

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБУ ВПО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

С.А. Книга

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

для студентов специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

ТЕМА: «РАСЧЕТ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА ПО УЧАСТКУ И ЭЛЕМЕНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО»

Тихорецк
2015


УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
Учебной работе
Н.Ю. Шитикова
01 09 2015 г.

Методическое пособие содержит рекомендации по выполнению дипломного проекта студентами специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог. Пособие предназначено для студентов выполняющих дипломный проект по теме: «Расчет рациональных режимов эксплуатации тягового подвижного состава и элементы аналитического подхода к организации работы эксплуатационного локомотивного депо».

Организация разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС).

Разработчик:

С.А. Книга – преподаватель ТТЖТ – филиал РГУПС

Рекомендовано цикловой комиссией №9 «Специальности 23.02.06».

Протокол заседания №1 от «01» Сентября 2015г.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4.
Состав дипломного проекта	5.
1. Часть 1. Расчет движения поезда по участку	9.
1.1. Подготовка профиля пути для выполнения тяговых расчетов.	10.
1.2. Расчет веса состава поезда и условие весовых норм на железнодорожном участке	15
1.3. Расчет и построение диаграммы ускоряющих и замедляющих сил	19.
1.4. Решение тормозных задач	26.
1.5. Расчет времени хода поезда	29.
1.6. Построение кривой движения поезда	33.
1.7. Расчет расхода топлива тепловозом (Расчет расхода электроэнергии электровозом).	38.
2. Часть 2. Элементы организации эксплуатационной работы локомотивного депо	44.
2.1. Определение размеров движения поездов.	45.
2.2. Составление ведомости оборота локомотива.	48.
2.3. Составление графика оборота локомотива.	50.
2.4. Составление ведомости оборота локомотивных бригад.	52.
2.5. Составление расписания работы локомотивной бригады.	55.
2.6. Определение потребности в локомотивных бригадах.	56.
2.7. Определение показателей использования локомотивов.	57.
2.8. Индивидуальное задание.	60.
3. Часть 3. Обеспечение безопасности движения поездов и вопросы охраны труда для локомотивных бригад.	61.
4. Разработка графической части.	62.
Приложение	63.
Список используемой литературы.	77.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическое пособие содержит рекомендации по выполнению дипломного проекта студентами специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог. Пособие предназначено для студентов выполняющих дипломный проект по теме: «Расчет рациональных режимов эксплуатации тягового подвижного состава и элементы аналитического подхода к организации работы эксплуатационного локомотивного депо».

В пособии изложены основные требования к разработке дипломного проекта, а также основы методики по выполнению основных технико-экономических расчетов, организации и планированию эксплуатационной работы депо, расчета механики движения поезда, оценка тяговых и эксплуатационных возможностей тягового подвижного состава. При выполнении расчетов используются действующие приказы, инструкции и нормативно-технические документы.

Работа над дипломным проектом предусматривает проявление студентом самостоятельной и творческой инициативе при решении тяговых и тормозных задач, выбора оптимального режима ведения поезда; дает представление и возможность планирования, организации работы эксплуатационного локомотивного депо, в рамках выполняемой работы. При выполнении работы студенту необходимо использовать действующую нормативную документацию, необходимо уделить особое внимание использованию новых технологий, передовым методам и способам организации эксплуатационной работы, внедрению в рабочий процесс мероприятий по повышению производительности, снижению себестоимости, экономии материалов, а также повышению надежности и безопасности на железной дороге.

Дипломный проект является одним из видов аттестационных испытаний выпускников, завершающих обучение по основной профессиональной образовательной программе среднего профессионального образования.

Получив задание на дипломный проект с вариантом исходных данных (приложение 2) и опираясь на теоритический материал и практические знания пройденного курса обучения, а также на материалы собранные в период технологической практики, студент самостоятельно выполняет необходимые расчеты, строит графики и таблицы.

СОСТАВ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект состоит из задания на дипломный проект, пояснительной записки, включающей расчет рациональных режимов эксплуатации тягового подвижного состава и элементы аналитического подхода к организации работы эксплуатационного локомотивного депо и графической части.

Тема дипломного проекта: «Расчет движения поезда по участку и элементы организации эксплуатационной работы локомотивного депо».

Содержание и оформление дипломного проекта.

Титульный лист.

Задание на дипломный проект.

Отзыв руководителя о качестве выполнения дипломного проекта.

Реферат.

Содержание.

Обозначения и сокращения (при необходимости);

Введение.

Основная часть.

Заключение.

Список используемой литературы.

Приложение к дипломному проекту.

Титульный лист студент формирует самостоятельно согласно приведенному примеру в приложении 1.

Задание на дипломный проект составляет и оформляет руководитель проекта согласно приведенного примера оформления и варианта (приложение 2).

Отзыв руководителя о качестве выполнения дипломного проекта оформляется после разработки дипломного проекта, согласно графика написания (приложение 3), руководителем проекта.

Реферат должен содержать:

- сведения об объеме ПЗ, количестве иллюстраций, таблиц, использованных источников, приложений, количестве чертежей графического и иллюстративного материалов;

- перечень ключевых слов;

- текст реферата.

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний, которые в наибольшей мере характеризуют содержание ПЗ. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и записываются или печатаются прописными буквами в строку через запятые.

В тексте реферата кратко излагается основное содержание выполненной работы с указанием темы, характера и целей разработки, приводятся методы исследования и решения поставленных задач. Указываются также конкретные результаты разработки, область применения, степень внедрения, эффективность.

Оптимальный объем текста реферата 1200 знаков (23-24 строки машинописного текста), но не более 2000 знаков.

Пример выполнения реферата приведен в приложении 4.

Содержание

Содержание включает наименования следующих структурных частей ПЗ: обозначения и сокращения, введение, заключение, список использованных источников, а также имеющих заголовки разделов и подразделов основной части и приложений с указанием номера страницы, на которой размещается начало материала. В ПЗ объемом не более 10 страниц содержание допускается не составлять.

Обозначения и сокращения

Структурную часть «Обозначения и сокращения» включают в ПЗ в виде отдельного списка перед «Введением» только в том случае, если в тексте ПЗ принята специфическая терминология или употребляются малораспространенные сокращения, новые символы, обозначения и т.п. Перечень оформляют столбцом, слева (в порядке приведения их в тексте ПЗ) располагают сокращение, обозначение или символ, а справа – его детальную расшифровку и пояснения.

Введение

Во введении следует отразить роль и основные задачи железнодорожного транспорта в экономике страны, а также роль и основные задачи эксплуатационного локомотивного депо, организации работы локомотивных бригад, обязанности работников задействованных в эксплуатационной работе, об основных мероприятиях по обеспечению безопасности движения поездов, а также обеспечению охраны труда и безопасности жизнедеятельности. Раскрыть актуальность и значение разрабатываемой темы, а также сформировать цели и задачи, которые ставит перед собой студент при выполнении дипломного проекта.

Основная часть

Структура и содержание основной части ПЗ должны соответствовать заданию на проект (работу). Объем каждого раздела основной части определяют студент и руководитель проекта (работы).

Основная часть ПЗ дипломного проекта (работы) в соответствии с заданием может, например, содержать:

- аналитическую часть;
- расчетную часть;
- исследовательскую часть;
- специальную часть;
- организацию работ;
- экономическую часть;
- безопасность и экологичность решений проекта (работы).

Заключение

Заключение должно содержать конкретные выводы по работе, оценку ее с точки зрения соответствия требованиям задания, предположения по использованию полученных результатов, включая возможности внедрения разработанных предложений в реальных условиях производства. В заключении также дается оценка эффективности, которая может быть получена от внедрения работы.

Сокращения, список использованных источников, приложения

Сокращения

В тексте ПЗ допускаются сокращения, которые применяются только с цифровыми значениями, например, с. – страница; г. – год; гг. – годы; мин. – минимальный; макс. – максимальный; абс. – абсолютный; отн. – относительный, а также общепринятые сокращения, установленные правилами русской орфографии и ГОСТ 7.12, например, т.е. – то есть; т.д. – так далее;

т.п. – тому подобное; и др. – и другие; пр. – прочие; см. – смотри; номин. – номинальный; наим. – наименьший; наиб. – наибольший; св. – свыше и др.

Допускается применение сокращений, установленных только в данной ПЗ. Полное название такого сокращения приводится при первом упоминании в тексте с указанием в скобках сокращенного названия или аббревиатуры.

Если в ПЗ принята особая система сокращения слов и наименований, то их перечень должен быть приведен в структурном элементе «Обозначения и сокращения».

Список использованных источников

Список должен содержать сведения об источниках, использованных при выполнении проекта (работы). Сведения располагают в порядке появления ссылок на источники в тексте ПЗ, нумеруют арабскими цифрами без точки и записывают с абзацного отступа.

Примеры:

Один автор

Орлов, А.И. Эконометрика / А.И. Орлов. – М.: Изд-во «Экзамен», 2002. – 576 с.

Два автора

Иванов, Н.И. Основы виброакустики / Н.И. Иванов, А.С. Никифоров. – СПб.: Политехника, 2000. – 482 с.

Три автора

Фигурнов, Е.П. Релейная защита сетей тягового электроснабжения переменного тока / Е.П. Фигурнов, Ю.И. Жарков, Т.Е. Петрова. – М.: Маршрут, 2006. – 272 с.

Четыре и более авторов

Моделирование электромеханической системы электровоза с асинхронным тяговым приводом / Ю.А. Бахвалов [и др.]. – М.: Транспорт, 2001. – 286 с.

Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / под ред. чл.-кор. РАН проф. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2005. – 656 с.

Приложения

Материал, дополняющий текст ПЗ, допускается помещать в приложения. Приложения оформляются как продолжение ПЗ на последующих ее страницах (после списка использованных источников) или в виде отдельной части (книги).

В тексте ПЗ на все приложения должны быть даны ссылки, а сами приложения располагают в порядке появления этих ссылок в тексте.

Приложения оформляют, как правило, в ПЗ к дипломным проектам и работам, имеющим научно-исследовательские разработки. В приложения включают вспомогательный материал, необходимый для лучшего понимания и пояснения основной части ПЗ:

- промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;
- таблицы большого формата;

- таблицы и иллюстрации вспомогательного характера;
- инструкции и методики, описания аппаратуры и приборов, протоколы, акты испытаний и внедрения;
- схемы и описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ, распечатки с ЭВМ;
- спецификации, выполненные на отдельных листах формата А4, перечни, ведомости и другие документы.

Каждое приложение начинают с новой страницы с указанием вверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения. Ниже отдельной строкой симметрично тексту с прописной буквы, как правило, записывают заголовок приложения.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. Если в ПЗ одно приложение, то оно обозначается «Приложение А».

Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4 х 3, А4 х 4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301.

Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на разделы, подразделы, пункты и подпункты, нумеруемые арабскими цифрами в пределах каждого приложения, перед ними ставится обозначение этого приложения, например, А.1.2.3 (третий пункт второго подраздела первого раздела приложения А).

Рисунки, таблицы и формулы, помещаемые в приложение, нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого приложения. Им присваивают обозначения, например: «Рисунок В.2», «Таблица А.1», «(Б.3)».

При оформлении приложений отдельной частью (книгой) на титульном листе под названием ПЗ указывают слово «Приложения» и их обозначения.

Оформление пояснительной записке

Пояснительная записка, заключение и графическая часть выполняется студентом самостоятельно, согласно стандарту предприятия СТП-ТТЖТ-000-14.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Часть 1. Расчет движения поезда по участку.

В данном разделе на основе индивидуального задания рассматриваются следующие вопросы:

- 1.1. Подготовка профиля пути для выполнения тяговых расчетов.
- 1.2. Расчет веса состава поезда и условие весовых норм на железнодорожном участке.
- 1.3. Расчет и построение диаграммы ускоряющих и замедляющих сил.
- 1.4. Решение тормозных задач.
- 1.5. Расчет времени хода поезда.
- 1.6. Построение кривой движения поезда.
- 1.7. Расчет расхода топлива тепловозом (Расчет расхода электроэнергии электровозом).

1.1. Подготовка профиля пути для выполнения тяговых расчетов

Продольный профиль железнодорожного пути состоит из отдельных элементов, каждый из которых характеризуется длиной и величиной уклона. В плане железнодорожный путь кроме прямолинейных включает и криволинейные участки, характеризующиеся радиусом либо центральным углом и длиной кривой. Влияние продольного профиля и кривизны пути на движение поезда учитывают величиной дополнительного сопротивления движению. Поскольку при производстве тяговых расчетов поезд обычно рассматривают как материальную точку, расчет скорости движения выполняют для каждого элемента профиля в отдельности. При этом считают, что дополнительное сопротивление от уклона при переходе поезда на очередной элемент профиля пути изменяется мгновенно. На самом деле поезд, имеющий вполне определенную длину, может располагаться на нескольких элементах, как это показано на рисунке 2.

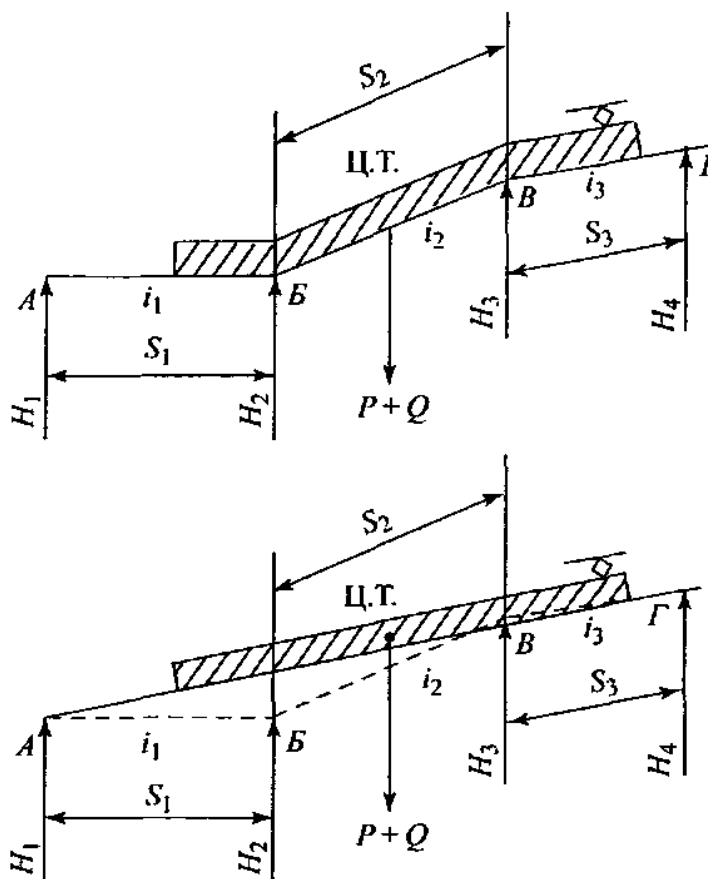


Рисунок 2. Спряmlение профиля пути

Поэтому целесообразно в расчетах заменить несколько мало отличающихся крутизной элементов одним, длина которого S_c равна сумме длин этих элементов. Такую операцию называют спрямлением профиля пути. Следует выполнять спрямление профиля пути таким образом, чтобы механическая работа сил сопротивления на исходном и спрямленном профилях отличалась как можно меньше.

При движении на исходном профиле пути, состоящем из p элементов, величина работы сил сопротивления определяется как сумма произведений соответствующих сил и длин элементов.

Допущение о равенстве значений основного удельного сопротивления движению для каждого из элементов профиля пути предполагает равенство скоростей движения на этих элементах. Спрямлять можно только элементы с уклонами одного знака, мало отличающиеся по величине. Далее необходима количественная оценка возможности спрямления профиля. Это означает, что разность значений механической работы по преодолению удельного сопротивления от уклона спрямленного участка и уклона элемента исходного профиля на длине этого элемента не должна быть больше 2000 Дж на 1 кН веса поезда. Эту проверку выполняют для каждого из элементов исходного профиля, входящих в группу спрямляемых. Если хотя бы один из элементов исходного профиля не удовлетворяет условию, то необходимо пересмотреть состав спрямляемых элементов. Нельзя объединять элементы исходного профиля пути, на которых расположены остановочные пункты, с прилегающими элементами профиля пути перегонов. Эмпирическая формула получена в результате сравнительного анализа опытных данных и результатов расчета скорости движения по спрямленному профилю.

Чтобы при расчете скорости движения поезда учесть влияние кривых, их спрямляют в плане, заменяя фиктивными подъемами. Крутизну фиктивного подъема принимают такой, чтобы создаваемое им дополнительное сопротивление движению было равно дополнительному сопротивлению от заменяемой кривой. Если на участке, подлежащем спрямлению, располагается несколько кривых, то удельное дополнительное сопротивление от каждой из них вычисляют в соответствии с эмпирическим выражением.

Разделив работу по преодолению удельного сопротивления от кривой на длину спрямленного элемента S_c , на котором находится кривая, получим значение средней для спрямленного элемента профиля пути силы. Эту силу можно заменить фиктивным подъемом, влияние которого на движение поезда аналогично влиянию кривой.

Следует помнить, что при движении на подъеме знак величины i'_c принимают положительный, а при движении на спуске отрицательный. Значение величины i''_c всегда положительно, поскольку сила дополнительного сопротивления от кривизны пути всегда увеличивает сопротивление движению поезда. Окончательно уклон спрямленного участка, на котором расположены кривые, принимают:

$$i_c = i'_c + i''_c.$$

Пример 1. Произвести подготовку профиля пути для проведения тяговых расчетов.

Таблица 1.1. – Спрямоленный профиль пути.

Спрямоленный профиль	№ элемента	I	II				III	IV	V	VI		VI
	$i\%$	0	3,27				0	9	0	-3,95		0
	S, м	800	2520				1200	3500	900	2550		900
Заданный профиль	№ элемента	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	$i\%$	0	2,1	3,1	4,0	0	9	0	-3,1	-4,0	0	
	S, м	800	1200	800	520	1200	3500	900	800	1750	900	
Кривые на участке	R, м		400							700		
	S, м		1300							1200		

1.1. Значение спрямоленного уклона i'_c должно быть определено из условия выполнения локомотивом одинаковой работы при движении по действительному и спрямоленному участку пути. Для этого сгруппируем элементы пути близлежащие по крутизне и значимости элементов

пути по формуле: $i'_c = \frac{\sum i_q}{\sum S_q} \cdot \text{‰}$.

где i_q - величина уклона (подъема),

S_q - длина элемента.

$$i'_{c_{2,3,4}} = \frac{2.1 \times 1200 + 3.1 \times 800 + 4.0 \times 520}{1200 + 800 + 520} = \frac{7080}{2520} = 2.8 \text{ ‰}.$$

Произведем проверку возможности спрямления включаемых элементов профиля по эмпирической формуле $S_q \leq \frac{2000}{\Delta i_q} \text{ м}$. и если полученная длина больше чем заданная, то спрямление произведено верно.

где Δi_q - абсолютная разница между уклонами спрямоленного и проверяемого участка.

Проверяем элементы:

$$N^{\circ}2; 1200 \leq \frac{2000}{\Delta i_q} \leq \frac{2000}{0.7} \leq 2827 \text{ м}.$$

где $\Delta i_q = 2.8 - 2.1 = 0.7 \text{ ‰}$,

$$N^{\circ}3; 800 \leq \frac{2000}{\Delta i_q} \leq \frac{2000}{0.3} \leq 6666 \text{ м}.$$

где $\Delta i_q = 2.8 - 3.1 = 0.3 \text{ ‰}$,

$$N^{\circ}4; 520 \leq \frac{2000}{\Delta i_q} \leq \frac{2000}{1.2} \leq 1666 \text{ м}.$$

где $\Delta i_q = 2.8 - 4 = 1.2 \text{ ‰}$.

Спрямоление возможно, так как полученные данные более заданного.

Так как во втором элементе имеется кривая, то необходимо определить фиктивный подъем

по формуле $i_c'' = \frac{700}{S_c} \sum \frac{S_{кр}}{R_{кр}} ‰$.

где $S_c = 2520 \text{ м.}$ - длина спрямляемого участка,

$S_{кр} = 700 \text{ м.}$ - длина кривой,

$R_{кр} = 400 \text{ м.}$ - радиус кривой.

$$i_c'' = \frac{700}{2520} \times \frac{700}{400} = 0.27 \times 1.75 = 0.47 ‰.$$

Определяем окончательный уклон на участке по формуле $i_o = i_c' + i_c'', ‰$.

$$i_o = 2.8 + 0.47 = 3.27 ‰.$$

1.2. Элемент 6^{го} участка имеет большой уклон $i_o = 9 ‰$ и длину $S_c = 3500 \text{ м.}$ этот элемент является расчетным подъемом для определения массы состава, поэтому он не подлежит спрямлению согласно правилам тяговых расчетов для поездной работы.

1.3. Произведем определение участков по формуле $i_c' = \frac{\sum i_q \times S_q}{\sum S_q}, ‰$

где S_q - длина спрямляемого участка,

i_q - величина уклона (подъема).

$$i_c' = \frac{3.1 \times 800 + 4.0 \times 1750}{800 + 1750} = \frac{2480 + 7000}{2550} = 3.71 ‰$$

Произведем проверку возможности спрямления элементов по формуле $S_q \leq \frac{2000}{\Delta i_q}, \text{ м.}$

где Δi_q - абсолютная разница между уклонами спрямленного и проверяемого участка.

$$800 \leq \frac{2000}{\Delta i_q} \leq \frac{2000}{0.61} \leq 3278 \text{ м.}$$

где $\Delta i_q = 3.71 - 3.1 = 0.61 ‰$,

$$1750 \leq \frac{2000}{\Delta i_q} \leq \frac{2000}{0.29} \leq 6896 \text{ м.}$$

где $\Delta i_q = 3.71 - 4.0 = 0.29 ‰$.

Спрямление возможно, так как расчетные данные получились больше заданных. Так как на 9^{ом} элементе имеется кривая, то необходимо определить фиктивный подъем по формуле

$$i_c'' = \frac{700}{S_c} \times \sum \frac{S_{кр}}{R_{кр}}, ‰.$$

где $S_c = 2550 \text{ м.}$ - длина спрямляемого участка,

$S_{кр} = 1200 \text{ м.}$ - длина кривой,

$R_{кр} = 1300 \text{ м.}$ - радиус кривой.

$$i_c'' = \frac{700}{2550} \times \frac{1200}{1300} = 0.27 \times 0.92 = 0.24\text{‰}.$$

Определяем окончательный уклон на участке по формуле $i_o = i_c' + i_c'', \text{‰}$.

$$i_o = 3.71 + 0.24 = 3.95\text{‰}.$$

1.4. Элементы нулевых профилей на перегоне после проверки возможности спрямления решаем, а если не возможно спрямить, оставляем согласно задания.

Элементы 1 и 10 не спрямляем, потому что они по заданию являются станциями (1-А) и (10-Б), а согласно правилам тяговых расчетов для поездной работы, спрямлять нельзя.

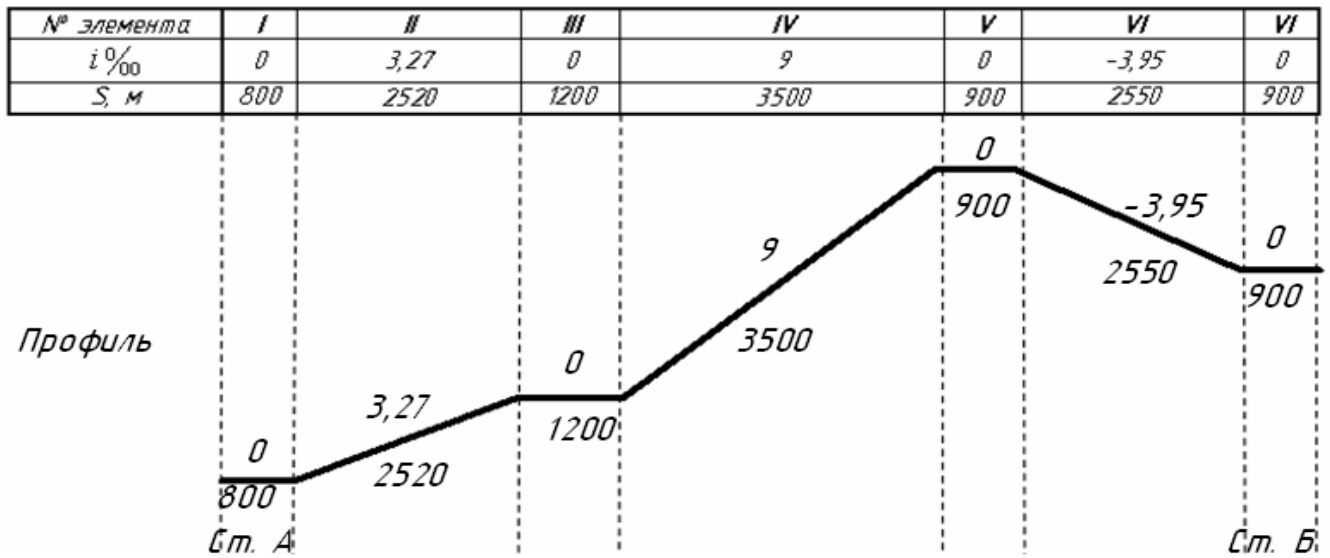


Рисунок 3. Спрямленный профиль пути.

1.2. Расчет веса состава поезда и установление весовых норм на железнодорожном участке.

В соответствии с действующими Правилами тяговых расчетов вес состава определяют исходя из условий полного использования мощности и тяговых качеств локомотива, а также кинетической энергии поезда при движении по конкретному профилю пути.

В зависимости от характера профиля пути вес состава поезда рассчитывают исходя из условия движения с равновесной скоростью по затяжному подъему или из условия движения по наиболее крутым, но менее протяженным подъемам со снижающейся скоростью, используя кинетическую энергию поезда.

Наиболее трудный для преодоления подъем, на котором в процессе движения поезда устанавливается равновесная скорость, называют расчетным подъемом рассматриваемого участка.

В ряде случаев однозначный выбор расчетного подъема для участка может быть затруднен, так как два и более элемента профиля являются примерно одинаковыми по трудности преодоления. За расчетный

Расчет веса состава при условии, что поезд движется с равновесной скоростью на расчетном подъеме. Максимальный вес состава, который заданный локомотив может перемещать по участку, определяют из условия, что скорость движения поезда не должна опускаться ниже расчетной. Из уравнения движения поезда следует, что названное условие выполняется при равенстве равнодействующей сил, приложенных к поезду, нулю. Поскольку на расчетном подъеме поезд движется в режиме тяги, равнодействующая сил, приложенных к поезду, складывается из сил тяги и сопротивления движению поезда.

Расчет веса состава с учетом использования кинетической энергии поезда. Если на участке пути, по которому движется поезд, невозможно однозначно выбрать расчетный подъем, то вес состава определяют методом подбора. Для этого за расчетный принимают подъем меньший, чем самый крутой на участке. Проверка заключается в расчете скорости движения поезда для всех подъемов, крутизна которых превышает крутизну подъема, для которого рассчитан вес состава. Расчет зависимости $v(S)$ начинают от места, для которого скорость движения может быть известна. Например, это может быть остановочный пункт, где наверняка была остановка или протяженный элемент профиля, на котором устанавливается равномерная скорость, место с ограничением скорости и т.п. Расчет зависимости $v(S)$ можно выполнять графически, аналитически либо путем численного интегрирования уравнения движения поезда. Если скорость движения в конце проверяемого подъема оказывается равной или большей, чем расчетная скорость для принятого локомотива, можно считать вес состава принятым. Если же скорость в конце проверяемого элемента меньше расчетной - вес состава следует уменьшить и повторить расчет.

Проверка веса состава на трогание. При трогании поезда ускоряющая сила должна быть больше нуля. Только в этом случае ускорение положительно, а следовательно, возможно увеличение скорости движения, т.е. трогание поезда.

Проверка веса состава по длине приемоотправочных путей. Вес состава, рассчитанный по наиболее трудному элементу профиля пути, прошедший проверки на

прохождение более крутого, чем расчетный, подъема и на трогание поезда, может оказаться, тем не менее, слишком большим для того, чтобы поезд уместился в пределах приёмоотправочных путей. При проверке следует определить длину поезда. Если вычисленная длина поезда оказывается больше длины приемоотправочных путей на участках обращения, то вес состава следует уменьшить.

Если поезд следует на достаточно большое расстояние, то вполне вероятна ситуация при которой расчетные веса для отдельных перегонов, входящих в участок обращения, могут значительно отличаться друг от друга. Менять локомотивы, чтобы провести поезд одного веса по всему участку, далеко не всегда целесообразно. Поэтому устанавливают унифицированный вес поезда на целое направление для одной и той же серии локомотивов. Унифицированный вес устанавливается по условиям прохождения наиболее трудного участка. Для оценки возможности увеличения унифицированного веса состава обычно строят тонно-километровую диаграмму. Строят тонно-километровую диаграмму (рис. 3) следующим образом. По оси абсцисс откладывают участки рассматриваемого полигона тяги. На каждом участке указывают его длину и величину расчетного подъема. А по оси ординат в масштабе откладывают расчетную массу состава для каждого участка. Из диаграммы видно, что состав массой 3400 т, определенный для второго участка может быть проведен выбранным локомотивом по всему полигону. Однако по остальным участкам может быть проведен состав гораздо большей массы. Если, например, на втором перегоне в наиболее трудном для движения поезда месте применить второй локомотив в качестве толкача, то унифицированная масса может быть поднята до 4300 т. Дальнейший анализ тонно-километровой диаграммы и условий движения поезда может подсказать мероприятия, которые позволят поднять унифицированную массу до 4650 т и т.д.

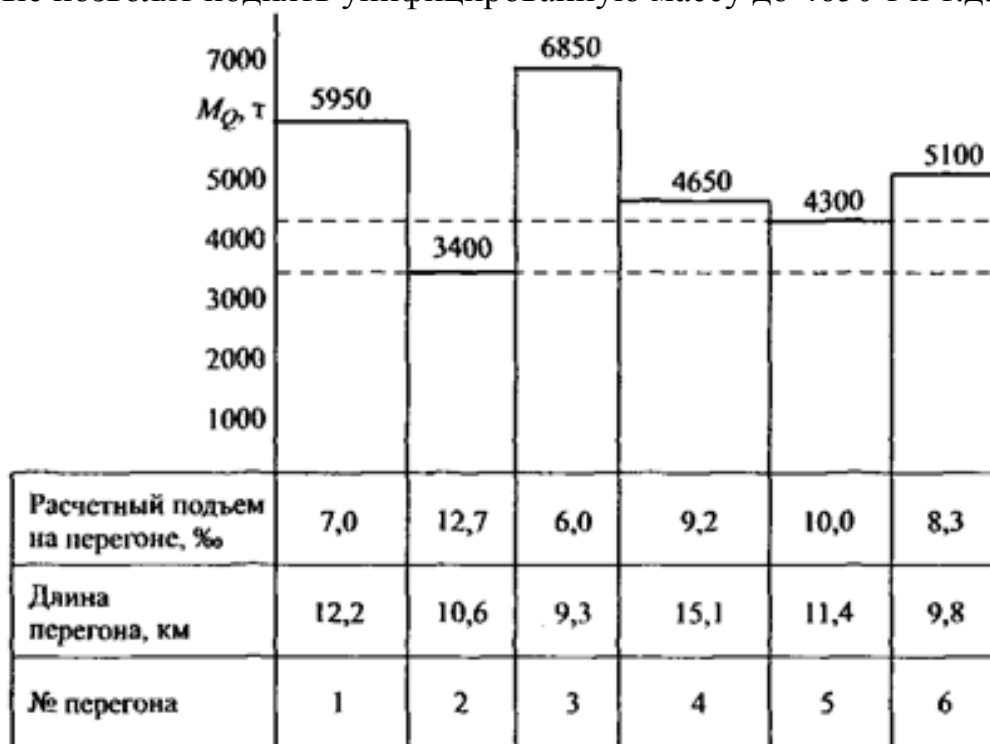


Рисунок 4. Построение тонно-километровой диаграммы

Пример 2. Определение массы состава поезда.

2.1. Определим массу состава из условия равномерного движения поезда с расчетной скоростью V_p и расчетной силой тяги $F_{кр}$ на расчетном подъеме i_p по формуле

$$Q = \frac{F_{кр} \times P \times (w'_0 + i_p)}{w''_0 + i_p}, \text{ т.}$$

где $F_{кр} = 4600 \text{ тс.}$ – расчетная сила тяги локомотива, $P = 184 \text{ т.}$ – вес локомотива, $i_p = 9 \text{ ‰}$ – расчетный подъем, w'_0 – основное удельное сопротивление локомотива кг/тс, w''_0 – основное удельное сопротивление вагонов кг/тс, $V_p = 46.7 \text{ км/ч.}$ – расчетная скорость локомотива.

Определим расчетное удельное сопротивление локомотива по формуле $w'_0 = 1.9 + b \times V + c \times V^2$, кгс/тс.

где $b = 0.008$; $c = 0.00025$ – коэффициенты при бесстыковом типе пути.

$$w'_0 = 1.9 + 0.008 \times 46.7 + 0.00025 \times 46.7^2 = 2.81 \text{ кгс/тс.}$$

Определим удельное сопротивление движению вагонов по формуле

$$w''_0 = a + \frac{b + c \times V + d \times V^2}{q_0}, \text{ кгс/тс.}$$

где $a = 0.7$

$$b = 6$$

$$c = 0.026$$

$$d = 0.0017$$

$$q_0 = 19.5 \text{ т/ось}$$

$$V = 46.7 \text{ км/ч}$$

Тогда получим

$$\begin{aligned} w''_0 &= a + \frac{b + c \times V + d \times V^2}{q_0} = \\ &= 0.7 + \frac{6 + 0.026 \times 46.7 + 0.0017 \times 46.7^2}{19.5} = 1.274 \text{ кгс/тс.} \end{aligned}$$

Подставим в общую формулу и получим

$$\begin{aligned} Q &= \frac{F_{кр} \times P \times (w'_0 + i_p)}{w''_0 + i_p} = \frac{46000 \times 184 \times (2.81 + 9)}{1.274 + 9} = \frac{43826.92}{10.274} = \\ &= 4265 \text{ т.} \end{aligned}$$

Согласно правилам тяговых расчетов для поездной работы округляем состав до целого числа

$$Q = 4300 \text{ т.}$$

2.2. Определяем величину подъема который может взять электровоз вес поезда

$$Q = 4300 \text{ т. с места по формуле } i_{од} = \frac{F_{мп}}{P + Q} - w_{од}.$$

где $F_{mp} = 62600 \text{ тс.}$ – сила тяги троганье локомотива, $P = 184 \text{ т.}$ – вес локомотива,

$Q = 4300 \text{ т.}$ – вес поезда, $w_{од} = \frac{28}{q + 7} = \frac{28}{19.5 + 7} = 1.05 \text{ кгс/тс.}$ – добавочное сопротивление вагонов при троганье.

Подставим значения и получим $i_{од}^{//} = \frac{62600}{184 + 4300} - 1.05 = 12.9 \text{ ‰.}$

Следовательно электровоз ВЛ-11 может взять подъем $i_{од}^{//} = 12.9 \text{ ‰.}$ с весом поезда $Q = 4300 \text{ т.}$

2.3. Определим массу состава поезда на троганье с места на заданном $i_p = 9 \text{ ‰}$ по формуле

$$Q_{mp} = \frac{F_{mp}}{w_{од} + i_p} - P, \text{ тс.}$$

где $F_{mp} = 62600 \text{ тс.}$ – сила тяги троганье локомотива, $P = 184 \text{ т.}$ – вес локомотива,

$Q = 4300 \text{ т.}$ – вес поезда, $w_{од} = 1.05 \text{ кгс/тс.}$ – добавочное сопротивление вагонов при троганье.

$$Q_{mp} = \frac{62600}{1.05 + 9} - 184 = 6044 \text{ тс.}$$

Согласно правилам тяговых расчетов для поездной работы округляем состав до целого числа $Q_{mp} = 6000 \text{ т.}$

Так как по расчету масса состава троганья с места $Q_{mp} = 6000 \text{ т.}$, а с учетом кинетической энергии $Q = 4300 \text{ т.}$, следовательно можно водить по данному участку поезда с весом $Q = 4300 \text{ т.}$ локомотивами ВЛ-11.

2.4. Определим длину поезда с учетом длины приемоотправочного пути станции по формуле

$$l_{поезда} = l_{лок.} + l_{состава} + 10 \text{ м.}$$

$$l_{состава} = \frac{Q \times \alpha}{m_b} \times a = \frac{4300 \times 1}{156} \times 21 = 578 \text{ м.}$$

где $l_{состава} = 578 \text{ м.}$ – длина состава поезда, $l_{лок} = 33 \text{ м.}$ – длина локомотива, $Q = 4300 \text{ т.}$ – вес поезда, $\alpha = 1$ – однородность вагонов, $m_b = 156 \text{ т.}$ – масса вагона, $a = 21 \text{ м.}$ – длина вагона.

$$l_{поезда} = 33 + 578 + 10 = 581 \text{ м.}$$

При длине поезда 581 м. с массой 4300 т. и электровозом ВЛ-11 поезд может быть принят на путь $l_{пути} = 650 \text{ м.}$

1.3. Расчет и построение диаграммы ускоряющих и замедляющих сил.

Для построения диаграммы ускоряющих и замедляющих сил, необходимой для выполнения тяговых расчетов, выполняют вычисления, результаты которых сводят в таблицу 2. Вычисления выполняют для трех режимов ведения поезда: режима тяги, режима холостого хода (выбега) и режима торможения (служебного и экстренного).

Таблица 2. Расчет ускоряющих и замедляющих сил, действующих на поезд

V, км/ч.	Расчет тяги								Расчет холостого хода				Расчет торможения			
	$F_k, \text{Н}$	$w'_0, \text{Н/кН}$	$W'_0, \text{Н}$	$w''_0, \text{Н/кН}$	$W''_0, \text{Н}$	$W_0, \text{Н}$	$F_k W_0, \text{Н}$	$f_k w_0, \text{Н/кН}$	$w_x, \text{Н/кН}$	$W_x, \text{Н}$	$W'_0 + W_x, \text{Н}$	$w_{0x}, \text{Н/кН}$	$\phi_{кр}$	$b_T, \text{Н/кН}$	$w_{0x} + 0,5b_T, \text{Н/кН}$	$w_{0x} + b_T, \text{Н/кН}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0																
5																
15																
30																
23,4																
25																
27,5																
30																
35																
40																
45																
50																
55																
60																
62,5																
65																
70																
75																
80																
85																
90																
95																
100																
105																
110																

Порядок заполнения таблицы следующий.

Первые два столбца таблицы заполняют параметрами тяговой характеристики локомотива из ПТР. Шаг изменения скорости не должен превышать 10 км/ч. Кроме того, в таблицу необходимо внести значения, соответствующие характерным точкам тяговой характеристики. Такими значениями являются скорость перехода от ограничения по сцеплению (по току) на автоматическую характеристику, расчетная скорость и скорости изменения режима работы тяговых электродвигателей. Для тех значений скорости, при которых возможна работа на двух режимах работы тяговых электродвигателей, принимают среднее значение силы тяги. В третьем и четвертом столбцах помещают значения основного удельного и полного сопротивления движению

локомотива при движении в режиме тяги. Основное удельное сопротивление движению локомотивов вычисляют по эмпирическим формулам. Для вычисления основного удельного сопротивления движению состава предварительно рассчитывают основное удельное сопротивление движению каждой из входящих в состав групп вагонов. Если состав включает вагоны разных типов, то основное удельное сопротивление его движению определяют, как средневзвешенное. Вагоны, из которых сформирован состав поезда, можно разделить на группы не только по количеству осей в вагоне, но и по другим признакам, например по осевой нагрузке. Вес, приходящийся на ось, для каждого типа вагонов принимают как среднюю величину. В 9-м столбце таблицы записывают значения равнодействующей сил, приходящейся на единицу веса поезда при движении локомотива в режиме тяги на максимальной позиции контроллера машиниста.

Таблица 3. Расчетное нажатие тормозных колодок вагонов.

Тип вагона	Расчетное нажатие тормозных колодок, кН/ось
Цельнометаллические пассажирские вагоны с массой тары:	
53 т и более	100
48 т и более, но менее 53 т	90
42 т и более, но менее 48 т	80
Цельнометаллические пассажирские вагоны ВЛ-РИЦ с тормозом КЕ и чугунными тормозными колодками:	
на пассажирском режиме	100
на скоростном режиме	150
Цельнометаллические пассажирские вагоны габарита РИЦ на тележках ТВЗ-ЦНИИ «М» с тормозом КЕ и композиционными тормозными колодками (в пересчете на чугунные колодки):	
на пассажирском режиме	100
на скоростном режиме	130
Пассажирские вагоны длиной 20,2 м и менее	90
Остальные вагоны пассажирского парка	65
Грузовые вагоны, оборудованные чугунными колодками, на режиме:	
груженом	70
среднем	50
порожнем	35
Грузовые вагоны, оборудованные композиционными колодками (в пересчете на чугунные колодки), на режиме:	
груженом	85
среднем	70
порожнем	35
Четырехосные изотермические и багажные цельнометаллические с односторонним торможением	60
Вагоны рефрижераторного подвижного состава с чугунными тормозными колодками на режиме:	
груженом	90
среднем	60
порожнем	35
Вагоны рефрижераторного подвижного состава с композиционными тормозными колодками (в пересчете на чугунные колодки) на режиме:	
среднем	70
порожнем	45

Затем выполняют расчеты и заполняют столбцы 10-13 для режима холостого хода (выбега). В столбце 10 таблицы помещают значения основного удельного сопротивления движению локомотива на холостом ходу. В 11 столбце таблицы записывают значения основного сопротивления движению локомотива на холостом ходу. В 12 - значение основного сопротивления движению поезда на холостом ходу, а в 13 - значение основного удельного сопротивления движению поезда на холостом ходу:

Прежде чем перейти к расчету и заполнению столбцов 14-17 таблицы, соответствующих режиму торможения определяют значение расчетного тормозного коэффициента. Суммарное расчетное нажатие тормозных колодок вычисляют по числу вагонов каждого вида, входящих в состав поезда, числу осей локомотива заданной серии и расчетному нажатию на одну тормозную ось для каждого вида вагонов и локомотива. Если не все оси в составе тормозные, то это следует учитывать при вычислении суммарного нажатия тормозных колодок. При расчетах тормозной силы для грузовых поездов, движущихся на участках со спусками до 20 ‰. Значения расчетного нажатия на одну тормозную ось для отдельных групп вагонов принимают по таблицам 3 и 5, а для локомотивов (при необходимости) по таблице 4.

Таблица 4. Расчетное нажатие тормозных колодок локомотива.

Серия локомотивов	Расчетное нажатие тормозных колодок, кН/ось	
	груженный режим	порожний режим
ТЕПЛОВОЗЫ		
ТЭ1, ТЭП60, 2ТЭП60, 2ТЭ10В(М,У), 4ТЭ10С, 2ТЭ116, ТЭП70, ТЭП75, ТЭП80, 2ТЭ121, 4ТЭ10С, 2М62, 2М62У, 3М62У	120	50
ТЭП10, ТЭ7	115	—
ТЭМ7, ТЭМ7А	130	55
ТЭ2, ТГ102	90	40
ЧМЭЗ, ЧМЭЗ ^Т , ЧМЭЗ ^Т , ТЭМ2УМ, ТЭМ2У, ТЭМ16, ТЭМ17, ТЭМ18, ТЭМ2А	110	50
ТГ21, ТГ22	140	50
ТГМ3А	80	40
Остальные серии тепловозов	100	50
ЭЛЕКТРОВОЗЫ		
ЧС1, ЧС3	140	—
ЧС2, ЧС4, ЧС4 ^Т , ЧС6, ЧС7, ЧС8, ЧС200:		
скоростной режим	160	—
то же при скоростях менее 60 км/ч и пассажирском режиме	120	—
ВЛ80, ВЛ80 ^К , ВЛ80 ^Т , ВЛ80 ^С , ВЛ80 ^П , ВЛ80 ^В , ВЛ82, ВЛ82 ^П , ВЛ85, ВЛ10, ВЛ10 ^У , ВЛ11, ВЛ11 ^М , ВЛ15, ВЛ65, Э13	140	60
ВЛ23, ВЛ60 всех индексов	110	50
ЭП1 на скоростном режиме	180	—
ЭП1 на скоростном режиме при скоростях менее 55 км/ч и пассажирском режиме	140	—
Остальные серии электровозов	100	50
ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА		
Серии Д, моторный вагон	120	—
Серии Д, прицепной вагон	90	—
Серии ДР1, Д1, ДР1П, ДР1А, моторный вагон	100	—
Серии ДР1, Д1, ДР1П, ДР1А, прицепной вагон	80	—
Серии ДЛ2, тяговая секция	150	—
Серии ДЛ2, прицепной вагон	90	—
ЭЛЕКТРОПОЕЗДА		
Моторные вагоны (кроме ЭД9Т)	100	—
Моторные вагоны ЭД9Т	120	—
Прицепные и головные вагоны	90	—
Моторный и головной вагоны ЭР200	150	—

При чугунных тормозных колодках тормоза грузовых вагонов включают на порожний режим, если полезная нагрузка на одну ось не превышает 30 кН, на средний - если полезная нагрузка на одну ось не превышает 60 кН, на груженный - при полезной нагрузке более 60 кН. Тормоза рефрижераторных вагонов, оборудованных чугунными колодками, включают на средний режим при полезной нагрузке до 30 кН/ось, а на груженный режим при большей полезной нагрузке.

В четырнадцатом столбце таблицы записывают значения расчетного коэффициента трения колодки, которые рассчитывают для значений скорости, приведенных в первом столбце. В 15 столбце таблицы записывают значения удельной тормозной силы. В 16 столбце записывают значение равнодействующей сил, приложенных к поезду на режиме служебного торможения, а в семнадцатом для экстренного торможения:

Так же, как и при спрямлении профиля пути, эти расчеты удобно выполнять в среде Microsoft Excel. Пример организации вычислений приведен на рис. 5. Для расчета необходимо заполнить первые два столбца таблицы данными из тяговой характеристики локомотива и ввести исходные данные.

Таблица 5. Расчетные силы нажатия композиционных тормозных колодок вагонов

Тип вагона	Расчетное нажатие тормозных колодок, кН/ось
Пассажирские вагоны с массой тары:	
53 т и более	45
48 т и более, но менее 53 т	40
42 т и более, но менее 48 т	35
Грузовые вагоны на режиме:	
груженом	42,5
среднем	30
порожнем	17,5
Рефрижераторные вагоны-холодильники:	
с передаточным числом рычажной передачи 5,3 на режиме:	
груженом	45
среднем	35
порожнем	20
с передаточным числом рычажной передачи 10 на режиме:	
среднем	47,5
порожнем	30

Таблица заполняется результатами расчета, появляющимися по мере ввода исходных данных. Если предварительно подготовить базу данных о локомотивах, то и процесс ввода тяговой характеристики локомотива может быть автоматизирован. По результатам вычислений, приведенным, строят диаграмму ускоряющих и замедляющих сил, действующих на поезд (рис. 5). Эта диаграмма верна только для исходных данных, принятых при ее расчете и построении. При изменении характеристик состава или при построении диаграммы для движения в режиме тяги на промежуточных позициях контроллера машиниста необходимо выполнить расчеты для новых исходных данных. В то же время, для использования диаграммы при движении на элементах профиля пути с уклонами, отличными от нуля, достаточно перенести начало координат влево для подъемов или вправо для спусков на число единиц, равное уклону в промилле. Диаграмма ускоряющих и замедляющих сил позволяет анализировать характер движения поезда, для которого она построена. Зная, что скорость движения

поезда всегда стремится к равновесной, достаточно по уклону профиля пути и режиму движения найти значение равновесной скорости и сравнить его с текущим значением скорости движения.

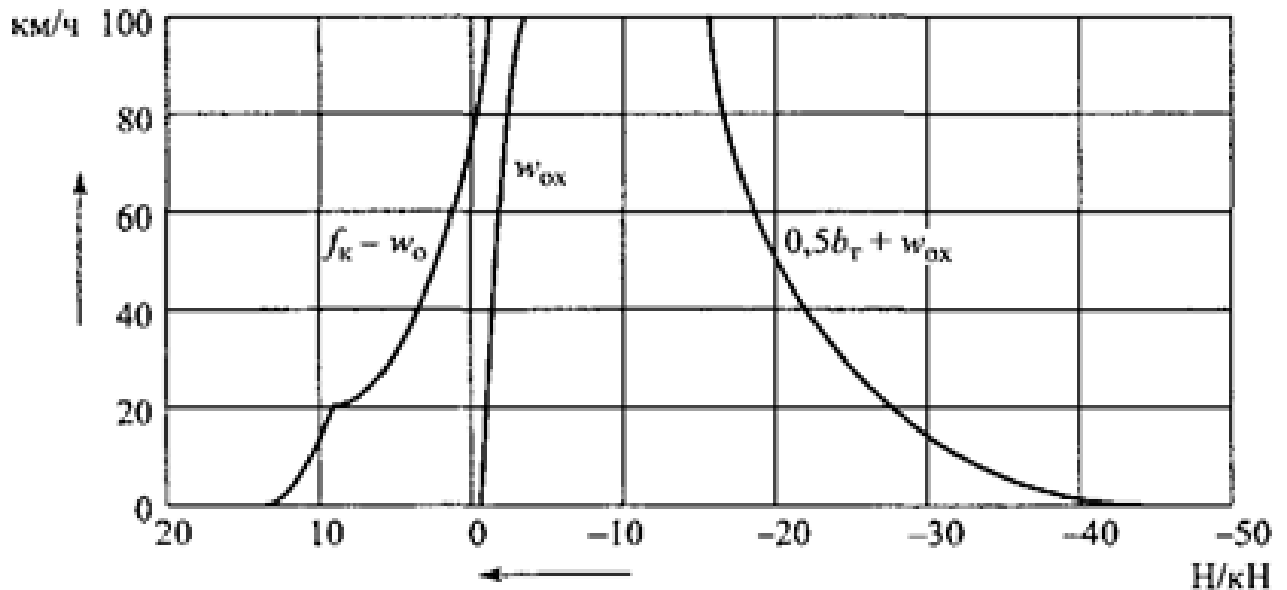


Рисунок 5. Диаграмма ускоряющих и замедляющих сил, действующих на поезд.

Пример 3. Расчет и построение диаграммы ускоряющих и замедляющих сил.

3.1. Определяем основное удельное сопротивление движения электровоза под током и вагонов по формулам: $w'_0 = 1.9 + b \cdot V + c \cdot V^2$, кЗГ/тС .

где V , км/ч – скорость следования, берем от 0 до 110 км/ч.

$b = 0.008$; $c = 0.00025$ – коэффициенты при бесстыковом типе пути.

Удельное сопротивление движению вагонов определяем по формуле

$$w''_0 = a + \frac{b + c \cdot V + d \cdot V^2}{q_0}, \text{кЗГ/тС}.$$

где $a = 0.7$

$b = 6$, $c = 0.026$, $d = 0.0017$, $q_0 = 19.5 \text{ т/ось}$

Полное сопротивление движению поезда определяем по формуле

$$W_0 = w'_0 \cdot P + w''_0 \cdot Q, \text{кЗГ}.$$

где $P = 184 \text{ т}$ – вес локомотива, $Q = 4300 \text{ т}$ – вес поезда.

Полученные расчетные данные сведем в таблицу 6.

3.2. Ускоряющую силу тяги определяем по формуле $F_y = F_k - W_0$, кЗГ/тС . полученные расчетные данные сведем в таблицу 6.

3.3. Удельно-ускоряющую силу действующую на поезд определяем по формуле

$$f_y = \frac{F_y}{P + Q}, \text{ кгс/тс.}$$

полученные расчетные данные сведем в таблицу 6.

Таблица 6. – Удельные ускоряющие и замедляющие силы поезда.

V, км/ч.	w ₀ , кгс/тс	w ₀ , кгс/тс	W ₀ , кгс	F _к , кгс	F _у , кгс	f _у , кгс/тс
0	1,9	1,00	4649,6	62600	57950,4	12,90
10	2,005	1,029	4793,6	52400	47606,4	10,60
20	2,16	1,069	4994,1	50200	45205,9	10,08
30	2,365	1,129	5276,9	48500	43223,1	9,63
40	2,620	1,200	5642,0	47000	41358,0	9,22
46,7	2,810	1,274	5995,5	46100	40004,5	8,92
50	2,925	1,292	6093,8	36100	30006,2	6,69
60	3,280	1,400	6623,5	18800	12176,5	2,71
70	3,685	1,528	7248,8	12100	4851,2	1,08
80	4,140	1,672	7951,3	8800	848,3	0,18
90	4,645	1,833	8736,5	7000	-1736,5	-0,38
100	5,200	2,012	9608,9	6000	-3608,4	-0,80
110	5,805	2,209	10566,8	5000	-5566,8	-1,24

3.4. Расчет основного удельного сопротивления движению поезда на выбеге ведем по формуле

$$W_{0x} = \frac{w_x \cdot P + w_0^{||} \cdot Q}{P + Q}, \text{ кгс/тс.}$$

Таблица 7. – Удельное сопротивление движению поезда на выбеге.

V, км/ч.	w _x , кгс/тс	w ₀ , кгс/тс	G	y	B _т , Т	W _{yx} , кгс/тс
0	2,40	1,00	- 0,33 -	0,270	89,1	1,057
10	2,54	1,029		0,197	65,0	1,090
20	2,74	1,069		0,162	53,4	1,137
30	3,02	1,129		0,140	46,2	1,203
40	3,36	1,200		0,125	41,6	1,288
50	3,78	1,292		0,115	37,9	1,394
60	4,26	1,400		0,108	35,9	1,517
70	4,82	1,528		0,101	33,3	1,663
80	5,44	1,672		0,097	32,0	1,826
90	6,14	1,833		0,093	30,6	2,009
100	6,90	2,012		0,084	29,3	2,212
110	7,74	2,209		0,087	28,71	2,435

Основное удельное сопротивление движению на выбеге (без тяги) определяем по формуле

$$W_x = a + b \cdot V + c \cdot V^2, \text{ кгс/тс.}$$

где $P = 184 \text{ т.}$ – вес локомотива, $Q = 4300 \text{ т.}$ – вес поезда,
 $a = 2,4; b = 0,009; c = 0,00035$

Вычтем удельно-ускоряющие и замедляющие силы, а также основное удельное сопротивление на выбеге и тормозные силы, определяемые по формуле $b_m = G \cdot y \cdot 1000$, при чугунных

колодках $y = 0,27 \cdot \frac{V + 100}{5 \cdot V + 100}$, с коэффициентом нажатия на вес поезда $G = 0,33$

Тяга - f_y , кгс/кг;
 Выбег - W_{ox} , кгс/кгс.

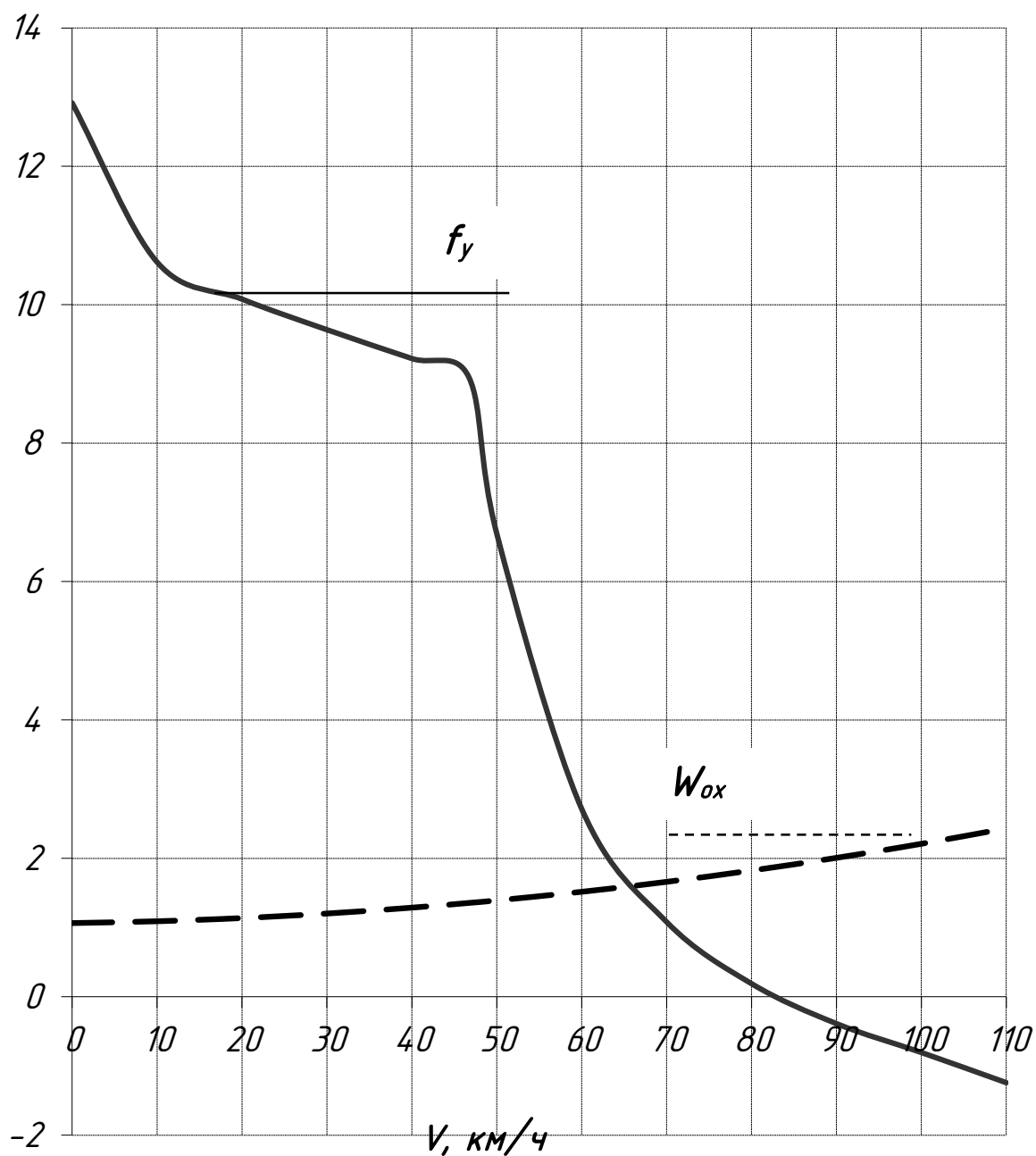


Рисунок 6 Удельно-ускоряющие и замедляющие силы.

1.4. Решение тормозных задач.

Для обеспечения безопасности движения поездов важнейшее значение имеет возможность ограничения скорости движения или остановки поезда, выполняемой в штатной или экстраординарной ситуации. А это значит, что при необходимости остановки или ограничения скорости движения должна быть обеспечена эффективность действия тормозов поезда.

Практика эксплуатации подвижного состава поставила задачи, связанные с торможением поездов. С одной стороны, это задача определения тормозных средств, которые могут обеспечить снижение скорости движения или полную остановку поезда на требуемом расстоянии. А с другой стороны, это задача определения расстояния, на котором заданный поезд с известными тормозными средствами может остановиться или снизить скорость движения до заданного значения. Названные задачи называют тормозными задачами. Для решения этих задач можно применить методы решения уравнения движения поезда.

Будем под термином «тормозной путь» понимать расстояние, которое проходит поезд от момента перевода ручки крана машиниста из поездного положения в тормозное, до полной остановки поезда. После поворота ручки крана машиниста в тормозное положение проходит некоторый отрезок времени t_{Π} . Этот временной отрезок называют временем подготовки тормозов к действию и расстояние S_{Π} , которое поезд проходит за это время, называют подготовительным тормозным путем. Расстояние $S_{\text{д}}$, которое поезд проходит с прижатыми тормозными колодками, называют действительным тормозным путем. Таким образом, тормозной путь $S_{\text{Т}}$ складывается из подготовительного и действительного тормозных путей: $S_{\text{Т}} = S_{\Pi} + S_{\text{д}}$.

Допустив, что поезд проходит путь подготовки тормозов к действию с постоянной скоростью, найдем его значение:

$$S_{\Pi} = 1000 \cdot V \cdot \frac{10i_{\text{с}}}{3600} = 0,278 \cdot V_0 \cdot t_{\Pi}, \text{ м.}$$

Здесь V_0 - скорость поезда в момент начала торможения, км/ч; t_{Π} - время подготовки тормозов к действию, с.

Экспериментально установлено, что время подготовки тормозов к действию изменяется в зависимости от длины состава. Для расчетов принимают значения t_{Π} , приведенные в таблице 8.

Таблица 8. Определение времени подготовки тормозов к действию

Длина состава и вид тормозов	t_{Π} , с.
Грузовые составы длиной 200 осей и менее при автоматических тормозах или одиночно следующие грузовые локомотивы	7
Грузовые составы длиной от 200 до 300 осей при автоматических тормозах	10
Грузовые составы длиной более 300 осей при автоматических тормозах	12
Пассажирские поезда при электропневматических тормозах	2

Учитывая, что в действительности скорость движения поезда за время подготовки тормозов не остается неизменной, вводится поправка, определяемая величиной и знаком уклона, а также величиной тормозной силы. С учетом поправки время подготовки тормозов к действию определяют по формулам:

- для грузовых составов длиной 200 осей и менее при автоматических тормозах и для одиночно следующих грузовых локомотивов $t_{\Pi} = 7 - (10i_c / (1000\theta_p \phi_{кр}))$;
- для грузовых составов длиной более 200 осей (до 300 осей) при автоматических тормозах $t_{\Pi} = 10 - (15i_c / (1000\theta_p \phi_{кр}))$;
- для грузовых составов длиной более 300 осей при автоматических тормозах $t_{\Pi} = 12 - (18i_c / (1000\theta_p \phi_{кр}))$;
- для пассажирских поездов при пневматических тормозах и для одиночно следующих пассажирских локомотивов $t_{\Pi} = 4 - (5i_c / (1000\theta_p \phi_{кр}))$;
- для пассажирских поездов при электропневматических тормозах $t_{\Pi} = 2 - (3i_c / (1000\theta_p \phi_{кр}))$.

В формулах для вычисления времени подготовки тормозов i_c - приведенный уклон, ‰; θ_p - расчетный тормозной коэффициент поезда, принятый для случая экстренного торможения; $\phi_{кр}$ - расчетный коэффициент трения тормозной колодки.

При ручных тормозах принимают $t_{\Pi} = 60$ с.

При срабатывании автостопа время подготовки автоматических тормозов, рассчитанное по одной из приведенных выше формул, увеличивают на 14 с.

Процесс торможения поезда определяется длиной тормозного пути S_T , начальной v_0 и конечной v_K скоростью торможения, уклоном пути i и тормозными средствами поезда, определяемыми расчетным тормозным коэффициентом θ_p . К нахождению одной из этих величин по известным остальным и сводится решение тормозных задач, которые условно можно разделить на две группы.

Для нахождения длины тормозного пути необходимо решить уравнение движения поезда для режима торможения. Сначала необходимо найти путь подготовки тормозов, затем, интегрируя уравнение движения поезда, находят действительный тормозной путь.

При аналитическом интегрировании уравнения движения поезда весь диапазон изменения скорости от начальной до конечной разбивают на интервалы. Для каждого из интервалов изменения скорости находят путь, который проходит поезд. Суммар-

ное значение действительного тормозного пути
$$S_d = \sum \frac{500 (v_{Ki}^2 - v_{Hi}^2)}{\xi r_{cpi}}, \text{ м.}$$

Здесь V_{Hi} , V_{Ki} - значения начальной и конечной скорости движения поезда на рассматриваемом i -м интервале, км/ч; r_{cpi} - среднее на i -м интервале изменения скорости значение удельной равнодействующей сил, приложенных к поезду, Н/кН.

Среднее на i -м интервале изменения скорости значение удельной равнодействующей сил, приложенных к поезду, определяют в соответствии с выражением

$$i_{cpi} = - \frac{Pw'_0(v_{cpi}) + Qw''_0(v_{cpi})}{P + Q} - b_T(v_{cpi}) - i_i.$$

Графическое определение длины тормозного пути. В прямоугольных координатах (рис. 7), выбрав масштабы, строим диаграмму замедляющих сил для режима

торможения и рядом откладываем по оси абсцисс расстояние, равное пути подготовки тормозов S_n , вычисленное. На уровне скорости начала торможения V_H проводим горизонтальную линию, соответствующую постоянной скорости в пределах пути подготовки тормозов. Затем, разбив весь диапазон изменения скорости от V_H до нуля на интервалы не более 10 км/ч строим способом Липеца кривую скорости от координаты окончания пути подготовки тормозов и до точки, в которой значение скорости становится равным 0. Расстояние S_T и является искомой длиной тормозного пути.

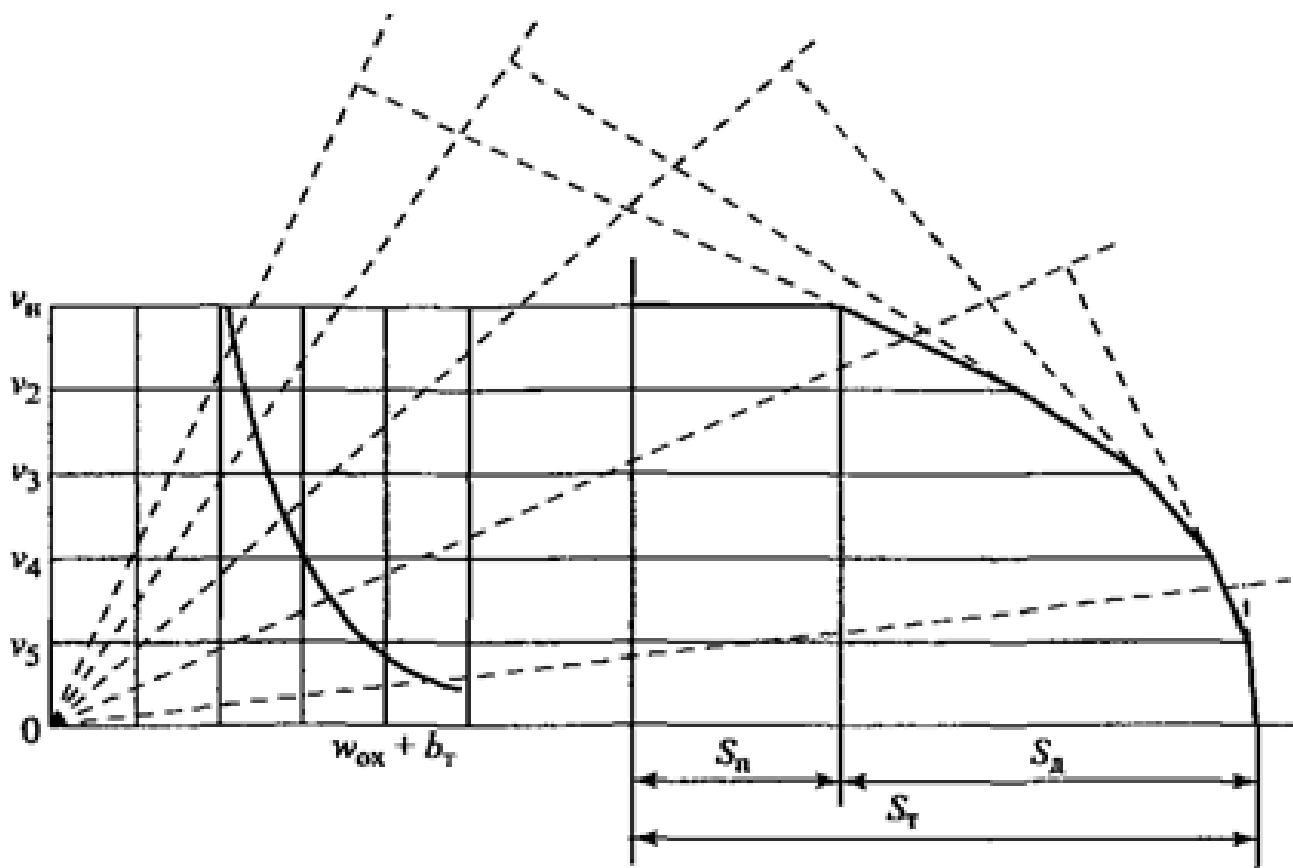


Рисунок 7. Графический способ определения тормозного пути поезда.

1.5. Расчет времени хода поезда.

Расчет времени хода поезда путем аналитического интегрирования уравнения движения поезда или одним из графических способов - процедура достаточно трудоемкая. Когда необходимо быстро рассчитать время хода и при этом приемлема большая, чем в более точных, но трудоемких методах погрешность, используют способ равновесных скоростей. Этот способ предполагает следующие допущения:

- скорость движения в пределах элемента спрямленного профиля пути постоянна и равна равновесной;
- при переходе с одного элемента профиля на другой скорость движения поезда меняется мгновенно.

Кривая скорости движения поезда, построенная при таких допущениях для диаграммы ускоряющих (замедляющих) сил, приведенной на рис. 8, изображена на рис. 9.

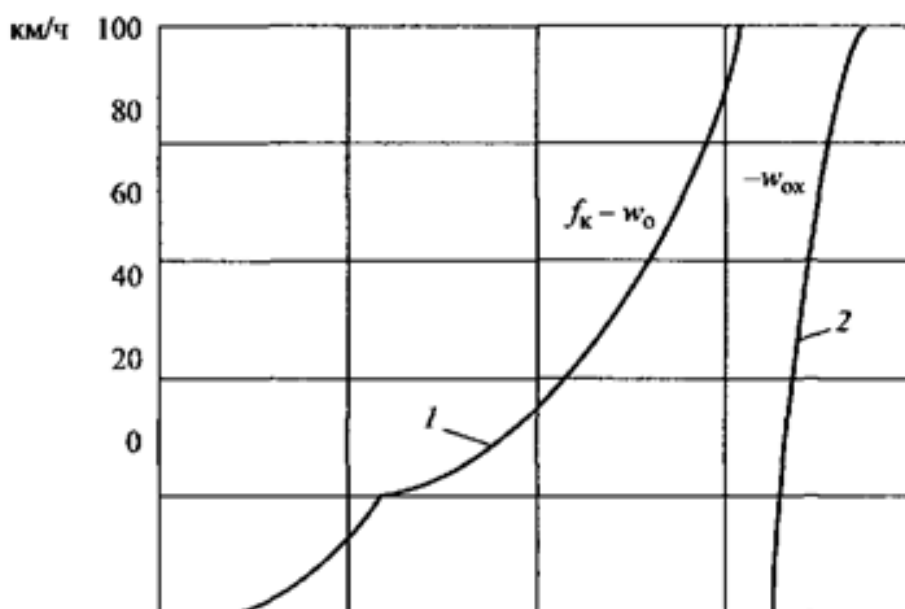


Рисунок 8. Диаграммы удельных сил, действующих на поезд при работе локомотива в режимах тяги (1) и холостого хода (2).

Равновесную скорость определяют по диаграмме удельных ускоряющих и замедляющих сил, восстанавливая вертикальную линию из точки на оси абсцисс, соответствующей величине уклона $\delta \text{ ‰}$ (для подъемов влево от начала координат, а для спусков вправо). Координата на оси v точки пересечения этой линии и кривой ускоряющих (замедляющих) сил, построенной для соответствующего режима движения, и является значением равновесной скорости. Если ограничения по конструкционной скорости подвижного состава, по тормозам или по состоянию пути оказываются меньше, то для дальнейшего рассмотрения в качестве равновесной скорости принимают наименьшее из названных значений. На подъемах круче расчетного, значения равновесной скорости принимают равными расчетной скорости V_p .

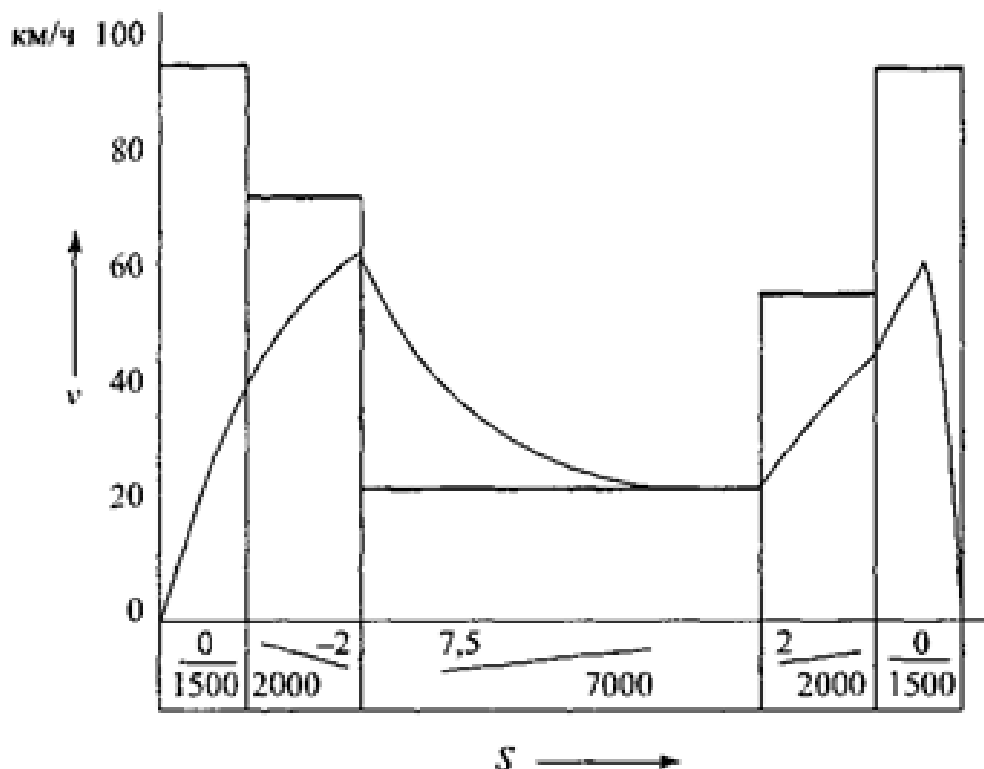


Рисунок 9. Определение равновесной скорости движения поезда по элементам профиля

Для первого элемента профиля пути на рис. 9, представляющего собой горизонтальную площадку, равновесная скорость на режиме тяги равна 91 км/ч. Для второго элемента (спуск крутизной 2 ‰) равновесная скорость для режима тяги значительно больше конструкционной скорости грузового тепловоза (100 км/ч). Поэтому принимаем равновесную скорость для режима холостого хода. При $i = -2$ ‰ равновесная скорость равна 75 км/ч. Для следующих трех элементов равновесная скорость принимается при режиме тяги.

Время движения по элементу профиля пути длиной S_1 км при постоянной скорости движения равной равновесной V_1 км/ч определим как $t = 60 \frac{S_1}{V_1}$ мин. Тогда

по рассматриваемому участку поезда пройдет за время

$$t = 60 \frac{S_1}{V_1} + 60 \frac{S_2}{V_2} + 60 \frac{S_3}{V_3} + 60 \frac{S_4}{V_4} + 60 \frac{S_5}{V_5} = 60 \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{V_i} \text{ мин.}$$

Сравним условную кривую скорости, состоящую из участков движения с постоянной скоростью движения, и нанесенной на том же рисунке действительной кривой скорости. На одних элементах действительная скорость ниже равновесной, а на других выше. Даже там, где скорость достигает равновесное значение, она постоянна не на всем элементе, как это видно на подъеме крутизной 7,5 ‰ и длиной 7000 м (см. рис. 9). Так, на втором элементе действительное время хода поезда меньше, чем подсчитанное по равновесной скорости, а третий элемент - затяжной подъем поезд пройдет быстрее, чем если бы он двигался с равновесной скоростью на всем элементе. Кроме того, мгновенный переход от одного значения скорости к другому невозможен.

Следовательно, при определении времени хода поезда в предположении о постоянстве скорости движения, на одних элементах следует внести положительную поправку времени, а на других отрицательную.

Сделаем два допущения, связанные с вносимыми поправками:

- положительная поправка, которую следует внести при увеличении скорости от V_n до V_m , равна по величине отрицательной поправке, вносимой при снижении скорости от V_m до V_n ($V_m > V_n$);
- величина поправки, вносимой при переходе от скорости V_n к V_m , не зависит от того, совершается этот переход за один раз или через несколько промежуточных скоростей.

Следствием принятых допущений является то, что сумма поправок на рассматриваемом участке равна поправке на переход от равновесной скорости на первом элементе к равновесной скорости на последнем элементе. Если, как это показано на рис. 9, уклоны первого и последнего элементов профиля пути одинаковы (в данном случае равны нулю), что верно для большинства остановочных пунктов, то суммарную поправку следует принять равной нулю. Поскольку при разгоне и остановке поезда его действительная скорость всегда значительно отличается от равновесной, необходимо внести поправки на разгон Δt_p и замедление Δt_z . Тогда время хода по рассматриваемому участку определим как $t = 60 \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{V_i} + \Delta t_p + \Delta t_z$ мин.

емому участку определим как $t = 60 \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{V_i} + \Delta t_p + \Delta t_z$ мин.

Все расчеты способом равновесных скоростей целесообразно приводить в табличной форме. Так, для рассмотренного выше участка расчет времени хода поезда способом равновесных скоростей приведен в таблице 9.

Общее время хода по участку $t = 23,6 + 3 = 26,6$ мин.

Если на каком-то из элементов действует ограничение скорости, а значение равновесной скорости выше этого ограничения, то в качестве скорости движения по элементу принимают ограничение.

Таблица 9. Расчет времени хода поезда приближенным методом.

№ элемента	S, км	i, %	Равновесная скорость, км/ч	Время прохождения элемента, мин	Поправка на разгон и замедление, мин
1	1,5	0	91	0,99	2
2	2,0	-2	75	1,60	
3	7,0	7,5	23,4	17,95	
4	2,0	2	58	2,07	
5	1,5	0	91	0,99	1
Сумма:				23,60	3

Кривой времени называют графическую зависимость $t(S)$ времени движения поезда от пройденного пути. Ее строят по имеющейся кривой скорости на том же листе миллиметровой бумаги. Результаты построения кривой времени в дальнейшем используют для составления графика движения поездов, расчета нагрева тяговых электрических машин и расхода энергоресурсов на поездку.

Правила тяговых расчетов рекомендуют строить кривую скорости способом Лебедева (способ МПС). Для этого слева от начала координат на расстоянии Δ проводят вертикальную линию $O'O''$, как это показано на рис. 10. Затем кривая скорости разбивается на отрезки OA , AB , BC и т.д. Это могут быть, например, отрезки, полученные при построении кривой скорости методом Липца. Середины отрезков проецируют на линию $O'O''$, получая точки a' , b' и т.д. К линии Oa' проводят перпендикуляр OA' , проходящий через начало координат. Этот отрезок представляет собой фрагмент кривой времени, соответствующий изменению скорости движения поезда на расстоянии ΔS_1 . Для второго отрезка пути ΔS_2 фрагмент кривой времени строится как перпендикуляр к отрезку Ob' , проходящий через A' - последнюю точку предыдущего отрезка кривой времени. Построения для последующих отрезков пути выполняются аналогично.

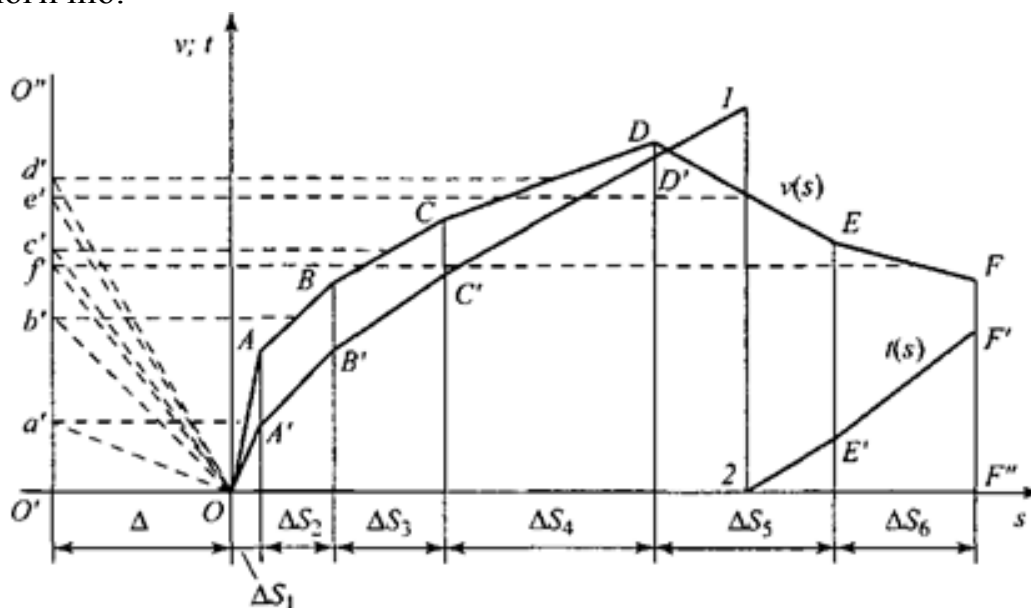


Рисунок 10. Построение кривой времени хода поезда способом Лебедева.

Из рисунка 10 видно, что построение кривой времени не зависит от направления изменения скорости движения, поскольку время изменяется только в сторону увеличения. Чтобы не выходить за пределы выбранного формата, кривую времени можно строить, например, в пределах 10 мин. После достижения этого значения (точка 1 на рис. 10) продолжение кривой времени строят от нулевого значения (точка 2). Таким образом, легко посчитать время хода, включающее на рассматриваемом участке пути полные интервалы времени по 10 мин. При плюсовав к полученному значению время, определяемое отрезком $F'F''$, получают время хода поезда по участку.

Время хода поезда по каждому из отрезков пути ΔS можно рассчитать также по средней скорости движения поезда на этих отрезках $\Delta t_i = 60 \frac{S_i}{V_i^{cp}} \text{ мин}$, где Δt_i , мин, и $V_i^{cp}, \text{ км/ч}$ - значения времени хода и средней скорости поезда на i -м отрезке пути длиной ΔS_i , км.

1.6. Построение кривой движения поезда.

Кривой скорости принято называть графическую зависимость $V(S)$ скорости движения поезда от пройденного пути. Ее строят обычно на листе миллиметровой бумаги справа от диаграммы удельных ускоряющих (замедляющих) сил для трех режимов движения. Ниже оси абсцисс, на которой откладывают пройденное поездом расстояние, условно изображают профиль пути. Расчет кривой скорости можно выполнять аналитическими, графическими или численными методами. Наиболее часто выполняют построение кривой скорости для расчетного веса состава с целью определения наименьшего времени хода поезда по заданному участку. Результаты расчета используют при составлении графика движения поездов. Поэтому при выборе режима движения поезда руководствуются требованием обеспечения движения с максимально возможной скоростью.

Графический метод. Правила тяговых расчетов рекомендуют строить кривую скорости способом Липеца (способ МПС). Для обеспечения приемлемой точности приращение скорости принимают не больше 10 км/ч.

В таблице 1 приведены варианты рекомендуемых Правилами тяговых расчетов масштабов для графических построений. Масштабы даны в миллиметрах на единицу величины.

Таблица 10. Рекомендуемые масштабы для графических построений

Величина	Для грузовых и пассажирских поездов			Для электропоездов		Для тормозных и специальных расчетов	
	1	2	3	1	2	1	2
Сила, Н/кН	12	6	10	2	3	2	1
Скорость, км/ч	2	1	2	1	1,5	2	1
Путь, км	40	20	48	60	90	240	120
Постоянная Д	30	30	25	50	50	—	—
Время, час	600	600	600	—	—	—	—
Время, мин	10	10	10	50	50	—	—

Построение начинают обычно с момента трогания поезда на станции отправления. На рисунке 11 приведен пример построения фрагмента кривой скорости при разгоне на прямом горизонтальном участке пути.

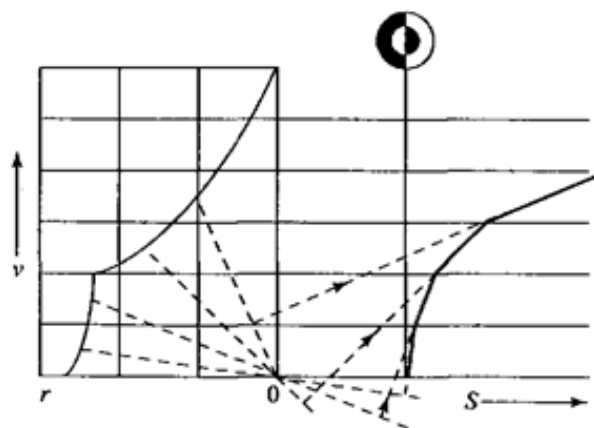


Рисунок 11. Построение кривой скорости при движении на прямом горизонтальном пути

При построении кривой скорости необходимо руководствоваться тем, что скорость всегда стремится к равновесной. Поэтому при вступлении поезда на очередной элемент профиля пути по диаграмме удельных ускоряющих и замедляющих сил определяют значение равновесной скорости для режима тяги. При неизменном режиме движения поезда (тяга, выбег или торможение) в пределах элемента профиля пути скорость изменяется до тех пор, пока не достигнет равновесной. После достижения равновесного значения скорость остается постоянной до конца элемента профиля пути или до изменения режима движения. На рисунке 12 приведен фрагмент построения кривой скорости при движении на спуске. Скорость движения при этом значительно меньше, чем равновесная

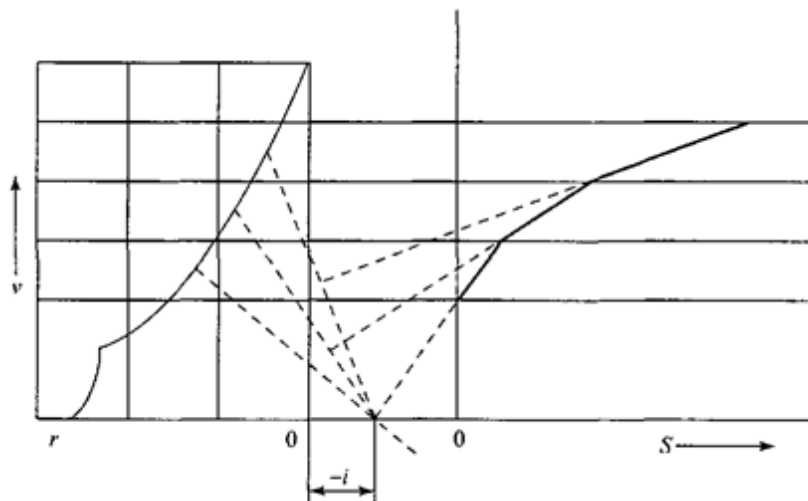


Рисунок 12. Построение кривой скорости при движении поезда на спуске

Если равновесная скорость меньше текущего значения скорости движения поезда, то, как это показано на рисунке 13, скорость, стремясь к равновесной, снижается, а после ее достижения остается постоянной до изменения величины уклона или режима движения.

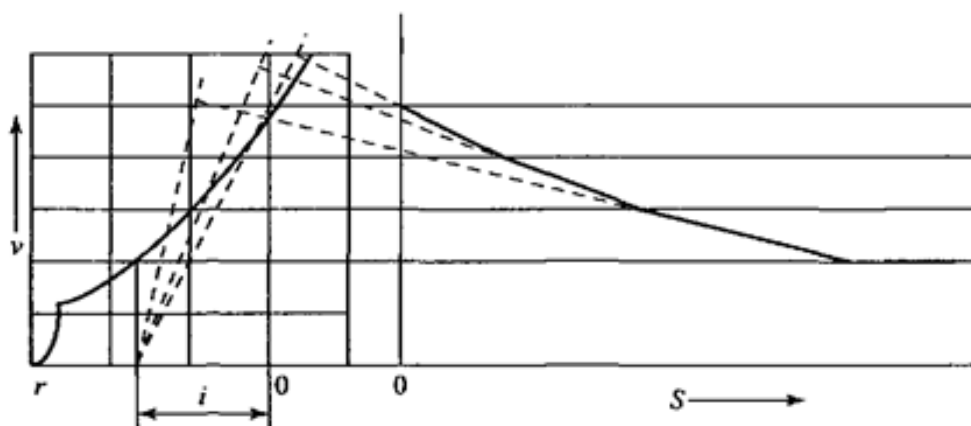


Рисунок 13. Построение кривой скорости при движении поезда на подъеме

При достижении предельно допустимой (по тормозам, состоянию пути и др.) скорости, необходимо перейти на режим холостого хода.

Если при этом фактическое значение скорости движения больше равновесной скорости, то, как это показано на рисунке 14, начнется снижение скорости движения поезда. Точка отключения контроллера машиниста (переход на режим холостого хода) условно обозначена буквами «ко».

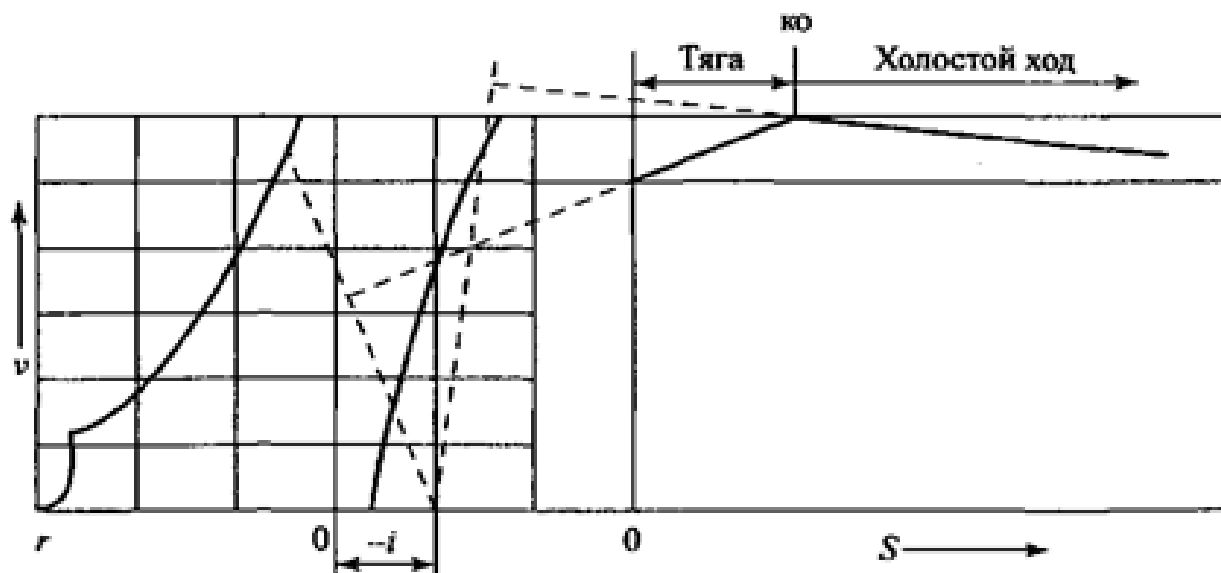


Рисунок 14. Построение кривой скорости при работе локомотива в режиме холостого хода

Возможно, что при переходе на режим холостого хода скорость продолжает расти (равновесная скорость на текущем элементе для режима холостого хода выше предельно допустимой). В этом случае необходимо применять регулировочное торможение. При механическом торможении под регулировочным торможением понимают сочетание режима служебного торможения и выбега. В этом случае на затяжных спусках длиной до 10 км допускается изображение кривой скорости в виде горизонтальной линии, проведенной ниже предельно допустимого значения скорости на величину поправки ΔV . Значение ΔV определяют в зависимости от величины уклона пути, на котором выполняется регулировочное торможение, в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11 Значения поправки ΔV

Поезда	ΔV , км/ч для спусков i_k , ‰							
	4	6	8	10	12	14	16	18
Грузовые	4	4	4	4	5	6	7	8
Пассажирские	2	2	3	4	6	7	8	9

На спусках до 4 ‰ значение ΔV принимают равным нулю. Для пассажирских поездов, оборудованных электропневматическими тормозами, на спусках до 6 ‰ значение ΔV принимают так же, как и для поездов с пневматическими тормозами. На более крутых спусках принимают $\Delta V=3$ км/ч независимо от крутизны спуска.

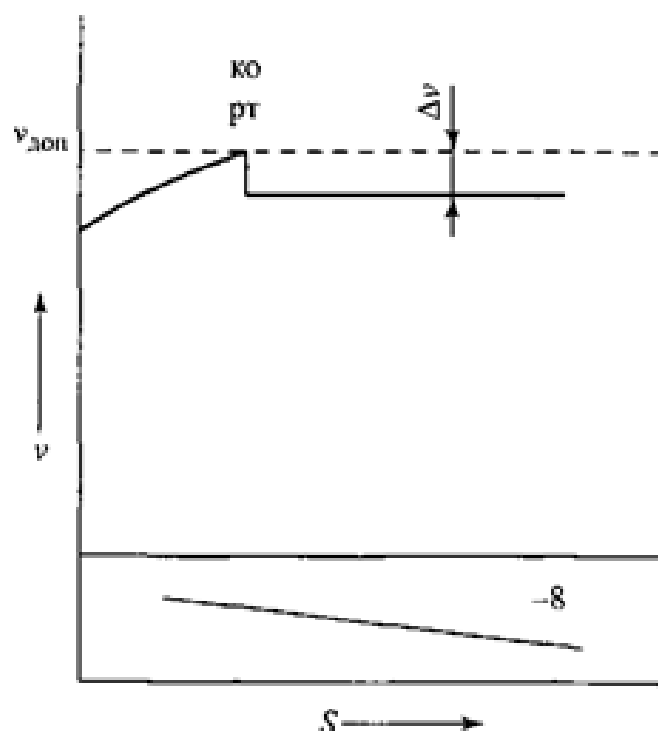


Рисунок 15. Построение кривой скорости при движении поезда в тормозном режиме

На рис. 15 приведен вариант построения кривой скорости для случая, когда равновесная скорость на режиме холостого хода выше предельно допустимой. На рисунке, кроме условного обозначения отключения контроллера машиниста «ко», буквами «рт» обозначен переход в режим регулировочного торможения.

На затяжных спусках длиной более 10 км или крутизной более 18 ‰ кривую скорости строят, пользуясь соответствующими диаграммами замедляющих сил.

При построении кривой скорости следует предусматривать проверку действия тормозов. В соответствии с ПТР снижение скорости при торможении с целью проверки тормозов для грузовых поездов составляет 20 км/ч, а для пассажирских - 10 км/ч.

Поскольку поезд рассматривается как материальная точка, кривая скорости движения поезда строится для его центра тяжести. В связи с этим необходимо учитывать, что ограничение, накладываемое на скорость движения, должно выполняться и головой, и хвостом поезда. А потому ограничение при построении кривой скорости должно быть выполнено, начиная с точки, лежащей на расстоянии, равном половине длины поезда, до места начала действия ограничения, и заканчиваться на том же расстоянии после прохождения центром тяжести поезда места окончания действия ограничения.

При остановке поезда следует учитывать ограничение скорости движения $V_{огр}^{стр}$ на входной стрелке при приеме на боковую путь. На рис. 16. даны примеры построения кривой скорости при остановке поезда. Здесь на расстоянии $l_{стр}$ обозначено место положения входной стрелки. На расстоянии $\frac{l_{п}}{2}$, равном половине длины поезда, от входной стрелки находится точка, где располагается центр тяжести поезда в момент, когда его голова должна двигаться со скоростью не выше $V_{огр}^{стр}$. Иначе говоря,

скорость движения поезда в этой точке при построении кривой скорости не должна быть выше ограничения на входной стрелке. Возможны варианты подхода поезда к входной стрелке со скоростью большей (рис. 16 а, в) или меньшей (рис. 16 б) ограничения $V_{огр}^{стр}$. На рисунках, кроме приведенных выше обозначений, буквами «то» обозначен отпуск тормозов при переходе от режима торможения к режиму холостого хода. Стрелками на фрагментах кривой скорости показано направление построения.

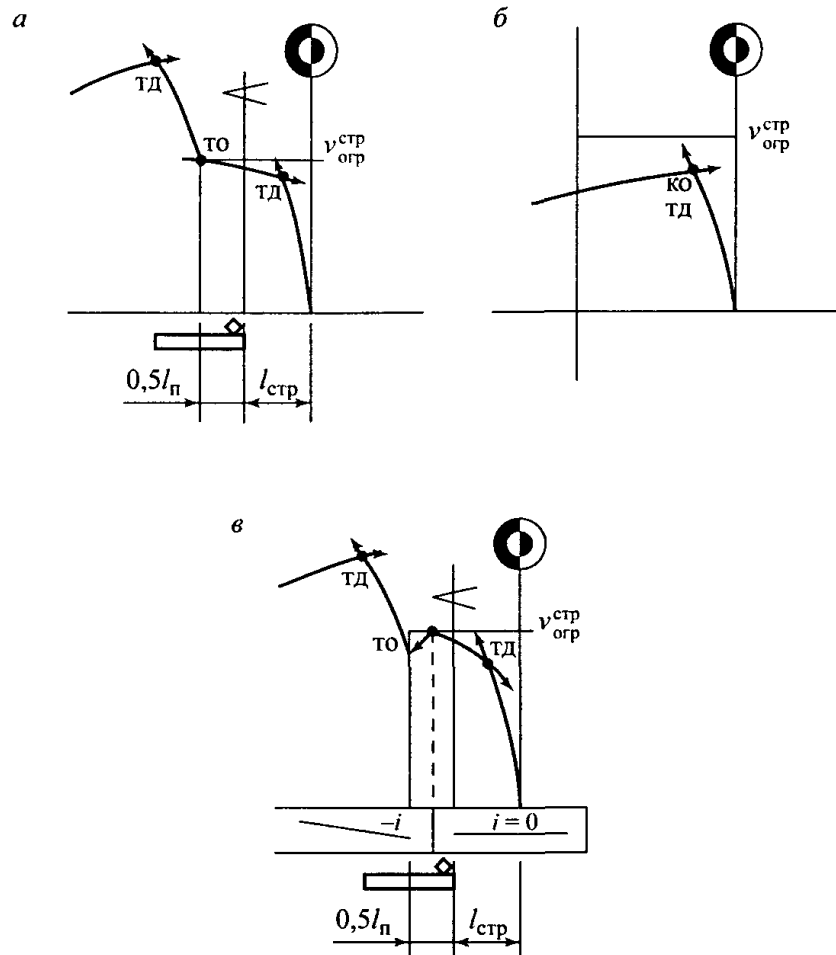


Рисунок 16. Примеры построения кривой скорости при остановке поезда на станции:

а - скорость поезда выше допустимой; б - скорость ниже допустимой; в - движение на спуске, предшествующему станции

Графические построения с помощью треугольника и линейки можно заменить расчетами на калькуляторе или, что гораздо эффективнее, на персональном компьютере, либо одним из численных методов. При этом, поскольку расчеты могут быть представлены в табличной форме, эффективно применение табличного процессора Microsoft Excel.

Кривая движения поезда по заданному участку строится в двух направлениях движения (четный и нечетный путь, с лева на право и с право на лево соответственно).

1.7. Расчет расхода топлива тепловозом (Расчет расхода электроэнергии электровозом).

1.7.1. Расчет расхода топлива тепловозом

Расчет расхода топлива тепловозом выполняют по имеющимся кривым скорости и времени, построенным любым из рассмотренных выше способов. На кривой скорости в процессе ее построения должна быть выполнена разметка режимов работы локомотива, заключающаяся в обозначении участков движения поезда в режиме тяги, холостого хода (выбега), регулировочного или служебного торможения.

Полный расход топлива за поездку определяется выражением $E_T = \int_0^t G dt$, где

G - мгновенное значение расхода топлива, соответствующее режиму работы локомотива, кг/мин; t - время движения поезда, мин.

Для расчета расхода топлива весь участок разбивают на отдельные отрезки, в пределах которых режим работы локомотива не меняется. Общий расход топлива тепловозом за поездку вычисляют в соответствии с выражением

$$E_T = \sum_{i=1}^n G_i \Delta t_i + g_x t_x + g_{CT} t_{CT},$$
 где G_i - расход топлива, соответствующий скорости движения поезда при используемой позиции контроллера машиниста на i -м отрезке пути, кг/мин; Δt_i - время движения поезда по i -му отрезку пути, мин; g_x - расход топлива тепловозом на холостом ходу, кг/мин; t_x - время работы дизеля на холостом ходу, мин; g_{CT} - расход топлива тепловозом на стоянках и при движении по станционным путям, кг/мин; t_{CT} - время работы дизеля на стоянках и при движении по станционным путям, мин.

Значения Δt_i , t_x и t_{CT} определяют по кривой времени с учетом разметки режимов. Значения G_i принимают по расходным характеристикам тепловозов, полученным экспериментально и приведенным в ПТР. Расходная характеристика для тепловозов 2ТЭ10 различных модификаций приведена в качестве примера на рис. 17. У современных тепловозов, как это видно из рис. 17, при неизменной позиции контроллера расход топлива мало зависит от скорости движения. Значения g_x принимают в зависимости от частоты вращения коленчатого вала дизеля по расходным характеристикам для холостого хода (рис. 18).

Значения Δt_i , t_x и t_{CT} определяют по кривой времени с учетом разметки режимов. Значения G_i принимают по расходным характеристикам тепловозов, полученным экспериментально и приведенным в ПТР. Расходная характеристика для тепловозов 2ТЭ10 различных модификаций приведена в качестве примера на рис. 17. У современных тепловозов, как это видно из рис. 17, при неизменной позиции контроллера расход топлива мало зависит от скорости движения. Значения g_x принимают в зависимости от частоты вращения коленчатого вала дизеля по расходным характеристикам для холостого хода (рис. 18).

При определении расхода топлива на стоянках, если нет специальных распоряжений о режиме работы дизелей, учитывающих специфику местных условий, значения g_x принимают по таблице 12, где приведены значения частоты вращения коленчатого вала тепловозных дизелей на холостом ходу и соответствующие им значения расхода топлива. В таблице 12 приведены также значения g_{CT} , принятые в предположении о движении одиночных тепловозов по станционным путям на первой позиции контроллера машиниста со скоростью 10-15 км/ч.

Для того чтобы сравнивать расход топлива при работе локомотивов с разными поездами и на различных направлениях общий расход топлива относят к измерителю

выполненной перевозочной работы, получая удельный расход топлива

$$e_T = \frac{E_T}{M_Q S} \cdot 10^4, \frac{\text{кг}}{10^4 \cdot \text{ткм}}. \text{ Здесь } M_Q - \text{масса состава, т; } S - \text{длина участка, км.}$$

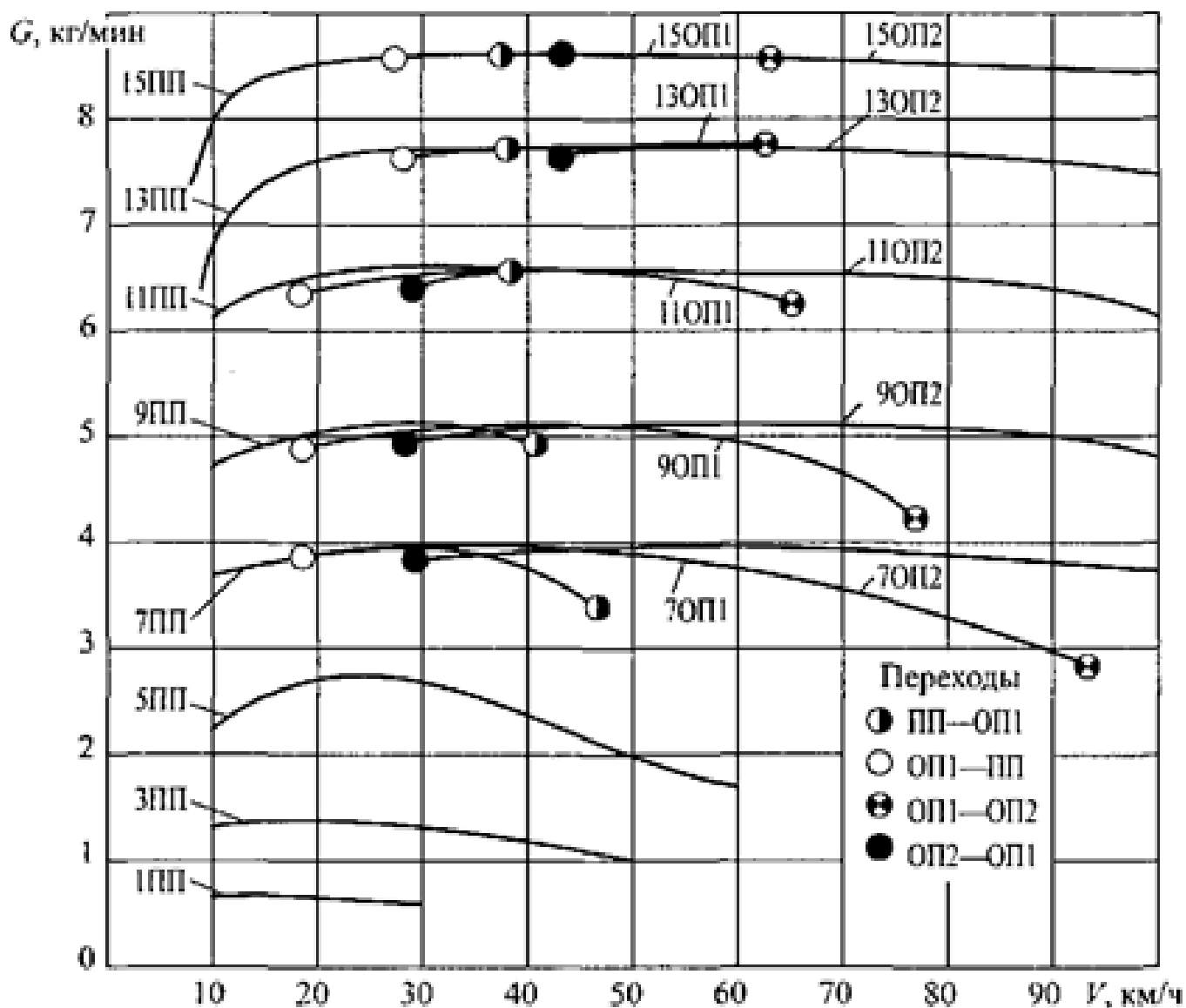


Рисунок 17. Расход топлива тепловозами 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 3ТЭ10М (одной секцией) при работе в режиме тяги

Чтобы сравнивать различные виды тяги и разные сорта топлива, введено понятие «условное топливо», под которым понимают топливо, с удельной теплотой сгорания 29,3 МДж/кг. Удельная теплота сгорания дизельного топлива 42,7 МДж/кг. Следовательно, чтобы пересчитать расход дизельного топлива в расход условного топлива, введя эквивалент $\mathcal{E} = 42,7/29,3 = 1,45$, получаем выражение для расчета удельного расхода условного топлива

$$e_y = e_T \times \mathcal{E}, \frac{\text{кг}}{10^4 \text{ ткм}}.$$

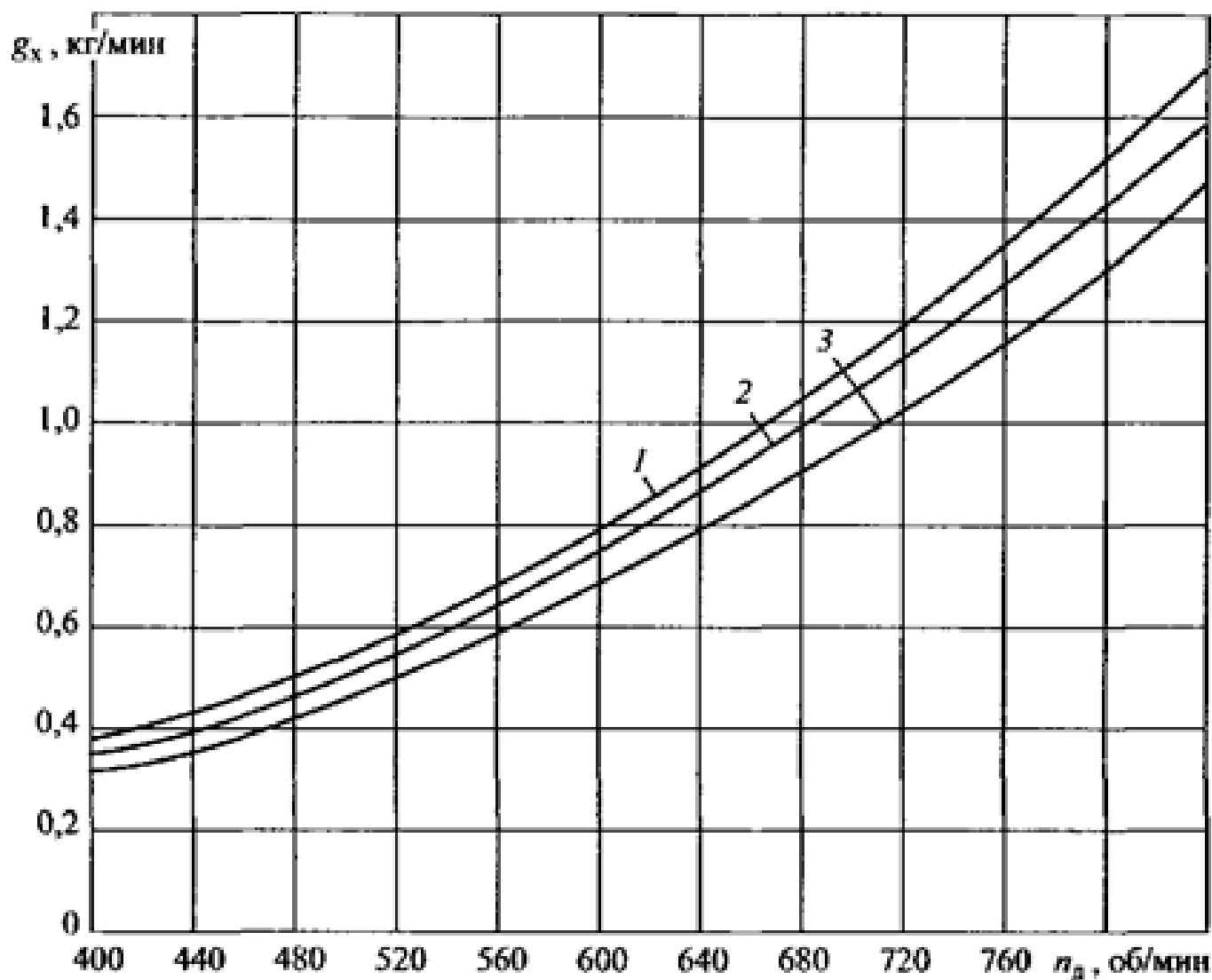


Рисунок 18. Расход топлива тепловозами 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 3ТЭ10М (одной секцией) при работе в режиме холостого хода:

- 1 - вентилятор включен на вторую ступень; 2 - вентилятор включен на первую ступень;
3 - вентилятор выключен

Таблица 12. Удельный расход топлива тепловозами при работе на холостом ходу

Серия тепло- воза (дизель- поезда)	Холостой ход			Расход топлива при движении по деповским и станционным путям, кг/мин
	Частота враще- ния коленчатого вала дизеля, об/мин	Расход топ- лива одним дизелем, кг/мин	Расход топлива тепловозом (ди- зель- поездом), кг/мин	
ТГМЗА	650	0,13	0,13	0,30
ЧМЭ2	350	0,14	0,14	0,30
ЧМЭЗ	350	0,15	0,15	0,30
ТЭ1, ТЭМ1	300	0,16	0,16	0,30
ТЭ2	300	0,16	0,32	0,30
ТЭ10, ТЭП10, ТЭП10Л	400	0,38	0,38	0,50
2ТЭ10, 2ТЭ10Л, 2ТЭП10В, 2ТЭ10М	400	0,38	0,76	1,00
3ТЭ10М	400	0,38	1,14	1,50
ТЭЗ, ТЭ7	400	0,35	0,70	1,20
ТЭП60	400	0,50	0,50	1,00
2ТЭП60	400	0,50	1,00	2,00
ТЭП70	350	0,27	0,27	2,00
ТЭМ2	300	0,10	0,10	0,30
М62	400	0,42	0,42	0,30
2М62	400	0,42	0,84	0,60
2ТЭ116	350	0,25	0,50	2,00
ДР1	700	0,14	0,28	0,30
Д1	530	0,14	0,28	0,30
Д	600	0,33	0,66	0,30

Пример. Определить расход топлива тепловозом 2ТЭ10М при движении с составом массой 5250 т по участку длиной 47,6 км. Поезд разогнался до скорости 15 км/ч за 0,7 мин, после чего двигался в режиме тяги 35,9 мин и в режиме холостого хода, включая торможение при остановке, 12,8 мин. Решение. Принимаем, что средняя скорость при разгоне поезда $V_{ср} = 15/2 = 7,5$ км/ч. По рис. 17 этой скорости в режиме тяги соответствует расход топлива $G = 14,8$ кг/мин. Для любой другой скорости движения в интервале от 15 км/ч до 80 км/ч $G = 17,1$ кг/мин. Для режима холостого хода принимаем из табл. 12 $g_x = 0,76$ кг/мин. Таким образом, общий расход дизельного топлива за поездку

$$E_T = \sum_{i=1}^n G_i \Delta t_i + g_x t_x + g_{CT} t_{CT} = 14,8 \cdot 0,7 + 17,1 \cdot 35,9 + 0,76 \cdot 12,8 = 634 \text{ кг}.$$

Удельный расход дизельного топлива

$$e_T = \frac{E_T}{M_{QS}} \cdot 10^4 = \frac{634}{5250 \cdot 47,6} = 25,4 \frac{\text{кг}}{10^4 \cdot \text{ткм}}.$$

Удельный расход условного топлива

$$e_y = e_T \cdot \mathcal{J} = 25,4 \cdot 1,45 = 36,8 \frac{\text{кг}}{10^4 \text{ ткм}}.$$

1.7.2. Расчет расхода электроэнергии электровозом

Расход электроэнергии на движение поезда определяется выражением $A_{\text{д}} = \int_0^t U_{\text{КС}} I_{\text{э}} dt$,

где $U_{\text{КС}}$ - напряжение в контактной сети, В; $I_{\text{э}}$ - ток нагрузки электровоза, А.

В качестве $I_{\text{э}}$ для электрической тяги на переменном токе принимают действующее значение активного тока, потребляемого на тягу $I_{\text{да}}$. При рекуперативном торможении $I_{\text{э}}$ принимают равным току рекуперации $I_{\text{р}}$, взятому со знаком минус.

Разделяя режимы тяги и рекуперативного торможения, полный расход электроэнергии электровозом, отнесенный к токоприемнику, определяют в соответствии с выражением $A = A_{\text{д}} - A_{\text{р}}$, где $A_{\text{д}}$ - расход электроэнергии на движение поезда при отсутствии рекуперации, Втч; $A_{\text{р}}$ - возврат электроэнергии в контактную сеть при рекуперативном торможении, Втч.

Расчет расхода электроэнергии выполняют, используя построенные ранее кривые скорости $V(S)$, времени $t(S)$ и тока нагрузки электровоза $I_{\text{да}}(v)$ переменного тока, а также $I_{\text{р}}(v)$ при рекуперативном торможении.

Разбивая весь участок на отдельные интервалы, запишем в конечных приращениях расчетные выражения для определения расхода электроэнергии.

Для электровозов переменного тока $A_{\text{д}} = \frac{U_{\text{КС}} \sum I_{\text{да}i}^{\text{cp}} \Delta t_i}{60 \cdot 1000}, \text{ кВтч.}$

Здесь $U_{\text{КС}} = 25000$ В; $I_{\text{да}i}^{\text{cp}}$ - среднее на i -м интервале значение действующего значения активного тока, потребляемого на тягу тока, А.

Количество электроэнергии, возвращаемой в контактную сеть при рекуперации

$A_{\text{р}} = \frac{U_{\text{КС}} \sum I_{\text{р}i}^{\text{cp}} \Delta t_i}{60 \cdot 1000}, \text{ кВтч.}$

$U_{\text{р}} = 25000$ В при переменном токе; $I_{\text{р}i}^{\text{cp}}$ - среднее на i -м интервале значение тока рекуперации, А.

Расход электроэнергии на собственные нужды электровоза (вспомогательные машины, отопление, освещение) определяют по средним значениям электроэнергии, потребляемой вспомогательными машинами одного электровоза, приведенным в табл. 13.

Таблица 13. Удельный расход электроэнергии электровозами на собственные нужды

Серия электровоза	Потребление электроэнергии на собственные нужды, кВт • ч/мин	Ток, потребляемый на собственные нужды, А
ВЛ60 ^К , ВЛ60 ^Р , ВЛ60 ^{ПК}	3,33	10
ВЛ80 ^К	4,83	14
ВЛ80 ^Т , ВЛ80 ^С	5,50	16
ВЛ80 ^Р	5,83	18
ВЛ82 ^М , ВЛ82	4,17	12
ЧС4	2,00	6
ЧС4 ^Т	2,33	7

Правила тяговых расчетов рекомендуют в отопительный сезон учитывать расход электроэнергии на отопление, исходя из полного времени работы электровоза и среднего рекомендуемого значения потребления энергии 0,07-0,14 кВт • ч/мин на один электровоз.

Значение удельного расхода электроэнергии, как и топлива, изменяется в широких пределах в зависимости от осевой нагрузки, веса состава и др. В грузовом движении удельный расход

наименьший 10-20 Втч/ткм. В пассажирском движении $a = 20-30$ Втч/ткм. В пригородном движении $a = 30-40$ Втч/ткм. Самые большие значения удельного расхода электроэнергии в скоростном движении - $a = 60$ Втч/ткм и более.

Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов позволяет:

- планировать работу топливного хозяйства на предстоящий период;
- оценивать эффективность работы локомотивных бригад, направленной на топливно-(энерго) сбережение;
- оценивать теплотехническое состояние тепловозов.

Объективная оценка работы локомотивной бригады и технического состояния локомотива позволяет специалистам принимать обоснованные организационные и технические решения, результатом которых является снижение расхода энергоресурсов на тягу поездов.

Нормы расхода топливно-энергетических ресурсов устанавливают для вида тяги в целом, для отдельных видов движения (грузового, пассажирского, пригородного, маневрового, хозяйственного и пр.), для серий локомотивов, участков обращения.

Норму расхода задают в килограммах условного топлива (кВтч - для электротяги) на единицу перевозочной работы, например 10^4 ткм брутто или на 100 локомотиво-километров маневровой работы.

Для магистральных локомотивов норму расхода топливно-энергетических ресурсов определяют по нормообразующим факторам, коэффициенты влияния которых находят из уравнения тягово-энергетического паспорта. В остальных видах движения норму определяют, экстраполируя изменение фактического расхода.

Уравнение тягово-энергетического паспорта представляет собой зависимость удельного расхода дизельного топлива (электроэнергии), определяемую энергетическими характеристиками локомотива, состава и пути при движении состава весом Q со средней технической скоростью V_T по прямому горизонтальному участку пути.

При определении индивидуальной технической нормы расхода дизельного топлива на поездку определяют исходную норму расхода $e_{го}$. Исходную норму можно определить по уравнению тягово-энергетического паспорта, либо путем выполнения тяговых расчетов, либо в результате обработки статистических данных, полученных из маршрутных листов машиниста.

Исходная норма корректируется с использованием коэффициентов влияния отдельных факторов. Коэффициент влияния отдельного нормообразующего фактора показывает, на сколько меняется исходная норма расхода топлива при изменении данного фактора на единицу. Значения коэффициентов влияния получают путем дифференцирования уравнения тягово-энергетического паспорта, либо путем проведения экспериментальных исследований, либо путем обработки статистической информации.

Часть 2. Элементы организации эксплуатационной работы локомотивного депо.

К эксплуатационной работе в локомотивном депо относится организация работы локомотивов и локомотивных бригад по обеспечению выполнения основной задачи железнодорожного транспорта - перевозки грузов и пассажиров. При этом все решения должны быть приняты такими, чтобы безусловно была обеспечена безопасность движения поездов, сохранность грузов и безопасность пассажиров, а также наиболее эффективное использование тягового подвижного состава, экономное расходование топлива и электроэнергии и других материалов, необходимых для работы локомотивов.

Вся эксплуатационная работа на железнодорожном транспорте должна организовываться в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ), Инструкции по движению поездов и маневровой работе, Инструкции по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации, приказами и распоряжениями и другими действующими нормативными документами.

Каждое эксплуатационное депо получает производственное задание - выполнить определенный объем перевозок грузов и пассажиров на заданном участке железной дороги.

Конкретное выражение этого задания для депо состоит из суточного плана выдачи тягового подвижного состава для обслуживания грузовых и пассажирских поездов согласно графику движения поездов. Кроме поездной работы локомотивное депо должно обеспечить локомотивами маневровые и хозяйственные работы.

Локомотивное депо обязано выдавать под поезда только исправные локомотивы, укомплектованные хорошо подготовленными, высоко квалифицированными локомотивными бригадами.

На основании суточных планов выдачи локомотивов под поезда работники участка эксплуатации локомотивного депо составляют план-графики выдачи локомотивов и графики работы локомотивных бригад. При разработке рабочих графиков необходимо учитывать и работы по снабжению локомотивов экипировочными материалами, а также предусмотреть время для проведения регулярного и качественного технического обслуживания локомотивов.

Организация работы локомотивных бригад является составной частью эксплуатационной работы локомотивного депо. Составляя графики работы локомотивных бригад, где необходимо учесть организацию отдыха локомотивных бригад и в пунктах оборота, и в основном депо без нарушений требований Кодекса законов о труде и прав человека.

Таким образом, эксплуатационная работа это организация:

- работы локомотивов;
- экипировки локомотивов;
- технического обслуживания локомотивов;
- работы локомотивных бригад;
- отдыха локомотивных бригад;
- работы с вывозными и хозяйственными поездами;
- маневровой работы.

2.1. Определение размеров движения поездов.

Работа локомотивов, как и вся эксплуатационная деятельность железнодорожного транспорта, регламентируется графиком движения поездов, который обеспечивает плановую организацию всего перевозочного процесса.

График движения поездов объединяет работу всех подразделений железных дорог: станций, локомотивных и вагонных депо, энергоучастков, дистанций сигнализации и связи, пути и др.

В Правилах технической эксплуатации железных дорог ПТЭ указано, что график движения поездов должен обеспечивать: безопасность движения поездов; выполнение плана перевозок пассажиров и грузов; наиболее эффективное использование пропускной и провозной способности участков и перерабатывающей способности станций; высокопроизводительное использование подвижного состава; соблюдение установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных бригад; возможность производства работ по текущему содержанию пути, сооружений устройств СЦБ, связи и электроснабжения.

График движения определяет последовательность и продолжительность занятия поездами перегонов; время прибытия, стоянки и отправления поездов по каждому раздельному пункту и каждой станции; регламентирует нормы массы поездов и перегонные времена хода, определяемые тяговыми расчетами и опытными поездками, с учетом достижений передовых методов вождения поездов повышенной массы и длины с высокими скоростями; отражает технологические нормы времени обработки поездов и обслуживания локомотивов на участковых станциях.

Для определения размеров движения поездов необходимо рассчитать число пар поездов, интервал движения между поездами, время хода по тяговым плечам АБ и АВ (рис. 19), а также межэкипировочные пробеги. Число пар поездов определяется

по формуле:
$$N = \frac{\sum PL_{\partial p} \cdot \gamma}{Q_{\partial p} \cdot (L_{AB} + L_{BA})}$$
 где $\sum PL_{\partial p}$ - объем работы, млн т км брутто; γ -

коэффициент неравномерности движения поездов (принять самостоятельно в пределах от 1,1 до 1,15); $Q_{\partial p}$ - масса поезда, т; L_{AB} , L_{BA} - длины участков, км.



Рисунок 19. Схема хода поезда по тяговым плечам

Интервал движения между поездами рассчитывается по формуле:
$$i = \frac{1440}{N},$$

где 1440 — число минут в сутках.

Локомотивы, приписанные к основному депо, обслуживают поезда по графику движения в пределах участков, на которых располагаются основное и обратное депо. Этот участок может быть ограничен станциями с двумя обратными депо, в этом случае основное депо располагается на участке между этими станциями.

Исследования показали, что длина участков обращения влияет на эффективность эксплуатации локомотивов и определяет приведенные затраты на поездную работу. Увеличение протяженности участков обращения в 2 раза до 700—900 км при неизменном объеме перевозок сокращает потребность в локомотивах примерно на 15%, при этом улучшается их использование, повышается скорость движения поездов, ускоряется оборот вагонов, сокращаются капиталовложения в локомотивное хозяйство. Эффект удлинения участков обращения локомотивов объясняется сокращением доли непроизводительного времени (время обслуживания в пунктах оборота) в общем времени работы локомотива и сокращением числа остановок поездов. Но с удлинением участков обращения усложняется организация работы локомотивов, возрастают их резервные пробеги и потребность в дополнительном парке локомотивов, затрудняется своевременное направление локомотивов на техническое обслуживание и ремонты. Поэтому при эксплуатации локомотивов на участках обращения значительной протяженности требуется весьма высокое качество организации движения поездов и технического обслуживания локомотивов и хорошо функционирующая информационная система АСУЖТ.

Таблица 14. Перевода минут в доли часа.

Минуты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Доли часа	0,02	0,03	0,05	0,07	0,08	0,1	0,12	0,13	0,15	0,17	0,18	0,2	0,22	0,23	0,25

Минуты	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Доли часа	0,27	0,28	0,3	0,32	0,33	0,35	0,37	0,38	0,4	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48	0,50

Минуты	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Доли часа	0,52	0,53	0,55	0,57	0,58	0,6	0,62	0,63	0,65	0,67	0,68	0,7	0,72	0,73	0,75

Ми-	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Доли	0,77	0,78	0,8	0,82	0,83	0,85	0,88	0,89	0,9	0,92	0,93	0,95	0,97	0,98	1,0

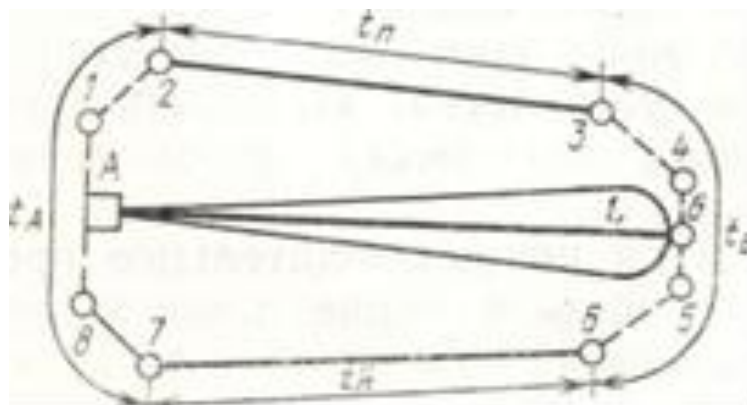


Рисунок 20. Схема полного оборота локомотива:

А - основное депо; Б - оборотное депо; L - длина тягового плеча; t_A - простой локомотива на станции А (1-2, 7-8 собственно на станции А, 8-1 - на территории депо); t_B - простой локомотива на станции Б (3-4, 5-6 - собственно на станции Б, 4-5 - на территории депо); t_n' и t_n'' - время следования по участку АБ от станции А до станции Б и обратно

Полный оборот складывается из ряда элементов (рис. 20). Каждый элемент времени устанавливается расчетным путем или на основании хронометражных наблюдений. Так, например, следование от контрольного поста к составу составляет 5-10 мин, прицепка к составу - 2 мин, опробование автотормозов в поезде сокращенное 3-4 мин, полное 7-10 мин, отцепка от состава 1 мин, отправление - 1 мин.

Время хода поездов по тяговым плечам рассчитывается по формулам:

$$t_{x'}^{AB} = \frac{L_{AB}}{V_{уч}}, \quad t_{x''}^{AB} = \frac{L_{AB}}{V_{уч}}, \quad \text{где } V_{уч} - \text{скорость движения поездов на участке, км/ч}$$

(рассчитанная ранее в части 1).

Рассчитанное время хода, полученное в долях часа, переводится в часы и минуты согласно таблице 14.

2.2. Составление ведомости оборота локомотива.

Размеры локомотивного парка депо определяют мощность всех элементов тягового хозяйства, штат депо, энергетические и материальные затраты на перевозки. Потребность локомотивов определяется отдельно для выполнения грузовых и пассажирских перевозок, передаточной, вывозной, маневровой, хозяйственной и других видов работы.

Существуют аналитические и графоаналитические методы расчета парка локомотивов депо, дороги и в целом сети железных дорог. Применяют для расчетов ЭВМ. Аналитический метод расчета потребности локомотивов применяют как при перспективном, так и при оперативном планировании, графоаналитический - только при оперативном. Расчетный парк локомотивов по сети железных дорог является основой для планирования поставок новых электровозов и тепловозов и перспективного развития локомотивного хозяйства.

В зависимости от исходных данных и их детализации расчет потребности локомотивов на перспективу ведется двумя способами: по среднесуточной производительности локомотива или по среднесуточному за год; реже по коэффициенту потребности. Расчет ведется по участкам обращения локомотивов, входящих в рассматриваемый железнодорожный полигон. В результате расчетов должен определиться инвентарный парк локомотивов. Инвентарный парк локомотивов депо (дороги или сети железных дорог) определяется в физических единицах отдельно по сериям, видам движения и работ. Доля эксплуатируемого парка в инвентарном составляет примерно 70%.

Расчет потребности эксплуатируемого парка локомотивов по графику или расписанию движения поездов заключается в определении суммарного за сутки времени ИТЛ на обслуживание заданного числа пар поездов на участках обращения локомотивов.

Для определения времени хода и времени стоянки составляют расчетные ведомости оборота локомотивов по станции основного депо и всем пунктам оборота, которыми могут быть оборотные депо и пункты смены бригад, если в этих пунктах производится отцепка локомотивов от поездов и последующая их прицепка к другим поездам.

В ведомостях оборота производится увязка времени прибытия и времени отправления с поездами локомотивов по всем пунктам их оборота. Увязка заключается в сопоставлении графикового времени прибытия локомотива с поездом на станцию оборота локомотива с графиковым временем отправления локомотива с другим поездом из данного пункта, при этом период между прибытием локомотива с поездом и следующим отправлением должен быть не меньше необходимого для производства всех технических операций по обслуживанию локомотива (сдачи и приемки, экипировки и технического обслуживания ТО-2, если таковые должны производиться).

Оптимальная увязка оборота локомотивов должна дать минимальное суммарное время простоев по пунктам оборота. Математически доказано, что это обеспечивается при параллельном сочетании (увязке) поездов, прибывающих и отправляющихся из данного пункта, при обязательном соблюдении во всех случаях расчетной нормы простоя локомотива.

Если на всех участках обслуживания (работы) бригад, составляющих участок обращения локомотива, находится в движении одинаковое число поездов, то ведомости оборота составляются только по станциям основного и оборотного депо, а не для каждой станции смены бригад.

Таблица 15. Ведомость оборота локомотивов.

Время отправления локомотивов принимается самостоятельно. Время прибытия определяется суммированием времени отправления и времени хода локомотивов по тяговым плечам.

По окончании составления ВОЛ суммируется время хода на тяговых плечах и время стоянок на станциях участка. На основании ВОЛ рассчитывается эксплуатиру-

2.3. Составление графика оборота локомотива.

График оборота - это динамическая модель работы локомотивов на участках обращения. Он представляет собой графическое изображение ведомости оборота, привязанной к масштабной суточной сетке. В графике оборота в выбранном масштабе отмечается время следования каждого поезда между пунктами оборота локомотива, время простоев локомотивов в этих пунктах с учетом фактических увязок времени прибытия и отправления с поездами по расписанию при условии соблюдения нормированного времени на техническое обслуживание, прием и сдачу локомотивов по каждому пункту оборота.

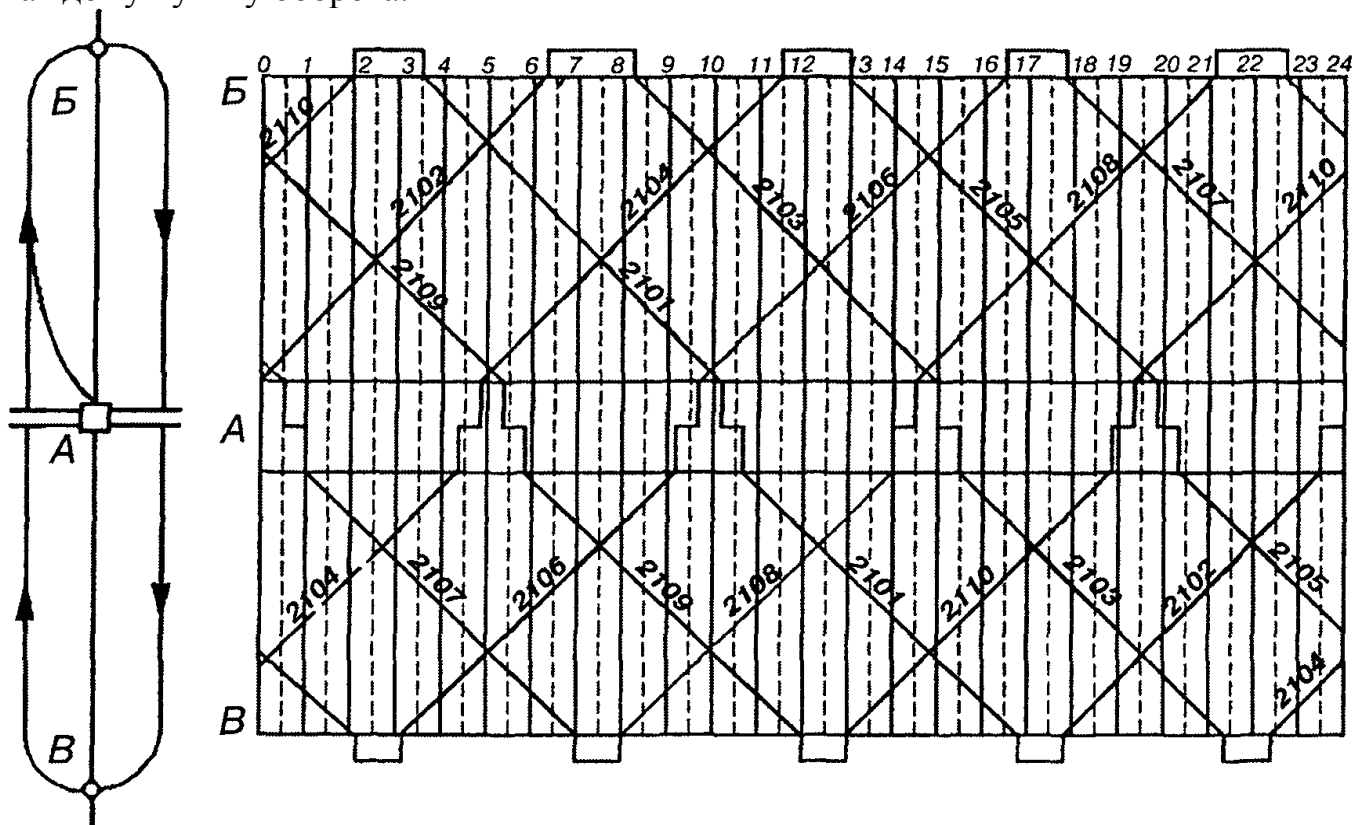


Рисунок 21. График движения поездов на участке обслуживания Б-А-В.

Исходными данными для построения графика оборота являются график или расписание движения поездов с выделением поездов постоянного обращения («ядра»); нормированное время технического обслуживания локомотива в пунктах оборота.

Методика построения графика оборота локомотивов заключается в следующем: одним условным локомотивом в установленной последовательности перевозят на участке обращения все заданные пары поездов с соблюдением принятых условий увязки оборота локомотивов. Линии времени движения локомотива с поездом по графику движения и простоев в пунктах оборота проецируются в принятом масштабе на горизонтальную линию протяженностью в том же масштабе, равной 24 ч суток. При заполнении 24 ч первых суток работа локомотива переносится на вторые, затем третьи сутки и т. д., пока не будут обслужены (перевезены) все поезда. Число суток, потребных на обслуживание всех поездов одним условным локомотивом (т.е. число па-

параллельных горизонтальных 24-часовых в масштабе строк), соответствует числу локомотивов эксплуатируемого парка, потребных для обслуживания заданного числа пар поездов в течение одних суток. Построенный график оборота называется типовым. Он обладает основными свойствами: является суточным планом работы всех включенных в него локомотивов; обладает свойством повторяемости.

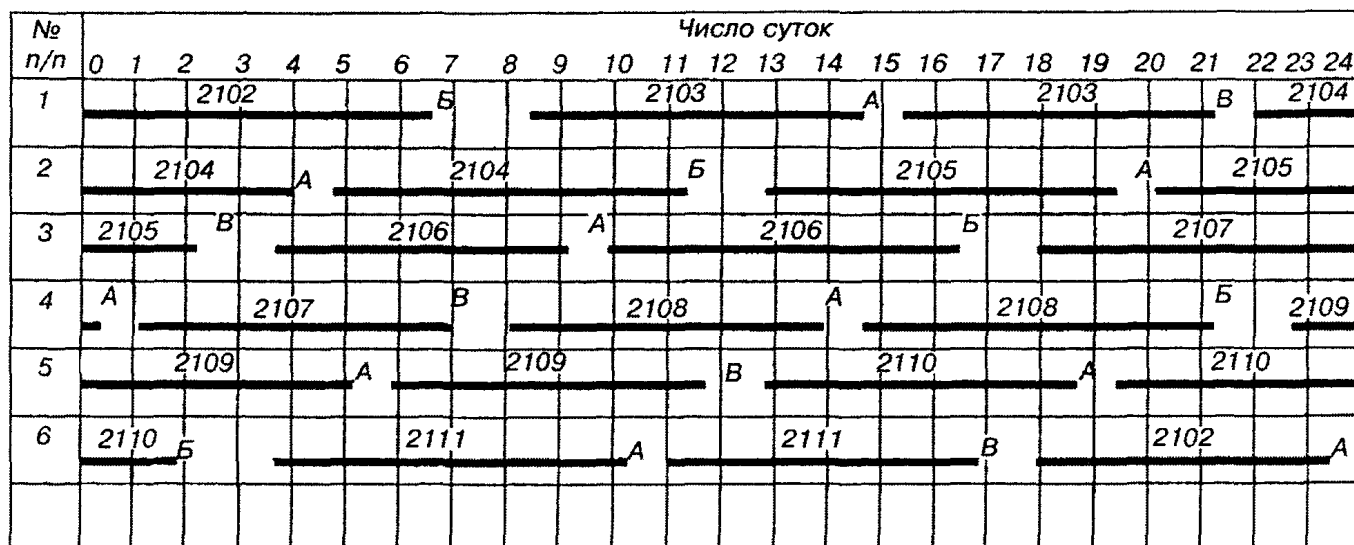


Рисунок 22. График оборота локомотивов на участке обслуживания Б-А-В.

Если график работы условного локомотива после обслуживания всех поездов замыкается на тот же поезд, с которого он начинался, то он называется единым типовым графиком. График, который замыкается ранее, чем локомотив обслужит все поезда, называется групповым.

Свойства графика оборота делают его не только расчетной моделью, но и планом работы локомотивов, локомотивных бригад и всего локомотивного хозяйства в целом на все время действия принятого расписания движения поездов.

График оборота локомотивов составляется на основании ведомости оборота локомотивов и позволяет графическим путем определить эксплуатируемый парк локомотивов (число горизонтальных строк графика оборота локомотивов соответствует эксплуатируемому парку локомотивов).

Пример выполнения графика движения поездов и графика оборота локомотивов представлен, соответственно рис. 21 и 22.

Эксплуатируемый парк локомотивов, рассчитанный аналитическим путем, должен быть равен парку локомотивов, рассчитанному графическим путем.

Нумерация поездов должна соответствовать распоряжению о нумерации поездов утвержденному от 7 июня 2004 г. N 2485р (приложение 5).

2.4. Составление ведомости оборота локомотивных бригад.

Локомотивные бригады назначаются для управления и технического обслуживания (ТО-1) локомотивов, они являются одной из ведущих и многочисленных профессий на железнодорожном транспорте.

Управленческий аппарат участка эксплуатации в депо организует работу локомотивных бригад. Составляется график работы локомотивных бригад, ведется контроль за своевременной явкой бригады на работу, организуется работа с локомотивными бригадами по повышению их квалификации, проверке знаний нормативных документов, обмена опытом. Бригады организуются в колонны, которые возглавляются машинистами-инструкторами. В случае изменения плана работы или графика работники участка эксплуатации уведомляют бригаду об изменении времени явки.

Работники цеха эксплуатации обязаны следить за режимом работы и отдыха локомотивных бригад и не допускать переработки и нарушений отдыха локомотивных бригад.

Успех работы эксплуатационного локомотивного депо во многом зависит от умелой работы управленческого аппарата, от его четкой и слаженной работы, продуманного планирования и своевременного контроля. Большое значение имеет скоординированное взаимодействие дежурных по станциям, диспетчеров отделения дорог и управления дорог.

Месячный бюджет времени бригады, включаемый в явочный штат, можно разделить на следующие составляющие: рабочее время; время отдыха в обратном и основном депо; время выходных дней.

Нормирование этих элементов ведется в соответствии с Положением о рабочем времени и времени отдыха работников железнодорожного транспорта и Кодекса закона о труде.

Ведомость оборота локомотивных бригад (ВОЛБ) составляется на основании ведомости оборота локомотивов и отражает режим труда и отдыха локомотивных бригад.

Для составления ведомости оборота локомотивных бригад время приемки локомотивов $t_{пр}$ и время сдачи локомотивов $t_{сд}$ принимается равным в соответствии с данными таблицы 16.

Таблица 16. Нормативы времени на прием-сдачу локомотивов, сменными локомотивными бригадами, мин.

Серия локомотива	На депокских путях основного и обратного депо	На станционных путях пункта смены бригад
ВЛ60 (всех индексов); ТЭ10	15	13
ВЛ80 (всех индексов)	18	15
ЗВЛ80 ^с	24	18
ЗТЭЗ; ЗТЭ10М		
Э10; 2ТЭ116; 2М62	20	16
ТЭЗ; ТЭ2; 2ТЭ7	18	14

Время начала, работы локомотивной бригады рассчитывается по формуле:

$$t_{нр} = t_{отп} - t_{пр},$$

где $t_{отп}$ - время отправления, ч (берем из рассчитанной ранее табл. 15); $t_{пр}$ - время прибытия, ч (из табл. 15).

Время окончания работы локомотивной бригады определяется по формуле:

$$t_{ор} = t_{нр} + t_{сд},$$

где $t_{сд}$ — время сдачи локомотива, ч.

Время работы бригады на участке определяется по формуле:

$$t_p = t_{ор} - t_{нр}.$$

Время отдыха бригады в пункте оборота по норме определяется по формуле:

$$t_{отд}^{од} = \frac{t_p}{2} \geq 3.$$

Время возможного вызова локомотивной бригады определяется по формуле:

$$t_{вв} = t_{ор} + t_{отд}^{од},$$

где $t_{вв}$ - время возможного вызова локомотивной бригады, ч.

Общее время работы бригады на плече «туда» и «обратно» определяется по формуле:

$$t_p^{одщ} = t_p^м + t_p^о,$$

где $t_p^м$ - время работы на плече «туда», ч; $t_p^о$ - время работы на плече «обратно», ч.

Время домашнего отдыха локомотивной бригады определяется по формуле:

$$t_{отд}^{дом} = 2,63 \cdot t_p^{одщ} - t_{отд}^{од.фак},$$

где $t_{отд}^{од.фак}$ - фактическое время отдыха бригады в пункте оборота, ч.

Аналогично производится расчет для остальных пар поездов. Результаты расчетов сводятся в ведомость оборота локомотивных бригад, представленную в табл. 17.

Таблица 17. Ведомость оборота локомотивных бригад.

№ п/п	Туда А—Б						Обратно Б—А						Туда А—В						Обратно В—А											
	№ поезда	Время начала работы	$t_{\text{пр}}^{\text{т}}$	Время окончания работы	$t_{\text{р}}^{\text{т}}$	Время отдыха в пункте оборота по норме	Время возможного вызова	№ поезда	Время начала работы	$t_{\text{пр}}^{\text{т}}$	Время окончания работы	$t_{\text{р}}^{\text{т}}$	Время работы на участке	Время отдыха в пункте оборота по норме	Время возможного вызова	№ п/п	№ поезда	Время начала работы	$t_{\text{пр}}^{\text{т}}$	Время окончания работы	$t_{\text{р}}^{\text{т}}$	Время работы на участке	Время отдыха в пункте оборота	Время окончания работы	$t_{\text{р}}^{\text{о}}$	Время работы на участке	Общее время работы	$t_{\text{р}}^{\text{общ}}$	Время домашнего отдыха	$t_{\text{отд.дом}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	

2.5. Составление расписания работы локомотивной бригады.

Именное расписание работы локомотивных бригад составляется на основании ведомости оборота локомотивных бригад на месяц и позволяет определить режим труда и отдыха локомотивных бригад. Расписание работы должно отвечать следующим требованиям:

- количество ночных поездок подряд должно быть не более двух;
- количество выходных дней должно соответствовать количеству выходных дней расчетного месяца;
- количество сверхурочных часов должно быть не более 24 часов в месяц и не более 120 часов в год.

По окончании составления расписания рассчитывается бюджет времени по формуле:

$$B_x = \sum f_{р}^{одщ} + \sum f_{отд}^{од.фак} + \sum f_{отд}^{дом.фак},$$
 где $\sum f_{р}^{одщ}$ - сумма времени работы бригады, ч; $\sum f_{отд}^{од.фак}$ - сумма фактического времени отдыха бригады в пункте оборота, ч; $\sum f_{отд}^{дом.фак}$ - сумма фактического домашнего отдыха бригады, ч.

Время домашнего отдыха бригады по норме $f_{отд}^{дом.фак}$ - берется из ведомости оборота локомотивных бригад (табл. 17).

Подставляя числовые значения в формулу рассчитывают бюджет времени.

Расписание работы локомотивных бригад сносим в таблицу 18.

Таблица 18 Расписание работы локомотивных бригад

Число, месяц	№ п/п поездок	Время начала работы	Время окончания работы	Общее время работы	Фактическое время отдыха в пункте оборота	Время домашнего отдыха по норме	Время фактического домашнего отдыха	Недоотдых «-», переротдых «+»
		$f_{нр}^т$	$f_{ор}^о$	$f_{р}^{одщ}$	$f_{отд}^{одщ.фак}$	$f_{отд}^{дом.н}$	$f_{отд}^{дом.фак}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

2.6. Определение потребности в локомотивных бригадах.

Различают явочный и списочный штат (контингент) локомотивных бригад. Явочный штат состоит из бригад, занятых на работе с поездами, на маневрах, с локомотивами на станции и территории депо и нахождении на отдыхе после работы. Списочный штат составляют бригады, которые оформлены на постоянную работу в данном депо. Он больше явочного на число работников, заменяющих находящихся в очередном и учебных отпусках, в командировках и больничных. Кроме постоянного штата, в депо есть временный штат, привлекаемый к работе на период максимальных (сезонных) перевозок. Этот штат компенсируется из практикантов – учащихся в профессионально-технических училищ, студентов техникумов и транспортных институтов, командированных бригад из других депо.

Применяют следующие методы определения контингента локомотивных бригад: индексный; прошлогодних выдач (статистический); по нормам и объемам работы; расчет по графику движения поездов и графический ДИИТа.

Явочная численность локомотивных бригад определяется по формуле:

$$\varphi_{\text{яв}}^{\text{л.д}} = K \cdot \frac{N}{T_{\text{ср.мес}}} \cdot t_{\text{р}}^{\text{общ}},$$

где K - количество календарных дней, для которых составлено расписание;

$T_{\text{ср.мес}}$ - средняя норма рабочего времени локомотивной бригады, принимаем 160 ч;

$t_{\text{р}}^{\text{общ}}$ - общее время работы бригады на участках АБ и АВ, ч (принимаем их таб. 18).

Списочная численность локомотивных бригад определяется по формуле:

$$\varphi_{\text{сп}}^{\text{л.д}} = \varphi_{\text{яв}}^{\text{л.д}} \cdot (1 + K_{\text{зам}}),$$

где $K_{\text{зам}}$ - коэффициент замещения, учитывающий временно отсутствующих на рабочем месте (принимаем $K_{\text{зам}} = 1,2$).

2.7. Определение показателей использования локомотивов.

Для планирования и финансирования расходов по перевозкам и оценки качества эксплуатационной деятельности предприятий и подразделений локомотивного хозяйства принята система показателей. Эти показатели характеризуют качество труда работников локомотивных депо и эффективность эксплуатации локомотивов, их анализ позволяет находить и использовать определенные управляющие воздействия для повышения качества труда. Показатели делятся на количественные и качественные (рис. 23).

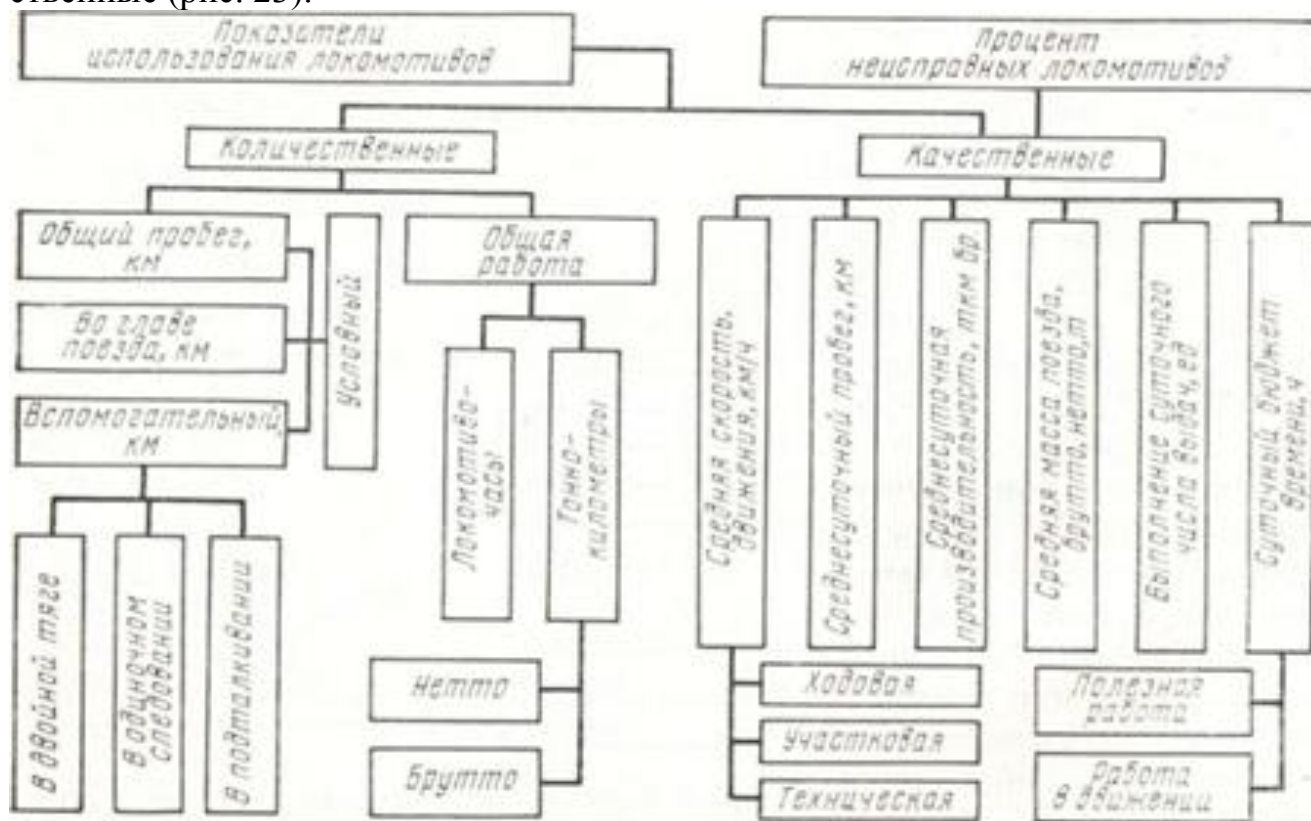


Рисунок 23. Классификация показателей использования локомотивов

Основными количественными показателями плана железнодорожного транспорта, определяющими работу локомотивов, являются грузооборот и пассажирооборот. Для депо утверждают такие показатели, как тонно-километры брутто общие и по видам движения, локомотиво-часы, нормы расхода электроэнергии и топлива для работы локомотивов, программу ремонтов, нормы простоев локомотивов в ремонте, процент неисправных локомотивов. На практике для оценки деятельности подразделений эксплуатационного локомотивного депо используют еще большее число показателей, что не всегда целесообразно, так как они не только дублируют друг друга, но и дают, порой, противоречивую оценку производственной деятельности, поэтому ведутся исследования в области установления минимально необходимого числа наиболее объективных и емких (комплексных) показателей, всесторонне характеризующих качество труда и уровень эксплуатации локомотивов. Эти исследования основываются на корреляционном и многофакторном анализе.

2.7.1. Количественные показатели

Количественный показатель использования локомотивов — это пробег локомотивов за определенный промежуток времени. Суточный пробег локомотива определяется по формуле:

$$\sum MS_{\text{сут}} = 2 \cdot (L_{AB} + L_{BA}) \cdot N,$$

где L_{AB} и L_{BA} - длины участков, км; N - число пар поездов.

Месячный пробег локомотива находится по формуле:

$$\sum MS_{\text{мес}} = 30,4 \cdot 2 \cdot (L_{AB} + L_{BA}) \cdot N,$$

30,4 - среднеемесячное количество дней в году.

Пробег локомотива за год определяется по формуле:

$$\sum MS_{\text{год}} = 365 \cdot 2 \cdot (L_{AB} + L_{BA}) \cdot N.$$

Работа локомотивов в тонно-километрах. Различают тонно-километры брутто грузового и пассажирского движения и тонно-километры нетто эксплуатации. Тонно-километры брутто важнейший показатель, характеризующий перевозочную работу, определяется по маршрутным листам и по формуле:

$$A_T = 2 \cdot (L_{AB} + L_{BA}) \cdot N \cdot Q.$$

Масса груза, находящегося в грузовых вагонах поезда, определяется по натурным листам, а при их отсутствии — по грузоподъемности вагонов. Из формулы видно, что при заданной работе A_T увеличение средней массы состава Q приведет к сокращению числа пар поездов N и снижению всех эксплуатационных расходов на перевозки, пропорциональных числу пар поездов, курсирующих на участке.

2.7.2. Качественные показатели

К качественным показателям использования локомотивов относятся: полный оборот локомотивов, эксплуатируемый парк локомотивов с учетом коэффициента потребности, среднесуточный пробег, техническая скорость и среднесуточная производительность локомотивов.

Полный оборот локомотива определяется по формуле:

$$T_{\text{лок}} = t_X^{AB} + t_X^{BA} + t_X^{AB} + t_X^{BA} + 2 \cdot t_{CT}^A + t_{CT}^B + t_{CT}^B,$$

где t_X^{AB} , t_X^{BA} , t_X^{AB} , t_X^{BA} - время хода локомотива по участкам, ч;

t_{CT}^A , t_{CT}^B , t_{CT}^B - время стоянок на станциях, ч.

Коэффициент потребности локомотивов находится по формуле:

$$K_{\Pi} = \frac{T_{\text{лок}}}{24}.$$

Эксплуатируемый парк локомотивов определяется по формуле:

$$M_{\text{э}} = N \cdot K_{\Pi}.$$

Среднесуточный пробег локомотивов определяется по формуле:

$$S_{\text{лок}} = 2 \cdot \frac{L_{AB} + L_{BA}}{M_{\text{э}}} \cdot N.$$

Техническая скорость локомотива определяется по формуле:

$$V_{тех} = \frac{V_{уч}}{0,95},$$

где 0,95 - коэффициент, учитывающий время стоянок на промежуточных станциях и время на разгоны и замедления.

Среднесуточная производительность локомотивов определяется по формуле:

$$\Pi_{лок} = Q \cdot S \cdot (1 - \beta_{вс}),$$

где $\beta_{вс}$ - линейный вспомогательный пробег ($\beta_{вс}=0,05$).

2.8. Индивидуальное задание.

В данном разделе на основе индивидуального задания, выдаваемого руководителем проекта, анализируется изменение количество-качественных показателей работы эксплуатационного локомотивного депо. Расчет ведется в соответствии с выше оговорённой форме в Части 2, и сводятся в таблицу 19.

Таблица 19. Количество-качественных показателей работы эксплуатационного локомотивного депо.

№ п/п	Количественные показатели				Качественные показатели					
	$\sum MS_{сут}$	$\sum MS_{мес}$	$\sum MS_{год}$	A_T	$T_{лок}$	K_P	$M_{э}$	$S_{лок}$	$V_{тех}$	$P_{лок}$
1										
2										
3										
4										
5										

Часть 3. Обеспечение безопасности движения поездов и вопросы охраны труда для локомотивных бригад.

В данном разделе необходимо охватить следующие вопросы:

1. Правовые и организационные основы охраны труда на производстве;
2. Нормальная продолжительность рабочего времени и время отдыха, нормирование труда;
3. Обязанности работодателя по обеспечению производственной безопасности и условий охраны труда;
4. Вредные физические факторы производственной среды;
5. Опасные факторы производственной среды;
6. Безопасность технологических процессов при эксплуатации и обслуживания подвижного состава;
7. Аттестация рабочих мест по условиям труда.

Разработка графической части

Графическая часть дипломного проекта выполняется одновременно с пояснительной запиской, в которой сконцентрированы результаты расчётов и принятых решений. Должна содержать не менее четырех технологических листов в виде чертежей, схем, графиков, диаграмм. Чертежи, которые не содержат результатов работы студента, могут быть представлены более чем четырьмя технологическими листами.

Состав графической части проекта представляется на листах формата А1:

1. Лист 1 «Спрямоленный профиль пути; Построение тонно-километровой диаграммы»;
2. Лист 2 «Диаграмма ускоряющих и замедляющих сил, действующих на поезд; Графический способ определения тормозного пути поезда.»;
3. Лист 3 «График движения поездов на участке обслуживания Б-А-В; График оборота локомотивов на участке обслуживания Б-А-В.»;
4. Лист 4 «Количество-качественных показателей работы эксплуатационного локомотивного депо.».

РОСЖЕЛДОР

Федерально государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО РГУПС)

Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта - филиал РГУПС
(ТТЖТ - филиал РГУПС)

Допустить к защите:
заместитель директора
по учебной работе

_____ Н.Ю. Шитикова
«__» _____ 201_г

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: Пояснительная записка к дипломному проекту
ДП. 190623.00.13.01.01

Разработал студент гр. Л-4-1

_____ А.С. Петров

«__» _____ 201_г

Руководитель проекта

_____ И.И. Иванов

«__» _____ 201_г

Защищено с оценкой _____

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ - филиал РГУПС)

Согласованно
 председатель ЦК №9
 _____ Т.Г. Яковлева
 Протокол № _____
 «__» _____ 2014 г.

Утверждаю
 заместитель директора
 по учебной работе
 _____ Н.Ю. Шитикова
 «__» _____ 2014 г.

ЗАДАНИЕ

На дипломный проект
 студенту _____ курса группы Л-_____ по специальности 190304 «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог»

 (Ф.И.О. студента)

Тема дипломного проекта: Расчет движения поезда по участку и элементы организации эксплуатационной работы локомотивного депо

1. Исходные данные для проектирования:

1.1 Часть 1.

1.1.1 Профиль пути:

Принадлежность	Заданный профиль			Кривые на участке	
	№ элемента	$i \%$	S , м	R , м	S , м
1	2	3	4	5	6
Станция Б	1				
Перегон Б-А	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
Станция А	10				
	11				

Перегон А-В	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
Станция В	20				

1.1.2 Тип пути: бесстыковой / звеньевой

1.1.3 Серия тягового подвижного состава: _____.

1.1.4 Состав поезда:

Вагоны:	Тип подшипников роликовых букс:		Вес поезда $Q, т.$	Средний вес вагона $Q_i, т.$	Длина вагона, м.	Доля веса вагонов от общего веса состава α_i
	Скольжения	Качения				
8-ми осные				120	21	
6-ти осные				80	17	
4-х осные				60	14	
Пассажирские цельно-металлические	—			—	25	

(Для определения массы состава поезда необходимо воспользоваться приложением 6, 7).

1.2 Часть 2.

1.2.1 Длина участка $L_{AB} = \quad \cdot \sum S_q^{AB}$, $L_{BA} = \quad \cdot \sum S_q^{AB}$

1.2.2 Средняя масса грузового поезда, принять равной весу поезда Часть 1.

1.2.3 Участковую скорость для обоих направлений принять равную, с расчётной в Части 1.

1.2.4 Количество путей – 2.

1.2.5 Объем работы принимаем равным $\sum PL_{\delta p} = \quad \quad \quad 000\ 000\ т.км.бр.$

1.2.6 Индивидуальное задание:

-
2. Перечень основных вопросов, подлежащих разработке:
 - 2.1. Введение.
 - 2.2. Часть 1. Расчет движения поезда по участку.
 - 2.2.1. Подготовка профиля пути для выполнения тяговых расчетов.
 - 2.2.2. Расчет веса состава поезда и условие весовых норм на железнодорожном участке.
 - 2.2.3. Расчет и построение диаграммы ускоряющих и замедляющих сил.
 - 2.2.4. Решение тормозных задач.
 - 2.2.5. Расчет времени хода поезда.
 - 2.2.6. Построение кривой движения поезда.
 - 2.2.7. Расчет расхода топлива тепловозом (Расчет расхода электроэнергии электровозом).
 - 2.3. Часть 2. Элементы организации эксплуатационной работы локомотивного депо.
 - 2.3.1. Определение размеров движения поездов.
 - 2.3.2. Составление ведомости оборота локомотива.
 - 2.3.3. Составление графика оборота локомотива.
 - 2.3.4. Составление ведомости оборота локомотивных бригад.
 - 2.3.5. Составление расписания работы локомотивной бригады.
 - 2.3.6. Определение потребности в локомотивных бригадах.
 - 2.3.7. Определение показателей использования локомотивов.
 - 2.3.8. Индивидуальное задание.
 - 2.4. Часть 3. Обеспечение безопасности движения поездов и вопросы охраны труда для локомотивных бригад.
 - 2.5. Заключение.
 - 2.6. Список используемой литературы.
 3. Перечень графического материала:
 - 3.1. Лист 1 «Спрямленный профиль пути; Построение тонно-километровой диаграммы»;
 - 3.2. Лист 2 «Диаграмма ускоряющих и замедляющих сил, действующих на поезд; Графический способ определения тормозного пути поезда.»;
 - 3.3. Лист 3 «График движения поездов на участке обслуживания Б-А-В; График оборота локомотивов на участке обслуживания Б-А-В.»;
 - 3.4. Лист 4 «Количество-качественных показателей работы эксплуатационного локомотивного депо.».
 4. Рекомендуемая литература
 - 4.1. Осипов С.И., Осипов С.С. Основы тяги поездов. Учебник для студентов техникумов и колледжей ж.д. трансп. - М.: УМК МПС России, 2000. - 592 с.
 - 4.2. Кузьмич В.Д., Руднев В.С., Френкель С.Я. Теория локомотивной тяги: Учебник для вузов ж.д. трансп. - М.: Издательство «Маршрут», 2005. - 448 с.

- 4.3. Гундорова Е.П. Технические средства железных дорог: Учебник для техникумов и колледжей ж.д. трансп. - М.: Маршрут, 2003. - 496 с.
- 4.4. Боровикова М. С. Организация движения на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов и колледжей ж.д. трансп. - М.: Маршрут, 2003. - 368 с.
- 4.5. Кондратьева Л. А., Ромашкова О. Н. Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов и колледжей ж.д. трансп. - М.: Маршрут, 2003. - 432 с.
- 4.6. Ефименко Ю. И., Уздин М. М., Ковалев В. И. и др.; Под ред. Ю. И. Ефименко. Общий курс железных дорог: Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования - М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 256 с.
- 4.7. Черепашенец Р. Г., Бирюков В. А., Понкрашов В. Т., Судиловский А. Н.; Под ред. Черепашенца Р.Г. Вождение поездов: Пособие машинисту - М.: Транспорт, 1994. - 304 с.
- 4.8. Козубенко В. Г. Безопасное убавление поездом: вопросы и ответы. - М.: Транспорт, 1992. - 254 с.
- 4.9. Осипов А.А. Настольная книга для работников профессий, непосредственно связанных с поездной работой. - Иркутск: «Репроцентр А1», 2008. - 268 с.
- 4.10. Справочник по электроподвижному составу, тепловозам и дизель-поездам. Под ред. А. И. Тищенко., М: «Транспорт», 1976 - 432, с.
- 4.11. Ветров Ю.Н., Приставко М.В. Конструкция тягового подвижного состава. Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. - М.: Желдориздат, 2007 - 316 с.
- 4.12. Сидоров Н. И., Сидорова Н. Н. Как устроен и работает электровоз, - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1988. – 223 с.
- 4.13. Белов И.В., Терешина Н.П., Галабурда В.Г. Экономика железнодорожного транспорта: Учебник для вузов ж.д. трансп. - М: УМК МПС России. 2001. - 600 с.
- 4.14. Хасин Л.Ф., Матвеев В.Н. Экономика, организация и управление локомотивным хозяйством: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. - М.: «Жел-дориздат», 2002. - 452с.
- 4.15. Ключкова Е.А. Охрана труда на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов и колледжей ж.д. трансп. - М.: Маршрут, 2004. - 412с.

Дата выдачи задания « ____ » _____ 2014г.
Срок окончания проекта « ____ » _____ 2014г.

Задание получил студент _____ / _____ /

Руководитель дипломного проекта _____ / _____ /

РОСЖЕЛДОР

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО РГУПС)

Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ - филиал РГУПС)

ОТЗЫВ

руководителя о качестве дипломного проекта (работы)

студента _____. группы Л-_____.

По теме курсового проекта: Расчет движения поезда по участку и элементы организации эксплуатационной работы локомотивного депо

[illegible]

Руководитель дипломного проекта (работы): _____ / _____ /
« _____ » _____ 2013г.

С отзывом ознакомлен студент: _____ / _____ /

Р е ф е р а т

Проект содержит пояснительную записку 117 с., 36 рис., 26 табл., 49 источников, 5 приложений, 7 чертежей графического и 4 листа иллюстративного материалов

МОТОВОЗ, КРАН, СТРЕЛА, СЕКЦИЯ, ОПОРА, СКОЛЬЖЕНИЕ, ПОЛИМЕР, ТРЕНИЕ, ИЗНАШИВАНИЕ, РАСЧЕТ, ЧЕРТЕЖ

Модернизирована двухсекционная телескопическая стрела грузоподъемного крана мотовоза погрузочно-транспортного МПТ-4 путем замены нижней опоры качения неподвижной секции на опору скольжения с металлополимерной парой трения.

Приведены техническая характеристика, область применения, описания конструкции и работы, сравнение основных характеристик с отечественными и зарубежными аналогами, обоснование принятого решения.

Выполнены основные расчеты и разработаны сборочные чертежи мотовоза, грузоподъемного крана, двух секций телескопической стрелы, двух вариантов опорных узлов, гидроцилиндра изменения угла наклона стрелы. Представлены матрица плана и результаты эксперимента, графическая интерпретация зависимости интенсивности изнашивания от давления и скорости скольжения, результаты эксплуатационных испытаний.

Модернизированная конструкция рекомендуется к применению в телескопических стрелах путевых машин.

Предполагаемый экономический эффект от модернизации мотовоза 105500 рублей в год.

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ"
(ОАО "РЖД")

7 июня 2004 г.

N 2485p

РАСПОРЯЖЕНИЕ
О нумерации поездов

В соответствии с пунктом 2 Протокола тридцать пятого заседания Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества, состоявшегося 3-4 июня 2003 г. в г. Алма-Ата:

1. Утвердить и ввести в действие прилагаемый порядок присвоения номеров поездам.

2. Начальникам департаментов и управлений ОАО "РЖД" руководителям филиалов и структурных подразделений ОАО "РЖД" организовать изучение порядка присвоения номеров поездам и обеспечить его соблюдение всеми причастными работниками.

Первый вице-президент ОАО "РЖД"
Х.Ш.Зябиров

Порядок присвоения номеров поездам

1. Поездам различных назначений и категорий присваивается следующая нумерация:

1.1. Пассажирские поезда:

1.1.1. Скорые:

круглогодичного обращения	1-148
сезонного обращения	201-298

1.1.2. Скоростные круглогодичного и сезонного обращения	151-168
---	---------

1.1.3. Ускоренные круглогодичного и сезонного обращения	171-198
---	---------

1.1.4. Дальние (кроме скорых)	
круглогодичного обращения	301-398
сезонного обращения	401-498

разового назначения (вывозные, пунктирные)	501-598
--	---------

1.1.5. Местные (кроме скорых)	601-698
-------------------------------	---------

1.1.6. Служебного (специального) назначения	701-748
---	---------

1.1.7. Скорые составами дизель- и электросекций:	
повышенной комфортности	801-848

без предоставления дополнительных услуг	851-898
---	---------

1.1.8. Туристско-экскурсионные	971-988
--------------------------------	---------

1.1.9. Пригородные	6001-6998
--------------------	-----------

1.1.10. Скорые пригородные	7001-7398
----------------------------	-----------

1.1.11. Пригородные служебного назначения (по билетам)	7481-7498
1.2. Почтово-багажные, грузопассажирские и людские поезда:	
1.2.1. Почтово-багажные	901-948
1.2.2. Грузопассажирские	951-968
1.2.3. Людские	991-998
1.3. Специализированные (ускоренные) грузовые поезда:	
1.3.1. Рефрижераторные	1001-1098
1.3.2. Для перевозки молока	1101-1198
1.3.3. Контейнерные	1201-1298, 1401-1488
1.3.4. Специализированные для перевозки грузов в универсальном подвижном составе	1491-1498
1.3.5. Для перевозки грузов в контейнерах	1301-1398
1.3.6. Для перевозки живности	1501-1518
1.3.7. Для поездов операторских компаний	1519-1598
1.3.8. Для перевозки угля и рудно-металлургического сырья и удобрений в кольцевых маршрутах	1601-1698
1.3.9. Для перевозки наливных грузов в кольцевых и технологических маршрутах	1701-1798
1.4. Грузовые поезда:	
1.4.1. Для составов из порожних вагонов в количестве 350-520 осей с одним локомотивом в голове	1801-1898
1.4.2. Соединенные поезда, следующие на один и более диспетчерских участков:	
первому (головному)	1901-1918
второму	1921-1938
третьему	1941-1958
1.4.3. Сквозные	2001-2998
1.4.4. Участковые	3001-3398
1.4.5. Сборные	3401-3448
1.4.6. Сборно-участковые	3451-3488
1.4.7. Сборные со сборно-раздаточными вагонами	3491-3498
1.4.8. Вывозные - для уборки и подачи вагонов на отдельные промежуточные станции участка и подъездные пути	3501-3598
1.4.9. Передаточные - для передачи вагонов с одной станции узла на другую	3601-3798
1.4.10. Диспетчерские локомотивы - для уборки и подачи вагонов на промежуточные станции с прицепкой к ним более 10 физических вагонов	3801-3898
1.4.11. Подача вагонов на примыкание к главным путям на перегоне по перевозочным документам под выгрузку или погрузку и уборка их обратно	3901-3998
1.5. Локомотивы:	
1.5.1. Толкачи - резервные локомотивы, следуемые для подталкивания поездов:	

грузовых	4001-4028
вывозных и передаточных	4031-4058
хозяйственных	4061-4098
1.5.2. Резервные локомотивы, следующие без вагонов, а также локомотивы с прицепленными к ним не более 10-ти физическими вагонами:	
от подталкивания грузовых поездов	4101-4128
от подталкивания вывозных и передаточных поездов	4131-4158
от подталкивания хозяйственных поездов	4161-4198
от (к) пассажирских, почтово-багажных и грузопассажирских поездов	4201-4298
от (к) грузовых поездов: людских, специализированных, соединенных, сквозных, участковых, сборных	4301-4398
от (на) хозяйственных работ	4501-4598
от (к) пригородных поездов	4601-4698
от (к) вывозных и передаточных поездов	4701-4898
от (на) маневровых работ	4901-4998
1.5.3. Сплотки резервных локомотивов, находящихся в эксплуатации:	
грузового движения	4401-4438
пассажирского движения	4441-4468
хозяйственного движения	4471-4498
1.6. Хозяйственные поезда:	
1.6.1. Обкатка составов из порожних пассажирских вагонов, пробные пассажирские поезда и электросекции, обкатка и следование в ремонт локомотивов	5001-5098
1.6.2. Автодрезины, мотовозы и специальный самоходный подвижной состав	5101-5198
1.6.3. Для выполнения работ по содержанию, техническому обслуживанию и ремонту сооружений и устройств железной дороги из вагонов нерабочего парка:	
щебнеочистительные машины	5201-5248
выправочно-подбивочно-отделочные и рихтовочные машины	5251-5298
путеукладочные и путеразборочные	5701-5748
хоппер-дозаторные	5751-5798
Рельсовозные	5801-5848
Рельсошлифовальные	5851-5898
остальные машины и агрегаты	5901-5948
путеизмерители, дефектоскопы и вагоны-лаборатории	5951-5998
1.6.4. Для перевозки воды по хозяйственным документам	5301-5398
1.6.5. Из порожних пассажирских вагонов, следующие в пункты посадки пассажиров, на технические станции и в пункты отстоя	5401-5698
1.6.6. Снегоочистители и снегоуборочная техника всех наименований	7901-7998

1.6.7. Восстановительные	8001-8048
1.6.8. Пожарные	8051-8098
1.6.9. Из порожних вагонов, негодных под погрузку, следующих на заводы и в депо для ремонта и модернизации по специально оформленным документам	9001-9098

2. Номер поезда присваивается на станциях формирования (или оборота пассажирских поездов) и сохраняется на всем пути следования до станции назначения (расформирования). Изменение нумерации поездов в пути следования разрешается только в случаях, предусмотренных инструкцией по учету выполнения графика движения поездов.

3. Вспомогательным локомотивам, направляемым на перегон с целью оказания помощи в соответствии с пунктом 7.5 Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации, утвержденной МПС России 16.10.2000 г. N ЦД-790, присваивается нумерация резервного локомотива, а при вывозе им остановившегося поезда - номер этого поезда.

4. Сплоткам локомотивов, идущим по перевозочным документам, присваивается нумерация грузовых поездов.

5. Пригородные поезда служебного назначения предусматриваются в графике движения для обеспечения проезда работников ОАО "РЖД" по служебным билетам. Не допускается включение в такие поезда беспересадочных и прицепных вагонов.

6. Запрещается присваивать поездам нумерацию, не соответствующую категории и назначению данного поезда.

Таблица 20. Основные технические данные ТПС.

Серия локомотива	Режим работы на расчетном подъеме	Расчетная сила тяги $F_{кр}$, кН	Расчетная скорость V_p , км/ч	Сила тяги при трогании с места $F_{кр}$, кН	Конструкционная скорость V_{max} , км/ч	Длина локомотива L , м
ВЛ10, ВЛ11 (две секции)	П	451	46,7	614	100	33
ВЛ10 ^у	П	492	45,8	667	100	33
ВЛ8	П, 031	456	43,3	595	80	28
ВЛ23	П, 0В1	342	43,3	446	100	17
ВЛ22 ^М (ц = 4,45)	П, 0В1	336	36,8	379	75	16
ВЛ80 ^Р	0,5 зоны 4 3-я зона	540 559	41,7 35,2	731	110	33
ВЛ80 ^С ВЛ80 ^Т	29-я поз. 25-я поз.	501 512	43,5 37,2	677,8	110	33
ВЛ80 ^К	29-я поз. 25-я поз.	481 490	44,5 38,0	649,4	110	33
ВЛ60 ^К	29-я поз. 25-я поз.	361 369	43,5 37,0	487	100	21
ВЛ82, ВЛ82 ^М	П П	465 487	51,0 50,5	640 667	110	33
2ТЭ10В 2ТЭ10М	—	496	23,4	797	100	34
2ТЭ10Л	—	496	23,4	750	100	34
2ТЭ116	—	496	24,2	797	100	36
ТЭ10	—	248	23,4	375	100	19
М62	—	196	20,0	350	100	18
ТЭЗ	—	396*	20,5*	571	100	34

* Для увеличения провозной способности для тепловозов ТЭЗ разрешается принимать $v_p = 19$ км/ч и $F_{кр} = 424$ кН с последующей проверкой по нагреванию.

При проектировании новых линий и электрификации участков расчетную силу тяги ТПС разрешено на 5% - для электроподвижного состава, на 7% - для тепловозов менее принятой в данной таблице.

Тип подвижного состава, режим работы, тип пути	Расчетная' формула (w_0 - Н/кН; К- км/ч; q_0 - кН)
1	2
<u>Шести осные вагоны</u>	
а) на звеньевом пути:	
- груженные ($q_0 > 60$ кН)	$w_0'' = 0,7 + \frac{80 + V + 0,025 \cdot V^2}{q_0}$
- порожние ($q_0 \leq 60$ кН)	$w_0'' = 1 + 0,044 \cdot V + 0,00024 \cdot V^2$
б) на бесстыковом пути:	
- груженные ($q_0 > 60$ кН)	$w_0'' = 0,7 + \frac{80 + 0,8 \cdot V + 0,02 \cdot V^2}{q_0}$
- порожние ($q_0 \leq 60$ кН)	$w_0'' = 1 + 0,042 \cdot V + 0,00016 \cdot V^2$
<u>Восьми осные вагоны</u>	
а) на звеньевом пути	$w_0'' = 0,7 + \frac{60 + 0,38 \cdot V + 0,021 \cdot V^2}{q_0}$
б) на бесстыковом пути	$w_0'' = 0,7 + \frac{60 + 0,26 \cdot V + 0,017 \cdot V^2}{q_0}$
<u>Пассажирские цельнометаллические вагоны для движения с $V \leq 160$ км/ч</u>	
а) на звеньевом пути	$w_0'' = 0,7 + \frac{80 + V + 0,025 \cdot V^2}{q_0}$
б) на бесстыковом пути	$w_0'' = 0,7 + \frac{80 + 1,6 \cdot V + 0,023 \cdot V^2}{q_0}$

Таблица 21. Расчетные зависимости основного сопротивления движению.

Продолжение таблицы 21.

Список используемой литературы.

Тип подвижного состава, режим работы, тип пути	Расчетная' формула (w_0 - Н/кН; К- км/ч; q_0 - кН)
1	2
ЛОКОМОТИВЫ	
а) на звеньевом пути: - в режимах тяги и электрического торможения - в режимах холостого хода (выбега) и механического торможения	$w'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot V + 0,0003 \cdot V^2$ $w'_0 = 2,4 + 0,011 \cdot V + 0,00035 \cdot V^2$
б) на бесстыковом пути: - в режимах тяги и электрического торможения - в режимах холостого хода (выбега) и механического торможения	$w'_0 = 1,9 + 0,008 \cdot V + 0,00025 \cdot V^2$ $w'_0 = 2,4 + 0,009 \cdot V + 0,00035 \cdot V^2$
Грузовые вагоны:	
<u>Четырехосные вагоны груженные ($q_0 > 60$ кН)</u>	
а) на звеньевом пути: - с подшипниками скольжения	$w''_0 = 0,7 + \frac{80 + V + 0,00025 \cdot V^2}{q_0}$
- с роликовыми подшипниками (в т. ч. вагоны рефрижераторных поездов)	$w''_0 = 0,7 + \frac{30 + V + 0,00025 \cdot V^2}{q_0}$
б) на бесстыковом пути: - с подшипниками скольжения	$w''_0 = 0,7 + \frac{80 + 0,8 \cdot V + 0,02 \cdot V^2}{q_0}$
- с роликовыми подшипниками (в т. ч. вагоны рефрижераторных поездов)	$w''_0 = 0,7 + \frac{30 + 0,9 \cdot V + 0,02 \cdot V^2}{q_0}$
<u>Четырехосные вагоны порожние ($q_0 \leq 60$ кН)</u>	
а) на звеньевом пути: - с подшипниками скольжения	$w''_0 = 1,5 + 0,045 \cdot V + 0,00027 \cdot V^2$
- с роликовыми подшипниками	$w''_0 = 1,5 + 0,044 \cdot V + 0,00024 \cdot V^2$
б) на бесстыковом пути: - с подшипниками скольжения	$w''_0 = 1,5 + 0,042 \cdot V + 0,00018 \cdot V^2$
- с роликовыми подшипниками	$w''_0 = 1 + 0,042 \cdot V + 0,00016 \cdot V^2$

- I. Осипов С.И., Осипов С.С. Основы тяги поездов. Учебник для студентов техникумов и колледжей ж.д трансп. - М.: УМК МПС России, 2000. - 592 с.

- II. Кузьмич В.Д., Руднев В.С., Френкель С.Я. Теория локомотивной тяги: Учебник для вузов ж.д. трансп. - М.: Издательство «Маршрут», 2005. - 448 с.
- III. Гундорова Е.П. Технические средства железных дорог: Учебник для техникумов и колледжей ж.д. трансп. - М.: Маршрут, 2003. - 496 с.
- IV. Боровикова М. С. Организация движения на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов и колледжей ж.д. трансп. - М.: Маршрут, 2003. - 368 с.
- V. Кондратьева Л. А., Ромашкова О. Н. Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов и колледжей ж.д. трансп. - М.: Маршрут, 2003. - 432 с.
- VI. Ефименко Ю. И., Уздин М. М., Ковалев В. И. и др.; Под ред. Ю. И. Ефименко. Общий курс железных дорог: Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования - М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 256 с.
- VII. Черепашенец Р. Г., Бирюков В. А., Понкрашов В. Т., Судиловский А. Н.; Под ред. Черепашенца Р.Г. Вождение поездов: Пособие машинисту - М.: Транспорт, 1994. - 304 с.
- VIII. Козубенко В. Г. Безопасное управление поездом: вопросы и ответы. - М.: Транспорт, 1992. - 254 с.
- IX. Осипов А.А. Настольная книга для работников профессий, непосредственно связанных с поездной работой. - Иркутск: «Репроцентр А1», 2008. - 268 с.
- X. Справочник по электроподвижному составу, тепловозам и дизель-поездам. Под ред. А. И. Тищенко., М: «Транспорт», 1976 - 432, с.
- XI. Ветров Ю.Н., Приставко М.В. Конструкция тягового подвижного состава. Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. - М.: Желдориздат, 2007 - 316 с.
- XII. Сидоров Н. И., Сидорова Н. Н. Как устроен и работает электровоз, - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1988. - 223 с.
- XIII. Белов И.В., Терешина Н.П., Галабурда В.Г. Экономика железнодорожного транспорта: Учебник для вузов ж.д. трансп. - М: УМК МПС России. 2001. - 600 с.
- XIV. Хасин Л.Ф., Матвеев В.Н. Экономика, организация и управление локомотивным хозяйством: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. - М.: «Жел-дориздат», 2002. - 452с.
- XV. Ключкова Е.А. Охрана труда на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов и колледжей ж.д. трансп. - М.: Маршрут, 2004. - 412с.