**Исходные данные**

Тип электровоза ВЛ80С

Количество и тип тяговых двигателей 12 шт,НБ-418К6

Нагрузка на одну колесную пару электровоза 24 т

Максимальный ток тягового двигателя, А 875 A

Процентное содержание вагонов в составе:

4-х-осные на роликовых подшипниках 30%

6-ти-осные на роликовых подшипниках 65%

8-мих-осные на роликовых подшипниках 5%

Средняя нагрузка на ось вагонов:

4-х-осные на роликовых подшипниках 22 тс

6-ти-осные на роликовых подшипниках 17 тс

8-ми-осные на роликовых подшипниках 23 тс

Напряжение в контактной сети 27 кВ

Максимальная скорость грузового поезда 80 км/ч.

Расчетный подъем 11,5 о/оо

**1. Расчет и построение электротяговых характеристик. Расчет ограничений**

**1.1. Построение электротяговых характеристик**

При напряжении в контактном проводе (27 кВ), отличном от номинального (25 кВ) изменяются электротяговые характеристики. Пересчитаем электротяговые характеристики на изменённое напряжение по выражению:

 (1)

где V2 – новое значение скорости, при измененном напряжении, км/ч;

V1 – значение скорости при номинальном значении напряжения в контактной сети, км/ч;

U2 – измененное значение напряжения в контактном проводе, В;

U1 – номинальное напряжение, В.

Определим значение скорости электровоза при измененном значении напряжения в контактной сети:

Пересчитанные скоростные и электротяговые характеристики приведены на рис.1.

Так как сила тяги двигателя от напряжения не зависит, то эту характеристику пересчитывать не будем.

Результаты расчетов сведены в табл. 1.1.

Тяговые характеристики электровоза даны на рис.2.

Таблица 1.1

Тяговые характеристики двигателя НБ-418К6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 33 поз, НВ | 33 поз, ОВ1 | 33 поз, ОВ2 | 33 поз, ОВ3 |
| I, A | Fкд, кгс | Fк, кгс | V, км/ч | Fкд, кгс | Fк, кгс | V, км/ч | Fкд, кгс | Fк, кгс | V, км/ч | Fкд, кгс | Fк, кгс | V, км/ч |
| 300 | 1020 | 12240 | 104.2 | 850 | 10200 | - | - | - | - | - | - | - |
| 400 | 1770 | 21240 | 84.5 | 1480 | 17760 | 104.9 | 1125 | 13500 | - | - | - | - |
| 500 | 2520 | 30240 | 74.0 | 2200 | 26400 | 88.6 | 1777 | 21324 | 106.1 | 1432 | 17184 | - |
| 600 | 3300 | 39600 | 67.4 | 2940 | 35280 | 77.8 | 2482 | 29784 | 90.8 | 2139 | 25668 | 109.6 |
| 700 | 4120 | 49440 | 62.4 | 3670 | 44040 | 70.2 | 3200 | 38400 | 81.2 | 2844 | 34128 | 93.7 |
| 800 | 4935 | 59220 | 58.5 | 4460 | 53520 | 64.8 | 3970 | 47640 | 74.0 | 3595 | 43140 | 83.6 |
| 900 | 5770 | 69240 | 55.5 | 5250 | 63000 | 60.9 | 4725 | 56700 | 68.7 | 4300 | 51600 | 75.6 |
| 1000 | 6620 | 79440 | 52.9 | 6070 | 72840 | 57.8 | 5520 | 66240 | 64.2 | 5040 | 60480 | 70.2 |
| 1100 | 7500 | 90000 | 50.5 | 6900 | 82800 | 54.9 | 6375 | 76500 | 60.2 | 5800 | 69600 | 65.7 |
| 1200 | 8370 | 100440 | 48.2 | 7770 | 93240 | 52.1 | 7130 | 85560 | 56.9 | 6550 | 78600 | 62.2 |
| 1300 | 9240 | 110880 | 46.1 | 8620 | 103440 | 49.7 | 7940 | 95280 | 54.3 | 7300 | 87600 | 59.2 |
| 1400 | 10230 | 122760 | 44.1 | 9550 | 114600 | 47.3 | 8800 | 105600 | 51.9 | 8160 | 97920 | 56.6 |
| 1500 | - | - | 42.2 | 10550 | 126600 | 45.6 | 9650 | 115800 | 49.9 | 9050 | 108600 | 53.8 |

**1.2. Расчет ограничивающих линий на тяговых и скоростных характеристиках**

На тяговых и скоростных характеристиках указываем наибольшие силы тяги, которые может реализовать электровоз.

Максимальную силу сцепления определяем по формуле:

Fк.сц = 1000 \* P \* к (2)

где P - масса электровоза, т

к - расчетный коэффициент сцепления электровоза.

Массу электровоза определяем как

Р=gЭ\*n (3)

где gЭ – нагрузка на одну ось электровоза, т;

 n – количество осей.

P = 24\*12 = 288 т

Расчетный коэффициент сцепления электровоза

 (4)

Расчет проводим для скоростей 0 - 70 км/ч.

Для V = 20 км/ч: = 0.277

Fк.сц = 1000 \* 288\* 0,277=79,74\*103кгс

Расчет ограничений силы тяги по сцеплению сводим в табл.1.2

Таблица 1.2

Расчет ограничения по сцеплению

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| V, км/ч | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| ψК | 0,36 | 0,29 | 0,277 | 0,268 | 0,261 | 0,254 | 0,247 | 0,241 |
| Fк.сц.,тыс. кгс | 103,68 | 83,52 | 79,74 | 77,23 | 75,08 | 73,10 | 71,19 | 69,34 |
| Fк.сц.max, тыс. кгс |  |  |  |  | 82,59 | 80,41 | 78,31 | 76,27 |
| Iмакс, А | 1450 | 1250 | 1220 | 1190 | 1170 | 1130 | 1115 | 1100 |

При длительной работе на какой-либо позиции можно без потери сцепления выходить за пределы линии Fк.сц и реализовать силу тяги до Fк.сц макс, которая превышает на 10% Fк.сц .

**1.3. Нанесение ограничивающих линий на скоростные характеристики**

На скоростных характеристиках по сцеплению колес с рельсами ограничивающая линия показывает допустимые токи Iд при различных скоростях движения.

Разделим силу тяги Fк.сц на количество сцепных осей и получим силу тяги на 1 тяговый электрический двигатель - Fкд.

Выполним эти операции для скоростей 0 - 40 км/ч, а также для выбранных точек переходов. Затем по кривым Fкд(Iд) и V(Iд) определим ток Iд, который соответствует силе тяги Fк.сц при каждой скорости и режиме движения. Например, для скорости V=20 км/ч:

Fкд = 79,74: 12 = 6,65 тыс. кгс.

По электротяговой характеристике определяем ток, соответствующий силе тяги Fкд = 8640 кгс, Iд = 1000 А.

Остальные результаты расчетов сводим в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Определение токов двигателя

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Точки | V | FК.СЦ | FКД.СЦ | IД |
|  | км/ч | тыс. кгс | тыс. кгс | А |
| VPV1V1V2V2V3V3 | 0510203040505355.555.5626265.565.5 | 103.6890.1283.5279.7477.2375.0873.1726679.063,577.567,577.0 | 8,647,516,966,656,446,266,0965,56,585,36,465,636,42 | 12301100104010009759509309258601060925112010001170 |

**2. Расчет массы состава**

Определяем массу состава по формуле (5):



 (5)

где  расчетная сила тяги локомотива, кгс, принимаемая по тяговой характеристике:

кгс

Р - масса локомотива, т:

 т

удельное сопротивление движению электровозу в режиме тяги, кгс/т, для звеньевого пути определяем по формуле (4.5):

 (6)

при км/ч

 3.27 кгс/т

 средневзвешенное удельное основное сопротивление движению вагонов, кгс/т, рассчитывается по формуле:

 , (7)

где: заданное в долях содержание в составе по массе 4-осных, 6-осных и 8-осных вагонов на роликовых подшипниках:



 сопротивление соответствующих типов вагонов, кгс/т, определяемые по формулам:

- для четырёхосных вагонов на роликовых подшипниках q>6

 , (8)

 т/ось

 кг с/т

- для шестиосных вагонов на роликовых подшипниках:

 (9)

 т/ось

 кг с/т

- для восьмиосных вагонов на роликовых подшипниках

 , (10)

 т/ось

 кг с/т

 кг с/т

 крутизна расчетного подъёма. Для наших данных принимаем расчетный подъём 



**2.1. Проверка массы состава**

1.На трогание с места на остановочных пунктах, производится по формуле:

 , (11)

где: удельное сопротивление состава при трогании с места на площадке, кгс/т, определяется как для подвижного состава на подшипниках качения

 , (12)

для четырёхосных вагонов с роликовыми подшипниками

 кг с/т

для шестиосных вагонов с роликовыми подшипниками

 кг с/т

для восьмиосных вагонов с роликовыми подшипниками

 кг с/т

 кг с/т

 кг с/т, 

 т

Таким образом, условие Q<Qтр выполняется 5415<5719. Следовательно, на остановочном пункте поезд гарантированно может тронуться с места.

**2.2.Определение длины приёмо-отправочных путей**

Длина поезда равна

 , (13)

где:  длина локомотива,

 число локомотивов

 длина состава, м.

 , (14)

где длина вагонов по осям автосцепок, из которых сформирован состав, м;

 количество однотипных вагонов в сформированном составе, определяется по формуле:

 , (15)

где средняя для однотипной группы масса вагона (брутто).

Для четырехосных вагонов:



Для шестиосных вагонов:



Для восьмиосных вагонов:



Согласно ПТР длина четырехосных вагонов–14м, шестиосных –17 м, восьмиосных – 21 м, одна секция электровоза –16,5 м.

Тогда м

Стандартная полезная длина приемо-отправочных путей составляет 850, 1050, 1250, 1550 м. Принимаем

lПОП =1050 м.

**Список использованной литературы**

1. Правила тяговых расчетов для поездной работы. М. Транспорт 1985.

2. Железные дороги. Общий курс. Под ред. М. М. Уздина. М., -Транспорт, 1991.

3. Общий курс железных дорог. Н. К. Сологуб. М. Транспорт, 1988.