Федеральное агентство железнодорожного транспорта.

Иркутский государственный университет путей сообщения.

Кафедра: ЭЖТ

# КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Вариант-83

Дисциплина: «Контактные сети»

Тема:

**«Расчет участка контактной сети станции и перегона»**

Выполнил: студент Добрынин А.И

Проверил: Ступицкий В.П.

г. Иркутск

2008

Исходные данные.

1. Характеристика цепной подвески

## На главных путях перегона и станции цепная подвеска полукомпенсированная.

## При двух контактных проводах расстояние между ними принимается равным 40 мм.

## Тип контактной подвески: М120 + 2 МФ – 100;

## Род тока: постоянный;

2. Метеорологические условия

Климатическая зона: IIб;

Ветровой район: I;

Гололёдный район: II;

* гололёд имеет цилиндрическую форму с плотностью 900 кг/м3;
* температура гололёдных образований t = -50 С;
* температура, при которой наблюдается ветер максимальной интенсивности t = +50 C;

3. Станция

На станции электрифицируются все пути, кроме подъездного к тяговой подстанции. Стрелки, примыкающие к главному пути, имеют марку 1/11 (на одиннадцать метров длины пути приходится один метр бокового отклонения), остальные стрелки принимаются марки 1/9.

Цифрами на схеме указываются расстояния от оси пассажирского здания (в метрах) до остряков стрелок, входных светофоров, тупиков и пешеходных мостов, а также указываются расстояния между соседних путей.

4. Перегон

Перегон задан в виде пикетажа основных объектов: входных сигналов, кривых с соответствующими радиусами, мостов и других искусственных сооружений. Совместимость перегона со станцией проверяется по пикетажу общего входного сигнала.

Пикетаж основных объектов перегона

Входной сигнал заданной станции 23 км 8+42;

Начало кривой (центр слева) R = 600 м 2+17;

Конец кривой 5+38;

Ось каменной трубы с отверстием 1.1 м 5+94;

Начало кривой (центр справа) R = 850 м 7+37;

Конец кривой 25 км 4+64;

Мост через реку с ездой понизу:

ось моста 7+27;

длина моста, м 130;

Ось железобетонной трубы с отверстием 3.5 м 9+09;

Начало кривой (центр слева) R = 1000 м 26км 0+22;

Конец кривой 4+30;

Входной сигнал следующей станции 27 км 7+27;

Ось переезда шириной 6 м 7+94;

Первая стрелка следующей станции 9+55.

1. Высота моста через реку 6.5 м (расстояние от УГР до нижней части ветровых связей моста);
2. Справа по ходу километров предполагается укладка второго пути;
3. На расстоянии 300 м по обеим сторонам моста через реку путь располагается на насыпи высотой 7 м.

## Введение

Совокупность устройств, начиная от генераторов электростанций и кончая тяговой сетью, составляет систему электроснабжения электрифицированных железных дорог. От этой системы питаются электрической энергией, помимо собственной электрической тяги (электровозы и электропоезда), а также все не тяговые железнодорожные потребители и потребители прилегающих территорий. По этому электрификация ЖД решает не только транспортную проблему, но и способствует решению важнейшей народнохозяйственной проблемы-электрификации всей страны.

Главное преимущество электрической тяги перед автономной (имеющие генераторы энергии на самом локомотиве) определяется централизованным электроснабжением и сводятся к следующему:

- Производства электрической энергии на крупных электростанциях приводит, как всякое массовое производство, к уменьшению её стоимости, увеличению КПД и снижению расхода топлива.

- На электростанциях могут использоваться любые виды топлива и, в частности, малокалорийные - нетранспортабельные (затраты на транспортировку которых не оправдывается). Электростанции могут сооружаться непосредственно у места добычи топлива, вследствие чего отпадает необходимость в его транспортировки.

- Для электрической тяги может, использована гидроэнергия и энергия атомных электростанций.

- При электрической тяги возможна рекуперация (возврат) энергии при электрическом торможении.

- При централизованном электроснабжении потребная для электрической тяги мощность практически не ограничена. Это даёт возможность в отдельные периоды потреблять такие мощности, которые невозможно обеспечить на автономных локомотивах, что позволяет реализовать, например, значительно большие скорости движения на тяжелых подъемах при больших весах поездов.

- Электрический локомотив (электровоз или электровагон) в отличие от автономных локомотивов не имеет собственных генераторов энергии. По этому он дешевле и надёжней автономного локомотива.

- На электрическом локомотиве нет частей, работающих при высоких температурах и с возвратно-поступательным движением (как на паровозе, тепловозе, газотурбовозе), что определяет уменьшение расходов на ремонт локомотива.

Преимущества электрической тяги, создаваемые централизованным электроснабжением, для своей реализации требуют сооружения специальной системы электроснабжения, затраты на которую, как правило, значительно превышает затраты на электроподвижной состав. Надежность работы электрифицированных дорог зависит от надежности работы системы электроснабжения. По этому вопросы надежности и экономичности работы системы электроснабжения существенно влияют на надежность и экономичность всей электрической железной дороги в целом.

Для подачи электроэнергии на подвижной состав применяются устройства контактной сети.

Проект контактной сети, является одной из основных частей проекта электрификации ЖД участка, выполняется с соблюдением требований и рекомендаций ряда руководящих документов:

-Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства;

-Временная инструкция по разработке проектов и смет для железнодорожного строительства;

-Норм технологического проектирования электрификации железных дорог и др.

Одновременно учитываются требования, приведенные в документах, регламентирующих эксплуатацию контактной сети: в правилах технической эксплуатации железных дорог, правилах содержания контактной сети электрифицированных железных дорог.

В данном курсовом проекте произведен расчет участка контактной сети однофазного постоянного тока. Составлены монтажные планы контактной сети станции и перегона.

К устройствам контактной сети относятся все провода контактных подвесок, поддерживающие и фиксирующие конструкции, опоры с деталями для крепления в грунте, к устройствам воздушных линий – провода различных линий (питающих, отсасывающих, для электроснабжения автоблокировки и прочих не тяговых потребителей и др.) и конструкции для их крепления на опорах.

Устройства контактной сети и воздушных линий, подвергаясь воздействиям различных климатических факторов (значительные перепады температур, сильные ветры, гололедные образования), должны успешно им противостоять, обеспечивая бесперебойное движение поездов с установленными весовыми нормами, скоростями и интервалами между поездами при требуемых размерах движения. Кроме того, в условиях эксплуатации возможны обрывы проводов, удары токоприемников и другие воздействия, которые также нужно учитывать в процессе проектирования.

Контактная сеть не имеет резерва, что обуславливает повышенные требования к качеству ее проектирования.

При проектировании контактной сети в разделе проекта электрификации железнодорожного участка устанавливают:

* расчетные условия – климатические и инженерно-геологические;
* тип контактной подвески (все расчеты по определению необходимой площади сечения проводов контактной сети выполняют в разделе электроснабжения проекта);
* длину пролетов между опорами контактной сети на всех участках трассы;
* типы опор, способы их закрепления в грунте и типы фундаментов для тех опор, которым они необходимы;
* виды поддерживающих и фиксирующих конструкций;
* схемы питания и секционирования;
* объемы работ по установке опор на перегонах и станциях;
* основные положения по организации строительства и эксплуатации.

Анализ исходных данных

При двойном контактном проводе компенсированную контактную подвеску применяют на участках со скоростью движения поездов 120 км/ч и более. На главных путях станции вследствие снижения скоростей, как правило, используют полукомпенсированную цепную подвеску. На основании данных метеорологических условий выбираем основные климатические параметры, повторяющиеся один раз в десять лет:

- диапазон температур из табл. 2.с3 [5]: -300 С ÷ 450 С;

* максимальная скорость ветра из табл. 5.с14 [2]: vнор = 29 м/с;
* толщина стенки гололеда из табл. 1.с12 [2]: b =10 мм;

В зависимости от условий эксплуатации и характера электрифицируемого участка выбираются необходимые поправочные коэффициенты на порывистость ветра и интенсивность гололёда. Для общего случая принимаем их значения 0.95, 1.0 и 1.25 соответственно для станции, перегона и насыпи.

Определение нагрузок действующих на провода контактной сети

Для станции и перегона.

Расчет вертикальных нагрузок

Наиболее неблагоприятные условия работы отдельных конструкций контактной сети могут возникать при различных сочетаниях метеорологических факторов, которые могут складываться из четырех основных компонентов: минимальной температуры воздуха, максимальной интенсивности гололёдных образований, максимальной скорости ветра и максимальной температуры воздуха.

Нагрузку от собственного веса 1 м контактной подвески определим из выражения:

, Н/м (1)

где - нагрузка от собственного веса несущего троса, Н/м;

- то же но контактного провода, Н/м;

- то же, но от струн и зажимов, принимается равным 1

Н/м;

- число контактных проводов.

В случае отсутствия данных в справочнике, нагрузку от собственного веса провода можно определить из выражения:

, Н/м (2)

где - площадь поперечного сечения провода, м2;

- плотность материала провода, кг/м3;

- коэффициент, учитывающий конструкцию провода (для цельного провода =1, для многопроволочного троса =1.025);

Для комбинированных проводов (АС, ПБСМ и т.д.) нагрузка от их собственного веса может быть определена из выражения:

, Н/м (3)

где , - площадь поперечного сечения проволок из материалов 1 и 2, м2;

,- плотность материалов 1 и 2, кг/м3.

Для подвески М120 + 2 МФ – 100:

Согласно выражению (1) получим:

Нагрузка от веса гололёда, приходящаяся на один метр провода или троса при цилиндрической форме его отложения, определим по формуле:

, Н/м (4)

где - плотность гололёда 900 кг/м3;

 - толщина стенки гололёдного слоя, м

- диаметр провода, м.

Учитывая, что произведение 9.81⋅900⋅3.14 = 27.7⋅103, можно записать:

, Н/м (5)

Расчётное значение толщины гололёдного слоя определим как , где - толщина гололедного слоя в соответствии с гололёдным районом b = 10 мм; КГ - коэффициент, учитывающий действительный диаметр провода и высоту его подвешивания [2]. Для станции и перегона КГ =0.95.

Согласно выражению (5) определим вес гололёда на 1 м несущего троса

Толщина стенки гололёда на контактном проводе, учитывая её удаление эксплуатационным персоналом и токоприёмниками, уменьшается на 50 % по сравнению с несущим тросом. Расчётный диаметр контактного провода берется усредненный из высоты и ширины его сечения:

 (6)

где Н – высота сечения провода, м; А – ширина сечения провода, м;

Используя выражение (6) получим:

мм.

Используя выражение (5) определим вес гололёда на 1 м контактного провода

Вес гололёда на струнах не учитывается. Тогда суммарный вес 1 м цепной подвески с гололёдом определим по формуле:

 (7)

где g – вес контактной подвески Н/м;

gГН – вес гололёда на 1 м несущего троса, Н/м;

gГК – вес гололёда на 1 м контактного провода, Н/м.

Согласно выражению (7) суммарный вес 1 м цепной подвески с гололёдом:

Определяем горизонтальные нагрузки.

Ветровую нагрузку на провод в режиме максимального ветра определим по формуле:

 (8)

где -плотность воздуха при температуре t = +150 С и атмосферном давлении 760 мм рт.ст. Она принимается равной 1.23 кг/м3;

vР - расчётная скорость ветра, м/с; vР = 29 м/с.

СХ – аэродинамический коэффициент лобового сопротивления, зависящий от формы и положения поверхности объекта, для станции и перегона СХ =1.20 для одного провода СХ =1.25;

КВ – коэффициент, учитывающий действительный диаметр провода и высоту его подвешивания. Для станции и перегона КВ =0.95.

di - диаметр провода (для контактных проводов – вертикальный размер сечения), мм.

Ветровая нагрузка на провод при наличии гололеда на проводе определим по формуле:

где - расчетная скорость ветра при гололеде (по табл.1.4[2]), м/с;

Для определения на контактном проводе значение принимается равным b/2.

Определяем результирующие нагрузки на н/т для двух режимов.

Результирующие нагрузки на отдельный провод при отсутствии гололеда:

При наличии гололеда:

Расчет длин пролетов

Расчет натяжения проводов

Максимальное допустимое натяжение несущего троса определяется по формуле

(13)

где - коэффициент, учитывающий разброс механических характеристик отдельных проволок,0,95;

- временное сопротивление разрыву материала проволоки [2 табл.9], Па;

- коэффициент запаса [2];

S - раcчетная площадь поперечного сечения, м2.

Максимальное допустимое и номинальное натяжение для проводов в табл.10 [2].

Определение максимальных допустимых длин пролетов

где К - натяжение контактного провода, Н;

 - ветровая нагрузка на контактный провод, Н/м;

 - эквивалентная нагрузка на контактный провод от несущего троса, Н/м.

где - допустимое отклонение контактного провода от оси пути. На прямом участке 0,5 м, на кривом 0,45 м;

, - зигзаги контактного повода на смежных опорах. На прямом участке пути +/-0,3 м. На кривом +/-0,4 м.

, - прогиб опоры под действием ветра на уровне несущего троса и контактного провода. Эти величины (в зависимости от скорости ветра) приведены на стр.48[2].

 - зигзаг контактного провода, одинаковый по величине на соседних опорах.

Примем зигзаги на соседних опорах на прямом участке направленными в одну сторону, а на кривом в разные.

где - натяжение несущего троса в режиме ветра максимальной интенсивности, Н;

 - длина пролета, м;

 - высота гирлянды изоляторов. В проекте принимаем 4 ПС-70Е. Высота одной чашки 0,127 м.

 - средняя длина струны в середине пролета при конструктивной высоте h0, м.

Полученная длина отличается от предыдущего расчета менее чем на 5 м, следовательно можно считать её окончательно принятой.

Расчет для прямого участка пути на станции (боковые пути):

Полученная длина отличается от предыдущего расчета менее чем на 5 м, следовательно можно считать её окончательно принятой.

Полученная длина отличается от предыдущего расчета менее чем на 5 м, следовательно можно считать её окончательно принятой.

Полученная длина отличается от предыдущего расчета менее чем на 5 м, следовательно можно считать её окончательно принятой.

На кривом участке пути максимальная допустимая длина пролета определяется из выражения:

(15)

Расчет максимально допустимой длины пролета выполняется:

- для прямого участка: станция (главный и боковой пути) и перегон (равнина и насыпь);

- для кривого участка: на перегоне для равнины и насыпи при заданных радиусах кривизны.

Полученная длина отличается от предыдущего расчета менее чем на 5 м, следовательно можно считать её окончательно принятой.

Полученная длина отличается от предыдущего расчета менее чем на 5 м, следовательно можно считать её окончательно принятой.

Полученная длина отличается от предыдущего расчета менее чем на 5 м, следовательно можно считать её окончательно принятой.

Полученная длина отличается от предыдущего расчета менее чем на 5 м, следовательно можно считать её окончательно принятой.

Полученная длина отличается от предыдущего расчета менее чем на 5 м, следовательно можно считать её окончательно принятой.

Полученная длина отличается от предыдущего расчета менее чем на 5 м, следовательно можно считать её окончательно принятой.

### Все расчеты сводим в таблицу

Таблица

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Место расчета | Длина пролета без Рэ | Длина пролета с Рэ | Окончательная длина пролета |
| 1. прямая станции и перегона | 51.2 | 49.6 | 50 |
| 2. прямая перегона на насыпи | 45.2 | 43.8 | 45 |
| 3. кривая R1=600м | 37.8 | 37.3 | 37 |
| 4. кривая R2=850м | 42.3 | 41.8 | 42 |
| 5. кривая R3=1000м | 44.4 | 43.8 | 44 |
| 6. кривая R6=850м на насыпи | 42.0 | 41.4 | 42 |
| 7. кривая R5=1000 м на насыпи | 44.07 | 43.4 | 44 |
| 7. кривая R4=600 м на насыпи | 37.5 | 37.1 | 37 |

Порядок составления плана станции и перегона

Порядок составления плана станции.

Подготовка плана станции. План станции вычерчиваем в масштабе 1:1000 на листе миллиметровой бумаге. Необходимую длину листа определяем в соответствии с заданной схемой станции, на которой указаны расстояния всех центров стрелочных переводов, светофоров, тупиков от оси пассажирского здания в метрах. При этом условно принимаем эти отметки в левую сторону с знаком минус, а в правую со знаком плюс.

Вычерчивание плана станции начинаем с разметки тонкими вертикальными линиями, через каждые 100 метров условных станционных пикетов в обе стороны от оси пассажирского здания, принимаемый за нулевой пикет. Пути на плане станции представляем их осями. На стрелках оси путей пересекаются в точке называемой центром стрелочного перевода. Пользуясь данными на заданной схеме станции, наносим параллельными линиями оси путей, при этом расстояния между ними должны соответствовать в принятом масштабе заданным междупутьям.

На плане станции также показываем не электрифицированные пути. Указав на специальных выносах пикетные отметки центров стрелочных переводов, вычерчиваем стрелочные улицы и съезды. Далее на план станции наносим здания, пешеходный мост, пассажирские платформы, тяговую подстанцию, входные светофоры, переезды.

Наметка мест, где необходимо фиксация контактных проводов.

Разбивку опор на станции начинаем с наметки мест, где необходимо предусматривать устройства для фиксации контактных проводов. Такими местами являются все стрелочные переводы, над которыми должны быть смонтированы воздушные стрелки и все места, где провод должен изменить свое направление.

На одиночных воздушных стрелках наилучшее расположение контактных проводов, образующих стрелку, получается, если фиксирующее устройство установлено на определенном расстоянии С от центра стрелочного перевода. Смещение фиксирующих опор допускается к центру стрелочного перевода на 1 – 2 метра и от центра стрелочного перевода на 3 - 4 метра. В вершине кривой фиксирующую опору намечаем по пикету этой вершины, при этом зигзаг у этой опоры всегда выполняется отрицательным.

Расстановка опор в горловинах станции

Разбивку опор на станции начинаем с горловины, где сосредоточены наибольшее количество мест фиксации контактных проводов. Из намеченных мест фиксации производим выбор тех мест, где рационально установить несущие опоры. При этом действительные длины пролетов не должны превышать расчетных длин и разница в длинах смежных пролетов должна быть не более 25% длины большего из них. Кроме того опоры на двухпутных участках следует располагать в одном пикете. Если установка только несущих опор приводит к значительному сокращению пикетов, то следует рассмотреть возможность выполнения части воздушных стрелок не фиксированными.

Нефиксированные воздушные стрелки могут быть выполнены только на боковых путях, на опорах, расположенных в близи (до 20 м.) от стрелочного перевода.

Выбрав размеры пролетов между опорами фиксирующими воздушные стрелки главных путей, приступаем к наметке несущих опор на следующих стрелках станции, учитывая требования к длинам пролетов перечисленные выше. У фиксирующих опор расставляем зигзаги.

Расстановка опор в средней части станции.

При наличии в пределах станции искусственных сооружении выбираем способ прохода контактной подвески через эти сооружения. В соответствии с принятым способом намечаем места установки опор у пассажирского здания. После этого на оставшихся частях станции, по возможности применяя максимальные допустимые пролеты, намечаем места для опор жестких поперечин.

Порядок прохода подвески под искусственными сооружениями на станции.

Искусственные сооружения встречаются на перегонах и станциях электрифицируемой линии, часто не позволяют пропускать цепную подвеску нормального типа с обычными габаритами.

Способ прохода контактного провода под искусственными сооружениями выбирают в зависимости от напряжения в контактной сети, высота искусственного сооружения над уровнем верха головки рельса (УГР), длины его вдоль электрифицированных путей, установленной скорости движения поездов.

Размещение контактного провода под искусственными сооружениями при ограниченных габаритах связано с решением двух основных задач:

1.Обеспечение необходимых воздушных зазоров между контактными проводами и заземленными частями искусственных сооружений;

2. Выбор материала, конструкции и способа закрепления поддерживающих устройств.

Сечение контактного провода в пределах искусственного сооружения должно быть равно сечению контактного провода на прилегающих участках, для чего в необходимых случаях монтируются обводы, восполняющие сечение НТ и усиливающих проводов.

Уклоны контактного провода на подходах к искусственному сооружению устанавливают по условиям взаимодействия токоприемника и контактного провода в зависимости от максимальной скорости движения и параметров контактной подвески и токоприемника.

Минимальная величина пространства по вертикали, необходимая для размещения токонесущих элементов контактной сети при проходе подвески в стеснённых условиях существующих искусственных сооружений, составляет 100мм. при подвески без НТ и 250мм. с НТ.

В тех случаях, когда при нормальном напряжении в контактной сети, нельзя по условиям необходимых габаритных расстояний для этого напряжения контактную подвеску разместить без реконструкции искусственного сооружения, в пределах искусственного сооружения монтируют не изолированную контактную подвеску с устройством с обеих сторон нейтральных вставок. Поезда в этом случае проводят через искусственное сооружение с выключенным током, по инерции.

Во всех случаях, когда расстояние от проводов контактной подвески до расположенных над ним заземленных частей искусственных сооружений при наиболее не благоприятных условиях менее 500мм. при постоянном токе и 650мм. при переменном токе или имеется какая - либо возможность поджатия проводов контактной подвески к частям искусственного сооружения.

нейтральный элемент

650 и менее

НТ

 отбойник

КП

изоляторы

УГР

Разбивка анкерных участков

После расстановке опор по всей длине станции производим разбивку анкерных участков и окончательно выбираем места установки анкерных опор.

При разбивке анкерных участков необходимо выполнять следующие требования и условия:

* число анкерных участков должно быть минимально возможным. При этом длина анкерного участка не должна превышать 1600 метров;
* в отдельные анкерные участки выделяем боковые пути и съезды между главными путями;
* для анкеровки желательно использовать ранее намеченные промежуточные опоры;
* при анкеровки провод не должен менять свое направление на угол более 70;
* если длина бокового пути более 1600 метров его следует разбить на два анкерных участка, а в середине выполнить не изолирующее сопряжение.

Длину нескольких пролетов расположенных примерно в середине анкерного участка снижаем на 10% относительно максимальной в данном месте, чтобы разместить среднюю анкеровку.

Расстановка опор по концам станции. Согласно установленной схеме секционирования контактной сети в местах примыкания перегонов к станциям выполняем продольное секционирование. Изолирующее четырех пролетное сопряжение монтируется между входным сигналом и ближайшим к перегону стрелочным переводом станции, по возможности на прямых участках пути. При этом каждый переходной пролет сокращаем на 25% от расчетного; переходные опоры по первому и второму пути смещаем относительно друг друга на 5 метров.

Приближение переходной опоры к входному светофору допускается на расстояние не менее 5 метров.

После расстановки опор под изолирующее сопряжение разбиваем пролет между крайней стрелкой и сопряжением затем расставляем зигзаги, направление которых должно быть согласованным.

При наличии на станции переезда опоры располагаем так, чтобы расстояние от края проезжей части переезда по ходу поезда до опор было не менее 25 метров.

Для выполнения поперечного секционирования со схемы питания и секционирования станции переносим все секционные изоляторы и выполняем их нумерацию, а на поперечных тросах жестких поперечин показываем врезные изоляторы между секциями, которые изолированы друг от друга.

В качестве основного типа несущих конструкций контактной сети на станциях должны приниматься жесткие поперечины, перекрывающих от двух до восьми путей. Если более восьми путей допускается применение гибких поперечин.

Питание и секционирование контактной сети

Описание схемы питания и секционирования. На электрифицированных железных дорогах электроподвижной состав получает электроэнергию через контактную сеть от тяговых подстанций, расположенных на таком расстоянии друг от друга, чтобы обеспечивать надежную защиту от токов короткого замыкания.

В системе постоянного тока электроэнергия в контактную сеть поступает поочередно от двух фаз напряжением 3,3 кВ и возвращается также по рельсовой цепи к третей фазе. Чередование питания производят для выравнивания нагрузок отдельных фаз энергоснабжающей системы.

Как правило, применяют схему двухстороннего питания, при которой каждый находящийся на линии локомотив получает энергию от двух тяговых подстанций. Исключение составляют участки контактной сети, расположенные в конце электрифицированной линии, где может быть применена схема консольного (одностороннего) питания от крайней тяговой подстанции и постов секционирования устраиваются вдоль электрифицированной линии изолирующее сопряжения и каждая секция получает электроэнергию от разных питающих линий (продольное секционирование).

При продольном секционировании, кроме разделения контактной сети у каждой тяговой подстанции и поста секционирования, выделяют в отдельные секции контактную сеть каждого перегона и станции с помощью изолирующих сопряжений. Секции между собой соединяются секционными разъединителями, каждая из секций может быть отключена этими разъединителями. Через фидер контактной сети Фл1 питается перегон с западной стороны станции, находящейся за изолирующим сопряжением, которое разделяет главные пути станции от перегона воздушным промежутком.

На фидерах установлены секционные разъединители с моторными приводами ТУ и ДУ, нормально замкнутые.

Через фидер Фл2 питается восточный перегон станции. На фидерах установлены секционные разъединители с моторными приводами ТУ и ДУ, нормально замкнутые.

Главные пути станции питаются через фидер Фл31. Снабженный секционным разъединителем с моторным приводом ТУ и ДУ, нормально замкнутый.

Разъединители А,В соединяют станционные пути и перегон, с моторными приводами на ТУ, нормально включены. При поперечном секционировании на станциях контактную сеть группы путей выделяют в отдельные секции и питают их от главных путей через секционные разъединители, которые при необходимости могут быть отключены. Секции контактной сети на соответствующих съездах между главными и боковыми путями изолируют секционными изоляторами. Этим достигается независимое питание каждого пути и каждой секции в отдельности, что облегчает устройство защиты и дает возможность при повреждении или отключении одной из секций осуществлять движение поездов по другим секциям.

Трассировка питающих и отсасывающих линий

Трассы питающих и отсасывающих линий от тяговой подстанции к электрифицируемым путям проектируем по кротчайшему расстоянию. Для анкеровки линий у здания тяговой подстанции и путей используем железобетонные опоры.

Воздушные питающие и отсасывающие линии, идущие вдоль станции подвешиваем с полевой стороны опор контактной сети. Для перевода питающих линий через пути используем жесткие поперечины, на которых смонтированы Т - образные конструкции.

Трассировка контактной сети на перегоне

Подготовка плана перегона. План перегона выполняем на листе миллиметровой бумаги в масштабе 1:2000 (ширина листа 297 мм). Необходимую длину листа определяем исходя из заданной длины перегона с учетом масштаба необходимого запаса (800 мм) в правой части чертежа на размещение общих данных в основной надписи и принимаем кратной стандартному размеру 210 мм.

В зависимости от числа путей на перегоне на плане вычерчиваем одну или две прямые линии (на расстоянии 1 см друг от друга), представляющие оси путей.

Пикеты на перегоне размечают вертикальными линиями через каждые 5 см (100 м) и нумеруют их в направлении счета километров, начиная с пикета входного сигнала, указанного в задании.

Если при трассировке контактной сети станции в правой горловине оказалось четырех пролетное изолирующее сопряжение контактных подвесок станции и перегона, расположенное до входного сигнала, то для его повторения на плане перегона нумерацию пикетов нужно начать за 2-3 пикета до заданного пикета входного сигнала. Выше и ниже прямых линий, представляющих оси путей, вдоль всего перегона размещаем данные в виде таблиц. Под нижней таблицей вычерчиваем спрямленный план линии.

Пользуясь размеченными пикетами, в соответствии с заданием на проект на плане путей показывают искусственные сооружения, а на спрямленном плане линии показываем километровые знаки, направление, радиус и длину кривого участка пути, границы расположения высоких насыпей и глубоких выемок, повторяем изображение искусственных сооружений.

Пикеты искусственных сооружений, сигналов, кривой, насыпи, и выемки обозначают в графе «Пикетаж искусственных сооружений» нижней таблицы в виде дроби, числитель которой обозначает расстояние в метрах до одного пикета, знаменатель – до другого. В сумме эти числа должны быть равны 100, т. к. расстояние между двумя нормальными пикетами равно 100 м.

Разбивка перегона на анкерные участки. Расстановку опор начинаем с переноса на план перегона опор изолирующих сопряжений станции, к которой примыкает перегон. Расположение этих опор на плане перегона должно быть увязано с их расположением на плане станции. Увязку осуществляем по входному сигналу, который обозначен и на плане станции, и на плане перегона следующим образом: определяют расстояние между сигналом и ближайшей к нему опорой по меткам на плане станции. Это расстояние прибавляем (или отнимаем) к пикетной метке сигнала и получаем пикетную отметку опоры. Затем откладываем от этой опоры длины следующих пролетов, указанных на плане станции, и получаем пикетные отметки опор изолирующего сопряжения на плане перегона. Пикетные отметки опор заносим в графу «Пикетаж опор» нижней таблицы. После этого вычерчиваем изолирующее сопряжение, т. к. это показано на плане станции, и расставляют зигзаги контактного провода.

Далее намечаем анкерные участки контактной сети и примерное расположение мест их сопряжений. После этого в серединах анкерных участков намечаем примерное расположение мест средних анкеровок с тем. Чтобы при разбивке опор пролеты со средней анкеровкой сократить по сравнению с максимальной расчетной длиной на данном участке перегона.

Намечая анкерные участки подвески, необходимо исходить из следующих соображений:

* количество анкерных участков на перегоне должно быть минимальным;
* максимальная длина анкерного участка контактного провода на прямой принимается не более 1600 м;
* на участках с кривыми длины анкерного участка уменьшают в зависимости от радиуса и расположения кривой;
* сопряжения анкерных участков рекомендуется, как правило, устраивать на прямых.

Если кривая по протяженности не больше половины длины анкерного участка (800 м) и расположена в одном конце или в середине анкерного участка, то длина такого анкерного участка может быть принята равной средней длине, допустимой для прямой и кривой данного радиуса.

В конце перегона должно находиться четырех пролетное изолирующее сопряжение разделяющее перегон и следующую станцию; опоры такого сопряжения относятся уже к плану станции и на плане перегона не учитываются. Иногда в исходных данных задается к проектированию часть перегона, ограничиваемая очередным четырех пролетное изолирующим сопряжением. Опоры такого сопряжения относятся к плану перегона.

Примерное расположение опор сопряжений анкерных участков отмечаем на плане вертикальными линиями, расстояние между которыми в масштабе примерно равно трем допустимым для соответствующего участка пути пролетам. Затем намечаем каким-либо условным знаком места расположения пролетов со средней анкеровкой и только после этого переходим к расстановке опор.

Расстановка опор на перегоне. Расстановка опор производится пролетами, по возможности равными допустимым для соответствующего участка пути и местности, полученным в результате расчетов длин пролетов.

Намечая места установки опор. Следует сразу же заносить их пикетаж в соответствующую графу, между опорами указывать длины пролетов, возле опор стрелками показывать зигзаги контактных проводов.

На прямых участках пути зигзаги (0,3 м) должны быть поочередно направлены у каждой из опор то в одну, то в другую сторону от оси пути, начиная с зигзага анкерной опоры, перенесенного с плана контактной сети станции. На кривых участках пути контактным проводам дают зигзаги в направлении от центра кривой.

В местах перехода с прямого участка пути в кривую зигзаг провода у опоры, установленной на прямом участке пути, может оказаться несвязанным с зигзагом провода у опоры, установленной на кривой. В этом случае следует несколько сократить длину одного - двух пролетов на прямом участке пути, а в некоторых случаях и пролета, частично расположенного на кривой, чтобы можно было у одной из этих опор разместить контактный провод над осью пути (с нулевым зигзагом), а у смежной с ней опоры сделать зигзаг контактного провода в нужную сторону.

Зигзаги контактного провода у смежных опор, расположенных на прямом и кривом участках пути, можно считать увязанными, если большая часть пролета расположена на прямом участке пути и зигзаги контактного провода у опор сделаны в разные стороны или большая часть пролета расположена на кривом участке пути и зигзаги сделаны в одну сторону.

Длины пролетов, расположенных частично на прямых и частично на кривых участках пути, могут быть при этом приняты равными или чуть большими, чем допустимые длины пролетов для кривых участков пути. При разбивке опор разница в длине двух смежных пролетов полукомпенсированной подвески не должна превышать 25% длины большего пролета.

На участках где часто наблюдаются гололедные образования и могут возникнуть автоколебания проводов, разбивку опор следует вести чередующимися пролетами, один из которых равен максимально допустимому, а другой – на 7-8 м меньше. При этом, избегая периодичности чередования пролетов.

Пролеты со средними анкеровками должны быть сокращены: при полукомпенсированной подвеске – один пролет на 10%, а при компенсированной – два пролета на 5% максимальной расчетной длины в этом месте.

Выбор поддерживающих устройств

1. Выбор консолей.

В настоящее время на участках переменного тока применяют неизолированные прямые наклонные консоли.

Условия применения неизолированных консолей в районах с толщиной гололеда до 20 мм и скоростью ветра до 36 м/с на участках переменного тока приведены в таблице

## Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип опоры | Место установки | Тип консоли при габарите опор |
| 3,1-3,2 | 3,2-3,4 | 3,4-3,5 |
| Промежуточная  | Прямая  | НР-1-5  |
| Кривая  |  НС-1-6,5 |
| Внутренняя сторона | R<1000 м  |
| R>1000 м |
| Внешняя сторона | R<600 м  | НР-1-5 |
| R>600 м |
| Переходная  | Прямая  | НР-1-5 |
| Опора А | Рабочая  |
| Анкеруемая | НС-1-5 |
| Опора Б | Рабочая  | НР-1-5 |
| Анкеруемая  | НС-1-5 |

Маркировка консолей: НР-1-5- неизолированная наклонная консоль с растянутой тягой, кронштейном из швеллеров №5, длина кронштейна 4730 мм.

НС-1-5- неизолированная консоль со сжатой тягой, кронштейном из швеллеров №5, длина кронштейна 5230 мм.

### 2. Выбор фиксаторов

Выбор фиксаторов производят в зависимости от типа консолей и места их установки, а для переходных опор- с учетом расположения рабочей и анкеруемой ветвей подвески относительно опоры. Кроме того, учитывают, для какой из них предназначен фиксатор.

В обозначениях типовых фиксаторов применяют буквы Ф- фиксатор, П- прямой, О- обратный, А- контактного провода анкеруемой ветви, Г- гибкий. В маркировке имеются цифры, характеризующие длины основного стержня.

### Выбор фиксаторов сведен в таблицу

## Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение фиксаторов. | Типы фиксаторов при габарите опор, м |
| 3,1-3,2 | 3,2-3,3 | 3,4-3,5 |
| Промежуточные опоры |  Прямая  | Зигзаг к опоре | ФП-1 |
| Зигзаг от опоры | ФО-II |
| Внешняя сторона кривой | R=300 м | ФГ-2 |
| R=700 м | УФП-2 |
| R=1850 м | ФП-II |
| Внутренняя сторона кривой | R=300 м | УФО2-I |
| R=700 м | УФО-I |
| R=1850 м | ФОII-(3,5) |
|  Переходные опоры | Прямая  |  Рабочая  | ФПИ-I |
|  Опора А |
| Анкеруемая  | ФАИ-III |
| Опора Б | Рабочая  | ФОИ-III |
| Анкеруемая  | ФАИ-IV |

3. Выбор жестких поперечин.

При выборе жестких поперечин прежде всего определяют требуемую длину жестких поперечин.

L'=Г1+Г2+∑м+dоп+2\*0,15, м

Где: Г1, Г2- габариты опор поперечины, м

∑м- суммарная ширина междупутий, перекрываемых поперечиной, м

dоп=0,44 м – диаметр опоры в уроне головок рельсов

2\*0,15 м – строительный допуск на установку опор поперечины.

Выбор жестких поперечин свожу в таблицу

## Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номера опор на которой установлена жесткая поперечина  |  Тип жесткой поперечины | Расчетная длина жесткой поперечины |
| (9-10) | П-130-22,5 | 12,44 |
| (11-12)-(15-16) | П-130-22,5 | 17,74 |
| (17-18) | П-130-22,5 | 18,62 |
| (19-20)-(55-56) | П-130-22,5 | 34,74 |
| (57-58)-(59-60) | П-320-36,6 | 24,64 |
| (61-62)-(65-66) | П-320-36,6 | 18,62 |

4. Выбор опор

Важнейшей характеристикой опор является их несущая способность- допустимый изгибающий момент М0 в уровне условного обреза фундамента. По несущей способности и подбирают типы опор для применения в конкретных условиях установки.

Выбор опор свожу в таблицу

## Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  Место установки  | Тип опоры | Марка стойки |
| Прямая  | Промежуточная  | СО-136,6-1 |
| Переходная  | СО-136,6-2 |
| Анкерная  | СО-136,6-3 |
|  Под жесткой поперечиной (от 3-5 путей) | Промежуточная  | СО-136,6-2 |
| Под жесткой поперечиной (от 5-7 путей) | Промежуточная  | СО-136,6-3 |
| Анкерная  | СО-136,7-4 |
| Кривая  | R<800 м | СО-136,6-3 |

Механический расчет анкерного участка полукомпенсированной подвески

Для расчёта выбираем один из анкерных участков главного пути станции. Основной целью механического расчёта цепной подвески является составление монтажных кривых и таблиц. Расчёт выполняем в следующей последовательности:

1. Определяем расчётный эквивалентный пролёт по формуле:

, м; (16)

где li – длина i – го пролёта, м;

Lа – длина анкерного участка, м;

n – число пролётов.

Эквивалентный пролет для первого анкерного участка перегона:

2. Устанавливаем исходный расчётный режим, при котором возможно наибольшее натяжение несущего троса. Для этого определяем величину критического пролёта.

(17)

где Zmax – максимальное приведённое натяжение подвески, Н;

Wг и Wt min – приведённые линейные нагрузки на подвеску соответственно при гололёде с ветром и при минимальной температуре, Н/м;

- температурный коэффициент линейного расширения материала несущего троса 1/ 0С.

Приведённые величины Zx и Wx для режима “X” вычисляем по формулам:

, Н;

, Н/м;

при отсутствии горизонтальных нагрузок qx = gx выражение примет вид:

, Н/м;

при полном отсутствии дополнительных нагрузок gx = g0 и тогда приведённая нагрузка будет определяться по формуле:

Н/м; (18)

Здесь gx, qx – соответственно вертикальная и результирующая нагрузки на несущий трос в режиме “X”, Н/м;

К – натяжение контактного провода (проводов), Н;

Т0 – натяжение несущего троса при беспровесном положении контактного провода, Н;

ϕx – конструктивный коэффициент цепной подвески, определяемый по формуле:

,

Величина “c” в выражении означает расстояние от оси опоры до первой простой струны (для подвески с рессорным тросом обычно 8 – 10 м).

У полукомпенсированной цепной подвески контактный провод имеет возможность перемещения при изменении его длины в пределах анкерного участка за счёт наличия компенсации. Несущий трос также можно рассматривать как свободно закреплённый провод, так как поворот гирлянды изоляторов и применение поворотных консолей дают ему аналогичную возможность.

Для свободно подвешенных проводов исходный расчётный режим определяется сравнением эквивалентного Lэ < Lкр, то максимальное натяжение несущего троса Tmax,будет при минимальной температуре, а если Lэ > Lкр, то натяжение Tmax будет возникать при гололёде с ветром. Проверку правильности выбора исходного режима осуществляют при сравнении результирующей нагрузки при гололёде qгн с критической нагрузкой qкр

Натяжение несущего троса при беспровесном положении контактного провода определяется при условии, когда ϕх = 0 (для рессорных подвесок), по формуле:

(19)

Здесь величины с индексом “1” относятся к режиму максимального натяжения несущего троса, а с индексом “0” – к режиму беспровесного положения контактного провода. Индекс “н” относится к материалу несущего троса, например Eн – модуль упругости материала несущего троса.

5. Натяжение разгруженного несущего троса определяется по аналогичному выражению:

(20)

Здесь gн – нагрузка от собственного веса несущего троса, Н/м.

Значение A0 в равно значению A1 поэтому вычислять A0 нет необходимости. Задаваясь различными значениями Tрх, определяются температуры tx. По результатам расчетов построим монтажные кривые

Стрелы провеса разгруженного несущего троса при температурах tx в реальных пролетах Li анкерного участка:

Рис. 3 Стрелы провеса разгруженного несущего троса в реальных пролетах

7. Стрелы провеса несущего троса Fxi в пролёте li вычисляются из выражения:

,

; (22)

при отсутствии дополнительных нагрузок (гололёд, ветер) qx = gx = g, поэтому приведённая нагрузка в рассматриваемом случае:

,

,

; ;

Рис. 4 Стрелы провеса нагруженного несущего троса

Расчеты натяжения несущего троса при режимах с дополнительными нагрузками, где величины с индексом x относятся к искомому режиму (гололеда с ветром или ветер максимальной интенсивности). Полученные результаты наносятся на график.

8. Стрела провеса контактного провода и его вертикального перемещения у опор для реальных пролётов определяется соответственно по формулам:

, (23)

,

где ;

Здесь b0i – расстояние от несущего троса до рессорного троса против опоры при беспровесном положении контактного провода для реального пролёта, м;

H0 – натяжение рессорного троса, обычно принимают H0 = 0.1T0.

(24)

Рис. 6 Стрелы провеса контактного провода в реальных пролетах при дополнительных нагрузках

Выбор способа прохода контактной подвески в искусственных сооружениях

На станции:

Проход контактной подвески под искусственными сооружениях, ширина корторых составляет не более межструнного расстояния (2-12м), в т.ч. под пешеходными мостиками, может быть осуществлен по одному из трех способов:

- искусственное сооружение используется в качестве опоры;

- контактная подвеска пропускается без крепления к искусственному сооружению;

- в несущий трос включается изолированная вставка, которая крепится к искусственному сооружению.

Для выбора одного из способов необходимо выполнение соответствующего условия:

- для первого случая:

где - расстояние от уровня головок рельса до нижнего края искусственного сооружения;

 - минимальная допустимая высота контактных проводов над уровнем головок рельса;

 - наибольшая стрела провеса контактных проводов при стреле провеса несущего троса;

 - минимальное расстояние между несущим тросом и контактным проводом в середине пролета;

 - максимальная стрела провеса несущего троса;

-длина гирлянды изоляторов:

 - минимальная стрела провеса несущего троса;

 - часть стрелы провеса несущего троса при минимальной температуре на расстоянии от наибольшего приближения к искусственному сооружению до середины пролета;

 - подъем несущего троса под воздействием токоприемника при минимальной температуре;

 - минимальное допустимое расстояние между токоведущими и заземленными частями;

 - допустимое расстояние от контактного провода до отбойника.

По результатам этого расчёта приходим к выводу,что для прохода контактной подвески под пешеходным мостом высотой 8,3 метра, в нашем случае необходимо использовать третий способ: в несущий трос врезается изолированная вставка,которая крепится к мосту.

На перегоне:

Контактная подвеска на мостах с ездой понизу и низкими ветровыми связями пропускается с креплением несущего троса на специальные конструкции, устанавливаемые выше ветровых связей. Контактный провод при этом пропускается с креплением под ветровыми связями с уменьшенной длиной пролета до 25 м. Высота конструкции выбирается из выражений:

- для полукомпенсированной подвески:

Список используемой литературы

1. Марквардт К. Г., Власов И. И. Контактная сеть. – М.: Транспорт, 1997.- 271с.
2. Фрайфельд А. В. Проектирование контактной сети.- М.: Транспорт, 1984,-397с.
3. Справочник по электроснабжению железных дорог. /Под редакцией К.Г. Марквардта – М.: Транспорт, 1981. – Т. 2- 392с.
4. Нормы проектирования контактной сети (ВСН 141 - 90). – М.: Минтранстрой, 1992. – 118с.
5. Контактная сеть. Задание на курсовой проект с методическими указаниями-М-1991-48с.