Федеральное агентство железнодорожного транспорта

Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

Кафедра: «Локомотивы и локомотивное хозяйство»

Курсовая работа

По дисциплине: «Локомотивы (общий курс)»

Сравнение основных показателей тепловозной и электрической тяги

Студент группы ТЛТ – 451

Меркулов П.М.

Консультант: Яцков М.А.

Москва 2008

**Содержание:**

Введение

1.Определение основного удельного сопротивление движению

1.1 Определить основное удельное сопротивление локомотива (тепловоза и электровоза )

1.2 Определение основного удельного сопротивлению движению поезду (вагонов )

1.3 Определение общего полного сопротивления поезда

2 Определение средней скорости движения поезда по участку используя различные режимы тяги

3. Определение касательной мощности локомотива

4. Определение расходов энергоресурсов различными видами тяги

4.1 Определение расходов топлива тепловозом на тягу поездов

4.2 Определение расходов электроэнергии электровозом

5. Сравнение электровозной и тепловозной тяги

5.1 Сравнение видов тяги по расходу энергоресурсов

5.2 Сравнение локомотивов по тяговым характеристикам

6. Индивидуальное задание

Вывод

Список используемых источников

**Введение:**

Исходные данные:

1) Серия тепловоза 2М62

2) Число секций тепловоза 2

3) Серия электровоза ВЛ 11

4) Число секций электровоза 2

5) Вес состава , кН. 30000

6) Длина эксплуатируемого участка, км - 450

7) Расчетный подъем , ‰ - 2

8) Характеристика состава

8.1) Масса 4-х осных вагонов на роликовых подшипниках , т – 50 (40%)

8.2) Масса 6-ти осных вагонов на роликовых подшипниках , т – 90 (60%)

9) Тема индивидуального задания «Провести спрямление пути (профиль № 10)»

Необходимо рассчитать или выбрать:

1. Удельное и полное сопротивление движение поезда по перегону
2. Определить среднюю участковую скорость и время движение поезда по перегону
3. Определить расход энергоресурсов на тягу поездов
4. Провести сравнение двух видов тяги
5. Выполнить индивидуальное задание

**1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ**

**ДВИЖЕНИЮ ПОЕЗДА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТЯГИ**

**1.1 Определение основного удельного сопротивление движению**

**локомотивов**

Неуправляемые внешние силы, направленные в сторону противоположную направлению движения поезда и, следовательно, препятствующие его движению, называются действительными силами сопротивления движению.

Сопротивлением движению поезда называют эквивалентную силу, приложенную в зонах (точках) касания колес с рельсами, на преодоление которой затрачивается такая же работа, как на преодоление всех неуправляемых действительных сил препятствующих движению.

Классификация сил сопротивления основана на их разделении по следующим признакам, с соответствующими обозначениями:

а) по отношению к весу подвижного состава различают:

-полное сопротивление - W, Н;

-удельное сопротивление - w, Н/кН.

б) по условиям эксплуатации:

-основное сопротивление - WO, w0;

-дополнительные сопротивления - Wдоп, wдоп;

-добавочное сопротивление при трогании с места – Wтр,wтр;

-общее сопротивление - WK, wк.

В первом разделе курсовой работы необходимо определить общее удельное сопротивление поезда приложенное в точке касания колеса с рельсом и являющаяся эквивалентной результирующей всех сил сопротивления WK

Общее сопротивление движению подвижного состава представляет собой алгебраическую сумму основного, дополнительных и добавочного сопротивлений.

Определение основного удельного сопротивления движению локомотивов производится по следующей эмпирической зависимости, Н/кН

, (1)



где V – скорость движения локомотива , км/ч

Для тепловоза - определяются два значения основного удельного сопротивления движению локомотива wo: при движении с расчетной vp и конструкционной vK скоростями; значения расчетной vp и конструкционной - vK скоростей движения принимаются по данным ПТР

Для тепловоза 2М62 vp=20 км/ч

vк=100 км/ч

Поэтому: при vp



при vк



Для электровозов постоянного тока - расчеты величины wo проводятся для скоростей движения: длительного режима v∞ и конструкционной vK ; значения скорости длительного режима v∞ и конструкционной скорости vK движения принимаются по данным ПТР.

Для электровоза 2ВЛ11 v∞=51,2 км/ч

vк=100 км/ч

Поэтому: при v∞



при vк



**1.2 Определение основного удельного сопротивления движению состава поезда (вагонов)**

Основное удельное сопротивление движению грузового состава поезда, состоящего из четырех- и шестиосных вагонов,определяется по следующей формуле, Н/кН

(2)



где α,β- доля веса четырех- и шестиосных вагонов в составе поезда, соответственно (из задания);

- основное удельное сопротивление движению четырехосных вагонов на роликовых подшипниках, Н/кН; - основное удельное сопротивление движению шестиосных вагонов, Н/кН.



Величины и определяются по эмпирическим формулам в зависимости от загрузки вагонов q0, скорости движения v и типа пути.



, (3)



, (4)



Расчеты основного удельного сопротивления движению состава поезда (вагонов) wo' рекомендуется провести раздельно по видам тяги:

а) для тепловоза - при ведении поезда с расчетной vp и конструкционной vK скоростями движения;

б) для электровоза - при ведении поезда со скоростью длительного

режима v∞ и конструкционной скоростью vK движения.

Для тепловоза 2М62:

Н/кН при vp



Н/кН при vк



при vp



при vк



при vp



при vк



Для электровоза 2ВЛ11:

Н/кН при v∞



Н/кН при vк



при v∞



при vк



при v∞



при vк



**1.3. Определение общего полного сопротивления движению поезда**

Общее полное сопротивление движению поезда WK представляет собою алгебраическую сумму основного и дополнительного сопротивления от уклона профиля пути сопротивлений, Н

Wк = W0 + Wi (5)

где Wo - основное полное сопротивление движению поезда, Н

Wo=w0'P+ wo"Q, (6)

где - основное удельное сопротивление движению локомотива, Н/кН; определяется по уравнению (1);



- основное удельное сопротивление движению состава поезда, Н/кН; определяется по формуле (2);



Р - сцепной вес локомотива, кН; определяется по данным таблиц 22 и 5ПТР[1]; Рт=2380кН ; Рэ=1840кН ;

Q - вес состава поезда, кН; (из задания); Q=30000kH

Wj -дополнительное сопротивление движению поезда от уклона профиля пути, Н; определяется по следующей зависимости:

Wi = iр(P+Q), (7)

ip - крутизна расчетного уклона (подъема),‰ (из задания). ip=5‰

Подставив (6) и (7) в уравнение (5), после простейших алгебраических преобразований получим, Н

(8)



При выполнении курсовой работы величина общего полного сопротивления движению поезда Wk определяется по формуле (8) раздельно по видам тяги для скоростей движения: а) для тепловоза - при ведении поезда с расчетной vp и конструкционной vK скоростями движения;

б) для электровоза - при ведении поезда со скоростью длительного режима v∞ и конструкционной скоростью vK движения:

Для тепловоза 2М62:

при vp



при vk



Для электровоза 2ВЛ11:

при v∞



при vk Результаты расчетов величины общего полного сопротивления движению поезда WK целесообразно оформить в виде таблицы, аналогичной табл. 1.



Таблица 1

Результаты расчетов величины общего полного сопротивления движению поезда Wк

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетная величина | Тепловоз | | Электровоз | |
|  | Vр, км/ч | VK, км/ч | V∞,км/ч | VK, км/ч |
| wo,H/kH | 2,22 | 5,9 | 3,1 | 5,9 |
| wo4", Н/кН | 0,85 | 1,65 | 1 | 1,65 |
| ,H/kH | 0,883 | 1,417 | 1,028 | 1,417 |
| H/kH | 0,87 | 1,51 | 1,02 | 1,51 |
| WK,кH | 96 | 124 | 99 | 119 |

**2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ВРЕМЕНИ ХОДА ПОЕЗДА ПО УЧАСТКУ**

**2.1. Определение средней скорости движения поезда по участку при использовании различных режимов тяги**

Для определения скорости и времени хода поезда по участку предлагается использовать способ равновесных скоростей, который относится к числу приближенных методов.

Равновесной скоростью называют скорость установившегося равномерного движения на уклоне известной крутизны (например, на расчетном подъеме) продольного профиля пути.

Скорость равномерного движения поезда v^, на уклоне крутизной ip находят решением уравнения движения поезда из условия равновесия силы тяги локомотива FK и общего полного сопротивления движения поезда WK. Таким образом можно записать

FK=WK. (9)

При выполнении курсовой работы предлагается использовать графический метод определения равновесных скоростей для различных видов тяги.

Определение средней (равновесной) скорости движения по участку графическим методом сводится к определению точек пересечения тяговой характеристики FK=f(v) заданной серии локомотива и кривой общего полного сопротивления движению поезда WK=^v), ведомого этим локомотивом.

В результате получаем для тепловоза 2М62 vcp=44 км/ч

для электровоза 2ВЛ11 vcp=98 км/ч

**2.2 Определение времени хода поезда по участку**

Время хода поезда по участку во главе с локомотивом данного типа можно определить по следующей формуле :

(10)



где S - длина участка обращения локомотивов, км S=450;

Vcpi- средняя (равновесная) скорость движения поезда во главе с локомотивом i-ro типа, км/ч.: vср2ВЛ11=98 ; vср2М62=44 ;

Для тепловоза 2М62 :



Для электровоза 2ВЛ11 :



**3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАСАТЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ЛОКОМОТИВОВ**

Касательной мощностью локомотива называют мощность, развиваемую на его ведущих колесах и используемую для движения поезда.

Касательную мощность (на ободе колес) локомотива целесообразно определять по параметрам тяговой характеристики тепловоза или электровоза.

Так, касательная мощность тепловоза NK может быть определена из следующего выражения, кВт

(11)



Где vi-текущее значение скорости, км/ч; Fki-текущее значение касательной силы тяги, Н; определяется по тяговой характеристике FK=f(v) локомотива с учетом числа секций. Касательная мощность электровоза Рк, кВт

(12)



Расчеты касательной мощности NK=fl[v) и PK=f(v) локомотивов нужно провести раздельно по видам тяги: для тепловоза по формуле (11), для электровоза - по (12) с учетом числа секций.

Результаты расчетов характеристик NK=fl[v) и PK=f(v) целесообразно оформить в табличной форме, аналогичной табл. 2

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| v,км/ч | 0 | 10 | 12 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|  | 720 | 600 | 610 | 400 | 280 | 210 | 170 | 150 | 105 | 100 | 90 | 80 |
|  | 0 | 1667 | 2033 | 2222 | 2333 | 2333 | 2361 | 2500 | 2041 | 2222 | 2250 | 2222 |
|  | 600 | 530 | 520 | 500 | 480 | 465 | 455 | 400 | 265 | 200 | 145 | 110 |
|  | 0 | 1472 | 1734 | 2778 | 4000 | 5167 | 6319 | 6667 | 5153 | 4444 | 3625 | 3056 |

По данным таблицы 2 необходимо в произвольном масштабе построить графические зависимости: -для тепловоза и PK=f(v) -для электровоза.



**4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

**РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ТЯГИ**

**4.1. Определение расхода топлива тепловозом на тягу поездов**

Расход топлива тепловозом можно определить двумя способами: по данным ПТР[1] и выполненной тепловозом механической работы:

а) определение расхода топлива тепловозом Е по данным ПТР можно выполнить по следующей зависимости, кг

(13)



где Gмин- минутный расход топлива одной секцией тепловоза, кг/мин; определяется следующим образом: нужно по данным ПТР [1] построить в масштабе кривую Gмин=f(v) для максимальной позиции рукоятки контроллера машиниста, затем по кривой Gмин =f(v) для скорости vcp определить величину GMHH;



nc - число секций тепловоза; nc=2 : tT- время хода поезда во главе с тепловозом, мин.tT=613мин



б)определение расхода топлива тепловозом Емех по выполненной механической работе, кг

(14)



где -значение силы тяги при движении тепловоза со средней (равновесной) скоростью движения vcpi H; определяется по тяговой



характеристике тепловоза FK=f(v).



S - длина эксплуатационного участка, км (из задания); S=450 км

- средний кпд. тепловозной тяги; можно принять 0,3-0,32;



- удельная теплота сгорания дизельного топлива, кДж/кг;



можно принять =42700 кДж/кг.



**4.2 Определение расхода электроэнергии электровозом постоянного тока**

Расход электроэнергии электровозом определяется двумя способами:

а) Расчет расхода электроэнергии электровозом постоянного тока по данным ПТР можно выполнить по следующей зависимости, кВт·ч

(15)



где Uкс-напряжение в контактной сети постоянного тока, В; можно принять UKC=3000B;

tэ- время хода поезда во главе с электровозом, мин; tэ=275мин

Iэср- среднее значение силы тока электровоза, А; определяется следующим образом: нужно по данным ПТР построить в масштабе кривую , затем по кривой ,для скорости vcp определить величину Iэср. Iэср=1300А



б) Определение расхода электроэнергии электровозом по выполненной

механической работе, кВт·ч:

(16)



где - значение силы тяги при движении электровоза постоянного тока со средней (равновесной) скоростью движения vср , H; определяется по тяговой характеристике электровоза FK=f(v); =200000 Н



vср- средняя (равновесная) скорость движения электровоза, vср=98 км/ч;

tэ - время хода поезда во главе с электровозом постоянного тока,tэ=275 мин;

- средний к.п.д. электрической тяги; можно принять 0,24.



**5. СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОЗНОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ**

**5.1. Сравнение видов тяги по расходу энергоресурсов**

**5.1.1. Определение стоимости перевозок при различных видах тяги:**

а) стоимость перевозок при тепловозной тяге, руб

Cm=cm·Ecp (17)

где ст -цена одного килограмма дизельного топлива, руб; по данным ОАО «РЖД» отпускная цена дизельного топлива в среднем по сети железных дорог на 1 ноября 2004 года составила 7592 рубля за 1 тонну дизельного топлива;

Еср- средний расход топлива тепловозом, кг

(18)



б)стоимость перевозок при электрической тяге, руб

(19)



где сэ - средняя цена одного киловатт -часа электроэнергии, руб./ кВт·ч; по данным ОАО «РЖД» тариф на электроэнергию в среднем по сети железных дорог на 1 ноября 2004 года составил 0.853 руб./ кВт·ч

AСР - средний расход электроэнергии электровозами, кВт·ч

(20)



Оценку эффективности тепловозной и электрической тяги по расходу энергоресурсов можно выполнить по следующей формуле

(21)



**5.2. Сравнение локомотивов по тяговым характеристикам**

Сравнение тепловоза и электровоза заданных серий целесообразно произвести по безразмерным величинам касательной силы FK и скорости движения V .

Относительная касательная сила тяги FK локомотива определяется по следующему выражению

(22)



где - текущее значение касательной силы тяги локомотива, Н; определяется по его тяговой характеристике FK=f(v) для текущих значений скорости.



- значение касательной силы тяги локомотива при конструкционной скорости, Н; определяется по его тяговой характеристике FK=f(v) .



Относительная скорость движения локомотива определяется по формуле

(23)



где vi текущее значение скорости, км/ч; при расчетах можно принять шаг изменения скорости ∆v=10 км/ч; в расчеты желательно включить скорости: порогового режима v\*, расчетную для тепловозов и длительного режима для электровозов;



vk- конструкционная скорость движения локомотива, км/ч. Результаты расчетов относительных параметров движения

локомотивов FK и V целесообразно свести в таблицу, аналогичную таблице 2.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 51,2 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|  | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,51 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
|  | 720 | 600 | 400 | 280 | 210 | 200 | 170 | 150 | 105 | 100 | 90 | 80 |
|  | 9 | 7,5 | 5 | 3,5 | 2,625 | 2,5 | 2,125 | 1,875 | 1,31 | 1,25 | 1,125 | 1 |
|  | 600 | 530 | 500 | 480 | 465 | 455 | 450 | 400 | 265 | 200 | 145 | 110 |
|  | 8,6 | 4,8 | 4,5 | 4,3 | 4,2 | 4,1 | 4,0 | 3,6 | 2,4 | 1,8 | 1,3 | 1 |

По данным таблицы 3 нужно построить совмещенный график FK=f(v) для тепловоза и электровоза и произвести качественное сравнение двух локомотивов по тяговым характеристикам.

ВЫВОД: При выполнении курсовой работы, я научился определять различные сопротивления локомотива (тепловоза и электровоза),сравнивать основные показатели тепловозной и электровозной тяги. Научился строить тяговые характеристики. Определил, что электровозная тяга намного экономичнее и экологичнее, чем тепловозная. Надо и дальше совершенствовать электровозную тягу

**6.ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

Провести спрямление элементов профиля пути

Профиль №10

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| i,‰ | 0 | -7 | -5 | 0 | +4 | 0 | -4 | -5 | -9 | 0 | +11 |
| S,м | 2000 | 1200 | 800 | 1600 | 2000 | 1200 | 2200 | 1200 | 1500 | 600 | 1200 |
| № | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| i,‰ | +8 | 0 | -4 | 0 | +4 | +6 | +8 | +2 | 0 | +2 | 0 |
| S,м | 2000 | 1600 | 900 | 1100 | 750 | 650 | 900 | 2200 | 1600 | 1000 | 1500 |

Уклон спрямляемого профиля определяется по формуле:

, (1)



где - уклон спрямлённого элемента, ‰



- уклон каждого спрямляемого элемента, ‰



- длина спрямляемого элемента , м.



Проверка допустимости спрямления проводится по следующей эмпирической формуле:

, (2)



где - абсолютная разность (без учёта знака) спрямлённого и проверяемого профиля.



Проверяется каждый участок.

1. Участок состоит из 17 групп элементов: 1, 2-3, 4, 5, 6, 7-8, 9, 10, 11-12, 13, 14, 15, 16-18, 19, 20, 21, 22.
2. Спрямляем элементы 2-3.

а) по формуле (1):

‰



б) проверяем каждый элемент на допустимость спрямления по формуле (2)

Элемент 1:



Условие выполняется.

Элемент 2.



Условие выполняется.

1. Спрямляем элементы 7-8.

а) по формуле (1)

‰



б) проверяем каждый элемент на допустимость спрямления по формуле (2)

Элемент 1:



Условие выполняется.

Элемент 2.



Условие выполняется.

1. Спрямляем элементы 11-12.

а) по формуле (1)

‰



б) проверяем каждый элемент на допустимость спрямления по формуле (2)

Элемент 1:



Условие не выполняется.

Данный участок спрямлению не подлежит.

1. Спрямляем элементы 16-18.

а) по формуле (1)

‰



б) проверяем каждый элемент на допустимость спрямления по формуле (2)

Элемент 1:



Условие выполняется.

Элемент 2.



Условие выполняется.

Элемент 3.



Условие выполняется.

Полученные данные заносим в таблицу 2

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| i,‰ | 0 | -6,2 | 0 | +4 | 0 | -4,4 | -9 | 0 | +11 |
| S,м | 2000 | 2000 | 1600 | 2000 | 1200 | 3400 | 1500 | 600 | 1200 |
| № | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| i,‰ | +8 | 0 | -4 | 0 | +6,1 | +2 | 0 | +2 | 0 |
| S,м | 2000 | 1600 | 900 | 1100 | 2300 | 2200 | 1600 | 1000 | 1500 |

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Правила тяговых расчетов для поездной работы. М. : Транспорт, 1985 - 287 с.
2. Гребенюк П.Т., Долганов А.Н., Скворцова А.И. Тяговые расчеты: Справочник. -М: Транспорт, 1987.-272с.
3. Осипов СИ., Осипов С.С. Основы тяги поездов-М.:УМК МПС России, 2000 «592с.
4. Тепловозы. Под. ред. В.Д. Кузьмича. -М: Транспорт, 1991. -352с.
5. Электрические передачи локомотивов. Под. Ред. В.В. Стрекопытова. - М: Маршрут, 2003. - 310с.
6. Локомотивное хозяйство. Под ред. С.Я. Айзинбуда. - М.: Транспорт, 1986.-263с.
7. Исаев И.П., Фрайфельд А.В. Беседы об электрической железной дороге. - М: М: Транспорт, 1989. - 359с.
8. Железные дороги. Общий курс. Под ред. ММ. Уздина. - М.: Транспорт, 1991.-295с
9. Сидоров Н.Н. Как устроен и работает электровоз. М: Транспорт, 1980. - 223с