Введение

Электрификация железнодорожного транспорта – неотъемлемая часть электрификации хозяйства страны. Устройства электроснабжения электрифицированных железных дорог, от которых получает питание не только тяга, но и другие районные потребители, прилегающие к железной дороге, в том числе и не тяговые потребители железнодорожного транспорта, являются составной частью энергоснабжающей системы России.

Основным элементом системы тягового электроснабжения является контактная сеть. Строительство и модернизация контактной сети в настоящее время должно производиться по типовым проектам КС-160. Типовые проекты и узлы должны согласовываться с Трансэлектропроектом и утверждаться Департаментом электрификации и электроснабжения МПС.

До завершения разработки всех модификаций контактных подвесок КС-160 должны применяться действующие типовые решения. Конструкции контактных подвесок в соответствии с Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации должны соответствовать требованиям, обеспечивающим пропуск пассажирских поездов со скоростью движения 140 км/ч и учитывать возможность перспективного повышения скоростей движения на отдельных направлениях до 160 км/ч и увеличение грузооборота.

Все вновь разработанные конструкции контактной сети, узлы и арматура до разрешения на их применение должны подвергаться испытаниям по утвержденной Департаментом электрификации и электроснабжения методике.

Модернизация контактной сети производится для обновления основных фондов, восстановления ресурса постоянных элементов и повышения технических показателей контактной подвески.

Основные цели проведения модернизации:

- увеличение скорости передвижения пассажирских и грузовых поездов;

- повышение ресурса основных элементов и их сближение для создания предпосылок при последующей эксплуатации проведения комплексных видов капитального ремонта;

- повышение надежности и устойчивости работы за счет применения изделий и узлов с улучшенными свойствами;

- снижение расходов на обслуживание за счет исключения или увеличения периодичности работ по диагностике, осмотрам, ремонту;

- увеличение срока службы контактного провода за счет повышения показателей качества токосъема;

- на основе анализа работы контактной сети устранение причин нарушений в работе контактной сети вследствие неучета при проектировании местных особенностей климатических условий, состояния земляного полотна, инженерно-геологических условий и обеспечение устойчивости опор контактной сети;

- учет изменений в процессе эксплуатации состояния и положения пути, устранение нетиповых узлов, доведение основных параметров контактной подвески до установленных нормативными документами.

Контактная подвеска состоит из постоянных и переменных элементов. К постоянным элементам относятся опоры и анкеры, жесткие и гибкие поперечины, несущие и рессорные тросы, усиливающие и питающие провода, поддерживающие конструкции, компенсирующие устройства, изоляция, арматура и оборудование.

Замена постоянных элементов производится после повреждений или при капитальном ремонте вследствие накопления недопустимых дефектов, а также при модернизации из-за выработки ресурса. К переменным элементам относятся контактные провода, струны, замена которых производится в зависимости от степени износа. По показателям качества токосъема контактная подвеска должна обеспечивать скорости движения до 160 км/ч. Замена контактных проводов производится в зависимости от степени их износа. Решение по оставлению в работе или замене опор, установленных при капитальном ремонте, принимается при проектировании в зависимости от возможности их использования в подвеске КС-160 и от разбивки места установки опор.

Целью дипломного проекта является реконструкция контактной сети перегона Азей - Шуба Восточно-сибирскрй железной дороги с существующей подвески КС-120 на новую контактную подвеску КС-160. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- расчет электропотребления на тягу поездов, выбор сечения контактной подвески;

- выбор типа контактной подвески по степени компенсации, определение длин пролетов;

- разработка плана контактной сети перегона;

- разбивка перегона на анкерные участки;

- расстановка опор и разметка зигзагов;

- расчеты изгибающих моментов и выбор опор устанавливаемых на перегоне;

- построение графиков монтажных кривых;

- расчёт стоимости реконструкции контактной сети перегона.

1. Исходные данные

Контактная подвеска на перегоне расположена в основном на нулевых местах или на насыпях высотой 2 – 5 м в открытой равнинной местности с редким лесом.

Метеорологические условия

Метеорологические условия, характерные для участка контактной сети перегона Азей - Шуба представлены в таблице 1.

Таблица 1.1 - Метеорологические данные

|  |  |
| --- | --- |
| Минимальная температура, ºС | -50 |
| Максимальная температура, ºС | +40 |
| Толщина корки гололёда, мм | 5 |
| Скорость ветра при гололёде, м/с | 15 |
| Ветровой район | 3 |

Гололёд цилиндрической формы с удельным весом 0,9 г/см3;

Температура гололёдных образований – -5 ºС;

Температура, при которой наблюдаются ветры максимальной интенсивности +5 ºС.

Характеристика цепной контактной подвески

На перегоне принимаем систему подвески одинарную компенсированную цепную подвеску с рессорным тросом.

1.1 Характеристики контактной подвески ПБСМ-95+МФ-100

Характеристики проводов и тросов

Основные геометрические и физико-механические параметры контактных подвесок приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1.2 - Основные геометрические и физико-механические параметры контактных проводов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметры | Обозначение | Тип провода |
| МФ-100 |
| Фактическая площадь сечения, мм2 | S | 100 |
| Высота, мм | Н | 11,8 |
| Ширина, мм | А | 12,81 |
| Вес одного метра провода, даН/м | gК | 0,873 |
| Коэффициент температурного линейного расширения, 10-6/ºС | α | 17 |
| Модуль упругости, МПа | Е | 127500 |
| Временное сопротивление при растяжении, МПа | σ | 362,6 |
| Номинальное натяжение, даН | К | 1200 |

Таблица 1.3 - Основные геометрические и физико-механические параметры несущего троса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметры | Обозначение | ПБСМ-95 |
| 1 | 2 | 3 |
| Расчётная площадь сечения, мм2 | SР | 93,3 |
| Диаметр троса, мм | DТ | 12,5 |
| Диаметр проволоки, мм | dТ | 2,5 |
| Число проволок | n | 19 |
| Вес одного метра троса, даН/м | gН | 0,759 |
| Коэффицициент температурного линейного расширения,10-6/ 0С | a | 13.3 |
| Модуль упругости,МПа | Е | 17600 |
| Временное сопротивление, даН | σ | 735 |
| Максимальное натяжение, даН | Тмакс | 2000 |

1.2 Данные для трассировки контактной сети на перегоне

Входной нечетный светофор 4816 5+30

Начало кривой R1, центр справа по ходу км 4816 2+50

Конец кривой 4816 6+43

Ось путепровода 4816 7+38

Начало кривой R2, центр слева по ходу км 4817 1+54

Конец кривой 4817 5+90

Начало кривой R3, центр слева по ходу км 4817 5+90

Конец кривой 4817 6+69

Начало кривой R4, центр справа по ходу км 4817 6+99

Конец кривой 4818 0+72

Начало кривой R5, центр слева по ходу км 4818 0+72

Конец кривой 4818 4+22

Начало кривой R6, центр слева по ходу км 4820 3+04

Конец кривой 4820 4+17

Начало кривой R7, центр справа по ходу км 4820 5+49

Конец кривой 4820 7+49

Начало кривой R8, центр справа по ходу км 4820 7+49

Конец кривой 4820 8+79

Начало кривой R9, центр слева по ходу км 4821 3+76

Конец кривой 4821 7+81

Начало кривой R10, центр слева по ходу км 4821 7+81

Конец кривой 4822 0+01

Начало кривой R11, центр слева по ходу км 4822 0+01

Конец кривой 4822 2+80

Начало кривой R12, центр слева по ходу км 4822 2+80

Конец кривой 4822 5+51

Начало кривой R13, центр слева по ходу км 4822 5+51

Конец кривой 4822 7+99

Начало кривой R14, центр слева по ходу км 4822 7+99

Конец кривой 4822 9+84

Ось переезда 4823 8+25

Входной нечетный светофор 4824 7+85

Радиусы кривых

R1,м 609

R2,м 658

R3,м 489

R4,м 574

R5,м 606

R6,м 1500

R7,м 1332

R8,м 3086

R9,м 2096

R10,м 2226

R11,м 2046

R12,м 2266

R13,м 2046

R14,м 2276

2. Определение сечения проводов контактной сети и выбор типа подвески, сечения питающих и отсасывающих линий

Расчёт параметров системы тягового электроснабжения участка Азей - Шуба ведется с использованием нового программного комплекса КОРТЭС.

2.1 Описание программного комплекса

Для выполнения тягового расчета воспользуемся программным комплексом КОРТЭС. Программный комплекс КОРТЭС предназначен для решения на персональных ЭВМ в среде Windows 98/Me/2000/XP различных расчётных задач, связанных с выбором параметров, определением характеристик режимов и нагрузочной способности систем тягового электроснабжения и их отдельных элементов.

Во многих отношениях КОРТЭС является преемником пакета программ NORD, работающего в операционной системе MS-DOS и обладающего в связи с этим ограниченными возможностями. В реализации новых программ максимально использован принцип совместимости “вверх” с базами данных устройств и участков, созданными с помощью пакета NORD. Интерфейс пользователя, с одной стороны, соответствует стандартам современных операционных систем, с другой – в нём сохранён стиль управления программами предшествующего пакета.

Среди новых основных возможностей, реализованных в КОРТЭС, можно отметить следующие:

- определение тяговой нагрузки с учётом рекуперации энергии, а также кратности тяги по отдельным перегонам участка;

- выполнение электрических расчётов на основе моделирования графика движения поездов различных категорий – скоростных, пассажирских, грузовых (в том числе повышенной массы), пригородных и др.;

- расчёт схем питания фидерных зон от нескольких тяговых подстанций при наличии примыкающих участков;

учёт реальной схемы подключения фидеров подстанций и постов секционирования к контактной сети при заданном расположении воздушных промежутков.

2.1.1 Ввод и редактирование параметров участка

Осуществляется с помощью программы Uchastk, которая является составной частью комплекса КОРТЭС и предназначена для ввода и редактирования параметров расчётных участков. К этим параметрам относятся: число главных путей, названия и координаты расположения раздельных пунктов, спрямленный продольный профиль пути с учётом фиктивных уклонов от кривых, категории и типы обращающихся на участке поездов, ограничения скорости для каждой категории поезда и др. данные.

Перечисленные параметры записываются в двоичный файл типа.PFK, который затем используется в программах тяговых расчётов и редактирования тяговой нагрузки.

Исходные данные могут быть также преобразованы из файлов предыдущих версий, созданных с помощью программ пакета NORD: TRELX (типа.PFS) и TRELC (.PFU).

Загрузка, обновление и сохранение данных осуществляется посредством основного меню Файл. Для выбора редактируемых параметров служит панель данных. В процессе работы необходимо заполнить требуемые характеристики участка и все таблицы параметров, представленные на этой панели.

Предусмотрено также специальное окно для просмотра расположения раздельных пунктов, продольного профиля и участков ограничений скорости.

Панель данных постоянно присутствует в основном окне программы и может перемещаться в его пределах. Служит панель для ввода основных характеристик участка и выбора таблиц для редактирования.

К основным характеристикам участка относятся:

- наименование дороги, к которой относится участок;

- нечётное направление от станции, выбирается наименование первой или последней станции согласно данным таблицы раздельных пунктов, выбор разрешён только при корректном заполнении этой таблицы;

- число главных путей – по умолчанию принимается равным двум, выбирается из списка в диапазоне значений от 1 до 4.

Таблица раздельные пункты служит для ввода (редактирования) списка раздельных пунктов и их характеристик. Раздельные пункты вводят последовательно по или против хода километров. Таблица должна содержать не менее двух и не более 60 станций. Рекомендуется вводить только те раздельные пункты, на которых предусмотрены остановки поездов, а также разрешены их обгон и скрещение. Общая длина участка по граничным фактическим координатам не должна превышать 320 км. При отсутствии названия станции её наименование принимается по номеру километра на плане.

Окно параметров продольного профиля участка содержит меню правка, поле выбора типа пути (бесстыковой, звеньевой) и таблицу для редактирования значений характеристик элементов профиля.

Таблица категории и типов поездов содержит:

- категории – это группа поездов, имеющих общий набор ограничений скоростей, заданный приоритет пропуска при формировании графика движения и базовую массу, для которой выполняется тяговый расчет. Максимальное число категорий 6.

- типы поездов – это поезда для каждой категории и направления движения задаются таблицами масс составов, характерных для данного участка. Эти таблицы используются в других программах для ускорения ввода параметров поездов.

Таблица ограничений скорости необходима для максимально допустимых скоростей движения поездов каждой отдельной категории на заданных участках в нечётном и чётном направлениях. Категории выбирают из списка слева от таблицы, а направления – с помощью кнопок над списком.

С помощью кнопки просмотр на панели данных открывается окно визуального контроля параметров участка. Эта кнопка становится доступной после корректного заполнения таблиц раздельных пунктов, продольного профиля, категорий и типов поездов.

2.1.2 Создание файла тяговой нагрузки

Использование программы Trelk для выполнения тяговых расчётов. В этом случае требуется запустить программу тяговых расчётов Trelk, выбрать локомотив соответствующего рода тока, открыть задание на расчёт для графика движения и выполнить расчёты для всех вариантов исходных данных по категориям поездов и направлениям движения; выбрать необходимый период усреднения тока и сохранить файл тяговой нагрузки. Заданный вами период усреднения тока тяговой нагрузки будет использован в качестве шага моделирования графика движения при электрических расчётах.

Также можно использовать программу EdTrel для создания файла тяговой нагрузки. Эта программа позволяет преобразовать в требуемую форму результаты опытных поездок либо тяговых расчётов, выполненных как программе TRELX пакета NORD, так и по программам сторонних производителей. Кроме того, тяговую нагрузку можно задать упрощённо в виде отрезков пути, на которых скорость и ток поезда принимаются неизменными.

Система электроснабжения электрифицируемой железной дороги должна обеспечивать планируемые размеры движения, пропуск требуемого числа поездов с установленными весовыми нормами, скоростями и интервалами движения. При этом размещение тяговых подстанций, их мощность и сечение проводов контактной подвески должны обеспечивать заданные размеры движения при соблюдении допускаемого уровня напряжения на токоприемниках ЭПС, температуры нагрева проводов и возможности защиты от токов КЗ и тяговой сети. Установление оптимального, наиболее целесообразного в техническом и экономическом отношении варианта системы электроснабжения производится на основании технико – экономических расчетов.

Перечисленные требования изложены в нормах технологического проектирования электрификации (НТПЭ).

Исходя из этих требований, при выборе типа контактной подвески следует стремится к тому, чтобы ее сечение было возможно более близким к экономическому.

Одновременно сечение проводов контактной сети должно быть не менее минимального допустимого по току (по нагреву).

Сечение проводов контактной сети может считаться выбранным окончательно только после проверки его по допустимой потере напряжения.

2.2 Данные для расчета

Двухпутный участок переменного тока U=25000 В;

Схема питания двухсторонняя параллельная;

Расстояние между тяговыми подстанциями L=36 км;

Заданная пропускная способность участка в сутки:

Nпас =15 пар поездов; Nгр=33 пар поездов;

Вес локомотива: Pпас=184 т; Pгр=276 т;

Вес состава поезда:

В четном направлении:

Qпас=1100 т; Qгр =5000 т;

В нечетном направлении:

Qпас=1100т; Qгр =5000 т;

Скорость движения поездов;

В четном направлении:

Vпас =80 км / час; VГР =80км/ час;

В нечетном направлении:

Vпас =80 км / час; VГР =80 км/ час;

Тип рельсов Р-65;

Коэффициенты  kн=1.35; kт=1,15;

На участке предусматривается магистральное плюс пригородное движение электропоездов;

Конструктивная высота подвески h м=1,8 м;

Минимальная температура tmih =-50оС;

Максимальная температура tmax=40оС;

Нормативная скорость ветра максимальной интенсивности V н =29 м / с;

Скорость ветра при гололеде Vг=10 м/ с;

Толщина корки гололеда Ьг=3 мм

Температура при максимальной скорости ветра t v max=+5оС;

Температура при гололеде t г=-5оС;

Гололед цилиндрической формы с удельным весом 0,9 г/ см 3;

2.3 Определение проводов контактной сети и выбор типа подвески

2.3.1 Без усиливающего провода

Таблица 2.1 - Нагрев проводов контактной подвески в точках подключения фидеров подстанции Нюра, Т ˚С

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Фидер | Ток, А | Температура, ˚С | Марки проводов |
|  | 1 мин | 3 мин | 20 мин | 1 мин | 3 мин | 20 мин |  |
| Ф5 | 261 | 248 | 219 | 41 | 41 | 41 | ПБСМ-95+МФ-100 |
| Ф4 | 913 | 885 | 693 | 52 | 52 | 49 | ПБСМ-95+МФ-100 |
| Отс | 1118 | 1112 | 887 | 46 | 46 | 45 | 4А-185 |

Таблица 2.2 - Нагрев проводов контактной подвески в точках подключения фидеров подстанции Тулюшка, Т ˚С

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Фидер | Ток, А | Температура, ˚С | Марки проводов |
|  | 1 мин | 3 мин | 20 мин | 1 мин | 3 мин | 20 мин |  |
| Ф1 | 696 | 687 | 562 | 47 | 47 | 46 | ПБСМ-95+МФ-100 |
| Ф2 | 314 | 301 | 268 | 41 | 41 | 41 | ПБСМ-95+МФ-100 |
| Отс | 977 | 965 | 821 | 49 | 49 | 48 | 3А-185 |

Таблица 2.3 - Пропускная способность участка

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Минимальное напряжение на токоприемнике электровоза, U кВ. | Минимальный межпроездной интервал, t мин. | Марка проводов. |
| 21,23 | 16 | ПБСМ-95+МФ-100 |

Из выше приведенных таблиц видно, что межпоездной интервал, на перегоне Азей - Шуба составляет 16 минут при равномерном графике движения, что допустимо. Подвеска ПБСМ-95+МФ-100 проходит по нагреванию и по допустимому току. На перегоне Азей - Шуба принимаем контактную подвеску типа ПБСМ-95+МФ-100.

2.4 Определение минимального экономического сечения контактной сети в медном эквиваленте: S ЭМ (МИН);

Таблица 2.7 - Результат расчетов минимального экономического сечения контактной сети в медном эквиваленте.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Схема соединения контактных подвесок путей между собой | Годовые удельные потери электроэнергии (кВтч/год\*Ом) | Сечение контактной сети в медном эквиваленте (мм2) |
| Раздельная | Четный путь 276355Нечетный путь 199084 | 538471 |
| Узловая | 754459 | 460 |
| Параллельная | 598911 | 374 |

По расcчитаному сечению S1эм(мин) = 187мм2 принимаем стандартное сечение цепной подвески переменного тока ПБСМ – 95 + МФ – 100

3. Расчет нагрузок на провода цепной подвески

3.1 Определение вертикальных нагрузок действующих на провода

Вес несущего троса gн/т=0,783, дан/м;

Вес контактного провода gк/п=0,89, кг/пог.м;

Вес струн и зажимов gстр =0,050, дан/м;

Полная вертикальная нагрузка на трос при отсутствии гололеда определяется по формуле

gпров=gн/т+gк/п +gстр (3.1)

из выражения 3.1

gпров=0,783+0,89+0,05=1,723, даН/м.

Установим расчетную толщину стенки гололеда, вн=5мм;

диаметр ПБСМ – 95, d=12,5 мм, для этого k1г=0,975,

kIIг=1.

Расчетная толщина стенки гололеда определяется по формуле

вт =k1г\*kIIг\*вн (3.2)

из выражения 3.2

вт=0,975\*1\*5=4,875, мм.

Нагрузка на трос от веса гололеда определяется по формуле

g1гт =0,0009*П*\*вт(d+вт) (3.3)

из выражения 3.3

g1гт =0,0009*\**3,14\*10(12,5+4,875)=0,24, даН/м.

Нагрузка от веса гололеда на контактный провод определим, исходя из

вк=0,5\*вт =0,5\*4,875=2,44 мм и среднего расчетного диаметра.



g1гк=0,0009*П*\*вк(dк/п+вк) (3.4)

из выражения 3.4

g1гк=0,0009\*3,14\*5(12,3+2,44)=0,102, даН/м.

Нагрузка от веса гололеда на провода цепной подвески (гололед на струнах не учитываем) определяется по формуле

g1г =g1гт +g1гк (3.5)

из выражения 3.5

g1г=0,24+0,102=0,342, даН/м.

Полная вертикальная нагрузка на трос при гололеде определяется по формуле

g1пров +g1гк =1,723+0,342=2,07, даН/м.

3.2 Определение горизонтальных нагрузок действующих на провода

Расчетные скоростные напоры

V=29 м/сек; Vг=10 м/сек; Vр =Vн \*kIв; при kIв=1

Vр =29\*1=29 м/сек.

Горизонтальную нагрузку на трос при максимальном ветре определяем по формуле

Коэффициент лобового сопротивления Сх=1,25

  (3.6)

16000

2

*T*

*P*

*X*

*ТMAXV*

*d*

*V*

*C*

*Р*







из выражения 3.6



Горизонтальная нагрузка на трос, покрытый гололедом определяется по формуле

 (3.7)

из выражения 3.7





Горизонтальную нагрузку на к/провод при максимальном ветре определяем по формуле

 (3.8)

из выражения 3.8



Нагрузка при гололеде определяется по формуле

 (3.9)

из выражения 3.9



Суммарная нагрузка на трос при максимальном ветре определяем по формуле

 (3.10)

из выражения 3.10



Суммарная нагрузка на трос при гололеде с ветром определяем по формуле

 (3.11)

из выражения 3.11



4. Расчет длины пролетов на перегоне

4.1 Определение длины пролета на прямом участке перегона

Открытое ровное место

UН =29 м/с; kв=1,15

UР =UНkв=291,15=33,35, м/с;

Из выражения 3.9





даН/м

Определяем длину пролета при РЭ=0; ϒК =0,015

 (4.1)





*м*

*а*

*в*

 *в*

*Р*

*К*

*к*

*кдоп*

*К*

*кдоп*

*К*

,

)

(

2

2

2

max











**

**



где

РК- ветровая нагрузка на к/провод для расчетного режима;

В к доп =500мм(0,5м)-вынос к/провода от оси пути;

YК - прогиб опоры на уровне крепления к/провода принимается 0,015м;

из выражения 4.1





*м;*

66

3

,

0

)

015

,

0

5

,

0

(

015

,

0

5

,

0

07

,

1

1200

2

2

2

max















Определяем нагрузку РЭ

 даН/м (4.2)

где

Т- натяжение несущего троса принимаем Т=2000кг;

Р т - ветровая нагрузка на н/трос для расчетного режима;

l- предварительно найденный пролет;

h u – высота седла h u =0,16;

q T – результирующая нагрузка на н/трос для расчетного режима;

Y- прогиб опоры на уровне крепления троса YТ =0,015м;

gк/п- вес контактного провода;

С- длина эластичной струны, определяется по формуле:

 (4.3)

где

h - конструктивная высота подвески;

q – вес проводов цепной подвески;

То – натяжение троса при беспровесном положении к/провода принимается То =1600кг;

из выражения 4.3



из выражения 4.2



-0,015 даН/м

Уточняем длину пролета

 (4.4)

из выражения 4.4

 м.

Окончательно принимаем длину пролета L=60 м.

4.2 Определение длин пролетов на кривых

Определение длин пролетов для кривой R1=609 м

UН =29 м/с; kв=1,15.

UР =UНkв=291,15=33,35, м/с.

Находим нагрузку на н/т в режиме max ветра из выражения 3.9



Определяем нагрузку на к/п в режиме max ветра из выражения 3.9



Результирующая нагрузка на несущий трос при max ветреиз выражения 3.10



Определяем длину пролета при РЭ = 0, ϒК = 0,015 ϒТ = 0,022

 (4.5)

из выражения 4.5









*м*

35

,

51

4

,

0

015

,

0

45

,

0

609

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ из выражения 4.3



из выражения 4.2



даН/м.

Уточняем длину пролета при РЭ =-0,0231, даН/м

 (4.6)

из выражения 4.6





*м*

15

,

51

4

,

0

015

,

0

45

,

0

609

1200

0231

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета принимаем L=50 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R2=658 м из выражения 4.1





*м*

6

,

52

4

,

0

015

,

0

45

,

0

658

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

Из выражения 4.3



из выражения 4.2



-0,0218 даН/м.

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,0218 даН/м

Из выражения 4.6





*м*

4

,

52

4

,

0

015

,

0

45

,

0

658

1200

0218

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=50 м.

Определяем длину пролета при РЭ = 0, R3 = 489 м из выражения 4.1





*м*

7

,

47

4

,

0

015

,

0

45

,

0

489

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ;

из выражения 4.3



из выражения 4.2



-0,029 даН/м

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,029 даН/м

из выражения 4.6





*м*

4

,

47

4

,

0

015

,

0

45

,

0

489

1200

029

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=46 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R4 =574 м





*м*

3

,

50

4

,

0

015

,

0

45

,

0

574

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

из выражения 4.3



Из выражения 4.2



-0,0233 даН/м

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,0233 даН/м

из выражения 4.6





*м*

1

,

50

4

,

0

015

,

0

45

,

0

574

1200

0233

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=50 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R5=606 м





*м*

3

,

51

4

,

0

015

,

0

45

,

0

606

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

из выражения 4.3



Из выражения 4.2



-0,0231 даН/м.

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,0231 даН/м

из выражения 4.6





*м*

07

,

51

4

,

0

015

,

0

45

,

0

609

1200

0231

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=50 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R6=1500 м





*м*

3

,

65

4

,

0

015

,

0

45

,

0

1500

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

из выражения 4.3



Из выражения 4.2



-0,009 даН/м.

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,009 даН/м

из выражения 4.6





*м*

3

,

65

4

,

0

015

,

0

45

,

0

1500

1200

009

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=60 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R7=1332 м





*м*

8

,

63

4

,

0

015

,

0

45

,

0

1332

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

из выражения 4.3



из выражения 4.2



-0,012 даН/м

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,012 даН/м

из выражения 4.6





*м*

6

,

63

4

,

0

015

,

0

45

,

0

1332

1200

012

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=60 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R8=3086 м





*м*

1

,

74

4

,

0

015

,

0

45

,

0

3086

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

из выражения 4.3



Из выражения 4.2



-0,0021 даН/м.

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,0021 даН/м

из выражения 4.6





*м*

07

,

74

4

,

0

015

,

0

45

,

0

3086

1200

0021

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=60 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R9=2096 м





*м*

9

,

69

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2096

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ из выражения 4.3



из выражения 4.2



-0,006 даН/м.

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,006 даН/м

из выражения 4.6





*м*

7

,

69

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2096

1200

006

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=60 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R10=2226 м





*м*

6

,

70

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2226

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

из выражения 4.3



Из выражения 4.2



-0,0038 даН/м.

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,0038 даН/м

из выражения 4.6





*м*

5

,

70

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2226

1200

0038

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=60 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R11=2046 м





*м*

5

,

69

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2046

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

из выражения 4.3



из выражения 4.2



-0,0059 даН/м.

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,0059 даН/м

из выражения 4.6





*м*

4

,

69

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2046

1200

0059

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=60 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R12=2266 м





*м*

8

,

70

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2266

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

из выражения 4.3



Из выражения 4.2



-0,0038 даН/м

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,0038 даН/м

из выражения 4.6





*м*

7

,

70

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2266

1200

0038

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=60 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R13=2046 м





*м*

5

,

69

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2046

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

из выражения 4.3



Из выражения 4.2



-0,0059 даН/м.

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,0059 даН/м

из выражения 4.6





*м*

4

,

69

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2046

1200

0059

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=60 м.

Определяем длину пролета при РЭ =0, R14=2276 м





*м*

1

,

70

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2276

1200

07

,

1

1200

2

2

max













Определяем нагрузку РЭ

из выражения 4.3



из выражения 4.2



-0,0034 даН/м.

Уточняем длину пролета при РЭ=-0,0034 даН/м

из выражения 4.6





*м*

7

,

70

4

,

0

015

,

0

45

,

0

2276

1200

0034

,

0

07

,

1

1200

2

2

max















Окончательно принимаем длину пролета L=60 м.

Таблица 3.1 - Максимальные длины пролета на перегоне

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Участок пути | Радиус кривой, м | Эквивалентная нагрузка pэ, даН/м | Максимальная длинна пролета Lмакс, м |
| по расчету | принято |
| Перегон | прямая |  |  | 65,51 | 60 |
| кривые | 609 | 0,0231 | 51,15 | 50 |
| 658 | 0,0218 | 52,43 | 50 |
| 489 | 0,029 | 47,49 | 46 |
| 574 | 0,0233 | 50,17 | 50 |
| 606 | 0,0231 | 51,07 | 50 |
| 1500 | 0,009 | 65,31 | 60 |
| 1332 | 0,012 | 63,58 | 60 |
| 3086 | 0,0021 | 74,07 | 60 |
| 2096 | 0,006 | 69,73 | 60 |
| 2226 | 0,0038 | 70,49 | 60 |
| 2046 | 0,0059 | 69,44 | 60 |
| 2266 | 0,0038 | 70,70 | 60 |
| 2046 | 0,0059 | 69,44 | 60 |
| 2276 | 0,0034 | 70,76 | 60 |

5. Механический расчет анкерного участка

Механический расчет анкерного участка заключается в определении беспровесного положения несущего троса при определенной температуре в установленном режиме.

5.1 Расчет эквивалентного пролета

Расчетный эквивалентный пролет определяется по формуле

 (5.1)

где - длинна первого пролета, м;

- длинна анкерного участка, м;

N- число пролетов.

Эквивалентный пролет для анкерного участка перегона согласно (5.1)



Выбор максимального допустимого натяжения н/т и номинального натяжения к/п

/м /м

Выбор режима с максимальным натяжением несущего троса

Будем исходить из сравнения эквивалентного пролета с критическим, длину которого определим по формуле

м (5.2)

где Z- максимальное приведенное натяжение подвески, Н;

W,W- приведенные линейные нагрузки на подвеску соответственно при гололеде с ветром и при минимальной температуре, Н/м;

 (5.3)

где с – расстояние от оси опоры до первой струны (для подвески с рессорным тросом обычно от 8-10м)

λ

конструктивный коэффициент цепной подвески, определяется по формуле

 (5.4)



где натяжение несущего троса при бес провесном положение к/п примем равной 75% максимального допустимого

максимальное приведенное натяжение подвески

, даН/м;



 даН/м.

 и - приведенные линейные нагрузки на подвеску соответственно при гололеде с ветром и при минимальной температуре:

; (5.5)

даН/м;

 (5.6)

 даН/м.

Где  - температурный коэффициент линейного расширения материала н/т;

-принимается равным 13,3\*10-6;

расчетная температура гололедных образований, принимается равной–5;

минимальная температура, равна -50;

максимальная температура, равна 40;

, м

Так как критический пролет оказался больше эквивалентного, максимальным натяжение н/т будет при минимальной температуре.

5.2 Определяем температуру беспровесного положения к/п

, (5.7)

Где коррекция натяжения к/п в середине пролета, принимаем *t*=100.

 (5.8)

Определение натяжения н/т

,

Где

А=;

;

Тогда, А1=-50-=53,594,

B0==2,761\*107,

 C0.

При расчетах определяем, что =1428

Определение разгруженного н/т

Определяется по формуле

(5.9)

Где

А0=



Тогда



Где gн - вес несущего троса



Меняя значения , получаем следующие данные:

Таблица 5.1 - Зависимости Тpx от *t*x.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тpx, даН | 1700 | 1550 | 1400 | 1250 | 1100 | 950 | 575 |
| tx, С0 | -38 | -29,5 | -20,7 | -12 | -2,5 | 8 | 38,5 |

По результатам расчетов строится монтажная кривая



Рисунок 1- Зависимость натяжения разгруженного несущего троса от температуры

5.3 Определение стрелы провеса разгруженного н/т

При температурах  в реальных пролетах анкерного участка получаем

, (5.10)

Для пролета м.



Меняя длины пролетов и натяжение троса получаем следующие данные:

Таблица 5.2 - Зависимость натяжения от температуры

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| tx С | Тх, кг | L=60м | L=50м | L=46м |
| Fx | Fx | Fx |
| -38 | 1700 | 0,2 | 0,148 | 0,124 |
| -29,5 | 1550 | 0,229 | 0,16 | 0,135 |
| -20,7 | 1400 | 0,255 | 0,175 | 0,15 |
| -12 | 1250 | 0,28 | 0,195 | 0,163 |
| -2,5 | 1100 | 0,321 | 0,22 | 0,19 |
| 8 | 950 | 0,37 | 0,26 | 0,22 |
| 38,5 | 575 | 0,6 | 0,415 | 0,355 |

По результатам расчетов строится монтажная кривая



Рисунок 2- Монтажная кривая зависимости натяжения от температуры

5.4 Определение натяжения нагруженного н/т без дополнительных нагрузок

Определение натяжений нагруженного (контактным проводом) несущего троса в зависимости от температуры

 (5.11)

=3,765\*109



Подставляя в это уравнение различные значения Тх, определим соответствующую им температуру.

Далее меняя Тх получаем следующие данные:

Таблица 5.3 - Зависимости натяжения от температуры

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тх, кг | 2000 | 1800 | 1700 | 1600 | 1500 | 1400 | 1300 | 1200 | 1100 | 1000 | 900 |
| tx, С | -50 | -37 | -31 | -24 | -17 | -10 | -2 | 7 | 16 | 26,5 | 38 |

По полученным данным строим график



Рисунок 3- Натяжение нагруженного н/т без дополнительных нагрузок

5.5 Определение стрелы провеса для нагруженного несущего троса без дополнительных нагрузок

FX(i)= (5.12)

Где:

WX(I)=qX\*,

, (5.13)

ZX(i)=TX+ФX(i)\*K, (5.14)

 (5.15)

Из формулы (55) следует что:

,

,

.

Меняя длины пролета и подставляя различные Tx получаем следующие стрелы провеса для несущего троса:

Таблица 5.4 - Стрелы провеса для несущего троса

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| tx С | L=60м | L=50м | L=46м |
| Fx | Fx | Fx |
| -50 | 0,39 | 0,28 | 0,24 |
| -43 | 0,42 | 0,3 | 0,26 |
| -33,6 | 0,686 | 0,482 | 0,312 |
| -32,6 | 0,719 | 0,505 | 0,329 |
| -31,5 | 0,756 | 0,532 | 0,348 |
| -30,2 | 0,795 | 0,562 | 0,370 |
| -28,6 | 0,844 | 0,597 | 0,395 |
| -26,6 | 0,882 | 0,637 | 0,423 |
| -24,1 | 0,956 | 0,681 | 0,455 |
| -20,8 | 1,025 | 0,735 | 0,487 |
| -26,6 | 1,106 | 0,794 | 0,538 |
| -10,8 | 1,202 | 0,870 | 0,587 |
| -2,8 | 1,32 | 0,961 | 0,659 |
| 9 | 1,466 | 1,075 | 0,743 |
| 19 | 1,656 | 1,224 | 0,855 |
| 40 | 1,845 | 1,388 | 0,977 |

5.6 Определение натяжений нагруженного несущего троса для действительных пролетов, входящих в анкерный участок

(5.17)

где

t1- минимальная температура, С.

g1-вес проводов цепной подвески, даН/м

l- длина эквивалентного пролета, м

Ет- модуль упругости, кг/мм2

Sт- площадь сечения несущего троса, мм2

Подставляя в это уравнение различные значения Тх, определим соответствующую им температуру.

При Тх=2000 кг



Далее меняя Тх получаем следующие данные:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тх, кг | 2000 | 1738 | 1607 | 1512 | 1450 | 1407 | 1345 | 1283 | 1200 | 1000 | 900 | 800 | 589 |
| tx, С | -50 | -49 | -46 | -43 | -40 | -38 | -36 | -33 | -30 | -20 | -14 | -3 | 40 |

Таблица 5.5 - Зависимости натяжения от температуры.

По этим данным строим график

Рисунок 4- Натяжение нагруженного несущего троса для эквивалентного пролета

5.7 Определение стрел провеса от нагрузок

Определение стрел провеса несущего троса для действительных пролетов, входящих в анкерный участок

, м(5.18)

Где g- вес проводов контактной подвески, даН/м

gт- вес несущего троса, даН/м

К- натяжение несущего троса, даН/м

Т0- натяжение несущего троса при беспровесном положении, даН/м

L-длина пролета, м

e- расстояние от опоры до первой струны, м

Определение стрел провеса контактного провода для действительных пролетов входящих в анкерный участок.

, м (5.19)

Определяем изменение высоты расположения контактного провода у опоры

, м (5.20)

Подсчитанные данные сносим в таблицу 5.6

Таблица 5.6 – Зависимости стрел провеса от нагрузок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| tx С | L=60м | L=50м | L=46м |
| Fx | fкх | ∆hех | Fx | fкх | ∆hех | Fx | fкх | ∆hех |
| -50 | 0,39 | -0,0427 | -0,097 | 0,28 | -0,024 | -0,077 | 0,243 | -0,0181 | -0,068 |
| -44 | 0,41 | -0,037 | -0,084 | 0,295 | -0,0207 | -0,061 | 0,253 | -0,0154 | -0,06 |
| -38 | 0,433 | -0,0308 | -0,072 | 0,301 | -0,0171 | -0,057 | 0,27 | -0,0133 | -0,051 |
| -32 | 0,465 | -0,024 | -0,057 | 0,333 | -0,0136 | -0,045 | 0,285 | -0,0096 | -0,04 |
| -26 | 0,492 | -0,0172 | -0,042 | 0,345 | -0,0097 | -0,033 | 0,305 | -0,0068 | -0,029 |
| -20 | 0,525 | -0,0097 | -0,025 | 0,375 | -0,0053 | -0,019 | 0,323 | -0,0043 | -0,017 |
| -14 | 0,561 | -0,0031 | -0,09 | 0,398 | -0,0015 | -0,086 | 0,343 | -0,0011 | -0,08 |
| -8 | 0,605 | 0,0052 | 0,092 | 0,428 | 0,0028 | 0,079 | 0,365 | 0,0021 | 0,07 |
| -2 | 0,645 | 0,013 | 0,034 | 0,455 | 0,0066 | 0,026 | 0,387 | 0,0052 | 0,024 |
| 4 | 0,69 | 0,0196 | 0,055 | 0,487 | 0,0114 | 0,044 | 0,413 | 0,0086 | 0,039 |
| 19 | 0,815 | 0,0386 | 0,113 | 0,57 | 0,022 | 0,092 | 0,483 | 0,0166 | 0,081 |
| 40 | 1,03 | 0,0629 | 0,208 | 0,698 | 0,0354 | 0,166 | 0,598 | 0,0268 | 0,16 |

По табличным данным строим монтажные кривые для несущего троса



Рисунок 5 - Зависимость стрелы провеса несущего троса от температуры



Рисунок 6 - Зависимость стрелы провеса контактного провода от температуры



Рисунок 7 - Зависимость изменения конструктивной высоты подвески от температуры

6. Расчет и подбор типовых опор контактной сети

6.1 Определяем погонные нагрузки в даН/м на провода контактной подвески во всех расчетных режимах

Погонные (распределенные) на нагрузки на провода контактной подвески создаются за счет веса проводов и веса гололеда на проводах (вертикальные нагрузки) и за счет действия ветра на провода подвески (горизонтальные нагрузки).

Часть погонных нагрузок была определена ранее;

g - нагрузка от собственного веса проводов цепной подвески;

gг – нагрузка от веса гололеда на проводах подвески;

РТUmax – горизонтальная нагрузка на трос от давления ветра, при максимальной его скорости;

Рт.г - нагрузка от давления ветра на несущий трос при гололеде с ветром.

Необходимо дополнительно определить нагрузку от давления ветра на контактные провода.

В режиме максимального ветра.

РКumax=1,07 дан/м

В режиме гололеда с ветром определяем

 (6.1)

из выражения 6.1 определяем



Нагрузку на несущий трос в режиме гололеда с ветром определим по формуле:

 (6.2)

из выражения (6.2) определяем



Нагрузку на трос в режиме максимального ветра возьмем из пункта 2.4.

РТUmax=1,09 дан/м

Все полученные погонные нагрузки удобно свести в таблицу 6.1

Таблица 6.1 - зависимость нагрузки от режимов

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование нагрузок | Расчетный режим |
| Гололед светром | Максимальный ветер | Минимальная температура |
| Нагрузка от веса проводов цепной подвески gпров | 1,723 | 1,723 | 1,723 |
| Нагрузка от веса гололеда на проводах подвески gг | 0,876 | - | - |
| Нагрузка от давления ветра на н/т Рт | 0,72 | 1,07 | - |
| Нагрузка от давления ветра на н/т РК | 0,71 | 1,07 | - |

6.2 Определяем максимальные нагрузки (усилия), действующие на опору

Расчет максимальных изгибающих моментов в основании опор, по которым осуществляется подбор опор, выполняется по максимальным нагрузкам.

Определение максимальных нагрузок, действующих на опору, производится отдельно для трех расчетных режимов;

гололеда с ветром;

максимального ветра;

минимальной температуры.

6.2.1 Вертикальная нагрузка от веса контактной подвески в даН/м;

для режима гололеда с ветром.

Gn =(g+gг)ℓ+Gиз (6.3)

Из выражения 6.3 определяем

Gn =(1,723+0,876)×46+20=139,5, даН

где ℓ - длина пролета на расчетной кривой ℓ=46 м;

Gиз - вес гирлянды изоляторов, дан, Gиз =20 кг.

Для режимов максимального ветра и минимальной температуры

Gn =gℓ+Gиз  (6.4)

Из выражения 6.4 определяем

Gn =1,72346+20=99,2, даН.

6.2.2 Горизонтальная нагрузка от давления ветра на несущий трос и контактный провод

Для режима гололеда с ветром

Рт=Ртгℓ. (6.5)

Из выражения 6.5 определяем

Рт=0,7246=33,1, даН/м.

Из выражения 6.5 определяем

Рк=0,7146=32,6, даН/м.

Для режима максимального ветра

РT=РTUmaxℓ. (6.6)

Из выражения 6.6 определяем

РT=1,0946=50,1, даН;

РК=1,0746=49,2, даН.

В режиме минимальной температуры горизонтальные нагрузки от давления ветра на несущей трос и контактный провод отсутствуют.

Горизонтальная нагрузка от давления ветра на опору

Для режима гололеда с ветром

 (6.7)

из выражения 6.7 определяем



Для режима максимального ветра

 (6.8)

из выражения 6.8 определяем



где Сх – аэродинамический коэффициент лобового сопротивления, Сх=0,7 для конических опр;

KU - ветровой коэффициент,KU =1,15;

Son - площадь сечения опоры, Son=3,46 м2.

В режиме минимальной температуры горизонтальная нагрузка от давления ветра на опору отсутствует.

Горизонтальная нагрузка от изменения направления (излома) несущего троса на кривой.

Для режима гололеда с ветром:

 (6.9)

из выражения 6.9 определяем



Для режима максимального ветра:

 (6.10)

из выражения 6.10 определяем



Для режима минимальной температуры:

 (6.11)

из выражения 6.11 определяем



Горизонтальная нагрузка от изменения направления (излома) контактного провода на кривой в дан для всех трех расчетных режимов

 (6.12)

из выражения 6.12 определяем



Прежде чем приступить к расчету изгибающих моментов М0, удобно итоги расчетов нормативных нагрузок, действующих на опору, свести в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Нормативные нагрузки, действующие на опору

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетные режимы | Нормативные нагрузки в дан |
| Рхиз | Gn | Gкн | Рт | Рк | Роп | Ртиз |
| Гололед с ветромМаксимальный ветерМинимальная температура | 919191 | 139,599,299,2 | 29,34/56,68внешвнут | 33,150,1 | 32,649,2- | 45222- | 137127182 |

6.3 Определение изгибающих моментов М0 относительно условного обреза фундамента (основания) опоры должно быть выполнено в следующем порядке

6.3.1 Расчет М0 опоры, устанавливаемой на внешней стороне кривой

Принятое направление ветра – к пути.

Для режима гололеда с ветром из выражения

М0 =[Gn(Г+0,5dоп)+GкнZкн+(Рт +Ртиз)hт+(Рк +Ртиз)hк+Ропhоп/2]10-2 (6.13)

где

Gn - вертикальная нагрузка от веса контактной подвески, дан/м;

dоп - диаметр опоры, м;

hк- конструктивная высота контактной подвески, м.

из выражения 6.13 определяем

М0 =[139,5(3,3+0,50,44)+41,341,8+(33,1+137)8,05+(32,6+91)6,25+

+459,6 /2] 10-2 =30,28, кН∙м.

Для режима минимальной температуры из выражения 6.13 определяем

М0 =[99,2(3,3+0,50,44)+31,341,8+1828,05+ 916,25]10-2 =24,39, кН∙м.

Для режима максимального ветра из выражения 6.13 определяем

М0=[99,2(3,3+0,50,44)+31,341,8+(50,1+127)8,05+(49,2+91)6,25+

+2229,6/2]10-2]10-2 =36,28 кН∙м

6.3.2 Расчет М0 опоры, устанавливаемой на внутренней стороне кривой

Для режима гололеда с ветром из выражения 6.13 определяем

М0=[139,5(3,3+0,50,44)+59,661,8+(33,1-137)8,05+(32,6-91)6,25+

+459,6/2]10-2=-4,91, кН∙м.

Для режима максимального ветра согласно выражении 6.13 определяем

М0=[99,2(3,3+0,50,44)+39,661,8+(50,1-127)8,05+(49,2-91)6,25+

+2229,6/2]10-2=7,5, кН∙м.

Для режима минимальной температуры из выражения 6.13 определяем

М0=[99,2(3,3+0,50,44)+39,661,8+(-182)8,05+

+(-91)6,25]10-2=-16,13, кН∙м

Принятое направление ветра к полю

Для режима гололеда с ветром из выражения 6.13 определяем

М0=[139,5(3,3+0,50,44)+261,8+(-33,1-137)8,05+

+(-32,6-91)6,25-469,6/2] 10-2 =-19,29, кН∙м.

Для режима максимального ветра из выражения 6.13 определяем

М0=[99,2(3,5+0,50,44)+341,8+(-50,1-17)8,05+

+(-49,2-91)6,25–2229,6/2] 10-2 =-28,12, кН∙м

Опоры, устанавливаемые на внешней стороне кривой СС - 136.6.- 3

Фиксатор контактного провода выбираем ФОИ-II;

Консоль изолированная наклонная выбираем ИТС-II;

Выбираем опору типа СС - 136.6 - 3

Опоры, устанавливаемые на внутренней стороне кривой.: СС - 136.6 - 3

Фиксатор контактного провода выбираем ФПИ-II;

Консоль изолированная наклонная выбираем ИТР -II;

Выбираем опоры типа СС-136,6-3; 7 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 переменного тока электроэнергия в контактную сеть поступает поочередно от двух фаз напряжением 27,5 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. Вдоль электрифицированной линии устраиваются 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 с помощью изолирующих сопряжений. Секции между собой соединяются секционными разъединителями, каждая из секций может быть отключена этими разъединителями. На контактной сети участков переменного тока у тяговых подстанций, монтируют два изолирующих сопряжения с нейтральной вставкой между ними. Это вызвано тем, что секции, разделенные нейтральной вставкой, питаются от разных фаз и даже кратковременное соединение их между собой, например, через токоприемник, проходящий по изолирующему сопряжению, недопустимо. В данной схеме питания и секционирования тяговая подстанция через фидера контактной сети Фл1 и Фл2 питает перегон с западной стороны, находящейся за воздушным промежутком.

На фидерах установлены секционные разъединители с моторными приводами ПДЖ, нормально замкнутые.

Через фидера Фл4 и Фл5 питается перегон с востока, находящейся за воздушным промежутком.

На фидерах установлены секционные разъединители с моторными приводами ПДЖ, нормально замкнутые.

Два разъединителя В и Г питают воздушный промежуток при правильном движении, с моторными приводами.ПДЖ. Все два разъединителя нормально замкнуты.

Разъединители А и Б соединяют станционные пути и перегон, с моторными приводами на ПДЖ, нормально отключены.

При поперечном секционировании на перегоне контактную сеть выделяют в отдельные секции и питают их от фидеров тяговой подстанции через разъединители.

8. Расчет сметной стоимости сооружения контактной сети перегона Азей – Шуба

Устройства контактной сети работают в сложных метеорологических условиях (коррозия металла из–за прохождения дороги вдоль болотистых местностей, нахождении в непосредственной близости предприятий с выбросами химикатов в атмосферу и т.д.), а также на провода контактной подвески постоянно действуют механические нагрузки (ветер, вес от осадков, проход токоприемников и т.д.). Это приводит к быстрому износу и старению оборудования, поэтому основным направлением и в дальнейшем ее развитии будет повышение технического уровня и надежности работы путем использования более совершенного оборудования и современных материалов, широкого применения различных регулирующих устройств, внедрение автоматизации и телеупраления, совершенствования средств защиты, разработки и создания диагностических установок контроля состояния оборудования, повышения уровня механизации ремонтно-эксплуатационных работ.

Монтаж новой контактной подвески позволит улучшить качество токосъема, увеличить скорость движения, а также присущие ей характеристики по токовым нагрузкам позволяют успешно решать задачи нарастающего объемов движения.

На основании выше изложенного в своем дипломном проекте предлагаю произвести реконструкцию контактной сети перегона Азей - Шуба на более совершенную и произвести расчет ее экономической эффективности.

Так как технический проект на дальнейшую реконструкцию перегона еще не разработан, то для расчета капиталовложений принимаем усредненные технические данные количества применяемого оборудования исходя из параметров произведенной реконструкции на участке ЭЧ – 2 и применим их к участку предлагаемой реконструкции перегона Азей - Шуба. Показатели стоимости произведенных работ принимаем из расчетно-сметной документации на реконструкцию участка ЭЧ – 2.

Для определения срока окупаемости планируемой реконструкции необходимо определить экономию от факторов, которые при применении нового типа подвески уменьшат или утратят свое влияние на работу железной дороги в целом, а именно:

- экономию расходов от сокращения простоя грузовых поездов;

- экономию расходов от сокращения простоя пассажирских поездов;

- экономию расходов от сокращения простоя пригородных поездов;

- экономию расходов от увеличения участковой скорости;

- экономию расходов от увеличения массы поезда;

- экономию расходов от уменьшения внеплановых объемов ремонта.

Также для определения срока окупаемости необходимо рассчитать капитальные вложения в предлагаемый проект реконструкции.

Данными для составления смет на строительные и монтажные работы являются спецификации к планам контактной сети и цены на выполнение работ.

8.1 Капитальные вложения на реконструкцию контактной сети на участке Азей - Шуба

Капитальные вложения по каждому виду работ рассчитываются по формуле:

Кn=Qn\*Cn, (8.1)

где Q – объем выполняемых работ;

С – стоимость одной единицы выполняемого объема работ, руб.

Цены взяты по данным экономической службы.

Полученные расчетным путем капиталовложения сносим в локальную смету (таблица 8.1)

Таблица 8.1 – Локальная смета строительно-монтажных работ при реконструкции контактной сети на участке Азей-Шуба.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование работ, материалов | Ед.измер | Кол-во. | Сметная стоимость,тыс.руб. | Суммарная стоимость, тыс.руб. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Строительные работы |
| Демонтаж к/подвески | км | 9,835 | 9,87 | 97,1 |
| Демонтаж ДПР | км | 9,835 | 6,72 | 66,1 |
| Демонтаж опор | шт. | 290 | 1,98 | 574,2 |
| Установка опор | шт. | 290 | 5,16 | 1496,4 |
| Установка анкеров | шт. | 52 | 2,98 | 154,96 |
| Гидроизоляция ж.б. опор | шт. | 290 | 0,18 | 52 |
| Материалы |
| К/провод МФ-100 | т. | 15,57 | 166,87 | 2598,2 |
| Провод ПБСМ-95 | т. | 13,67 | 173,61 | 2373,25 |
| Оттяжка анкерная | шт. | 52 | 2,18 | 113,4 |
| Анкеровка с блочно-полиспастным компенсатором | комп. | 56 | 3,67 | 205,6 |
| Консоль ИТР(ИТС) | шт. | 314 | 5,40 | 1695,6 |
| Фиксаторы ФПИ(ФОИ) | шт. | 314 | 1,95 | 612,3 |
| Кронштейн КФД-5 | шт. | 290 | 0,95 | 275,5 |
| Изолятор ФСФ-70(100) | шт. | 314 | 2,13 | 668,8 |
| Изолятор КСФ-70(100) | шт. | 628 | 1,7 | 1067,6 |
| Изолятор ПС-70Е | шт. | 1740 | 0,32 | 556,8 |
| Изолятор НСКр-120/1,21 | шт. | 56 | 1,79 | 100,24 |
| Изолятор ПСКр 120/0,93 | шт. | 8 | 2,30 | 18,4 |
| Опора СС-136.6-3 | шт. | 290 | 13,08 | 3793,2 |
| Ограничитель перенапряжения ОПН-27,5 УХЛ1 | шт. | 4 | 19,26 | 77,04 |
| Анкер трехлучевой | шт. | 52 | 4,88 | 253,8 |
| Монтажные работы |
| Раскатка и монтаж к/подвески по гл. путям | км. | 9,835 | 19,31 | 189,9 |
| Регулировка к/подвески | км. | 9,835 | 37,24 | 366,3 |
| Монтаж анкерных оттяжек | шт. | 52 | 1,97 | 102,4 |
| Монтаж анкеровок к/подвески | комп. | 52 | 2,69 | 153,9 |
| Монтаж заземления | км. | 8,5 | 2,30 | 19,55 |
| Монтаж консолей ИТР(ИТС) | шт. | 314 | 0,65 | 204,1 |
| Монтаж фиксаторов ФПИ(ФОИ) | шт. | 314 | 0,35 | 109,9 |
| Монтаж кронштейнов КФД-5 | шт. | 290 | 0,28 | 81,2 |
| Монтаж подвесной изоляции | шт. | 1740 | 0,05 | 87 |
| Раскатка и монтаж ДПР | км. | 8,5 | 29,16 | 247,9 |
| Итого: | 18259,72 |

Для учета арматуры и не основных мелких работ по отладке деталей контактной сети примем расходы в размере 5% от прямых затрат.

Т.е. прямые затраты с учетом 5% надбавки

18259,72+912,95=19172,67 тыс. руб.

Полная сметная стоимость включает суммы прямых затрат, накладных расходов и плановых накоплений.

Прямые затраты непосредственно связаны с выполнением строительно-монтажных работ, они складываются из следующих статей: стоимость материалов, деталей и конструкций; эксплуатация строительных машин. Прямые затраты на строительные и монтажные работы.

Накладные расходы учитывают затраты на содержание аппарата управления, обслуживания рабочих и организацию работ. Накладные расходы следует принять равными 123 % от прямых затрат.

Плановые накопления предусматривают в смете прибыль и расходуются на расчёты с государственным бюджетом, создание фондов экономического стимулирования и т.д. Норма плановых накоплений установлена в настоящее время в размере 8 % от суммы прямых затрат и накладных расходов.

Итог расчета сведем в таблицу 8.2

Таблица 8.2 – Итоговые затраты на реконструкцию

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование расходов | Расчёт, тыс.руб | Стоимость, тыс. руб |
| Прямые затраты | 19172,67 | 19172,67 |
| Накладные расходы | 19172,67\*1,23 | 23582,38 |
| Плановые накопления | (19172,67+23582,38)\*0,08 | 3420,4 |
| Полная сметнаястоимость | 19172,67+23582,38+3420,4 | 46175,45 |

То есть суммарные капиталовложения в реконструкцию контактной сети перегона составляют

К=46175,45 тыс.руб

8.2 Экономия расходов после реконструкции контактной сети

Произведем расчет экономии расходов на основании статистических и бухгалтерских отчетных данных по ЭЧ – 1

Экономию расходов от сокращения времени простоя грузовых поездов определяем по формуле

∆Э∑Nt.гр =Е∑ Nt.гр \*∑Nt.гр., (8.2)

где Е∑ Nt.гр - укрупненная расходная ставка на 1 поездо-час простоя в грузовом движении, равняя 1618,3 руб. (по данным экономической службы ВСЖД за 2009г);

N – среднее количество задержанных поездов в грузовом движения за 5 лет, равное 55,3 шт.;

t – среднестатистическое время задержки грузовых поездов за 5 лет, равное 0,63 часа.

∆Э∑Nt.гр =1618,3\*0,63\*55,3=56,38 тыс.руб.

Экономию расходов от сокращения времени простоя пассажирских поездов определяем по формуле

∆Э∑Nt.пас. =Е∑ Nt.пас. \*∑Nt.пас., (8.3)

где Е∑ Nt.пас. - укрупненная расходная ставка на 1 поездо-час простоя в пассажирском движении, равняя 2510,04 руб.;

N – среднее количество задержанных поездов в пассажирском движения за 5 лет, равное 21,2 шт.(Анализ эксплуатационной и финансово-экономической деятельности хозяйства электрификации и электроснабжения ВСЖД за 2004-2008 годы);

t – среднестатистическое время задержки пассажирских поездов за 5 лет, равное 0,22 часа.

∆Э∑Nt.пас. =2510,04\*21,2\*0,22=11,71 тыс.руб

Экономия расходов от сокращения времени простоя в пригородном сообщении определяется по формуле

∆Э∑Nt.пр.=Е∑Nt.пр.\*∑Nt.пр., (8.4)

где Е∑ Nt.гр - укрупненная расходная ставка на 1 поездо-час простоя в пригородном движении, равняя 664,58 руб.;

N - среднее количество задержанных поездов в пригородном движения за 5 лет, равное 3,1 шт.;

t - среднестатистическое время задержки пригородных поездов за 5 лет, равное 0,15 часа (Анализ эксплуатационной и финансово-экономической деятельности хозяйства электрификации и электроснабжения ВСЖД за 2004-2008 годы).

∆Э∑Nt.пр. =664,58\*3,1\*0,15=0,31 тыс.руб

Экономия расходов от сокращения простоев по всем видам движения определяется по формуле

∆Э∑Nt=∆Э∑Nt.гр+∆Э∑Nt.пас.+∆Э∑Nt.пр., (8.5)

т.е. Э∑Nt =56,38+11,71+0,31=68,4 тыс. руб.

Экономия расходов от увеличения участковой скорости для всех видов движения определяется по формуле

∆Э∑у=Еу \*N\*2∆У\*S/100, (8.6)

где Еу – укрупненная расходная ставка на 1 поездо-час от увеличения участковой скорости, равная 86,2 руб.;

N – количество пар поездов по рассматриваемому направлению движения, равное 76 шт.;

S – длина обслуживаемого участка, равная 8,5 км;

∆У – изменение скорости движения поездов со 120 км/ч до 160 км/ч (на основании параметров подвесок контактной сети).

∆Э∑у=86,2\*76\*2(160-120)\*8,5/100=44,55 тыс.руб

Экономия расходов от увеличения веса поездов в грузовом движении определяется по формуле:

∆Э∑Q=Е∑NS\*(1/Qбр0-1/Qбр1)\*∑Рl, (8.7)

где Е∑NS – укрупненная расходная ставка на 1 поездо-км при изменении веса поезда в грузовом движении, равная 90,7 руб.;

∑Рl - среднестатистический объем в мил. т-км брутто в электротяге за 5 лет, равный 1783,17 в четном и 1602,84 мил.т-км брутто в нечетном направлении;

Qбр0 – первоначальная масса грузового поезда, равная 5000 т;

Qбр1 – масса грузового поезда, пропуск поездов с которой обеспечит контактная подвеска КС – 160, равная 6300 т. в четном и 4250 т. в нечетном направлении (Характеристика контактной подвески КС – 160 – проект разработан Новосибирским институтом «Желдорпроект»).

В четном направлении

∆Э∑Q=90.7\*(1/5000-1/6300)\*1783,17=5391.12 тыс. руб.

В нечетном направлении

∆Э∑Q=90.7\*(1/4000-1/4250)\*1602,84=2137.91 тыс. руб.

Экономия расходов от уменьшения внеплановых объемов ремонта определяется по формуле

∆Э∑рем=М\*Ерем, (8.8)

где М – среднестатистическое количество внеплановых ремонтов, равная 94 ед.;

Ерем – среднестатистическая стоимость одного внепланового ремонта, равная 15200 руб.

∆Э∑рем=94\*15200=1428.8 тыс.руб.

Общая экономия расходов по всем факторам составляет

∆Э∑общ=∆Э∑Nt+∆Э∑у+∆Э∑Q+∆Э∑рем, (8.9)

∆Э∑общ =68.4+44.55+(5391.12+2137.91)+1428.8=9070.66 тыс. руб

Эксплуатационные затраты для поддержания работы контактной сети перегона определяются по формуле

Ээкс=Эам+Экап+Это.тр, (8.10)

где Эам – амортизационные отчисления, составляю 2% от прямых затрат;

Экап – затраты на капитальный ремонт в размере 30% от основной заработной платы на данном участке;

Это.тр - затраты на техническое обслуживание и ремонт, составляют 12% от основной заработной платы на данном участке.

На станции Ie,f расположен район контактной сети ЭЧК-10. Среднегодовая заработная плата персонала составляет 4238 тыс. руб.

Эам=19172,67\*0,02=383,5 тыс.руб.;

Экап =4238\*0,30=1271.4 тыс.руб.;

Это.тр =4238\*0,12=508.6 тыс.руб.

Отсюда получаем эксплуатационные затраты

Ээкс=383,5+1271.4+508.6=2163.5 тыс.руб.

Экономический эффект рассчитывается по формуле

Ээкс, (8.11)

Ээф=9070.66-2163.5=6907.2 тыс. руб.

Срок окупаемости от произведенной реконструкции контактной сети по перегону составляет

Тр=К/∆Ээф, (8.12)

где К – общие капиталовложения на реконструкцию перегона, тыс. руб.

Тр=46175,45/6907.2=6.6 лет.

Вывод: Рассмотрев эффективность, предлагаемой реконструкции, и рассчитав срок окупаемости данного проекта, который равен 6.6 года, можно сделать вывод, что рассматриваемый проект реконструкции перегона является приемлемым для железной дороги.

Из всего этого можно утверждать, что реконструкция контактной сети перегона Азей - Шуба необходима и влечет за собой положительные моменты – улучшение качественных показателей, снижению эксплуатационных расходов, так как контактная подвеска эксплуатирующая в данный момент была смонтирована в 1960 г., а срок службы контактной подвески согласно ПУТЭКС составляет 40 лет.

9. Монтаж контактной сети при реконструкции

Конструкция контактной подвески КС-160 по сравнению с существующей подвеской КС-120 из-за уменьшения натяжения несущего троса, повышения натяжения рессорного троса, схемы расположения струн в пролетах имеет лучшие характеристики эластичности.

В соответствии с Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации реконструкцию контактной сети следует производить по типовым проектам КС-160.

Согласно заданию на проектирование на перегонах принята компенсированная одинарная подвеска с рессорным тросом по типовому проекту КС-160. Сечение контактной подвески принято ПБСМ-95+МФ100.Средние анкеровки несущего троса - ПБСМ-95, контактного провода ПБСМ - 70.

Высота подвешивания контактного провода принята 6250 мм от проектного положения головки рельса. Конструктивная высота контактной подвески не менее 1800 мм. Длины пролетов приняты в соответствии с пунктом 5.18 Правил устройств ЦЭ-462, максимальная длина пролета не превышает 70 м.

Длина анкерных участков не более 1600 м расстояние от анкерной опоры до средней анкеровки не более 800 м.

На данном перегоне общей протяженностью 20,9 км необходимо установить 748 опоры и 140 анкеров. Так как не был производен расчет опоры на несущую способность, то автор принял решение установить на всем перегоне опоры типа СС-136,6-2 и СС-136,6-3.

Арматура железобетонных конструкций и материал бетона в проекте приняты для условий работы их при температуре наиболее холодной пятидневки ниже -55°С.

Врезные изоляторы в отходящие ветви контактных проводов проектом предусмотрены полимерными гладкостержневыми.

В качестве поддерживающих конструкций приняты изолированные наклонные консоли. Фиксаторы – для изолированных консолей.

Анкеровки контактного провода и несущего троса приняты раздельными в разных уровнях с применением компенсаторов блочно-полиспастного типа КБП-3-30.

Оттяжки анкерные - оцинкованные по типовому проекту согласно инструкции Анкеровки проводов контактной подвески с блочно-полиспастным компенсатором КБП-3-30.

Все металлоконструкции должны быть изготовлены из сталей марок в соответствии с требованиями СНиП П-23-81 и СТН ЦЭ 141 -99.

Заземления опор контактной сети в проекте предусмотрены групповым на рельс через искровой промежуток или на тяговую рельсовую цепь, в соответствии с требованиями Правил устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных ж. д. ЦЭ-197 и Инструкций по заземлению устройств электроснабжения на электрифицированных ж.д. ЦЭ-191. Максимальная длина провода группового заземления независимо от типа опор для Т-образной схемы составляет 400 м (2х200).

Для защиты устройств контактной сети от атмосферных и коммутационных перенапряжений с обеих сторон сопряжений с секционированием, нейтральных вставок и на питающих фидерах контактной сети проектом предусмотрена установка ограничителей перенапряжений типа ОПНК-П1-27.5 УХЛ1.

Реконструкция контактной сети на перегоне Аверьяновка - Тяжин включает в себя строительные (разработка котлованов, установка фундаментов,

анкеров, анкерных оттяжек и опор) и монтажные (армировка установленных опор раскатка несущего троса и контактного провода) работы. Работы по электрификации организованы так, что строительные работы производятся в один цикл, а монтажные - в другой.

Строительные работы

Подготовительные работы

Накануне работ, с учетом используемых для работы механизмов, передать заявку энергодиспетчеру: на выдачу предупреждения поездам, следующим по соседнему пути. Получить наряд производства работ и инструктаж от лица, выдавшего его.

Подобрать в соответствии с проектной документацией опоры по типам, проверить комплектность и качество на соответствие техническим требованиям. Выбрать монтажные приспособления, защитные средства, сигнальные принадлежности и инструмент, проверить их исправность и сроки испытания, погрузить их на транспортные средства.

Сформировать установочный поезд маневровые передвижения произвести на подъездных путях производственной базы ЭЧ или на путях станции примыкания. Организовать переезд установочного поезда с бригадой на станцию, ограничивающий перегон, где в соответствии с нарядом будет производиться работа. Отправление и движение поезда осуществляется по разрешению ДСП порядком, установленным Инструкцией по движению поездов.

Уведомить энергодиспетчера о времени, месте и характере работ и получить от него приказ на работу с указанием времени начала и окончания работ. Убедиться в выдаче предупреждения поездам. После закрытия пути перегона получить разрешение ДСП на его занятие.

На перегон установочный поезд отправляется на правах хозяйственного поезда порядком установленным «Инструкцией по движению поездов». По прибытию на место работ произвести инструктаж членам бригады с росписью каждого в наряде. Осуществить допуск бригады к работе.

Производителям работ назначается начальник или электромеханик ЭЧК с группой 5, прошедший проверку на знание Правил устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов. Также должен быть назначен ответственный руководитель работ. Один из членов бригады должен иметь удостоверение стропальщика. Работу необходимо выполнять в соответствии с технологической картой, утвержденной начальником (заместителем) ЭЧ.

Разработка котлована

После остановки механизма у места разработки котлована, затормозить его ручным тормозом. Установить аутригеры в рабочее положение. Развернуть рабочий орган перпендикулярно оси пути с необходимым вылетом и приступить к разработке котлована.

Разработку котлована вести так, чтобы можно было установить опору или фундамент в проектное положение.

Разработку котлованов под консольные опоры и анкеры, без крепления стенок, допускается производить:

- при установке анкерных конструкций в котлован, непосредственно,

за механизированной разработкой их в одно и то же «окно»;

- в выемках и нулевых местах с устойчивыми грунтами, при расстоянии от оси пути до ближайшей грани опоры не менее 4,9 метра;

- при глубине промерзшего грунта не менее 0,8 метра;

- в сухих связных грунтах при габарите опор не менее 3,3 метра.

При появлении деформаций, вызывающих нарушение устойчивости земляного полотна укрепить стенки котлована инвентарными счетами, через представителя дистанции пути заявить об ограничении скорости движения поездов или пропуска поездов с проводником.

Не использованные в течение «окна» котлованы, на станциях и остановочных пунктах закрыть переносными щитами или установить ограждение с соблюдением габарита приближение строений. Разрыв во времени между разработкой котлована и установкой в него опорных конструкций, как правило, не должен превышать одних суток.

Проверить размеры котлованы в плане (должна обеспечиваться свободная установка фундамента или опоры с лежнями, или опорными плитами, с учетом возможности уплотнения грунта в пазухах); по глубине (проектный размер с допуском ± 100 мм); по расстоянию от оси пути до передней грани опоры (проектный габарит с допуском ± 150 мм).

Установка фундаментов и анкеров

После остановки механизма у места работ, опустить аутригеры или закрепить за рельс захвата и привести стрелу крана в рабочее положение.

Освидетельствовать котлован с проверкой его глубины, размеров в плане и расстоянии до оси пути (габарита установки опоры).

Присоединить крюк крана с помощью тросовой петли или круговой стропой к монтажным петлям фундамента, так чтобы в поднятом положении он располагался вертикально, одновременно со строповкой закрепить за монтажную петлю веревочные расчалки.

Поднять краном фундамент в вертикальное положение и, поддерживая от раскачивания веревочными расчалками, переместить его к месту установки над котлованом. Медленно опуская установить в котлован, проверить правильность его расположения в плане, глубину заделки горизонтальность опорной и верхней поверхности, габарит установки.

Габарит анкеров и фундаментов до оси пути на уровне головки рельса, от проектного может отличаться не более, чем на +150 мм. Изменения проектного положения в меньшую сторону не допускается.

Анкеры для оттяжки анкерных опор должны устанавливаться так, чтобы оттяжки располагались в вертикальной плоскости анкеровки проводов или, при невозможности вдоль пути с тем же габаритом, что и анкерная опора. По окончании регулировки фундамент или анкер присыпать землей с трамбовкой на третью часть глубины котлована.

Опуская крюк крана вывести его из зацепления со стропами, снять стропы и отсоединить веревочные расчалки. Привести стрелу крана в транспортное положение, поднять аутригеры или освободить рельсовые захваты и переместить механизмы к следующему котловану.

Продолжить засыпку пазух котлована размельченным грунтом. Засыпку производить слоями толщиной не более 20 см с тщательной трамбовкой грунта. Во избежание смещения блоков фундамента, до начала засыпки, на анкерные болты надеть специальный шаблон, фиксирующий положение болтов. Он должен соответствовать сопрягаемым размерам опорного башмака опоры. Шаблон снять после окончательной засыпки котлована.

Излишний грунт, оставшийся после засыпки пазух котлована спланировать и плотно утрамбовать. Откосы выемок, кюветы и земляное полотно, нарушенные при разработке котлована, привести в исправное состояние.

Установка железобетонной опоры

Закрепляют стропы за лежащую опору выше центра тяжести и устанавливают две веревочные расчалки для удержания опоры от раскачивания. Поднять опору краном в вертикальное положение на 50-100 мм от поверхности, проверяя этим самым правильность строповки и надежность строп.

При установке опор непосредственно с подвижного состава производят сначала промежуточную разгрузку опоры на землю у фундамента (котлована), а затем перестроповку, подъем в вертикальное положение и установку на фундамент (в котлован или стакан).

Опустить опору в котлован и, удерживая ее краном-счалками, проверить расстояние от оси пути до передней грани опоры на уровне головки рельса. Это расстояние измеряется рулеткой и должно отличаться от проектного не более +150 мм. Проверить глубину заделки опор по положению условного обреза фундамента относительно уровня головки рельса.

Проверить расположение закладных деталей для крепления консолей и кронштейнов. Регулировка (разворот) опоры вокруг вертикальной оси производится специальными приспособлениями - захватами. Разворот опоры в плане, по отношению к направлению, перпендикулярному оси пути не должна превышать 30. По окончанию регулировки, удерживая опору краном и расчалками, присыпать землей пазухи котлована на треть его глубины

После засыпки и утрамбовки грунта на треть глубина котлована, приставить к установленной опоре лестницу, произвести с нее расстроповку, снять веревочные расчалки. Продолжить засыпку пазух котлована. Оставшийся грунт спланировать, очистив кювет.

Монтаж анкерных оттяжек

При установке опоры на насыпи произвести присыпку насыпи вокруг опоры, с послойным уплотнением грунта до плотности, соответствующей плотности насыпи. Установить и закрепить на опоре лестницу 9 м. Подняться исполнителю по лестнице с веревочной удочкой, к месту крепления на опоре верхней оттяжке. Поднять удочкой кронштейн-хомут для верхней оттяжке и полиэтиленовые элементы для изоляции его от металлических частей, от бетона и арматуры опоры. Установить и закрепить их на проектной отметки и присоединить к заземляющему спуску опоры. С помощью «удочки» поднять конец верхней оттяжки и соединить его с кронштейном-хомутом. Проверить на всех резьбовых соединениях наличие контргаек. Спуститься по лестнице к месту крепления на опоре второй (нижней) оттяжке. Установить и закрепить на проектной отметке кронштейн-хомут и присоединить к нему вторую (нижнюю) оттяжку. Спуститься по лестнице на землю. Присоединить нижние концы оттяжек в узле крепления к анкеру, проверить, чтобы детали анкера и оттяжек не шунтировали изолирующую прокладку.

С помощью гаек натянуть оттяжки. Двойные оттяжки должны иметь одинаковое натяжение, что проверяется по вибрации при ударе по ним металлическим предметом. Не допускается перетяжка оттяжек. Прогиб опоры в сторону оттяжек должен быть не более 100 мм.

После регулировки натяжения, закрепить контр гайки, резьбу смазать антикоррозийной смазкой.

Мегомметром М1101 на 500 В измерить величину электрического сопротивления изоляции оттяжек от анкера и от арматуры отпоры. Сопротивление должно быть не менее 5 Мом.

Монтажные работы

Демонтаж и монтаж трех анкерных участков контактной сети переменного тока в окна продолжительностью 4 и 12 часов

Технология и организация работ

Указания по подготовке объекта и требования к готовности предшествующих работ

Перед началом работы должны быть определены опасные места (сближение с устройствами контактной сети соседнего пути). От дистанции электроснабжения выделяется персонал для обеспечения электробезопасности на объекте (завешивание заземляющих штанг). Так же определяются наблюдающие, осуществляющие выдачу наряда-допуска для начала работ и контролирующих качество выполнения монтажных работ. Для участков переменного тока заземление проводов контактной сети и полевых проводов осуществляется через каждые 200 метров.

Организация работы.

Работы проводятся в два этапа:

- I этап. Включает работы по монтажу группового заземления, линии волновода и ВОК, консолей и кронштейнов полевых проводов (ДПР, усиливающий) под пяту без предоставления технологических «окон» со снятием напряжения с полевых проводов,

- П этап (основной). Данный этап, включает все работы по монтажу и демонтажу контактной подвески. Проводится с выделением технологических окон продолжительностью 4 и 12 часов поочередно. Количество окон зависит от количества анкерных участков (из расчета монтажа трех а.у. в 12 часовое окно).

Технологией определены следующие виды строительно-монтажных работ:

* демонтаж существующего группового заземления;
* демонтаж и монтаж проводов линии ДПР;
* демонтаж контактного провода и несущего троса;
* демонтаж поддерживающих устройств контактной сети (консолей,
* фиксаторов);
* монтаж и демонтаж компенсирующих устройств;
* монтаж средней анкеровки несущего троса и контактного провода;
* раскатка несущего троса и контактного провода;
* монтаж фиксаторов и регулировка контактной сети;
* демонтаж оттяжек, анкеров и опор контактной сети,

В окно продолжительностью 4 часа проводится подготовка трех анкерных участков к раскатке контактного провода. Работы включают:

* монтаж консолей из под пяты в проектное положение;
* перевод несущего троса в новые седла новых консолей;
* установку эластичных и звеньевых струн на несущий трос;
* монтаж компенсирующих устройств для контактного провода.

Головной мотовоз (АДМ) проводит раскатку несущего троса, монтаж

компенсирующих устройств для НТ (штанга с грузами подвязывается над землей для исключения перемещения грузов и трения старого и нового несущих тросов).

В окно продолжительностью 12 часов проводится следующие работы:

- демонтаж несущего троса и контактного провода.

- демонтаж поддерживающих устройств (консолей, фиксаторов, кронштейнов);

* раскатка и регулировка контактного провода;
* монтаж сопряжений;
* демонтаж оттяжек, анкеров, опор;
* головная автомотриса (АДМ) занимается раскаткой несущего троса;
* монтажом средних анкеровок, компенсирующих устройств.

Целью применения данной технологии является уменьшение общего количества окон. Для этих целей на объекте концентрируются рабочие и техника в соответствие с таблицей.

Порядок проведения работ в окна продолжительностью 12 часов.

В начале рабочего дня машинисты ССПС и их помощники проходят досмотр в конторе прорабского участка. Организация доставки врача возлагается на ЭМП. В течение рабочего дня врач дежурит на перегоне для оказания срочной медпомощи, После возвращения с «окна» повторно проводится медкомиссия.

Установочный поезд дислоцируется на отдельном пути необходимой протяженностью и возможностью для маневров. Порядок выезда на перегон и заезда на станцию определяется протоколом, утвержденным в отделении дороги.

Выезд на перегон осуществляется единым хозяйственным поездом по приказу дежурного по станции. Выехав на перегон мотовозы расцепляются и отправляются к местам начала работ в соответствие с технологией.

По разрешению наблюдающего (после отключения электроэнергии и заземления проводов) электромонтажники приступают к работе. В середине окна персонал поочередно обедает. Питание и его доставку организует ЭМП.

За час до окончания окна работы, как правило, полностью выполняются. Все единицы ССПС занятые в раскатке несущего троса и мантажа контактной сети объединяются в один поезд. В оставшееся время производится тестовый проезд автомотрисы АРВ, За полчаса до завершения окна поезд направляется к месту дислокации, где демонтированные материалы выгружаются с хозплатформ.

Демонтированные провода автомобилями вывозятся на хранение на материальный склад.

Монтаж консоли

Неизолированные и изолированные консоли на железобетонных промежуточных и анкерных опорах закрепляют при помощи закладных деталей. На переходных опорах для крепления двух консолей применяют траверсы. Конструкция закладных деталей для крепления тяги и пяты консоли и траверсы обеспечивает поворот консолей вдоль пути на 90° в обе стороны относительно нормального положения, чем обеспечиваются нормальные перемещения несущего троса компенсированной цепной подвески, а также сохранность консолей при обрывах несущего троса. Узлы крепления тяги и пяты консоли устанавливают на опорах при их изготовлении, а хомуты и траверсы - в процессе монтажа.

Подготовительные работы

Установке консолей предшествуют подготовительные работы. Накануне работ передать заявку энергодиспетчеру: на выдачу предупреждения поездам, следующим по соседнему пути, с указанием времени, места и характера работ. Получить наряд производства работ и инструктаж от лица, выдавшего его.

Подобрать, в соответствии с документацией, консоль, фиксатор, армировать его изолятором и деталями крепления проверить их техническое состояние, комплектность и качество на соответствие техническим требованиям. Выбрать монтажные приспособления, защитные средства, сигнальные принадлежности и инструмент, проверить их исправность и сроки испытания, погрузить их на транспортные средства. Убедиться в выдаче предупреждения поездам.

После закрытия пути перегона получить разрешение ДСП на его занятие. На перегон установочный поезд отправляется на правах хозяйственного поезда порядком установленным Инструкцией по движению поездов.

По прибытию на место работ произвести инструктаж членам бригады с росписью каждого в наряде. Подняться на рабочую площадку автомотрисы, поднять и закрепить перила ограждения, привести площадку в рабочее положение. Осуществить допуск бригады к производству работ.

Монтаж цепной подвески

Методы монтажа цепной подвески

Монтаж цепной подвески заключается в раскатке и анкеровке несущего троса и контактного провода, установке струн, а также в регулировке цепной подвески, сопряжений анкерных участков и воздушных стрелок. Выполняют монтаж цепной подвески тремя методами: поверху, понизу и комбинированным.

Каждый из этих методов определяется сочетанием различных способов раскатки несущего троса и контактного провода, которую всегда производят с железнодорожного пути в окна. Остальные виды работ можно выполнять как в окна, так и без перерыва в движении поездов со съемных монтажных вышек или по обочине пути вне габарита подвижного состава.

Метод монтажа цепной подвески выбирают при составлении проекта

производства работ для каждого отдельного участка в зависимости от конкретных условий, возможности получения окон, плана пути, вида контактной подвески, наличия механизмов.

Основными методами монтажа являются метод монтажа поверху и комбинированный. Метод монтажа понизу из-за своей высокой трудоемкости применяется крайне редко.

Выполнению работ любым методом предшествуют подготовительные работы, которые состоят из погрузки барабанов с проводом, заготовки, погрузки и развозки по перегону или станции компенсирующих устройств и завески их на анкерных опорах.

Погрузку барабанов с тросом и проводом выполняют автокраном. Оси барабанов надежно закрепляют в специальных гнездах, расположенных на козлах раскаточной платформы и подготавливают к работе тормозные устройства.

Монтаж цепной подвески методом поверху

Методы монтажа контактной сети поверху подразделяют на раздельный и комплексный.

При раздельном методе монтажа сначала раскатывают поверху и анкеруют несущий трос, а затем с автомотрисы или дрезины ДМС, люльки или съемной вышки устанавливают струны. После этого в следующее окно раскатывают поверху контактный провод.

Этот метод монтажа является основным при работе на станциях, в кривых малого радиуса на перегонах, а также при электрификации вторых путей и на вновь строящихся электрифицируемых железных дорогах.

При комплексном методе в одно окно одновременно раскатывают и анкеруют несущий трос и контактный провод и устанавливают струны, выполняют регулировку цепной подвески по высоте и в плане. Эти работы производятся с применением специальных машин, обеспечивающих раскатку проводов с заданным натяжением.

Раскатка несущего троса поверху в окно

К работе приступают только после фиксирования положения консолей: на двухпутных участках консоли обоих путей связывают друг с другом, стальной проволокой диаметром 3-4 мм, а на однопутных подвязывают к рельсу во время работы в окно. Консоли двух разных путей можно связывать только в том случае, если заземления опор не подсоединены к рельсам, иначе возможно нарушение работы автоблокировки.

Монтажный поезд при выезде на перегон в окно останавливают у начала анкерного участка и присоединяют несущий трос к компенсирующе-му устройству, заранее закрепленному на опоре. Затем несущий трос удочкой подтягивают на монтажную площадку и поднимают на нужную высоту подъемную вышку. Несущий трос укладывают в ролик монтажной стрелы и при движении автомотрисы с раскаточной платформой со скоростью 5-10 км/ч закладывают его в седла или монтажные ролики, заранее завешенные на консолях, жестких или гибких поперечинах.

Выполняя работы по такому методу, несущий трос сначала раскатывают на шпалы с платформы, перемещаемой дрезиной либо автомотрисой, и затем поднимают трос на консоль с автомотрисы.

Монтаж струн

Струны устанавливают с автомотрисы либо дрезины (в окно), или с монтажных люлек либо съемных вышек (без занятия путей). Места установки звеньевых струн помечают мелом на рельсе. Установку звеньевых струн с автомотрис производят при движении автомотрисы со скоростью до 5 км/ч.

Установку рессорных струн с автомотрис, дрезин и съемных вышек выполняют при остановке их у опор в местах крепления зажимов. При работе с автомотрис устанавливают одновременно оба зажима, трос временно подвязывают к седлу и вытяжку его производят с усилием 100-300 Н.

Одновременно с монтажом струн выправляют консоли, располагая их с нужным смещением относительно оси опоры (при полукомпенсированной цепной подвеске - перпендикулярно оси пути). После выправки консолей несущий трос закрепляют в седлах плашками и устанавливают струны для подвески сочлененных фиксаторов.

Раскатка контактного провода методом поверху

Монтажный поезд, состоящий из автомотрисы или дрезины ДМС и раскаточной платформы, останавливают в начале анкерного участка. Конецконтактного провода присоединяют к компенсирующему устройству. Затем контактный провод удочкой подтягивают на монтажную площадку автомотрисы, поднятую на высоту, при которой концы струн находятся на уровне верхней части ограждений монтажной площадки. Автомотриса, впереди которой находится раскаточная платформа, движется к противоположному концу анкерного участка со скоростью до 10 км/ч.

Два электролинейщика поочередно подхватывают струны и переходя вдоль монтажной площадки в направлении, противоположном ходу поезда, подвязывают контактный провод к концам струн. Третий электролинейщик, находящийся на монтажной площадке в момент подвязки струн,

несколько приподнимает контактный провод. Остальные электролинейщики бригады, которая выполняет раскатку контактного провода, подтормаживают барабаны и следят за сходом с них провода. Если расстояние между струнами не превышает 4 - 5 м, контактный провод подвязывают через струну.

На кривых радиусом менее 1500 м контактный провод подвязывают к временным оттяжкам из стальной проволоки диаметром 6 мм, закрепленным на консолях или опорах, расположенных с внешней стороны кривой. Такое закрепление провода в положении, близком к проектному, позволяет при монтаже компенсированных анкеровок установить грузы на нужной высоте и упрощает в дальнейшем крепление фиксаторов и регулировку цепной подвески.

Стыкование контактного провода выполняют с помощью стыковых зажимов, которые подвешивают к несущему тросу дополнительной струной, что уменьшает провес контактного провода в месте стыка.

Стыкуют провода следующим образом: выровненные на специальном бруске свинцовым молотком концы стыкуемых проводов срезают ножовкой и зачищают с торцов напильником. Все заусенцы и неровности на поверхности проводов устраняют, зачищая их концы наждачной бумагой. Особенно тщательно очищают пазы контактных проводов. С контактной поверхности стыкового зажима удаляют грязь и окислы. Вертикальные болты отворачивают настолько, чтобы концы их не выступали за внутреннюю поверхность зажима. Одновременно ослабляют горизонтальные болты, но после того, как концы провода введены в зажим и проверена плотность их соприкосновения, эти болты снова затягивают. Затем вручную завинчивают вертикальные болты до соприкосновения их с поверхностью контактных проводов. Затягивают болты специальным четырехгранным плошечным ключом длиной 200 мм. Необходимо следить, чтобы болты не были перетянуты, так как это может вызвать выдавливание соединяемых проводов из пазов зажима.

Во время раскатки нужно избегать частых стыкований провода. Поэтому барабаны подбирают так, чтобы на анкерный участок приходилось не более одного стыка.

С контактным проводом в процессе раскатки нужно обходиться очень бережно, так как самые незначительные повреждения его вызывают местные износы в процессе эксплуатации, что снижает срок службы провода. Поэтому торможение барабана необходимо осуществлять плавно, а движение раскаточного поезда должно быть равномерным, так как вследствие резких толчков могут происходить изломы и выкручивание провода.

Вытяжку контактного провода по струнам и его анкеровку выполняют в процессе раскатки.

Закрепление концов контактных проводов к компенсатору производят с поднятой монтажной вышки автомотрисы или дрезины. Концы контактных проводов поднимают на вышку, вытягивают их вручную, обрезают лишние части, затем заделывают в клиновые зажимы и соединяют с коромыслом.

Монтаж средних анкеровок

Монтаж средних анкеровок компенсированных подвесок состоит из монтажа дополнительного троса и троса средней анкеровки контактного провода он должен быть выполнен до начала раскатки контактного провода.

Среднюю анкеровку контактного провода выполняют из сталемедного троса площадью сечения 50-70 мм. В середине пролета контактный провод подвязывают временно к струнам на высоте, превышающей нормальную на 200 - 300 мм. Трос средней анкеровки закрепляют соединительными зажимами к несущему тросу и зажимом средней анкеровки к контактному проводу. По всей длине троса средней анкеровки контактный провод отсоединяют от струн, при этом под тяжестью контактного провода трос средней анкеровки натягивается. Ослабив болты в зажимах, крепящих этот трос к несущему, сдвигают зажимы настолько, чтобы контактный провод оказался на нормальной высоте, затем производят регулировку контактного провода по высоте в пролетах, где расположена средняя анкеровка.

Регулировка контактного провода по высоте

После монтажа средней анкеровки на контактный провод устанавливают струновые зажимы, производят выкрутку и выправку провода. Выкрутку выполняют с помощью одного или двух рихтовочньгх ключей, добиваясь, чтобы провод везде был обращен вниз рабочей поверхностью. Выправку контактного провода выполняют свинцовым или деревянным молотком на специальном бруске.

Одновременно с выкруткой и выправкой на контактный провод устанавливают струновые зажимы, к каждому из которых крепят однозвеньевую струну длиной 300 мм. К этим звеньям крепят струны, подвешивая контактный провод на требуемой высоте.

Монтаж фиксаторов

Монтаж фиксаторов на прямых участках пути выполняют после регулировки контактного провода по высоте или, совмещая по времени. На кривых участках пути установка фиксаторов должна предшествовать регулировке контактного провода по высоте.

Одновременно с установкой основных стержней фиксаторов регулируют положение консолей в плане и фиксируют подвесные гирлянды к дополнительным стержневым изоляторам.

Сопряжения анкерных участков цепной подвески

Монтаж сопряжений анкерных участков производят после окончания продольной регулировки двух смежных анкерных участков. Работы выполняют, одновременно применяя автомотрису и съемную монтажную вышку, с которой регулируют контактный провод по высоте.

В процессе монтажа выполняют следующие работы: фиксирование положения несущих тросов по высоте и по горизонтали, выправку и выкрутку контактных проводов, установку на них струновых зажимов, регулировку по высоте и в плане рабочих и анкеруемых ветвей цепной подвески и монтаж продольных электрических соединителей. Кроме того, при изолирующих сопряжениях врезают изоляторы и монтируют коромысла.

Фиксирование положения несущих тросов по высоте и в плане на переходных опорах

Выправку консолей и регулировку их положения производят с автомотрис или дрезин, изменяя наклон консоли с помощью регулировочных скоб и труб растянутых и сжатых тяг, а также смещая бугель по кронштейну консоли. Эти работы целесообразно выполнять после монтажа несущего троса, но до раскатки контактного провода.

Расстояние по горизонтали между несущими тросами должно быть не менее 100 мм на неизолирующем и (550±50) мм на изолирующем сопряжении. Вертикальное расстояние в месте пересечении несущих тросов при компенсированной подвеске должно быть не менее 50 мм.

При этом необходимо обеспечить требуемые расстояния между тросами, а также следить за тем, чтобы несущий трос одной цепной подвески не касался гирлянды изоляторов смежной подвески. Для обеспечения этих требований в необходимых случаях для понижения несущего троса рабочей ветви в узле подвески применяют промежуточное звено и производят фиксацию подвесных гирлянд изоляторов.

В обязательном порядке фиксацию подвесных гирлянд необходимо выполнять на участках переменного тока на анкеруемых ветвях неизолирующих сопряжений при расположении опор па внутренней стороне кривой, а также на переходных опорах изолирующих сопряжений.

Врезка изоляторов в несущий трос и контактный провод

Врезка изоляторов производится только на изолирующих сопряжениях. Гирлянду изоляторов следует врезать в нерабочую ветвь цепной подвески на расстоянии 3 м от консоли в сторону анкерной опоры.Врезку производят с автомотрисы или дрезины. По обе стороны от места врезки гирлянды изоляторов на тросе (проводе) устанавливают натяжные зажимы и присоединяют к ним ручную лебедку. С помощью лебедки снимают натяжение с троса на участке между натяжными зажимами, после чего разрезают трос, заделывают концы троса в соответствующие зажимы и присоединяют к ним гирлянду изоляторов.

Регулировка положения контактных проводов по высоте и в плане

Монтаж фиксаторов осуществляют с автомотрисы или дрезины, а установку струновых зажимов на контактные провода и регулировку их по высоте - со съемной монтажной вышки одновременно производят выправку и выкрутку контактных проводов.

Горизонтальное расстояние между контактными проводами должно быть такое же, как и между несущими тросами. На изолирующем сопряжении вертикальное расстояние от контактного провода рабочей ветви цепной подвески до оси врезного изолятора нерабочей ветви у переходной опоры должно составлять 500 мм.

Фиксаторы рабочих ветвей цепных подвесок устанавливают так же, как и на промежуточных опорах. Фиксаторы анкеруемых ветвей закрепляют к консолям на расстояниях от уровня контактного провода, зависящих от вида сопряжений.

От середины пролета к переходной опоре контактный провод поднимается плавно, что обеспечивается регулировкой длины струн, место начала подъема находится в 20 - 25 м от переходной опоры.

В крайних пролетах там, где провода нерабочих ветвей находятся в зонах, перекрываемых токоприемником, устанавливают двойные струны, что исключает возможность подъема полоза токоприемника выше нерабочих ветвей контактного провода в случае обрыва одной струны. Место установки двойной струны определяют, устанавливая отвес в точке пересечения ближнего к опоре рельса нерабочим контактным проводом. Двойные струны устанавливают также на изолирующих сопряжениях по обе стороны от врезных изоляторов.

Монтаж секционных изоляторов

Монтаж секционного изолятора включает в себя его сборку, врезку гирлянды изоляторов или изолирующей вставки в несущий трос и врезку собранного секционного изолятора в контактный провод. Сборку секционного изолятора выполняют на базе прорабского пункта согласно чертежам, обращая особое внимание на соблюдение требуемого зазора в устье дугогасящих рогов.

Врезку секционного изолятора производят с автомотрис, дрезин или съемных монтажных вышек после окончания монтажа прилегающих воздушных стрелок. Место врезки определяют по плану контактной сети станции и схеме секционирования. При определении места врезки следует стремиться, чтобы секционный изолятор находился, возможно, ближе к точке подвеса несущего троса.

При монтаже секционного изолятора снятие натяжения с несущего троса и контактного провода производят с помощью переносной лебедки, которую присоединяют к натяжным зажимам, закрепляемым на тросе и контактном проводе по обе стороны от места врезки элементов секционного изолятора. После снятия натяжения трос (провод) разрезают и концы троса, (провода) заделывают в соответствующие зажимы и присоединяют к гирлянде изоляторов (изолирующей вставке) и к секционному изолятору.

После окончания врезки положение секционного изолятора регулируют изменением длины скользящих струн, добиваясь строго горизонтального положения изолятора.

Монтаж секционных разъединителей

Монтаж разъединителя заключается в установке его с приводом на опоре и подключении к контактной подвеске. Конструкции для крепления разъединителя и привода изготовляют в мастерских. Устанавливают конструкции с приставных лестниц. После установки регулируют разъединитель, обеспечивая надежность контакта. Шлейфы разъединителей подключают к контактной сети с автомотрис (дрезин) или съемной вышки. Сечение шлейфов должно соответствовать сечению контактной сети (с учетом усиливающих проводов) или сечению питающей линии.

Монтаж заземлений

Заземления опор контактной сети и находящихся вблизи нее сооружений осуществляется индивидуальными или групповыми заземляющими проводниками, присоединяемыми к тяговым рельсам или к средним точкам путевых дроссель-трансформаторов.

Индивидуальные заземления и спуски от провода группового заземления выполняются стальным прутком диаметром не менее 10 мм.

В заземляющие спуски в местах, определяемых в проекте, устанавливают препятствующие утечке тягового и сигнального токов защитные устройства: искровые промежутки и диодные заземлители.

Способ заземления опор питающих и отсасывающих линий, мостов, путепроводов решается конкретно в каждом отдельном случае и указывается в проекте.

Заземления изготовляют в мастерских электромонтажных поездов или прорабских пунктов. Стальные проводники выправляют и покрывают 2 раза лаком. К месту установки заземления доставляют на хозяйственных платформах автомотрисами и укладывают с полевой стороны опор.

На железобетонные конические опоры основные заземляющие проводники устанавливают с приставных лестниц.

Монтаж заземляющего проводника от опоры к рельсу состоит из рытья траншеи, укладки полушпалы, закрепления проводника к рельсу, полушпале и заземляющему спуску непосредственно или через искровой промежуток.

Монтаж группового заземления состоит из раскатки и подвески на опоре троса группового заземления, заземления к тросу металлоконструкций, смонтированных на опоре, установки заземляющих спусков и подсоединения их к рельсу или дроссель-трансформатору. В местах, предусмотренных проектом, в заземляющие спуски включают диодные заземлители или искровые промежутки.

Особенности монтажных работ вблизи линий, находящихся под напряжением

Общие положения

Контактная сеть и линии электропередачи считаются действующими с момента первой подачи напряжения, после чего все работы по эксплуатации этих устройств выполняет специально обученный персонал дистанций электроснабжения, имеющий соответствующие квалификационные группы по технике безопасности.

В процессе эксплуатации возникает необходимость: в усилении действующих устройств контактной сети (например, раскатывают вторые контактные провода или усиливающие провода), в монтаже контактной подвески станционных путей при переводе на электрическую тягу грузового движения на пригородных участках, в электрификации вновь строящихся вторых путей и т. п.

К выполнению таких работ привлекается персонал электромонтажных поездов, который в соответствии с утвержденными правилами техники безопасности может выполнять монтаж на действующих электрифицированных линиях постоянного тока вблизи контактной сети и линий электропередачи, находящихся под напряжением, приближаясь к ним ближе чем на 4 м. Это означает, что электролинейщики, инструменты и приспособления, применяемые ими, а также ни одна часть монтируемой контактной сети и линии электропередачи не должны быть расположены на расстоянии, меньшем 4 м, от частей, находящихся под напряжением.

На линиях, электрифицированных на переменном токе, правилами техники безопасности персоналу электромонтажных поездов в зоне опасного влияния контактной сети и проводов ДПР, находящихся под напряжением, обычно запрещено выполнять какие-либо работы, за исключением работ по электрификации вторых путей.

При электрификации вторых путей на линиях переменного тока указанное расстояние от частей, находящихся под напряжением, по условиям производства работ принимается равным 2 м. Одновременно повышаются требования техники безопасности в части соблюдения технологии производства монтажных работ.

До начала монтажных работ руководители электромонтажного поезда и дистанции электроснабжения разграничивают работы и определяют порядок их производства. Одновременно разрабатывают мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих, и утверждают их совместным приказом, обязательным для монтажников и эксплуатационников.

Монтажные работы при электрификации вторых путей на переменном токе

Во всех проводах, идущих параллельно действующей контактной сети и ДПР, вследствие электромагнитного влияния появляется наведенное напряжение, опасное для жизни поэтому, кроме выполнения требований по монтажу, связанных с электрификацией вторых путей и изложенных выше, при сооружении контактной сети переменного тока принимают специальные меры, обеспечивающие безопасность работ в случае наведенного напряжения.

Такой мерой является заземление монтируемых проводов с обеих сторон от места работы. Однако в процессе раскатки постоянное и надежное заземление проводов осуществить сложно. Поэтому раскатку проводов любым существующим методом производят только при снятии напряжения с контактной сети и ДПР действующего пути. Кроме раскатки проводов, со снятием напряжения производят перевод развернутых вдоль пути консолей с несущим тросом или цепной подвеской в положение, перпендикулярное оси пути на прямой и кривой любого радиуса, и все другие виды работ, выполняемые со снятием напряжения на вторых путях участков переменного тока.

К моменту подачи напряжения в действующую контактную сеть и ДПР все раскатанные по второму пути провода должны быть заземлены. Для этой цели используют постоянные заземления опор контактной сети, которые должны быть смонтированы до раскатки проводов.

Каждую опору и все металлоконструкции, установленные на ней (консоли, кронштейны и т. п.), заземляют на рельс в соответствии с проектом. При установке изолированных консолей консольный изолятор заранее на земле шунтируют инвентарным заземлителем, сечение, которого по меди должно быть не менее 25 мм. Аналогично шунтируют подвесные гирлянды изоляторов при установке неизолированных консолей и крон штейнов для подвески проводов ДПР.

Раскатку несущего троса и контактного провода производят только поверху. В процессе раскатки троса консоли выводят в проектное положение и закрепляют его в каждом седле плашкой. Во время раскатки контактного провода его соединяют с несущим тросом, помимо струн, еще тремя электрическими соединителями, два из которых устанавливают между средней анкеровкой и каждым сопряжением данного анкерного участка, а третий - около средней анкеровки, последний демонтируют после монтажа средней анкеровки контактного провода.

Провода ДПР раскатывают на обочину пути, перебрасывают через вершины опор и закрепляют провода плашками в седлах, заземленных на каждой опоре.

Для обеспечения надежного заземления опор перед началом работ по монтажу контактной сети должны быть подготовлены рельсовые цепи второго электрифицируемого пути на всем перегоне: вновь уложенный путь должен быть непрерывным и с обоих концов состыкован со станционными путями, стыковые соединители приварены, междурельсовые перемычки установлены; на участках с автоблокировкой изолирующие стыки должны быть зашунтированы дроссель-трансформаторами или специальными перемычками.

Специальные заземлители и шунтирующие перемычки консольных и подвесных изоляторов демонтируют после окончания всех видов работ перед подачей напряжения на вновь смонтированную контактную сеть. Эти работы выполняют работники дистанции электроснабжения.

Представитель дистанции электроснабжения присутствует постоянно при работах, как со снятием, так и без снятия напряжения. Он же совместно с руководителем монтажных работ убеждается в отсутствии наведенного напряжения в монтируемых проводах, без чего приступать к работам запрещается.

Контроль за качеством монтажных работ

Работы, выполненные бригадой на выделенном ей участке, принимает от бригадира производитель работы или мастер, проводя необходимые проверочные замеры, в том числе проверяет:

- положение по высоте и в плане точки крепления несущего троса;

высоту контактного провода над уровнем головки рельсов под опорой и в пролете, зигзаги и вылеты в середине пролета; эти замеры выполняют с помощью съемного токоприемника;

- расстояние от контактного провода до основного стержня фиксатора или фиксирующего троса;

- расстояния между проводами цепных подвесок на сопряжениях анкерных участков;

Перегоны и станции, на которых закончены монтажные работы, проверяют руководители электромонтажного поезда, после чего объекты в установленном порядке сдают в эксплуатацию.

В целях повышения качества монтажных работ необходимо:

- постоянно повышать квалификацию всех работников, проводить техническую учебу с участием руководителей и инженерно-технических работников поезда,

- своевременно обеспечивать прорабские пункты проектной и нормативной документацией, технологическими картами, картами пооперационного контроля качества работ, не допускать срывов в материально-техническом обеспечении бригад, совершенствовать планирование и стимулирование труда, внедрять бригадный подряд и аккордно-премиальную оплату труда, систематически проверять качество работ.

Нормы на проектирование контактной сети

Общие требования

Конструкции контактных подвесок в соответствии с Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации должны соответствовать требованиям, обеспечивающим пропуск пассажирских поездов со скоростью движения 140 км/ч и учитывать возможность перспективного повышения скоростей движения на отдельных направлениях до 160-200 км/ч.

Реконструкцию контактной сети следует производить по типовым проектам КС-160. До завершения разработки всех модификаций контактных подвесок КС-160 и освоения производства конструкций допускается применять действующие типовые решения.

Ниже будут изложены некоторые требования к проектированию и строительству контактной сети при электрификации новых участков контактной сети на действующих участках. При отсутствии дополнительных требований следует руководствоваться Правилами устройства системы тягового электроснабжения железных дорог Российской Федерации (ПУСТЭ), Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог (ПУТЭКС) и Нормами проектирования контактной сети (СТН ЦЭ 141-99).

На конструкции, узлы, изделия контактной сети должны разрабатываться технические условия. Поставщик продукции обязан по требованию эксплуатационной или строительно-монтажной организации предоставлять копию технических условий на поставляемую продукцию и протоколы испытаний.

Типы контактных подвесок

При строительстве следует применять одинарные цепные подвески.

Тип создаваемых новых одинарных цепных подвесок следует определять следующими конструктивными основными особенностями:

- регулированием натяжения несущего троса и контактных проводов (компенсированная или полукомпенсированная);

- родом тока и количеством контактных проводов (с одним или двумя контактными проводами);

- конструкцией подвешивания контактного провода в опорном узле (с рессорным тросом или простыми опорными струнами);

- расположением несущего троса и контактных проводов в плане (вертикальная, полукосая или ромбовидная);

- конструкцией консолей (по типу изоляции - изолированные или неизолированные, по конструктивному выполнению - горизонтальные, наклонные или иной конструкции);

- эластичностью подвески в пролете;

- допустимой скоростью движения поездов.

При строительстве на перегонах, как правило, следует применять одинарную компенсированную цепную подвеску с рессорным тросом.

Несущий трос контактных подвесок КС-160 на промежуточных и анкерных опорах на прямых участках пути располагают по оси пути, на кривых участках пути - с зигзагом, равным зигзагу контактного провода. На переходных опорах сопряжений несущий трос во всех случаях располагают с зигзагом, равным зигзагу контактного провода.

По типу изоляции контактная подвеска может выполняться с изолированными или неизолированными консолями. На участках переменного тока следует отдавать предпочтение применению подвески на изолированных консолях.

Консоль состоит из горизонтального верхнего стержня и наклонного нижнего стержня. Крепление несущего троса может осуществляться над горизонтальным стержнем через поворотный зажим при изолированных консолях или под горизонтальным стержнем через изоляторы при неизолированных консолях. Консоль состоит из наклонного нижнего стержня и регулируемой верхней тяги. Несущий трос может крепиться в седле или опорно на наклонном стержне при изолированных консолях и через изоляторы при неизолированных консолях.

Консоли

Типовые проекты консолей должны разрабатываться по роду тока, типу изоляции, конструктивному исполнению и включать конструкции для всех условий применения по плану пути, габаритам и типам опор, специфике армировки на промежуточных и переходных опорах сопряжений. В типовые проекты консолей должны включаться технические решения по фиксаторам и дополнительным узлам для обеспечения ветроустойчивости контактной подвески.

Консоли должны обеспечивать возможность регулировки положения

проводов в процессе эксплуатации с учетом сочетания допустимых деформаций от воздействия нормативных нагрузок и предусмотренных нормами допусков на установку опор и монтаж конструкций.

Основные типоразмеры консолей должны соответствовать типовым габаритам опор. В проектах консолей следует предусматривать типоразмеры консолей при установке опор с нетиповыми габаритами за пределами водоотводных устройств или гидроизоляционного покрытия земляного полотна.

Консоли промежуточных опор с нормальным габаритом, как правило, должны изготавливаться из стальных бесшовных цельнотянутых труб.

Изолированные консоли при габарите опор 4,9 м и более, как правило, следует устанавливать на удлинителях.

Для промежуточных опор с габаритом до 3,5 м на прямых участках пути консоли должны выполняться без подкосов. Область применения подкосов следует определять расчетом и приводить в таблицах применения консолей в типовых проектах. Конструкция тяг и подкосов должна предусматривать возможность регулировки положения консолей.

Для защиты несущего троса от поджогов при перекрытиях изоляторов в поворотных зажимах горизонтальных изолированных консолей и седлах наклонных изолированных и неизолированных консолей должны устанавливаться медные вкладыши. Допускается подвеска несущего троса в седлах с использованием специального рессорного троса.

Фиксаторы

Конструкция фиксаторного узла должна обеспечивать вертикальное отжатие контактного провода до 250 мм. Расчет оптимальной высоты места крепления дополнительного фиксатора относительно уровня рабочего контактного провода следует производить по условию минимально допустимого натяжения подрессорных или простых струн 25% от нормального (1,5 даН).

На внутренней стороне кривых на промежуточных и переходных опорах целесообразно применять фиксаторы с удлиненными стойками. Оптимальные параметры высоты крепления основного стержня и дополнительного фиксатора относительно уровня рабочего контактного провода должны определяться типовыми проектами.

Основные стержни фиксаторов, как правило, следует выполнять из

стальных труб с защитным цинковым покрытием. Узлы соединения основных стержней фиксаторов с консолями и дополнительных фиксаторов с основными стержнями должны выполняться с применением арматуры, произведенной методом литья. Дополнительные фиксаторы из полосовой стали специального профиля должны иметь завальцованные вкладыши в местах сочленения с ушками фиксаторных стоек.

В узлах крепления гибких фиксаторов к консоли следует применять провод М-35 или сталемедный провод площадью сечения не менее 25 мм с

установкой в узлах сочленения коушей и креплением регулировочного конца болтовым зажимом.

В кривых участках пути радиусом менее 400 м при гибких фиксаторах допускается разнесенная фиксация контактных проводов.

Сопряжения анкерных участков

Длина анкерных участков при компенсирующих устройствах не должна превышать 1600 м.

На кривых участках пути допустимую длину анкерного участка следует определять расчетом из условия, чтобы в пределах от средней анкеровки до компенсатора приращение натяжения несущего троса не превышало ± 10% номинального его натяжения, а контактных проводов ± 15%.

При разбивке опор за счет варьирования в допустимых пределах длинами анкерных участков следует по возможности избегать сопряжений

и особенно изолирующих в кривых участках пути для увеличения допустимых длин переходных пролетов.

Расположение изолирующих сопряжений в кривых радиусом менее 500 м не допускается.

Длину переходных пролетов неизолирующих сопряжений и пролетов с отходящими на анкеровку ветвями следует принимать равной максимально допустимой длине промежуточных пролетов для расчетных климатических условий и плана пути.

Длину переходных пролетов изолирующих сопряжений следует принимать максимально допустимой по отклонениям контактного провода от оси токоприемника при принятом горизонтальном расстоянии между контактными проводами. Длину переходных пролетов изолирующих сопряжений по сравнению с промежуточными пролетами, рассчитанными для данного места, следует сокращать в соответствии с требованиями Правил устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог. На неизолирующих сопряжениях анкерных участков горизонтальное расстояние между внутренними сторонами рабочих контактных проводов в переходных пролетах должно быть 100 мм.

Горизонтальное расстояние между внутренними сторонами рабочих контактных проводов в переходных пролетах на изолирующих сопряжениях с нормально включенными продольными разъединителями (в горловинах станций, выделение в отдельные секции мостов и тоннелей) должно быть 500 мм при переменном токе и 400 мм при постоянном.

Изолирующие сопряжения могут выполняться с врезными в контактные провода тарельчатыми стеклянными изоляторами, натяжными полимерными гладкостержневыми изоляторами и с полимерными изолирующими элементами, допускающими взаимодействие с токоприемником.

Сопряжения анкерных участков выполняются трехпролетными с одним переходным пролетом или четырехпролетными с двумя переходными пролетами.

Количество переходных пролетов и их минимальную длину следует определять по условию обеспечения плавного перехода токоприемника с контактного провода одного анкерного участка на контактный провод другого анкерного участка.

В качестве критерия плавного перехода принимается максимально возможный угол, под которым движущийся токоприемник входит в контакт с набегающей ветвью контактного провода другого анкерного участка при максимально допустимой длине зоны подъема анкерной подвески.

Длины переходных пролетов четырехпролетных сопряжений должны иметь одинаковую величину. Длина переходных пролетов неизолирующих сопряжений менее 35 м не допускается.

Отходящие на анкеровку ветви сопряжений подвески должны иметь постепенное возвышение без нарушения плавности подъема от двойных приемных струн в зоне прохода полоза токоприемника.

Угол между анкеруемой ветвью и направлением контактного провода в переходном пролете не должен превышать 6° (отклонение провода не более 1 м на длине 10 м).

Величину угла между анкеруемой ветвью и направлением контактного провода в переходном пролете следует рассчитывать в проекте в зависимости от габарита анкерной опоры, длины пролета с анкеруемой подвеской, радиуса кривой и указывать на планах контактной сети.

10. Обеспечение безопасности персонала при реконструкции контактной сети

10.1 Категории работ

В отношении мер безопасности работы подразделяются на выполняемые:

- со снятием напряжения и заземлением;

- под напряжением (на контактной сети);

- вблизи частей, находящихся под напряжением;

- вдали от частей, находящихся под напряжением.

При выполнении работы со снятием напряжения и заземлением в зоне (месте) ее выполнения должно быть снято напряжение и заземлены те провода и устройства, на которых будет выполняться эта работа.

Приближение самого работника или через инструмент, приспособление к проводам (в том числе и по поддерживающим конструкциям), находящимся под рабочим или наведенным напряжением, а также к нейтральным элементам на расстоянии 0,8 м запрещено. Если в процессе выполнения работы на отключенных и заземленных проводах, необходимо приблизиться к нейтральным элементам, то они должны заземлены.

При выполнении работы под напряжением провода и оборудование в зоне (месте) работы находятся под рабочим или наведенным напряжением. Безопасность рабочих должна обеспечиваться применением средств защиты (изолирующие вышки, изолирующие рабочие площадки дрезин и автомотрис, изолирующие штанги и др.) и специальными мерами (завешивание стационарных и переносных шунтирующих штанг, шунтирующих перемычек и др.)

Приближение к заземленным и нейтральным частям на расстоянии менее 0,8 м запрещено.

При выполнении работы в близи частей, находящихся под напряжением, работающему, расположенному в зоне (месте) работы на постоянно заземленной конструкции, по условиям работы необходимо приближаться самому или через неизолированный инструмент к электроопасным элементам (в том числе к проводам осветительной сети) на расстояние менее 2 м. Приближение к электроопасным элементам на расстояние менее 0,8 м запрещено.

При выполнении работы вдали от частей, находящихся под напряжением, работающему в зоне (месте) работы нет надобности и запрещено, работая на земле или постоянно заземленной конструкции, приближаться к электроопасным элементам на расстояние менее 2 м.

При выполнении комбинированных работ требуется соблюдать организационные и технические меры, соответствующие каждой из категорий, входящих в эту работу.

10.2 Общие меры безопасности работающих при различных категориях работ

При всех категориях работ, во избежание поражения электрическим током, следует выполнять основное правило электробезопасности:

- все элементы (части) контактной сети, ВЛ и связанного с нею оборудования на месте работы, монтажное приспособление, конструкция, на которой находиться сам работающий, должны находиться под одним потенциалом, для чего они электрически (металлически) соединяются друг с другом заземляющими или шунтирующими штангами, разъединителями, шунтирующими перемычками и т.д.

Перед началом, а также во время работы, прежде чем коснуться элемента (провода, троса, шлейфа, врезного изолятора и т.п.), не имеющего металлической связи с монтажным приспособлением или конструкцией, на которой находиться работающий, необходимо завесить на этот элемент заземляющую штангу, установить при необходимости перемычку и только после этого выполнять работу.

До начала работ всех категорий необходимо отчетливо представлять, в каких опасных сочетаниях могут находиться разнопотенциальные элементы и какие соответствующие меры безопасности необходимо выполнять для соблюдения основного правила электробезопасности.

Работы, требующие выполнения оперативных переключений разъединителей, заземления токоведуших частей, а так же работы в местах секционирования (в зоне между анкерными опорами или на секционных и врезных изоляторах, разделяющих секции с различными потенциалами) должны производится по приказу ЭЧЦ.

Остальные работы могут выполнятся без приказа ЭЧЦ, но с уведомлением его о месте, содержании, категории, времени начала и окончания работы и получением его согласия на ее производство.

При работах со снятием напряжения и заземлением, а так же вблизи частей находящихся под напряжением, запрещено:

- работать в согнутом положении, если расстояние от работающего при его выпрямлении до электроопасных элементов окажется менее 0,8 м;

- работать при наличии электроопасных элементов с двух сторон на расстоянии менее 2 м от работающего;

- работать над электроопасными элементами, не имеющим ограждения;

- выполнять работы на расстоянии ближе 20 м от места секционирования (секционные изоляторы, изолирующие сопряжения и т.п.) и шлейфов секционных разъединителей, которыми осуществляется отключение контактной сети при подготовке рабочего места;

- пользоваться металлическими лестницами.

Запрещается проводить работы на контактной сети под напряжением в следующих случаях:

- при скорости ветра более 12 м\с;

- во время грозы, дождя, тумана, мокрого снегопада;

- под пешеходными мостами, путепроводами, в тоннелях и на мостах с ездой понизу;

- на несущем тросе ближе 1 м от неизолированной консоли, ригелей и сигнальных мостиках;

- когда не может быть использована полная длина изолирующей части средств защиты;

- при опущенном ограждении изолирующих рабочих площадок автоматрис и автодрезин;

- в опасных местах, за исключением врезных и секционных изоляторов.

При выполнении работ под напряжением и вблизи частей, находящихся под напряжением, в бригаде должна быть заземляющая штанга.

Работа на контактной сети, ВЛ и связанного с нею оборудования в темное время суток под напряжением, вблизи частей, находящихся под напряжением, допускается, если в зоне работ имеется освещение, обеспечивающее видимость всех изоляторов и проводов на расстоянии не менее 50 м.

Место работы допускается освещать фонарями, если работа выполняется вдали от частей, находящихся под напряжением, а также со снятием напряжения и заземлением, если нет необходимости приближения к частям, находящимся под напряжением, на расстоянии менее 2 м.

10.3 Организационные мероприятия по обеспечению безопасности работающих

Организационными мероприятиями по обеспечению безопасности работающих является:

- выдача наряда или распоряжения производителю работ;

- инструктаж выдающим наряд производителю работ;

- выдача разрешения на подготовку места работ;

- инструктаж производителем работ членов бригады и допуск к работе;

- надзор во время работы;

- оформление перерывов в работе, переходов на другое рабочее место, продления наряда и окончания работы.

10.3.1 Выдача наряда или распоряжения производителю работ

Все работы в действующих электроустановках производятся по нарядам или распоряжениям. Наряд – допуск есть письменное задание на производство работы, составленное на бланке установленной формы, определяющее содержание и зону (место) работы, категорию и условия ее выполнения, время начала и окончания, необходимые меры безопасности, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность проведения работ. Распоряжение – это задание на производство работ имеющее разовый характер и срок его действия определяется продолжительностью рабочего дня исполнителя.

Наряд выписывается на одного производителя работ с одной бригадой. Изменение состава бригады и применяемых грузоподьемных механизмов допускается вносить лицу, выдавшему наряд, а в его отсутствие – лицу, имеющему право выписки наряда.

Наряд выписывается, как правило, на работы одной категории. В тех случаях, когда одна работа является продолжением другой и они составляют единый технологический комплекс, допускается включать в один наряд работы нескольких категорий. При этом на работы каждой категории в наряде должны быть указаны соответствующие технические меры. В перечень таких работ входят:

- комбинированные работы;

- проверка состояния и регулировка изолирующего сопряжения или секционного изолятора и шунтирующих их секционных разъединителей;

- контроль состояния и регулировка изолирующего сопряжения, разъединителя с проверкой и испытанием отсасывающего трансформатора;

- раскатка контактного провода и ввод его в работу;

- проверка состояния и регулировка изолирующих сопряжений и секционных разъединителях поста секционирования.

При выполнении сложных работ сводной бригадой двух или нескольких ЭЧК выписке нарядов должна предшествовать разработка и утверждение начальником ЭЧ проекта производства работ, в котором определяют содержание работ каждой бригады, лиц, ответственных за общее руководство работами, ответственного руководителя работ, и меры безопасности в соответствии с выполняемыми работами и местными условиями.

Работа по наряду или распоряжению должна выполнятся в пределах фидеров и секционных разъединителей, вписанных в наряд или указанных в распоряжении. Изменять условия или расширять зону работы без выписки нового наряда или распоряжения запрещено.

В случае невозможности при подготовке рабочего места работы отключить разъединители, указанные в наряде, ЭЧЦ разрешается увеличить отключаемую зону без расширения самой зоны работы бригады. Вносимые изменения должны быть указаны в приказе ЭЧЦ.

10.3.2 Выдача разрешения на подготовку рабочего места

Разрешением на подготовку рабочего места является приказ или согласование, выданные ЭЧЦ. Запрещается выдавать один приказ на переключение и начало работ, а также приказ на работу по заранее обусловленному времени.

Приказ ЭЧЦ производитель работ должен повторить внятно и дословно. ЭЧЦ, убедившись в правильности повторенного текста приказа, утверждает с указанием времени утверждения и своей фамилии. Неутвержденный приказ силы не имеет и выполнению не подлежит. При работах на одном отключенном участке нескольких бригад ЭЧЦ должен выдать приказ производителю работ каждой бригады.

10.3.3 Инструктаж производителем работ членов бригады и допуск к работе

Лицо, выдающее наряд или распоряжение, обязано провести инструктаж производителю работ об особенностях предстоящей работы, порядке безопасного ее выполнения.

Перед допуском к работе по наряду или распоряжению производитель работ обязан непосредственно на месте работы провести инструктаж членов бригады, в котором должен указать:

- содержание предстоящей работы;

- условия производства работы (ее категорию, технологию);

- распределение обязанностей между членами бригады;

- точные границы зоны и мест работы каждого члена бригады;

- места расположения поблизости нейтральных частей и частей, оставшихся под рабочим или наведенным напряжением, а также места расположения заземленных и нейтральных частей;

- места прохода ВЛ с другим потенциалом или другим родом тока;

- места секционирования;

- места, на которых запрещена работа, а также опасные места;

- места установки заземляющих штанг с выделением специальных лиц для их установки;

- особенности в ограждение места работ;

- порядок перемещения в зоне работы;

- порядок применения дрезины или автоматрисы, изолирующей съемной вышки, механизмов.

Во всех случаях допуск осуществляет производитель работ после того, как он лично непосредственно на месте работы убедится в выполнении всех необходимых мероприятий, обеспечивающих возможность безопасного ее производства.

10.3.4 Надзор во время работы

Надзор за работающими должен осуществлять производитель работ. Он не должен принимать участия в работе по наряду. Если работа выполняется по одному наряду двумя или более группами работников, при выписки наряда в каждой группе назначается свой наблюдающий. Производитель работ в этом случае осуществляет общее руководство работами и контролирует выполнение мер безопасности во всех группах.

Лица, ведущие надзор, обязаны непрерывно контролировать выполнение работ исполнителями в полном соответствии с выданным нарядом и технологией, следить за соблюдением членами бригады требований инструкции.

10.3.5 Оформление перерывов в работе, переходов на другое рабочее место, продление наряда и окончание работ

Перерыв в работе по окончанию рабочего дня оформляется отметкой в наряде о времени ее окончания с уведомлением об этом ЭЧЦ. В слачае перерыва работы на линии, отключенной на все время работы, заземления могут не сниматься. Допуск к прерванной работе на следующий день должен осуществляться производителем работ только после осмотра места работы, проверки возможности безопасного ее производства и инструктажа членов бригады.

Переходы на другое рабочее место при выполнении однотипных работ, а также работ, составляющих единый технологический комплекс, кроме комбинированных работ, оформляются в наряде с указанием времени начала и окончания работы, подписью производителя работ и членов бригады о получении ими инструктажа на каждом рабочем месте.

10.4 Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих со снятием напряжения

Техническими мероприятиями, обеспечивающими безопасность работающих со снятием напряжения и заземлением, являются:

- закрытие путей перегонов и станций для движения ЭПС или всех поездов, выдача предупреждений на поезда и ограждения места работ;

- снятие рабочего напряжения, вывешивание запрещающих плакатов и принятие мер против ошибочной подачи его на место работ;

- проверка отсутствия напряжения;

- наложение заземлений, шунтирующих штанг или перемычек, включение разъединителей;

- освещение места работ в темное время суток.

10.4.1 Закрытие путей перегонов и станций для движения ЭПС или всех поездов, выдача предупреждений на поезда и ограждения места работ

Если для производства работ на контактной сети требуется закрытие перегона или главных путей станций для движения всех поездов или только ЭПС, оно производится поездным диспетчером на основании заявки ЭЧЦ, зарегистрированной в журнале приказов поездного диспетчера.

На станционных путях работы, требующие снятие напряжения с контактной сети, ограждения сигналами остановки или уменьшения скорости, производится на основании предварительной заявки производителя работ дежурному по станции с записью в журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети после согласования этой работы дежурным по станции.

Если станция оборудована диспетчерской централизацией, то заявка записывается в ЭЧЦ в журнале приказов поездного диспетчера, и работа должна быть разрешена им.

В этом журнале должно быть указано, какие пути, стрелки, съезды или секции контактной сети и с какого времени должны быть зарыты для движения всех поездов или только для ЭПС.

При производстве на перегонах и главных путях станций со съемной изолирующей вышки на все поезда ко времени начала работы бригады должны выдаваться предупреждения. Производитель работ до начала работ обязан иметь подтверждение о действии предупреждения. ЭЧЦ не должен разрешать работу со съемной изолирующей вышки без проверки действия предупреждения.

Монтаж конструкций контактной сети, раскатку и подъем проводов следует выполнять с закрытием пути для движения поездов, со снятием напряжения с контактной подвески, ее заземлением в установленном порядке и с оформлением заявки на выдачу предупреждения поездам, следующим по соседним путям.

При производстве работ, препятствующих проходу поездов, место работ должно быть ограждено сигналами остановки в соответствии с требованием правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации и инструкции по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации.

10.4.2 Снятие рабочего напряжения и принятия мер против ошибочной подачи его на место работы

Приказ на снятие напряжения с контактной сети ЭЧЦ должен дать на основании разрешения поездного диспетчера или дежурного по станции после закрытия ими для движения всех путей и съездов с изолирующими сопряжениями или секционными изоляторами, при перекрытии которых полозом токоприемника возможно попадание напряжения на отключаемый участок.

Отключение аппаратуры и отсоединение шлейфов должны производится таким образом, чтобы зона работ со всех сторон была отделена видимым разрывом от токоведущих частей, находящихся под рабочим напряжением.

Для предотвращения ошибочной подачи разъединителями напряжения на место работ необходимо выполнить следующие меры безопасности:

- разъединители с ручным приводом закрыть на замок;

- на кнопки управления пульта телеуправляемых разъединителей надеть предохранительные колпачки или заблокировать на включение контролируемые пункты, а на кнопки дистанционного управления повесить запрещающие плакаты.

10.4.3 Проверка отсутствия напряжения, наложения заземлений, шунтирующих штанг или перемычек, включения разъединителей

Производитель работ после получения приказа ЭЧЦ на работу должен обеспечить проверку отсутствия напряжения и заземления токоведущих частей в следующем порядке:



Рисунок 1 – Проверка отсутствия напряжения «на искру»

- присоединить заземляющий башмак переносного заземления к заземлителю (тяговый рельс);

- проверить отсутствие напряжения;

- наложить заземление на токоведущие части.

Снятие переносной заземляющей штанги производится в обратном порядке – штангу снимают с токоведущих частей, а затем отсоединяют башмак от заземлителя.

Для заземления контактной сети, проводов ДПР и ВЛ выше 1000В следует применять переносные заземляющие штанги с медным заземляющим тросом площадью сечения не менее 50 мм2. Для заземления ВЛ ниже 1000В, а также ВЛ -6, 10 кВ с проводами площадью сечения менее 50 мм2 допускается применение переносных заземляющих штанг с медным заземляющим тросом площадью сечения не менее 25 мм2.

Указанные площади сечения должны иметь и переносные шунтирующие штанги и перемычки. Конструкция заземляющей штанги должна обеспечивать надежное ее закрепление на заземленных элементах и исключать потерю контакта во время работ. В целях соблюдения последовательности наложения заземляющей штанги должны иметь соответствующие блокировки.

Заземлителем для контактной сети и ДПР, как правило, является тяговый рельс. В случае, если заземление на рельс затруднено, разрешается заземлять провода контактной сети и ДПР на трос группового заземления, непосредственно на металлическую опору или на видимый заземляющий спуск железобетонной опоры после визуальной проверки их присоединения к рельсу или к дроссель – трансформатора шунтирования искрового промежутка перемычкой площадью сечения не менее 50 мм2. При работах на воздушных питающих линиях контактной сети в тех случаях, когда соединение их с рельсом затруднено, питающую линию допускается заземлять на отсасывающую линию.

Проверку отсутствия напряжения на контактной сети допускается производить заземляющей штанги «на искру» или специальным прибором – указателем наличия рабочего или наведенного напряжения, а в проводах ВЛ, кабельных линиях и устройствах, подключенных к ним – указателем напряжения.

Отключенные для производства работ участки контактной сети и ВЛ, расположенные на опорах контактной сети, при переменном токе должны быть заземлены двумя заземляющими штангами, расположенными одна от другой на расстоянии не более 200 м. При работа в зоне наведенного напряжения с нарушением целостности проводов (разрыв) без наложения шунтирующей перемычки устанавливается двойные заземления с обеих сторон от места разрыва на расстоянии не более 100 м. Наложение шунтирующей перемычки на место разрыва проводов следует выполнять после заземления проводов с обеих сторон и установки переносной шунтирующей штанги.

ВЛ напряжением выше 1000 В на отдельно стоящих опорах должны быть заземлены с двух сторон на месте работ переносными заземлениями, устанавливаемых в пределах видимости работающих. При выполнении работ на проводах ВЛ напряжением до и выше 1000 В в зоне наведенного напряжения расстояние между заземлителями, устанавливаемые на месте работ, не должно превышать 200 м. Переносные заземления следует присоединять на железобетонной опоре с заземляющими спусками к этим спускам после проверки их целостности или специальному заземлителю, погруженному в грунт на глубину не менее 0,5 м. При работе на кабельной опоре или на самом кабеле, кроме проводов ВЛ, на заземляющий контур опоры должны быть заземлены и жилы кабеля. Заземление волновода осуществляется на рельс с обеих сторон от места работ.

В местах секционирования заземляющие штанги должны быть установлены с обеих сторон с обязательным предварительным включением разъединителей, кроме того, должна быть установлена перемычка площадью сечения не менее 50 мм2, шунтирующая разъединитель или соединяющая обе секции. При не включенном разъединителе или при его отсутствии на каждую секцию контактной сети должно быть установлено по 2 заземляющие штанги.

Для работы на разъединителях заземляющие штанги должны устанавливаться по одной на каждый полюс разъединителя. После установки заземлений каждый полюс разъединителя при включенном положении должен быть зашунтирован перемычкой на весь период работы.

Заземляющие штанги должны находится в пределах одного блок – участка и присоединятся к одному и тому же тяговому рельсу. Если зона работы одной или нескольких бригад перекрывает изолирующий стык автоблокировки, то работа должна выполнятся с закрытием пути для движения все поездов. Если зона работы охватывает 2 или более секций контактной сети, то каждая из этих секций должна быть заземлена самостоятельно.

При выполнении работ с дрезины или автоматрисы допускается использование штанги, заземляющий провод которой присоединен к раме дрезины или автоматрисы. Эту штангу следует завешивать в качестве второй и лишь после установки на контактной сети штанги, присоединенной к тяговому рельсу.

Отключение и заземление линий электропередачи, расположенных в зоне работы и находящиеся в ведении других организаций, должно производится лицами, непосредственно их эксплуатирующих. Допускается заземление таких линий работниками ЭЧК после получения через ЭЧЦ уведомления от эксплуатирующей линию организации о снятии напряжения.

10.5 Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ под напряжением

Техническими мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ под напряжением, является:

- выдача предупреждения на поезда и ограждение места работ;

- выполнение работы только с применением средств защиты;

- включение разъединителей, наложение стационарных и переносных шунтирующих штанг и перемычек;

- освещение места работ в темное время суток.

При работах в местах секционирования контактной сети под напряжением, а также при отсоединении шлейфов разъединителей, разрядников, отсасывающих трансформаторов от контактной сети и монтаже вставок в провода контактной сети следует применять шунтирующие штанги, установленные на изолирующих съемных вышках, изолирующих рабочих площадок дрезин или автоматрис, а также переносные шунтирующие штанги и шунтирующие перемычки.

Площадь сечения медных гибких проводов указанных штанг и перемычек должна быть не менее 50 мм2. Для соединения проводов различных секций, обеспечивающих передачу тягового тока, необходимо применять перемычки из медного провода площадью сечения не менее 70% площади сечения соединяемых проводов.

При работах на изолирующем сопряжении анкерных участков, на секционном изоляторе, разделяющем две секции контактной сети, врещных изоляторах следует включать шунтирующие их разъединители.

Во всех случаях на месте работы должна быть установлена шунтирующая перемычка, соединяющая контактные подвески смежных секций. Расстояние от работающего до этой перемычки должно быть не более одного мачтового пролета. Если расстояние до шунтирующего разъединителя свыше 600 м, площадь сечения шунтирующей перемычки на месте работы должна быть не менее 95 мм2.

10.6 Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ вблизи частей, находящихся под напряжением

Техническими мероприятиями, обеспечивающими безопасность работающих вблизи частей, находящимся под напряжением, являются:

- наличие подсоединенной к тяговому рельсу у места работ и подготовленной к завешиванию на токоведущие части заземляющей штанги;

- освещение места работ в темное время суток.

10.7 Работа с автомотрис и автодрезин с изолирующими рабочими площадками

Если работы выполняются в одном месте без перемещения автомотрисы, автодрезины, то для заземления контактной сети вначале устанавливается переносная заземляющая штанга на расстояние не менее одного мачтового пролета от места работы.

В качестве второй может быть использована заземляющая штанга, подсоединенная к раме машины. При этом она должна устанавливаться так, чтобы с рабочей площадки нельзя было снять эту штангу. Завешивает заземляющую штангу автомотрисы или автодрезины исполнитель работ, после чего он поднимается на рабочую площадку, дает команду подняться помощникам и завешивает шунтирующие штанги.

Снятие штанг следует выполнять в обратной последовательности: исполнитель работ снимает шунтирующую штангу, дает команду помощникам покинуть рабочую площадку, спускается сам. Исполнитель под наблюдением помощника снимает заземляющую штангу автодрезины или автомотрисы. Снятие переносной штанги осуществляется по команде и под наблюдением производителя работ.

Если работы выполняются с перемещением автодрезины, автомотрисы с одного рабочего места на другое в пределах зоны работы, то контактная сеть заземляется в соответствии с порядком, указанным выше, или установкой двух переносных заземляющих штанг на расстояние не менее одного мачтового пролета по обе стороны от места работ.

После окончания работы в одном месте бригада может оставаться на рабочей площадке, не касаясь проводов контактной сети. Согласовав с исполнителем, производитель работ дает команду снять шунтирующие штанги, одну заземляющую штангу (закрепленную на машине или расположенную впереди по ходу движения машины) и после этого переместить машину к следующему месту работы.

После установки снятой штанги на новом месте, переноса второй заземляющей штанги, если это необходимо, завешивания шунтирующих штанг производитель работ дает разрешение приступить бригаде к работе.

Запрещено при перемещении дрезины или автомотрисы от одного места работы к другому снятую заземляющую штангу завешивать на ограждение рабочей или нейтральной площадок.

При необходимости разворота рабочей площадки следует предварительно убедиться, что она не коснется частей, находящихся под напряжением, и находящиеся на рабочей площадке электромонтеры не приблизятся к ним на опасное расстояние.

10.7.1 Работа с автомотрисы АРВ-1 с заземленной рабочей площадкой

Поднятый токоприемник автомотрисы АРВ-1 с нормально включенным короткозамыкателем, шунтирующим изоляцию токоприемника, является дополнением к двум переносным заземляющим штангам, устанавливаемым в соответствии с требованиями правил.

После установки переносных заземляющих штанг производитель работ визуально проверяет включенное положение короткозамыкателя и открывает дверцу для подъема персонала на рабочую площадку. При этом поднимается токоприемник и дополнительно заземляет контактную подвеску на месте работ. По команде производителя работ исполнитель работ поднимается на заземленную рабочую площадку автомотрисы АРВ-1, дает команду подняться помощникам и завешивает шунтирующую штангу, после чего электромонтеры приступают к работе.

Работы с автомотрисы АРВ-1 могут выполняться с ее перемещением с одного рабочего места на другое с поднятым токоприемником в пределах зоны работы с таким расчетом, чтобы расстояние между автомотрисой и заземляющими штангами соответствовало 200 м.

По окончании работ снятие шунтирующей штанги и опускание токоприемника производится в обратной последовательности: исполнитель работ, не снимая шунтирующей штанги, дает команду помощникам покинуть рабочую площадку и, сняв шунтирующую штангу, спускается сам.

Производитель работ закрывает дверцу на лестнице рабочей площадки. При этом токоприемник опускается. По команде и под наблюдением производителя работ электромонтер с группой не ниже III снимает переносные заземляющие штанги. После окончания работ в одном месте бригада может оставаться на рабочей площадке автомотрисы, не касаясь проводов контактной сети. Согласовав начало перемещения автомотрисы с исполнителем, производитель работ дает команду снять шунтирующую штангу и после этого переместить автомотрису к следующему месту работы. Токоприемник при этом должен оставаться поднятым. После перемещения автомотрисы на новое место работ необходимо установить переносную заземляющую штангу, после чего исполнитель на рабочей площадке завешивает шунтирующую штангу, и работа может быть начата.

Перед поворотом рабочей площадки, любой автодрезины или автомотрисы производитель работ должен предварительно убедиться, что она не коснется частей, находящихся под напряжением, и персонал не приблизится к ним на опасное (менее 0,8 м) расстояние.

При повороте край рабочей площадки следует устанавливать в такое положение, чтобы от вытянутых рук работника до частей, находящихся под напряжением, было не менее 0,8 м. Производитель работ должен следить за тем, чтобы никто не приблизился к токоведущим частям по противоположному концу рабочей площадки.

10.7.2 Меры безопасности при работе на контактной сети с заземленной рабочей площадки автомотрисы АРВ-1 ручным электроинструментом

На автомотрисе АРВ-1 следует применять ручной электроинструмент класса II (с двойной изоляцией и без устройств для заземления корпуса), питающийся от генератора автомотрисы напряжением 220 В.

Работать таким электроинструментом персонал должен после прохождения обучения инструктажа. Работу следует выполнять в диэлектрических перчатках. При работе на рабочей площадке рекомендуется использовать также диэлектрические ковры.

Перед началом работ с электроинструментом необходимо проверить внешним осмотром исправность кабеля, изоляционных деталей корпуса; проверить четкость работы выключателя; работу на холостом ходу. Питающий кабель не должен иметь сращиваний, должен прокладываться по сухой поверхности. Не допускается прокладка его по замасляной поверхности.

10.8 Работы с приставных лестниц

С приставных (переносных) лестниц разрешено выполнять работы со снятием напряжения и заземлением, вблизи и вдали от частей, находящихся под напряжением.

Работа выполняется не менее чем в два липа, при этом на лестнице может находиться только один исполнитель. Нижние концы переносных лестниц и стремянок должны иметь оковки с острыми наконечниками, а при пользовании ими на асфальтовых, бетонных и подобных твердых полах должны иметь башмаки из резины или другого нескользящего материала.

Верхние концы лестниц, приставляемых к трубам или проводам, должны быть снабжены специальными крюками-захватами, предотвращающими падение лестницы от действия ветра или случайных толчков. Переносные деревянные лестницы и раздвижные лестницы-стремянки длиной более трех метров, должны иметь не менее двух металлических стяжных болтов, установленных под нижней и верхней ступенями. Окрашивать деревянные лестницы красками запрещается. Осмотр лестниц и стремянок перед их применением производит сам работник.

До начала работы с лестницы исполнитель должен убедиться в устойчивом и правильном ее положении. Во избежание излома угол наклона лестницы к горизонтальной плоскости у основания не должен быть менее 75°.

Подниматься на приставную лестницу следует только по команде и под наблюдением производителя работ.

При работе с приставной лестницы запрещено:

- ставить ее на расстояние ближе двух метров от электроопасных элементов при работе вблизи частей, находящихся под напряжением;

- подниматься по лестнице второму лицу;

- ставить лестницу так, чтобы провода, находящиеся под напряжением, были расположены ниже верхней ступеньки лестницы;

- работать в пределах габарита подвижного состава без ограждения ее установленным порядком.

10.9 Работы по раскатке проводов в зоне электромагнитного влияния

Работы должны выполняться с заземлением раскатываемых проводов.

Производителем работ должен быть начальник или электромеханик ЭЧК с группой V.

Работа должна выполняться в соответствии с технологической картой, утвержденной начальником ЭЧ или его заместителем. Провод на перемещающемся барабане на весь период раскатки должен быть надежно заземлен.

Раскатка проводов должна выполняться в следующей последовательности:

- конец нового провода анкеруется через изоляторы;

- на конце анкеруемого провода устанавливается первая заземляющая штанга;

- раскаточная платформа с барабаном после прохождения останавливается, и на раскатываемый провод устанавливается вторая заземляющая штанга;

- после установки второй штанги по команде производителя работ первая штанга снимается для её последующей установки.

В этот момент раскаточная платформа может продолжать раскатку провода на следующие двести метров, после чего процесс установки и снятия штанги повторяется до второй анкеровки. Вторая анкеровка выполняется так же через изоляторы.

В случае замены проводов демонтируемый провод должен заменяться аналогичным порядком.

Рис. 2 – Раскатка проводов

Все работы, проводимые за пределами заземляющей штанги и барабана с заземленным проводом, должны считаться под напряжением и выполняться с изолирующих средств защиты.

Седла, ролики, поддерживающие крючки и т.п., используемые при раскатке несущих тросов и других проводов ВЛ, должны крепиться к поддерживающим конструкциям через изоляторы.

В процессе подготовки к раскатке и при ее выполнении запрещается:

- завешивать или оставлять штанги далее двухсот метров от монтажного поезда;

- выполнять работы по укладке проводов в седла и крепления на изоляторах за пределами двухсотметрового заземленного участка;

- в пределах одного анкерного участка работать со снятием напряжения и заземлением более чем в одном месте.

Допуск персонала СМО к работам в охранной зоне линии электропередачи, находящийся под напряжением, а также в пролете пересечения с действующей ВЛ производит представитель эксплуатационной организации. При этом допускающий осуществляет допуск ответственного руководителя и ответственного исполнителя каждой бригады СМО. К работам в охранной зоне отключенной линии электропередачи допускающему разрешается допускать только ответственного руководителя работ СМО, который затем должен сам производить допуск остальных работников.

На отключенной ВЛ при допуске ответственных исполнителей работ допускающий должен установить по одному заземлению на участке работы каждой бригады, а при допуске ответственного руководителя работ- одно заземление возможно ближе к участку работы.

При работах на отключенных ВЛ устанавливать заземления на участках работ СМО должен допускающий из числа персонала организации, эксплуатирующей ВЛ, по наряду. На снятие заземлений должен выдаваться отдельный наряд. При этом в качестве члена бригады разрешается привлекать работника, имеющего группу три, из числа членов СМО.

Выполнение работ СМО в охранных зонах ВЛ с использованием подъемных машин и механизмов с выдвижной частью допускается только при условии, если расстояние по воздуху от машины или от ее выдвижной или подъемной части, а также от ее рабочего органа или поднимаемо груза в любом положении до ближайшего провода, находящегося под напряжением, будет не менее у казанного в таблице:

Таблица 10.1 - Допустимые расстояния до токоведущих частей, находящимся под напряжением (ГОСТ 12.1.051)

|  |  |
| --- | --- |
| Напряжение ВЛ. кВ | Расстояние, м |
| Минимальное | Минимальное, измеренное техническими средствами |
| До 1 | 1,5 | 1,5 |
| Свыше 1 до 20 | 2,0 | 2,0 |
| Свыше 20 до 35 | 2,0 | 2,0 |
| Свыше 35 до 110 | 3,0 | 4,0 |
| Свыше 110 до220 | 4,0 | 5,0 |
| Свыше 220 до 400 | 5,0 | 7,0 |
| Свыше 400 до 750 | 9,0 | 10,0 |
| Свыше 750 до 1150 | 10,0 | 11,0 |

10.10 Работа на опорах с изолированными консолями

При наличии напряжения в контактной сети подъем по опоре с земли допускается до уровня не ближе 0,8 м от пяты консоли. Перед подъемом на опору проверяют состояние заземления, а при наличии искрового промежутка или диодного заземлителя в цепи заземления опоры шунтируют его. Без снятия напряжения с контактной сети выполняют работу в узле крепления несущего троса, смену основного стержня фиксатора, если расстояние по горизонтали от места крепления фиксатора на консоли до верхнего фланца консольного изолятора не менее 0,8 м. При выполнении работ на изолированных консолях не допускается стоять, сидеть на консоли, подкосе, тяге, вызывать дополнительные нагрузки, динамические удары по частям, жестко соединенным с консолью.

10.11 Напряжение прикосновение и шага

От характера распределения потенциалов и положения человека относительно места стекания тока в землю зависит опасность поражения напряжением прикосновения и шаговым напряжением.

На чертеже показаны два трансформатора, корпуса которых присоединены к заземлителю с сопротивлением растеканию *r*3. Заземлитель и металлически связанные с ним корпуса трансформаторов 1 и 2 при нарушении изоляции и стекания тока *I*3 в землю приобретут напряжение относительно земли *U*В.

Распределение потенциалов вблизи заземлителя представлено кривой *I.* Если в этом аварийном режиме человек прикоснётся к корпусу трансформатора 1, то его руки приобретут потенциал корпуса *U*3. Ноги, касаясь земли, приобретут потенциал точек земли *U*H. В результате человек окажется под воздействием разности потенциалов *U*3—*U*H. Эту разность потенциалов называют напряжением прикосновения

 (10.1)

или

 (10.2)

где

 Коэффициент прикосновения, потенциальной кривой

*х*1–расстояние от человека до заземлителя.

Коэффициент  зависит от расстояния между опорной поверхностью ног человека и заземлителем. Если человек стоит на заземлителе , то , а следовательно, и напряжения прикосновения равно нулю. В точках почвы с нулевым потенциалом (*х* > 20 м) человек попадает под полное напряжение на заземлителе *U*пр=*U*3 (если не учитывать сопротивление обуви и опорной поверхности ног).

Для заземлителей других форм и сложных заземлителей  определяется опытным путём.

Полное сопротивление цепи человека с учётом дополнительных сопротивлений обуви *R*об и опорной поверхности ног *R*H равно

 (10.3)

Напряжение прикосновение с учётом дополнительных сопротивлений в цепи человека определяется

, или  (10.4)

где

 коэффициент, учитывающий падение напряжения в сопротивлениях *R*об и *R*Н.

Сопротивление обуви колеблется в широких пределах от нескольких сотен Ом до нескольких мегом. Сопротивление опорной поверхности ног можно определить, если принять ноги человека как два полушаровых заземлителя с радиусом *хН*, включённых параллельно

, (10.5)

где

 удельное сопротивление поверхностного слоя грунта;

 эквивалентный радиус опорной поверхности ног (*хН* ≈ 7 см).

Равенство (9.5) показывает, что увеличение удельного сопротивления поверхностного слоя поля  увеличивает сопротивление опорной поверхности ног, а следовательно, уменьшает величину тока, протекающего через тело человека. Этой защитной мерой часто пользуются на практике. Территорию тяговой подстанции покрывают слоем гравия, полы в местах размещения электроустановок асфальтируют и т. д.

Если в рассматриваемом выше примере человек не будет касаться корпуса трансформатора, то и в этом случае он будет подвергаться воздействию разности потенциалов. Это происходит потому, что различные точки земли, которых одновременно касаются ноги человека, имеют различные потенциалы. Например, левая нога, отстоящая от заземления на расстоянии *х* (смотреть на чертеже), приобретает потенциал

 (10.6)

а правая нога соответственно

 (10.7)

где

*а*—ширина шага; обычно принимается, *а*= 0,8 м.

Разность потенциалов, под которой могут оказаться ноги человека, называют шаговым напряжением *UШ*

 (10.8)

где

 коэффициент шага, учитывающий форму потенциальной кривой.

Для заземлителей другой формы и более сложных выражение для определения  сложнее.

Выражение (106) позволяет определить напряжение шага без учёта сопротивлений обуви и опорной поверхности ног. Влияние этих сопротивлений учитывается коэффициентом :

 (10.9)

Напряжение шага с учетом дополнительных сопротивлений определиться из выражения

 (10.10)

Из равенства (10) следует, что напряжение шага зависит от ширины шага *а* и расстояния от человека до места замыкания на землю; формы и конфигурации заземлителя; удельного сопротивления поверхностного слоя грунта. При *х* = 0 шаговое напряжения будет максимальным. По мере удаления от места стекания тока в землю напряжение шага становится всё меньше, т. е. .

При больших токах замыкания на землю напряжение прикосновения и шага могут достигнуть значений, опасных для жизни человека. Ряд стержней, соединенных полосой, не даёт желаемого результата даже при весьма малых величинах сопротивления заземляющего устройства *r*3.

Уменьшить опасность поражения током можно выравниванием потенциалов, применением электрической обуви и увеличением удельного сопротивления поверхностного слоя грунта.

Для снижения напряжений прикосновения и шагового способом выравнивая потенциалов в пределах установки, устраивают контурное заземление. Для достижения наилучшего эффекта, выравнивая потенциалов заземлителей в контурном заземлении располагают как по контуру, так и внутри защищаемой зоны.

При достаточно близких расстояниях между заземлителями контура участки земли внутри контура приобретают потенциалы, близкие к потенциалу заземлителей, разность потенциалов между отдельными точками земли выравнивается, а, следовательно, снижается напряжение прикосновения и шаговое напряжение.

За пределами защищаемой зоны остается крутой спад потенциалов. В этих местах возможно поражение человека шаговым напряжением. Избежать опаянных шаговых напряжений за пределами контур в местах проходов и проездов в защищаемой зоне можно созданием более пологой кривой спада потенциала. Для этого вне контура вдоль проходов и проездов закладываются стальные шины.

11. Применение компенсатора блочно-полиспастного типа КБП-3-30 при строительстве новых участков

Проектная документация «Анкеровки проводов контактной подвески с блочно-полиспастным компенсатором КБП-3-30» разработана для применения при электрификации новых участков и замены при модернизации и капитальном ремонте компенсированных анкеровок с компенсаторами блочного типа.

Проект разработан в соответствии с «Нормами проектирования контактной сети» ВСН141-90, «Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог» ЦЭ-197 (ПУТЭКС) с учетом технических указаний № К-19/97 ЦЭТ-2 от 05.03.1997 г. «О повышении надежности узла средней анкеровки контактной сети» и № К- 11/95 ЦЭТ- 2 от 08.06.1995 г. «О повышении уровня анкеровки контактного провода на железобетонных опорах».

Компенсаторы изготавливаются по техническим условиям «Компенсатор контактной сети блочно-полиспастный » (ТУ 5264331 - 752 - 013393674 - 2000).

Компенсаторы блочного типа имеют следующие недостатки:

- блоки КС 041-76 имеют недостаточный диаметр 200 мм. При тросе диаметром 11 мм соотношение диаметра каната к диаметру блока составляет 1:18 вместо рекомендуемого 1:20;

- при работе компенсатора грузовой трос, проходя через подвижный и неподвижные блоки, изгибается в противоположные направления, что ухудшает условия работы троса и снижает его срок службы;

- срок службы стального оцинкованного троса не превышает 10-15 лет;

- блоки с подшипниками качения имеют недостаточную допустимую нагрузку, требуют периодической замены смазки, чувствительны к попаданию влаги и абразива. Блоки с подшипниками скольжения требуют периодической замены смазки, имеют повышенное трение в подшипниковом узле.

Трехблочные анкеровки с коэффициентом передачи 1:4 имеют ход грузов в 1,3З раза больше, чем анкеровки с коэффициентом передачи 1:3. Допустимый диапазон температур при расстоянии от средней анкеровки 800м составляет 78°С без учёта нагрева проводов от солнечной радиации.

При диапазоне температур от -40°С до +40°С с учётом требований « Норм проектирования контактной сети» ВСН 141-90 по температуре нагрева проводов от солнечной радиации 14°С трехблочные анкеровки с коэффициентом передачи 1:4 возможно применить при расстоянии от средней анкеровки не более 650м.

При низких температурах компенсирующие устройства требуют проверки их состояния. Отказы в работе блоков вызывают обрывы проводов контактной сети в местах местных дефектов в первую очередь в пролетах, близких к средней анкеровки. В целом компенсирующие устройства блочного типа имеют низкую надежность и недостаточный ресурс.

Компенсатор блочно-полиспастного типа КБП-3-30 включает в себя подвеску из двух неподвижных блоков диаметром 360 и 260 мм, установленных в одной раме, подвижного блока диаметром—360мм и мелкожильного каната (троса) из нержавеющей стали диаметром 9,5 - 11,5 мм.

Возможно применение канатов Белорецкого металлургического комбината диаметром 9,5мм по ТУ 14-173-11-91, диаметром 11 и 11,5 мм по ТУ 14-173-184-90, каната К9,5 ГОСТ 2172-80 или других производителей с аналогичными характеристиками.

Для диаметров каната 9,5 мм в клиновые зажимы запасовки канатов устанавливаются клины.

Грузовой трос, проходя через подвижный и неподвижный блоки, изгибается в одну сторону.

Минимальное соотношение диаметров троса (d=11,5 мм) и блока (D=260 мм) составляет 1:23. Блок компенсатора через кронштейны анкеровки шарнирно крепится на опоре.

Блоки компенсатора изготовлены из высокопрочного чугуна ВЧ40

(По согласованию с заказчиком блоки компенсаторов могут быть изготовлены из стали 20 ГЛ по ГОСТ 977-88 или алюминиевого сплава АМг6 лч (Ал 23-1)). Оси блоков изготовлены из нержавеющей стали.

Подшипниковые узлы компенсатора изготовлены на основе композиционных подшипников скольжения, разработанных для компенсаторов контактной сети (ТУ 4183 - 002 - 46919903 - 98).

Антифрикционный внутренний слой подшипников выполнен на основе углеродфторопластовой композиции, наружный слой - из стеклопластика.

Подшипники не обладают эффектом "схватывания" при длительном простое под нагрузкой и на морозе, их антифрикционный слой при температуре эксплуатации от минус 50° до плюс 100°С стоек к воздействию воды, масло – и нефтепродуктов, абразивных частиц. Подшипниковые узлы защищены от воздействия окружающей среды фторопластовыми шайбами.

Компенсаторы обеспечивают постоянную величину натяжения проводов контактных подвесок независимо от изменений температуры окружающей среды и проводов в пределах возможного хода грузов.

Сила сопротивления движению компенсатора при температурном изменении длины проводов, обусловленная трением в подшипниках блоков, не превышает 2% от силы натяжения компенсируемых проводов. Установленный срок службы компенсаторов не менее 50 лет. Вероятность безотказной работы в течение первых пяти лет 0,995.

Блочно-полиспастный компенсатор имеет коэффициент передачи 1:3. Анкеровки данной конструкции требуют увеличения грузов в 1,33 раза по сравнению с анкеровками с коэффициентом передачи 1:4, но имеют соответственно меньший ход грузов. Допускаемый диапазон температур при расстоянии от средней анкеровки 800м составляет 106°С.

С учетом нагрева проводов, от солнечной радиации анкеровки с коэффициентом передачи 1:3 обеспечивают компенсацию проводов при диапазоне температур от - 45°С до +45°С.

Положение грузов и расстояние между осями блоков в зависимости от температуры монтажа определяется по графикам регулировки и монтажным таблицам, приведенным в проекте.

С учетом возможности установки анкерных опор на насыпях или в выемках в графиках и таблицах перемещения грузов за отметку нижнего предельного положения грузов принята отметка уровня головок рельсов (УГР).

Допустимая точность установки положения грузов зависит от расстояния до средней анкеровки и диапазона минимальных и максимальных температур района.

При расстоянии от средней анкеровки 800м для района с диапазоном температур 90°С точность должна составлять ±15см, с диапазоном температур 80°С ±25см.

Количество грузов (n) в блочно-полиспастном компенсаторе определяется по формуле: n=К/75, где К, кг — натяжение компенсированных проводов.

Все детали компенсаторов из углеродистых и низколегированных сталей, а также из чугуна защищены от коррозии методом горячего цинкования с толщиной цинкового покрытия 120-150 мкм по ГОСТ 9.307-89. Болты, гайки и шайбы диаметром до 12 мм выполнены из коррозионно-стойких сталей.

Резьба всех изделий покрывается антикоррозийной смазкой МС-50 ГОСТ 9762-76.

Допускаемая нагрузка составляет 30 кН, что позволяет применять его в конструкциях контактных подвесок, имеющих повышенное натяжение проводов.

Компенсатор выдерживает без остаточных деформаций его деталей и сборочных единиц испытательную нагрузку, равную удвоенному значению допускаемого натяжения компенсируемых проводов - 60 кН.

Компенсаторы имеют климатическое исполнение УХЛ, категории размещения 1 по ГОСТ 51150-69. Для использования компенсаторов в районах с минимальной температурой ниже минус 40°С углеродистые стали заменяются на низколегированные в соответствии с ВСН 141-90.

За расчетную температуру для выбора марки сталей принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 в соответствии со СНиП 2.01.01-82.

Тросы компенсаторов должны быть покрыты антикоррозийной смазкой АМС по ГОСТ 2712-75.

ОАО «ЦНИИС» проведены ресурсные испытания существующих компенсаторов блочного типа и блочно-полиспастного. Трехблочный компенсатор выдержал до повреждения 1150 циклов. Блочно-полиспастный, после количества циклов в 15,8 раза выше (количество циклов при испытании соответствует сроку эксплуатации 40 лет), сохранил полную работоспособность.

Узлы анкеровок разработаны для железобетонных конических опор ССА, СС и могут применяться при других типах железобетонных опор.

Конструкция компенсатора предусматривает его установку на анкерных кронштейнах, как существующих типовых оттяжек АК-2, АП-2, АК-1, А1, БК-2 и БП-2, так и вновь разработанных оттяжек типа АК-2У, АК-1У, БКО-2.

В проекте даны узлы блочно-полиспастных анкеровок контактных подвесок переменного тока со сталемедным несущим тросом (ПБСМ 95; 70), медным (М 120; 95) и одиночным контактным проводом. Для переменного тока даны узлы совмещенной компенсированной анкеровки контактного провода и несущего троса на один компенсатор через коромысло.

Совмещенная анкеровка проводов допускается при расчетной минимальной температуре не ниже -45°С.

В конструкции анкеровок применены сдвоенные гирлянды чугунных грузов. Гирлянды железобетонных грузов имеют большую длину, чем с чугунными грузами. При достаточном диапазоне свободного хода в ряде схем анкеровок переменного тока возможно применение железобетонных грузов:

- компенсированная анкеровка;

- полукомпенсированная анкеровка.

Гирлянды грузов, выступают в сторону пути за пределы очертания железобетонной опоры на 200 мм, что следует учитывать при назначении габарита анкерных опор.

В анкеруемые провода врезаются гирлянды из тарельчатых стеклянных изоляторов на единицу больше, чем в поддерживающих гирляндах, но не менее 4-х при переменном токе.

При натяжении до 14 кН устанавливаются изоляторы класса 70, при суммарном натяжении свыше 14 кН устанавливаются изоляторы класса 120.

Допускается применение при переменном токе стержневых полимерных натяжных изоляторов класса 120.

Основные схемы применения анкеровки проводов контактной сети блочно -полиспастного типа:

Для переменного тока.

- компенсированная анкеровка блочно-полиспастного типа применяется при строительстве с установкой оттяжек АК-2У;

- компенсированная анкеровка при модернизации, применяется с установкой оттяжек АК-2;

- компенсированная совмещенная анкеровка блочно-полиспастного типа, применяется при строительстве с установкой оттяжек АК-1У;

- компенсированная совмещенная анкеровка блочно-полиспастного типа при модернизации, применяется с установкой оттяжек АК-1; А-1;

- полукомпенсированная анкеровка блочно-полиспастного типа при модернизации, применяется с установкой оттяжек АП-2.

Виды анкеровок и типы оттяжек приведены в таблице.

При новом строительстве высота анкеруемого контактного провода должна быть выше на 500+100ммпринятого, в проекте уровня рабочего контактного провода.

При модернизации контактной сети установка компенсатора производится на кронштейнах типовых оттяжек, АК-2, АП-2, БК-2 и БП-2 без замены анкерных опор и оттяжек.

Полукомпенсированная контактная подвеска при модернизации, как правило, должна переводиться в компенсированную.

Замена компенсаторов при ремонте и модернизации должна производиться с выполнением требованиями ПУТЭКС по высотам анкеровок. При заниженной высоте анкеровок должна производиться замена анкерных опор и оттяжек.

Повышение уровня контактного провода без замены анкерных опор и оттяжек должно производиться в соответствии с техническим указанием № К-11/95 ЦЭТ-2 от 08.06.1995 г. «О повышении уровня анкеровки контактного провода на железобетонных опорах» (Сборник технических указаний и информационных материалов по хозяйству электроснабжения, 1996 г.)

При замене компенсаторов зажимы средней анкеровки заменяются на зажим средней анкеровки КС-322 (ТОО «ТРЭЛ») и зажим средней анкеровки несущего троса УКС-052.

Компенсаторы блочно-полиспастного типа должны поставляться в сборе. По заказу потребителя производится поставка всех сборочных единиц.

9.1 Порядок монтажа и эксплуатации компенсаторов КБП-3-30

1.Установить на грузовом канате клиновой зажим для последующего соединения с гирляндой грузов.

Необходимая длина каната между центрами отверстий в клиновых зажимах выбирается по соответствующему чертежу компенсируемой анкеровки, в зависимости от типа анкеруемых несущих тросов и контактных проводов, а также от схемы анкеровки и исполнения компенсатора. Эта длина каната определяет соответствие положения грузов "b" относительно УГР и расстояние "z" между осями подвижного и неподвижного блоков соответствующим графикам и таблицам регулировок.

Предприятием-изготовителем поставляются компенсаторы с унифицированной для всех схем длиной грузового каната (13,6 м для КП и 17,4м для НТ), определенной с учетом максимально возможного удлинения на 50см, в соответствии с п.2.15.9 ПУТЭКС.

2. Соединить анкерную штангу в сборе с гирляндой изоляторов и соединить её с рамой подвижного блока компенсатора.

3. Поднять подвеску компенсатора и прикрепить поводок неподвижных блоков к штанге анкерного кронштейна.

4. Собрать гирлянду грузов.

5. Вытянуть грузовой канат вниз и соединить со штангой гирлянды грузов.

6. Определить по соответствующим графикам или таблицам положение грузов "b" относительно УГР и расстояние "z" между осями подвижного и неподвижного блоков в соответствии с температурой воздуха при монтаже.

7. Закрепить полиспасты к анкерной штанге и анкеруемому проводу (тросу) и произвести вытяжку проводов до достижения расстояния "z" между осями неподвижного и подвижного блоков, соответствующего таблице. Соединить анкеруемые провода с гирляндой изоляторов.

8. Проверить правильность положения грузов "b" относительно УГР и расстояние "z" между осями подвижного и неподвижного блоков.

9. Произвести пробное качание грузов с проверкой работы блоков.

10. Установить кронштейн успокоителя грузов.

11. Смонтировать трос успокоителя грузов и отрегулировать его натяжение.

Замена блочных компенсаторов на блочно-полиспастные производится по соответствующей технологической карте на капитальный ремонт контактной сети.

Техническое обслуживание компенсаторов КБП-3-30 производится по технологической карте «Проверка состояния, регулировка и ремонт компенсирующих устройств» аналогично блочным компенсаторам за исключением необходимости наполнения смазкой подшипников и восстановления защитного покрытия стальных изделий.

После вытяжки проводов производится перестановка грузов в соответствии с графиками (таблицами) регулировки "а" и "b" ("b1")

Минимально допустимое расстояние между неподвижным блоком и торцом клинового зажима подвижного блока составляет 0,5 м.

Изменение натяжения проводов при их износе производится изменением количества грузов. Количество грузов (n) определяется по формуле: n = К/75, где К, кг - натяжение компенсированных проводов.

Заключение

При проектировании реконструкции контактной сети участка перегона Азей - Шуба на современную контактную сеть КС-160 были определены сечение проводов контактной сети и тип подвески. С помощью программного комплекса ZBlock выбрана контактная подвеска ПБСМ-95+МФ-100 и определено сечение контактной сети в медном эквиваленте, которое составило 374 мм2, при узловой схеме соединения контактных подвесок путей между собой. Данная подвеска проходит по нагреванию и допустимому току.

Рассчитаны нагрузки на провода цепной подвески при трех режимах:

- при гололеде;

- при максимальном ветре;

- при гололеде с ветром.

Нагрузка на трос при максимальном ветре составила 1,91 даН/м, при гололеде 0,342даН/м. Максимальная нагрузка на трос в режиме гололеда с ветром составила 2,08 даН/м.

Рассчитали длины пролетов на перегоне для прямого участка и для кривых разным радиусом. В сравнении с Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети были выбраны оптимальные длины пролетов для данного перегона. На прямом участке длина пролета составила 60 м, на кривой с минимальным радиусом длина пролета составила 46 м.

Был произведен механический расчет анкерного участка, в котором были построены монтажные кривые зависимостей натяжения и стрел провеса от температуры. Стрелы провеса несущего троса и контактного провода в сравнении с Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети допустимы. Температура беспровесного положения контактного провода составила -11 ˚С. Максимальная стрела провеса контактного провода составила 0,07 м..

При выборе опор контактной сети учтен максимальный изгибающий момент относительно условного обреза фундамента опоры, который составил М0=72,56 кНм. Выбрана опора типа СС-136,6-3.

Затраты на реконструкцию перегона составили 18259,72 тыс. руб. Увеличение объемов перевозок в связи с увеличением скорости движения поездов и снижение затрат на содержание контактной сети дает экономический эффект со сроком окупаемости затрат на реконструкцию перегона составит 6,6 года.

Список литературы

1. Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети элек- трифицированных железных дорог. – М.: Трансиздат, 2002.- 184 с.

2. Правила устройства системы тягового электроснабжения железных дорог РФ / МПС РФ. М: Транспорт, 1997.

3. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. М.: Трансиздат, 2000. – 190 с.

4. Нормы проектирования конструкций контактной сети ВСН 141-84. М.: Минтрансстрой, 1985. – 169 с.

5. Нормативно-методическая документация по эксплуатации контактной сети и воздушных линий.

6. Правила тяговых расчётов для поездной работы. М.: Трансжелдориздат, 1989.

7. Дворовчикова Т.В., Зимакова Н.А. Электроснабжение и контактная сеть электрифицированных железных дорог. Пособие по дипломному проектированию. – М.: Транспорт, 1989. – 166 с.

8. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрических железных дорог. – М.: Транспорт, 1982. – 528 с.

9. Гринберг-Басин М.М. Тяговые подстанции. Пособие по дипломному проектированию. – М.: Транспорт, 1986. – 168 с.

10. Герман Л. А., Векслер М.И., Шелом И. А. Устройства и линии электроснабжения блокировки. – М.: Транспорт, 1987. – 192 с.

11. Справочник по электроснабжению железных дорог // В 2-х т. Т. 1 / Под ред. К.Г. Марквардта. – М.: Транспорт, 1980. – 256 с.

12. Справочник по электроснабжению железных дорог // В 2-х т. Т. 2 / Под ред. К.Г. Марквардта. – М.: Транспорт, 1981. – 392 с.

13. Борц Ю.В., Чекулаев В.Е. Контактная сеть. – М.: Транспорт, 1981. – 223 с.

14. Марквардт К.Г. Контактная сеть. М: Транспорт, 1991 (?).

15. Дмитриева В.А. Экономика железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1996. – 328 с.

16. Экономика железнодорожного транспорта. Методические указания для выполнения экономической части дипломного проекта. – Иркутск: ИрГУПС, 2002. – 26 с.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект студента Боровикова Романа Сергеевича

факультета электротехнического

кафедры Электроснабжение железнодорожного транспорта

Руководитель дипломного проект Закарюкин Василий Пантелеймонович

Тема дипломного проекта Реконструкция контактной сети участка электрифицированной железной дороги Азей – Шуба Нижнеудинской дистанции электроснабжения ВСЖД

В дипломном проекте Боровикова Р. С. решены следующие вопросы:

1. Определение проводов контактной сети и выбор типа подвески.
2. Спроектирована трассировка контактной сети перегона.
3. Произведен выбор опор контактной сети.
4. Выбраны поддерживающие и фиксирующие устройства.
5. Произведен механический расчет анкерного участка и построены монтажные кривые.
6. Подробно рассмотрен спец вопрос на тему: «Компенсатор блочно-полиспастного типа КБП-3-30».
7. Сведены в таблицу все затраты на строительство контактной сети.
8. В нужном объеме изложен вопрос безопасности работающих при реконструкции контактной сети перегона Азей - Шуба.

В процессе выполнения дипломного проекта студент выполнил большой объем работ по сбору, анализу и обработки исходной информации.

Графическая часть документа подробно иллюстрирует проделанную работу, соответствует заданию и выполнена с соблюдением ГОСТов.

В своей работе Боровиков Р. С. активно привлекал большой объем специальной литературы.

В целом дипломный проект выполнен на высоком уровне, а студент Боровиков Роман Сергеевич заслуживает звания инженер путей сообщения.

Рецензент: начальник дорожной электротехнической лаборатории ВСЖД

Рындин И.И.