СОДЕРЖАНИЕ

Вступление.....3

1. Характеристика и особенности конструкции тепловозов 2ТЭ25А и 3ТЭ10МК.....6

1.1. Характеристика и особенности конструкции тепловоза 2ТЭ25А.....6

1.2. Характеристика и особенности конструкции тепловоза 3тэ10мк.....11

2. Характеристика участка Комсомольск-на-Амуре - Новый Ургал.....16

3. Построение и спрямление профиля пути.....20

3.1. Построение профиля и плана пути.....20

3.2. Спрямление профиля пути.....21

4. Расчет и построение удельных ускоряющих и замедляющих сил, действующих на поезд.....24

5. Определение наибольших допускаемых скоростей движения поезда по условиям торможения.....31

6. Выбор расчетного подъема и определение массы состава.....34

7. Определение скорости и времени движения поезда по участку.....45

8. Определение расхода топлива тепловозом.....48

9. Расчет эксплуатационных расходов и экономического эффекта от внедрения оптимального режима вождения поездов.....51

9.1. Расчет эксплуатационных расходов на 1000 тонно-километров и себестоимости перевозок.....51

9.2. Расчет экономического эффекта от внедрения оптимального режима вождения поездов.....56

10. Безопасность и охрана труда в эксплуатации ПС.....60

10.1 Анализ потенциальных опасностей воздействующих на локомотивные бригады.....61

10.2 Краткая характеристика проектируемого объекта.....62

10.3 Разработка мероприятий по созданию безопасных условий труда....63

Заключение.....71

Список использованной литературы.....73

ВСТУПЛЕНИЕ

Железные дороги Российской Федерации являются важнейшей составной частью транспортной системы страны, на долю которых приходится более 3/4 грузооборота и свыше 40% пассажирооборота. Железнодорожный транспорт по-прежнему остается наиболее надежным и не дорогим средством сообщения, обеспечивающим потребности государства. Это обстоятельство повлияло на безоговорочное отнесение всего железнодорожного транспорта к разряду естественных монополий.

Тем не менее, с начала рыночных преобразований стальные магистрали испытывают все более острую конкуренцию со стороны других видов транспорта.

Это требует повышения эффективности его работы, пересмотра экономических показателей, четкой организации движения, развития и полного использования технических средств, железных дорог, что повысило бы его конкурентоспособность.

Перспективными направлениями повышения эффективности тепловозной тяги − основы грузовых перевозок на магистральных дорогах и пассажирского движения на всей сети являются ускорение научно-технического прогресса в области локомотивного состава и систем тягового энергоснабжения, разработка и внедрение новых технологий, полное использование тяговых и тормозных свойств силовых установок тепловозов, высокое качество изготовления и ремонта тепловозов, сокращение эксплуатационных расходов.

Основной составляющей эксплуатационных расходов является плата за топливо, затрачиваемое на тягу поездов. Поэтому важно снижать удельный расход топлива. Это достигается поддержанием хорошего технического состояния силовых установок тепловозов, рациональное их использование для достижения при грузовых перевозках максимального значения унифицированной весовой нормы, что обеспечивает минимальное сопротивление движению, сокращение расхода топлива на собственные нужды. Кроме того снижению удельного

расхода топлива способствует внедрение в практику эксплуатации поездов повышенной длины и применение локомотивными бригадами рациональных режимов вождения поездов с максимальным значением унифицированной весовой нормы грузового состава.

Учитывая все выше изложенное, необходимо уделять большое внимание тяговым расчетам и разработке оптимальных режимов ведения поезда с учетом минимального расхода топлива и достижения при грузовых перевозках максимального значения унифицированной весовой нормы грузового состава.

При эксплуатации, а также при определении путей перспективного развития железных дорог, возникают многочисленные практические задачи, которые решаются с помощью теории локомотивной тяги и ее прикладной части – тяговых расчетов.

Основные задачи, которые решаются с помощью тяговых расчетов, следующие:

– выбор типа локомотива и его основных характеристик;

– расчет массы состава;

– расчет скорости и времени хода поезда по перегону;

– тормозные расчеты;

– определение расхода дизельного топлива тепловозами и электрической энергии электровозами;

– определение механической работы локомотивов;

– определение температуры нагрева тяговых электрических машин.

Полученные с помощью тяговых расчетов данные служат основой для решения следующих задач:

– составления графиков движения поездов;

– разработки рациональных режимов вождения поездов;

– нормирования расхода топлива и электрической энергии на тягу поездов;

– составления графика оборота локомотивов;

– расчета пропускной и провозной способности;

– расстановки сигналов на перегонах и раздельных пунктах для обеспечения безопасной остановки перед ними;

– проектирования новых и реконструкции существующих железных дорог.

Целью дипломной работы является проведение тягового расчета тепловоза 2ТЭ25А на участке Комсомольск-на-Амуре – Новый Ургал.

Задачи дипломной работы следующие:

- рассмотреть особенности конструкции тепловозов 2ТЭ25А и 3ТЭ10МК и дать их сравнительную характеристику;

- дать характеристику участка Комсомольск-на-Амуре - Новый Ургал;

- провести построение и спрямление профиля пути;

- провести расчет и построение удельных ускоряющих и замедляющих сил, действующих на поезд;

- провести определение наибольших допускаемых скоростей движения поезда по условиям торможения;

- провести выбор расчетного подъема и определение массы состава;

- провести определение скорости и времени движения поезда по участку;

- провести определение расхода топлива тепловозом;

- провести расчет эксплуатационных расходов и экономического эффекта от внедрения оптимального режима вождения поездов;

- рассмотреть безопасность и охрана труда в эксплуатации ПС.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОЗОВ 2ТЭ25А И 3ТЭ10МК

На участке Комсомольск-на-Амуре – Новый Ургал эксплуатируемые серии локомотивов - 2ТЭ25А и 3ТЭ10МК. Рассмотрим их технические характеристики и проведем сравнительный анализ.



Рис. 1.1 - Тепловоз 2ТЭ25А Витязь

Локомотив создан совместно специалистами Трансмашхолдинга, Брянского машиностроительного завода и ОАО «Российские железные дороги». Первые тепловозы 2ТЭ25А появились в январе 2011 года с Брянского машиностроительного завода в эксплуатационное локомотивное депо Тында (ДВЖД, филиал ОАО «РЖД»).

Испытания этого тепловоза проводились в обычном порядке по железнодорожным дорогам дальнего востока. Испытание тепловоза 2ТЭ10МК показали то по тяговым характеристикам он значительно превосходит тепловозы, которые находятся в эксплуатации у ОАО «РЖД». Дефектов и несоответствий стан-

дартам качества при испытаниях обнаружено не было. Как следствие, сегодня н е одна единица подобной техники активно используется РЖД для транспортировки различных грузов. Тепловоз 2ТЭ25А позволяет успешно снизить расходы на топливо, ремонт и содержание транспорта. В итоге РЖД может предложить выгодные тарифы транспортировки грузов по стране и за её пределами. Для оте чественных компаний и частного бизнеса это прекрасный шанс сэкономить и о птимизировать свои расходы, что и делает тепловоз крайне востребованным.

Тепловоз 2ТЭ25А Витязь считается выгодным локомотивом по сравнению со своими аналогами. Он соединяет в себе лучшие идеи отечественных про изводителей. Магистральный тепловоз способен значительно увеличить эффективность транспортировок грузов по железнодорожным дорогам. Использовать имеющиеся ресурсы эффективно – разумный шаг для многих предпринимателей.

3ТЭ10мк (тепловоз с электрической передачей, тип 10) — семейство советских тепловозов с секционной мощностью 3000 л.с., выпускавшихся в общей сложности с 1958 по 2007 годы, то есть на протяжении полувека. Конструкция тепловоза ТЭ10 была разработана на Харьковском заводе транспортного машиностроения, но с 1960 года выпуск его модификаций наладил у себя Луганский (Ворошиловградский) тепловозостроительный завод, причём конструкция была настолько изменена, что это был уже фактически другой локомотив. Преимущественно тепловозы серии ТЭ10 выпускались в двухсекционном грузовом исполнении, но также было построено пять с половиной сотен па ссажирских односекционных локомотивов (ТЭП10 и ТЭП10Л). Всего было построено 19 183 секции тепловозов ТЭ10 всех модификаций. Из них 339 секций выпустил Харьковский завод, а 18 784 секции — Луганский (Ворошиловградский).

Проведем сравнительный анализ тепловозов 2ТЭ25А и 3ТЭ10МК по основным техническим характеристикам, представленным в таб.1.1.

Таблица 1.1- Основные технические характеристики тепловозов 2ТЭ25А и 3ТЭ10МК

Осн.хар.	2ТЭ25А	2ТЭ10МК
Год.Изготовления	2006	1990
Завод.Изготовитель	Брянский машино.строит завод.	Воришилоградский тепл.строит. завод
Число секций	2	3
Тип дизеля	21-2Д49-01	5Д49
Осевая (колесная) формула	2х(3_0-3_0)	3х(3_0-3_0)
Число секций	2	3
Мощность тепловоза по дизелю (полная) по ГОСТ 10150, кВт (л.с.)	2х2500 (2х3400)	3х2206 (3х3000)
Статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	240,2 (24,5)	225,5 (23)
Скорость, м/с (км/ч):		
- конструкционная	110	80
- длительного режима	36,7	23,5
Минимальный радиус горизонтальной кривой, проходимой одиночным тепловозом при скорости до 10 км/ч, м	125	135

На Тепловозы 2ТЭ25А(Витязь) и тепловоз 2ТЭ10МК(3ТЭ10МК) установленные типы дизеля Д49.

Мощностной ряд четырехтактных дизелей типа Д49 (ЧН26/26) включает в себя восьми, двенадцати , шестнадцати и двадцатицилиндровые модификации дизелей мощностью от 585 до 4410 кВт. Дизели этого ряда предназначены для применения на магистральных и маневровых тепловозах. Мощностной ряд дизелей типа Д49 позволяет заменить весьма многочисленные и устаревшие модели однотипными дизелями с высокой степенью унификации и лучшими экономическими показателями.

Требования к моторесурсу и экономичности определили выбор в качестве базовой модели четырехтактного двигателя. Все дизеля типа Д49 имеют диаметр цилиндра и ход поршня равным 260мм угол развала между цилиндрами в V-образной модели 42 градуса. Отношение хода поршня к диаметру цилиндра S/D=26/26=1 позволило создать дизели с хорошими показателями по габаритным размерам и сравнительно малой удельной массой.

Самое наибольшее применение дизель типа Д49 получил на железных дорогах. Мощностной диапазон дизеля обеспечиваемый восьми , двенадцати , шестнадцати и двадцатицилиндровыми моделями тепловозных дизелей типа Д49 ,позволяет применять эти дизеля для маневровых и магистральных тепловозов. Основные и планируемые мощностные диапазоны для каждой модели дизелей определяются средним эффективным давлением и частотой вращения коленчатого вала. Все основные узлы дизелей определяющие сроки службы между ремонтами (цилиндропоршневая группа, шатунно кривошипный механизм ,клапанный механизм ,топливная аппаратура и другое.) одинаковые для всех модификаций. Высокая унификация в нутрии ряда позволила использовать автоматические линии , специальных агрегатные станки и другое оборудование. При создании дизелей типа Д49 были использованы лучшие конструктивные решения, проверенные в длительное время эксплуатации на дизелях 11Д45 и Д100 а так же учтен опыт крупных зарубежных фирм в области дизелестроения.

Данные сравнительного анализа по дизелям приведены в таблице

Основные характеритики	2ТЭ25А	2ТЭ10МК
Тип дизеля	12ЧН26/26	16ЧН26/26
Марка дизеля	1-2Д49-01	5Д49
Мощьность дизеля кВт	2210	2250
Частота вращения коленчатого вала	1000	1000
Среденее эффективное давление	1,57	1,22
Средняя скорость поршня	8,67	8,67
Удельный расход топлива	204	208
Удельный расход масла на угар	1,75	1,6
Расход топлива на холстом ходу	9	15
Давление наддувам Мпа	0,176-0,196	0,14-0,012
Максимальное давление сгорания	12,75	11,27
Масса удельного дизеля, кг/кВт	5,76	6,8
Температура не более, ºС	620	580

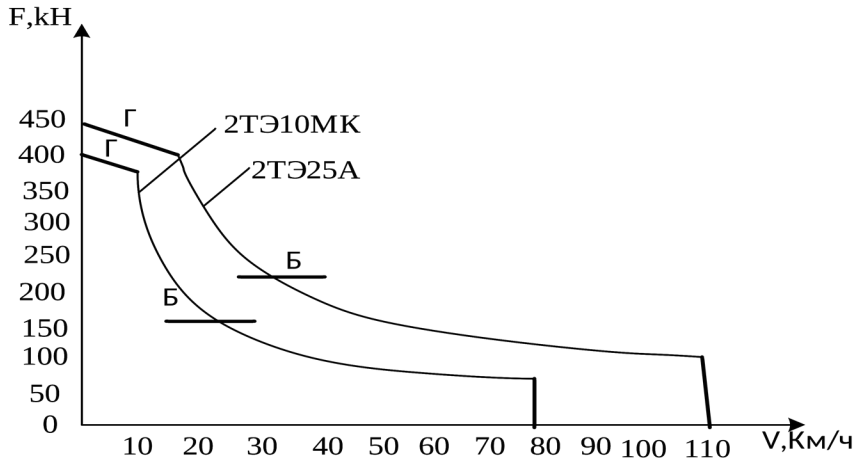
Тепловозные дизель-генераторы с дизелями 12ЧН26/26 создавались на базе дизель генераторов с дизелями 16ЧН26/26. Все двенадцатицилендровые модификации имеют одинаковые с дизелями 16ЧН26/26 цилиндропоршневую группу ,шатунно кривошипный механизм ,крышки цилиндров, подшипники ,топливную аппаратуру ,механизмы привода клапанов ,насосы воды и масла, кронштейны для установки турбокомпрессоров ,охладители надувочного воздуха, система ,вентиляции картера ,а так же одинаковое расположение агрегатов на торцах дизелей. Многие узлы и механизмы, размещены на торцах этих дизелей, унифицированы.Мощность дизелей 12ЧН26/26 лежит в диапазоне от 1470 до 2210кВт.

Шеснадцатицилиндровые тепловозные дизели 5Д49 и дизель генераторы 9ДГ получили наибольшее распространение по количеству модификаций и объёму выпуска. Они являлись базовой моделью для создания остальных дизельных установок. Мощностнойдиапазон тепловозных модификаций дизелей 16ЧН26/26 от 2060 до 2940 кВт.

Тяговый электродвигатель	2ТЭ25А	3ТЭ10МК
Тип передачи	электрическая переменно-переменного тока с поосным регулированием силы тяги	электрическая постояного тока
Тяговый генератор	АСТГ2-2800/400	ГП-311БУ2
ТЭД	АД917УХЛ1 или ДТА-350Т	ЭД1118Б
Подвешивание ТЭД	опорно-осевое	опроно-осевое
Выходная мощность ТЭД	400кВт	305 квт
Максимальный ток, А	7000	5000

В паре с дизелем работает асинхронный генератор АСТГ2 2800/400 номинальной мощностью 2800 кВт и КПД 95 %. Он предназначен для питания через выпрямительно-инверторный модуль асинхронных тяговых двигателей, питания систем самовозбуждения и энергопотребителей вспомогательных систем грузовых тепловозов с асинхронным приводом. Вторым преимуществом является то, что в новом тепловозе используются асинхронные тяговые электродвигатели, которые обладают большим КПД 97 %, чем коллекторные, у которых КПД равен 95 %, имеют дешевую себестоимость приборов, простое управление конструкцией, возможность работы в тяжелых условиях, а так же более простую конструкцию, вследствие отсутствия щеточно-коллекторного аппарата. Использование такой конструкции позволит сократить денежные средства на обслуживание. Так как наиболее распространенной неисправностью коллекторно-щеточного аппарата -это элементарный износ токосъемных щеток. Их износ приводит к потере контакта в паре «коллектор-щетка» и к разрыву цепи двигателя. Если контакт утерян не полностью, то возможно возникновение усиленного искрения под щетками (небольшое искрение может считаться нормой). Еще одна характерная неисправность коллекторно-щеточного аппарата - это загрязнения на поверхности пластин или чрезмерный износ этих пластин. «Симптомами» этого явления также может быть неравномерная работа привода, а в самых запущен-

ных случаях-яркий круговой огонь на коллекторе, что приводит к отказу двигателя. Замена и покупка материалов требует не единовременных и больших затрат. ,Рассмотрим тяговою характеристику тепловоза 2ТЭ25А и 3ТЭ10МК для одной секции.



Тяговая характеритика

Тяговая характеристика построена на основе расчетных данных тепловоза 2ТЭ25А и 3ТЭ10МК работающих в нормальных атмосферных условиях .

Линией «Г» на рисунке показано ограничение силы тяги по сцеплению линией «Б» параметры продолжительного режима – длительная сила тяги.

Сравнение заданных серий тепловозов целесообразно произвести по безразмерным величинам касательной силы F (kH) ,скорости движения V(км/ч) и работой А(кДж).

Расчетная скорость -минимально допустимая по условиям обеспечения заданной надежности работы силового оборудования тепловоза равномерная (равновесная) скорость движения, которая достигается при ведении поезда расчетного (критического) веса по наиболее трудному элементу профиля железнодорожного участка. Такие элементы профиля для конкретных участков обращения локомотивов называют расчетные или руководящие подъемы.

Величины F и V для конкретной серии тепловозов устанавливают опытным путем по результатам эксплуатационных испытаний. Для тепловоза 2ТЭ25 А(№1) V= 110км/ч; F=450кН, а для 3ТЭ10МК(№2) V = 80 км/ч; F=400кН. Рассчитав какая работа будет совершена по перемещению поезда в течении 1 ми-

нуты, мы получим, что тепловоз №1 совершит работу А=823кДЖ , а №2 А=533 кДЖ, то есть на А=290кДЖ меньше. Исходя из данных показателей, мы можем сделать вывод тепловоз «Витязь» будет совершать работу по перемещению по езда в 1,5 раза быстрее.

Вспомогательное оборудование обеспечивает нормальный температурный режим работы дизеля и тяговых электродвигателей. К вспомогательному оборудованию относятся устройства для охлаждения воды, смонтированные в шахте холодильника, привод главного вентилятора и компрессора, вентиляторы охлаждения тяговых электродвигателей и их привод.

Все оборудование холодильника расположено в переднем кузове и размещено в шахте, сварной каркас которой укреплен болтами на четырех специальных подставках, усиленных ребрами. Шахта холодильника разделена перегородкой на две самостоятельные камеры. В передней камере большего размера размещены шестнадцать секций радиатора охлаждения воды основного контура и главный вентилятор, получающий привод от коленчатого вала дизеля. В камере меньшего размера установлены восемь секций радиатора охлаждения воды вспомогательного контура и вентилятор с электроприводом. Секции расположены вертикально в один ряд вдоль боковых стенок, оборудованных жалюзи с подвижными створками. Такие же жалюзи установлены над вентиляторами шахты холодильника. В каждой камере секции одного ряда прикреплены к двум водяным коллекторам -верхнему и нижнему, приваренным к каркасу шахты холодильника.

Для регулирования температуры воды в основном и вспомогательном контурах жалюзи оборудованы пневматическими приводами. Привод состоит из цилиндра, в котором перемещается стальной поршень, уплотненный кожаной манжетой. Поршень гайкой укреплен на штоке, соединенном при помощи тяги с подвижными створками. С обеих сторон цилиндр закрыт крышками. Верхняя крышка ввернута в цилиндр и имеет выступ с резьбой М20 для крепления с помощью накидной гайки воздухоподводящей трубки. Внутри цилиндра помещена

возвратная пружина. Для крепления привода на каркасе шахты к цилиндру приварено ушко.

Подача сжатого воздуха из резервуара управления в цилиндры привода ж алюзи осуществляется электропневматическими вентилями ВПЖ1, ВПЖ2 и ВП Ж4 которыми автоматически управляют термореле РТЖ1, РТЖ2 и РТЖ4.

Конструкция шахты предусматривает возможность охлаждения воды основного контура с различной интенсивностью (в зависимости от температуры в оды). При нагреве воды, циркулирующей по основному контуру, до температуры 70 °С открываются боковые жалюзи, и охлаждение воды в секциях происходит за счет теплообмена с наружным воздухом. Если температура воды повысится до 80 °С, то дополнительно открываются верхние жалюзи и включается г лавный вентилятор. Вращающееся лопастное колесо вентилятора выбрасывает воздух через верхние жалюзи, создавая разрежение в шахте. За счет разности да влений наружный воздух поступает внутрь шахты и проходит через секции радиаторов. Регулирование температуры воды, циркулирующей по вспомогательному контуру, производится одновременным открытием боковых и верхних жалюзи и включением электродвигателя МВХ привода вентилятора при достижении температуры воды 65 °С.

Вывод: На тепловозе «Витязь» используется дизель марки 21-2Д49-01, типа 12ЧН26/26, который изготовлен на высокоточном оборудовании. Это позволяет достичь необходимых расчетных зазоров в трущихся поверхностях, что способствует более высоким динамическим показателям локомотива, а также с нижает расход топлива и масла, которое в достаточном количестве угорает на д изелях марки 5Д49 типа 16ЧН26/26 локомотивов 3ТЭ10МК в результате износа и неточности при сборке.

Так же на дизеле локомотива 2ТЭ25А присутствует электронная система по дачи топлива и перепуска наддувочного воздуха, что позволяет в нужный момент времени впрыскивать в камеру сгорания необходимый объем топлива для максимально эффективного рабочего процесса. Система электронной подачи то

плива не требует частой настройки и способна анализировать режим работы дв игателя.

-удельный эффективный расход топлива при нормальных атмосферных усл овиях равен 204 г/кВт·ч;

- расход топлива на холостом ходу 1-2 % от расхода топлива на режиме полной мощности;

-суммарный расход масла в эксплуатации составляет 0,4 % от расхода топлива;

-назначенный ресурс дизеля до среднего и капитального ремонтов составлять соответственно не менее 1000000 и 3000000 км пробега тепловоза.

В частности, одно только уменьшение удельного эффективного расхода топлива с 208 до 204 г/кВт·ч позволит увеличить кпд дизеля с 41,2 % до 44,4 %, а кпд тепловоза -с 33,1 % до 35,3 %. Это уменьшит только эксплуатационные затраты на топливо почти на 7 %.

Помимо всего перечисленного «Витязь» имеет большую конструкционную скорость и меньший тормозной путь, что положительно сказывается на экономических показателях тепловоза, так как локомотив может двигаться с большей скоростью, а значит, сможет перевезти больше грузов за определенный период времени.

Так же возможность радиальной установки колесных пар позволяет тепловозу «Витязь» создавать меньшие динамические силы в кривых участках пути и проходить кривые меньшего радиуса, чем 3ТЭ10МК. Для дальнейшего расчета используем тепловоз 2ТЭ25А.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ - НОВЫЙ УРГАЛ

Проанализируем участок Комсомольск-на-Амуре - Новый Ургал, на котором подсчитаем количество перегонов, а также подсчитаем: подъемы, площадки, спуски, кривые как на каждом перегоне, так и суммированное число на всем участке, и укаем их процентные составляющие.

Протяженность участка Комсомольск-на-Амуре - Новый Ургал - 529 км.

Общее количество перегонов на участке – 19.

Характеристику участка, четного направления, сводим в таблицы 2.1 и 2.2 и выбираем расчётный подъём.

Таблица 2.1 – Характеристика участка

Наименование перегонов	№	S, м	L, подъемов, м	L, площадок, м
Комсомольск-на-Амуре-Лиан	1	22400	9250	1700
Лиан-Хурмули	2	25200	3510	2280
Хурмули-Мавринский	3	43400	13040	2820
Мавринский-Горин	4	28000	11510	3530
Горин-Харпичан	5	32200	6420	7320
Харпичан-Эворон	6	33600	10480	3640
Эворон-Мони	7	32200	10740	6750
Мони-Болен	8	39200	11650	4650
Болен-Постышево	9	30800	9890	4900
Постышево-Амгунь	10	33600	4540	6550
Амгунь-Джамку	11	25200	3690	4650
Джамку-Герби	12	32200	4270	6990
Герби-Сулук	13	49000	9330	5920
Сулук-Аваха	14	9800	2950	1670
Аваха-Дуссе-Алинь	15	8400	950	1370
Дуссе-Алинь-Арга	16	14000	2120	5310
Арга-Солони	17	32200	6440	9000
Солони-Ургал	18	16800	4930	2510
Ургал-Новый Ургал	19	21560	3450	6840
общее, км	529	129,16		88,40
процент, %	100	24,13		16,62

Диаграмма характеристики участка Комсомольск-на-Амуре - Новый Ургал представлена на рис. 2.1.

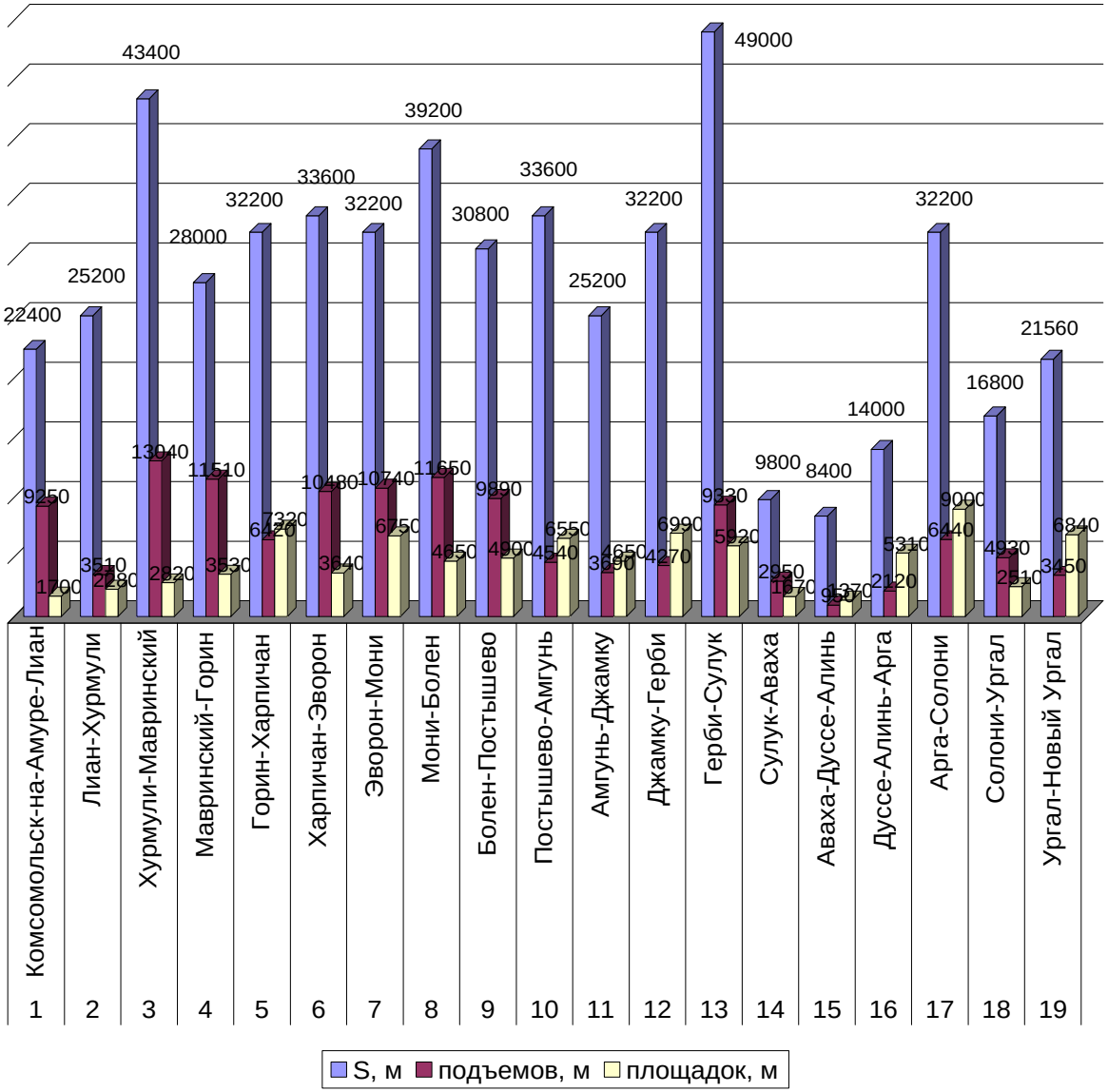


Рис. 2.1 - Диаграмма характеристики участка Комсомольск-на-Амуре - Новый Ургал

Таблица 2.2 – Характеристика участка с расчетным подъёмом

наименование перегонов	№	спусков, м	кривых	$i_р$, ‰
Комсомольск-на-Амуре-Лиан	1	5050	10120	9,8
Лиан-Хурмули	2	12210	10250	9,9
Хурмули-Мавринский	3	15140	12600	12
Мавринский-Горин	4	4960	9890	10,6
Горин-Харпичан	5	9260	10570	7,4
Харпичан-Эворон	6	9880	3590	9,1
Эворон-Мони	7	5510	2600	9
Мони-Болен	8	11700	320	5,6
Болен-Постышево	9	7210	3770	10
Постышево-Амгунь	10	12910	10840	9,6
Амгунь-Джамку	11	9660	3830	11,4
Джамку-Герби	12	11740	5910	8,7
Герби-Сулук	13	19750	9610	8,8
Сулук-Аваха	14	2380	3140	9,4
Аваха-Дуссе-Алинь	15	3680	2320	1,1
Дуссе-Алинь-Арга	16	2570	3450	9,9
Арга-Солони	17	7560	2100	7,2
Солони-Ургал	18	4560	600	8,4
Ургал-Новый Ургал	19	5110	5780	9,7
общее, км		160,84	111,29	max=12

Диаграмма характеристики участка с расчетным подъёмом Комсомольск-на-Амуре - Новый Ургал представлена на рис. 2.2.

Из таблиц 2.1 и 2.2 для дальнейшего расчета необходимо будет определить расчётный подъем на всем рассматриваемом участке.

Расчетный подъем на данном участке выбирается как один из наиболее крутых подъемов, на протяжении которого будет достигнута установившаяся скорость движения поезда, равная расчётной скорости.

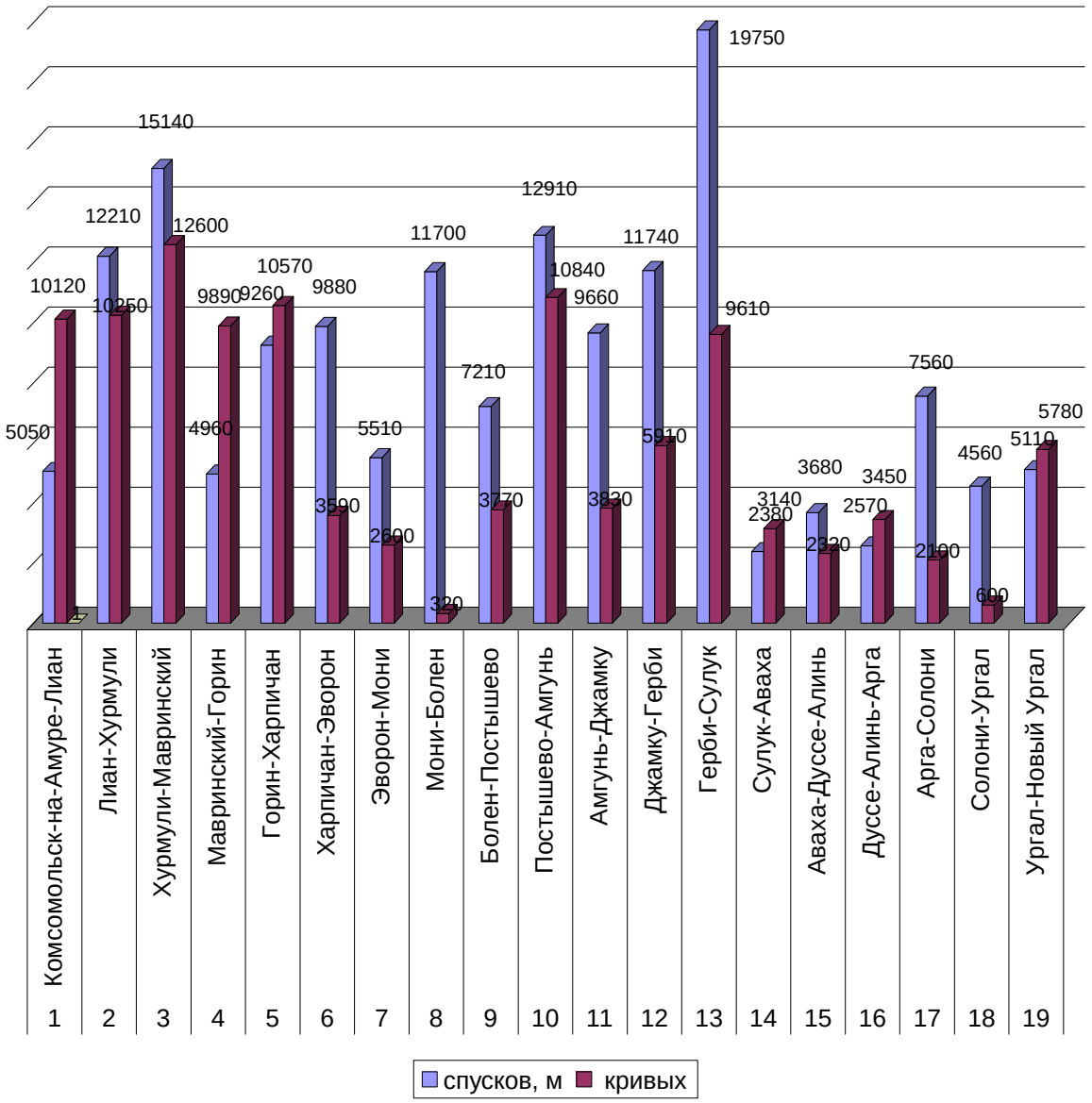


Рис. 2.2 - Диаграмма характеристики участка с расчетным подъёмом Комсомольск-на-Амуре - Новый Ургал

3. ПОСТРОЕНИЕ И СПРЯМЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПУТИ

3.1. Построение профиля и плана пути

Отметки переломных точек рассчитываются по формуле:

$$h_{kj} = h_{Hj} \pm (i_j / 1000) \cdot S_j \qquad (3.1)$$

где h_{kj} – конечная для j-го элемента пути отметка профиля, м; h_{Hj} – начальная для j-го элемента пути отметка профиля, м; i_j – уклон (подъем или спуск), ‰. Знак (+) ставится при подъеме, знак (-) – для спуска; S_j – для элемента профиля пути, м.

Расчеты отметок профиля пути по формуле (3.1) приведены в таблице 3.1:

Таблица 3.1 – Расчет отметок профиля пути

Номер элемента	S_j, м	i_j,‰	h_{kj}, м
1	1360	0	100
2	1040	-3,2	97,92
3	1200	-4,1	94,845
4	1280	-2,7	92,685
5	720	0	92,685
6	2400	11,5	109,935
7	1360	0	109,935
8	7680	9,3	154,575
9	960	4,8	157,455
10	1360	3,5	160,43
11	1360	0	160,43
12	1200	0	160,43
13	1280	-3,5	157,63

Таблица 3.1 (продолжение) – Расчет отметок профиля пути

Номер элемента	S_j, м	i_j,‰	h_{kj}, м
14	5100	-8,8	112,75
15	8160	0	112,75
16	1760	-12,4	95,39
17	2240	0	95,39
18	960	5,2	103,19
19	2400	3,1	105,98
20	1440	0	105,98

Построение плана и профиля пути и основные размеры показаны на рисунке приложения 1.

3.2. Спрямление профиля пути

Уклон спрямляемого участка Хурмули-Мавринский в продольном профиле пути определяется по формуле:

$$i_c^{'} = \frac{1000(h_K - h_H)}{S_c} \qquad (1.3)$$

где h_K, h_H – соответственно конечная и начальная отметка продольного профиля пути спрямляемого участка, м; S_c – длина спрямленного участка.

Проверка возможности спрямления должна производиться для каждого элемента действительного профиля пути, входящего в спрямляемый участок, по формуле:

$$\Delta i \cdot S_j \leq 2000 \qquad (1.4)$$

где Δi – абсолютная разность между фиктивным уклоном спрямляемого элемента и действительным уклоном і-го проверяемого элемента, ‰; S_j – длина j-го элемента действительного профиля пути, входящего в спрямленный элемент, м.

Крутизна спрямленного участка в плане при наличии кривых в пределах этого элемента определяется по формуле:

$$i_c'' = \frac{700}{S_c} \sum_{1}^{n} \frac{S_{кpi}}{R_i} \quad (1.6)$$

где $S_{кpi}$, R_i – длина и радиус кривой в пределах спрямляемого элемента, град.

Окончательный уклон участка, спрямленный в продольном профиле и плане, определяется по формуле:

$$i_c = i_c' + i_c'' \quad (1.7)$$

Для примера проделаем расчет на спрямление участка 2–3-4 Хурмули-Мавринский.

Проверка на возможность спрямления участка 2–3-4.

Длина участка 2–3-4:

$$S^{c\ 2\text{-}3\text{-}4} = S^2 + S^3 + S^4 = 1360+1040+1200 = 3600 \text{ м}$$

Спрямленный уклон участка 2–3-4

$$i^{c\ 2\text{-}3\text{-}4} = (-3{,}2*1360-4{,}1*1040-2{,}7*1200)/\ 3600 = -3{,}293\ ‰$$

Проверяем возможность такого спрямления:

для элемента 2: $\left|i_2 - i'_{c_{2\text{-}3\text{-}4}}\right| \cdot S_2 = |3{,}2 - 3{,}325| \cdot 650 = 81{,}25 < 2000$;

для элемента 3: $\left|i_3 - i'_{c_{2\text{-}3\text{-}4}}\right| \cdot S_3 = |4{,}1 - 3{,}325| \cdot 750 = 581{,}25 < 2000$;

для элемента 4: $\left|i_4 - i'_{c_{2\text{-}3\text{-}4}}\right| \cdot S_3 = |2{,}7 - 3{,}325| \cdot 800 = 500 < 2000$;

Суммарная крутизна спрямленного участка в рассматриваемом направлении (туда):

$$i_{c_{2\text{-}3\text{-}4}} = i'_{c_{2\text{-}3\text{-}4}} + i''_{c_{2\text{-}3\text{-}4}} = -3{,}02\ ‰.$$

При движении поезда в противоположном направлении (обратно) – полная крутизна:

$$i_{c_{2\text{-}3\text{-}4}} = -i'_{c_{23\text{-}43}} + i''_{c3\text{-}4} = 3{,}63‰$$

Для остальных спрямляемых участков расчет будет аналогичен, и результат сведен в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты расчета по спрямлению профиля и плана пути

№ п/п	Профиль			План		S_c, м	i_c', м	i_c'', м	i_c, м	
	S_j, м	i_j,‰	h_{kj}, м	R, м	$S_{кр}$, м				Туда	Об-рат-но
1	1360	0	100	Станция Хурумли					0	0
2	1040	-3,2	96,672	900	863,5	3600	-3,293	0,305	-3,02	3,63
3	1200	-4,1	91,752							
4	1280	-2,7	88,296							
5	720	0	88,296	–	–	–	–	–	0	0
6	2400	12	117,096	–	–	–	–	–	11,5	-11,5
7	1360	0	117,096	–	–	–	–	–	0	0
8	7680	9,3	188,52	500	700	–	–	0,204	9,504	9,096
9	960	4,8	193,128	–	–	1450	4,04	–	-4,8	3,5
10	1360	3,5	197,888							
11	1360	0	197,888						0	0
12	1200	0	197,888	–	–	–	–	–	0	0
13	1280	-3,5	193,408	–	–	–	–	–	-3,5	3,5
14	5100	-8,8	121,6	750	1110	–	–	0,203	-8,597	9,003
15	8160	0	121,6	850	400	–	–	1,11	-1,11	1,11
16	1760	-11,4	93,824	–	–	–	–	–	-12,4	12,4
17	2240	0	93,824	–	–	–	–	–	0	0

18	960	5,2	106,304	–	–	2400	4,413	–	-5,2	3,1
19	2400	3,1	110,768							
20	1440	0	110,768	Станция Мавринский					0	0

4. РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ УСКОРЯЮЩИХ И ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПОЕЗД

Диаграммы удельных ускоряющих и замедляющих сил рассчитываются исходя:

- из тяговых характеристик тепловоза
- сил основного сопротивления движению, тормозных сил
- веса состава и тепловоза

Удельные ускоряющие силы f_y в режиме тяги при движении поезда по прямолинейному горизонтальному пути определяются как разность между удельной силой тяги f_k и удельной силой основного сопротивления движению w_0 по формуле

$$f_y = f_к - w_0 = \frac{F_К}{mg} - w_0 \ , \tag{4.1}$$

где f_k – удельная сила тяги, Н/кН которая рассчитывается по формуле

$$f_к = \frac{F_к}{(m_л + m_с) \cdot g} \ , \tag{4.2}$$

где $m_л$ – масса локомотива, берется из исходных данных тепловоза 2ТЭ25А, т; $m_с$ – масса состава определяться из расчетов тонно-километровой диаграммы, т; g – ускорение свободного падения, g = 9,81 $м / с^2$

Силы тяги $F_К$, кН для тепловозов переменного тока принимают по тяговой характеристике при разгоне по ограничивающим линиям и при работе на рабочих позициях (зонах).

Общее удельное сопротивление движению тепловоза, Н/кН определяется по формуле

$$w_0 = \frac{w_0' \cdot m_э + w_0'' \cdot m_с}{m} \ , \tag{4.3}$$

где w_0 – удельное основанное сопротивление движению тепловоза 2ТЭ25А на бесстыковом пути (тяга и электрическое торможение), Н/кН определятся по формуле

$$w_0^{'} = 0,65 + 0,00906V + 0,000227V^2 \ , \qquad (4.4)$$

$w_0^{''}$ – удельное основное сопротивление движению на бесстыковом пути 4-осных вагонов на роликовых подшипниках, Н/кН определяется по формуле

$$w_0^{''} = 0,7 + \frac{3 + 0,09V + 0,002V^2}{m_{во}} \ , \qquad (4.5)$$

где $m_{во}$ – средняя масса приходящаяся на ось вагона, т.

Так как удельное сопротивление движению поезда w_0 и удельную ускоряющуюся силу поезда f_y необходимо рассчитать для нескольких скоростей, то следует использовать электронные таблицы Microsoft Excel.

Удельные замедляющие силы при выбеге, Н/кН определят по формуле

$$f_з = - f_y = w_{ox} = \frac{w_x \cdot m_э + w_0^{''} \cdot m_c}{m} \ , \qquad (4.6)$$

где w_x – удельное основное сопротивление движению тепловоза без тока, Н/кН.

Удельные замедляющие силы в режиме механического торможения, Н/кН определяются по формуле

$$f_{зТ} = - w_{ox} + b_T \ , \qquad (4.7)$$

где b_T – удельная тормозная сила поезда, Н/кН определяется по формуле

$$b_T = 1000 \cdot v_p \cdot \varphi_{кр} \ , \qquad (4.8)$$

где v_p – расчетный тормозной коэффициент, принимаемый для грузового поезда (0,33).

Удельная касательная сила тяги локомотива $f_{кср}$ рассчитывается по формуле

$$f_{кср} = \frac{F_{кср}}{(m_л + m_с)g}, \qquad (4.9)$$

Общее удельное сопротивление движению поезда $w_{кср}$

$$w_{кср} = \frac{m_л w_o' + m_с w_o''}{m_л + m_с} + i_{пр}, \qquad (4.10)$$

где $i_{пр}$ – проверяемый подъём крутизной больше расчетного, ‰.

Величины $F_{кср}$ и $w_{кср}$ определяются по среднему значению скорости рассматриваемого интервала $v_{ср}$

$$v_{ср} = \frac{v_н + v_к}{2}. \qquad (4.11)$$

Масса состава, полученная по формуле (2.1), проверяется на прохождение коротких подъёмов большей крутизны, чем расчётный, с учётом кинетической энергии, накопленной на предшествующих по формуле

$$s \le \frac{4{,}17(v_к^2 - v_н^2)}{f_{кср} - w_{кср}}, \qquad (4.12)$$

где S – длина проверяемого участка профиля пути, *м*;

$v_к$ – скорость в конце проверяемого подъёма (эта скорость должна быть не менее расчетной, в курсовом проекте принимать $v_к = v_р$);

$v_н$ – скорость поезда в начале проверяемого подъёма (для грузовых поездов принимается $v_н$ = *70 – 100 км/ч*, но не выше конструкционной скорости локомотива);

$f_{кср} - w_{кср}$ – средняя ускоряющая сила, действующая на поезд в пределах интервала скорости от $v_н$ до $v_к$.

Диаграммы ускоряющий и замедляющих сил характеризуют удельные силы, действующие на поезд при любой скорости на прямолинейном горизонтальном пути при различных режимах: в тяге, на выбеге и при служебном (экстерном) торможении. Расчеты производим для тепловоза 2ТЭ25А.

Принимаем произвольно начальную скорость подхода к проверяемому подъёму, например, $v_н$ = *80 км/ч*, конечную – равную расчетной: $v_к$= $v_р$ = *24км/ч*.

Определяем среднюю скорость по формуле (4.11)

$$v_{СР} = \frac{80+24}{2} = 52 \ км/ч.$$

По этой скорости на рисунке 4.1. определяем Fкср = 285000 Н.

Тяговая характеристика тепловоза 2ТЭ25А представлена на рис. 4.1.

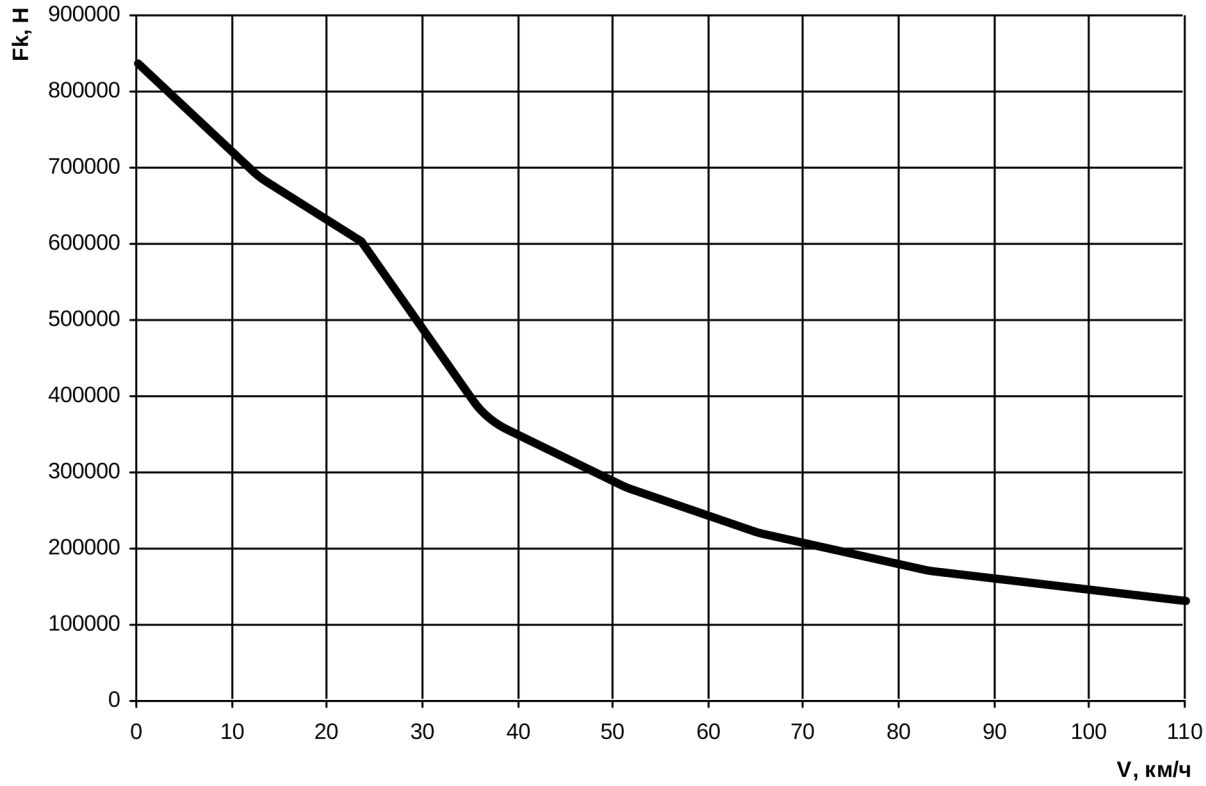


Рис. 4.1 – Тяговая характеристика тепловоза 2ТЭ25А

Определяем удельную силу тяги по формуле (2.14), основное удельное сопротивление движению локомотива и вагонов при скорости $v_{ср}$

$$f_{KCP} = \frac{285000}{(276 + 4698) \cdot 9{,}81} = 5{,}62 \ \ кгс / т.$$

$$w_0^{'} = 1{,}9 + 0{,}008 \cdot 52 + 0{,}00025 \cdot 52^2 = 2{,}992 \ \ кгс / т.$$

$$w_0^{''} = 0{,}6 \cdot 1{,}245 + 0{,}4 \cdot 1{,}243 = 1{,}244 \ \ кгс / т.$$

$$w_{04}^{''} = 0{,}7 + \frac{3 + 0{,}09 \cdot 52 + 0{,}002 \cdot 52^2}{24} = 1{,}245 \ \ кгс / т.$$

$$w_{08}^{''} = 0{,}7 + \frac{6 + 0{,}026 \cdot 52 + 0{,}0017 \cdot 52^2}{22} = 1{,}243 \ \ кгс / т.$$

Определяем общее удельное сопротивление движению поезда по формуле:

$$w_{кср} = \frac{288 \cdot 2{,}992 + 6150 \cdot 1{,}244}{288 + 6150} + 11{,}7 = 13{,}02 \ \ кгс / т.$$

Определяем длину пути по формуле (4.12)

$$S = \frac{4{,}17 \cdot (24^2 - 80^2)}{4{,}377 - 13{,}02} = 2890 \ \ м.$$

Длина проверяемого подъёма ($S_{пр}$=2820 м) меньше 2890 м, следовательно, этот подъём можно преодолеть за счёт кинетической энергии, приобретённой на спусках перед этим подъёмом.

Определяем число осей n в составе

$$n = 53 \cdot 4 + 12 \cdot 8 = 308 \text{ осей.}$$

Определяем расчётный тормозной коэффициент:

$$\vartheta_р = \sigma \, n \, K_р / g(m_с + m_л), \qquad (3.9)$$

где σ – доля тормозных осей в составе;

n – число осей в составе;

K_p – расчетная сила нажатия тормозных колодок на ось, *кН*.

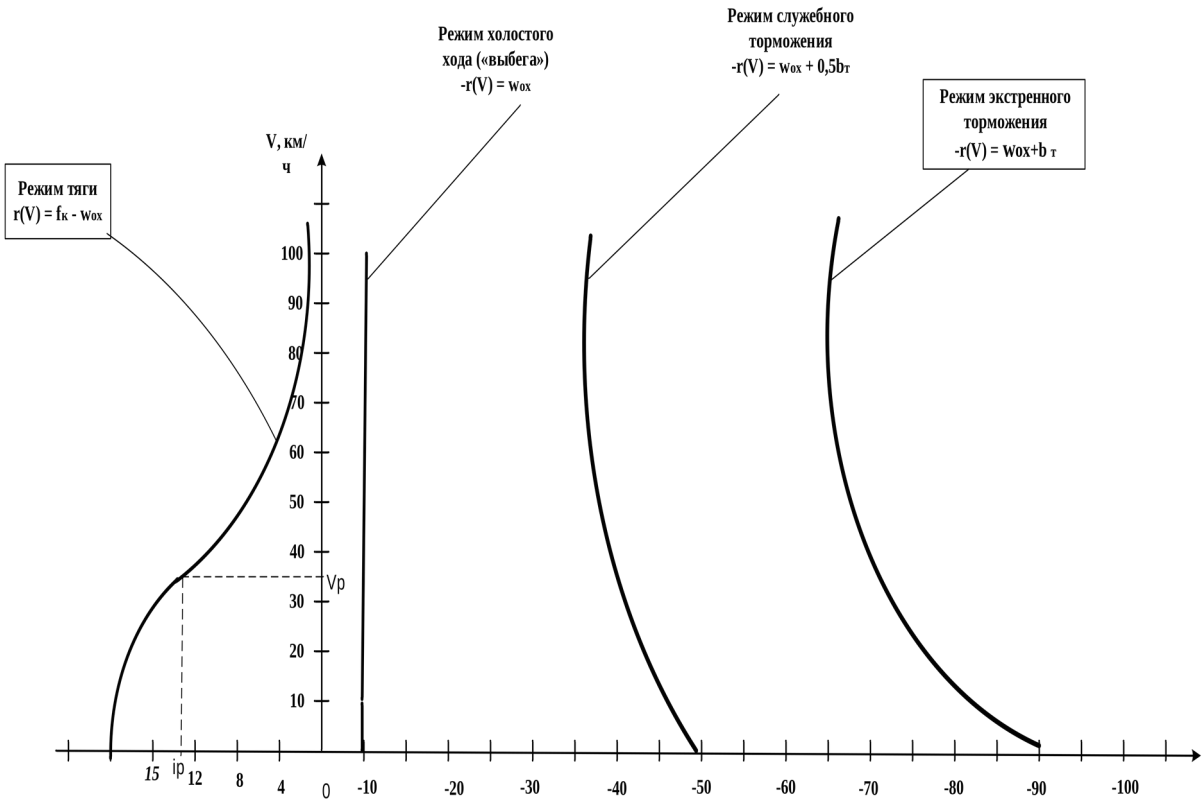
$$\vartheta_р = 0{,}97 \cdot 308 \cdot 69 / 9{,}81 \cdot (6350) = 0{,}328.$$

Рассчитываем удельные ускоряющие и замедляющие силы, действующие на поезд, результаты оформляем в виде таблицы 4.1. и рис.4.2.

Таблица 4.1 – Результаты расчёта ускоряющих и замедляющих сил

Тяговая характеристика		Тяга	Выбег	$b_т$, *Н/кН*	Торможение	
					экстренное	служебное
V, км/ч	$F_К$, Н	$f_к$-w_0, *Н/кН*	w_{0x}, *Н/кН*		(α=1)	(α=0,5)
0	838000	16,06	1,05	89,56	89,61	50,33
10	710000	15,86	1,06	88,94	88,00	49,53
22	618500	14,46	1,07	85,45	85,52	46,79
24	600000	13,02	1,07	80,92	80,99	46,03
36,7	480500	12,04	1,08	78,05	79,13	45,10
40	320000	10,87	1,09	78,33	78,42	43,76
50	288000	9,38	1,11	77,95	75,07	42,09
60	240000	6,64	1,13	70,42	70,56	41,84
70	206000	4,12	1,16	69,46	69,61	40,89
80	180000	3,72	1,18	67,88	68,07	40,13
90	160000	2,41	1,22	66,59	67,81	39,51
100	144000	1,1	1,25	65,82	66,77	39,01
110	131000	0,97	1,29	65,61	65,90	38,99

Рисунок 4.2 – Диаграмма удельных ускоряющих и замедляющих сил, действующих на поезд


Режим холостого хода («выбега»)
-r(V) = wox
Режим служебного торможения
-r(V) = wox + 0,5bт
Режим экстренного торможения
-r(V) = wox+b т
Режим тяги
r(V) = fк - wox
V, км/ч
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
Vp
15
ip
12
8
4
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЬШИХ ДОПУСКАЕМЫХ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА ПО УСЛОВИЯМ ТОРМОЖЕНИЯ

Режим торможения является особо важным в обеспечении безопасности движения поезда, тормозным расчетам уделяется наибольшее внимание. При движении поезда по уклонам его скорость не должна превышать допустимых значений, определяемых мощностью тормозной системы. При этом путь, пройденный поездом до полной остановки, не должен превышать установленного значения соответствующих инструкций.

Тормозная сила поезда возникает не сразу после поворота рукоятки крана машиниста в тормозное положение. Необходимо время на распространение воздушной волны по тормозной магистрали поезда срабатывание воздухораспределителей, перемещение тормозной рычажной передачи и тормозных колодок к бандажам и на увеличение нажатия до установившейся величины [1].

Подготовленный путь определяется по формуле

$$S_n = \frac{v_н \cdot t_n}{3,6} \quad , \tag{5.1}$$

где $v_н$ – любая выбранная скорость начала торможения в км/ч (его принимают равной максимальной скорости тепловоза); t_n – время подготовки в секундах, определяемое по эмпирическим формулам.

Для состава более 200 осей рассчитывается по формуле

$$t_n = 10 - \frac{15_i}{1000 \cdot v_p \cdot \varphi_{кр}} \quad . \tag{5.2}$$

Необходимо определить ограничение по тормозам для тепловоза 2ТЭ25А.

Расчеты по данным формулам были произведены в Microsoft Excel и сведены таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты расчетов ограничения скорости по тормозам

Спуск i, ‰	tп	Sп, м
0	10,00	305,56
-6	13,13	401,09
-12	16,25	496,62

По результатам расчетов строится диаграмма ограничения скорости движения по тормозам рисунок 5.1.

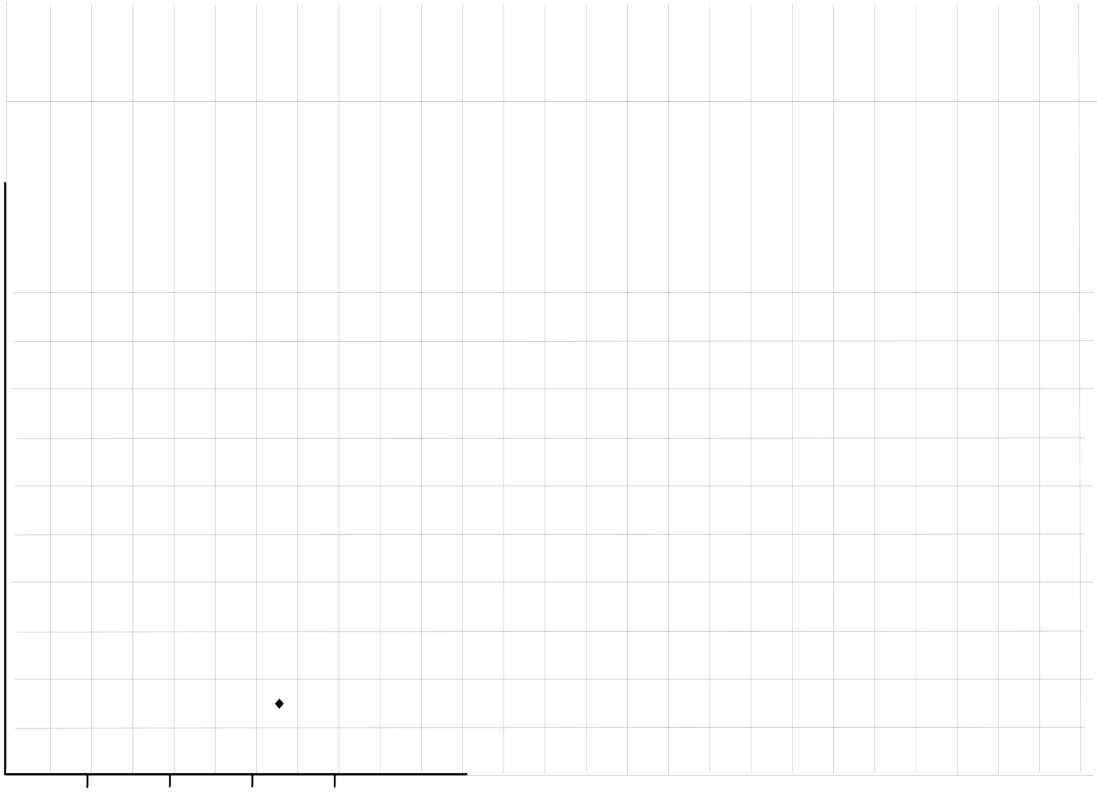


Рисунок 5.1 – Графическое определение допускаемой скорости движения поезда по условиям торможения

По рисунку 5.1 определяется $v_н$ для спуска от 0 до 12 ‰ это и будет ограничение по тормозам.

6. ВЫБОР РАСЧЕТНОГО ПОДЪЕМА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ СОСТАВА

Каждый перегон имеет разный профиль пути, таким образом, данный тип локомотива при полном использовании его мощности может вести на каждом перегоне состав совершенно разной массы. Но изменение массы состава на каждом перегоне для всех поездов невозможно и может быть выполнено только для собранных поездов. Именно поэтому устанавливают единую норму массы поезда по всему рассматриваемому участку притом по наиболее трудному перегону участка. Но она может быть повышена из-за применения специальных мероприятий [1].

Для построения тонно-километровой диаграммы, необходимо выбрать расчетный подъем для заданного участка Комсомольск-на-Амуре-Новый Ургал.

Расчётный подъём – это наиболее трудный для движения в выбранном направлении элемент профиля пути, на котором достигается расчетная скорость, соответствующая расчетной силе тяги локомотива.

Если наиболее крутой подъём участка достаточно длинный, то он принимается за расчетный.

Если же наиболее крутой подъём имеет небольшую протяжённость и ему предшествуют спуски и площадки, на которых поезд может развить высокую скорость, то такой подъём не может быть принят за расчётный, так как поезд преодолеет его за счёт накопленной кинетической энергии.

В этом случае за расчетный подъём следует принять подъём меньшей крутизны, но большей протяженности.

Построение тонно-километровой диаграммы, необходимо для того, чтобы четко представить себе массу состава для каждого перегона рассматриваемого участка.

Диаграмму строят отдельно для каждого участка. Для того что бы ее построить проводят анализ профиля для каждого перегона. Затем устанавливают расчетный подъем. Также учитываются последовательность расположения и

крутизна подъемов, площадок, спусков, и их длина, предполагают возможность преодоления подъемов наибольшей крутизны за счет разгона поезда.

По установленному расчетному подъему для каждого перегона рассчитывают наибольшую массу состава, которую может вести локомотив заданной серии [1].

После расчёта по полученным результатам тонно-километровой диаграммы устанавливают норму массы составов, которая при заданном объеме перевозок дает наибольшей экономический эффект.

Основное удельное сопротивление $\omega_O^{'}$ локомотива на бесстыкомов пути Н/кН, рассчитывается по формуле

$$\omega_O^{'} = 0,65 + 0,00906 \cdot V + 0,000227 \cdot V^2 \ , \qquad (6.1)$$

где V – расчетная скорость тепловоза, км/ч.

Основное удельное сопротивление $\omega_O^{''}$ движению состава на бесстыковом пути Н/кН, рассчитывается по формуле

$$\omega_O^{''} = 0,7 + \frac{3 + 0,09 \cdot V + 0,002 \cdot V^2}{m_{во}}, \qquad (6.2)$$

где $m_{во}$ - средняя масса, приходящаяся на ось вагона, т.

Масса состава, т, рассчитывается по формуле

$$m_c = \frac{F_{кр} - (\omega_O^{'} + i_p) \cdot m_э \cdot g}{(\omega_O^{''} + i_p) \cdot g} \ , \qquad (6.3)$$

где $F_{кр}$ – расчётная сила тяги тепловоза, Н;

i_p – расчетный подъем на тяговом плече, берется из профиля пути (руководящие подъемы),‰;

$\omega_O^{'}$ – удельное основное сопротивление движению тепловоза при движении с заданной скоростью Н/кН;

$\ddot{\omega_o}$ – основное удельное сопротивление движению вагонов на бесстыковом пути при движении с расчетной скоростью четырехосных вагонов, Н/кН;

g – ускорение свободного падения, g = 9,81 $м/с^2$.

В таблице 6.1 предоставлен расчётный подъем по каждому перегону.

Таблица 6.1 – Участок обращения

Наименование перегонов	№	S, м	i_p, ‰
Комсомольск-на-Амуре-Лиан	1	22400	9,8
Лиан-Хурмули	2	25200	9,9
Хурмули-Мавринский	3	43400	12
Мавринский-Горин	4	28000	10,6
Горин-Харпичан	5	32200	7,4
Харпичан-Эворон	6	33600	9,1
Эворон-Мони	7	32200	9
Мони-Болен	8	39200	5,6
Болен-Постышево	9	30800	10
Постышево-Амгунь	10	33600	9,6
Амгунь-Джамку	11	25200	11,4
Джамку-Герби	12	32200	8,7
Герби-Сулук	13	49000	8,8
Сулук-Аваха	14	9800	9,4
Аваха-Дуссе-Алинь	15	8400	1,1
Дуссе-Алинь-Арга	16	14000	9,9
Арга-Солони	17	32200	7,2
Солони-Ургал	18	16800	8,4
Ургал-Новый Ургал	19	21500	9,7

По результатам таблицы 6.1 производим расчеты для нахождения массы состава.

Исходные данные тепловоза 2ТЭ25А указаны в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Исходные данные тепловоза 2ТЭ25А

Режим работы	$v_р$, км / ч	$F_{кр}$, кН	$F_{к_{тр}}$, кН	$m_л$, т	$l_л$, м
3-я зона	36,7	780	883,5	288	40

Основное удельное сопротивление локомотива на бесстыковом пути согласно формуле (6.1) имеет вид:

$$\omega_O^{'} = 0,65 + 0,00906 \cdot 36,7 + 0,000227 \cdot 36,7^2 = 1,29 \ Н / кН \ .$$

Основное удельное сопротивление движению состава на бесстыковом пути согласно формуле (6.2) имеет вид

$$\omega_O^{''} = 0,7 + \frac{3 + 0,09 \cdot 36,7 + 0,002 \cdot 36,7^2}{18,75} = 1,179 \ Н / кН \ .$$

Расчёт массы состава для каждого перегона производиться по формуле (6.3), результаты расчетов сводим в таблицу 6.6.

Для первого перегона Комсомольск-на-Амуре-Лиан при расчетном подъёме $9,8$ ‰

$$m_c = \frac{780-(1,29+9,8)\cdot 288*9\cdot 81}{(1,179+9,8)\cdot 9,81} = 4938,3 \approx 4900 \text{ т.}$$

Для второго перегона Лиан-Хурмули при расчётном подъёме $9,9$ ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 9,9) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 9,9) \cdot 9,81} = 4891,99 \approx 4800 \text{ т.}$$

Для третьего перегона Хурмули-Мавринский при расчетном подъеме 12 ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 12) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 12) \cdot 9,81} = 4081,94 \approx 4000 \text{ т.}$$

Для четвертого перегона Мавринский-Горин при расчетном подъеме $10,6$ ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 10,6) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 10,6) \cdot 9,81} = 4589,890 \approx 4500 \text{ т.}$$

Для пятого перегона Горин-Харпичан при расчетном подъеме ^{7,4} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 7,4) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 7,4) \cdot 9,81} = 6373,381 \approx 6300 \text{ т.}$$

Для шестого перегона Харпичан-Эворон при расчетном подъеме ^{9,1} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 9,1) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 9,1) \cdot 9,81} = 5287,648 \approx 5200 \text{ т.}$$

Для седьмого перегона Эворон-Мони при расчетном подъеме ^{9} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 9) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 9) \cdot 9,81} = 5341,477 \approx 5300 \text{ т.}$$

Для восьмого перегона Мони-Болен при расчетном подъеме ^{5,6} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 5,6) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 5,6) \cdot 9,81} = 8116,447 \approx 8100 \text{ т.}$$

Для девятого перегона Болен-Постышево при расчетном подъеме ^{10} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 10) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 10) \cdot 9,81} = 4846,525 \approx 4800 \text{ т.}$$

Для десятого перегона Постышево-Амгунь при расчетном подъеме ^{9,6} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 9,6) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 9,6) \cdot 9,81} = 5033,486 \approx 5000 \text{ т.}$$

Для одиннадцатого перегона Амгунь-Джамку при расчетном подъеме ^{11,4} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 11,4) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 11,4) \cdot 9,81} = 4285,7913 \approx 4200 \text{ т.}$$

Для двенадцатого перегона Джамку-Герби при расчетном подъеме 8,7 ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 8,7) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 8,7) \cdot 9,81} = 5509,500 \approx 5500 \text{ т.}$$

Для тринадцатого перегона Герби-Сулук при расчетном подъеме 8,8 ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 8,8) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 8,8) \cdot 9,81} = 5452,37 \approx 5400 \text{ т.}$$

Для четырнадцатого перегона Сулук-Аваха при расчетном подъеме ^{9,4} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 9,4) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 9,4) \cdot 9,81} = 5132,2685 \approx 5100 \text{ т.}$$

Для пятнадцатого перегона Аваха-Дуссе-Алинь при расчетном подъеме ^{1,1} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 1,1) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 1,1) \cdot 9,81} = 24515,934 \approx 24500 \text{ т.}$$

Для шестнадцатого перегона Дуссе-Алинь-Арга при расчетном подъеме ^{9,9} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 9,9) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 9,9) \cdot 9,81} = 4891,999 \approx 4800 \text{ т.}$$

Для семнадцатого перегона Арга-Солони при расчетном подъеме 7,2 ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 7,2) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 7,2) \cdot 9,81} = 6530,0764 \approx 6500 \text{ т.}$$

Для восемнадцатого перегона Солони-Ургал при расчетном подъеме ^{8,4} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 8,4) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 8,4) \cdot 9,81} = 5688,0476 \approx 5600 \text{ т.}$$

Для перегона Ургал-Новый Ургал при расчетном подъеме ^{9,7} ‰

$$m_c = \frac{780 - (1,29 + 9,7) \cdot 288 \cdot 9,81}{(1,179 + 9,7) \cdot 9,81} = 4985,4573 \approx 4900 \text{ т.}$$

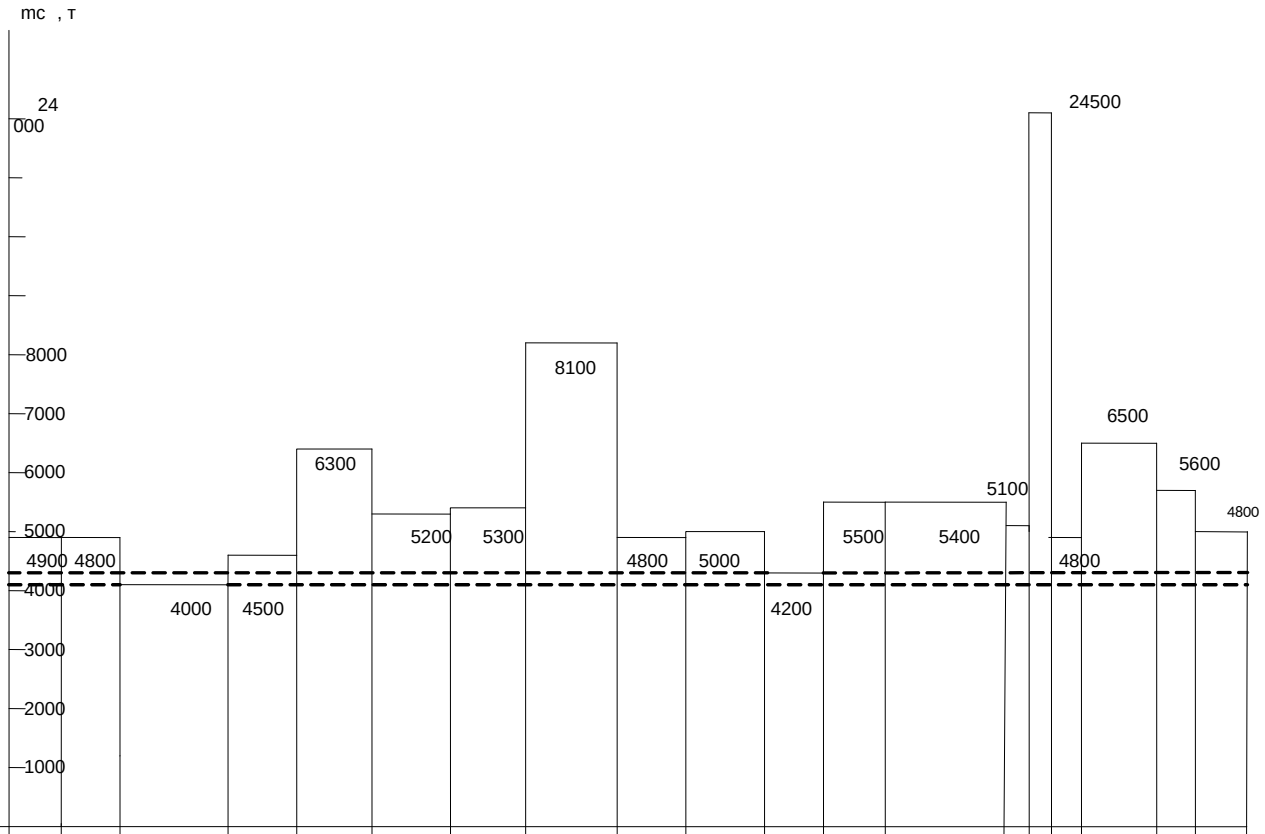
Полученные результаты сводим в таблицу 6.3.

Таблица 6.3 – Зависимость массы состава от расчетного подъема

наименование перегонов	№	S, м	i_p ,‰	mc, т
Комсомольск-на-Амуре-Лиан	1	22400	9,8	4900
Лиан-Хурмули	2	25200	9,9	4800
Хурмули-Мавринский	3	43400	12	4000
Мавринский-Горин	4	39200	10,6	4500
Горин-Харпичан	5	32200	7,4	6300

Харпичан-Эворон	6	33600	9,1	5200
Эворон-Мони	7	32200	9	5300
Мони-Болен	8	39200	5,6	8100
Болен-Постышево	9	30800	10	4800
Постышево-Амгунь	10	33600	9,6	5000
Амгунь-Джамку	11	25200	11,4	4200
Джамку-Герби	12	32200	8,7	5500
Герби-Сулук	13	49000	8,8	5400
Сулук-Аваха	14	9800	9,4	5100
Аваха-Дуссе-Алинь	15	8400	1,1	24500
Дуссе-Алинь-Арга	16	14000	9,9	4800
Арга-Солони	17	32200	7,2	6500
Солони-Ургал	18	16800	8,4	5600
Ургал-Новый Ургал	19	21500	9,7	4900

На основании полученных расчетов строится тонно-километровая диаграмма, рисунок 6.1.



№перегона	1	18	19	2		3	4	5	6	7	8	9		10	11	12		13		14	15	16	17
S перегона км	22,4		25,2		43,4	28,0	32,2	33,6	32,2	39,2	30,8	33,6	25,2	32,2	49,0		9,8	8,4	14,	32,2		16,8	21,5
ip ‰	9,8		9,9		12	10,6	7,4	9,1	9	5,6	10	9,6	11,4	8,7	8,8		9,4	1,1	9,9	7,2		8,4	9,7

Рисунок 6.1 – Тонно-километровая диаграмма тепловоза 2ТЭ25А

Выводы:

1. Из проведенных расчетов возможно сделать вывод, расчётным подъёмом должен быть перегон Хурмули-Мавринский, имеющий крутизну *i = +12 ‰* и длину *s = 13040 м.* Использование тепловоза 2ТЭ25А для заданного участка Комсомольск-на-Амуре-Новый Ургал возможно только для грузовых составов массой 4000 т - расчет на третьем перегоне Хурмули-Мавринский.

Таким образом, на всем рассматриваемом участке Комсомольск-на-Амуре-Новый Ургал самый большой расчётный подъем по наиболее тяжелым для грузовых перевозок условиям эксплуатации фиксируется на перегоне Хурмули-Мавринский.

2. Из проведенных расчетов видно, что использование тепловоза 2ТЭ25А для заданного участка Комсомольск-на-Амуре-Новый Ургал невозможно для состава унифицированной весовой нормы 4300 т из-за того, что самый большой расчётный подъем по наиболее тяжелым для грузовых перевозок условиям эксплуатации фиксируется на перегоне Хурмули-Мавринский.

Поэтому для заданного участка Комсомольск-на-Амуре - Новый Ургал предлагается использование тепловозов серии 2ТЭ25А «Витязь» в исполнении системе СМЕ - 2ТЭ25Ах2 «Витязь».

При этом унифицированная весовая норма для вождения грузовых поездов с использованием тепловозов серии 2ТЭ25А «Витязь» при скорости 36,7 км/ч и с силой тяги 130 тс увеличится в 2 раза и составит:

$$m_c = \frac{1.5 \cdot 780 - (1{,}29 + 12) \cdot 288 \cdot 9{,}81}{(2{,}179 + 12) \cdot 9{,}81} = 6072 \approx 6000$$

Проведем проверку массы состава на трогание с места на расчетном подъеме.

Для тепловоза 2ТЭ25А представим основные расчетные характеристики:

– расчетная скорость $V_р$, км/ч – 36,7;

– расчетная сила тяги $F_{кр}$, Н – 780000;

– масса локомотива $m_л$, т – 288;

– сила тяги локомотива при трогании с места $F_{ктр}$, Н – 883500;

– длина локомотива $L_л$, м – 40;

– конструкционная скорость $V_{констр}$, км / ч – 120.

Определим удельное сопротивление состава при трогании с места

$$w_{тр} = 28/(m_{во} + 7); \quad (6.4)$$

– для четырехосных вагонов

$$w_{тр_4} = 28/(18{,}75 + 7) = 1{,}12 \ кгс/т;$$

– для восьмиосных вагонов

$$w_{тр_8} = 28/(16 + 7) = 1{,}217 \ кгс/т.$$

Определим средневзвешенное сопротивление состава при трогании с места по формуле (2.4)

$$w_{тр} = \alpha_4 w_{тр_4} + \alpha_8 w_{тр_8} = 0{,}7 \cdot 1{,}12 + 0{,}3 \cdot 1{,}217 = 1{,}149 \ кгс/т.$$

Определим массу состава при трогании с места по формуле

$$m_{тр} = F_{ктр}/((w_{тр} + i_р) \cdot g) - m_л; \quad (6.5)$$

$$m_{тр} = 883500/((1{,}149 + 12) \cdot 9{,}81) - 288 = 8600 \ т.$$

Масса состава при трогании с места больше массы состава на расчетном подъеме 8600 > 6000, следовательно, локомотив 2ТЭ25А сможет взять с места состав массой $m_с$ = 6000 тонн на расчетном подъеме.

В дальнейшем все расчеты будем проводить для тепловозов серии 2ТЭ25А «Витязь» исполнении по системе СМЕ 2ТЭ25Ах2 на участке третьего перегона Хурмули-Мавринский.

Система многих единиц (СМЕ) — способ управления подвижным составом, при котором в один поезд вцепляется несколько локомотивов или моторных вагонов, а управление тяговыми двигателями ведётся с одного поста управления и одной локомотивной бригадой, является частным случаем кратной тяги.. Известны случаи использования по СМЕ грузовых автомобилей и тракторов при перевозке тяжеловесных грузов, но они единичны.

Если цепи управления двух машин соединить параллельно, то управлять обеими машинами можно будет из одной кабины. Для такого подключения необходимо, чтобы его поддерживали электрические цепи обоих локомотивов

или моторных вагонов. Они соединяются специальными кабелями через внешние разъёмы. Некоторые модели современного подвижного состава оснащены сцепными приборами типа Шарфенберга, которые сразу осуществляют механическое соединение и подключение электрических цепей, или же оборудуются устройствами связи по радио. Можно также сказать, что многосекционные электровозы и тепловозы постоянно работают по СМЕ, так как они состоят из отдельных и одинаковых секций.

Существует также СМЕТ — СМЕ Телемеханическая, при которой непосредственно провода управления машин не объединяются. Сигналы управления кодируются и передаются всего лишь по одной паре проводов. При этом, если исправно работают шифратор и дешифратор, повышается надёжность работы, так как многократно сокращается число контактов в разъёмах.

Впервые эта система была применена американским изобретателем Фрэнком Спрэйгом в 1887 году на электропоездах Чикагской эстакадной железной дороги. В дальнейшем эта система стала активно применяться на электропоездах пригородных и городских железных дорог, трамваях и локомотивах. Например, во всех метрополитенах используются поезда, работающие по СМЕ.

Соединение моторных вагонов по СМЕ на железнодорожном транспорте имеет следующие преимущества относительно компоновки поездов из локомотива и прицепных вагонов:

• Увеличение максимального ускорения, величина которого зависит от соотношения числа обмоторенных и необмоторенных осей в составе. Для поездов на локомотивной тяге эта величина составляет около 0,2-0,3 м/с², а для электропоездов — до 1 м/с²). Это позволяет поднять скорость сообщения на маршрутах с частыми остановками (то есть на городском и пригородном транспорте), и увеличить пропускную способность линии.

• Нет необходимости в обороте (перецепке) локомотива. Для изменения направления движения поезда локомотивной бригаде достаточно перейти в другую кабину.

• Секционирование. Поезд с пассажирами можно за короткое время расцепить на несколько частей, которые смогут ехать отдельно по разным направлениям.

• Надёжность. При выходе из строя одного вагона поезд может продолжать движение

• Меньшая осевая нагрузка. Снижается нагрузка на пути от тяжелого локомотива.

Соединение по СМЕ локомотивов позволяет увеличить массы поездов и повысить провозную способность линий. Возможна организация соединенных поездов, имеющих локомотивы в голове и в середине (а иногда и в хвосте) поезда. Поезд разделяется на автономные составы и занимает боковые пути станций, а по перегону следует единым целым и использует одну нитку графика. Также СМЕ позволяет уменьшить необходимое число локомотивных бригад.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ И ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА ПО УЧАСТКУ

Проведем определение скорости и времени движения поезда с использованием тепловозов серии 2ТЭ25А «Витязь» в исполнении системе СМЕ на участке Хурмули-Мавринский при унифицированной весовой норме состава 8000 т.

Скорость определим способом установившихся скоростей.

Способ установившихся скоростей основан на предположении, что на протяжении каждого элемента профиля пути поезд движется с равномерной скоростью, соответствующей крутизне профиля данного элемента.

Общее время нахождения поезда на участке в минутах определяется по формуле

$$Tдв = S(60\ Sj / vj\ ) + Stcm + Stраз + Stзам, \qquad (7.1)$$

где *Sj* – длина *j-го* элемента, км;

vj – равномерная скорость на *j*-ом элементе, км/ч;

Stcm – суммарное время простоя на промежуточных станциях участка, мин;

Stраз – суммарное время на разгон поезда после остановок на промежуточных станциях, мин;

Stзам – суммарное время на торможение поезда при остановках на промежуточных станциях.

При приближенных расчетах принимают: *tраз* = 2 *мин; tзам* = 1 *мин.*

При расчете показателей использования локомотивов используется три вида средних скоростей движения поезда по участку: ходовая, техническая и участковая.

Ходовой называется средняя скорость движения поезда на участке, которая определяется по формуле

$$vx = 60L / S(60\ Sj / vj\ ) = 60L / Tx\ , \qquad (7.2)$$

где *vx* – ходовая скорость, *км/ч*;

L – длина участка, *км*;

Tx– среднее, ходовое время движения поезда по участку без учета времени стоянок поезда на промежуточных станциях и времени затраченного на разгон и замедление поезда, *мин.*

Технической скоростью называется средняя скорость движения поезда на участке, которая определяется с учетом суммарного времени, затраченного на разгон и замедление поезда на всех станциях участка по формуле

$$vmex = 60L / (Tx + S\ tраз + S\ tзам). \qquad (7.3)$$

Участковой скоростью называется средняя скорость движения поезда на участке, которая определяется с учетом суммарного времени, затраченного на разгон и замедление поезда на всех станциях участка и с учетом суммарного времени стоянок поезда на промежуточных станциях по формуле

$$vy = 60L / (Tx + S\ tcm + S\ tраз + S\ tзам). \qquad (7.4)$$

Используя данные табл.6.1, находим средние скорости движения для каждого элемента и определяем время движения по каждому элементу и по всему участку.

Результаты вычислений сводим в табл.7.1.

Таблица 7.1 – Расчёт времени хода поезда способом равномерных скоростей на участке Хурмули-Мавринский

Элемент расчетного подъема	Длина элемента S_i, км	Уклон элемента, ‰	V_i, км/ч	$60S_i/V_i$, мин
площадки	15,0	0	31	19,96
подъемы	13,04	12	24	16,60

спуски	15,4	-12	69	13,39
$\Sigma S_i = L = 43,4$ км		$\Sigma(60\ Sj / vj) = 54,95$ мин.		

Определяем ходовую скорость движения поезда на участке по формуле (7.2)

$$vx = 60*43,4/ 70,95 = 36,7 км/ч.$$

Определяем техническую скорость движения поезда на участке по формуле (7.3) с учетом разгона и замедления поезда при отправке со станции Хурмули и прибытии на станцию Мавринский - 3 мин. (*tраз* = 2 *мин; tзам* = 1 *мин).*

$$vmex = 60*43,4/ (70,95 + 3) = 25,21 км/ч.$$

Общее время нахождения поезда на участке в минутах:

Поскольку на участке Хурмули - Мавринский нет промежуточных станций, то техническая скорость движения поезда и участковая скорость движения поезда равны.

Таким образом, ходовая скорость тепловозов серии 2ТЭ25А «Витязь» в трехсекционном исполнении по системе СМЕ на участке Хурмули-Мавринский при унифицированной весовой норме состава 6000 т составит 36,7 км/ч, техническая скорость движения поезда и участковая скорость движения поезда составят 25,21 км/ч.

Ходовое время движения по участку без учета времени стоянок поезда на промежуточных станциях и времени затраченного на разгон и замедление поезда тепловозов серии 2ТЭ25Ах2 «Витязь» в исполнении по системе СМЕ на участке Хурмули-Мавринский при унифицированной весовой норме состава 6000 т составит 70,95 мин.,

Общее время нахождения тепловозов серии 2ТЭ25Ах2 «Витязь» в исполнении по системе СМЕ на участке Хурмули-Мавринский при унифицированной весовой норме состава 6000 т в минутах составит 54,95 мин.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ТЕПЛОВОЗОМ 2ТЭ25А

Проведем определение расхода топлива тепловозом 2ТЭ25Ах2 «Витязь» в исполнении по системе СМЕ на участке Хурмули-Мавринский при унифицированной весовой норме состава 6000 т.

Фактический (натурный) расход дизельного топлива тепловозом на заданном участке в кг определяется по формуле

$$E = \Sigma G_i \Delta t_i + g_x t_x, \qquad (8.1)$$

где G_i – расход топлива тепловозом на i-ой позиции контроллера машиниста $n_к$ в зависимости от скорости движения, для 2ТЭ116 на максимальной позиции G_{max} = 15,7кг/мин;

Δt_i – время работы дизеля на i-ой позиции контроллера машиниста, время движения в тяге

$\Delta t_{тяги}$ = 22,4 мин.

g_x – расход топлива тепловозом на холостом ходу, g_x = 0,5 кг/мин;

t_x – суммарное время движения поезда в режиме холостого хода, при торможении и на стоянке, t_x = 3 мин.

Зависимости $G_i = f(v, n_к)$ приведены в ПТР [1, с. 259–268], а для максимальной позиции контроллера машиниста *Gmax* и режима холостого хода и торможения g_x в табл. 8.1.

Таблица 8.1 – Расход топлива тепловозами на максимальной позиции и на холостом ходу

Тепловоз	Расход топлива, *кг/мин*	
	G_{max}	g_x
2М62	12,8	0,8
2ТЭ10	16,8	0,76
3ТЭ10М	25,2	1,14

2ТЭ116	15,7	0,5
2ТЭ25К	13,9	0,56
2ТЭ25А	13,9	0,56
ТГ16	9,0	0,76
ТЭП70	11,2	0,27
2ТЭ116УП	14,5	0,45
ТЭМ18	3,4	0,15

Расход топлива тепловозом серии 2ТЭ25А «Витязь» в трехсекционном исполнении по системе СМЕ на участке Хурмули-Мавринский при унифицированной весовой норме состава 6000 т составит:

E = 13,9*70,95 + 0,5*3=987,7 кг.

Единицей продукции на железнодорожном транспорте является перевозочная работа, выраженная в 10 тыс. тонно-километрах брутто (10^4 т·км брутто), или пробег локомотивов, выраженный в 100 локомотиво-километрах (10^2 л·км).

Удельный натурный расход топлива, затраченный на единицу перевозочной работы определяется по формуле

$$e = 10000 \cdot E / m_c L, \qquad (8.2)$$

где e – удельный расход топлива; кг/10^4 т·км брутто;

m_c – масса состава, m_c = 8000 т;

L – длина участка, L = 43,4 км.

*e = 10000*987,7 / 8000*43,4 = 69,7 кг/10^4 т·км брутто,*

Топливо характеризуется различными значениями теплоты сгорания. Для сравнения тепловой ценности, например, угля и дизельного топлива, введено понятие условного топлива. Теплота сгорания 1 кг условного топлива принимается равной 29307 кДж (7000 ккал), что соответствует теплоте сгорания каменного угля и антрацита с невысоким содержанием балласта. Теплота сгорания дизельного топлива в среднем составляет 42624 кДж/кг, поэтому эквивалент (коэффициент) перевода дизельного топлива в условное топливо будет равен 1,45.

Условный удельный e_y расход топлива

$$e_y = 1,45*69,7 = 101,07 \text{ кг.у.т}/10^4 \text{ т·км брутто.}$$

9. РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ВНЕДРЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ВОЖДЕНИЯ ПОЕЗДОВ

9.1. Расчет эксплуатационных расходов на 1000 тонно-километров и себестоимости перевозок

Себестоимость грузовых перевозок характеризует расходы, связанные с выполнением единицы продукции. За единицу продукции в грузовом движении принимается 10 тонно-километров. При определении расходов учитываются расходы, зависящие от объема перевозок, и условно-постоянные расходы. Зависящие расходы изменяются в зависимости от объема перевозок. Условно-постоянные расходы не зависят от объема, они принимаются по установленному проценту от зависящих расходов.

При расчете себестоимости грузовых перевозок для базового и нового режимов вождения поездов применяют метод расходных ставок, который позволяет определить: измерители эксплуатационной работы; расходы, связанные с каждым измерителем; суммарные зависящие расходы; условно-постоянные расходы; суммарные общие затраты, себестоимость 10 тонно-километров.

Расчет калькуляционных измерителей производится на 1000 т-км нетто. Для расчета используются следующие формулы:

Для вагонно-километров:

$$\sum nS = \frac{1000\,(1+\alpha)}{P_{дин}^{раб}}, \quad (9.1)$$

$$\sum nS = \frac{1000\,(1+0{,}4)}{26} = 53{,}84.$$

где α – коэффициент порожнего пробега вагонов, равный 40 %.

Для тонно-километров брутто вагонов:

$$\sum \mathrm{Pl}_{\text{бр.ваг}} = 1000 + q_{\text{т}} \sum \mathrm{nS}, \qquad (9.2)$$

где $q_{\text{т}}$ – вес тары вагона, т.

$$\sum \mathrm{Pl}_{\text{бр.ваг}} = 1000 + 20 \cdot 53{,}84 = 2076{,}92.$$

Для поездо-километров:

$$\sum \mathrm{NS} = \frac{\sum \mathrm{Pl}_{\text{бр.ваг}}}{\mathrm{Q}_{\text{бр}}}. \qquad (9.3)$$

$$\sum \mathrm{NS} = \frac{2076{,}92}{2800} = 0{,}74.$$

$$\sum \mathrm{NS} = \frac{2076{,}92}{3276} = 0{,}63.$$

Для локомотиво-километров общего пробега:

$$\sum \mathrm{MS}_{\text{общ}} = \sum \mathrm{NS}\,(1 + \mathrm{k}_{\text{общ}}), \qquad (9.5)$$

где $\mathrm{k}_{\text{общ}}$ – коэффициент общего вспомогательного пробега.

$$\sum \mathrm{MS}_{\text{общ}} = 0{,}74 \cdot (1 + 0{,}14) = 0{,}84.$$

$$\sum \mathrm{MS}_{\text{общ}} = 0{,}63 \cdot (1 + 0{,}14) = 0{,}72.$$

Для локомотиво-километров линейного пробега:

$$\sum \mathrm{MS}_{\text{лин}} = \sum \mathrm{NS}(1 + \beta_{\text{лин}}), \qquad (9.6)$$

где $\beta_{\text{лин}}$ – коэффициент вспомогательного линейного пробега.

$$\sum \mathrm{MS}_{\text{лин}} = 0{,}74 \cdot (1 + 0{,}092) = 0{,}81.$$

$$\sum \mathrm{MS}_{\text{лин}} = 0{,}63 \cdot (1 + 0{,}092) = 0{,}69.$$

Для локомотиво-часов:

$$\sum \mathrm{Mt} = \frac{\sum \mathrm{MS}_{\text{лин}} \cdot 24}{\mathrm{S}_{\text{л}}}. \qquad (9.7)$$

$$\sum \mathrm{Mt} = \frac{0{,}81 \cdot 24}{726{,}92} = 0{,}026.$$

$$\sum \mathrm{Mt} = \frac{0{,}69 \cdot 24}{782{,}55} = 0{,}021.$$

Для бригадо-часов локомотивных бригад:

$$\sum \mathrm{Mt}_{\text{бр}} = \frac{\sum \mathrm{MS}_{\text{лин}}\ \mathrm{K}_2}{\mathrm{V}_{\text{у}}}, \qquad (9.8)$$

где K_2 – коэффициент, учитывающий время вспомогательной работы локомотивной бригады, принимается $\mathrm{K}_2 = 1{,}5$.

$$\sum \mathrm{Mt}_{\text{бр}} = \frac{0{,}81 \cdot 1{,}5}{42} = 0{,}028.$$

$$\sum \mathrm{Mt}_{\text{бр}} = \frac{0{,}69 \cdot 1{,}5}{47{,}04} = 0{,}022.$$

Для тонно-километров брутто вагонов и локомотивов:

$$\sum \mathrm{Pl}_{\text{бр.(ваг+лок)}} = \sum \mathrm{Pl}_{\text{бр.ваг}} + \mathrm{P}_{\text{лок}} \sum \mathrm{MS}_{\text{лин}}, \qquad (9.9)$$

где $\mathrm{P}_{\text{лок}}$ – вес локомотива, т;

$$\sum \mathrm{Pl}_{\text{бр.(ваг+лок)}} = 2076{,}92 + 257 \cdot 0{,}81 = 2285{,}09.$$

$$\sum \mathrm{Pl}_{\text{бр.(ваг+лок)}} = 2076{,}92 + 257 \cdot 0{,}69 = 2254{,}84.$$

Для расхода топлива для поездных локомотивов:

$$\sum \mathrm{Э}_{\text{топ}} = \sum \mathrm{Pl}_{\text{бр.(ваг+лок)}}\ \mathrm{B}_{\text{топ}} \cdot 10^{-4}, \qquad (9.10)$$

где $\mathrm{B}_{\text{топ}}$ – норма расхода топлива.

$$\sum \mathrm{Э}_{\text{топ}} = 2285{,}09 \cdot 52 \cdot 10^{-4} = 11{,}88.$$

При определении нормы расхода топлива для нового варианта следует учитывать изменение и массы поезда брутто, и участковой скорости.

Увеличение массы поезда брутто на один процент уменьшает норму расхода топлива на 2 %. Коэффициент изменения нормы топлива рассчитывается по формуле:

$$\mathrm{k}_{\mathrm{Q}} = 1 - \frac{(+\mathrm{Q})\ 2\ \%}{100\ \%}, \qquad (9.11)$$

$$k_Q = 1 - \frac{(50\ \%)\ 2\ \%}{100\ \%} = 0{,}66.$$

Для корректировки нормы расхода топлива используется интегральный коэффициент, который определяется произведением коэффициента изменения нормы вследствие роста массы поезда брутто и коэффициента изменения нормы расхода топлива из-за увеличения участковой скорости:

$$k_{инт.} = k_Q \, k_V. \quad (9.13)$$

$$k_{инт.} = 0{,}66 \cdot 1{,}1164 = 0{,}73682.$$

$$B_{топ}^{нов} = B_{топ}^{баз} \, k_{инт}. \quad (9.14)$$

$$B_{топ}^{нов} = 52 \cdot 0{,}73682 = 38{,}31 \text{ кг}.$$

$$\sum Э_{топ} = 2254{,}84 \cdot 38{,}31 \cdot 10^{-4} = 8{,}6.$$

Для локомотиво-часов маневровой работы:

$$\sum Mt_{ман} = \frac{H_{ман} \sum nS}{1000}, \quad (9.15)$$

где $H_{ман}$ – норма маневровой работы, лок.-час.

$$\sum Mt_{ман} = \frac{0{,}68 \cdot 53{,}8462}{1000} = 0{,}036.$$

Для количества грузовых отправок:

$$\sum O = \frac{1000}{l_{гр} P_o}, \quad (9.16)$$

где $l_{гр}$ – средняя дальность перевозки грузов, км; P_o – вес одной отправки, т.

$$\sum O = \frac{1000}{753 \cdot 42} = 0{,}031.$$

Таблица 9.1 – Расчет измерителей работы и расходов на 1000 ткм нетто

Измерители	Расходная ставка, руб.	Величина измерителя		Расходы, руб.	
		базовый	новый	базовый	новый
1	2	3	4	5	6
Вагоно-километры	0,11	53,85	53,85	5,92	5,92
Локомотиво-километры	114,62	0,85	0,72	96,92	82,84
Локомотиво-часы	1025,1	0,03	0,02	27,41	21,77
Бригадо-часы лок. бригад	1445,16	0,03	0,02	66,77	50,95
Тонно-километры	0,00677	4100	6150	25,14	67,65
Расход топлива	31,18	13,9	8,64	370,50	269,38
Маневровые локомотиво-часы	2439,31	0,04	0,04	50	50
Количество грузовых отправок	337,47	0,03	0,03	10,67	10,67
Итого зависящих расходов	-	-	-	709,26	572,26
Условно-постоянные расходы	-	-	-	851,11	686,71
Всего расходов	-	-	-	2213,7	1775,3
Себестоимость 10 т-км нетто	-	-	-	15,6	12,59

Расчет себестоимости, руб./10 т-км, производится на 10 т-км по формуле:

$$c = \frac{C_{зав} + C_{усл.пост}}{1000} \cdot 10 \quad .(9.17)$$

$$c = \frac{709.26 + 851,11}{1000} \cdot 10 = 15,6.$$

$$c = \frac{572,26 + 686,71}{1000} \cdot 10 = 12,59$$

9.2. Расчет экономического эффекта от внедрения оптимального режима вождения поездов

Эффективность организационных и технических решений определяется сопоставлением экономического эффекта и затрат, необходимых на реализацию мероприятий. Эффективность выступает как мера рациональности использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Процесс принятия любого решения состоит из следующих составляющих: набор альтернатив (с анализом имеющихся проектов); набор результатов или преимуществ, связанных с каждым проектом; параметры окружающей деловой среды, что также должно учитываться при выборе возможных альтернативных решений; цели и задачи, которые хотят решить принимающие решение (например, максимизация прибыли); критерии, позволяющие классифицировать варианты с точки зрения того, насколько результаты способствуют достижению поставленных целей; ограничения на альтернативы. При расчете экономического эффекта учитывается изменение текущих эксплуатационных расходов, а также и единовременных затрат.

Определение текущих затрат производится для двух вариантов с использованием рассчитанной для вариантов себестоимости перевозок и неизменного объема работы по формуле:

$$C = c \sum Pl_н, \quad (9.18)$$

где C – эксплуатационные расходы; с – себестоимость перевозок, руб./10 т-км.

$$C = \frac{16{,}43 \cdot 24{,}5 * 10^9}{10} = 40{,}25 * 10^9 \ \ руб.$$

$$C = \frac{13{,}02 \cdot 24{,}5 + 10^9}{10} = 31{,}89 * 10^9 \ \ руб$$

Проведем далее определение единовременных затрат

Определение единовременных затрат включает расчет затрат в подвижной состав – вагоны и локомотивы для базового и нового варианта, проводимый по формуле:

$$K = Ц_л \ M_{рд}, \qquad (9.20)$$

где $Ц_л$ – оптовая цена локомотива

$$K = 52000000 \cdot 380{,}69 = 19{,}7 * 10^9 \ \ руб.$$

$$K = 52000000 \cdot 320{,}78 = 16{,}7 * 10^9 \ \ руб$$

Проведем далее определение годового экономического эффекта

Определение годового экономического эффекта от внедрения оптимального режима вождения поездов производится сопоставлением приведенных затрат по вариантам. Текущие (эксплуатационные) затраты и единовременные (капитальные вложения) затраты определяются с использованием нормативного коэффициента экономической эффективности по формулам:

$$Э_{год} = Э^{Б}_{пр.ив} - Э^{Н}_{пр.ив}. \qquad (9.5)$$

$$Э^{Б}_{пр.ив} = С^{Б} + К^{Б} \ Е_н, \qquad (9.6)$$

$$Э^{Н}_{пр.ив} = С^{Н} + (К^{Н} - \Delta К_{гр}) \ Е_н, \qquad (9.7)$$

где $Е_н$ – нормативный коэффициент эффективности, $Е_н = 0{,}1$.

$$Э^{Н}_{пр.ив} = 31{,}8 * 10^9 + (16{,}7 * 10^9 - 0{,}35 * 10^9) * 0{,}1 = 33{,}44 * 10^9 \ руб$$

$$Э^{Б}_{пр.ив} = 40{,}25 * 10^9 + 19{,}7^9 \cdot 0{,}1 = 42{,}22 * 10^9 \ \ руб.$$

$$Э_{год} = 42{,}22 * 10^9 - 33{,}44 * 10^9 = 8{,}78 \ руб.$$

Проведем далее определение условного высвобождения работающих.

Оптимальный режим вождения поездов заключается в условном высвобождении численности локомотивных бригад. Условное высвобождение работающих определяется по формуле:

$$\Delta r = \frac{\left(\sum Mt_{бр}^{Б} - \sum Mt_{бр}^{Н}\right)\sum Pl_{н}}{1000\, T_{эф}}, \qquad (9.8)$$

где $T_{эф}$ – эффективный фонд времени, принимаем $T_{эф} = 2030.$

$$\Delta r = \frac{(0{,}02893 - 0{,}02208)\cdot 24{,}5*10^{9}}{1000\cdot 2030} = 82{,}7 \ человек.$$

Проведем далее определение изменения расхода топлива.

В результате увеличения веса поезда происходит уменьшение нормы расхода топлива, однако увеличение участковой скорости движения вызывает рост нормы расхода топлива. Изменение расхода топлива определяется по формуле:

$$Э_{Т} = \frac{\left(\sum Э_{т}^{Б} - \sum Э_{т}^{Н}\right)\sum Pl_{н}}{1000}, \qquad (9.9)$$

где $\sum Э_{т}$ – расход топлива на 1000 т-км для базового и нового вариантов.

$$Э_{Т} = \frac{(433{,}40 - 269{,}38)\cdot 24{,}5*10^{9}}{1000} = 4{,}02*10^{9} \ руб.$$

Проведем далее определение экономической эффективности использования основных фондов.

Экономическая эффективность использования основных фондов измеряется показателем фондоотдачи. Фондоотдача характеризует съем продукции с одного рубля основных фондов. Изменение фондоотдачи по вариантам определяется по формуле:

$$\Delta Ф_{о} = \sum Pl_{н}\left(\frac{1}{K^{Н}} - \frac{1}{K^{Б}}\right). \qquad (9.10)$$

$$\Delta Ф_{о} = 24{,}5*10^{9}\cdot\left(\frac{1}{16{,}7*10^{9}} - \frac{1}{19{,}7*10^{9}}\right) = 0{,}2*10^{9}.$$

Результаты расчета экономического эффекта от использованиятепловозом 2ТЭ25А «Витязь» в трехсекционном исполнении по системеСМЕ на участке Хурмули-Мавринский при унифицированной весовой норме состава 6150 т вместо использования тепловозом 2ТЭ25А «Витязь» в двухсекционном исполненииприунифицированной весовой норме состава 4100 т представлены в табл. 9.2.

Таблица 9.2 – Результаты расчета экономического эффекта

Показатель	Единица измерения	Величина
Годовой экономический эффект	млрд. р.	8,78
Условное высвобождение работающих	чел.	83
Экономия топлива	р.	4018539000
Изменение фондоотдачи	млрд/млрд	0,2

10. БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА В ЭКСПЛУАТАЦИИ ПС

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [9].

Производственная санитария представляет собой систему организационных и санитарно-технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Производственная санитария рассматривает вопросы санитарного благоустройства предприятий, улучшения условий труда, предупреждения профессиональных заболеваний и отравлений на производстве, а также охраны здоровья трудящихся.[9].

Техника безопасности – система организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Управление охраной труда строится по принципам комплексного решения вопросов безопасности, предупреждающих действий в сфере охраны труда и экономической заинтересованности работников. Безопасность труда неотделима от производства и обеспечивается на всех его стадиях. [9].

Управление охраной труда строится по принципам комплексного решения вопросов безопасности, предупреждающих действий в сфере охраны труда и экономической заинтересованности работников. Безопасность труда неотделима от производства и обеспечивается на всех его стадиях. [9]

10.1 Анализ потенциальных опасностей воздействующих на локомотивные бригады

Параметры микроклимата в кабине машиниста локомотива (температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха) измеряют в соответствии с ГОСТ 12.2.056-81 на расстоянии 200 мм от головы и ног по периметру сиденья машиниста и помощника на высоте 150-1500 мм от пола при включенной и отключенной системах отопления или кондиционирования. Кроме того, измеряют температуру внутренних поверхностей кабины машиниста: полы, передней, задней и боковых стенок.

При наличии в кабине термоизоляции (коврика, обивки, обмазки) измерения поверхностных температур проводят на поверхности теплоизолирующих материалов. Испытания в кабине машиниста проводят непрерывно 5-6 часов с записью показателей микроклимата через 15 минут при работе с закрытыми окнами и дверями. При открытии окон или дверей по производственной необходимости очередные измерения проводят не ранее, чем через 15 минут после их закрытия. Измерения проводят на стоянке или при движении локомотива со скоростью не менее 40 км / ч.Опасными и вредными производственными факторами, воздействующими на локомотивные бригады, являются:

- движущийся подвижной состав и транспортные средства;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенная запылённость или загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте;
- подвижные части оборудования тягового подвижного состава (далее – ТПС);
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;

- повышенный уровень инфразвуковых колебаний;

- возможность образования горючей среды вследствие утечек или выбросов под избыточным давлением из трубопроводов масла, дизельного топлива и нагретых газов, а также возможность возникновения источников загорания с последующим воспламенением горючих материалов и жидкостей;

- токсические, раздражающие сенсибилизирующие вещества, проникновение которых может происходить через органы дыхания и кожные покровы;

- нервно-психические перегрузки с умственным перенапряжением на фоне монотонного труда с периодическими эмоциональными стрессами .

Нормы искусственного освещения на локомотивах установлены соответствует СНиП 11-4 -79. В кабине машиниста светильники общего освещения должны обеспечивать нормальную освещенность, а вуровня пульта управления - 20 - 30 люкс. Эти светильники могут включаться на яркий свет (нормированную освещенность) или тусклый свет - 10% номинальной освещенности.[10].

Для освещения шкал и ленты скоростемера, графика движения, столика на рабочем месте помощника машиниста устанавливают местные светильники, которые должны обеспечивать освещенность в указанных местах 10 - 15 Лк с ее регулированием до 1 Лк.Светильники в кабине машиниста располагают так, чтобы прямой и отраженный от зеркала поверхностей световой поток ламп не попадал в глаза машиниста и его помощника при управлении локомотивом в положении сидя и стоя.[10].

10.2 Краткая характеристика проектируемого объекта

Деятельность машиниста протекает на фоне постоянного нервно-психического напряжения, обусловленного сознанием своей ответственности за жизнь пассажиров и материальные ценности, за обеспечение безопасности движения. Машинист находится в постоянной готовности отреагировать в любой момент на появляющиеся внезапно сигналы. Общая сумма раздражителей, действующих на машиниста во время одной поездки, в среднем составляет около 7

тысяч, из которых 800-900 являются производственно важными (светофоры, сигналы, указатели и т.п.). Высокое устойчивое внимание и постоянная бдительность составляют гарантию безопасного движения поездов.[10]

Труд машиниста имеет эмоциональную окраску. Машинист всегда чувствует большую ответственность за обеспечение безопасности движения, его работа протекает в тесном контакте со многими людьми: помощником машиниста, диспетчером, дежурным по горке, составителем, стрелочниками. Различие темпераментов, несработанность, нечеткие указания или нечеткое их исполнение и другие причины, объединяемые условным понятием «психологическая несовместимость», являются причинами отрицательных эмоций. Эмоции отрицательного характера могут оказывать неблагоприятное влияние на состояние многих функций (замедлять и ухудшать восприятие, точность ответа и прочее). [10]

Анализ заболеваемости работников локомотивных бригад показывает, что значительная их часть вызвана простудами, зависящими от микроклимата па рабочих местах. В кабине машиниста при открытии окон зимой наблюдают резкое изменение температуры. Разница температур по высоте кабины достигает 8-15^{0}С [10].

10.3 Разработка мероприятий по созданию безопасных условий труда

Основой борьбы с утомляемостью локомотивных бригад является рациональная организация труда и отдыха, создание гигиенических условий труда, исключающих факторы, оказывающие неблагоприятное воздействие на организм машиниста и помощника машиниста локомотива [11].

Для обеспечения электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12. 1. 030 - 81 "Электробезопасность. Защитное заземление, зануление "использовано закрытое исполнение щитов, рубильников, светильников, электродвигателей.[10]

Основными защитными изолирующими средствами от поражения электрическим током является монтерский инструмент с изолированными ручками,

а также перчатки, галоши и коврики с диэлектрической резины. Контрольные периодические испытания перчаток на электрическую прочность выполняются не реже одного раза в 6 месяцев, галош - не менее одного раза в год, а ковриков - не менее одного раза в два года.
Для обеспечения здоровых и безопасных условий труда необходимо принять следующие меры:

1) обеспечить своевременное выполнение комплексных мероприятий по выполнению нормативов безопасности, создания безопасных и безвредных условий труда;

2) провести аттестацию рабочих мест;

3) обеспечить строгое соблюдение должностными лицами требований Закона России "Об охране труда" и нормативных актов.

4) Для того, чтобы ликвидировать недостатки по охране труда и окружающей среды необходимо заинтересовать ответственных за пожарную опасность, технику безопасности при выполнении своих обязанностей и уделять больше внимания охране труда.

Различают две основные составляющие шума: воздушный и корпусную. В первом случае шум проникает в кабину машиниста из-за наличия щелей, неплотности в ограждениях, полу, потолке, стенах. Во втором шум возникает из-за вибраций ограждений, переданных от источника по конструкциям.Для снижения звукоизоляции устанавливают резиновые амортизаторы пола, эластичные элементы крепления внутренней обивки, стекол кабины. С этой целью машинное отделение от кабины машиниста на магистральных тепловозах уединенное тамбуром.[11].

На локомотивах как звукоизоляцию используют материалы, которые обладают большим акустическим сопротивлением (дерево, пластик, органическое и силикатное стекло). Конструкции из таких материалов отражают звуковые волны, проникающие в кабину машиниста снаружи. Звукопоглощающие материалы (паралон, войлок, штапельное, капроновая и стекловолокно) способны активно поглощать падающее на них звуковую энергию.

На тепловозах нового образца отечественного производства звукоизоляция выполнена из стекла плиты в виде отдельных пакетов различных размеров, обтянутых полиамидной пленкой, склеенной полиамидным клеем, и штапельного волокна из капроновых отходов в виде отдельных матов, обтянутых стекловолокном. Мать и пакеты заключены в каркас кабины. По задней стенке от потолка до пола между стекло плитою и волокнами заключена фанера толщиной 10 мм. Ниже уровня пола изоляция только с стекло плиты толщиной 100 мм. Места прохода труб и кабелей через заднюю стену кабины также уплотняют волокнами. Внутренняя поверхность внешней обшивки и каркас покрыты против шумной мастикой толщиной 4 - 6 мм. На опорных поверхностях каркаса под установку листов внутренней обшивки проложены полосы термошумо изоляционного картона ТШ - 1.

Внутренняя обшивка кабины машиниста выполнена из алюминиевых перфорированных листов с диаметром отверстий перфорации 3 мм, шагом 4,5 мм. На перфорированные листы наклеена стеклоткань клеем на основе ЭД - 5, ЭД - 6.[11]

Уровень вибраций на рабочих местах локомотивных бригад во многом зависит от плавности хода тепловоза. Поэтому осуществление технических мероприятий по совершенствованию конструкций тележек способствует улучшению условий труда локомотивных бригад.[11].

На станциях оборота локомотивов или в пунктах смены локомотивных бригад для машинистов и их помощников устраивают дома отдыха, в которых обеспечивают все необходимые условия для нормального отдыха. Дома отдыха строят по типовым проектам. Ввод в эксплуатацию домов отдыха размещенных как в специально построенных, так и в приспособленных для этих целей зданиях, производят только после разрешения на это органов санитарного надзора, пожарной охраны дороги и технической инспекции труда ЦК профсоюзов. В целях лучшего отдыха локомотивных бригад в домах отдыха предусмотрены отдельные спальные

комнаты для отдыха одной бригады. Наряду с двухместными комнатами па каждом этаже должны быть комнаты на три человека (для бригад, работающих с машинистом-инструктором или стажером) и на одного человека, их количество определяется при привязке проекта. [11]

В районах с наружной летней температурой ниже 30°С в спальных комнатах должна устанавливаться вытяжная вентиляция.

В каждой спальной комнате установлены кровати, открытые вешалки (для халатов и пижам), стол и половые дорожки. Для каждого отдыхающего предусмотрена, кроме этого тумбочку. В спальных комнатах домов отдыха на окнах весят затемняющие шторы. Каждому отдыхающему выделяют чистое постельное белье.

При домах отдыха организуют столовые с диетическим питанием, обслуживающие только отдыхающих и обслуживающий персонал. Локомотивные бригады обслуживаются вне очереди.[11]

В доме отдыха стоит бак с кипяченой питьевой водой. В помещении дежурного по дому отдыха устанавливают телефон, часы, а так же доску и журнал для регистрации отдыхающих с указанием начала и окончания отдыха.

Дома отдыха должны размещаться в зданиях постоянного типа, удовлетворяющих требованиям действующих санитарных норм проектирования промышленных предприятий и Правил устройства и содержания домов отдыха.

Ввод в эксплуатацию домов отдыха, размещаемых как в специально построенных, так и в приспособленных для этих целей зданиях, можно осуществлять только после разрешения на это органов санитарного надзора,

пожарной охраны дороги и технической инспекции профсоюза рабочих железнодорожного транспорта.[11]

Строительство новых домов отдыха должно вестись по типовым проектам и удовлетворять требованиям санитарных и технических норм.

Приспособление для этих целей существующих помещений устраивается применительно к типовым проектам и согласовывается в установленном поряд-

ке с Главным санитарным врачом дороги, пожарной охраной и технической инспекцией профсоюза рабочих железнодорожного транспорта. Спальные комнаты, при этом, должны быть рассчитаны для отдыха только одной бригады. Все окна помещений дома должны иметь фрамуги с боковыми закрылками или форточки.

Согласно Правиламустройства и содержания домов отдыхалокомотивных бригад. Расстояние от участка строительства дома отдыха до железнодорожных путей и производственных объектов должно обеспечивать интенсивность шумов не выше установленных “Санитарных норм допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки”, но не ближе 50 м.

В каждом доме отдыха для локомотивных и поездных бригад должны быть:

а) спальни;

б) гардеробные;

в) душевые с раздевалками и сушилками;

г) кухня;

д) помещение для приема грязной одежды;

е) столовая или комната для принятия пищи с доставкой горячих блюд;

ж) красный уголок;

з) дезкамера;

и) комната обслуживающего персонала;

к) бельевая;

л) уборные для мужчин.

Душевые и гардеробные должны проектироваться по типу санпропускника. [11]

Дополнительно к указанному перечню помещений в домах отдыха, где отдыхают поездные бригады, должны быть помещение для хранения тулупов с использованием имеющейся сушилки.

Дома отдыха локомотивных и поездных бригад, расположенные в климатических зонах с расчетной наружной температурой выше +28°С и выше, должны оборудоваться установками кондиционирования воздуха.

В домах отдыха расположенных в климатических зонах с расчетной наружной температурой ниже 30°С, для спальных комнат должна проектироваться вытяжная вентиляция с естественным побуждением, а также по требованию заказчика, допускается проектирование установок кондиционирования воздуха.

Вентиляция хозяйственно-бытовых помещений должна быть, как правило, приточно-вытяжная с механическим побуждением[11].

Спальные комнаты должны устраиваться на одну бригаду, состоящую из двух человек, из расчета не менее 6 м^2 площади на отдыхающего.

Для стирки белья при доме отдыха должна быть прачечная. При наличии в местах, где находится дом отдыха, прачечной в других организациях, таковая при доме отдыха может не устраиваться.

В каждом доме отдыха локомотивных и поездных бригад должно быть организованно круглосуточное горячее питание с приготовлением пищи на месте из полуфабрикатов или сырья, а также должно быть организовано диетическое питание.[11]

Для этой цели в домах отдыха должны быть выделены и оборудованы обеденные залы и необходимые производственные помещения столовой.

В домах отдыха, построенных не по типовым проектам или размещенным в приспособленных для этих целей существующих помещениях, должны быть предусмотрены столовые, площадь которых определяется в зависимости от количества мест в доме отдыха.

В домах отдыха, в зависимости от количества мест для отдыхающих, в столовой должен быть обеденный зал:

а) на 30 мест – 12 посадочных мест (кухня не менее 28,0 м^2, моечная – 5,0 м^2, кладовая 5,0 м^2 , гардероб, душ, туалет для персонала – 10,0 м^2);

б) на 60 мест – 16 посадочных мест (производственные и подсобные помещения должны соответствовать типовому проекту дома отдыха);

в) на 90 мест – 24 посадочных места;

г) на 120 мест – 36 посадочных мест.

Производственные и подсобные помещения при столовой с обеденным залом на 24 и 36 посадочных мест, работающей на сырье или полуфабрикатах, должны соответствовать требованиям норм проектирования предприятий общественного питания.[11]

Столовые дома отдыха должны быть обеспечены необходимым холодильным, технологическим оборудованием, кухонным инвентарем, столовой посудой согласно существующих норм оснащения предприятий общественного питания и санитарных правил.

Душевые помещения при доме отдыха должны иметь:

а) 3 душа на количество отдыхающих менее 60 человек, 4 душа от 60 до 90 человек, 5 душей – свыше 90 человек;

б) изолированное помещение для переодевания, оборудованное скамьями шириной 0,4 м из расчета на каждый душ 3 места по 0,6 м длины каждое.

Ширина прохода между скамьями должна быть не менее 1 м, что и имеется в настоящем доме отдыха;

в) кабины для душевой размером 0,9 $\times$ 0,9 м, а мы имеем 0,8 $\times$ 0,8 м, что весьма занижено;

г) ширина проходов между кабинами и стенкой не менее 1,2 м, а мы имеем1,5 м, что вполне соответствует настоящим правилам;

д) запорные вентили для горячей и холодной воды с расположением их при входе в кабины, расположение их на задних стенках запрещается;

е) водонепроницаемые раздвижные занавески и полочки для мыла в каждой кабине.[11]

Для сушки обуви и одежды должно быть оборудованное сушильное помещение из расчета 0,2 м^2 площади на отдыхающего, но общей площадью не менее 8,0 м^2.

Кровати в спальных комнатах должны быть расставлены с соблюдением разрывов: между кроватями не менее 0,5 м, между изголовьями 0,2 м, от наружных стен не менее 0,5 м, центральный проход должен быть не менее 1,3 м.

Согласно «Правилам устройства и содержания домов отдыха локомотивных бригад» в каждой спальной комнате должны быть - кровати с сетками, ниша или открытые вешалки (для халатов и пижам), стол с салфеткой, графин с питьевой водой и половые дорожки, а так же:

а) тумбочка с салфеткой;

б) стул или табурет;

в) коврик.

Применение топчанов для отдыха локомотивных и поездных бригад запрещается.[11]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были проведены тяговые и экономические расчеты грузового состава во главе с тепловозом 2ТЭ25А на участке Комсомольск-на-Амуре – Новый Ургал. Проведены, соответственно, построения плана и профиля пути, спрямление пути, построении диаграмм удельных сил для тепловоза 2ТЭ25А на участке Комсомольск-на-Амуре – Новый Ургал, определены графически допускаемые скорости и на их основе построены графики скорости, времени и тока для локомотива на участке Комсомольск-на-Амуре – Новый Ургал. По итогам рассчитаны экономические характеристики поезда согласно которым можно проводить анализ о показателях движения на участке.

По результатам выполненой работы были изучены:

- теоретические основы процессов образования сил тяги, сопротивления движению и торможения поезда;

- методы решения уравнения движения поезда – аналитический, графический и численный с помощью ЭВМ;

- тяговые характеристики локомотивов;

- методы определения скорости и времени хода поезда по участку;

- методы расчета нормирования и планирования расхода энергоресурсов локомотивами на тягу поездов;

- методы оптимальных режимов вождения поездов и особенности двождения тяжеловесных и длинносоставных поездов;

Получены навыки в проведении и выполненены следующие расчеты:

- выполнены расчеты по установлению норм массы составов для участков и направлений;

- определены скорость и время хода поезда по заданному участку методом графического и численного интегрирования уравнения движения поезда;

- выполнены тормозные расчеты;

- обоснованы тяговые параметры тепловоза 2ТЭ25А на участке Комсомольск-на-Амуре – Новый Ургал;

- разрабатны нормы расхода энергоресурсов на тягу тепловоза 2ТЭ25А на участке Комсомольск-на-Амуре – Новый Ургал;

- использованы при выполнении всех расчетов стандартное программное обеспечения персонального компьютера.

Из проведенных расчетов видно, что использование тепловоза 2ТЭ25А для заданного участка Комсомольск-на-Амуре-Новый Ургал невозможно для состава унифицированной весовой нормы 4000 т из-за того, что самый большой расчётный подъем по наиболее тяжелым для грузовых перевозок условиям эксплуатации фиксируется на перегоне Хурмули-Мавринский.

Поэтому для заданного участка Комсомольск-на-Амуре - Новый Ургал предлагается использование тепловозов серии 2ТЭ25Ах2 «Витязь» в исполнении по системе СМЕ.

При этом унифицированная весовая норма для вождения грузовых поездов увеличится в 2 раза и составит 6000 т.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила тяговых расчетов для поездной работы / МПС СССР. – М. : Транспорт, 1985. – 287 с.

2. Кузьмич, В.Д. Теория локомотивной тяги : учеб. для вузов ж.-д. транспорта / В.Д. Кузьмич, В.С. Руднев, С.Я. Френкель ; под ред. В.Д. Кузьмича. – М. : Маршрут, 2005. – 448 с.

3. Бабичков, А.М. Тяга поездов и тяговые расчеты : учеб. для вузов ж.-д. транспорта / А.М. Бабичков, П.А. Гурский, А.П. Новиков. – М. : Транспорт, 1971. – 280 с.

4. Гребенюк, П.Т. Тяговые расчеты : справочник / П.Т. Гребенюк, А.Н. Долганов, А.И. Скворцова ; под ред. П.Т. Гребенюка. – М. : Транспорт, 1987. – 272 с.

5. Методические указание на выполнение курсовой работы: Экономика транспорта – экономическая эффективность внедрения новых режимов вождения поездов / О. Б. Лазарева / Хабаровск, Издательство ДВГУПС 2013.

6. Осипов, С.И. Теория электрической тяги : учеб. для вузов ж.-д. транспорта / С.И. Осипов, С.С. Осипов, С.Я. Феоктистов ; под ред. С.И. Осипова. – М. : Маршрут, 2006. – 434 с.

7. Рациональные режимы вождения поездов и испытания локомотивов / под ред. С.И. Осипова. – М. : Транспорт, 1984. – 280 с.

8. Постол, Б.Г. Теоретические основы разработки рациональных режимов вождения поездов и расчета масс составов : учеб-метод. пособие / Б.Г. Постол. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 1998. – 61 с.

9. Инструкция по техническому нормированию расхода электрической энергии и топлива тепловозами на тягу поездов. ЦТ/2564. – М. : Транспорт, 1968. – 46 с.

10. Постол, Б.Г. Графоаналитический метод расчета уравнения топливно-энергетического паспорта локомотива / Б.Г. Постол // Исследование надежности и экономичности дизельного подвижного состава : межвуз. сб. науч. тр. –

Омск : Омский ин-т. инж. ж.-д. транспорта, 1983. – С. 71–73.

11. Постол, Б.Г. Нормирование расхода топлива и электрической энергии на тягу поездов за поездку : метод. пособие / Б.Г. Постол. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2001. – 36 с.

12. Постол, Б.Г. Нормирование расхода топлива и электрической энергии на тягу поездов за поездку : метод. пособие / Б.Г. Постол. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2001. – 36 с.

1. Постол Б.Г. Теория локомотивной тяги: Учебное пособие / Б.Г.Постол – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2009.– 108 с.: ил.

13. Правила тяговых расчетов для поездной работы / МПС СССР – М.: Транспорт, 1985Официальный сайт ОАО «РЖД». Режим доступа: [http://www.rzd.ru/].

14. Служебный сайт департамента локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» в Интр***а***нете. Режим доступа: [http://10.200.1.70]

15. Тяга поездов : учеб. пособие / Б.Г. Постол, Е.Н. Кузьмичев. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2011. – 74 с. : ил.

16. Официальный сайт компании «ТРАНСМАШХОЛДИНГ». Режим доступа: [http://www.tmholding.ru/

17. Инструкция по охране труда для локомотивных бригад распоряжения ОАО "РЖД" от 23.05.2013 N 1173р.

18. Типовая инструкция по охране труда для локомотивных бригад ТОИ Р- 32-ЦТ-555-98.

19. Положение по устройству и содержанию домов и комнат отдыха локомотивных бригад ЦТК-10-2001.

20. Математическая теория оптимальных процессов. - 3-е изд./ Л.С. Понтрягин и др. - М.: Наука, 1976. - 392 с.

21. Постол Б.Г., Соколов А.А. Применение принципа максимума для оптимального управления движением тепловоза //Материалы XXVII научно-технической конференции кафедр института.-Вып.2.-Хабаровск: ХабИИЖТ, 1971. - С.11-12.

22. Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационное исчисление. - М.: Физматгиз, 1961. - 387 с.

23. Петров Ю.П. Оптимальное управление движением транспортных средств. - Л.: Энергия, 1969. - 96 с.

24. Никулин М.А., Шегалов И. Л. Оптимизация систем регулирования и управления тепловозом. - М.: Транспорт, 1971. - 192 с.

25. Постол Б.Г. Применение ЭВМ для производства оптимальных тяговых расчетов //Материалы научной конференции молодых ученых кафедр института. Вып.4. - Хабаровск: ХабИИЖТ, 1973. - С.102-112.

26. Постол Б.Г. Численный метод определения установившейся скорости движения поезда //Вопросы эксплуатации и ремонта подвижного состава в условиях Дальнего Востока: Труды ин-та. - вып.51. - Хабаровск: ХабИИЖТ, 1984. - С.48-51.

27. Постол Б.Г. Теоретические основы оптимальных тягово-энергетических расчетов //Тезисы докладов XXXVIII Всероссийской научно-практи-ческой конференции. - Хабаровск: ХабИИЖТ, 1993. - С.42-43.

28. Правила тяговых расчетов для поездной работы / МПС СССР - М.: Транспорт, 1985. - 287 с.

29. Экспериментальное определение сопротивлений подвижного состава колеи 1067 мм и 1520 мм на тележках колеи 1067 мм /Григоренко В.Г., Кравченко Е.А., Первушин В.М., Постол Б.Г. //РЖ ВИНИТИ Железнодорожный транспорт. - 1981. - №7. - реф.7В12-81.

30. Бабичков А.М., Гурский П.А., Новиков А.П. Тяга поездов и тяговые расчеты. - М.: Транспорт, 1971. -280 с.

31. Астахов П.Н., Гребенюк П.Т., Скворцова А.И. Тяговые расчеты: Справочник / Под ред. П.Т. Гребенюка - М.: Транспорт, 1987. - 272 с.

32. Осипов С.И. Основы электрической и тепловозной тяги. Учебник для техникумов ж.-д. транспорта. - М.: Транспорт, 1985. - 408 с.

33. Постол Б.Г. Тяговые расчеты: Методические указания. - Хабаровск.: ХабИИЖТ, 1984. - 58 с.

34. Постол Б.Г. Решение задач тяги на персональной ЭВМ Искра-226: Методические указания. - Хабаровск: ХабИИЖТ, 1986. - 25 с.

35. Постол Б.Г. Теория локомотивной тяги: Методические указания. - Хабаровск: ДВГАПС, 1994. - 55 с.

36. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации: ЦРБ/162. - М.: Транспорт, 1993. - 161 с.

37. Инструкция по организации обращения грузовых поездов повышенного веса и длины: ЦД-ЦТ/4485. -М.: Транспорт, 1988. - 23 с.

38. Иноземцев В.Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава: Вопросы и ответы. - М.: Транспорт, 1987. - 207 с.

39. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации: ЦРБ/176. - М.: Транспорт, 1994. - 129 с.

40. Инструкция по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог: ЦТ-ЦВ-ЦЛ-ВНИИЖТ/277. - М.: Транспорт, 1994. - 96 с.

41. Паристый И.Л., Черепашенец Р.Г. Вождение поездов повышенного веса и длины (опыт Московской железной дороги). - М.: Транспорт, 1983. - 240 с.

42. Тягово-эксплуатационные испытания тепловозов на новых участках БАМ ж.д.: Отчет о НИР / ХабИИЖТ; Руководитель Б.Г.Постол № ГР. 01850063762.

43. Железнодорожный транспорт за рубежом: Обзор. Вып.1 / ЦНИИТЭИ МПС. - М., 1987. - 103 с.

44. Развитие локомотивной тяги /Н.А.Фуфрянский, А.Н.Долганов, А.С.-Нестрахов и др. Под ред. Н.А.Фуфрянского и А.Н.Бевзенко.-2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1988. - 344 с.

45. Гребенюк П.Т. Динамика торможения тяжеловесных поездов. - М.: Транспорт, 1977. - 152 с.

46. Расчеты и испытания тяжеловесных поездов /Под ред. Е.П.Блохина. М.: Транспорт, 1986. - 263 с.

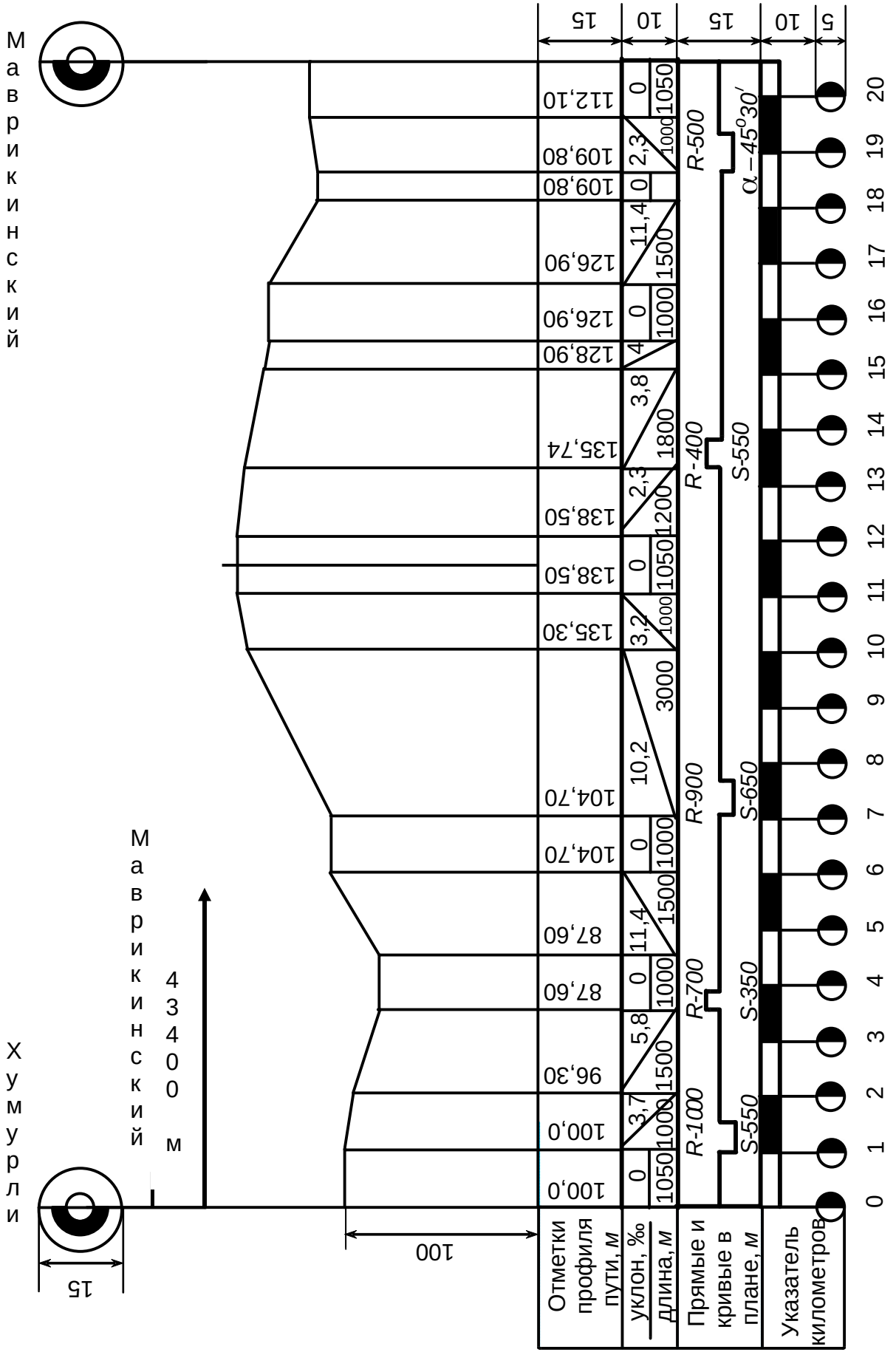
47. Повышение массы грузовых поездов / Под ред. А.Л.Лисицина // Сб.-науч.тр. - М.: Транспорт, 1985. - 147 с.

48. Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) / Минтяжмаш-ВНИИВ, МПС-ВНИИЖТ. - М., 1983. - 251 с.

49. Вершинский С.В., Данилов В.Н., Челноков И.И. Динамика вагона. - М.: Транспорт, 1978. - 352 с.

50. Иноземцев В.Г. Технические проблемы увеличения веса грузовых поездов // Тр. ВНИИЖТ. - Вып. 629. - М.: Транспорт, 1980. С. 4-8.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



План и профиль пути на участке Хумурули-Маврикинский