# Тяговый расчет локомотива ВЛ-80Р

**Содержание**

1.   Введение……………………………………………………………………………… 3

2.   Задание на курсовую работу………………………………………………………...      3

3.   Спрямление профиля пути и его анализ……………………………………………      4

4.   Определение массы состава………………………………………………………… 5

5.   Проверки массы состава с учетом ограничений……………………………………     6

5.1.                                                                                                                                                           Проверка массы состава на возможность надежного преодоления встречающегося на участке короткого подъема крутизной больше расчетного…………..          6

5.2.                                                                                                                                                           Проверка массы состава на трогание с места………………………………….            7

5.3.                                                                                                                                                           Проверка массы состава по длине приемо-отправочных путей станции…….           8

6.   Построение диаграмм удельных равнодействующих сил…………………………     9

7.   Определение максимально допустимой скорости движения поездов на заданном участке…………………………………………………………………………………        10

8.   Определение времени хода поезда по участку……………………………………..     13

9.   Определение расхода энергоресурсов на тягу поездов на заданном участке……    14

10.                                                                                                                                                                   Расчет технико-экономических показателей движения поезда……………………           15

11.                                                                                                                                                                   Список литературы……………………………………………………………………           16

**Введение**

Данная курсовая работа предназначена для лучшего усвоения учебного материала, в частности методов определения массы состава, принципов анализа профиля пути, расчётов по построению диаграмм, удельных равнодействующих сил, анализа по этим диаграммам условий движения поезда, способов определения скорости и времени движения поезда по участку, расчетов по определению расходов электроэнергии и топлива локомотивами на тягу поездов.

**Задание на курсовую работу**

1. Спрямить профиль пути. Провести его анализ с целью установления расчётного подъема, скоростного подъема и наибольшего спуска.
2. Определить массу состава по выбранному расчетному подъему.
3. Проверить полученную массу состава на прохождение встречающихся подъёмов большей крутизны, чем расчётный, с учётом использования накопленной кинетической энергии.
4. Проверить возможность трогания поезда с места при остановках на заданном участке.
5. Определить длину поезда и сопоставить ее с заданной длиной приемо-отправочных путей на раздельных пунктах (станциях) заданного участка.
6. Составить таблицу и построить диаграммы удельных равнодействующих (ускоряющих и замедляющих) сил.
7. Определить максимально допустимую скорость движения на наиболее крутом спуске участка при заданных тормозных средствах поезда.
8. Рассчитать время хода поезда по участку способом равномерных скоростей и определить техническую скорость движения поезда.
9. Определить расходы электроэнергии для электровоза, дизельного топлива для тепловоза.

Точность вычислений при выполнении расчётов должна в соответствии с Правилами тяговых расчётов для поездной работы (ПТР) приниматься:

а)    для масс составов (грузовых) с округлением до 50*т*;

б)    для сил, действующих на поезд (силы тяги, сопротивления, тормозные) с округлением до 50*кгс*;

в)    для крутизны уклонов при измерении в тысячных  с одним знаком после запятой;

г)    для удельных сил при измерении в *кгс/т* с двумя знаками после запятой;

д)    для расстояний при измерении в метрах (для элементов профиля) с округлением до целых метров; при измерении в километрах (для перегонов) с двумя знаками после запятой;

е)    для скоростей при измерении в *км/ч* с одним знаком после запятой;

ж)   для расходов топлива с округлением до 10*кг*;

з)    для удельных расходов топлива –

и)   для расходов электроэнергии с округлением до 10 *кВт×ч*;

к)    для удельных расходов электроэнергии



|  |
| --- |
| I. Спрямление профиля пути |
| Заданный профиль участка | Спрямление профиля | Проверка | Спрямление кривых | Спрямленный профиль |
| станция | № элемента | i, ‰ | *l*, м | R, м | Sкр, м | *il* | Σ*il,*м | Σ*l*, м |  |  |  |  |  |  |  |  | № элемента |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| A | *1* | 1,5 | 2000 |  |  |  |  | 2000 | 1,5 |  |  |  |  |  | 1,5 | -1,5 | 1 |
|  | *2* | 2,0 | 1400 |  |  |  |  | 1400 | 2,0 |  |  |  |  |  | 2,0 | -2,0 | 2 |
|  | *3* | 0,0 | 2500 |  |  |  |  | 2500 | 0,0 |  |  |  |  |  | 0,0 | 0,0 | 3 |
|  | *4* | -3,0 | 1000 |  |  |  |  | 1000 | -3,0 |  |  |  |  |  | -3,0 | 3,0 | 4 |
|  | *5* | -9,0 | 6800 |  |  |  |  | 6800 | -9,0 |  |  |  |  |  | -9,0 | 9,0 | 5 |
|  | *6* | -11,0 | 1750 |  |  |  |  | 1750 | -11,0 |  |  |  |  |  | -11,0 | 11,0 | 6 |
|  | *7* | 0,0 | 600 |  |  |  |  | 600 | 0,0 |  |  |  |  |  | 0,0 | 0,0 | 7 |
|  | *8* | 4,0 | 500 | 1500 | 500 | 2000 | 2900 | 950 | 3,1 | 0,9 | >  | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 3,5 | -2,6 | 8 |
|  | *9* | 2,0 | 450 | 1200 | 300 | 900 | 2,0 | >  | 0,3 |
|  | *10* | 0,0 | 500 |  |  |  |  | 500 | 0,0 |  |  |  |  |  | 0,0 | 0,0 | 9 |
|  | *11* | -2,5 | 1800 |  |  |  |  | 1800 | -2,5 |  |  |  |  |  | -2,5 | 2,5 | 10 |
|  | *12* | 0,0 | 1000 |  |  |  |  | 1000 | 0,0 |  |  |  |  |  | 0,0 | 0,0 | 11 |
|  | *13* | 4,0 | 800 | 900 | 350 |  |  | 800 | 4,0 |  |  |  |  |  | 4,0 | -4,0 | 12 |
|  | *14* | 0,0 | 400 |  |  |  |  | 400 | 0,0 |  |  |  |  |  | 0,0 | 0,0 | 13 |
|  | *15* | -4,5 | 600 | 700 | 400 | -2700 | -9300 | 1800 | -5,2 | 0,7 | >  | 0,6 | 1,1 | 0,4 | -4,7 | 5,6 | 14 |
|  | *16* | -5,5 | 1200 | 1000 | 500 | -6600 | 0,3 | >  | 0,5 |
|  | *17* | 0,0 | 800 |  |  |  |  | 800 | 0,0 |  |  |  |  |  | 0,0 | 0,0 | 15 |
|  | *18* | 9,0 | 1250 |  |  |  |  | 1250 | 9,0 |  |  |  |  |  | 9,0 | -9,0 | 16 |
|  | *19* | 7,0 | 7400 |  |  |  |  | 7400 | 7,0 |  |  |  |  |  | 7,0 | -7,0 | 17 |
|  | *20* | 3,0 | 1500 | 1500 | 900 |  |  | 1500 | 3,0 |  |  | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 3,3 | -2,7 | 18 |
| B | *21* | 0,0 | 1800 |  |  |  |  | 1800 | 0,0 |  |  |  |  |  | 0,0 | 0,0 | 19 |

                                                                II.    Определение массы состава.

**Масса состава** – один из важнейших показателей работы железнодорожного транспорта. Увеличение массы составов позволяет повысить провозную способность железнодорожных линий, уменьшить расход топлива и электрической энергии, снизить себестоимость перевозок. поэтому массу состава определяют исходя из полного использования тяговых и мощностных качеств локомотива.

Для выбранного расчетного подъема массу состава в тоннах вычисляют по формуле:

где:

где:



где          – расчетная скорость локомотива, ;

– расчетная сила тяги локомотива, *кгс*;

*Р*    – расчетная масса локомотива, *т*;

– основное удельное сопротивление локомотива, *кгс/т*;

– основное удельное сопротивление состава, *кгс/т*;

  – величина расчетного подъема, ;

*Q*   – масса состава, *т*;

*a, b, g*  – соответственно доли 4-, 6- и 8- осных вагонов в составе по массе;

  – доли 4-осных вагонов на подшипниках скольжения и качения;

   – основное удельное сопротивление 4-осных груженых вагонов на подшипниках скольжения, *кгс/т*;

– основное удельное сопротивление 4-осных груженых вагонов на подшипниках скольжения, *кгс/т*;

   – основное удельное сопротивление 6-осных груженых вагонов, *кгс/т*;

   – основное удельное сопротивление 8-осных груженых вагонов, *кгс/т*;

  – средняя нагрузка от оси на рельсы в *т/ось* соответственно 4-, 6- и 8- осного вагона;

      – масса брутто соответственно 4-, 6- и 8- осного вагона, *т*;

**III.    Проверки массы состава с учетом ограничений.**

1.    **Проверка массы состава на возможность надежного преодоления встречающегося на участке короткого подъема крутизной больше расчетного** с учетом использования кинетической энергии, накопленной на предшествующих «легких» элементах профиля, выполняется аналитическим способом. При этом используют расчетное соотношение





где         – скорость в начале проверяемого подъема; выбирается из условий подхода к проверяемому элементу  (для грузовых поездов можно принимать , но не выше конструкционной скорости локомотива; в данном случае принимаем );
  – скорость в конце проверяемого подъема. Эта скорость должна быть не менее расчетной, т.е. должно выдерживаться условие . В курсовой работе принимаем .

– расчетная сила тяги локомотива, *кгс*;

*Р*    – расчетная масса локомотива, *т*;

– основное удельное сопротивление локомотива, *кгс/т*;

– основное удельное сопротивление состава, *кгс/т*;

– величина максимального подъема, ;

*Q*   – масса состава, *т*;

*a, b, g*  – соответственно доли 4-, 6- и 8- осных вагонов в составе по массе;

  – доли 4-осных вагонов на подшипниках скольжения и качения;

   – основное удельное сопротивление 4-осных груженых вагонов на подшипниках скольжения, *кгс/т*;

– основное удельное сопротивление 4-осных груженых вагонов на подшипниках скольжения, *кгс/т*;

   – основное удельное сопротивление 6-осных груженых вагонов, *кгс/т*;

   – основное удельное сопротивление 8-осных груженых вагонов, *кгс/т*;

  – средняя нагрузка от оси на рельсы в *т/ось* соответственно 4-, 6- и 8- осного вагона;

      – масса брутто соответственно 4-, 6- и 8- осного вагона, *т*;

удельную силу  в пределах выбранного интервала изменения скоростей принимают равной удельной силе при средней скорости интервала, т.е. в формулу подставляются значения ,  и , определенные по среднему значению скорости рассматриваемого интервала.

, что меньше, чем , следовательно при рассчитанной массе состава ***Q*** поезд надежно преодолевает проверяемый подъем, крутизной больше расчетного, с учетом накопленной к началу элемента кинетической энергии.

2.      **Проверка массы состава на трогание с места** на заданном участке выполняется по формуле:

где    – сила тяги локомотива при трогании состава с места, *кгс*;

    – крутизна наиболее трудного элемента на раздельных пунктах (станциях) заданного участка  (в сторону движения);

  – удельное сопротивление поезда при трогании с места (на площадке), *кгс/т*.



Здесь  и  – удельное сопротивление при трогании с места соответственно для 4-осных вагонов на подшипниках качения и на подшипниках скольжения;

*d* и *e* – соответственно доли 4-осных вагонов с подшипниками качения и подшипниками скольжения.

Соответственно формулы расчета удельных сопротивлений для вагонов на подшипниках скольжения и качения выглядят следующим образом:





В этих формулах  – нагрузка от оси на рельсы для данной группы вагонов (при вычислении по ним значений , ,  и  подставляются величины , полученные ранее).

Формулу проверки массы состава на трогание с места целесообразнее решить относительно  с целью определения наибольшего подъема, на котором заданный локомотив возьмет с места состав рассчитанной массы:

, что является больше, чем , следовательно, заданный локомотив надежно преодолевает максимальный подъем при рассчитанной массе состава ***Q*** при трогании с места.

3.    **Проверка массы состава по длине приемо-отправочных путей станции.**

Чтобы выполнить проверку массы состава по длине приемо-отправочных путей, необходимо определить число вагонов в составе и длину поезда и сопоставить эту длину с длиной приемо-отправочных путей станций.

Число вагонов в составе грузового поезда:

а)8-осных

б)          6-осных

в)          4-осных

Длины вагонов принимаются равными: 4-осного – 15м., 6-осного – 17м., 8-осного – 20м. Длина заданного локомотива – 33м. Таким образом общая длина поезда составляет:

Поезд принимается на станции с длиной приемо-отправочных путей 1550 метров.

**IV.    Построение диаграмм удельных равнодействующих сил.**

Составляем таблицу для трех режимов ведения поезда по прямому горизонтальному участку:

а)  для режима тяги                          ;

б) для режима холостого хода       ;

в) для режимов торможения:

-      при служебном регулировочном торможении      ;

-      при экстренном торможении                                  .

Рассчитаем строку для скорости 10 км/ч:































где       – полное сопротивление локомотива, *кгс*;

   –полное сопротивление состава, *кгс*;

   – полное сопротивление поезда, *кгс*;

    – основное удельное сопротивление локомотива на холостом ходу, *кгс/т*;

   – полное сопротивление локомотива на холостом ходу, *кгс*;

  – основное удельное сопротивление всего поезда (при следовании его по прямому горизонтальному пути) при движении локомотива на холостом ходу, *кгс/т*;

   – расчетный коэффициент трения колодок о колесо (он рассчитывается по различным формулам в зависимости от того чугунные колодки или композиционные; в курсовой работе используется формула для чугунных колодок);

    – удельные тормозные силы поезда, *кгс/т*;

    – расчетный тормозной коэффициент состава, *тс/т*;

– расчетные силы нажатия тормозных колодок соответственно на ось 4-, 6- и 8-осного вагона (при чугунных колодках );

      – число осей в группах 4-, 6- и 8-осных вагонов состава: , ,  (значения ,  и  подсчитывались выше);

При определении расчетного тормозного коэффициента грузовых поездов на спусках до 20 масса и тормозные средства локомотива обычно не учитываются; это упрощает расчеты и не снижает их точность.

Удельная замедляющая сила, действующая на поезд при режиме торможения, в *кгс/т*:

  –    при служебном регулировочном торможении;

      –    при экстренном торможении.

**V.    Определение максимально допустимой скорости движения поездов на заданном участке.**

Решение этого вопроса диктуется обеспечением безопасности движения поездов. Задача решается на наиболее крутом спуске при заданных тормозных средствах и принятом полном тормозном пути. В курсовой работе задача решается графоаналитическим способом.

Полный (расчетный) тормозной путь:

где       – путь подготовки тормозов к действию, на протяжении которого тормоза поезда условно принимаются недействующими (от момента установки ручки крана машиниста в тормозное положение до включения тормозов поезда);

   – действительный тормозной путь, на протяжении которого поезд движется с действующими в полную силу тормозами (коней пути  совпадает   с  началом  пути ).

Вышеуказанная формула позволяет искать допустимую скорость как величину, соответствующую точке пересечения трагических зависимостей подготовительного пути  и действительного тормозного пути  от скорости движения поезда на режиме торможения. Поэтому решаем тормозную задачу следующим образом.



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| , км/ч | Режим тяги | Режим холостого хода | Режим торможения |
| , кгс | , кгс/т | , кгс | , кгс/т | , кгс | , кгс | , кгс |  | , кгс/т | , кгс | , кгс | , кгс/т |  | , кгс/т | , кгс/т | , кгс/т |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 0 | 66200 | 1,9 | 361 | 0,797552 | 4745,433 | 5106,433 | 61093,57 | 8,774077 | 2,4 | 456 | 5201,433 | 0,916127 | 0,27 | 116,2588 | 43,54436 | 86,1726 |
| 10 | 59400 | 2,03 | 385,7 | 0,864112 | 5141,467 | 5527,167 | 53872,83 | 8,774077 | 2,545 | 483,55 | 5625,017 | 0,916127 | 0,198 | 85,25647 | 43,54436 | 86,1726 |
| 20 | 56000 | 2,22 | 421,8 | 0,957879 | 5699,378 | 6121,178 | 49878,82 | 8,123587 | 2,76 | 524,4 | 6223,778 | 1,013645 | 0,162 | 69,75529 | 35,89129 | 70,76894 |
| 30 | 53800 | 2,47 | 469,3 | 1,078851 | 6419,166 | 6888,466 | 46911,53 | 7,640315 | 3,045 | 578,55 | 6997,716 | 1,139693 | 0,1404 | 60,45459 | 31,36699 | 61,59428 |
| 40 | 51400 | 2,78 | 528,2 | 1,227031 | 7300,832 | 7829,032 | 43570,97 | 7,096249 | 3,4 | 646 | 7946,832 | 1,294272 | 0,126 | 54,25412 | 28,42133 | 55,54839 |
| 50 | 50000 | 3,15 | 598,5 | 1,402416 | 8344,375 | 8942,875 | 41057,13 | 6,686828 | 3,825 | 726,75 | 9071,125 | 1,477382 | 0,115714 | 49,82521 | 26,38999 | 51,30259 |
| 60 | 43200 | 3,58 | 680,2 | 1,605008 | 9549,795 | 10230 | 32970 | 5,369708 | 4,32 | 820,8 | 10370,6 | 1,689022 | 0,108 | 46,50353 | 24,94079 | 48,19255 |
| 70 | 30200 | 4,07 | 773,3 | 1,834805 | 10917,09 | 11690,39 | 18509,61 | 3,014594 | 4,885 | 928,15 | 11845,24 | 1,929193 | 0,102 | 43,92 | 23,88919 | 45,84919 |
| 80 | 22200 | 4,62 | 877,8 | 2,09181 | 12446,27 | 13324,07 | 8875,933 | 1,445592 | 5,52 | 1048,8 | 13495,07 | 2,197894 | 0,0972 | 41,85318 | 23,12448 | 44,05107 |
| 90 | 17300 | 5,23 | 993,7 | 2,37602 | 14137,32 | 15131,02 | 2168,98 | 0,353254 | 6,225 | 1182,75 | 15320,07 | 2,495125 | 0,093273 | 40,16214 | 22,57619 | 42,65726 |
| 100 | 13700 | 5,9 | 1121 | 2,687437 | 15990,25 | 17111,25 | -3411,25 | -0,55558 | 7 | 1330 | 17320,25 | 2,820887 | 0,09 | 38,75294 | 22,19736 | 41,57383 |
| Vконстр | 10800 | 6,63 | 1259,7 | 3,02606 | 18005,06 | 19264,76 | -8464,76 | -1,37862 | 7,845 | 1490,55 | 19495,61 | 3,17518 | 0,087231 | 37,56054 | 21,95545 | 40,73572 |
| Vр | 51200 | 2,902675 | 551,5083 | 1,285321 | 7647,658 | 8199,167 | 43000,83 | 7,003393 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Vавт | 49050 | 3,422675 | 650,3083 | 1,531006 | 9109,485 | 9759,793 | 39290,21 | 6,399057 |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица удельных равнодействующих (ускоряющих и замедляющих) сил
Локомотив ВЛ80Р; масса состава *Q*=5950 т.

По данным расчетной таблицы удельных равнодействующих сил строим по точкам графическую зависимость удельных замедляющих сил при экстренном торможении от скорости , а рядом, справа, устанавливаем в соответствующих масштабах систему координат . Оси скоростей  в обеих системах должны быть параллельны, а оси удельных сил  и пути  должны лежать на одной прямой.

Решаем тормозную задачу следующим образом. От точки  вправо на оси  откладываем значение полного тормозного пути , который следует принимать равным: на спусках крутизной до 6 включительно – 1000*м*, на спусках круче 6 и до 12 – 1200*м*.

На кривой  отмечаем точки, соответствующие, средним значениям скоростей выбранного скоростного интервала 10 *км/ч* (т. е. точки, соответствующие 5,15,25,35 и т.д. *км/ч*). Через эти точки из точки *М* на оси соответствующей крутизне самого крутого спуска участка (полюс построения), проводим лучи 1,2,3,4 и т. д.

Построение кривой  начинаем из точки *О,* так как нам известно конечное значение скорости при торможении, равное нулю. Из этой точки проводим (с помощью линейки и угольника) перпендикуляр к лучу 1 до конца первого интервала, т. е. в пределах от 0 до 10 *км/ч* (отрезок *ОВ).* из точки *В* проводим перпендикуляр к лучу 2 до конца второго скоростного интервала от 10 до 20 *км/ч* (отрезок *ВС);* из точки С проводим перпендикуляр к лучу 3 и т. д. Начало каждого последующего отрезка совпадает с концом предыдущего. В результате получаем ломаную линию, которая представляет собой выраженную графически зависимость скорости заторможенного поезда от пройденного пути (или, говоря иначе, зависимость пути, пройденного поездом на режиме торможения, от скорости движения).

На тот же график следует нанести зависимость подготовительного тормозного пути от скорости:

где    – скорость в начале торможения, *км/ч*;

  – время подготовки тормозов к действию, *с*; это время для автотормозов грузового типа равно:

               – для составов длиной от 200 осей до 300 осей;

Здесь      – крутизна уклона, для которого решается тормозная задача (для спусков со знаком минус);

– удельная тормозная сила при начальной скорости торможения .

Число осей в составе.

Построение зависимости подготовительного тормозного пути от скорости производим по двум точкам, для чего подсчитываем значения при (в этом случае ) и при .

Графическую зависимость между  и  строим в тех же выбранных масштабах. Значение *,* вычисленное для скорости, равной конструкционной скорости локомотива, откладываем в масштабе вправо от вертикальной оси на «уровне» той скорости, для которой подсчитывалось значение (т.е. против скорости, равной ). Получаем точку *K;* соединяем её с точкой *О'* (так как при имеем ). Точка пересечения ломаной линии *OBCDEFGHIP*с линией *О'K* – точка *N* – определяет максимально допустимую скорость движения поезда на наиболее крутом спуске участка при данном расчётном тормозном пути *.* Полученное значение допустимой скорости движения округляем в меньшую сторону до 5.

**VI.    Определение времени хода поезда по участку.**

В курсовой работе время хода поезда по участку будем определять способом равномерных скоростей. Этот способ основан на предположении о равномерном движении поезда по каждому элементу профиля. При этом скорость равномерного движения на каждом элементе спрямленного профиля определяем по диаграмме удельных равнодействующих сил для режима тяги.

Для «скоростных» подъёмов (более крутых, чем расчётный) величину равномерной скорости принимаем равной расчётной скорости .На спусках, когда равномерная скорость, определенная по диаграмме удельных сил для режима тяги, получается выше наибольшей допустимой скорости движения, принимаем равномерную скорость равной максимально допустимой.

К времени хода по перегонам, полученному при расчете приближенным способом, следует добавлять 2 *мин* на разгон и 1 *мин* на замедление в каждом случае, когда имеется трогание и разгон поезда на станции и остановка его на раздельном пункте участка. Все расчеты сводим в таблицу.

Определяем время хода поезда без дополнительной остановки:

Определяем время хода поезда с дополнительной остановкой:

Рассчитываем техническую скорость по участку:

где    *t*  – время хода по участку, *мин*;

         *L* – длина участка, км.

Рассчитаем техническую скорость для участка без дополнительной остановки:

Рассчитаем техническую скорость для участка с дополнительной остановкой:

**VII.    Определение расхода энергоресурсов на тягу поездов
на заданном участке**

Железнодорожный транспорт, выполняя большой объём перевозочной работы, расходует большое количество дизельного топлива и электроэнергии на тягу поездов (до 18% дизельного топлива и до 4,5% электроэнергии, вырабатываемых в стране).

В курсовой работе рассмотрим вопрос расхода электроэнергии электровозом:

Вопрос решается по паспортным характеристикам тока, потребляемого электровозом на тягу поезда и нормам расхода электроэнергии на собственные нужды.

Полный расход электроэнергии электровозом за поездку складывается из расхода электроэнергии на тягу поезда и собственные нужды

1)    для участка без дополнительной остановки:

2)    для участка с дополнительной остановкой:

Расход электроэнергии на тягу поезда электровозов переменного тока определяется следующим выражением:

1)    для участка без дополнительной остановки:

2)    для участка с дополнительной остановкой:

где        – напряжение на токоприёмнике электровоза, *В,* (при переменном токе *Uc=*25000*В*);

         – среднее значение активного тока, потребляемого электровозом, *А* (определяется по токовым характеристикам для средней технической скорости движения поезда по участку);

         D*t*      – время работы электровоза в режиме тяги, *мин*;

Расход электроэнергии электровозом на собственные нужды определяется из выражения:

1)    для участка без дополнительной остановки:

2)    для участка с дополнительной остановкой:

где    r        – средний расход электроэнергии на собственные нужды электровоза,  (для заданного электровоза ;

           – полное время работы электровоза на участке, *мин*.

На основании анализа результатов тяговых расчетов, выполненных в учебных целях, соотношение времени работы электровоза в режиме тяги и на холостом ходу от общего времени работы электровоза на участке для электровозов переменного тока находится в пределах 80...75% (режим тяги) и 20...25% (режим холостого хода).

Удельный расход электроэнергии определяется по формуле:

1)    для участка без дополнительной остановки:

3)    для участка с дополнительной остановкой:

**VIII.    Расчет технико-экономических показателей движения поезда**

Расчет технико-экономических показателей движения поезда будем вести по двум направлениям:

1)    По величине технической скорости

Из сравнений технической скорости видно, что отмена остановки на промежуточной станции позволяет увеличить скорость и снизить время перевозки на 7,6%

2)    По расходу энергоресурсов

где       –    себестоимость 1 ().

Из сравнения объемов затраченных энергоресурсов и полученной стоимости разности видно, что отмена остановки позволяет сэкономить  на сумму 320,25*руб*.

Проведя анализ технико-экономических показателей движения поезда можно сказать, что отмена остановки позволяет ускорить доставку груза и избежать дополнительных затрат электроэнергии и денег. Следовательно, остановку желательно отменить.

Использованная литература

1.   Подвижной состав и тяга поездов. Под ред. Докт. Техн. наук, проф. Н.А. Фуфрянского и канд. Техн. наук, доц. В.В. Деева. М., «Транспорт», 1979.

2.   Правила тяговых расчётов для поездной работы. М., «Транспорт», 1985.

3.   Гребенюк П.Т. и др. Справочник по тяговым расчётам, М., «Транспорт», 1987.

4.   Деев В.В. и др. Тяга поездов. М., «Транспорт», 1987.

5.   Гурский П.А. Спрямление  профиля  пути  при тяговых расчетах (лекция). М., ВЗИИТ, 1971.