для дорог с интенсивным движением, по возможности усиливать таковые, учитывая предполагаемое развитие движения. Первоначальное увлечение слишком легкими типами, не рассчитанными на ближайшее развитие движения, часто оказывалось неэкономичным, так как вследствие перенапряжения рельсов и скреплений, а также вследствие недостаточных размеров балластного слоя и шпал, расходы по содержанию пути значительно повышались, увеличивалось сопротивление движению и требовалась досрочная смена рельсов и скреплений.

Это имело место на многих заграничных узкоколейных железных дорогах как магистрального, так и местного значения.

БАЛЛАСТНЫЙ СЛОЙ. Балластный слой устраивается в большинстве случаев песчаный, а где это оказывается возможным—гравийный, редко щебеночный.

При песчаном балластном слое хорошие результаты дает покрытие верхнего слоя щебнем. На некоторых железных дорогах применяется еще и выстилка камнем нижнего слоя.

Ширина балластного слоя колеблется в пределах 1,90—2,70 м для метровой колеи и 1,70—2,20 м для колеи в 0,750 м, при чем принимается за правило, чтобы от края шпалы до края балластного слоя было не менее 0,10—0,15 м; при сильных типах эта величина увеличивается до 0,25 м; на кривых, с наружной стороны, эту полку на некоторых дорогах значительно увеличивают (например, на саксонских дорогах до 0,53 м).

Промежутки между шпалами на большинстве дорог заполняются балластом до верха шпалы, редко верх балластного слоя понижается, а на некоторых дорогах, наоборот, повышается, так что все шпалы оказываются покрыты тонким слоем балласта.

Толщина балластного слоя обычно колеблется в пределах 0,25—0,40 м, а в редких случаях бывает больше (до 0,55 м), при чем, как минимум, требуется, чтобы слой балласта ниже подошвы шпалы был не менее 0,10 м.

Шпалы в большинстве случаев применяются деревянные, пропитанные, реже стальные; последние имеют наибольшее распространение на германских, швейцарских, бельгийских и некоторых тропических дорогах. Высота шпал деревянных принимается не менее 100 мм (обычно 120 мм), ширина нижней постели колеблется от 150 до 240 ми.

Срок службы пропитанных дубовых шпал доходит до 25 лет, сосновых — до 14 лет и еловых — до 10 лет.

Рельсы применяются преимущественно широкоподошвенные (*Виньолевские*). Для дорог магистрального характера в настоящее время берутся рельсы в пределах 20—30 кг в пог. м, на некоторых линиях до 35 и даже 40 кг в пог. м, а для дорог местного значения 15—25 кг в пог. м (в исключительных случаях и до 31 кг) и только при очень слабом ожидаемом движении применяют рельсы более легких типов.

ТАБЛИЦА VII.

Наименование дорог	Ши- рина колеи м	Вес рельс кг в м	Наименование дорог	Ши- рина колеи м	Вес рельс кг в м
Дороги местного значения:					
Норвежские .	1,067	17—25	Зап. Австралии .	1,067	22,32
Швейцарские .	1,000	30—35	Бельгийские .	1,000	21, 5—31
Бразильские .	1,000	22—37	Прусские . . .	1,000	12, 4—25
Абиссинские .	1,000	20	Индийские . . .	1,000	18—25 ²
Алжирские .	1,000	20—25	Боснийские . . .	0,760	13, 9—17,8
Тунисские .	1,000	25	Саксонские . . .	0,750	17,63
Восточной } .	1,000	15—22	Прусские . . .	0,750	12, 4—20 ³
Африки } .	1,000	25	" . . .	0,600	9, 5—16
Южной Африки	1,067	до 40			
Индийские } .	1,000	21—34 ¹			
(Британские) .	1,067	25—28			
Индийские } .	1,067	25—28			
(Нидерландские)	1,067	30			
Западной }	1,067	30			
Австралии .	1,067	20—37			
Квинслэнд .	1,067	20—37			
Южной }	1,067	25			
Австралии .	1,067	25			
Боснийские .	0,76	17,8			

¹ Преимущественно 25.² Преимущественно 21.³ Преимущественно 15,5.

Длина рельс обычно 9 и 12 м, редко 8 м и менее.

Прикрепление рельс к деревянным шпалам производится преимущественно костылями, реже шурупами или парою шурупов и парою костылей, а к стальным обычно болтами с зубчатыми пластинками.

На деревянные шпалы почти везде укладываются железные подкладки.

Стыки соединяются преимущественно фасонными накладками: при легких и средних типах — четырехдырными, а при сильных типах — шестиidyрными.

В таблице VII показан вес рельс, имеющих наибольшее распространение в различных странах.

На большинстве дорог для определения уширения размеров уширения пути в закруглениях применяются выработанные на основании практики нормы, а на некоторых дорогах, эмпирические формулы, например, вида:

$$e = \frac{m}{\sqrt{R}}, \text{ или } e = \frac{(n-R)^2}{m}$$

где n и m — эмпирические коэффициенты.

На германских дорогах принимаются следующие числовые значения этих коэффициентов:

1. По Герингу.

При $s = 1,000$ м:

$$e = \frac{240}{\sqrt{R}}, \text{ для } R \text{ от } 80 \text{ до } 250 \text{ м};$$

при $s = 0,750$ м:

$$e = \frac{140}{\sqrt{R}}, \text{ для } R \text{ от } 50 \text{ до } 150 \text{ м};$$

при $s = 0,600$ м:

$$e = \frac{100}{R} \text{ для } R \text{ от } 30 \text{ до } 130 \text{ м.}$$

2. Установленные Союзом германских железнодорожных управлений.

При $s = 1,000$ м:

$$e = \frac{(600-R)^2}{16000};$$

при $s = 0,750$ м:

$$e = \frac{(400-R)^2}{8000}.$$

Во всех этих формулах уширение (e) выражается в мм, а радиусы кривых (R) в метрах.

В редких случаях пользуются теоретическими формулами.

Наибольшими пределами допускаемого уширения признаются: при $s = 1,000 \text{ м}$, $e_{max} = 25 \text{ мм}$, при $s = 0,750 \text{ м}$, $e_{max} = 20 \text{ мм}$, при $s = 0,60 \text{ м}$, $e_{max} = 18 \text{ мм}$.

Вообще, в виду применения поворотных тележек и подвижных осей, уширению не придается особо важного значения, а на некоторых дорогах такового не делается вовсе. В частности, на бельгийских узкоколейных железных дорогах местного значения ($s = 1,000 \text{ м}$) никакого уширения на кривых с радиусом 50 м и более не требуется; только при $R = 40 \text{ м}$ делается уширение 5 мм и при $R = 30 \text{ м}$ $e = 10 \text{ мм}$.

На некоторых французских дорогах (при $s = 1,000 \text{ м}$) уширение делается по следующим нормам:

ТАБЛИЦА VIII.

Радиус кривой м	Уширение мм (при $s = 1,00 \text{ м}$)
100 — 150	20
150 — 300	15
300 — 450	10

На саксонских дорогах местного значения ($s = 0,75 \text{ м}$) уширение принято в следующих пределах:

ТАБЛИЦА IX.

Радиус кривой м	Уширение мм (при $s = 0,750 \text{ м}$)
50 — 75	20
75 — 100	15
100 — 200	10

На дорогах с шириной колеи 0,60 м на кривых с радиусом 50 м и более обычно уширения не делается, на некоторых же дорогах (например, в Пруссии) применяются нормы, указанные в табл. X.

ТАБЛИЦА X.

Радиус кривой m	Уширение $мм$ (при $s = 0,600 м$)
50 — 75	12
75 — 100	9
100 — 250	6
250 — 500	3

Повышение обычно рассчитывается по эмпирическим формулам вида:

$$h = m \frac{V}{R}, \text{ или } h = \frac{n}{R},$$

где m и n — эмпирические коэффициенты; на некоторых же дорогах применяют теоретическую формулу;

$$h = \frac{s \cdot V^2}{g \cdot R}.$$

На дорогах местного значения наибольшее повышение редко превосходит: 100 $мм$ при $s = 1,000 м$, 75 $мм$ при $s = 0,750 м$ и 50 $мм$ при $s = 0,600 м$.

В частности, на бельгийских дорогах местного значения ($s = 1,000 м$) при предельной скорости 30 $км/час$ повышение делается начиная с радиуса 2000 $м$ ($h = 4 мм$), при чем высший предел повышения ($h = 70 мм$) установлен для кривых радиусом 100 $м$. При радиусе менее 100 $м$ требуется уменьшение скорости.

На саксонских дорогах (при $s = 0,750 м$) повышение делается начиная с радиуса 600 $м$. На вюртембергских дорогах (при $s = 1,000 м$) повышение рассчитывается по формуле: $h = \frac{4}{R}$. На прусских дорогах (при $s = 0,600 м$) повышение (h) принимается:

при $R 40 м$; $50 м$; $60 м$; $100 м$; $1000 м$;
соответственно $h 50 мм$; $40 мм$; $35 мм$; $20 мм$; $3 мм$.

Переходные кривые преимущественно ПЕРЕХОДНЫЕ КРИВЫЕ устраиваются по кубической параболе. При очень малых радиусах признается желательным применять лемнискату Бернуlli. Величины параметров

принимают в пределах 750—4500 м (чаще 1500—3000 м) в зависимости от скорости движения или от радиусов кривых.

Отвод повышения принимается на дорогах первостепенного значения в пределах 0,001—0,003, а на дорогах местного значения при незначительных скоростях движения 0,002—0,004. Как крайний предел крутизны отвода повышения (при малых скоростях) считается 0,005.

Устройство стрелочных переводов в общем СТРЕЛОЧНЫЕ везде подобно нормальной колее, однако, ПЕРЕВОДЫ. в виду значительно меньших допускаемых радиусов, а при малых скоростях — больших углов, длина стрелочных переводов и бесполезная потеря длины станционных путей получается значительно меньше, чем при нормальной колее.

На дорогах первостепенного значения при больших скоростях движения для пассажирских путей применяются крестовины $1/12 - 1/9,5$, радиусы переходных кривых 150—300 м, а для товарных путей $1/9,5 - 1/8$ при радиусах 100—200 м. На дорогах местного значения применяются крестовины $1/9 - 1/6$, а в некоторых случаях до $1/5,1$ при радиусах: 100—50 м для метровой колеи и 80—40 м для колеи 0,750 м и 50—25 м для колеи в 0,600 м.

Опыт работы стрелок показал, что для паровозных путей общего пользования крестовин круче $1/6$ следует избегать, до этого же предела угол крестовин для дорог местного значения, при небольших скоростях движения, представляется допустимым. При значительном движении предпочитают применять крестовины и для путей местного значения в пределах $1/7 - 1/8$. Для колеи в 0,600 м признается целесообразным применение крестовины в пределах $1/7 - 1/5,16$.

§ 6. Подвижной состав.

В области подвижного состава для наиболее распространенных узкоколейных железных дорог с шириной колеи в 1,067 и 1,00 м в настоящее время за границею достигнуты столь большие успехи, что как локомотивы, так и вагоны немногим уступают нормальноколейным.

Что касается до других размеров колеи, в частности и 0,750 м, то ввиду значительно меньшей распространенности

таковых, на них достижения значительно менее показательны, но все-таки и они дают возможность вполне успешно и выгодно эксплуатировать эти дороги и осуществлять по ним сравнительно крупные перевозки.

ПАРОВОЗЫ. Для тяжелых товарных поездов применяются преимущественно паровозы с 4—6 движущими осями. При конструировании узкоколейных паровозов большое внимание обращается на улучшение условий вписывания в кривые малых радиусов, при чем в этом направлении, благодаря широкому применению поворотных тележек и подвижных осей, достигнуты большие успехи. Тяжелые паровозы некоторых типов вписываются в закругления радиусом до 60 м (при ширине колеи в 1,000 м), а легкие паровозы с полыми осями Клин-Линдера при колее в 0,750 м — в кривые радиусом 20 м, а при колее 0,600 — радиусом 10 м.

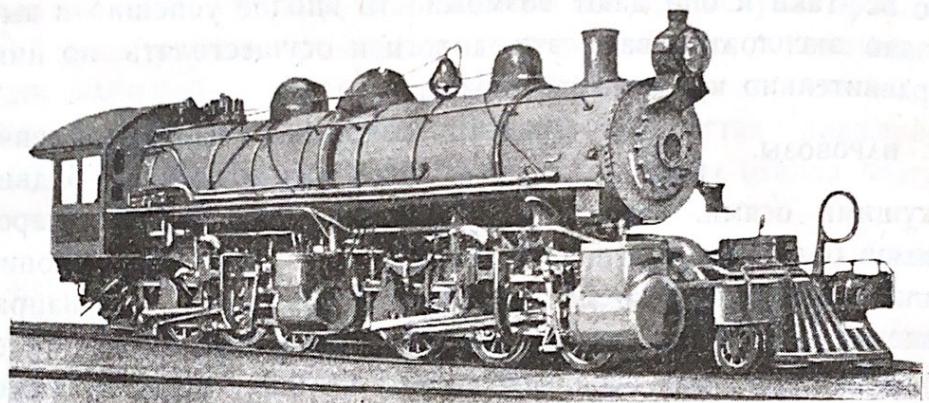
Большое распространение имеют паровозы дуплекс (по системам Маллета, Гаррата, Мейера, Гаганса, Клозе). На дорогах местного значения широко применяются танк-паровозы.

Мощность и сила тяги сильнейших современных товарных паровозов при метровой колее превышает наши Е и Э.

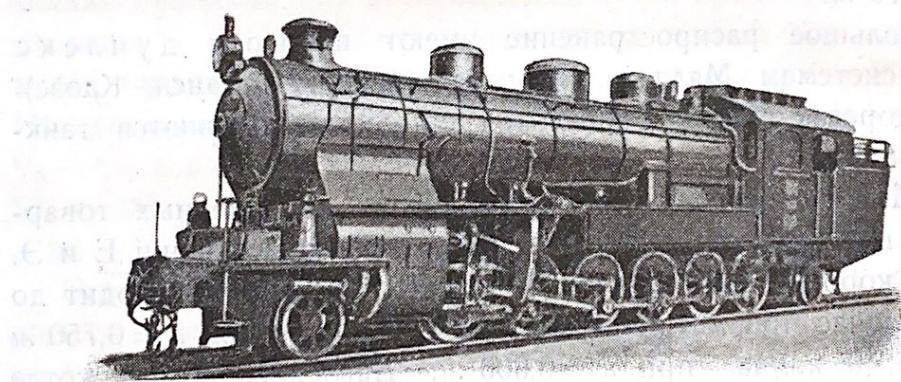
Скорость движения пассажирских паровозов доходит до 80 км/час при метровой колее, до 56 км/час при $s = 0,750$ м и до 40 км/час при $s = 0,600$ м. Давление пара в кotle доходит до 16,6 атмосфер.

Для иллюстрации достижений в деле паровозного строительства для узкоколейных дорог на стр. 54—57 приведена таблица XI с характеристиками наиболее интересных типов узкоколейных паровозов, применяемых в различных странах земного шара. Из этой таблицы усматривается, что модуль силы тяги наиболее мощного узкоколейного паровоза (№ 1) в полтора раза более нашего Э и что как соотношение частей, так и отношение площади колосниковой решетки и веса к поверхности нагрева в наиболее удачных типах вполне благоприятны, а, следовательно, и затраты топлива на единицу силы тяги может быть при удачной конструкции паровоза не выше, чем на широкой колее.

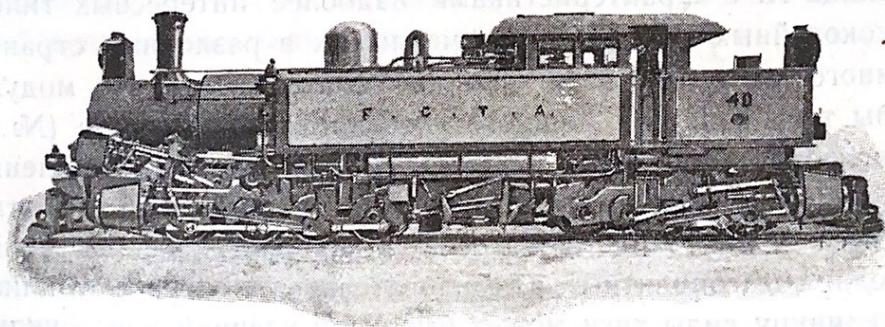
Наиболее интересные из указанных в таблице паровозов изображены на черт. 8—16.



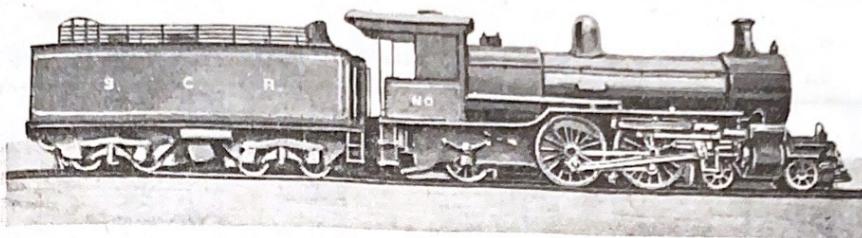
Черт. 8. Паровоз системы Маллета типа 1—3+3—0 южно-африканских жел. дор. ($s = 1,067$ м.).



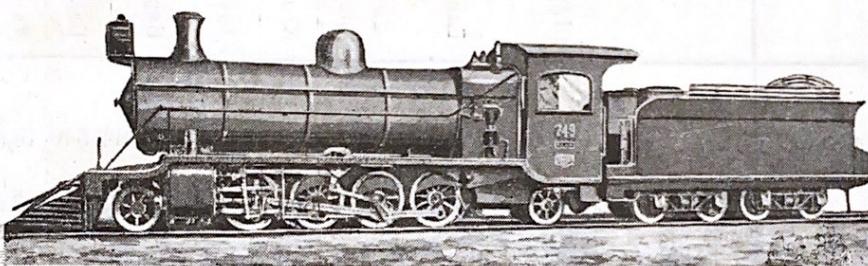
Черт. 9. Паровоз типа 1—6—1 явских жел. дор. ($s = 1,067$ м.).



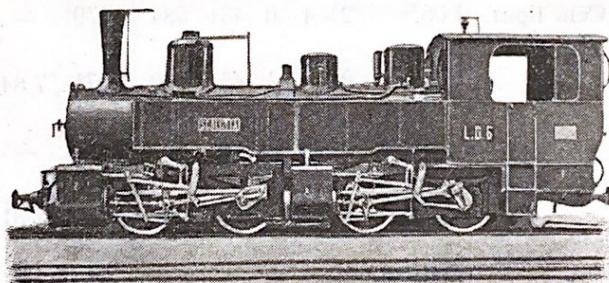
Черт. 10. Паровоз типа 0—4—3 Трансандской жел. дор. ($s = 1,000$ м.).



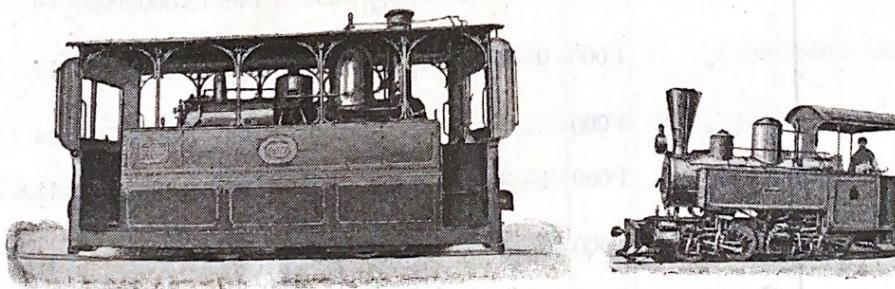
Черт. 11. Курьерский паровоз типа 2 — 2 — 1 Суданской жел. дор.
($s = 1,067 \text{ м}$).



Черт. 12. Паровоз типа 1 — 4 — 1 аргентинских жел. дор. ($s = 1,000 \text{ м}$).



Черт. 13. Паровоз системы Маллета типа 0 — 2 + 2 — 0 швейцарских
жел. дор. ($s = 1,000 \text{ м}$).



Черт. 14. Паровоз типа 0 — 3 — 0
бельгийских жел. дор. местного зна-
чения ($s = 1,000 \text{ м}$).

Черт. 15. Паровоз системы Маллета
французских Дековилевских жел. дор.
($s = 0,600 \text{ м}$).

ТАБЛИЧКА
данных по некоторым типам современных

Название железных дорог	Завод	Ширина колеи в .М.М	Тип паровоза	Диаметр цилиндров в .М.М		Ход поршня в .М.М	Диаметр движ. колес в .М.М		База полная в .М.М	База жесткая в .М.М	Давление пара в ат.м	Площадь колосниковой решетки в .м.м ²
				1—3+3—0	444 711		660	1 150	11 100	2 540	16,6	
Южно-Африканские	Сев. Брит.	1 067	1—3+3—0	444 711	660	1 150	11 100	2 540	16,6	3,94		
Нигерийские	"	1 067	2—4—0	529	609	1 150	6 850	2 590	13,6	3,15		
Явские	Ганнов	1 067	1—6—1	540	510	1 102	10 250	3 750	12	2,60		
Южно-Африканские	Китсон.	1 067	1—4—1	507	711	1 370	9 070	4 430	12,2	3,06		
Западно-Австралийск.	Сев. Брит.	1 067	2—4—0	431	584	1 079	—	2 580	11,6	1,82		
Суданские	"	1 067	2—3—1	457	609	1 371	7 847	3 047	12	2,96		
Бенгальские ²	"	1 067	2—4—0	431	584	1 085	—	2 438	10,8	1,62		
Суданские	"	1 067	2—2—1	457	660	1 588	7 315	3 733	12	2,29		
Западно-Австралийск.	"	1 067	1—4—0	385	533	914	—	3 880	10,8	1,46		
Южно-Африканские	"	1 067	1—3—1	450	650	1 350	—	—	12,7	2,47		
"	"	1 067	2—2—1	400	500	1 400	—	1 800	12,7	2,79		
Бразильские	Геншель	1 000	1—3+3—1	430 660	560	1 140	13 000	3 050	14	3,90		
"	"	1 000	0—3+3—0	420 650	610	1 245	8 080	2 744	14	2,10		
Португальские	"	1 000	1—2—3	350 500	550	1 100	8 270	1 360	14	2,00		
Бразильские	Китсон	1 000	1—3+3—2	355	457	880	12 850	2 430	11,8	2,32		
Бирманские (Британская Индия)	"	1 000	0—3+3—0	355	508	991	—	—	11,7	2,42		
Аргентинские	Сев. Брит.	1 000	2—4—0	457 660	559	1 070	6 900	2 440	12,2	2,58		
Трансандская	Китсон	1 000	0—4—3	418 330 ³	482	910	9 500	3 200	13,6	—		

ЦА XI

заграничных узкоколейных паровозов.

Наружная поверхность нагрева в м ²	Запас воды в м ³	Запас угля в тн	Вес порожнего паровоза в тн	Вес паровоза в рабочем состоянии ¹ в тн	Сцепной вес в тн	Нагрузка на ось в тн	Модуль силы тяги в тн	Отношение площади котло- восниковской решетки к по- верхности нагрева.	Отношение веса в рабочем состоянии к поверхности нагрева.	Наименьший радиус за- кругления в м	Длина паровоза между буферами в м	Ширина паровоза в м	Высота паровоза в м	Примечание
243,02	18,17	6,37	—	95,81 140,01	—	—	36,40	0,016	0,39	—	—	—	—	—
198,51	15,90	6,79	—	71,74 112,63	—	—	19,50	0,016	0,36	—	—	—	—	—
167,5	8,50	3,00	57,60	74,60	57	—	15,80	0,016	0,44	140	—	—	—	—
200,80	13,60	7,50	—	75,64 115,98	—	—	15,80	0,015	0,38	—	—	—	—	—
126,43	10,00	7,02	—	54,96 86,05	43,56	11,40	11,30	0,014	0,34	—	16 560	2 590	3 809	—
141,19	18,17	9,06	—	55,00 101,58	—	—	10,80	0,021	0,39	—	—	—	—	—
100,14	11,49	7,25	—	47,75 82,76	36,58	9,15	10,50	0,016	0,47	90	—	—	—	—
141,01	20,79	9,65	—	54,15 106,53	31,24	15,62	10,25	0,016	0,38	—	—	—	—	—
80,06	9,09	3,56	—	35,05 59,38	29,67	7,21	9,06	0,018	0,44	—	—	—	—	—
136	—	—	—	52,00	36	—	12,00	0,018	0,38	—	—	—	—	—
145	—	—	—	45,9	25	—	7,00	0,019	0,32	—	—	—	—	—
234,6	18,00	6,50	81,00	89,00 128	75	12,50	24,70	0,017	0,38	—	20 000	3 000	3 750	—
135,37	2,30	3,80	61,50	68	11,25	23,50	0,012	0,38	—	19 000	2 600	3 900	—	
135,57														
137,10	6,0	2,30	47,00	59,00	52,50	10,50	16,60	0,015	0,43	60	12 100	2 500	3 750	—
119,85	3,63	5,00	—	80,42	—	—	15,00	0,019	0,67	—	—	—	—	—
130	2,25	—	—	60,6	60,60	10,10	14,80	0,019	0,47	—	—	—	—	—
150,68	3,63	5,09	—	55,88 90,70	—	—	12,08	0,017	0,37	—	—	—	—	—
176,22	9,54	2,50	—	92,26	—	—	12,20	—	0,52	—	12 470	—	3 960	—

¹ Под чертою показан вес паровоза с тендером.² Паровоз построен для предельного уклона в 0,0625.³ Локомотив работает сцеплением, а на уклонах выше 0,04 на зубчатой рейке.

Название железных дорог	Завод	Ширина колеи в м.м.	Тип паровоза		Диаметр колесницлов в м.м.	Ход поршня в м.м.	Диаметр движ. колес в м.м	База полная в м.м	База жесткая в м.м	Давление пара в ат.и	Площадь колосниковой решетки в м ²	
Аргентинские	Ганнов	1 000	1—4—1	432	560	1 067	7 975	3 600	12	2,50		
Испанские	"	1 000	1—3—0	425	550	1 050	—	3 640	12	1,46		
Индийские	Сев. Брит.	1 000	1—3—1	380	558	1 092	7 310	3 047	12	1,45		
"	"	1 000	0—4—0	350	400	830	2 700	—	14	1,00		
Аргентинские	"	1 000	2—3—0	406	558	1 220	6 328	3 431	11,5	1,44		
Французские (южн.)	"	1 000	1—3—0	350	420	900	—	—	12	1,00		
Корсиканские	"	1 000	0—3—1	350	460	1 000	4 170	2 170	10	1,08		
"	"	1 000	0—4—0	260	300	620	2 050	2 050	14	0,65		
Германские	Винтертур	1 000	0—3—0	240	350	750	—	—	14	0,45		
Бельгийские (местн. значения)	"	1 000	0—3—0	280	360	832	—	1 800	10	0,70		
Австрийские	Краус	760	0—4—2	410	450	900	—	—	13	1,60		
Боснийские	"	760	0—5—1	390	450	900	—	—	14	1,69		
"	"	760	танк	1—4—0 { 370 550	450	900	—	—	—	1,71		
Венгерские	"	760	0—3—0	340	350	750	—	—	12	0,90		
Боснийские	"	760	1—3—0	280	300	680	3 350	1 700	12	0,70		
"	"	750	танк	1—4—0	320	300	680	4 100	2 450	13	0,95	
Вюртенбергские . . .	"	750	0—3+3—0 { 275 420	450	900	—	—	—	12	0,98		
Саксонские	"	750	0—3+3—0 { 240 370	380	750	—	—	—	12	—		
"	"	750	0—4—0	290	300	680	—	2 320	12	0,68		
"	"	750	2—3—0	260	350	750	3 500	—	12	0,70		
Остзейские	Геншель	600	0—3—1	320	450	860	—	—	12	1,03		
Бразильские	"	600	1—3—0	300	400	825	—	—	12,7	0,70		
"	Краус	600	0—4—0	240	300	600	2 000	2 000	12	0,43		
Французские	Дековиль	600	0—2+2—0 { 187 280	260	600	—	—	—	12	0,52		

Продолжение.

Наружная поверхность паровоза в м ²	Запас воды в м ³	Запас угля в т	Вес порожнего паровоза в т	Вес паровоза в рабочем состоянии 1 в т	Сцепной вес в т	Нагрузка на ось в т	Модуль силы тяги в кг	Отношениеплощадико- лонниковой решетки к по- верхности нагрева.	Отношение веса в рабочем состоянии к поверхности нагрева.	Наименьший радиус за- кругления в м	Длина паровоза между буферами в м	Ширина паровоза в м	Высота паровоза в м	Примечание
172,50	5,00	—	52,30	57,50	44	11	11,40	0,015	0,33	—	—	—	—	
108,00	9,10	—	—	39,40	34,60	8,65	11,00	0,013	0,36	120	—	—	—	
102,48	3,63	1,50	—	44,75	28,80	9,70	8,60	0,014	0,43	—	10 185	—	3 370	
64,74	3,50	1,45	—	29,60	29,60	7,40	8,00	0,015	0,46	58 ⁴	7 250	2 500	3 650	
93,41	11,27	4,84	—	{ 36,68 66,34 } 28,04	9,40	6,65	0,015	0,39	—	—	—	—	—	⁴ Две сред- ние оси по системе Гельмгольца- Гельсдорфа.
59,76	3,90	0,80	25,00	32,30	27	9,00	6,65	—	—	—	—	—	—	
58,35	4,00	1,00	21,70	28,50	21,55	8	5,50	0,018	0,49	—	—	—	—	
31,29	1,80	1,90	—	16,60	16,60	4,15	4,45	0,021	0,53	45 ⁵	5 400	2 230	3 480	⁵ Средние оси с попе- речным сме- щением.
25,00	1,60	0,40	12,50	15,00	15,00	5	3,67	0,018	0,60	—	—	—	—	
36,27	1,72	0,62	16,50	19,00	19	6,40	3,40	0,019	0,52	—	—	—	—	
—	3,06	2,40	34,00	45,08	30,08	7,52	10,60	0,015	0,43	—	—	—	—	
112,50	5,90	4,00	—	50,00	42,00	8,50	10,40	0,015	0,44	—	12 010	—	3 400	
112,00	7,50	3,00	—	36,00	32,00	—	7,15	0,015	0,32	—	—	—	—	
48,61	—	—	—	24,08	24,08	6,08	6,30	0,018	0,49	—	—	—	—	
35,96	2,00	1,60	—	18,00	14,60	4,90	4,00	0,019	0,50	42 ⁶	5 730	2 140	3 590	⁶ Тележки системы Кра- уса-Гельм- гольца.
52,79	3,00	1,30	—	24,70	19,70	—	5,70	0,018	0,47	60 ⁶	6 850	2 130	3 500	
56,38	2,50	1,20	21,40	27,84	27,84	—	5,65	0,017	0,49	—	—	—	—	
49,81	2,40	1,20	21,75	26,96	26,96	6,74	5,65	—	0,54	—	9 200	—	3 000	
40,00	7,00	12,00	—	17,70	17,70	—	4,30	0,017	0,44	60	11 430	2 250	3 580	
34,33	4,00	4,00	—	14,350	11,20	—	4,25	0,020	0,42	30	5 800	2 200	3 600	
56,80	1,00	0,80	19,10	22,80	18	6	6,25	0,018	0,40	—	7 850	2 200	3 200	
36,00	—	—	—	18,60	15,84	—	5,40	0,019	0,52	—	6 750	—	—	
25,75	0,92	0,50	—	12,00	12	3	3,35	0,018	0,50	30 ⁷	4 800	1 930	3 100	⁷ П е р е- д в и ж н ы е средние оси.
22,30	1,40	0,52	9,00	12,00	12	3	1,76	0,023	0,54	—	—	—	—	

тепловозы. В отношении тепловозов узкоколейные дороги находятся пока даже в лучшем положении, чем ширококолейные, так как благодаря возможности ограничиваться на узкоколейных железных дорогах небольшими мощностями тепловозы уже получили на них довольно значительное распространение. В настоящее время на многих узкоколейных железных дорогах с успехом применяются тепловозы сравнительно небольшой, но достаточной для дорог второстепенного значения мощности (до 250 л. с.). Очевидно, что проявляющееся в последние годы удачное разрешение проблемы охлаждения и передачи даст возможность выработать типы узкоколейных тепловозов еще большей мощности.

электровозы. Еще сравнительно недавно многие авторитеты держались того мнения, что значительное сужение колеи лишает возможности успешно применять на узкоколейных дорогах электрическую тягу, ввиду того, что сначала не удавалось сконструировать для суженной колеи электровозов с достаточно мощными моторами. В настоящее время эти опасения можно считать в значительной степени отпавшими, так как электрическая тяга с успехом применяется на многих узкоколейных дорогах не только при ширине колеи 1,067 м и 1,000 м, на каковых дорогах обращаются весьма мощные электровозы (до 1836 л. с.), но и на дорогах с шириной колеи до 0,750 м, на каковых еще в 1914 г. имелись электровозы мощностью до 600 л. с. Очевидно, что при все развивающихся успехах электротехники мощность и для этой ширины колеи может быть значительно повышена.

Характеристики наиболее интересных типов новейших узкоколейных электровозов приведены в таблице XI - А.

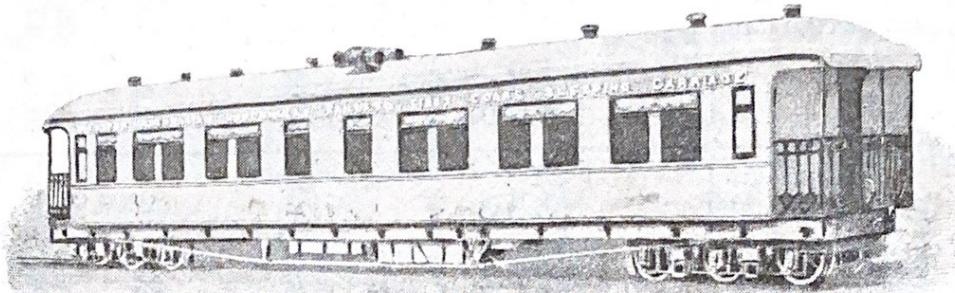
ПАССАЖИРСКИЕ ВАГОНЫ. На транзитных узкоколейных магистралях и вообще на дорогах значительного протяжения, где пассажирам приходится проводить в вагоне долгое время, за границей теперь обращается большое внимание на удобства пассажиров, при чем в последнее время строятся преимущественно длинные вагоны на поворотных тележках, в большинстве случаев четырехосные, а иногда и шестиосные. Ширина новых вагонов метровой колеи доходит до 2,90 м, внутренняя высота — до 2,82 м,

ТАБЛИЦА XI-A

данных по узкоколейным электровозам.

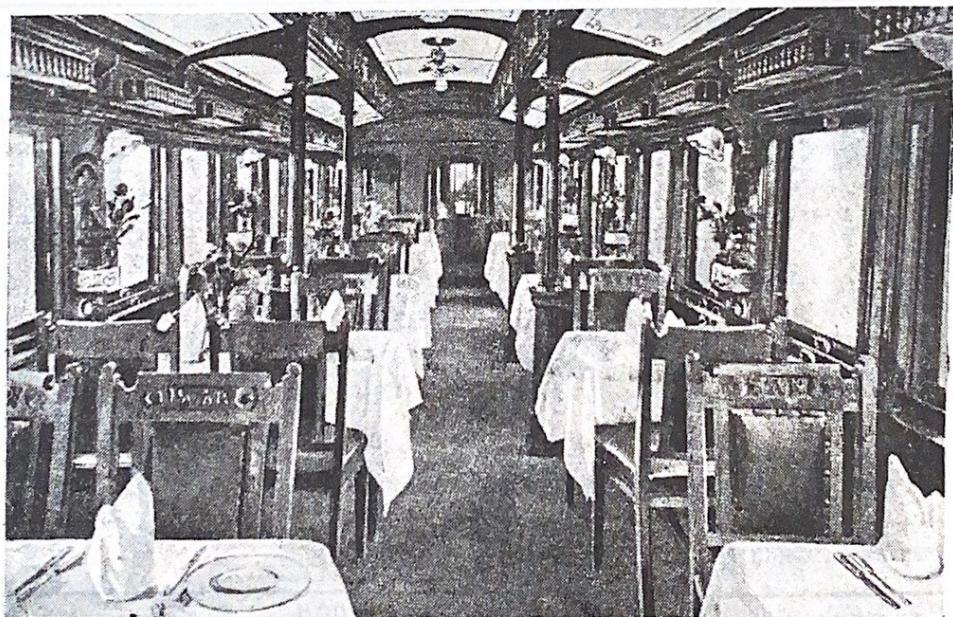
Название дорог	Тип	В е с		Мощность	Hengs Hauptachs a	Motors Hengs a
		поли. в тн	специн. в тн	Widerstand Hauptachs a	Widerstand Hauptachs a	Widerstand Hauptachs a
Электровозы постоянного тока.						
Японские	1 067 1923	2+2	Зубчатая	1 245 2 470	55	13,7
"	1 067 1923	2+2	"	1 069 2 590	60	15
"	1 067 1924	2+2	"	1 245 2 820	56	15
"	1 067 1924	1-3+3-1	"	1 400	—	12,2
Явские (Нидерландская Индия)	1 067 1924	1-2+2-1	"	1 350 2 490	50	—
Явские (Нидерландская Индия)	1 067 1924	1-2+2-1	Шатунн.	—	—	1 200
Ново-Зеландские	1 067 1924	2+2	Зубчатая	1 143 2 670	77	1 700
Южно-Африканск.	1 067 1924	2+2	"	1 220 2 870	48,5	680
Швейцарские	1 000 1917	3+3	Зубчатая (преу.)	850 2 100	66,5	16,6
					42,6	7,10
					800	15,8
					800	11,00
Электровозы однофазного переменного тока.						
Рэтские	1 000 1919	1-2-1	Шатунн. с глухой осью	1 065 2 580	36,6	21,8
"	1 000 1914	1-4-1	"	1 066 2 380	57,2	44,6
"	1 000 1921	3+3	"	1 066 3 280	65,8	65,8
Шведские	0 890 1920	1-3-1	"	945 3 490	40,21	25,4
Австрийские	0 760 1914	3+3	"	795 2 380	47,2	7,86

а длина — до 18,4 м. Тара особо комфортабельных шестисидочных вагонов доходит до 30,8 тонн. В скорых поездах обращаются спальные вагоны и вагоны-рестораны (черт. 16 и 17).



Черт. 16. Общий вид спального вагона южно-африканских жел. дор.
($s = 1,067$ м).

На дорогах местного значения незначительного протяжения, естественно, обращается внимание на возможное удешевление себестоимости провоза пассажиров и на возможное

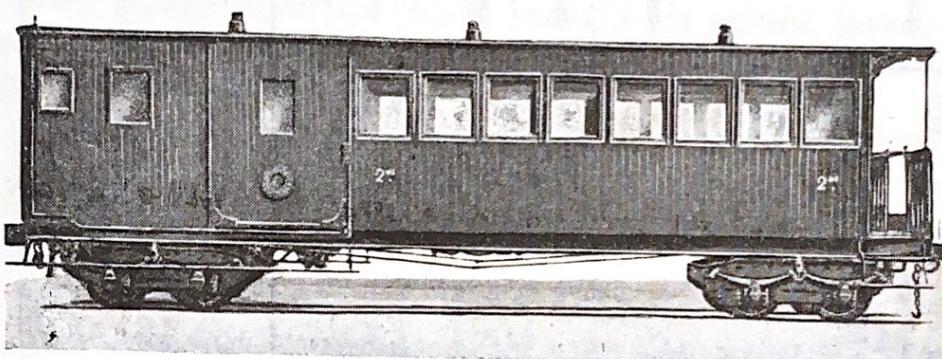


Черт. 17. Внутренний вид вагона-ресторана южно-африканских жел. дор.
($s = 1,067$ м).

понижение собственного веса на пассажиро-место. На этих дорогах также отдается предпочтение четырехосным вагонам на тележках (черт. 18), хотя есть довольно много и двухосных вагонов. Трехосные выходят из употребления.

На дорогах с шириной колеи 0,750 м и 0,600 м пассажирские вагоны значительно менее удобны и рассчитаны преимущественно на короткие переезды. В целях лучшей устойчивости принимаются меры к возможному понижению их центра тяжести.

Все пассажирские вагоны снабжаются автоматическими воздушными тормозами.



Черт. 18. Четырехосный пасс. вагон II кл. с багажным отделением
($s = 1,000$ м).

Характеристики наиболее интересных типов пассажирских вагонов приведены в таблице XII.

С развитием работы узкоколейных дорог **товарные вагоны** естественно стало проявляться стремление к возможному увеличению подъемной силы товарных вагонов в целях увеличения провозной способности и удешевления стоимости перевозок. Новейшие типы вагонов внеевропейских узкоколейных железных дорог показывают чрезвычайно большие успехи, достигнутые в этом отношении для колеи в 1,067 и 1,000 м, где подъемная сила вагонов доведена до 45,00 тонн, при таре 18,5 тонн.

Новые товарные узкоколейные вагоны делаются преимущественно четырехосными на поворотных тележках, чем достигается меньшее сопротивление движению, большая подъемная сила и лучшее вписывание в кривые.

Длина вагонов метровой колеи доходит до 14 м, ширина до 2,60 м, а внутренняя высота до 2,50 м.

Новые двухосные вагоны для улучшения вписывания в кривые снабжаются подвижными осями. Трехосные вагоны выходят из употребления. Широкое применение имеют открытые вагоны или полувагоны.

ТАБЛИЦА XII
характеристик пассажирских вагонов.

Наименование железных дорог	Ширина колеи в м	Назначение вагона	Число мест	Тара в тн	Число осей	Длина	Высота	Расстоя- ние	Примечание
Западно-Австралийские .	1,067	Спальный I-II кил.	33	30,78	6	18,39	17,68	2,68	3,77
Северо-Африканские .	1,00	III "	45	21,90	4	17,16	16,00	2,90	3,42
Алжирские и Туниские.	1,00	I "	62	18,70	4	17,16	16,00	2,90	3,42
Рэгские (Швейцария) .	1,00	1 "	35	18,56	4	15,70	14,80	2,60	2,20
Аргентинские .	1,00	Вагон-рестор.	29	28,34	4	17,56	15,22	2,68	2,51
Бразильские .	1,00	II кил.	38	-	4	13,72	12,22	2,60	3,72
Бельгийские (местного значения) .	1,00	Микст. с баг. отдел.	38	-	4	11,94	11,00	2,32	3,10
Французские (местного зна- чения) .	{ 1,00 1,00	I-II кил. II " с баг. отдел.	36 24	- -	4	12,09 12,09	11,00 11,00	2,30 2,30	3,63 3,63
Прусские (местного зна- чения) .	1,00	—	24	5,30	2	8,20	—	2,30	—
Боснийские .	{ 0,76 0,76	Стальной вагон	16	13,00	4	13,30	—	—	—
Силезские .	{ 0,76 0,760	III кил.	48	9,30	4	10,75	—	—	10,20
Саксонские .	{ 0,750 0,750	II "	28	8,35	2	9,66	5,51	2,20	7,65
Французские Дековилев- сии .	0,600	IV "	26	6,48	4	12,26	—	2,40	2,27
Мекленбург-Померанск. .	0,600	50 сид.	36	6,48	4	12,26	—	2,40	2,25
		18 стояч.	9,17	4	12,58	10,00	2,40	—	7,50
		10 стояч.	—						8,80
		30 сид.	46	5,70	4	11,75	—	1,90	10,15
		10 стояч.	4,50	4	8,48	—	1,90	—	5,74
		Тов.-пасс.	—						—

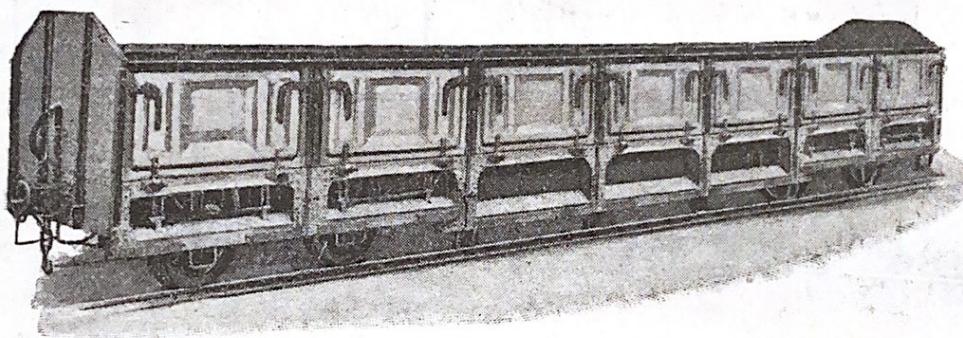
¹ Сиденья
подъемные, при
чем по мере не-
обходимости ваг-
он обращается
в товарный с
подъемной си-
лой 10 тонн.

Все большее и большее распространение получают автоматические воздушные тормоза, дающие возможность значительно повышать среднюю скорость движения.

Сцепка применяется однобуферная: автоматическая (американская), полуавтоматическая и ручная (непрерывная).

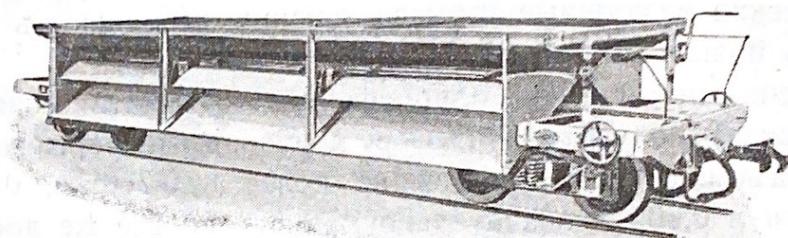
Подъемная сила вагонов на колее в 0,760 м, 0,750 м, 0,610 м и 0,600 м значительно меньше, но все же достигает внушительных размеров (до 20 тонн), и эти вагоны преимущественно делаются четырехосными, с возможно низким расположением центра тяжести.

Данные по наиболее характерным типам современных товарных вагонов приведены в таблице XIII, на стр. 65, а общие виды некоторых из них показаны на черт. 19 — 22.

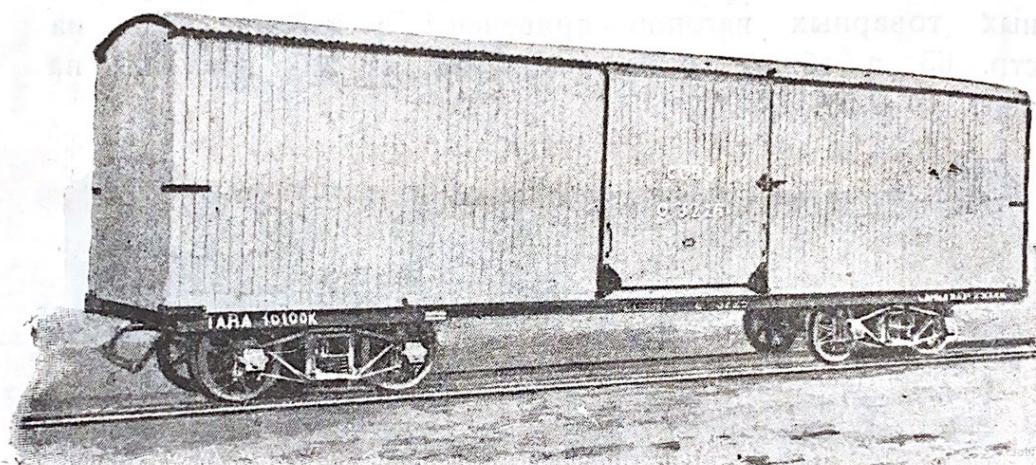


Черт. 19. Угольный полувагон южно - африканских жел. дор. ($s = 1,067 \text{ м}$, под. сила $45,7 \text{ т}$).

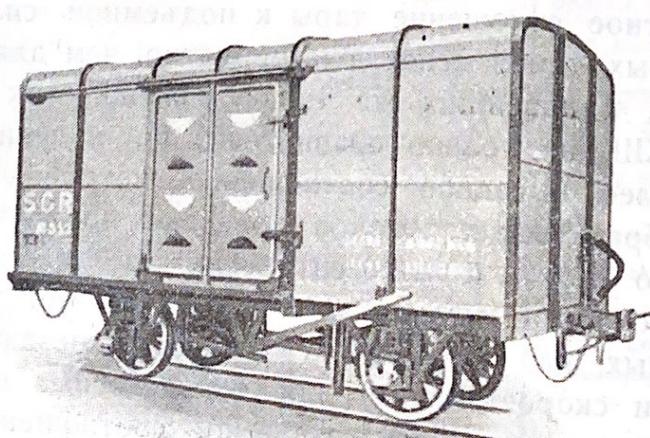
Процентное отношение тары к подъемной силе у некоторых старых типов менее благоприятно, чем для нормальной колеи, в новейших же типах удалось, как видно из таблицы XIII, не только сравняться, но получить значительно более выгодное соотношение, которое, например, у новых бразильских вагонов доведено до 48%, у африканских до 42,5%, а у аргентинских до 40% при достаточной прочности вагонов с автоматическими тормозами, рассчитанных на движение в тяжелых поездах со значительными скоростями. (Наши четырехосные вагоны широкой колеи имеют, как известно, соотношение равное $19,7 : 39 = 51\%$.)



Черт. 20. Угольный полуувагон индийских жел. дор.
($s = 1,000 \text{ m}$, под. сила $21,4 \text{ m}$).



Черт. 21. Товарный вагон аргентинских жел. дор. ($s = 1,000 \text{ m}$, под. сила 25 m).



Черт. 22. Товарный вагон Суданских жел. дор. ($s = 1,007 \text{ m}$, под. сила 15 m)

ТАВЛИЦА XIII
характеристик товарных вагонов.

Ю. В. Энгельгардт.

При конструировании вагонов для дорог местного значения, рассчитанных на движение с незначительными скоростями в небольших поездах, достигается еще более благоприятное соотношение, что можно видеть из примера французских Дековилевских дорог, где соотношение тары к подъемной силе полувагона доведено до 32% (у наших полуваагонов нормальной колеи оно равно $19,7 : 49 = 40\%$).

Либман («Normal oder Schmalspur») указывает, что уменьшение колеи не только ухудшает, но улучшает соотношение тары к подъемной силе, что объясняется более легкими условиями работы (меньший вес поездов и более низкие скорости).

Менее благоприятное соотношение у приведенных в таблице типах для колеи в 0,750 м объясняется тем, что по этой колее пока меньше было сделано и меньшего достигнуто; типы для этой колеи несколько устарели и нуждаются в усовершенствовании.

§ 7. Передача и перегрузка грузов между дорогами разной колеи. Стоимость перегрузки. Перегрузочные устройства.

Передаточные устройства.

На улучшение условий передачи и перегрузки грузов между узкоколейными и ширококолейными дорогами в наиболее культурных странах земного шара, вполне основательно, обращается самое серьезное внимание.

В некоторых государствах в этом отношении достигнуты столь значительные успехи, что стоимость перегрузки понижается до 4— $1\frac{1}{2}$ копеек за тонну,¹ при чем задержка на перегрузке подвижного состава доводится до минимума.

Для характеристики достижений в этой области в нижеследующих двух таблицах XIV и XV приведены стоимости перегрузки в различных государствах по данным Бернского железнодорожного конгресса (1910 г.) и Прусского министерства общественных работ.

¹ У нас перегрузка обходится 20—60 коп. с тонны.

ТАБЛИЦА XIV
стоимости перегрузки грузов в разных государствах.

Название государства или района	Род груза	Стоимость перегрузки в копейках за 1 тонну
Бельгия	Разные	9½
Босния	Дрова	15 — 19
Португалия	Разные	9½
Португалия	Зерно	3¾ — 9½
Пруссия	Разные, в мешках	4 — 12½
	Каменный уголь, руда и т. п.	5½
	Камень, кирпич	9½
	Тесанный камень и дрова	18 — 19
Саксония	Разные, в мешках	7 — 13
Северо-Американские Соединенные Штаты	Разные	19
	Разные	7½ — 11½
Франция	Легкие и требующие осторожности	11 и более
Швейцария	Разные	15 — 19
Эльзас-Лотарингия	Разные	9½ — 11½

ТАБЛИЦА XV
стоимости перегрузки на германских железных дорогах при разных условиях перегрузки.

Способ перегрузки и род груза	Стоимость перегрузки в копейках за 1 тонну
Ручная перегрузка разных грузов	23
Перегрузка лопатами угля, руды и т. п.	7
Перегрузка разных грузов посредством кранов	1½ — 4½
Автоматическая перегрузка с использованием разных уровней	1½ — 4

Кроме перегрузки, в некоторых государствах, довольно широко применяется передача груза по разной колее в одних и тех же вагонах до места назначения.

Вообще в современном состоянии все эти операции можно разбить на три категории:

1. Перегрузка грузов с подвижного состава одной колеи на подвижной состав другой колеи.
2. Передача целых вагонов одной колеи по иной колее на специальном подвижном составе (рольбоки, вагонные платформы).
3. Применение смешанной колеи, дающей возможность пропускать по дороге подвижной состав той и другой колеи.

Наибольшее распространение и наибольший для нас интерес представляет безусловно первая категория, т.-е. перегрузочные операции. Что касается до передачи без перегрузки, то таковая представляется целесообразно лишь при особых условиях (преимущественно на соединительных ветвях небольшого протяжения).

Примитивная ручная перегрузка из вагона **ПЕРЕГРУЗОЧНЫЕ** в вагон непосредственно или при посредстве **УСТРОЙСТВА**. перегрузочных платформ требует, как мы знаем по нашему опыту, большой затраты труда и времени, поэтому при мало-мальски значительных грузооборотах за границею, естественно, замечается стремление к улучшению условий и механизации перегрузки:

1. При односторонней перегрузке (в одном направлении) для сыпучих грузов, а также для строевого леса применяется расположение разгрузочного пути в повышенном уровне, при чем в некоторых случаях этому пути придается поперечный уклон.
2. Для сыпучих грузов очень большое распространение имеют автоматически разгружаемые вагоны с наклонным полом или с опрокидными кузовами. Разгрузка их производится со смежного пути, расположенного в значительно повышенном уровне или же с эстокады, расположенной над открытym подвижным составом широкой колеи.
3. Для перегрузки штучных грузов широкое применение имеют краны различных систем, весьма значительно понижающие стоимость перегрузки (см. табл. XV стр. 67), а также различных видов конвейёры и тележки.
4. Для мелких штучных грузов высокой ценности или портящихся от перегрузки применяются подвижные железные ящики или «контэнеры» (container system). Подъемная сила таких ящиков колеблется в пределах 1,5—12 тонн, тара от 10 до 12% подъемной силы. Ящики эти устанавливаются

вплотную друг к другу на открытом подвижном составе и составляют вместе как бы кузов вагона. Для малоценных грузов (черепица, брикеты и т. п.) применяются ящики открытые, без потолка, а для ценных грузов — закрытые со всех сторон с запирающимися на замок дверками. Высота таких ящиков, имеющих вид вагонного кузова или его секции делается 2—2,20 м.

Перестановка ящиков производится посредством кранов или же при помощи особых роликов или подвижных тележек, перемещающихся по поперечным рельсам.

Благодаря этому приспособлению стоимость перегрузки понижается в три—четыре раза.¹ При достаточном количестве груза амортизация ложится сравнительно небольшим накладным расходом.

5. Для той же цели иногда применяются передвижные кузова на роликах ($d = 0,16$ м), передвигаемые целиком в продольном направлении и устанавливаемые на специально приспособленных и оборудованных продольными рельсами вагонных платформах разной колеи. Для перегрузки такого кузова приходится платформы той и другой колеи подавать на примыкающие один к другому тупиковые пути. Тупик более узкой колеи укладывается в соответственно повышенном уровне так, чтобы пол платформы был строго на одном уровне.

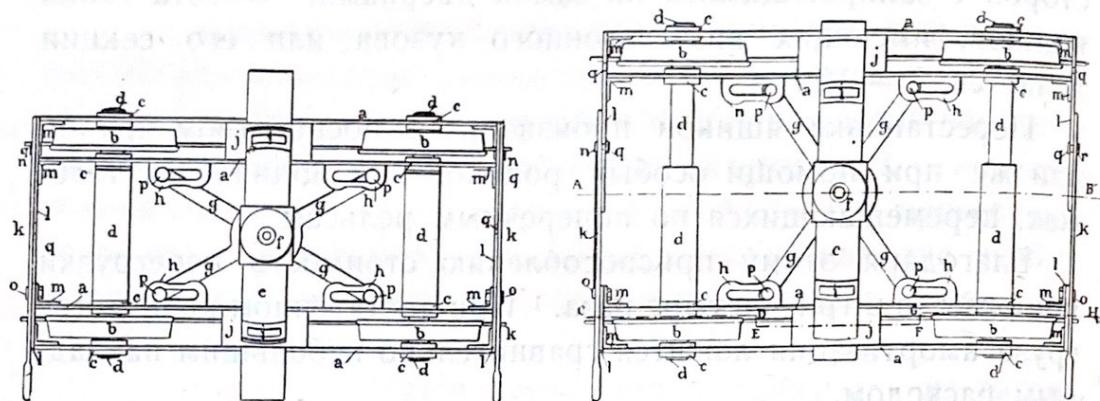
Этот способ имеет ту слабую сторону, что требуется перестановка каждого вагона с выкидкою на особый путь.

В тех случаях, когда представляется необходимость передавать вагоны одной колеи по железной дороге другой колеи, применяется особый подвижной состав (рольбоки, вагонные платформы и раздвижные оси (или же укладка добавочных рельсов (смешанная колея в три или четыре рельса).

1. Рольбоки, т.-е. особые двухосные тележки, применяются для перевозки двухосных вагонов более широкой колеи. Сцепка рольбоков, на которых установлен такий вагон, со смежными вагонами узкой колеи производится при посредстве особых штанг.

¹ „Bulletin de l'assotiation du congres des chemins de fer 1923 г.“ № 11, стр. 932.

Существенным преимуществом рольбоков представляется малая тара и низкое расположение (на несколько сантиметров выше головки рельса) колес перевозимого вагона. В то же время рольбоки имеют тот недостаток, что они тре-



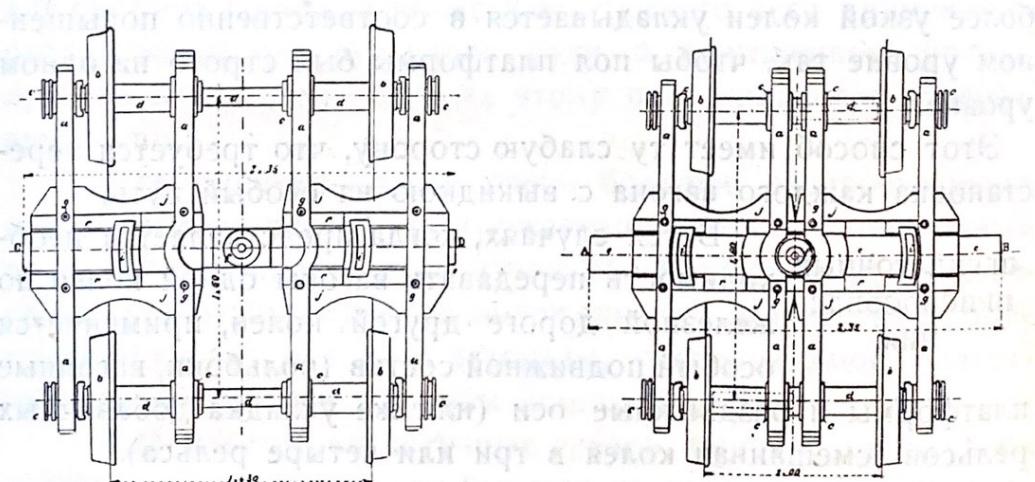
Для узкой колеи.

Для широкой колеи.

Черт. 23. Раздвижные оси.

буют ограничения скорости (обычно до 15 км/час), а кроме того на них нельзя перевозить четырехосных вагонов.

2. Вагонные платформы (обычно четырехосные) применяются для перевозки подвижного состава более узкой колеи,



Для широкой колеи.

Для узкой колеи.

Черт. 24. Раздвижные оси.

а также для перевозки состава и более широкой колеи, особенно если требуется перевозка четырехосных вагонов или же недопустимо значительное уменьшение скорости.

Не имея вышеуказанных недостатков рольбоков, вагонные платформы имеют большую тару — около 25% подъемной

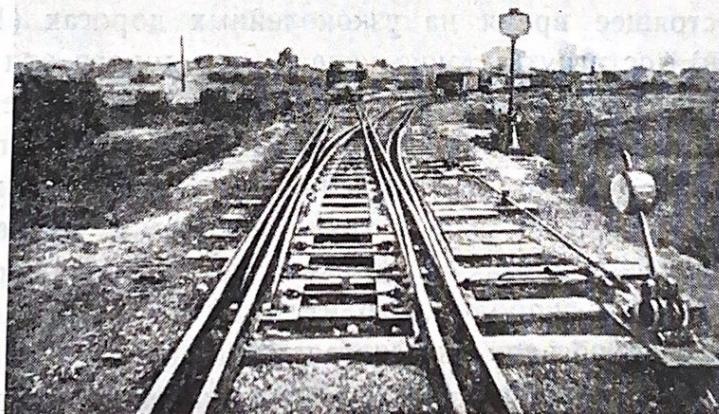
силы (на 20—25% больше, чем при рольбоках) и требуют большего габарита. Все-таки в последнее время они получают более значительное распространение. С целью понижения расположения перевозимого вагона применяется особый вид четырехосных вагонов *трансбордеров*, у которых рельсы, предназначаемые для установки перевозимых вагонов, располагаются в значительно пониженном уровне.

3. Вагоны с раздвижными осями пока еще очень дороги, почему применение их очень ограничено.

Два типа раздвижных осей показано на черт. 23 и 24.

4. При значительных размерах передачи в большинстве случаев считают более выгодным применение совмещенной колеи в три или в четыре рельса, каковая имеет значительное распространение в Германии (1300 км), в Бельгии, Франции, в Южной Америке, в Южной Африке и др.

Более удобными представляются дороги с четырьмя рельсами, но зато трехрельсовые требуют меньших расходов на постройку. При совмещенной колее получается довольно сложная конструкция стрелочных переводов. На черт. 25 показан для примера общий вид такого перевода.



Черт. 25. Стрелочный перевод совмещенной четырехрельсовой колеи.

§ 8. Назначение узкоколейных дорог и выполняемые ими функции. Примеры расположения железнодорожных сетей.

В первый период развития узкоколейных дорог к ним относились с большим недоверием и применяли их лишь для небольших ветвей, при чем функции их ограничивались мел-

кими перевозками местного значения, затем очевидные выгоды, представляемые в действительности этими дорогами, особенно при небольших грузооборотах и при пересеченной местности, побудили к риску применять их в качестве дорог магистрального характера, прорезающих новые районы. Проведение железных дорог, естественно, явилось мощным фактором к развитию жизни и деятельности таких районов, работа дорог стала быстро увеличиваться, и к ним стали предъявляться все большие и большие требования как в отношении провозной способности, так и в отношении скорости движения. Это, в свою очередь, побудило техническую мысль серьезно заняться усовершенствованием узкоколейных дорог и особенно их подвижного состава.

В результате энергичной своевременной работы талантливых техников, не остановившихся перед временными затруднениями и не обратившихся к самому, на первый взгляд, простому в техническом отношении средству — к переустройству железных дорог на широкую колею, удалось добиться блестящих результатов, давших многим странам возможность с вдвое меньшими затратами быстро развить свою железнодорожную сеть, а вместе с нею и все виды народного хозяйства.

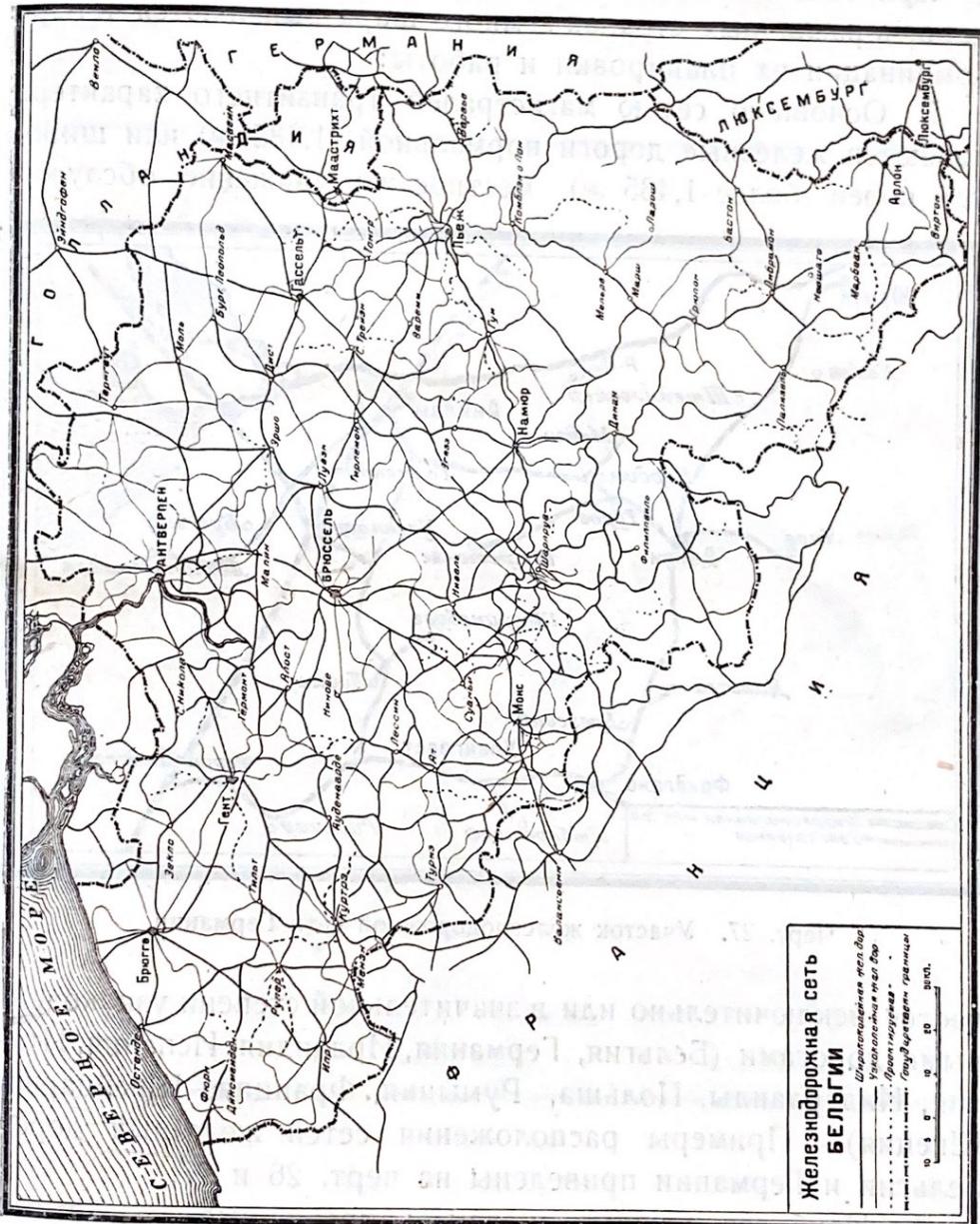
В настоящее время на узкоколейных дорогах (1,067 м и 1,000 м) достигнуты такие успехи, что дороги эти выполняют все функции железных дорог нормальной колеи. При надлежащем выборе типа железнодорожных устройств некоторые узкоколейные дороги, как видно из таблицы XVI (стр. 78—79), осуществляют такие перевозки, какие имеют место лишь на немногих магистралях первостепенного значения. Предельная скорость доходит до 80 км/час, средняя скорость скользких поездов (не считая остановки) до 66 км/час; коммерческая скорость товаро-пассажирских поездов до 25 км/час, а товарных до 20 км/час. Вес товарных поездов превышает 1600 тонн.¹

С другой стороны, дешевая стоимость постройки (до 5000 р. за 1 км)² и эксплоатации (до 375 р. на 1 км)² узкоколейных дорог, при легких типах устройств и оборудо-

¹ „Bull. de l'ass. internat. du congres d. chem. d. fer. 1923 г.“ № 10, стр. 926.

² Подробности см. стр. 80.

вания, дает возможность строить их в широком масштабе в качестве путей местного значения и с выгодою применять их при таких грузооборотах, когда ширококолейные дороги явно убыточны.



Черт. 26.

Чрезвычайная приспособляемость узкоколейных дорог как к условиям грузооборота, так и к местным условиям дает возможность применять узкоколейные дороги в самых разнообразных случаях, начиная с экономических ветвей самого маловажного значения и кончая магистралями первостепенного значения, при чем в целях наилучшего использования

подвижного состава замечается стремление проектировать узкоколейные дороги по возможности более или менее значительными сетями.

При ознакомлении с ролью и назначением узкоколейных дорог в различных странах земного шара выявляются четыре комбинации их планировки и работы:

I. Основною сетью магистралей транзитного характера являются железные дороги нормальной (1,435 м) или широкой колеи (более 1,435 м), местное же движение обслужи-



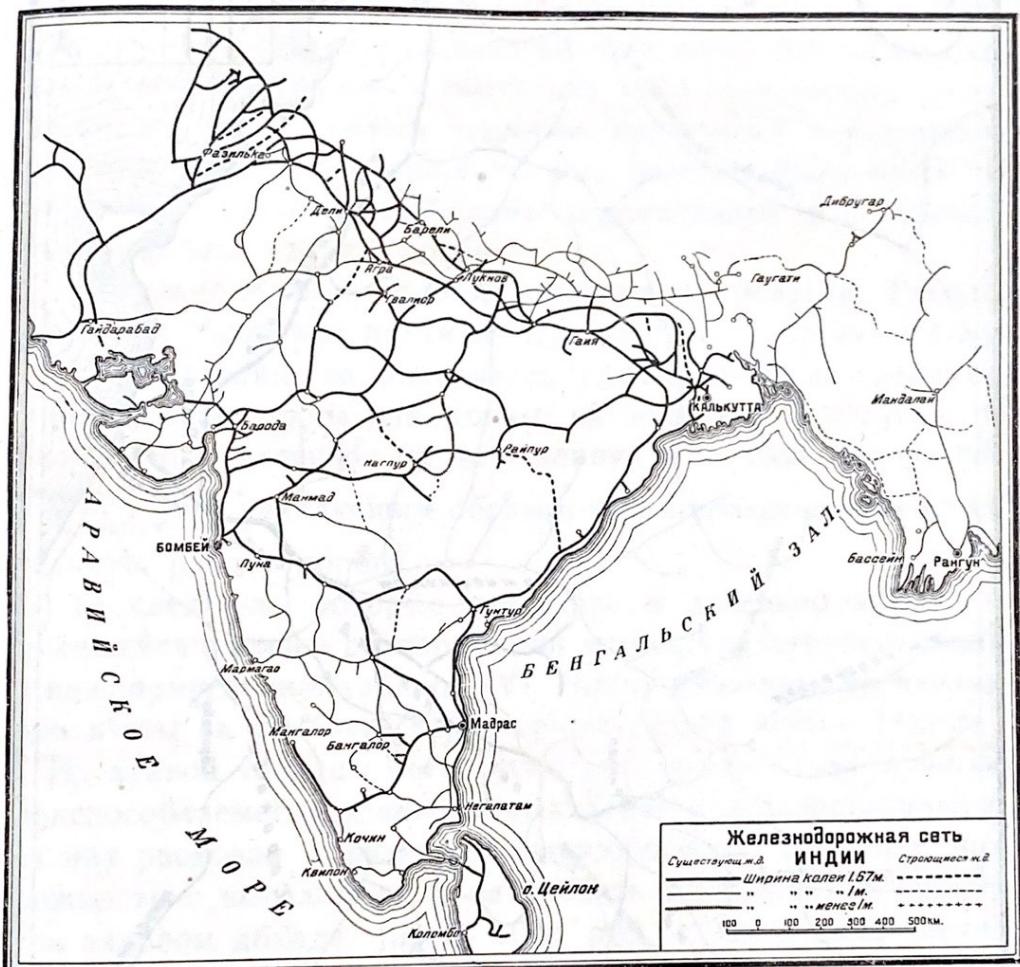
Черт. 27. Участок железнодорожной сети Германии.

вается исключительно или в значительной степени узкоколейными дорогами (Бельгия, Германия, Ирландия, Испания, Италия, Нидерланды, Польша, Румыния, Франция, Швейцария, Швеция). Примеры расположения сетей железных дорог Бельгии и Германии приведены на черт. 26 и 27.

II. Наиболее важные и грузонапряженные транзитные направления обслуживаются железными дорогами нормальной или широкой колеи, менее же напряженные или находящиеся в более трудных местных условиях транзитные направления, а также и местное движение обслуживаются узкоколейными дорогами (Британская Индия, Греция, Норвегия, Сев. Африка, Аргентина, Чили, Южная Австралия и др.).

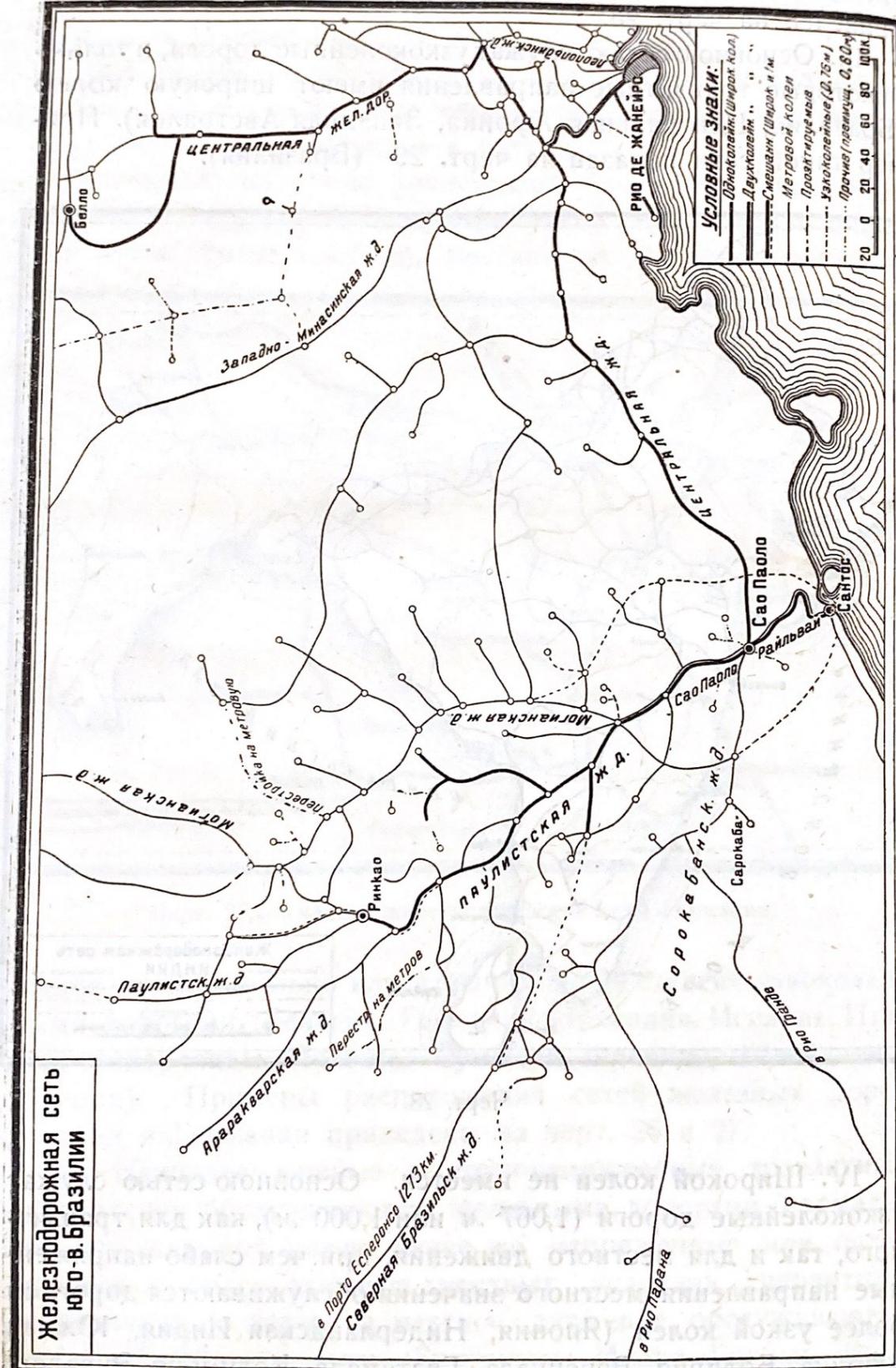
Интересный пример такой комбинации (Британская Индия) приведен на черт. 28.

III. Основною сетью служат узкоколейные дороги, и только некоторые транзитные направления имеют широкую колею (Бразилия, Центральная Африка, Западная Австралия). Пример такой сети показан на черт. 29 (Бразилия).



Черт. 28.

IV. Широкой колеи не имеется. Основною сетью служат узкоколейные дороги (1,067 м или 1,000 м), как для транзитного, так и для местного движения, при чем слабо напряженные направления местного значения обслуживаются дорогами более узкой колеи (Япония, Нидерландская Индия, Южная Африка, Боливия, Венесуэла, Гватемала, Колумбия, Эквадор, Коста-Рика, Квинслэнд, Новая Зеландия и др.).



Черг. 29.

§ 9. Стоимость сооружения и результаты эксплоатации.

В имеющейся иностранной литературе по некоторым государствам и колониям, в отношении стоимости сооружения и результатов эксплоатации, удалось найти довольно много материала, по другим же (большинство европейских государств) попадаются только отрывочные данные или же расходы показываются общие по всей сети, без выделения узкой колеи. Особенно тщательно дело отчетности и статистики по узкоколейным дорогам поставлено в Германии, каковую постановку, казалось бы, полезно было взять за образец,¹ с соответствующими корректировками и с добавлением выводов средних цифр.

Довольно полные данные имеются по Бельгии, Греции, Норвегии, Бразилии, почти по всей Австралии, Африке и Азии.

К сожалению, за измеритель грузооборота за границею принимаются тонны или тонны на километр (погрузка по всей дороге, деленная на всю длину), а не наш измеритель тонно-километр, километр, наилучшим образом характеризующий действительную работу дороги.

Те сведения, которые оказались в довольно обширной имевшейся в нашем распоряжении литературе, сгруппированы в нижеприведенной таблице XVI. Почти все данные эксплоатации взяты за наиболее характерный период 1910—1912 гг.

Из данной таблицы легко усмотреть значительно лучшую приспособляемость узкоколейных дорог и эксплоатационных на них расходов к размерам грузооборотов, что дает возможность с выгодою эксплоатировать узкоколейные дороги при валовом доходе 1500—1000 руб. с км и даже менее, т.-е. когда ширококолейные дороги приносят очень большие убытки.

В виду того, что для СССР особенно интересен вопрос об узкоколейных дорогах местного значения, ниже приводим дополнительно ряд таблиц и данных о стоимости постройки и о расходах эксплоатации по некоторым германским и др. железным дорогам местного значения.

¹ См. „Zeitschrift für Kleinhäfen“, например, 1912 г. Ergänzungsheft, „Statistik der Kleinbahnen“.

ТАБЛИ

Название государств	Отчетный год	Ширина колеи в м	Эксплоатационная длина дороги в км	Минимальный радиус закругления в м	Максимальный уклон ‰	Вес рельсов кг в пог. м
Европа.						
Бельгия	1911	1,000	3 500	90	40	{ 23—31
Германия (Пруссия) . . .	1911	1,000	—	—	—	—
Греция	—	1,000	1 164	300—110	30—15	—
Норвегия	1911 {	1,067 0,750	1 338	188	18	17—25
Австралия.						
Западная Австралия . . .	1912	1,067	4 540	210	25	{ Гл. лин. 30 вт. лин. 22,2
Квинслэнд	1912	1,067	7 261	100—80 {	20—33 (одна линия, 40)	были 15—30 теперь 20—37
Южная Австралия	1909	1,067	2 292	100	20	25
Новая Зеландия	1912	1,067	4 519	—	28	25—28
Азия.						
Индия (Британская) . . .	1912 {	1,000 0,762 0,600	22 500 2 989	790—95	3—40	{ 18—34 (преимущественно 25)
Индия (Нидерландская) .	1912	1,067	2 410	700—100	12—40	25—28
Малайские Соед. Штаты.	1911	1,000	1 176	—	12	до 40
Япония	1908	1,067	7 878	—	—	—
Южная Америка.						
Бразилия	— {	1,000 0,950	—	125—80 {	18—25 (преимущественно 25)	20—37
Африка.						
Алжир	— {	1,055 1,000	—	120 250—100	25 8—25	25 20—25
Восточная Африка	—	1,000	1 199	100	40	15
Египет	1911 {	1,067 1,000	221 110	200 50	5 8	21 21
Золотой берег	1912	1,067	302	—	—	23 24—30
Конго (бельгийское) . . .	— {	1,067 1,000	417 480	200	13	— 22—25
Нигерия	1912	1,067	1 397	80	20	20—25
Сенегалия	—	1,000	897	300	10—25	39
Судан	1912	1,067	2 342	—	—	27—40
Южная Африка	1912	1,067	11 594	—	—	{ (преимущественно 29,8)

Ц А XVI.

ПРИМЕРЫ ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ПОНИМАТЬ ЧИСЛОВЫЕ И АЛГЕБРАЧНЫЕ

Строительная стоимость 1 км в рублях	Размер годо- вого грузо- оборота m км (средний или от — до)	Валовой до- ход на 1 км в рублях	Эксплоатационные расходы на 1 км в рублях	Чистый до- ход на 1 км в рублях	Коэффициент эксплоатации
16 500	—	2 200	1 500	640	71
22 000	—	2 670	1 940	730	72
27 500—44 000	—	1 840—6 800	1 400—2 700	425—3 750	41—81
28 000—34 000	1 200	390—3 100	375—1 900	1 200—15	61—96
24 500 без подвижного состава	570	4 450	2 900	1 550	65
39 900	570	4 150	2 600	1 550	63
65 000	440	4 850	2 700	2 150	56
46 000	1 300	7 600	5 100	2 500	67
36 000 (12 000—92 000)	160—4 700	1 380—5 050	700—4 000 от 1 950 до 600	67—44 (преимущ. 51—55)	{
17 000—75 000	820	2 150—5 600	970—3 000	1 200—2 600	54—41
51 000	500	6 500	3 500	3 000	54
—	казен. 2 555	казен. 9 450	4 800	4 650	51
	частн. 7 300	частн. 16 200	8 100	8 100	50
23 000—58 000	300	3 800—10 100	2 600—6 000	—	59—68
31 000—112 000	до 975	2 150—4 600	1 700—3 750	—	81—79
51 000	—	270—2 850	60—2 600	—	67—230
32 000—41 000	210	2 800—3 200	1 560—2 200	—	49—78
11 000	665	3 000	1 500	1 500	50
16 000	—	—	—	—	{}
52 000	—	7 300	2 650	4 650	36
—	280	3 550	2 450	1 100	69
17 500—45 000	220	4 850	3 000	1 850	62
30 000	40—985	1 650—4 700	900	—	55
—	—	1 800	1 300	500	72
14 500—63 000	1 070	2 000—10 000	900—5 500	—	46—55

ТАБЛИЦА XVII

строительной стоимости германских железных дорог
местного значения.

№ №	Наименование дорог	Ширина колеи м	Эксплоатационная длина км	Вес рельсов кг в м	Стоимость 1 км в рублях
1	Гернроде — Гарцгероде		43,5	15,5	23 500
2	Гильдбург — Гельбург		30		12 400
3	Грейфенбергские		140	14 и 15,5	16 400
4	Мемельские		50	15,5	26 000
5	Пфальцские	1,00	37	15,5	22 000
6	Регенвальдские		53	15,5	14 500
7	Фленцбург — Каппельн ¹		52	15,5	12 000
8	Фленцбург — Рундгоф ²		44	24,4	21 200
9	Цэль — Тодтнау ³		19		33 000
10	Велау — Фридлэндер		69	15,5	16 300
11	Вестгафельлэндские		59	15	13 900
12	Деминские		66	15,5 и 20	15 000
13	Западно-Прусские ³		176	14 и 29	21 500
14	Мариенвердские ³	0,750	60	15,5	21 000
15	Невтейх — Лисауэр		76	14 и 29	13 500
16	Остпригницкие		59	16,16	13 600
17	Пилькальские		61	15,5	15 800
18	Ютерборг-Люленвальдские		80	14 и 20	15 500
19	Анклам — Лассау		31	12,5	10 400
20	Бромбергские		90	12 — 15	9 350
21	Валюкские		17		13 200
22	Вирзицкие ³	0,600	144	12 — 15,9	16 500
23	Витковские		58	9,5 — 13,8	6 200
24	Гоерсверда — Шенталь		10	9	4 700
25	Мекленбург-Померанские		162	9 — 12	8 000

¹ Легкие технические условия, $R = 70$ м, $i = 25$.² Более тяжелые технические условия, $R = 150$, $i = 16,5$.³ Тяжелые местные условия.

ТАБЛИЦА XVIII.

Эксплоатационные расходы (в рубл.) без расхода на подвижной состав.

Измерители	1,000 м				0,600 м	
	Альтенские	Фельдские	Фленцбург— Коппельн	Зельль— Тоднау	В среднем	Мекленб.— Померанск.
На 1 километр пути . .	535	100	200	185	255	120
“ 1000 паровозо-км (по- лезных)	125	30	47	62	66	44
“ 1000 единиц	13	2,8	6	5,50	7	4

Расходы на содержание и ремонт подвижного состава.

На 1 километр пути . .	307	76	146	109	160	90
“ 1000 паровозо-км . .	71	23	34	37	41	38
“ 1000 единиц	7,5	2,3	4,2	3,25	4,3	3,7

ТАБЛИЦА XIX.

Расход угля на 1 полезный паровозо - км:

Ширина колеи в м	Название дорог	Расход угля	
		в кг	в кг
1,00	Фельдские	6,50	
	Фленцбург—Коппельн	6,05	
	Брит. Индии	8,00	
	Фестињогская	4,22	
0,600	Мекленбург—Померанские . .	6,07	
	Эклиозисон—Париж	3,91	

Ю. В. Энгельгардт.

Расход угля на 1 000 единиц:

Название дороги	Ширина колеи в м	Название дорог		Расход угля в кг
		1,00	0,60	
Цель—Тодтнау	730			
Мангейм—Гейдельберг	750			
Карлсруэ	530			
Фленцбург—Коппельн	750			
В среднем	690			
Мекленбург—Померанские	590			

ТАБЛИЦА XX.

Расходы (в рубл.) на 1 осе - км.

1,000 м				0,600 м
Ларские	Фельдские	Вальгальские	Рэтские	Мекленбург—Померанские
0,23	0,30	0,31	0,36	0,25

ТАБЛИЦА XXI.

Стоимость (в рубл.) отопления, содержания и смазки.

Измерители	1,000 м				0,600 м
	Альтенские	Фельдские	Фленцбург—Коппельн	В среднем	Мекленб.—Померанск.
На 1 км пути	510	265	205	325	165
" 1 000 паровозо-км (полезных)	119	80	48	83	70
" 1 000 единиц	12,5	7,4	6	8,6	6,5

ТАБЛИЦА XXII.
Размеры всех эксплоатационных расходов в рублях (1 марка = 0,463 руб.)

Наименование расходов и доходов	Ширина колеи 1,00 м								1,000 0,750 0,600 0,500			
	Фельдские	Альтенские	Экернорде — Каппель	Фленценбург — Коппельн	Кайзэрберг- ские	Гернроде — Гарцгероде	Веймар — Гастенбог	Цель — Тоднай	В среднем	Прусские железные дороги	Мекленбург- Померанские	
Расход:												
На 1 км пути . . .	1 240	2 800	1 120	1 520	2 440	1 580	900	1 580	1 650	1 410	785	735
На 1000 паров.-км (полезн.)	375	660	420	355	545	545	340	530	470	—	—	—
На 1000 единиц . . .	35	69	60	44	48	41	58	49	50	—	—	30
Валовой доход . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 910	935	935
Чистый доход . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140	150	20
Коэффициент эксплоатации										74%	84%	79%

По германским дорогам процент соотношения расходов колеи 0,600 м к метровой колее таково:

На 1 км пути 45%
На 1000 паровозо-км 67½%
На 1000 единиц 59%

Сравнивая стоимость постройки различных германских железных дорог местного значения, построенных при средних местных условиях, немецкие авторы (Троске, Либман и Швабе) дают следующие соотношения:

ТАБЛИЦА XXIII.
Соотношения стоимости железных дорог (местного значения), исчисленные немецкими авторами.

Авторы	Колея в м			
	1,435	1,00	0,75	0,60
Троске	1	0,67	0,47	0,28
Либман (Zeitschr. f Kl. I 1906) .	1	0,67	0,58	0,33
Швабе (Glaserannalen 1905, } стр. 101)	1	0,67	0,47	0,22

В нижеследующих двух таблицах приведены данные о сравнительной стоимости постройки бельгийских железных

*

дорог местного значения, с распределением расходов на пять отдельных групп (O. Kayser. „Die Belgische Kleinbahnen“. 1911 J.).

ТАБЛИЦА XXIV.

Средняя строительная стоимость бельгийских железных дорог местного значения.

№	Наименование расходов	Ширина колеи 1,435 м		Ширина колеи 1,000 м	
		Сумма руб.	% по отношению к полной стоимости	Сумма руб.	% по отношению к полной стоимости
1	Общие расходы	3 400	9,3%	1 650	10 %
2	Земляные работы	3 800	10,4%	1 725	10,4%
3	Верхнее строение	15 000	41,1%	7 700	46,7%
4	Здания и сооружения	7 000	19,2%	1 725	10,4%
5	Подвижной состав	7 300	20 %	3 700	22,5%
		36 500	100 %	16 500	100 %

Директор Бельгийских железных дорог Винер в своем очень интересном труде (M. L. Wiener. „Les écartements des voies des chemins de fer“ 1923 г.), сопоставляя стоимость постройки железных дорог местного значения последних годов постройки, дает следующие цифры:

ТАБЛИЦА XXV.

№	Наименование дорог	Средняя стоимость в рублях 1 км при соответственной ширине колеи						
		1,676	1,435	1,067	1,00	0,75	0,610	0,600
1	Бельгийские . . .	40 000		22 000 ¹				
2	Германские . . .	40 000		21 000	15 000			9 000
3	Индийские . . .	95 000		42 500		26 500		
4	Южно-Африканские }			47 000 ²		16 000		

¹ С тяжелым верхним строением.

² Магистральные с очень тяжелым верхним строением в холмистой местности. Вообще стоимость южно-африканских железных дорог при ширине 1,067 м колеблется в пределах 14 300 — 63 000 рублей за 1 км.

железных дорог. Рассматриваясь в отдельности, эти дороги представляют интерес для изучения технических и экономических вопросов, связанных с эксплуатацией узкоколейных железных дорог. Важно отметить, что узкоколейные железные дороги, как правило, являются производственными объектами, связанными с производством и эксплуатацией различных видов транспорта. Поэтому изучение узкоколейных железных дорог имеет важное значение для изучения общего состояния транспортной инфраструктуры СССР.

ГЛАВА II. ПОСТРОЙКА И ЭКСПЛОАТАЦИЯ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ДОРОГ СССР.

§ 1. Исторический очерк развития.

К вопросу применения узкой колеи в России сначала отнеслись с большим недоверием и лишь после того, как специально командированная за границу комиссия вынесла из ознакомления с узкоколейными дорогами благоприятное впечатление и сделала доклад о желательности их применения, было решено приступить к постройке таких же дорог.

Первою узкоколейную дорогу общего пользования была Ливенская ($s = 1,067$ м), открытая в 1871 г. Почти одновременно с Ливенской дорогой была построена вторая узкоколейная дорога Новгородско-Чудовская (73 км, $s = 1,067$ м), продолженная впоследствии (в 1878 г.) до Старой Руссы (96 км). Кроме того, в 1872 г. была открыта узкоколейная Ярославско-Вологодская магистраль (209 км, $s = 1,067$ м).

После этого наступило затишье, и до 1890 года новых узкоколейных дорог общего пользования у нас почти не строилось.

В девяностых годах, обратив внимание на все развивающееся строительство узкоколейных дорог за границею и на выгодность их применения, у нас опять ненадолго увлеклись этим делом и, почти одновременно, три общества железных дорог: Московско-Ярославской, Рязано-Уральской и Московско-Киево-Воронежской, в короткий срок построили свыше 2000 километров узкоколейных железных дорог.

В частности, Ливенская дорога была построена по довольно неудачному профилю и слишком слабо оборудована, почему она вскоре же после своего открытия не могла удовлетворять предъявляемым к ней требованиям, что было причиной справедливых нареканий на нее грузоотправителей.

Ярославско-Вологодско-Архангельская дорога была построена по явно выраженному направлению транзитной магистрали, при чем верхнее строение на Вологдо-Архангельской линии было запроектировано слишком слабым, вследствие чего получилось недопустимое перенапряжение в рельсах; в результате этой ошибки рельсы стали быстро приходить в негодность, и потребовалась досрочная сплошная смена их.

Вообще большая часть наших узкоколейных дорог строилась без учета общего плана железнодорожной сети и развития грузооборота. Выбор типа железнодорожных устройств и подвижного состава производился во многих случаях без достаточно вдумчивого отношения, при чем, с одной стороны, недостаточно использовались преимущества узкоколейных дорог, а с другой стороны, иногда слишком увлекались облегчением типов.

Наиболее серьезное отношение к узкоколейным дорогам и более правильная и основательная проектировка, постройка и организация эксплоатации была в 1-ом Обществе подъездных путей, у которого узкоколейные дороги работали с большим успехом, при чем развитие их строительства задерживалось неблагоприятными для узкоколейных дорог условиями концессии.

Протяжение всех русских узкоколейных дорог общего пользования в 1906 г. было 4450 км, в 1912 г. оно снизилось до 4000 км, а в настоящее время оно дошло до 1344 км, отчасти вследствие отделения западного края, а отчасти вследствие перестройки узкоколейных железных дорог на ширококолейные и почти полного прекращения постройки новых узкоколейных железных дорог.

§ 2. Ширина колеи и протяжение узкоколейных железных дорог.

Первые наши узкоколейные дороги общего пользования строились шириной 1,067 м, при чем, однако, определенной ширины колеи для таких дорог установлено не было, вследствие чего постепенно появились и другие размеры, а именно 0,750 м, 0,914 м, 0,917 м и 1,000 м. В результате в настоящее время при 1344 км дорог общего пользования мы имеем 4 размера колеи (а для 5000 км дорог частного пользования 32 различных размера ширины колеи).

Функционирующие в настоящее время узкоколейные дороги общего пользования с указанием их эксплоатационной длины и ширины колеи, указаны в нижеследующей таблице:

ТАБЛИЦА XXVI.

Узкоколейных железных дорог общего пользования, находящихся в ведении НКПС.

Ширина колеи в м.м.	Наименование дороги или подъездного пути	Протяжение путей в км		Вес рельс фунт./п. фут.
		Существующ. Отдельных линий	Общее данный ширины	
750	Тула — Лихвин	111,47		8,32
"	Рязань — Курлово	114,14		8,32 11 и 13,73
"	Бердичев — Грайворон	291,75		8,32 и 11,00
"	Рудница — Ольвиополь	195,68		8,32 и 11,00
"	Холоневская — Семки	42,24	854,39	8,32
"	Гуменная — Винница	15,78		11,00
"	Дохна — Чечельник	12,26		8,32
"	Бершады — Бершадск. завод	8,43		8,32
"	Ириновская	62,64 ¹		—
914 (3')	Шаропань — Сачхери	53,34		21,66
"	Боржом — Бакуриани	37,33	129,07	—
"	Сквирский п. путь	38,40		—
917 (0,43 саж.)	Унеча — Стародуб	34,14		8,00
"	Курско — Ржавская	7,47	41,61	—
1 000	Круты — Чернигов	75,74		13,7
"	Рыльск — Коренево — Суджа	63,68		—
"	Охочевка — Колпна	58,88		15,5
"	Ершов — Пугачевск	93,55	318,48	11,00
"	Федченко — Шариханы	18,13		—
"	Самаркансккая	8,5		—
И т о г о : . . .		—	1343,55	—

В указанные протяжения дорог входит только протяжение главного пути.

¹ Из общего количества 62,64 км перешиты на широкую колею 33,07, но временно оставлены для пользования.

Разнообразие размеров колеи причиняет большие неудобства во всех отношениях, и особенно в смысле использования и заказов подвижного состава и получения запасных частей.

Вопрос об унификации узкой колеи для дорог общего пользования возбуждался у нас неоднократно, но пока разрешения он не получил.

Этот вопрос, между прочим, был поднят на международном железнодорожном конгрессе (состоявшемся в Петербурге в 1892 г.). По обсуждении этого вопроса (по докладу инженера Радиса) конгресс постановил не стеснять строителей установлением определенной колеи и предоставить им полную свободу в выборе колеи, в видах развития местных железных дорог, предложив придерживаться по возможности трех типов: в 1,000 м, 0,750 м и 0,600 м.

В последнее время большинство авторитетов считает целесообразным установление у нас двух размеров колеи (1,000 м и 0,750 м), некоторые же считают возможным принять один размер (последнее при громадной территории СССР и при чрезвычайном разнообразии условий, по нашему мнению, представляется весьма рискованным).

§ 3. Технические условия. Нижнее, верхнее строения и железнодорожные устройства.

До 1921 года, когда были утверждены технические условия для проектирования и сооружения узкоколейных железных дорог шириной 0,750 м, у нас имелись лишь общие „Правила сооружения и эксплоатации паровозных подъездных путей к железным дорогам общего пользования“ (утвержденные министерством Путей Сообщения 30-го июня 1892 г.), которые были составлены очень схематично и многих необходимых руководящих указаний для проектирования узкоколейных дорог не давали. Это было причиной того, что такие дороги строились по случайным техническим условиям, при чем в некоторых случаях применялись упрощения, вредные для эксплоатации, а в большинстве случаев, напротив, во многом не использовались те преимущества, которые дают узкоколейные дороги.

ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО. „Правилами“ 1892 г. установлено, что ширина земляного полотна на железных дорогах должна быть не менее тройной ширины колеи, при чем поставлено условие, чтобы ширина полотна была более ширины по низу балластного слоя на $0,5 + 0,5 = 0,10$ саж. ($0,21$ м).

На всех наших дорогах общего пользования ширина земляного полотна, как усматривается из нижеследующей таблицы, принята значительно более установленного крайнего минимума.

ТАБЛИЦА XXVII.

Ширина колеи	Минимальная ширина согласно „Правил“ 1892 года	Ширина принятая на русских дорогах
1,067 м	3,20 м	4,27 м (2,00 с)
1,000 м	3,00 м	3,40 — 4,05 м (1,60 — 1,90 с)
0,750 м	2,25 м	2,77 — 3,00 м (1,30 — 1,40 с)

Вообще, как показывает практика эксплоатации наших дорог, желательно, чтобы ширина земляного полотна была на $0,20 + 0,20 = 0,40$ м более ширины по низу балластного слоя, кроме того, желательно уширение земляного полотна с наружной стороны на закруглениях круче 250 м на 0,05 — 0,20 м.

До 1919 года общих типов для узкоколейных дорог у нас не было установлено, вследствие чего замечалось большое разнообразие типов. В частности, на Ярославско-Архангельской железной дороге типы шпал были довольно неудачны, с несоразмерно малою нижнею постелью.

Довольно удачные типы для $s = 0,750$ м были выработаны 1-ым О-вом подъездных путей.

В 1919 г. Комитетом Государственных Сооружений было установлено два типа шпал для главных путей метровой колеи и два — для станционных путей метровой колеи, и они же (при уменьшенной длине) для всяких путей колеи в 0,750 м. Два последних типа приняты и утвержденными „Техническими Условиями“ 1921 г. для колеи в 0,750 м.

Особенно неблагоприятно отразилось на рельсы. наших узкоколейных дорогах отсутствие определенных указаний для выбора типов рельсов. На некоторых дорогах укладывали слишком тяжелые рельсы, что напрасно повышало их стоимость, в большинстве же случаев в этом отношении впадали в другую крайность, а именно — укладывали слишком легкие рельсы, несоответствующие имеющему обращаться подвижному составу. Такой пример имел место не только на мелких подъездных путях случайного характера, но и на нашей Архангельской магистрали, а также и на железных дорогах 1-го О-ва подъездных путей, которое вообще к постройке узкоколейных дорог относилось с наибольшим вниманием. В результате подобной ошибки потребовалась досрочная сплошная смена рельс на многих верстах Архангельской линии уже через 5 лет после открытия дороги, с заменою 13,73-фунтовых более тяжелым типом (15,36 фун./пог. футе), а на некоторых дорогах 1-го О-ва подъездных путей через 8 лет после постройки — с заменою 8,32-фунтовых рельсов 11-фунтовыми.

Стрелочные переводы на большинстве на-
стремочные ших узкоколейных дорог спроектированы
переводы. очень неэкономно, со слишком большими ра-
диусами переходных кривых и малыми углами стрелок
и крестовин, не соответствующими допускаемым скоростям
движения. Это влечет за собою значительное удлинение
станционных путей и площадок и излишнюю потерю на
бесполезной длине путей. Наиболее целесоответственно
спроектированы стрелочные переводы 1-го О-ва подъездных
путей.

В таблице XVIII приведены для примера характеристики стрелочных переводов некоторых наших узкоколейных дорог.

Размер уширения перед пером колеблется в чрезвычайно широких пределах от 0 до 26 м.м.

На наших узкоколейных железных дорогах искусственные вполне целесообразно применялись почти сооружения. исключительно деревянные мости, при этом, однако, для малых водотоков не были использованы наиболее дешевые типы открытых деревянных мостиков и лотков (без свай), дающих значительную экономию.

ТАБЛИЦА XXVIII.
Характеристики некоторых узкоколейных стрелочных переводов.

№ №	Наименование дорог	Ширина колеи, м	Угол стрелки	Угол кресто- вины	Марка крестовины	Радиус пере- ходной кривой, м	Длина остряка, м	Полная длина пере- вода, м
1	Закавказ- ских ж. д. (Боржом — Бакурнани)	0,914	1°20'	7°30'			3,047	
2	Западные ж. д. (Унеча- Стародуб).	0,917		7°7'3" $\frac{1}{8} = 0,125$		90	3,958	16,817
3	Московско- Киево-Во- ронежская.	1,000		5°8'34"		192	4,699	21,940
		1,000		5°24'32"		110	4,267	21,045
4	Первого О-ва подъ- ездных путей .	0,750	1°55'30"	7°7'30" $\frac{1}{8} = 0,125$		75	2,53	12,038
5	Рязано- Уральская.	1,000	1°14'55,5"	5°11'40" $\frac{1}{11} = 0,091$		202	2,67 4,27	22,407
6	Самаро-Зла- тоустовская (ветвь Кро- товка — Сер- гиевская) .	1,000	1°29'14"	5°42'36" $\frac{1}{10} = 0,10$		160	3,352	19,294
7	Северные .	1,067		5°11'40" $\frac{1}{11} = 0,091$		96	4,24	19,700
8	Северные .	1,067		6°20'25" $\frac{1}{9} = 0,11$		128	3,650	18,790

В отношении перегрузочных устройств ПЕРЕГРУЗОЧНЫЕ наши дороги оборудованы очень слабо, при УСТРОЙСТВА. чем применяются примитивные способы ручной перегрузки, что вызывает весьма значительные расходы (20—60 коп. за тонну, а в некоторых случаях и более), которые при надлежащих устройствах и оборудовании (см. стр. 67) могли бы сильно понизиться.

§ 4. Подвижной состав.

В отношении узкоколейного подвижного состава дело у нас оставляет желать очень много.

Только на дорогах, находящихся в ведении НКПС (менее 1500 км), имеется более 50 различных типов паровозов,

при чем большинство типов совершенно случайного характера и устарелой конструкции. Наиболее удачным современным паровозом для колеи в 0,750 м является тип 0—4—0 Коломенского завода. Сцепной вес его 21 тонна, модуль силы тяги 5,870 кг, скорость 28 км/час.

Самые мощные из наших узкоколейных паровозов были на Архангельской линии (1,067 м). Сцепной вес их 48 тонн, модуль силы тяги 12 600 кг, диаметр движущихся колес 1100 мм, пред. скорость 46 км/час. Паровозы эти работали вполне удовлетворительно, но требовали довольно тяжелого верхнего строения, с рельсами не легче 15,36 фунт./пог. фут.

Большое разнообразие типов паровозов и устарелость большинства их весьма неблагоприятно отражается на эксплуатации наших узкоколейных дорог.

Что касается до вагонов, то, насколько можно судить по нашей более чем ограниченной литературе по узкоколейным дорогам, типы вагонов тоже весьма разнообразны и стары, с невыгодным коэффициентом тары (до 0,63). Наиболее совершенными для колеи 1,067 м были типы Архангельской линии, а для колеи 0,750 м — типы 1-го О-ва подъездных путей, Рязано-Владимирской и Тула-Лихвинской ж. д., подъемная сила коих до 16,5 т (1000 пуд.) при таре до 7,29 т (445 пуд.).

Из открытого подвижного состава наиболее выгодными для местного движения с небольшими скоростями представляются парные железные двухосные тележки для перевозки длинного леса. Тара двух тележек составляет всего 2,8 т (170 пуд.). Коэффициент тары $\frac{170}{750} = 0,23$.

Наиболее совершенные пассажирские узкоколейные вагоны были у нас на Архангельской линии (четырехосные).

§ 5. Стоимость сооружения и результаты эксплуатации.

Стоимость постройки наших узкоколейных сооружения дорог обходилась в большинстве случаев, при узкоколейных сравнительно одинаковых местных условиях, железных до дороже чем за границею, при чем процент удешевления, по сравнению с подобными же путями нормальной колеи, был ниже. Это, повидимому, объясняется не вполне удачным проектированием с недостаточным использованием выгод, связанных с уменьшением ширины

колеи, а отчасти—сравнительно высокою стоимостью заказываемого в весьма небольшом количестве подвижного состава. В тех случаях, когда проектировка и постройка узкоколейных дорог производилась более сведущими в этом деле лицами и с большим вниманием к делу, узкоколейные дороги, при сравнительно одинаковых местных условиях и даже лучшем оборудовании, обходились значительно дешевле, что, например, замечается по отношению к узкоколейным дорогам 1-го О-ва подъездных путей.

Стоимость постройки некоторых русских подъездных узкоколейных железных дорог указана в нижеследующей таблице.

ТАБЛИЦА XXIX.

№ №	Наименование железнодорожных подъездных путей.	Ширина колеи м	Длина в км	Средняя стоимость 1 км (с подвижным составом)	Количество подвижного состава на 1 км		
					Паровозы	Вагоны	Пассажирские Товарные
1	Либаво-Газенпотский . . .	1,000	49	25 400	0,061	0,163	1,22
2	Ириновский	0,750	63	22 600	0,27	0,65	2,45
3	Лифляндские	0,750	210	24 900	0,066	0,119	0,71
	Московского О-ва подъездных путей.						
4	Рязанско-Владимирский . . .	0,750	209	24 600	0,095	0,159	1,75
5	Тула-Лихвинский . . .	0,750	112	33 300	0,08	0,133	1,24
	Первого О-ва подъездных путей.						
6	В среднем (с дополнительными расходами). ¹	0,750	1225	20 600 ¹	0,103	0,248	2,12
	В отдельности:						
7	Пернов-Ревельские . . .	0,750	336	16 600 ²	—	—	—
8	Свенцянские	0,750	272	16 000 ²	—	—	—
9	Южные	0,750	617	20 200 ²	—	—	—

¹ Считая дополнительные расходы по реализации капитала, по дополнительному оборудованию станций и по приобретению дополнительного подвижного состава.

² В том числе стоимость подвижного состава на 1 км соотв.: 3500 руб., 3600 руб. и 4850 руб.

Процентное распределение полной стоимости по отдельным главам для узкоколейных путей 1-го О-ва подъездных путей указано в следующей таблице:

ТАБЛИЦА XXX.

Наименование глав расценочной ведомости	Процент от полной стоимости		
	Пернов-Ревельские	Свен-цианские	Южные
I. Отчуждение	4,6	3,1	5,4
II. Полотно дороги	12,4	11,9	8,3
III. Искусственные сооружения	4,0	5,0	6,2
IV. Верхнее строение	24,6	24,8	22,4
V. Принадлежности пути	0,6	0,6	0,5
VI. Телефон (и телеграф)	0,7	0,8	0,6
VII. Путевые здания	1,5	1,6	2,0
VIII. Станционные постройки	8,9	7,7	9,5
IX. Водоснабжение	0,7	0,5	0,6
X. Принадлежности станций	2,4	1,4	2,2
XI. Подвижной состав	20,8	22,2	25,2
XII. а) Общие расходы	7,1	6,6	5,4
б) Временное движение	1,9	3,6	1,7
XIII. Правительственный надзор	0,5	0,8	0,3
XIV. Непредвиденные расходы	0,8	0,2	0,7
XV. Уплата % на строительный капитал во время постройки	8,6	9,3	9,0
Итого	100%	100%	100%

Установить исчерпывающим образом результаты эксплоатации наших узкоколейных дорог не представляется возможным, так как по многим узкоколейным дорогам, находящимся в ведении управлений дорог нормальной колеи, не велось надлежащей статистики и так как вообще этим дорогам уделяется очень мало внимания.

В таблице XXXI приведены данные о результатах эксплоатации некоторых наших узкоколейных дорог второ-

ТАБЛИЦА XXXI.

Результаты эксплоатации русских узкоколейных железных дорог за 1911 г.

Наименование железных дорог		Валовой доход.		Эксплоатационные расходы.		Итого
		На	1 км	На	1 км	
Либаво-Газенпотский	1,000	49	5,5	3 900	194	472
Ириновская	0,750	63	14,8	5 400	100	435
Лифляндские	0,750	210	7,8	1 880	93	235
Московского Общества подъездных путей				160	345	
Рязано-Владimirский	0,750	209	4,0	4 060	280	482
Ула-Лихвинский	0,750	112	2,9	1 900	177	462
Первого Общества подъездных путей				377	493	
Пернов-Ревельские	0,750	336	7,2	4 050	152	433
Свенцяnsкие	0,750	272	4,0	1 390	94	370
Южные	0,750	617	8,0	4 410	151	416
Петроков-Сулеевские	0,750	16	7,7	2 560	91	538
Стародубский	0,917	34	4,1	1 690	113	235
				816	376	889
				376	183	507
				240	183	110
						235
						110
						223
						110
						1305
						480
						159
						378
						393
						147
						2 373
						84
						240
						1 850
						106
						109

степенного значения за 1911 год, почерпнутые из статистического сборника б. министерства Путей Сообщения за 1914 г.

Из таблицы XXXI усматривается, что эксплоатационные расходы наших узкоколейных железных дорог сравнительно выше, чем на большинстве заграничных дорог, хотя некоторые и наши узкоколейные дороги при более правильной постановке дела доказали целесообразность их применения и, как при сравнительно незначительном грузообороте (например, Лифляндские — валовой доход 1880 руб.), так и при довольно большом грузообороте (Южные) дали вполне благоприятный коэффициент эксплоатации (53 и 52); это, подобно целому ряду заграничных дорог, доказывает гибкость и приспособляемость узкоколейных дорог.¹ На некоторых же дорогах, напротив, управления, очевидно, не сумели достаточно использовать преимущества узкоколейных железных дорог, вследствие чего эксплоатационные расходы оказались непомерно высокими по отношению к валовому доходу (например, Тула-Лихвинские, Петроков-Сулеевские, Свенцянские, Стародубские).

На некоторых дорогах особое внимание обращают на себя чрезмерно большие расходы по центральному и местным управлениям, которые при небольшой работе дорог превышают 400 руб. с км, тогда как за границею, путем соответствующего упрощения эксплоатации, при малых грузооборотах, все эксплоатационные расходы доводятся на некоторых дорогах до 375 руб. с километра (см. табл. XVI, на стр. 79).

На некоторых дорогах представляются преувеличенными расходы по службе пути и, сравнительно с грузооборотами, по службе тяги и движению, а также прочие расходы, что можно объяснить или какими-либо особыми условиями, или, вернее, неправильною организациею эксплоатации. В частности преувеличение расходов по службе тяги объясняется несовершенством и большим разнообразием типов подвижного состава, а иногда нерациональным использованием такового;

¹ В 1905 г. (см. Никитин. „Постройка и эксплоатация узкоколейных железных дорог 1909 г., стр. 155) эти дороги также дали наилучший коэффициент эксплоатации.

преувеличение расходов по службе движения и телеграфа объясняется громоздкою организациею, неиспользованием в соответственных случаях возможностей упрощенной эксплуатации, как это делается на многих заграничных дорогах второстепенного значения (телефонное сношение, облегченные условия ограждения станций, объединение функций станционных агентов или, при очень слабом движении, поручение таковых кондукторским бригадам и проч.), а кроме того, примитивными условиями перегрузки, которая у нас обходится во много раз дороже, чем за границею (см. стр. 67).

Хотя отсутствие исчерпывающего статистического материала лишает возможности сопоставить результаты эксплуатации по узкоколейным и ширококолейным дорогам, эксплуатируемых в сравнительно одинаковых условиях одними и теми же управлениями, так как многие статьи показываются общими итогами для всей сети без выделения узкоколейных дорог, все-таки в статистическом сборнике имеются отдельные, довольно показательные, цифры. Так, например, по Северным дорогам все расходы по службе пути и сооружений в 1911 г. определялись для широкой колеи в размере 1500 руб. на 1 км, а по узкой (Архангельская магистраль $s = 1,067 \text{ м}$) в 1020 руб. на 1 км; по Московско-Виндавской для широкой колеи 1170 руб. на км, а по узкой (Новгородская $s = 1,067 \text{ м}$) в 630 руб. Эти цифры опровергают предположения некоторых лиц, будто ремонт пути и сооружений незначительно зависит от ширины колеи. Надо заметить, что содержание пути и сооружений Архангельской линии находилось в более неблагоприятных условиях, чем широкой (слишком легкий тип рельсов, большие пучины, деревянные мосты и проч.).

ГЛАВА III.

СРАВНЕНИЕ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ДОРОГ С ДОРОГАМИ НОРМАЛЬНОЙ КОЛЕИ И С БЕЗРЕЛЬСОВЫМИ ДОРОГАМИ.

При обсуждении вопроса о применении узкоколейных дорог естественно возникает вопрос о сравнении их с другими дорогами, а именно — с более мощными железными дорогами нормальной колеи и более дешевыми — безрельсовыми дорогами.

Несомненно, что не только для каждого из указанных видов путей сообщения, но и для отдельных типов каждого вида существуют известные пределы целесообразного их применения. Пределы эти обусловливаются размерами грузооборота и местными условиями. Очевидно, что для направлений магистрального характера с громадными грузооборотами, исчисляемыми миллионами $\frac{т\cdot км}{км}$ в год, следует применять наиболее мощные типы, а при совершенно незначительных грузооборотах, исчисляемых немногими тысячами $\frac{т\cdot км}{км}$ в год, нет смысла строить вообще какой бы то ни было железной дороги и приходится довольствоваться обычными грунтовыми дорогами.

Между этими крайностями существует целый ряд промежуточных условий. Резкий скачек между мощностью и стоимостью железных дорог нормальной колеи и гужевыми грунтовыми дорогами и вызвал к жизни узкоколейные дороги, которые при чрезвычайном разнообразии их типов и приспособляемости к местным условиям дали возможность воспользоваться всеми преимуществами железных дорог при таких грузооборотах, когда грунтовые дороги представляются недостаточными, а железные дороги нормальной колеи слишком дорогими.

Наиболее целесообразным с экономической точки зрения представляется такой путь сообщения, который дает наименьшую полную стоимость перевозки тонно-километра груза, с учетом всех накладных расходов, амортизации и процентов на затраченный капитал.

При больших грузооборотах решающее влияние на стоимость перевозки оказывают эксплоатационные расходы, а при малых — накладные расходы, связанные со строительной стоимостью дороги. При этом, чем беднее страна капиталами и чем выше учетный процент, тем большее влияние оказывают строительные расходы и тем целесообразнее применение более дешевых типов. Строительные расходы зависят от местных условий, типа пути и его оборудования, а эксплоатационные, кроме того, от размеров грузооборота.

Так как основными факторами, при выборе типа пути сообщения являются размер грузооборота, местные условия и учетный процент, то решить *a priori* в общем виде вопрос о выборе типа представляется невозможным, почему окончательный выбор типа должен производиться опытными людьми в каждом конкретном случае, с сопоставлением в случае сомнений соответственных вариантов. К сожалению, большинство наших инженеров не получало в этом отношении достаточной подготовки и при всяком вопросе о постройке железной дороги, без колебания, останавливалось на широкой колее, а так как такая дорога требовала больших затрат, то в результате очень часто вовсе отказывались от постройки железной дороги. Между тем для дорог местного значения, непримыкающих к железнодорожной сети — всегда, а для связанных с общею железнодорожной сетью — при достаточной длине линии, не только при малых, но и при средних грузооборотах, применение узкой колеи оказывается значительно более выгодным как в строительном так и в эксплоатационном отношении.

Вышеприведенные данные о стоимости и результатах эксплоатации узкоколейных дорог за границею (стр. 78—83) показывают, что действительная стоимость постройки узкоколейных дорог при легких условиях доходит до 11 000 руб. за 1 км для метровой колеи и до 4700 руб. за 1 км для колеи в 0,600 м, а полные эксплоатационные расходы (при малых грузооборотах) до 375 руб. на 1 км (Норвегия, Аргентина), при чем эксплоатационные расходы, очень гибко

приспособляясь к размерам грузооборота, гармонируют с валовым доходом. Совершенно очевидно, что как бы мы ни облегчали условия постройки и эксплоатации железных дорог нормальной колеи, все-таки понизить для них до таких пределов расходы ни в коем случае невозможно. Это объясняется целым рядом крупных преимуществ, которые в известных случаях имеют узкоколейные дороги перед дорогами широкой колеи при рациональной постановке их проектировки, постройки и эксплоатации.

Основным преимуществом узкоколейных дорог по сравнению с дорогами широкой колеи является дешевизна постройки и эксплоатации, последнее — до тех пор, пока не превзойдены известные (весьма значительные) пределы грузооборота (см. диаграммы на стр. 109 и 110).

I. Значительное удешевление стоимости постройки обуславливается следующими факторами:

1. Допущение значительно меньших радиусов закруглений, чем сильно облегчается трассировка и приспособление линии к условиям местности.

2. Сокращение земляных работ вследствие уменьшения ширины земляного полотна по верху и вследствие меньших радиусов закруглений.

3. Сокращение работ по устройству искусственных сооружений, благодаря меньшей ширине пути, меньшей высоте насыпей и меньшим расчетным нагрузкам.

4. Сокращение размеров и веса верхнего строения вследствие меньшей ширины пути и меньших нагрузок на ось.

5. Сокращение расходов по некоторым станционным устройствам и сооружениям вследствие уменьшения размеров и веса подвижного состава (платформы, стрелочные переводы, поворотные устройства, вагонные весы и проч.).

На основании отчетов постройки целого ряда наших железных дорог мною выведены для наших средних условий средние стоимости и в соответствующих случаях средние количества работ по отдельным главам расценочной ведомости и затем сделан примерный перерасчет на облегченные технические условия для (см. стр. 111 и 112) различных размеров колеи ($1,524\text{ м}$, $1,000\text{ м}$ и $0,750\text{ м}$).¹ Результаты под-

¹ По довоенным ценам.

счетов приведены в нижеследующей таблице (в рублях на 1 км).¹

ТАБЛИЦА XXXII.

Наименование расходов	Широкая колея		Метровая колея		Колея 0,750 м	
	Дороги вто- ростепенного значения	Подъездные пути	Дороги вто- ростепенного значения	Подъездные пути	Дороги вто- ростепенного значения	Подъездные пути
I. Занятие земель . . .	600	300	600	300	600	300
II. Земляные работы . . .	6 000	4 000	5 000	3 000	4 500	2 500
III. Искусственные сооружения . . .	2 500	1 750	1 800	1 200	1 500	1 000
IV. Верхнее строение . . .	11 000	9 300	8 000	5 500	5 500	4 500
V. } Принадлежности пути и путевые						
VI. } здания	1 500	1 000	1 200	800	1 000	700
VII. Телеграф и телефон .	300	200	300	200	300	200
VIII. Станционные здания .	3 500	2 000	3 500	2 000	3 500	2 000
IX. Водоснабжение . . .	1 200	800	1 000	700	900	600
X. Станционные при- надлежности . . .	1 000	800	800	600	700	500
Итого . . .	27 600	20 150	22 200	14 300	18 500	12 300
XI. Общие и разные рас- ходы и округление	4 400	3 050	3 800	2 400	3 300	2 200
Оборотный капитал .	1 000	800	700	600	500	500
Всего . . .	33 000	24 000	26 700	17 300	22 300	15 000

¹ Этот подсчет представляет собою лишь первое приближение, в ближайшем же времени мы предполагаем составить подробные сравнительные подсчеты стоимости постройки жел. дор. шириной 1,524 м, 1,000 м, и 0,750 м при сравнительно одинаковых облегчениях технических условий.

Из этой таблицы определяются следующие соотношения стоимости постройки железных дорог разной колеи:

	1,524 м	1,000	0,750
Дороги второстепенного значения (соотв. магистр. облегч. типа) .	1	0,81	0,68
Подъездные пути	1	0,71	0,62

Стоимость подвижного состава в очень значительной степени зависит от размеров грузооборота, почему ее правильнее считать отдельно; в среднем, стоимость подвижного состава составляет 20%—25% полной стоимости дороги.

При трудных топографических условиях выгодность от съужения колеи, благодаря уменьшению минимальных радиусов, значительно повышается. Размер экономии в этих случаях может быть определен лишь сравнением вариантов по разным трассам.

II. Удешевление эксплоатации узкоколейных дорог, пока грузооборот не превысит известных пределов (см. стр. 108—110), обусловливается следующими причинами:

1. Уменьшение расходов на ремонт и содержание пути и сооружений (стр. 106) вследствие меньших размеров таковых.

2. Лучшее при незначительных грузооборотах использование подъемной силы вагонов.

3. Более выгодное соотношение тары вагонов к подъемной силе таковых (см. стр. 63, 66 и 92). На путях второстепенного значения при сравнительно небольших составах и скоростях движения это соотношение может быть доведено для открытого подвижного состава до 0,25, а на широкой колее оно доходит лишь до 0,33.

4. Более выгодное использование паровозов в тех случаях, когда по размерам и характеру грузооборота не представляется возможным пускать поезда большими составами, соответствующими полной силе тяги ширококолейных паровозов, что часто имеет место на путях второстепенного значения.

В результате, как усматривается из таблиц, приведенных на стр. 78—83, размеры всех эксплоатационных расходов на

узкоколейных дорогах доходят при малых грузооборотах до чрезвычайно низких пределов, недостижимых для дорог нормальной колеи.

Говоря о преимуществах узкоколейных дорог, нельзя обойти молчанием и их недостатков, которые особенно чувствительны на наших дорогах:

1. Сравнительно меньшая провозная способность, меньшая скорость движения и меньшие размеры габарита подвижного состава.

2. Сравнительно более высокая стоимость подвижного состава.

3. Несколько большая стоимость единицы силы тяги при небольшой мощности паровозов.

4. Затруднительность при разной ширине колеи использования для сезонных перевозок подвижного состава других дорог.

5. Необходимость перегрузки в пунктах примыкания к железным дорогам широкой колеи.

Как показывает опыт работы заграничных узкоколейных дорог, большая часть вышеуказанных дефектов, благодаря достижениям техники, в значительной степени исправима:

1. Дефект по первому пункту за известными пределами неустраним, вследствие чего магистрали первостепенного значения с весьма большою ожидаемою работою целесообразно строить нормальной или широкой колеи. При этом, однако, надо заметить, что предел той работы, с которой успешно могут управиться у.-к. дороги, доходит при современных типах подвижного состава до весьма значительных размеров. Так, например, по метровой колее при нормальной работе, без перенапряжения (10 пар товарных поездов), возможно при современных типах паровозов и вагонов (см. стр. 55, табл. XI и стр. 65 табл. XIII) перевести в сутки груза в одном направлении до $5600 \frac{m \cdot km}{km}$ (при предельном уклоне 10% , считая сопротивление движению по формуле $w_o = 2,3 + \frac{V}{20}$ и учитывая 70% использования подъемной силы вагонов), что соответствует¹ предельному годовому грузообороту — $1624\ 000 \frac{m \cdot km}{km}$, или $99\ 000\ 000 \frac{туд.-вер.}{вер.}$ (считая на неравномерность движения 25% , т.-е. число рабочих дней: $\frac{365}{1,25} = 290$ дней).

¹ При сравнительно равномерном движении.

Подсчет: Паровоз типа бразильских железных дорог (стр. 55) $1 - 3 + 3 - 1$, $M = 24\ 700 \text{ кг}$ $F_k = 13\ 000 \text{ кг}$, $P = 128\ 000 \text{ кг}$, $w_o = 2,3 + \frac{v}{20}$, $i = 0,010$.

$$\text{Вес состава: } Q = \frac{F_k}{w_o + i} - P = \frac{13\ 000 \times 1000}{(2,3 + 0,010) \cdot 1000} - \frac{128\ 000}{1000} = 887 \text{ м.}$$

Подъемная сила вагона (типа аргентинских жел. дор.) 25 м, расчетная нагрузка 70%. Тара 10,10 м, число вагонов $\frac{887}{25 \cdot 0,70 + 10,10} = \frac{887}{27,60} = 32$.

Полезный вес поезда: $32 \times 17,50 = 560 \text{ м}$, десять поездов поднимают груза в сутки 5600 тонн, что соответствует годовому грузообороту $5600 \times 290 = 1\ 624\ 000 \text{ тонн} = 99\ 000\ 000 \text{ пуд.}$

Провозная способность дорог при ширине колеи в 0,750 м пока, в виду отсутствия мощных типов паровозов, значительно меньше; так, например, при нашем паровозе 0-4-0 Коломенского завода:

$$M = 5370; F_k = 3000 \text{ (при скорости } 8 \text{ км}); P = 35; w_o = 2,5 + \frac{v}{20}; i = 0,010;$$

$$Q = \frac{F_k}{w_o + i} - P = \frac{3000}{13} - 35 = 195 \text{ м.}$$

Подъемная сила вагона 16,5 тонн; расчетная нагрузка 70%. Тара 7,5 тонн.

$$\text{Число вагонов: } \frac{195}{16,5 \cdot 0,70 + 7,5} = \frac{195}{19,05} = 10.$$

Полезный вес поезда $10 \times 11,55 = 115,5 \text{ тонн}$; 10 поездов поднимают груза 1155 тонн в сутки, что соответствует годовому грузообороту $1155 \times 290 = 335\ 000 \text{ тонн} = \sim 20\ 000\ 000 \text{ пудов.}$

Удачная проектировка нового, более мощного типа, паровоза, например, по типу боснийских железных дорог (0,760 м) или дуплекс, может повысить указанную провозную способность в два раза, т.-е. до $670\ 000 \frac{\text{т-км}}{\text{км}} = \sim 40\ 000\ 000 \text{ пудо-вер. вер.}$, а при увеличении предельной нагрузки на ось — и более.

2. Более высокая стоимость у нас подвижного состава объясняется чрезвычайным разнообразием типов и очень мелкими заказами. Стандартизация типов и массовая заготовка могут свести разницу стоимости до минимума.

3. При мощных типах паровозов и удачной конструкции стоимость единицы силы тяги узкоколейных паровозов не более, чем ширококолейных той же мощности. При слабой мощности расход топлива на единицу предельной силы тяги и накладной расход по обслуживанию несколько повышается, но зато более полно используется сила тяги, и в результате при правильном выборе типа затрата на перевозку 1 т-км для малого грузооборота, получается не больше, а меньше.

4. Когда основная железнодорожная сеть имеет одну нормальную или широкую колею, то большим преимуществом эксплоатации этой сети является возможность использования и переброски по мере надобности подвижного состава. При устройстве в таком случае для некоторых направлений узкоколейных дорог, последние попадают в невыгодное положение, особенно если они устроены отдельными ветками, интенсивность движения по коим сильно колеблется.

Затруднительность переброски в таких случаях подвижного состава представляется очень серьезным дефектом. Однако, при рациональной проектировке и организации дела дефект этот, как показывает опыт заграничной практики, может быть ослаблен в более или менее значительной степени, а иногда и устранен полностью нижеуказанными мерами:

- а) устройством узкоколейных дорог целыми сетями (примеры см. стр. 74—76, черт. 27—29: узкоколейные сети Бельгии, Германии, Индии, Бразилии);
- б) устройством передаточных веток смешанной колеи (при небольшом их протяжении);
- в) передачей узкоколейного подвижного состава на специальном подвижном составе широкой колеи;
- г) интенсификацией, на время усиленного движения, работы паровозов, назначением сменных и подсменных бригад.

При очень коротком протяжении веток, когда приобретение и содержание своего состава представляется невыгодным,—такие ветки должны иметь ширину, одинаковую с дорогой примыкания.

5. Перегрузка грузов при примитивных устройствах и способах требует, как мы знаем, значительной затраты рабочей силы и простоя подвижного состава, что особенно тяжело отражается на полной стоимости перевозки при незначительном протяжении узкоколейной дороги. При соответствующих устройствах, оборудовании и достаточной длине дороги затрата времени и средств (см. стр. 67) на перегрузку грузов понижается настолько, что накладные расходы на перегрузку оказываются во много раз меньше тех выгод, которые дают узкоколейные дороги, при чем расходы по перегрузочным устройствам оказываются гораздо меньшими, чем разница стоимости постройки узкой и широкой колеи.

Рассматривая недостатки узкоколейных дорог, мы не упомянули о мнении некоторых лиц, считающих, что ремонт и содержание пути на узкоколейных дорогах обходится дороже, чем на ширококолейных. Подобное мнение можно рассматривать лишь как недоразумение. При правильной проектировке верхнего строения, в соответствии с нагрузками на ось подвижного состава и предельными скоростями движения, ремонт и содержание узкоколейных путей обходится значительно дешевле ширококолейных; в этом мы лично убедились путем наблюдений во время службы на узкоколейных и ширококолейных железных дорогах; это же подтверждается и отчетными данными русских железных дорог; так, например, по данным статистического сборника б. министерства Путей Сообщения, средний расход по службе пути и сооружений на 1 версту в 1911 г. по Северным дорогам определился в размере 1600 руб. (соотв. 1500 руб. на 1 км) на широкой колее и 1095 руб. на 1 версту (или 1020 руб. на 1 км) на узкой ($s = 1,067$ м); тоже по Московско-Виндаво-Рыбинской дороге—для широкой колеи 1211 руб. на 1 вер. (1170 руб. на 1 км), а для узкой 674 руб. на 1 версту (630 руб. на 1 км).

По отношению к безрельсовым дорогам узкоколейные железные дороги имеют те же в соответствующих случаях преимущества, что и ширококолейные железные дороги, при чем допустимость меньших радиусов дает возможность легче обслуживать местное движение при подходах к пунктам нагрузки и выгрузки.

Себестоимость самой перевозки по узкоколейной железной дороге при достаточном грузообороте во много раз дешевле, чем по безрельсовой. При выяснении выгодности замены безрельсового сообщения железнодорожным приходится, конечно, учитывать накладные расходы по восстановлению затраченного капитала, а также дополнительные расходы по вспомогательным операциям (подвоз, нагрузка, выгрузка, перегрузка, хранение груза). Расходы первой категории, ложатся на $t\text{-км}$ перевозки тем меньше, чем больше грузооборот, а по второй тем меньше, чем большее расстояние перевозки по данной железной дороге. При малых грузооборотах, а также при малых расстояниях эти накладные расходы оказываются значительно большими самой стоимости

перевозки и делают невыгодным применение железной дороги. В этом отношении более дешевые и гибкие узкоколейные железные дороги находятся в значительно лучшем положении, чем ширококолейные, что дает возможность с выгодою применять их взамен безрельсовых и при гораздо меньших грузооборотах и расстояниях.

Объектами сравнения с железнодорожными перевозками при безрельсовых дорогах могут быть: гужевые, автомобильные и тракторные перевозки: а) по обычным, неулучшенным, грунтовым или санным дорогам, б) по улучшенным дорогам и в) по дорогам с твердою одеждой.

В случае конной перевозки по естественным (неулучшенным) грунтовым дорогам никаких единовременных затрат не требуется. Стоимость перевозки, независимо от грузооборота, но в зависимости от состояния дороги, определяется в размере 20—60 коп. за 1 *т-км*, а при неблагоприятных условиях доходит до 1 руб. 20 коп. Стоимость улучшения грунтовых дорог, в зависимости от местных условий, колеблется в пределах 200—2000 руб. за 1 *км*, при чем стоимость перевозки понижается до 15—45 коп. за 1 *т-км*.

Стоимость устройства дороги с твердою одеждой определяется в размере 10 000 руб. за 1 *км* (при шоссировании). Стоимость конной перевозки по шоссе, не считая погашения затраченного капитала, 12—30 коп.

Стоимость механических перевозок обходилась и пока, как показывают данные отчета Центрального Управления Местного Транспорта за 1923—1924 г., обходится у нас дороже конных (60—95 коп.).

Стоимость устройства узкоколейной дороги, в среднем, при метровой колее определяется (см. стр. 101 с добавлением 25% на подвижной состав) в 33 500 и 22 000 руб., а при 0,750 м в 28 000 и 19 000 руб.

Перевозка грузов по узкоколейной дороге без амортизации обходится 1—3 коп. за 1 *т-км*.

Если учитывать, как это необходимо для правильного экономического расчета, восстановление затраченного капитала и имущества, то подлежащая сравнению полная стоимость перевозки по всякой усовершенствованной дороге будет колебаться в зависимости от грузооборота.

Для иллюстрации метода определения выгодности того или иного типа дорог, на стр. 109—110 приводятся составленные нами примерные диаграммы полной стоимости перевозок по различным типам железных и безрельсовых дорог.¹

Из этих диаграмм усматривается, что при принятых предпосылках (см. стр. 111—115):

I. В случае примыкания железнодорожного подъездного пути, протяжением 80 км,² к железной дороге широкой колеи наиболее выгодно в отношении ежегодных расходов представляется:

а) колея в 0,750 м, пока максимальный годовой грузооборот в наиболее напряженном направлении не превысит $45\ 000 \frac{m \cdot km}{km} \left(2\ 750\ 000 \frac{\text{пудо-вер.}}{\text{вер.}} \right)$, затем более выгодно становится метровая колея, а при грузообороте более $100\ 000 \frac{m \cdot km}{km} \left(6\ 100\ 000 \frac{\text{пудо-вер.}}{\text{вер.}} \right)$ — широкая колея;³

б) метровая колея, пока грузооборот не превысит $200\ 000 \frac{m \cdot km}{km} \left(12\ 200\ 000 \frac{\text{пудо-вер.}}{\text{вер.}} \right)$.

II. При устройстве железной дороги второстепенного значения (применительно к техническим условиям магистралей облегченного типа), общим протяжениям, например, 300 км, примыкающей к железным дорогам широкой колеи, наиболее выгодно в отношении ежегодных расходов представляется:

а) колея в 0,750 м — при максимальном грузообороте до $100\ 000 \frac{m \cdot km}{km} \left(6\ 100\ 000 \frac{\text{пудо-вер.}}{\text{вер.}} \right)$;

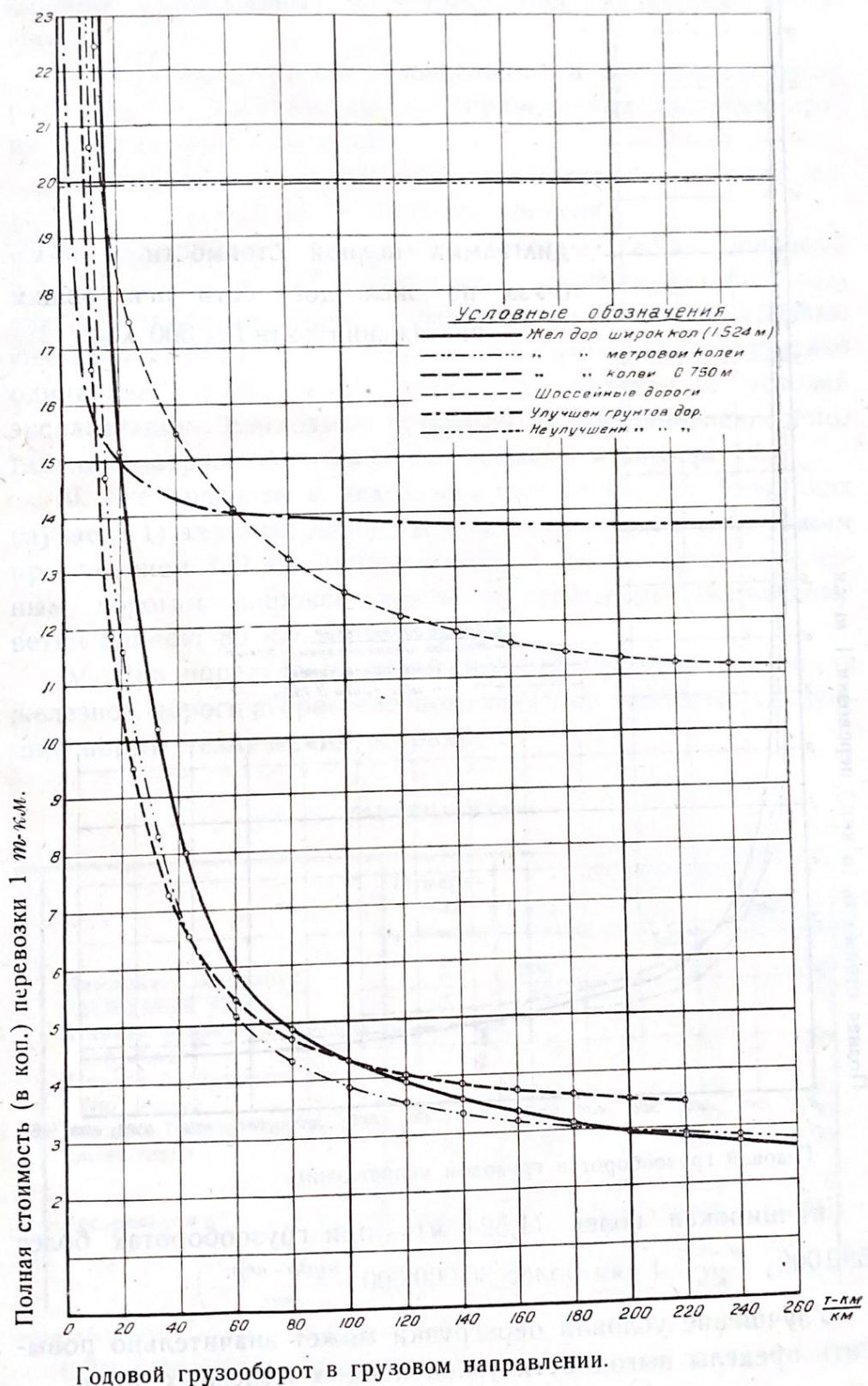
б) метровая колея — при максимальных грузооборотах в пределах от $100\ 000$ до $590\ 000 \frac{m \cdot km}{km} \left(6\ 100\ 000—36\ 000\ 000 \frac{\text{пудо-вер.}}{\text{вер.}} \right)$;

¹ Эти диаграммы являются первым подходом, основанным на нижеприведенных положениях; в дальнейшем мы предполагаем углубить это дело и построить подобные же диаграммы на основании детальных подсчетов стоимости постройки и эксплоатации.

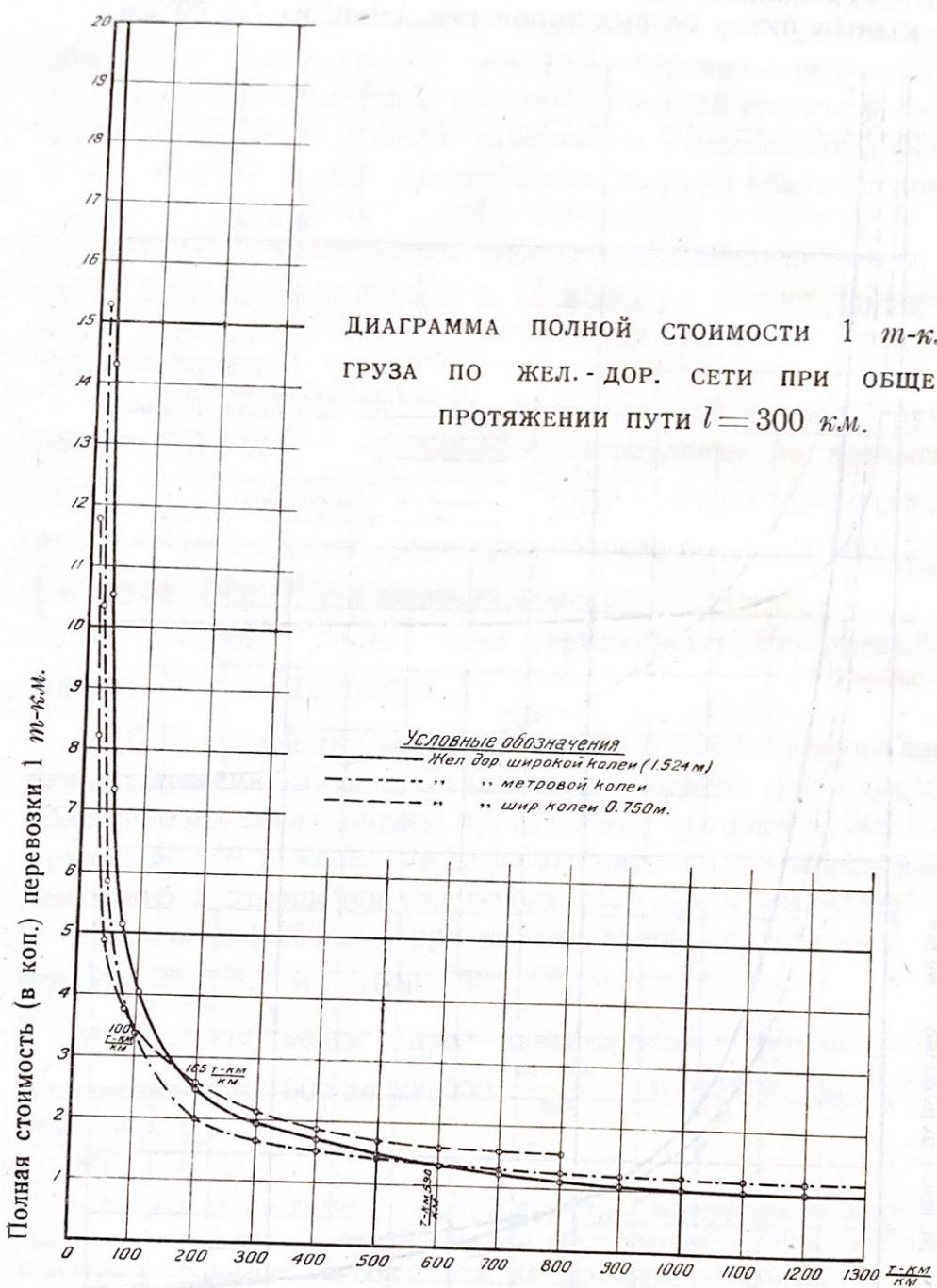
² Длина подъездного пути нами для примера взята значительною, а именно в 80 км. Вообще предел длины подъездного пути к ширококолейной дороге, при котором может оказаться выгодным применение узкой колеи зависит от рода груза, от способа перегрузки и условий работы.

³ Этот расчет выведен для легких паровозов (0—4—0); применение более мощных паровозов может значительно повысить предел максимального грузооборота для узкоколейных путей.

ДИАГРАММА ПОЛНОЙ СТОИМОСТИ ПЕРЕВОЗКИ 1 т-км ГРУЗА ПО ПОДЪЕЗДНЫМ ПУТЯМ РАЗНЫХ ТИПОВ ПРИ ДЛИНЕ ИХ $l = 80$ км.



Годовой грузооборот в грузовом направлении.



Годовой грузооборот в грузовом направлении.

в) широкая колея (1,524 м) — при грузооборотах более $590\ 000 \frac{м - км}{км}$ (или более $36\ 000\ 000 \frac{пудо - вер.}{вер.}$).

Улучшение условий перегрузки может значительно повысить пределы выгодности узкоколейных железных дорог.

При тяжелых местных условиях пределы выгодного применения узкоколейных железных дорог значительно повышаются.

В основание расчетов строительных и эксплоатационных расходов при составлении вышеприведенных диаграмм приняты следующие положения:

I. Ввиду еще не вполне установленных современных цен, все цены приняты по довоенному времени.

II. Строительная стоимость железных дорог широкой и узкой колеи и эксплоатационные расходы для них, подсчитаны приблизительно, применительно к нашим средним условиям (слабо холмистая местность) с учетом соответственно одинаковых облегчений технических условий и условий эксплоатации. Ежегодные проценты на восстановление и погашение затраченного капитала приняты в размере 10.

III. Все подсчеты и диаграммы составлены для следующих случаев: 1) железная дорога второстепенного значения общим протяжением 300 км, примыкающая с двух сторон к железным дорогам широкой колеи, 2) отдельные подъездные ветви длиною 80 км.

IV. При определении примерной строительной стоимости железной дороги второстепенного значения приняты следующие нормы технических условий:

ТАБЛИЦА XXXIII.

Измеритель	Ширина колеи			
	1,524	1,000	0,750	
Минимальный радиус	м	300	200	150
Предельный уклон	м	10	10	10
Ширина земляного полотна (по верху)	м	5,00	4,00	3,50
Ширина балластного слоя (по верху)	м	2,80	2,10	1,80
Толщина балластного слоя	м	0,45	0,35	0,30
Длина шпал	м	2,50	1,80	1,60
Вес рельсов	кг/п. м (фунт/п. фут)	33,48 (24,92)	при малых грузооб.(15,36) значит. ¹ (81,00)	14,78 (11,00) 20,64 (15,36)

¹ Для паровозов 0—3—0 + 0—3—0.

Для подъездных путей принятые более облегченные нормы а именно:

ТАБЛИЦА XXXIV.

ЭЛЕМЕНТЫ.	Измери- тель	Ширина колеи		
		1,524	1,000	0,750
Минимальный радиус	м	250	150	100
Предельный уклон	м	15	15	15
Ширина земляного полотна (по верху)	м	4,60	3,50	3,00
Ширина балластного слоя (по верху)	м	2,80	2,00	1,50
Толщина балластного слоя	м	0,35	0,30	0,25
Длина шпал	м	2,50	1,70	1,40
Вес рельсов	кг/п. м (фунт/п. фут)	30,89 (22,99)	14,78 (11,00)	11,18 (8,32)

V. При определении примерных эксплоатационных расходов для сети (в 300 км) железных дорог принятые в основание данные статистического сборника б. министерства Путей Сообщения за 1911 и 1913 гг., а также использованы материалы „Экономики Изысканий“ К. Н. Кашкина и материалы, подобранные Д. А. Штанге. На основании этих материалов можно установить, что, в среднем, эксплоатационные расходы по нашей сети распределяются примерно следующим образом:

- 1) По центральному и местному управлению 15,30%.
- 2) „ службе пути 20,75%.
- 3) „ службе движения и связи 22,00%.
- 4) „ службе тяги и подвижного состава. 41,95%.

Из расходов по пунктам 1 и 2, которые часто считают независящими от движения, значительная часть оказывается, хотя и косвенно, но зависящей от движения (по крайней мере на 33%).

По данным статистического сборника б. министерства Путей Сообщения за 1913 г. — расходы на 1 вер. по выше-

указанным первым двум пунктам на Северных железных дорогах, эксплуатировавших при сравнительно одинаковых условиях широкую и узкую (1,067 м) колею, определились в размере 2639 руб. для ширококолейной сети, и 2001 руб. для узкоколейной. Считая, что из этой суммы расходов, не зависящих от движения, было 67%,¹ применения экстраполяцию, понижая, в предположении некоторых упрощений эксплуатации, расходы на 20% и переводя версты в километры, получаем для сети дорог второстепенного значения, эксплуатируемых при средних наших условиях, следующие величины расходов, не зависящих от движения, на 1 км эксплуатационной длины дороги:

а) для широкой колеи:²

$$2639 \cdot 0,67 \cdot 0,80 \cdot 0,937 = 1325, \text{ округленно } 1300 \text{ р.}$$

б) для метровой колеи:²

$$2001 \cdot 0,67 \cdot 0,80 \cdot 0,937 \cdot \frac{1,000}{1,067} = 942, \text{ округленно } 950 \text{ р.}$$

в) для колеи 0,750 м:

$$\frac{942 \cdot 0,750}{1,000} \cdot \left(\frac{1,524 \cdot 2001}{1,067 \cdot 2639} \right) = 764, \text{ округленно } 750 \text{ р.};$$

Размер расходов, зависящих от движения (на 100 поездо-км) для сети железных дорог определен по выведенной нами, на основании вышеуказанных источников, примерной формулы:³

$$q = \left(49 \frac{F_k}{F_{k_o}} + 26 \cdot \frac{H}{H_o} \cdot \frac{k}{k_o} \right) (1 + 0,70),$$

где:

49 руб. на 100 поездо-км размер расходов, непосредственно зависящих от движения при ширококолейных паровозах 0—4—0 серии О (кроме топлива);

26 руб. на 100 поездо-км — расход на топливо;

F_k , H_o и k_o — соответственно касательная сила тяги, поверхность нагрева и соотношение площади колосниковой решетки для паровоза 0—4—0 серии О;

¹ Остальные 33% переносятся в разряд зависящих от движения.

² Коэффициент 0,937 — переводный от верст к километрам.

³ При дальнейшем изучении вопроса формулу эту мы предполагаем уточнить.

F_k , H и k — те же величины для других типов паровозов, статистических данных по коим не имеется.

0,70 — коэффициент расхода, косвенно зависящего от движения и не поддающегося точному учету.

Типы паровозов приняты в зависимости от размеров грузооборота:

а) для широкой колеи: при грузообороте до 500 000 $\frac{т\cdotкм}{км}$ (включительно) 0—4—0 серии О³, а при больших размерах грузооборота — 0—5—0 сер. Э;

б) для колеи в 1,000 м: при грузообороте до 75 000 $\frac{т\cdotкм}{км}$ (включительно) 0—3—0 (строка 9, стр. 56), до 100 000 $\frac{т\cdotкм}{км}$ (включительно) 0—4—0 (строка 4, стр. 56), а при больших грузооборотах 0—3—0+0—3—0 (строка 13, стр. 54);

в) для колеи в 0,750 м: при грузооборотах до 50 000 $\frac{т\cdotкм}{км}$ (включительно) 0—3—0 Коломенского завода, до 200 000 $\frac{т\cdotкм}{км}$ 0—4—0 Коломенского завода, а для больших грузооборотов 0—5—1 (применительно к типу боснийских дорог) (строка 12 стр. 56).

Указанные размеры грузооборота относятся к одному, наиболее напряженному направлению; размер же грузооборота обратного направления принят в 30% от первого.

При введении тяжелых паровозов соответственно увеличена строительная стоимость железной дороги.

Вагоны приняты сравнительно одинаковой подъемной силы (16,5 т) с одинаковым коэффициентом тары, хотя на узкой колее, как показывает опыт, можно получать более выгодный коэффициент тары.

Стоимость паровозов принята по тонне веса с удорожанием для колеи 1,000 м на 10%, а для 0,750 м на 20%.

Стоимость узкоколейных вагонов принята (с запасом) на ~ 25% дороже, чем ширококолейных.

Средняя коммерческая скорость для широкой колеи принята 14 км/час, для метровой от 14 до 10 км/час и для 0,750 м от 12 км/час до 8 км/час (в зависимости от типа паровоза).

Простой вагонов на начальной и конечной станциях — трое суток. Кроме того, для узкой колеи добавлено 6 часов на дополнительный простой вследствие перегрузки.

Стоимость перегрузки учтена, с запасом, в размере 20 коп. за тонну, при чем на устройство простейших перегрузочных приспособлений предвиден при исчислении строительной стоимости соответствующий кредит. Как показывает опыт заграничной практики, указанная стоимость при правильной постановке дела может быть значительно понижена (см. стр. 67), благодаря чему значительно повышается выгодность применения узкоколейных дорог.

VI. При определении эксплоатационных расходов для подъездных путей приняты во внимание более облегченные условия эксплоатации, в связи с чем указанные расходы несколько понижены.

Расходы, не зависящие от движения, применительно к данным нашей практики приняты:

- а) для широкой колеи в размере 800 руб. на 1 км
- б) для метровой колеи " " 650 " " 1 "
- в) для колеи в 0,750 м. " " 555 " " 1 "

Размеры расходов, зависящих от движения, определены по формуле, приведенной на стр. 113, с уменьшением, учитывая упрощения в эксплоатации, коэффициента 49 до 40.

Типы паровозов приняты в зависимости от размеров грузооборота:

- а) для широкой колеи: 0—4—0 серии О;
- б) для метровой колеи: 0—3—0 (строка 9 стр. 56) при грузообороте до $40\ 000 \frac{m\cdot km}{km}$ (включительно), 0—4—0 (строка 4 стр. 56) при больших грузооборотах;
- в) для колеи в 0,750 м: 0—3—0 Коломенского завода при грузооборотах до $30\ 000 \frac{m\cdot km}{km}$ (включительно) и 0—4—0 Коломенского завода при больших грузооборотах.

Стоимость паровозов и вагонов принята, руководствуясь соображениями, приведенными на стр. 114.

Для узкой колеи учтен дополнительный простой под перегрузкою (6 часов).¹

Стоимость перегрузки принята в размере 20 коп. за тонну как и для сети путей.

¹ При точном подсчете необходимо учитывать еще потерю от соответствующей задержки груза, которая будет тем значительнее, чем выше единичная стоимость груза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

НАМЕЧАЕМЫЕ МЕРЫ К УРЕГУЛИРОВАНИЮ ДЕЛА ПОСТРОЙКИ И ЭКСПЛОАТАЦИИ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ СССР.

Принимая во внимание все вышеизложенное, казалось бы безусловно необходимым, в целях наиболее успешного развития нашей железнодорожной сети, а вместе с тем и всех видов нашего народного хозяйства, обратить серьезное внимание на узкоколейные дороги и значительно расширить их применение в качестве путей второстепенного и местного значения. С этой целью необходимо неотлагательно принять меры к урегулированию вопросов проектирования, сооружения и эксплоатации узкоколейных дорог в СССР на наиболее рациональных основаниях, соответствующих нашим условиям и современным достижениям заграничной техники.

Наиболее необходимыми мерами в этом направлении, по нашему мнению, представляются следующие:

1. Стандартизация узкой колеи, типов верхнего строения и подвижного состава, без увлечения полною унификациею, (по нашему убеждению для дорог общего пользования в пределах СССР следует ввести два размера 1,000 м и 0,750 м).

2. Детальное исследование работы наиболее интересных наших узкоколейных железных дорог и их отдельных элементов, в частности: работы верхнего строения и подвижного состава, а также расхода топлива и действительного сопротивления движению.

3. Подробное ознакомление, по возможности на местах, с типами, условиями постройки и эксплоатации узкоколейных железных дорог в наиболее интересных в этом отношении государствах как то: Германия, Бельгия, Франция, Шве-

ция, Босния, Бразилия, Япония, Индия, Южная Африка и Австралия.

4. Составление технических условий проектирования, сооружения и эксплоатации стандартизованных размеров (например, 1,000 м и 0,750 м) колеи для путей, рассчитываемых на: а) интенсивное движение, б) среднее движение и в) слабое движение, с использованием всех целесообразных упрощений, в зависимости от размеров движения.

5. Составление соответствующих современным требованиям и достижениям экономичных типовых проектов железнодорожных устройств (в том числе и перегрузочных) и подвижного состава с целесообразным использованием преимуществ узкой колеи.

6. Производство общих (предварительных) экономических обследований наиболее важных в промышленном и народнохозяйственном отношении районов СССР и составление на основании этих обследований перспективного плана железнодорожного строительства в общегосударственном масштабе, с распределением железных дорог на широко- и узкоколейные.

7. Уделение значительно большего внимания преподаванию курса узкоколейных дорог в соответственных учебных заведениях для подготовки технического персонала, достаточно хорошо ориентирующегося в этом деле.¹

8. Ввиду слабой подготовки в этом отношении современного технического персонала,—составление ориентировочных диаграмм для определения выгодности постройки при различных условиях железных дорог широкой и узкой колеи с детальным подсчетом строительных, эксплоатационных и накладных расходов.

¹ Принимая во внимание полное отсутствие руководств по проектированию и сооружению узкоколейных дорог, мы в настоящее время заняты составлением такого руководства и надеемся в скором времени выпустить его в свет.

ЛИТЕРАТУРА.

I. Русская.

Никитин. — Узкоколейные железные дороги.

Кашкин. — Экономика железнодорожных изысканий.

Кожевников. — Об унификации ширины колеи узкоколейных жел. дорог.

Образцов. — К вопросу об узкой колее.

Риппакс. — О главнейших элементах жел. дорог в связи с распределением их на разряды.

Статистические сборники б. М. П. С.

II. Иностранныя.

Birck. — Der Eisenbahnbau. Schmalspurbahnen.

Birck. — Eisenbahnbau.

Birck. — Linienführung der Strassen und Eisenbahnen.

Courten — Les chemins de fer a voie d'un metre.

Henschel u. Sohn. — Des Locomotiv — Ingenieurs. Taschenbuch.

Garbe. — Heisdampflocomotiven.

Kauser. — Die Belgische Kleinbahnen.

Liebmann. — Die Klein — und Strassenbahnen.

Röhl. — Enzyklopädie des Eisenbahwesens.

African Engineering.

Archif für Eisenbahwesen.

Bulletin de l'association international du congres des chemins de fer.

Gaceta de las Caminos de Hieras.

Genie Civil.

Indian Engineering.

L' Ingegneria Ferroviaria.

Organ für Fortschritte des Eisenbahwesens.

Railway Age Gazette.

Railway Gazette.

Verkehrstechnische Woche.

Zeitschrift für Kleinbahnen.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Введение	5

ГЛАВА I.

ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛА ПОСТРОЙКИ И ЭКСПЛОАТАЦИИ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ЗА ГРАНИЦЕЙ.

§ 1. Исторический очерк развития узкоколейных железных дорог	11
§ 2. Современное протяжение узкоколейных железных дорог и ширина колеи.	22
§ 3. Сопротивление движению. Предельные радиусы и уклоны. Габарит	32
§ 4. Земляное полотно	40
§ 5. Верхнее строение. Стрелочные переводы. Уширение и повышение	45
§ 6. Подвижной состав	50
§ 7. Передача и перегрузка грузов между дорогами разной ширины колеи	66
§ 8. Назначение узкоколейных железных дорог и выполняемые ими функции. Примеры расположения сетей	71
§ 9. Стоимость сооружения узкоколейных железных дорог и результаты их эксплоатации	77

ГЛАВА II.

ПОСТРОЙКА И ЭКСПЛОАТАЦИЯ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В СССР.

§ 1. Исторический очерк развития	85
§ 2. Ширина колеи и протяжение узкоколейных железных дорог	86
§ 3. Технические условия. Нижнее, верхнее строения и железнодорожные устройства.	88
§ 4. Подвижной состав	91
§ 5. Стоимость сооружения и результаты эксплоатации.	92

Г Л А В А III.

Стр.

СРАВНЕНИЕ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ С ЖЕЛЕЗНЫМИ ДОРОГАМИ ШИРОКОЙ КОЛЕИ И С БЕЗРЕЛЬСОВЫМИ ДОРО- ГАМИ	98
---	----

З А К Л Ю Ч Е Н И Е.

НАМЕЧАЕМЫЕ МЕРЫ К УРЕГУЛИРОВАНИЮ ДЕЛА В ЦЕЛЯХ УСПЕШ- НОГО РАЗВИТИЯ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В СССР. 116
