

**ТАШКЕНТСКИ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА**

Кафедра:
“Электроснабжение и микропроцессорное управление”

КВАЛИФИКАЦИОННАЯ ВЫПУСКНАЯ РАБОТА

Тема

*Проектирование плана контактной сети перегона системой
напряжения 2x25 кВ*

Автор: студент группы ЕТ-496

Музафаров М.Д.

Руководитель: старший преподаватель

Баянов И.Н.

Тошкент- 2012

СОДЕРЖАНИЕ.

ВВЕДЕНИЕ	4
I. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	7
1.1. Исходные данные для выполнения выпускной работы.....	8
1.2. Определение нагрузок на провода контактной сети	9
1.3. Расчет нагрузок на провода ДПР	15
1.4. Определение нагрузок на провод группового заземления	16
1.5. Натяжение проводов.....	17
1.6. Определение максимально допустимых длин пролета.....	18
1.7. Расчет длин пролетов проводов ДПР.....	26
1.8. Расчет длин пролетов проводов группового заземления	27
1.9. Длины пролетов.....	28
1.10. Трассировка контактной сети на перегоне.....	30
1.11. Принципы составления схемы питания и секционирования контактной сети	33
1.12. Выбор поддерживающих и несущих конструкций.....	36
1.13. Требование к сооружениям и устройствам электроснабжения железных дорог по обеспечению безопасности движения.	43
II. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	47
2.1. Расчет стоимости сооружения контактной сети.....	48
III. ОХРАНА ТРУДА	54
3. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках.....	55
3.1. Требования к отдельным видам средств защиты и правила пользования ими.....	55
3.2. Средства индивидуальной защиты	62
3.3. Испытания средств защиты	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
ЛИТЕРАТУРА	69

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт – важнейшая отрасль народного хозяйства нашей страны. Роль железных дорог в условиях рыночного хозяйства значительно возрастает, так как от их работы прямо зависят ускорение или замедление доставки пассажиров и грузов, скорость оборотов капиталов, себестоимость промышленной и сельскохозяйственной продукции и так далее.

В последние годы на железных дорогах Узбекистана расширяется сеть железных дорог, идет тенденция к повышению скорости движения пассажирских поездов. В таких условиях эксплуатации возрастают требования к надежности устройств электроснабжения в целом и к устройствам контактной сети в частности, что вызывает необходимость постоянного совершенствования ее устройств, а также методов расчета, монтажа, технического обслуживания, ремонта и обновления.

Железные дороги – важное звено коммутации и ее работоспособность является первоочередной задачей развития материально-технической базы экономики.

Развитие железных дорог на новом уровне позволит существенно повысить уровень обслуживания пассажиров, в короткие сроки доставить их и грузы в нужные регионы, обеспечить безопасность и комфорт.

Увеличение скоростей движения требует особого подхода ко всем устройствам железной дороги. Устройства электрификации занимают ответственное место в этом списке. Своевременная, бесперебойная подача электроэнергии к электроподвижному составу обеспечит необходимые скорости движения, мощности электропоездов и комфорт пассажиров.

Правильный подход к системе проектирования устройств электроснабжения обеспечит существенную экономию материальных и трудовых затрат, позволит эффективно использовать электроэнергию и уменьшить эксплуатационные расходы.

Использование современных методов проектирования предполагает использование современных вычислительных комплексов с применением новейших компьютеров, применение САПР (система автоматизированного проектирования) и новейшего программного обеспечения. Все это существенно упростит выполнение трудоемких вычислительных операций и позволит более точно выполнить подбор оборудования и следовательно увеличить надежность и долговечность работы контактной сети.

В выпускной работе использованы все современные методы проектирования системы передачи электроэнергии от тяговой подстанции до электроподвижного состава железной дороги посредством контактной сети.

1.1. Исходные данные для выполнения выпускной работы.

В выпускной работе требуется выполнить электрификацию перегона, рассчитать длины пролетов на прямых и кривых участках пути, выбрать оборудование и детали для сооружения контактной сети. Электрификация осуществляется на переменном токе по системе электроснабжения 2х25 кВ.

Климатические условия района:

ветровой район - V

район по толщине стенки гололеда – V

плотность гололеда – 900 кг/м³

профиль местности – защищенная равнинная местность

самая низкая температура – -40 °С

Пикеты всех искусственных сооружений, находящихся на участке железной дороги, даны в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Сигналы, сооружения и кривые	
Входной сигнал заданной станции «О»	230 км 0+35
Начало кривой R =600 м, центр слева по ходу километров	5+48
Железобетонный мост через реку пикет оси моста, длина моста	8+50 42 м
Конец кривой	231 км 5+27
Ось каменной трубы с отверстием 1,1 м	7+50
Начало кривой R =850 м, центр справа по ходу километров	232 км 9+88
Конец кривой	233 км 6+87
Мост через реку с ездой по понизу пикет оси моста, длина моста	8+16 125 м
Ось железобетонной трубы с отверстием 3,5 м	234 км 9+08
Начало кривой R= 1000 м, центр справа	235 км 8+20
Конец кривой	236 км 5+95
Входной сигнал следующей станции	8+01
Ось переезда шириной 6 м	9+94
Первая стрелка следующей станции	237 км 6+88

По способу расположения контактного провода в плане подвеска полукосая на прямых и вертикальная на кривых участках пути. По способу натяжения проводов контактной подвески – компенсированная.

Тип контактной подвески - М-95+2МФ-100.

В качестве линии продольного электроснабжения используется система ДПР (два провода - рельс) проводами типа АС-50. Провода располагаются на кронштейнах типа КФД-5 с полевой стороны на опорах контактной сети.

В качестве проводов группового заземления применяется провод типа АС-70.

1.2. Определение нагрузок на провода контактной сети

На провода контактной подвески и системы ДПР, провода группового заземления действуют вертикальные и горизонтальные нагрузки. К вертикальным относятся нагрузкам от веса проводов, струн, зажимов, гололеда на проводах в зимнее время. К горизонтальным – нагрузки, действия ветра на провода, а также от действия ветра на провода покрытые гололедом.

Нагрузки определяем в двух режимах: в режиме максимального ветра и режиме гололеда с ветром.

Режим максимального ветра

Суммарная вертикальная нагрузка от веса проводов определяется по формуле

$$g = g_T + n_K \cdot (g_K + g_C) \quad (1.1)$$

где g_T - нагрузка от веса 1 м несущего троса

$$g_T = 0,85 \text{ даН/м [1, прил.2]}$$

g_K - нагрузка от веса 1 м контактного провода

$$g_K = 0,89 \text{ даН/м [1, прил.2]}$$

n_K - количество контактных проводов

$$n_K = 2 \text{ [исх.данные]}$$

g_C - приближенное значение нагрузки от веса рессорного троса, струн и зажимов, отнесенного к 1 м подвески:

$$g_C = 0,1 \text{ даН/м [1, стр. 61]}$$

$$g = 0,85 + 2 \cdot (0,89 + 0,1)$$

$$g = 2,83 \text{ даН/м}$$

Горизонтальные нагрузки от воздействия ветра определяются по формулам:

на несущем тросе:

$$p_T = c_x \cdot \frac{v^2}{16} \cdot d \cdot 10^{-3}, \quad (1.2)$$

на контактном проводе:

$$p_k = c_x \cdot \frac{v^2}{16} \cdot H \cdot 10^{-3}, \quad (1.3)$$

где v - нормативная скорость ветра. Для V ветрового района

$$v = 36 \text{ м/с [1, стр. 57];}$$

d - диаметр несущего троса:

$$d = 12,6 \text{ мм [1, прил. 2];}$$

H - высота контактного провода (рис 1.2.):

$$H = 11,8 \text{ мм [1, прил. 2).}$$

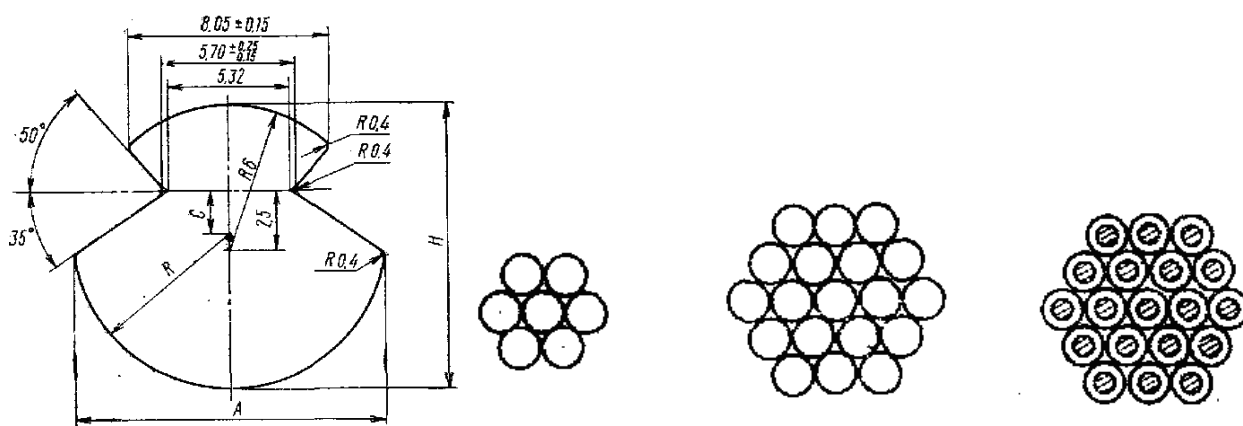


Рис 1.1. Конструкции контактного провода и многопроволочных несущих тросов

c_x -аэродинамический коэффициент лобового сопротивления провода ветру для различных проводов, в том числе покрытых гололедом, рекомендуется принимать из [1]:

для несущего троса М-95:

$$c_x = 1,25$$

для контактного провода 2МФ-100:

$$c_x = 1,85$$

Тогда:

$$p_T = 1,25 \cdot \frac{36^2}{16} \cdot 12,6 \cdot 10^{-3}$$

$$p_T = 1,28 \text{ даН/м}$$

$$p_k = 1,85 \cdot \frac{36^2}{16} \cdot 11,8 \cdot 10^{-3}$$

$$p_k = 1,77 \text{ даН/м}$$

Результирующая нагрузка на несущий трос определяется по формуле:

$$q_T = \sqrt{g^2 + p_T^2} \quad (1.4)$$

При расчете результирующей нагрузки в формуле (1.4) учитывается ветровая нагрузка, действующая только на несущий трос, так как ветровая нагрузка на контактный провод воспринимается несущим тросом посредством струн.

$$q_T = \sqrt{2,83^2 + 1,28^2}$$

$$q_T = 3,1 \text{ даН/м.}$$

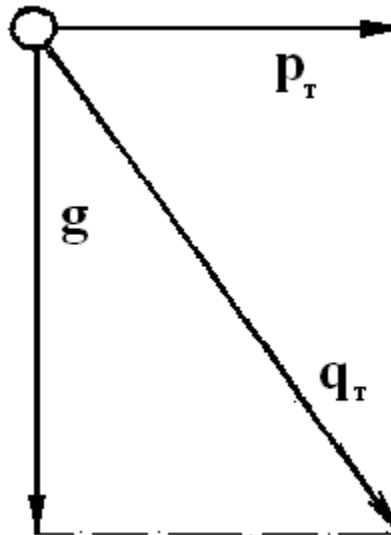


Рис 1.2. Результирующая нагрузка на несущий трос в режиме максимального ветра

Режим гололеда с ветром

Вертикальная нагрузка от веса гололеда на проводах контактной сети определяется по формулам:

на несущем тросе:

$$g_{ГТ} = 0,8 \cdot 0,0009 \cdot \pi \cdot b_T \cdot (d + b_T) \quad (1.5)$$

на контактном проводе:

$$g_{ГК} = 0,0009 \cdot \pi \cdot b_K \cdot (d_{cp} + b_K) \quad (1.6)$$

где b_T – толщина стенки гололеда на несущем тросе. Для V гололедного района:

$$b_T = 25 \text{ мм} [1, \text{стр.57}]$$

b_K – толщина стенки гололеда на контактном проводе, принимаемая половине величины толщины стенки гололеда на несущем тросе:

$$b_K = 0,5 \cdot b_T \quad (1.7)$$

$$b_K = 0,5 \cdot 25$$

$$b_K = 12,5 \text{ мм.}$$

d_{cp} – средний диаметр контактного провода, определяемый как

$$d_{cp} = (H + A) / 2 \quad (1.8)$$

где A – ширина контактного провода (рис. 1.1)

$$A = 12,8 \text{ мм} [1, \text{прил.2}]$$

$$d_{cp} = (11,8 + 12,8) / 2$$

$$d_{cp} = 12,3 \text{ мм.}$$

$$g_{гТ} = 0,8 \cdot 0,0009 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot (12,6 + 25)$$

$$g_{гТ} = 2,13 \text{ даН/м}$$

$$g_{КТ} = 0,0009 \cdot 3,14 \cdot 12,5 \cdot (12,3 + 12,5)$$

$$g_{КТ} = 0,88 \text{ даН/м.}$$

Полная вертикальная нагрузка от веса гололеда на контактной подвеске определяется по формуле:

$$g_{г} = g_{гТ} + n_K \cdot (g_{гК} + g_{гС}) \quad (1.9)$$

где $g_{гС}$ – равномерно распределенная по длине пролета нагрузка от веса гололеда на струнах, зажимах и рессорном тросе:

$$g_{гС} = 0,1 \text{ даН/м} [1, \text{стр.62}]$$

$$g_{г} = 2,13 + 2 \cdot (0,88 + 0,1)$$

$$g_{г} = 4,08 \text{ даН/м.}$$

Горизонтальная нагрузка от ветрового воздействия на провода, покрытые гололедом определяется по формулам:

для несущего троса:

$$p_T = c_x \cdot \frac{v_T^2}{16} \cdot (d + 2b_T) \cdot 10^{-3}, \quad (1.10)$$

для контактного провода:

$$p_k = c_x \cdot \frac{v_{\Gamma}^2}{16} \cdot (H + 2b_k) \cdot 10^{-3}, \quad (1.11)$$

где v_{Γ} – нормативная скорость ветра при гололеде

$$v_{\Gamma} = 19 \text{ м/с [1, стр.57].}$$

Тогда

$$p_{\Gamma} = 1,25 \cdot \frac{19^2}{16} \cdot (12,6 + 2 \cdot 25) \cdot 10^{-3}$$

$$p_{\Gamma} = 1,77 \text{ даН/м.}$$

$$p_k = 1,85 \cdot \frac{19^2}{16} \cdot (11,8 + 2 \cdot 12,5) \cdot 10^{-3}$$

$$p_k = 1,54 \text{ даН/м.}$$

Результирующая нагрузка на трос в оежине гололеда с ветром определяется по формуле:

$$g_{\Gamma} = \sqrt{(g + g_2)^2 + p_{\Gamma}^2}. \quad (1.12)$$

$$g_{\Gamma} = \sqrt{(2,83 + 4,08)^2 + 1,77^2}$$

$$g_{\Gamma} = 7,13 \text{ даН/м}$$

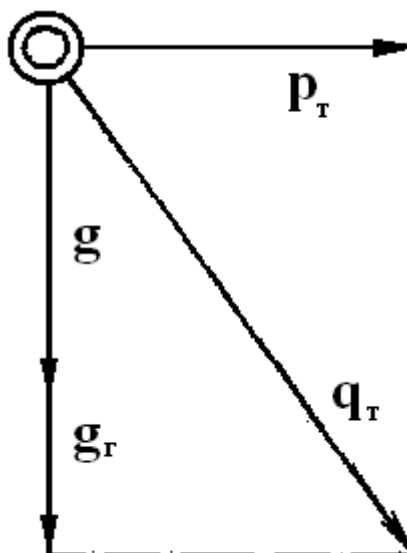


Рис 1.3. Результирующая нагрузка на несущий трос в режиме гололеда с ветром

1.3. Расчет нагрузок на провода ДПР.

Режим максимального ветра

Вертикальная нагрузка определяется только весом проводов:

$$g_{\text{дпр}} = 0,19 \text{ даН/м [1, прил.2].}$$

Ветровая нагрузка на провода определяется по формуле (1.2), где

$$c_x = 1,2 \text{ [1, стр.61].}$$

диаметр провода

$$d = 9,6 \text{ мм [1, прил. 2].}$$

Тогда:

$$p = 1,2 \cdot \frac{36^2}{16} \cdot 9,6 \cdot 10^{-3}$$

$$p = 0,93 \text{ даН/м}$$

Максимальная нагрузка в режиме максимального ветра определяется по формуле (1.4):

$$q_T = \sqrt{0,19^2 + 0,93^2}$$

$$q_T = 0,95 \text{ даН/м.}$$

Режим гололеда с ветром

Формула для определения вертикальной нагрузки от веса гололеда:

$$g_T = 0,0009 \cdot \pi \cdot b_T \cdot (d + b_T) \quad (1.13)$$

$$g_T = 0,0009 \cdot 3,14 \cdot 25_T \cdot (9,6 + 25)$$

$$g_T = 2,44 \text{ даН/м.}$$

Нагрузка от ветра на провода, покрытые гололедом, определяется по следующей формуле:

$$p_T = c_x \cdot \frac{v_T^2}{16} \cdot (d + 2b_T) \cdot 10^{-3} \quad (1.14)$$

$$p_T = 1,25 \cdot \frac{19^2}{16} \cdot (9,6 + 2 \cdot 25) \cdot 10^{-3}$$

$$p_T = 1,61 \text{ даН/м.}$$

Результирующая нагрузка в режиме гололеда с ветром по формуле (1.12):

$$q_T = \sqrt{(0,19 + 2,44)^2 + 1,61^2}$$

$$q_T = 3,09 \text{ даН/м.}$$

1.4. Определение нагрузок на провод группового заземления.

В качестве провода группового заземления используем провод марки АС-70.

Режим максимального ветра

Вертикальная нагрузка:

$$g_{гз} = 0,27 \text{ даН/м [1, прил.2].}$$

Нагрузка от давления ветра на провод группового заземления определяется по формуле (1,2), где аэродинамический коэффициент $c_x = 1,2$ [1, стр.61] и диаметр провода $d = 11,4$ мм [1, прил. 2]:

$$p = 1,2 \cdot \frac{36^2}{16} \cdot 11,4 \cdot 10^{-3}$$

$$p = 1,11 \text{ даН/м}$$

Результирующая нагрузка:

$$q_T = \sqrt{0,27^2 + 1,11^2}$$

$$q_T = 1,14 \text{ даН/м.}$$

Режим гололеда с ветром

Вертикальная нагрузка от гололеда определяется по формуле (1.13):

$$g_{г} = 0,0009 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot (11,4 + 25)$$

$$g_{г} = 2,57 \text{ даН/м.}$$

Горизонтальная нагрузка на провода с гололедом по формуле (1.14):

$$p_{г} = 1,25 \cdot \frac{19^2}{16} \cdot (11,4 + 2 \cdot 25) \cdot 10^{-3}$$

$$p_{г} = 1,66 \text{ даН/м.}$$

Результирующая нагрузка при гололеда с ветром по формуле (1.12):

$$q_T = \sqrt{(0,27 + 2,57)^2 + 1,66^2}$$

$$q_T = 3,29 \text{ даН/м.}$$

1.5. Натяжение проводов

Натяжение контактных проводов K принимаем в зависимости от марки провода:

провод 2МФ-100: $K=2000$ даН [1, стр.63];

Натяжение несущего троса компенсированной подвески типа М95+2МФ100 принимаем постоянным, так как подвеска является компенсированной и постоянство натяжения осуществляется при помощи системы блоков и грузовых компенсаторов:

$$T=T_{\text{ном}}=T_0=1450 \text{ даН [1, прил.4];}$$

где T_0 - натяжение несущего троса при беспровеском положении контактного провода.

Натяжение проводов ДПР:

$$H_{\text{max}}=520 \text{ даН.}$$

в режиме гололеда с ветром:

$$H_r=0,75 \cdot H_{\text{max}} \quad (1.15)$$

$$H_r=0,75 \cdot 520$$

$$H_r=390 \text{ даН.}$$

в режиме максимального ветром:

$$H_v=0,7 \cdot H_{\text{max}} \quad (1.16)$$

$$H_v=0,7 \cdot 520$$

$$H_v=365 \text{ даН.}$$

Натяжение провода группового заземление:

$$H_{\text{max}}=700 \text{ даН.}$$

в режиме гололеда с ветром:

$$H_r=0,75 \cdot 700$$

$$H_r=525 \text{ даН.}$$

в режиме максимального ветром:

$$H_v=0,7 \cdot 700$$

$$H_v=490 \text{ даН.}$$

1.6. Определение максимально допустимых длин пролетов

От длины пролетов между опорами зависит число опор и поддерживающих конструкций, и следовательно, строительная стоимость контактной сети. Поэтому, длины пролетов должны быть по возможности большими.

Однако от длины пролетов зависит наибольшее горизонтальное отклонение проводов от оси токоприемников под действием ветра $b_{к.доп}$. Эта величина не должна превышать допустимого значения

на прямых участках

$$b_{к.доп} = 0,5 \text{ м [3]}$$

на кривых участках

$$b_{к.доп} = 0,45 \text{ м [3]}$$

Определим длины пролетов в режиме гололеда ветром.

Длина пролета на прямых участках определяется по формуле:

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{K}{p_k \cdot \kappa_1 - p_\varepsilon} \left[b_{кдоп} - \gamma_k + \sqrt{(b_{кдоп} - \gamma_k)^2 - a^2} \right]} \quad (1.17)$$

На кривых участках

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{K}{p_k \kappa_1 - p_\varepsilon + \frac{K}{R}} (b_{кдоп} - \gamma_k + a)}, \quad (1.18)$$

где a – зигзаг контактного провода:

на прямых участках

$$a = 0,3 \text{ м [2]}$$

на кривых участках

$$a = 0,4 \text{ м [2]}$$

γ_k – прогиб опоры на уровне контактного провода:

при скорости ветра 19 м/с

$$\gamma_k = 0,01 \text{ м [1, стр. 64]}$$

при скорости ветра 36 м/с

$$\gamma_k = 0,03 \text{ м [1, стр. 64]}$$

κ_1 – коэффициент, определяемый по формуле:

$$\kappa_1 = \kappa_2 + 2\eta\delta\xi \quad (1.23)$$

где κ_2 – коэффициент, определяемый по формуле:

$$\kappa_2 = \kappa_3 + \kappa_4 + \kappa_5 \quad (1.24)$$

где η и κ_3 – коэффициенты, зависящие от длины пролета;

δ и κ_4 – коэффициенты, зависящие от скорости ветра;

ξ и κ_5 – коэффициенты, зависящие от веса контактных проводов;

$p_э$ – эквивалентная нагрузка, учитывающая взаимодействие несущего троса и контактного провода при ветровом отклонении и определяемая по формуле:

$$p_э = \frac{p_к T - p_т K - \frac{8KT}{l^2} \cdot \left(\frac{h_u p_т}{q_т} + \gamma_т - \gamma_к \right)}{T + K + \frac{10,6 \cdot s_{cp} \cdot K \cdot T}{g'_к l^2}} \quad (1.25)$$

где h_u – длина изоляторов несущего троса. При проектировании намечаем применение полимерных изоляторов, длина которых:

$$h_u = 0,56 \text{ м [3]}$$

s_{cp} – средняя длина струны в средней части пролета, определяемая по формуле:

$$s_{cp} = h - 0,115 \frac{gl^2}{T_0}, \quad (1.26)$$

где h – конструктивная высота контактной подвески

$$h = 1,8 \text{ м [3, стр. 67]}$$

$\gamma_т$ – прогиб опоры на уровне несущего троса

при скорости ветра 19 м/с

$$\gamma_т = 0,015 \text{ [1, стр. 64]}$$

при скорости ветра 36 м/с

$$\gamma_т = 0,04 \text{ м [1, стр. 64]}$$

$g'_к$ – нагрузка от веса контактных проводов и гололеда на них

$$g'_к = n_к (g_к + g_{гк}). \quad (1.27)$$

l – длина пролета.

Поскольку для определения нагрузки p_3 необходима длина пролета, а для расчета l – эквивалентная нагрузка, используем метод последовательных приближений. Для упрощения расчетов длин пролетов, принимаем коэффициент $k_1=1$.

Длины пролетов определяем в двух режимах: гололеда с ветром и максимальный ветер.

Режим гололеда с ветром. Прямые участки.

Первоначально приняв $p_3=0$, определим длину пролета по формуле (1.17):

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2000}{1,54 \cdot 1 - 0} \cdot \left[0,5 - 0,01 + \sqrt{(0,5 - 0,01)^2 - 0,3^2} \right]}$$

$$l_{\max} = 68 \text{ м.}$$

При этой длине пролета:

$$s_{cp} = 1,8 - 0,115 \cdot \frac{2,83 \cdot 68^2}{1450}$$

$$s_{cp} = 0,774 \text{ м.}$$

В этом режиме:

$$g'_k = n_k (g_k + g_{ГК}) \quad (1.28)$$

$$g'_k = 2(0,89 + 0,88)$$

$$g'_k = 3,53 \text{ даН/м}$$

Эквивалентная нагрузка:

$$p_3 = \frac{1,54 \cdot 1450 - 1,77 \cdot 2000 - \frac{8 \cdot 2000 \cdot 1450}{68^2} \cdot \left(\frac{0,56 \cdot 1,77}{7,13} + 0,015 - 0,01 \right)}{1450 + 2000 + \frac{10,6 \cdot 0,774 \cdot 2000 \cdot 1450}{3,53 \cdot 68^2}}$$

$$p_3 = -0,413 \text{ даН/м}$$

Пересчитаем длину пролета по формуле (1.17), подставив полученное значение p_3 :

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2000}{1,54 \cdot 1 + 0,413} \left[0,5 - 0,01 + \sqrt{(0,5 - 0,01)^2 - 0,3^2} \right]}$$

$$l_{\max} = 60 \text{ м.}$$

Согласно методу последовательных приближений, в случае отличия двух последовательных вычислений более чем на 5%, необходимо произвести уточнение вычислений с учетом значений последних вычислений. Разница между двумя вычислениями получается более 5%, поэтому произведем пересчет длины пролета.

Длине пролета $l_{\max} = 60$ м, соответствуют следующие величины:

$$s_{cp} = 1,8 - 0,115 \cdot \frac{2,83 \cdot 60^2}{1450}$$

$$s_{cp} = 0,992 \text{ м.}$$

Эквивалентная нагрузка при длине пролета $l_{\max} = 60$ м:

$$p_{\text{э}} = \frac{1,54 \cdot 1450 - 1,77 \cdot 2000 - \frac{8 \cdot 2000 \cdot 1450}{60^2} \cdot \left(\frac{0,56 \cdot 1,77}{7,13} + 0,015 - 0,01 \right)}{1450 + 2000 + \frac{10,6 \cdot 0,992 \cdot 2000 \cdot 1450}{3,53 \cdot 60^2}}$$

$$p_{\text{э}} = -0,381 \text{ даН/м}$$

Скорректируем длину пролета:

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2000}{1,54 \cdot 1 + 0,381} \left[0,5 - 0,01 + \sqrt{(0,5 - 0,01)^2 - 0,3^2} \right]}$$

$$l_{\max} = 61 \text{ м.}$$

Полученную длину пролета принимаем как окончательную для проектирования главных путей перегона на прямых участках в режиме гололеда с ветром.

Теперь определим длину пролета на прямых участках в режиме максимального ветра.

Режим максимального ветра. Прямые участки.

Примем $p_3=0$ и по формуле (1.17) определим длину пролета:

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2000}{1,77 \cdot 1 - 0} \left[0,5 - 0,03 + \sqrt{(0,5 - 0,03)^2 - 0,3^2} \right]}$$

$$l_{\max} = 61 \text{ м.}$$

Для этой длины пролета средняя длина струны:

$$s_{cp} = 1,8 - 0,115 \frac{2,83 \cdot 61^2}{1450}$$

$$s_{cp} = 0,955 \text{ м.}$$

В этом режиме

$$g'_k = 2(0,89 + 0)$$

$$g'_k = 1,78 \text{ даН/м}$$

Эквивалентная нагрузка:

$$p_3 = \frac{1,77 \cdot 1450 - 1,28 \cdot 2000 - \frac{8 \cdot 2000 \cdot 1450}{61^2} \cdot \left(\frac{0,56 \cdot 1,28}{3,1} + 0,04 - 0,03 \right)}{1450 + 2000 + \frac{10,6 \cdot 0,955 \cdot 2000 \cdot 1450}{1,78 \cdot 61^2}}$$

$$p_3 = -0,19 \text{ даН/м}$$

Уточним длину пролета при $p_3=-0,19$:

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2000}{1,77 \cdot 1 + 0,19} \left[0,5 - 0,03 + \sqrt{(0,5 - 0,03)^2 - 0,3^2} \right]}$$

$$l_{\max} = 58 \text{ м.}$$

Так как отличие между длинами пролетов более 5%, то еще раз пересчитаем необходимые величины:

При $l_{\max} = 58 \text{ м}$:

$$s_{cp} = 1,8 - 0,115 \frac{2,83 \cdot 58^2}{1450}$$

$$s_{cp} = 1,036 \text{ м.}$$

$$p_3 = \frac{1,77 \cdot 1450 - 1,28 \cdot 2000 - \frac{8 \cdot 2000 \cdot 1450}{58^2} \cdot \left(\frac{0,56 \cdot 1,28}{3,1} + 0,04 - 0,03 \right)}{1450 + 2000 + \frac{10,6 \cdot 1,036 \cdot 2000 \cdot 1450}{1,78 \cdot 58^2}}$$

$$p_3 = -0,19 \text{ даН/м}$$

Уточним длину пролета при $p_3=0,19$ даН/м:

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2000}{1,77 \cdot 1 + 0,19} \left[0,5 - 0,03 + \sqrt{(0,5 - 0,03)^2 - 0,3^2} \right]}$$

$$l_{\max} = 58 \text{ м.}$$

Полученную длину пролета принимаем для проектирования главных путей перегона на прямых участках пути в режиме максимального ветра.

Режим гололеда с ветром. Кривые участки.

Метод определения длин пролетов тот же, что и при расчете пролетов на прямых участках, только определяется по формуле (1.18). На проектируемом участке имеется кривая радиусом $R=1800$ м.

При $p_3=0$:

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2000}{1,54 \cdot 1 - 0 + \frac{2000}{1800}} (0,45 - 0,01 + 0,4)}$$

$$l_{\max} = 71 \text{ м.}$$

Вес проводов контактной сети с гололедом определялась при расчете длины пролета в режиме гололеда с ветром на прямых участка

$$g'_k = 3,53 \text{ даН/м}$$

Длине пролета $l_{\max} = 71$ м соответствует средняя длина струны:

$$s_{cp} = 1,8 - 0,115 \cdot \frac{2,83 \cdot 71^2}{1450}$$

$$s_{cp} = 0,66 \text{ м.}$$

Эквивалентная нагрузка:

$$p_{\text{э}} = \frac{1,54 \cdot 1450 - 1,77 \cdot 2000 - \frac{8 \cdot 2000 \cdot 1450}{71^2} \cdot \left(\frac{0,56 \cdot 1,77}{7,13} + 0,015 - 0,01 \right)}{1450 + 2000 + \frac{10,6 \cdot 0,66 \cdot 2000 \cdot 1450}{3,53 \cdot 71^2}}$$

$$p_{\text{э}} = -0,43 \text{ даН/м}$$

Подставим полученные величины в формулу (1.18):

$$l_{\text{max}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2000}{1,54 \cdot 1 + 0,43 + \frac{2000}{1800}} (0,45 - 0,01 + 0,4)}$$

$$l_{\text{max}} = 66 \text{ м.}$$

Разница между двумя вычислениями получается более 5%, поэтому произведем пересчет длины пролета.

Длине пролета $l_{\text{max}} = 66 \text{ м}$ соответствует средняя длина струны:

$$s_{\text{cp}} = 1,8 - 0,115 \cdot \frac{2,83 \cdot 65^2}{1450}$$

$$s_{\text{cp}} = 1,814 \text{ м.}$$

Эквивалентная нагрузка

$$p_{\text{э}} = \frac{1,54 \cdot 1450 - 1,77 \cdot 2000 - \frac{8 \cdot 2000 \cdot 1450}{66^2} \cdot \left(\frac{0,56 \cdot 1,77}{7,13} + 0,015 - 0,01 \right)}{1450 + 2000 + \frac{10,6 \cdot 1,814 \cdot 2000 \cdot 1450}{3,53 \cdot 66^2}}$$

$$p_{\text{э}} = -0,41 \text{ даН/м}$$

При этом длина пролета

$$l_{\text{max}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2000}{1,54 \cdot 1 + 0,41 + \frac{2000}{1800}} (0,45 - 0,01 + 0,4)}$$

$$l_{\text{max}} = 67 \text{ м.}$$

Длина пролета на кривых участках пути в режиме гололеда с ветром принимается:

$$l_{\text{max}} = 67 \text{ м.}$$

Теперь определим длину пролета на кривых участках пути в режиме максимального ветра.

Режим максимального ветра. Кривые участки.

При первом подсчете:

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2000}{1,77 \cdot 1 - 0 + \frac{2000}{1800}} (0,45 - 0,01 + 0,4)}$$

$$l_{\max} = 68 \text{ м.}$$

Этой длине пролета соответствует:

$$s_{cp} = 1,8 - 0,115 \cdot \frac{2,83 \cdot 68^2}{1450}$$

$$s_{cp} = 0,777 \text{ м.}$$

Величина g'_k при максимальном ветре:

$$g'_k = 2(0,89 + 0)$$

$$g'_k = 1,78 \text{ даН/м}$$

Эквивалентная нагрузка:

$$p_3 = \frac{1,77 \cdot 1450 - 1,28 \cdot 2000 - \frac{8 \cdot 2000 \cdot 1450}{68^2} \cdot \left(\frac{0,56 \cdot 1,28}{3,1} + 0,04 - 0,03 \right)}{1450 + 2000 + \frac{10,6 \cdot 0,777 \cdot 2000 \cdot 1450}{1,78 \cdot 68^2}}$$

$$p_3 = -0,19 \text{ даН/м}$$

Пересчитаем длину пролета при $p_3 = -0,19$ даН/м:

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2000}{1,77 \cdot 1 + 0,19 + \frac{2000}{1800}} (0,45 - 0,01 + 0,4)}$$

$$l_{\max} = 65 \text{ м.}$$

Отличие между расчетами отличается менее чем на 5%, поэтому окончательно принимаем: длина пролета на кривых участках перегона в режиме максимального ветра

$$l_{\max} = 65 \text{ м.}$$

1.7. Расчет длин пролетов проводов ДПР.

Провода ДПР размещаются с полевой стороны на высоте 9,5 м. согласно [2], расстояние до земли не должно быть менее 7 м. Стрела провеса проводов должна быть не более:

$$f_{x \max} = 8,8 - 7 = 1,8 \text{ м.}$$

Максимальная длина пролёта определяется по формуле:

$$l_{\max} = \sqrt{\frac{8Hf_{x \max}}{q}} \quad [1.29]$$

при максимальном ветре:

$$l_{\max} = \sqrt{\frac{8 \cdot 365 \cdot 1,8}{0,95}}$$

$$l_{\max} = 74 \text{ м;}$$

в режиме ветра с гололедом:

$$l_{\max} = \sqrt{\frac{8 \cdot 390 \cdot 1,8}{3,09}}$$

$$l_{\max} = 60 \text{ м.}$$

Длина пролета, рассчитанная в обоих режимах, позволяет располагать провода системы ДПР на опорах контактной сети.

1.8. Расчет длин пролетов проводов группового заземления.

Провода группового заземления используются для заземления консолей и кронштейнов, расположенных на опорах контактной сети при увеличенных габаритах. Расчет ведется по формуле (1.29), где стрела провеса при подвесе провода на высоте 4,5 м и согласно [2], расстояние до земли не должно быть менее 3 м. Стрела провеса проводов должна быть не более:

$$f_{x \max} = 4,5 - 3,0 = 1,5 \text{ м.}$$

Максимальная длина пролёта определяется при максимальном ветре:

$$l_{\max} = \sqrt{\frac{8 \cdot 490 \cdot 1,5}{1,14}}$$

$$l_{\max} = 62 \text{ м;}$$

в режиме ветра с гололедом:

$$l_{\max} = \sqrt{\frac{8 \cdot 525 \cdot 1,5}{3,29}}$$

$$l_{\max} = 59 \text{ м.}$$

Провода группового заземления также допустимо располагать на опорах контактной сети.

1.9. Длины пролетов

От длины пролетов между опорами зависит число опор и поддерживающих конструкций и следовательно, строительная стоимость контактной сети. В связи с этим из экономических соображений длины пролетов должны быть приняты возможно большими. Однако от длины пролетов зависит наибольшее горизонтальное отклонение контактных проводов от оси токоприемника под действием ветра.

Гололед в зимнее время увеличивает нагрузки на опорные и поддерживающие конструкции, увеличивает диаметр проводов, тем самым усугубляя действие ветра.

Все эти условия были приняты при определении длин пролетов и расчеты были произведены для режимов максимального ветра и гололеда с ветром. Были определены длины пролетов для прямых участков и для кривой радиусом $R=1800$ м.

Отличие длин пролетов при различных режимах вынуждает принимать такие величины, которые будут приемлемы всегда, независимо от режима. Для этого из расчетных данных для обеспечения надежности работы контактной сети и обеспечения качественного токосъема выбирает меньшее из полученных длин пролетов.

Исходя из вышесказанного и в соответствии с полученными результатами расчетов заполним нижеследующую таблицу:

Таблица 1.2

Тип пути	Длина пролета		
	Режим максимального ветра	Режим гололеда с ветром	Выбранная длина пролета
Прямые участки	58	61	58
Кривая радиусом 1800 м	65	67	58
Провода ДПР	74	60	58
Провода ГЗ	62	59	58

В таблице выбраны длины пролетов из следующих соображений:

на прямых участках пути длина пролета принимается меньшей из рассчитанных в различных режимах;

на кривых участках можно выбрать длину пролета 65 метров, но по условиям токосъема, длина пролета на кривых не должна быть больше, чем на прямых, поэтому на кривой выбрана длина пролета 58 м.

Согласно расчета длин пролетов между опорами видно, что для подвешивания проводов ДПР и ГЗ могут быть использованы опорные конструкции контактной сети, так как их расчетная длина пролета более чем 58 м.

1.10. Трассировка контактной сети на перегоне.

План перегона вычерчивается в масштабе 1:2000. Ось каждого пути изображают прямой линией, на которой наносят условные обозначения искусственных сооружений, поездов, зданий, пересечений воздушных линий электропередачи и связи. Ниже этих прямых размещают план линии, на которых еще дополнительно показывают кривые, их длины и радиусы. На план наносят условные обозначения изолирующих сопряжений и их опор, координаты которых должны соответствовать координатам опор смежной станции. Затем начинают производить расстановку опор на перегоне с учетом обязательных требований.

На каждом из планов указывают все необходимые данные для сооружения контактной сети и приводят спецификации анкерных участков (указывают марки проводов контактной подвески), питающих, отсасывающих и других проводов (указывают их марки), а также опор, консолей, фундаментов, опорных плит, лежней и анкеров (указывают их типы). Кроме того, на планах или в отдельных ведомостях приводят объемы строительных и монтажных работ.

При разработке планов контактной сети исходят из следующих основных положений:

-длину пролетов между опорами контактной сети принимают по возможности максимально допустимой в данной местности и в данных условиях;

-в тех местах, где возможно возникновение автоколебаний проводов, разбивку опор на перегонах ранее производили разными пролетами, чередуя пролеты наибольшей длины с уменьшенными на 7—8 м;

-пролеты между переходными опорами изолирующих сопряжений анкерных участков вследствие изменения расположения проводов по сравнению с обычным уменьшают по отношению к максимальным. Если в пролете расположена средняя анкеровка контактного провода, вследствие увеличения ветровой нагрузки из-за наличия дополнительных проводов

длину пролета уменьшают на 10% по отношению к максимальной. На 10% снижают также максимальную длину пролетов при расположении опор на кривых участках пути, в пучинистых местах, на свежесыпанных насыпях и в других случаях, когда возможен перекося пути, не соответствующий расчетному. При полукompенсированных подвесках, чтобы не возникали значительные отклонения изоляторов и изменения стрел провеса проводов, не допускают разницы в длине двух соседних пролетов более 25% длины большего из них. Длину анкерных участков устанавливают исходя из конкретного плана пути. Сопряжения анкерных участков стараются размещать на прямых участках пути. При наличии на трассе кривых анкерные опоры по возможности располагают так, чтобы эти кривые оказались ближе к середине анкерных участков, что улучшает условия компенсации. Расположение проводов цепных подвесок в местах сопряжения анкерных участков принимают в соответствии со схемами. Средние анкерные размещают таким образом, чтобы обеспечить одинаковые условия компенсации обеих половин анкерного участка. Получившиеся по условиям разбивки анкерные участки длиной, равной половине максимальной допустимой или меньшей ее в данных местах, устраивают с односторонней компенсацией без средней анкерной.

На прямых участках пути обычно принимают нормальный габарит опор равный 3100 мм. Габарит опор в кривых увеличивают в зависимости от их радиусов и места установки опоры (на внешней или на внутренней стороне кривой). Габариты установки опор изолированных гибких поперечин приводятся в таблицах. В междупутьях опоры можно ставить с габаритом 2450 мм (кроме главных путей). В выемках опоры, как правило, устанавливают за кюветами. Устанавливать опоры перед кюветами можно в тех случаях, когда ширина земляного полотна позволяет обеспечить необходимый габарит, не нарушая полезного сечения кювета. Если электрифицируемую линию пересекают переезды, опоры и анкеры оттяжек у главных путей двухпутных участков располагают не ближе 25 м от края

переезда в сторону нормального направления движения поезда, а на однопутных участках — с обеих сторон переезда. Для опор и анкеров, находящихся у второстепенных путей и воздушных стрелок на станциях, в сторону, противоположную нормальному направлению движения на двухпутных участках, а также на действующих линиях до переднего края переезда должно быть не менее 5 м. При расположении опор на пассажирских платформах необходимо выдерживать расстояние между краем платформы и ближайшей гранью опоры не менее 2 м.

Перед сигналами располагают опоры с такими габаритами, чтобы не ухудшалась видимость сигналов. Опоры, размещаемые вдоль тупикового пути, на которые подвешивают контактные подвески других путей, на протяжении 100 м, устанавливают с габаритом 4 м от оси тупика. Анкерные опоры и анкера оттяжек, устанавливаемые в конце тупика за упором, располагают так, чтобы расстояние от упорного бруса до ближайшей грани опоры или оттяжки было не менее 20 м.

1.11. Принципы составления схемы питания и секционирования контактной сети

Для каждого участка электрифицированной линии при ее проектировании разрабатывают схему питания и секционирования контактной сети, а также схемы питания продольных линий электроснабжения СЦБ и других нетяговых потребителей. Схемы питания и секционирования, а также сопряжения анкерных участков должны предусматривать электрическую плавку гололеда или профилактический подогрев проводов контактной сети главных путей станций и перегонов, а также ВЛ электроснабжения.

Система однофазного переменного тока 2 х 25 кВ появилась в результате стремления повысить напряжение для существенного увеличения передаваемой по тяговой сети электрической мощности, снизить потери напряжения в тяговой сети и одновременно использовать стандартный электроподвижной состав на напряжение 25 кВ. При этой системе электроэнергия от тяговой подстанции к ЭПС передается в два этапа: сначала от подстанции до автотрансформаторных пунктов (АТП) напряжением 50 кВ, затем от АТП до ЭПС напряжением 25 кВ.

В системе электроснабжения 2 х 25 кВ с автотрансформаторами (рис. 1.4.), на тяговой подстанции устанавливают специальные однофазные трансформаторы, вторичные обмотки которых состоят из двух секций, каждая напряжением 27,5 кВ. Секции соединяют последовательно, а общую точку подключают к рельсам. Вывод одной секции вторичной обмотки подключают к проводам контактной сети, а другой — к дополнительному питающему проводу, который подвешивают на опорах контактной сети. Таким образом, контактная сеть и питающий провод (с учетом потери напряжения) находятся под напряжением 25 кВ по отношению к земле, а напряжение между ними составляет 50 кВ.

В межподстанционной (фидерной) зоне на расстоянии от 8 до 15 км один от другого установлены автотрансформаторы с коэффициентом трансформации

2/1, обмотки которых присоединены к проводам контактной сети и питающему проводу, а средняя точка — к рельсам.

При этой системе электроэнергия от тяговой подстанции передается по питающему проводу к проводам контактной сети при номинальном напряжении 50 кВ, в результате чего ток в тяговой сети вдвое меньше потребляемого ЭПС, что уменьшает потери напряжения и энергии и позволяет увеличить расстояние между тяговыми подстанциями до 80—100 км. При движении поезда по участку автотрансформаторы принимают нагрузку, понижают напряжение до 25 кВ и подают его в контактную сеть, от которой питаются ЭПС.

На электрифицированных железных дорогах применяют схему двухстороннего питания: каждый находящийся на линии локомотив получает электроэнергию от двух тяговых подстанций. Контактную сеть вдоль путей делят на отдельные электрически не связанные участки (секции), для чего у тяговых подстанций и постов секционирования монтируют изолирующие сопряжения — продольное секционирование. Каждая секция получает электроэнергию от питающей линии тяговой подстанции от соседних секций контактной сети, которые подключают через пост секционирования.

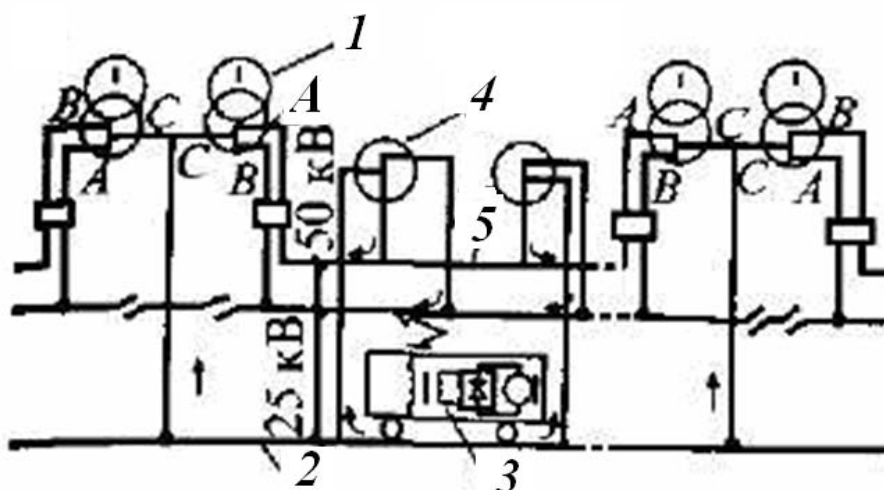


Рис. 1.4. Схема тягового электроснабжения однофазного переменного тока

1 — силовой тяговый трансформатор тяговой подстанции; 2 - тяговая рельсовая цепь; 3 — ЭПС; 4 — автотрансформаторный пункт; 5-питающий провод; A,B,C — фазы силового тягового трансформатора (стрелки показывают направление движения тягового тока)

При продольном секционировании выделяют в отдельные секцию контактную сеть каждого перегона и станции, а в некоторых случаях — и крупных тоннелей или мостов. Секции между собой соединяют секционными разъединителями, что позволяет при необходимости отключать любую из них от электрического питания.

На двухпутных участках электрически разделяют контактную сеть каждого главного пути перегона и станции от других путей - поперечное секционирование.

Все разъединители контактной сети в зависимости от назначения и частоты переключений оборудуют моторными (для дистанционного управления) или ручными приводами. При этом моторные приводы должны быть у разъединителей питающих линий тяговых подстанций, постов секционирования, автотрансформаторов, а также разъединителей, участвующих в схемах профилактического подогрева и плавки гололеда на контактной сети. Дистанционно управляют разъединителями с пунктов, где постоянно находится дежурный персонал: района контактной сети (ЭЧК), тяговой подстанции (ЭЧЭ), помещений дежурного по станции, парка и т.п. На участках с телеуправлением моторные приводы разъединителей вводят в систему телеуправления и переключают их с энергодиспетчерского пункта.

На схемах питания и секционирования контактной сети и продольных линий электроснабжения показываются условными обозначениями: контактная сеть; кабельные и воздушные линии продольного электроснабжения (ВЛ ПЭ) и СЦБ (ВЛ СЦБ) и других нетяговых потребителей; питающие и отсасывающие линии; тяговые подстанции; ПС и ППС; разъединители в нормальном положении, изолирующие сопряжения анкерных участков, нейтральные вставки; секционные изоляторы и воздушные стрелки с присвоенными им обозначениями или номерами; номера путей станций и перегонов; пересечения контактной сети и ВЛ с другими ВЛ, канатными дорогами, надземными трубопроводами, искусственными сооружениями и т.д.

1.12. Выбор поддерживающих и опорных конструкций

Выбор кронштейнов для проводов воздушных линий

Используем типовые кронштейны для подвески проводов ДПР и питающих провод пролетанных от тяговой подстанции. И подвешиваем на металлические кронштейны типа КФД, КФ или КФУ:

КФД - фидерный кронштейн для подвески двух линий ДПР в горизонтальной плоскости.

КФ – фидерный кронштейн для подвески питающего провода.

КФУ – фидерный кронштейн, удлиненный для подвески питающего провода.

Все они выполняются из швеллера №5, что обозначается цифровой после букв: КФ-5, КФД-5, КФУ-5.

Эти кронштейны крепятся на опорах контактной сети.

Выбор консолей

На проектируемом перегоне применяем, где это необходимо, консоли изолированные, прямые наклонные однопутные типа ИТР, ИТС, ИР, ИС.

Однопутные изолированные консоли изготавливают с кронштейнами из двух швеллеров 5 или из труб. Консоли с кронштейнами из швеллеров маркируют ИР (изолированная с растянутой тягой) и ИС (изолированная со сжатой тягой). Консоли типа ИР выполняют с кронштейнами различной длины, чему в их маркировке соответствуют цифры II, III, IV, V и VI (3700, 4200, 4700, 5200 и 5900 мм), а консоли типа ИС, кроме того, еще с кронштейнами длиной 6400 мм (цифра VII в маркировке). Наличие подкоса в этом случае отмечается строчной буквой “п”. Если консоль предназначена для крепления контактной подвески с усиленной (двойной) изоляцией, то вводится строчная буква “у”:

ИР-IV-5-п — изолированная наклонная консоль с растянутой тягой и подкосом, кронштейн из швеллеров 5 длиной 4700 мм;

ИС-Пу-5 — изолированная наклонная консоль со сжатой тягой и кронштейном из швеллеров 5 длиной 3700 мм для установки с усиленной изоляцией контактной подвески.

Консоли с кронштейнами из труб имеют в маркировке букву Т (ИТР и ИТС). Консоли типа ИТР (с растянутой тягой) выполняют с кронштейнами только одного размера II (3700 мм), а типа ИТС (со сжатой тягой), кроме того, кронштейнами размера III (4200 мм). Как и в маркировке консолей ИР и ИС, здесь также применяют буквы “п” и “у”:

ИТР-II-у - изолированная наклонная консоль с растянутой тягой и кронштейном из трубы длиной 3700 мм для установки с усиленной изоляцией контактной подвески;

ИТС-III-п — изолированная наклонная консоль со сжатой тягой и подкосом, кронштейн из трубы длиной 4200 мм.

Выбор опор

В качестве основных несущих конструкций на перегоне применяем железобетонные опоры типа С.

Произведем расчет промежуточной опоры, расположенной на внешней стороне кривой $R=1800$ м. На рис.1.6 представлена расчетная схема этой опоры. На ней располагаются

- прямая наклонная консоль типа ИТР-II
- контактная подвеска М-95+2МФ-100
- провод ДПР марки АС-50
- провод группового заземления марки АС-70
- кронштейн типа КФ-5.

На рис.1.6 приняты следующие обозначения:

$G_{\Pi}, G_{\text{дпр}}, G_{\text{ГЗ}}$ -вертикальная нагрузка от веса контактной подвески, провода ДПР и провода группового заземления;

$G_{\text{кн}}, G_{\text{кр}}$ - вертикальная нагрузка от веса консоли и кронштейна;

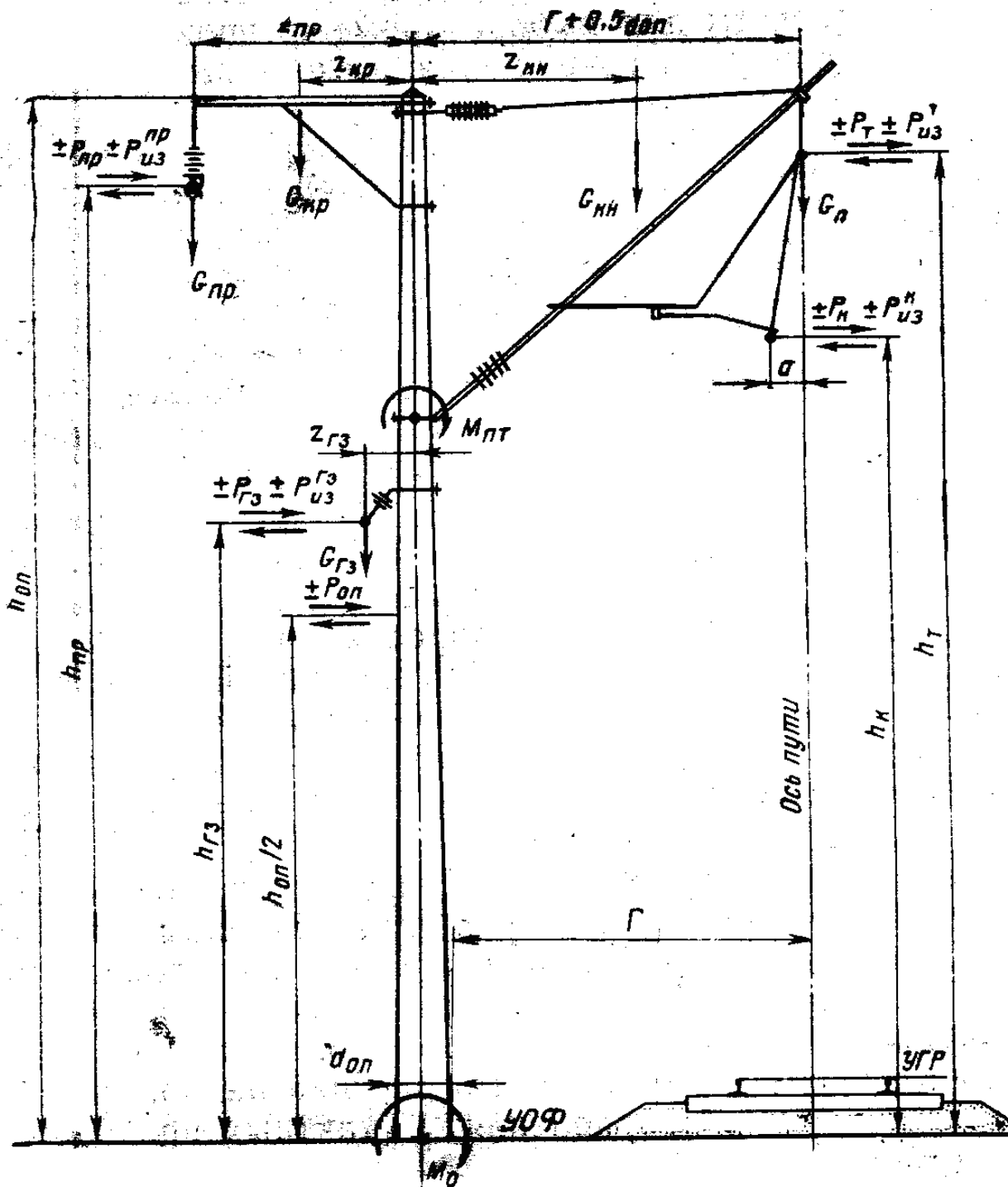


Рис. 1.6. Расчетная схема промежуточной опоры

$P_T, P_K, P_{дп}, P_{гз}, P_{оп}$ - горизонтальная нагрузка от давления ветра на несущий трос, контактный провод, провода ДПР и ГЗ и опоры;

$P_{из}^T, P_{из}^K, P_{из}^{дп}, P_{из}^{гз}$ - горизонтальная нагрузка от изломов несущего троса, контактного провода, проводов ДПР и ГЗ

$h_{оп}$ - высота опоры;

$h_T, h_K, h_{\text{опр}}, h_{ГЗ}$ - высота подвеса проводов контактной сети, величины которых соответственно равны:

$$h_T = 8,55 \text{ м};$$

$$h_K = 6,75 \text{ м};$$

$$h_{\text{опр}} = 8,8 \text{ м};$$

$$h_{ГЗ} = 4,5 \text{ м}.$$

$Z_{KH}, Z_{ПР}, Z_{КР}, Z_{ГЗ}$ - плечи вертикальных усилий от веса консоли, кронштейна, провода ДПР и провода группового заземления, величины которых соответственно равны:

$$Z_{KH} = 1,8 \text{ м};$$

$$Z_{ПР} = 1 \text{ м};$$

$$Z_{КР} = 2 \text{ м};$$

$$Z_{ГЗ} = 0,5 \text{ м}.$$

Γ -габарит опоры:

$$\Gamma = 3,2 \text{ м}.$$

a -зигзаг контактного провода:

$$a = 0,3 \text{ м};$$

$d_{\text{оп}}$ - диаметр опоры:

$$d_{\text{оп}} = 0,44 \text{ м}.$$

Определим изгибающий момент на уровне условного обреза фундамента в двух режимах.

Режим гололеда с ветром.

Определим нормативные нагрузки, действующие на опору:

Вертикальная нагрузка от веса проводов контактной подвески и проводов ДПР и ГЗ:

$$G = (g + g_{\Gamma}) \cdot l + G_{\text{из}} \quad (1.30)$$

где l - длина пролета

$$l = 58 \text{ м (табл. 1.2)}$$

$$G_{\Pi} = (2,83 + 2,93) \cdot 58 + 3 = 260,7 \text{ даН}$$

$$G_{\text{опр}} = (0,19 + 1,67) \cdot 58 + 3 = 85,2 \text{ даН}$$

$$G_{ГЗ} = (0,27 + 1,77) \cdot 58 + 6 = 97,8 \text{ даН}$$

Вертикальная нагрузка от веса консолей и кронштейнов:
для консоли типа ИТР-II:

$$G_{\text{кн}} = 66 \text{ даН}$$

для кронштейна типа КФ-5:

$$G_{\text{кр}} = 8 \text{ даН.}$$

Горизонтальная нагрузка от давления ветра на несущий трос, контактный провод, провода ДПР и ГЗ, которые передаются на опору:

$$P = p \cdot l \quad (1.31)$$

$$P_{\text{T}} = 1,33 \cdot 58 = 59,85 \text{ даН}$$

$$P_{\text{К}} = 1,19 \cdot 58 = 53,55 \text{ даН}$$

$$P_{\text{опр}} = 1,21 \cdot 58 = 54,45 \text{ даН}$$

$$P_{\text{ГЗ}} = 1,25 \cdot 58 = 56,25 \text{ даН}$$

Горизонтальная нагрузка от давления ветра на опору определяем по формуле:

$$P_{\text{оп}} = c_x \frac{v^2}{16} S_{\text{оп}} \quad (1.32)$$

где $S_{\text{оп}}$ -площадь опоры:

$$S_{\text{оп}} = 3,46 \text{ м}^2 [1, \text{стр}92];$$

c_x –аэродинамический коэффициент опоры

$$c_x = 0,7 [1, \text{стр. 61}]$$

$$P_{\text{оп}} = 0,7 \cdot \frac{19^2}{16} \cdot 3,46$$

$$P_{\text{оп}} = 49,05 \text{ даН}$$

Горизонтальная нагрузка от изменения направления (изломов) проводов определяется по формуле:

$$P_{uz}^i = H_i \frac{l}{R} \quad (1.32)$$

$$P_{uz}^T = 1450 \cdot \frac{58}{1800}$$

$$P_{uz}^T = 144 \text{ даН}$$

$$P_{uz}^K = 2000 \cdot \frac{58}{1800}$$

$$P_{uz}^K = 180 \text{ даН}$$

$$P_{uz}^{dnp} = 390 \cdot \frac{58}{1800}$$

$$P_{uz}^{dnp} = 35,1 \text{ даН}$$

$$P_{uz}^{\Gamma 3} = 525 \cdot \frac{58}{1800}$$

$$P_{uz}^{\Gamma 3} = 47,25 \text{ даН}$$

Определим изгибающий момент при ветре к пути:

$$\begin{aligned} M_O = & G_{\Pi} (\Gamma + 0,5d_{\text{ОП}}) + G_{\text{КН}} Z_{\text{КН}} - G_{\text{ПР}} Z_{\text{ПР}} - \\ & - G_{\text{КР}} Z_{\text{КР}} - G_{\Gamma 3} Z_{\Gamma 3} + (P_{\Gamma} + P_{uz}^T) h + (P_{\text{К}} + P_{uz}^K) h_{\text{К}} + \\ & + (P_{\text{ПР}} + P_{uz}^{\text{ПР}}) h_{\text{ПР}} + (P_{\Gamma 3} - P_{uz}^{\Gamma 3}) h_{\Gamma 3} + P_{\text{ОП}} \frac{h_{\text{ОП}}}{2} \end{aligned} \quad (1.32)$$

$$\begin{aligned} M_O = & 260,7 \cdot (3,2 + 0,5 \cdot 0,44) + 66 \cdot 1,8 - 85,2 \cdot 1,5 - \\ & - 8 \cdot 1 - 97,8 \cdot 0,5 + (59,85 + 144) \cdot 8,55 + (53,55 + 180) \cdot 6,75 + \\ & + (54,45 + 35,1) \cdot 7,6 + (56,25 - 47,25) \cdot 4,5 + 49,5 \cdot \frac{9,6}{2} \end{aligned}$$

$$M_O = 5526,61 \text{ даН} \cdot \text{м} = 55,26 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

По результатам вычислений делаем вывод: на внешней стороне кривой радиусом 1800 м будем использовать опоры второй несущей способности с нормативным изгибающим моментом 59 кН·м.

Анкерные опоры в проекте принимаем без предварительных расчетов типовыми, т.к. значительную нагрузку от натяжения проводов при их анкеровке воспринимают оттяжки анкерами, рассчитанные на определенное натяжения проводов и тип контактной подвески.

Анкерные железобетонные опоры состоят из стойки С136. 6-3, оттяжек А-2 трех лучевого анкера А-4 и опорной плиты ОП-2.

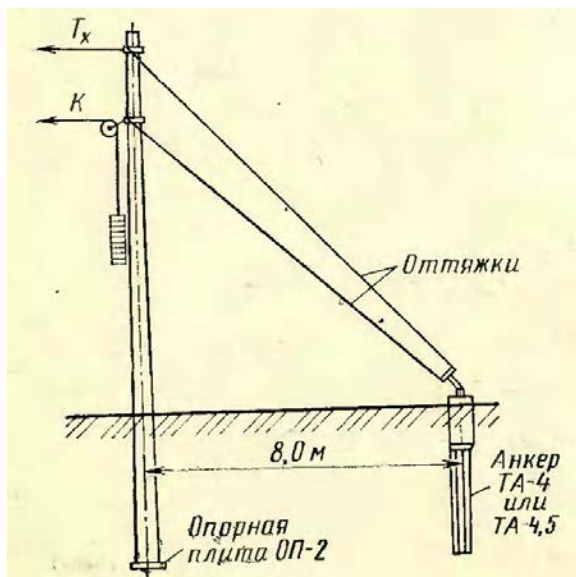


Рис. Схема анкерной железобетонной опоры

1.13. Требование к сооружениям и устройствам электроснабжения железных дорог по обеспечению безопасности движения.

Устройства электроснабжения должны обеспечивать надежное электроснабжение: электроподвижного состава для движения поездов с установленными весовыми нормами, скоростями и интервалами между ними при требуемых размерах движения;

устройств СЦБ, связи и вычислительной техники как потребителей электрической энергии

I категории. С разрешения ГАЖК до завершения переустройства допускается электроснабжение этих устройств по II категории;

всех остальных потребителей железнодорожного транспорта в соответствии с установленной ГАЖК категорией.

При наличии аккумуляторного резерва источника электроснабжения автоматической и полуавтоматической блокировки он должен быть в постоянной готовности и обеспечивать бесперебойную работу устройств СЦБ и переездной сигнализации в течении не менее 8 ч при условии, что питание не отключалось в предыдущие 36 ч.

Время перехода с основной системы электроснабжения автоматической и полуавтоматической блокировки на резервную или наоборот не должно превышать 1,3с.

Для обеспечения надежного электроснабжения должны проводиться периодический контроль состояния сооружений и устройств электроснабжения, измерение их параметров вагонами-лабораториями, приборами диагностики и осуществляться плановые ремонтные работы.

- Уровень напряжения на токоприемнике электроподвижного состава должен быть не менее 21 кВ и не более 29 кВ при переменном токе.

На отдельных участках с разрешения ГАЖК допускается уровень, напряжение не менее 19 кВ и не более 31 кВ при переменном токе.

Номинальное напряжение переменного тока на устройствах СЦБ должно быть 220 или 380 В.

Отклонения от указанных величин номинального напряжения допускаются в сторону уменьшения не более 10%, а в сторону увеличения - не более 5%.

- Устройства электроснабжения должны защищаться от токов короткого замыкания, перенапряжений и перегрузок сверх установленных норм!

Тяговые подстанции линий, электрифицированных на постоянном токе, а также электроподвижной состав должны иметь защиту от проникновения в контактную сеть токов, нарушающих нормальное действие устройств СЦБ и связи.

- Высота подвески контактного провода над уровнем верха головок рельса должна быть на перегонах и станциях не ниже 5750 мм, а на переездах не ниже 6000 мм.

В исключительных случаях на существующих линиях это расстояние в пределах искусственных сооружений, расположенных на путях станций, на которых не предусматривается стоянка подвижного состава, а также на перегонах с разрешения ГАЖК может быть уменьшено до 5675 мм при электрификации линии на переменном токе и до 5550 мм - на постоянном токе. Государственный акционерный ж

Высота: подвески контактного провода не должна превышать 6800 мм.

- В пределах искусственных сооружений расстояние от токонесущих элементов токоприемника и частей контактной сети, находящихся под напряжением, до заземленных частей сооружений и подвижного состава должно быть не менее 200 мм на линиях, электрифицированных на постоянном токе, и не менее 350 мм - на переменном токе.

В особых случаях на существующих искусственных сооружениях может допускаться уменьшение указанных расстояний.

- Расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опор контактной сети на перегонах и станциях должно быть не менее 3100 мм.

Опоры в выемках должны устанавливаться вне пределов кюветов.

В особо сильно снегозаносимых выемках (кроме скальных) и на выходах из них (на длине 100 м) расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опор контактной сети должно быть не менее 5700 мм. Перечень таких мест определяется председателем компании.

На существующих линиях до их реконструкции, а также в особо трудных условиях на вновь электрифицируемых линиях расстояние от оси пути до внутреннего края опор допускается не менее: 2450 мм - на станциях и 2750 мм - на перегонах.

Все указанные размеры установлены для прямых участков пути.

На кривых участках эти расстояния должны увеличиваться в соответствии с габаритным уширением, установленным для опор контактной сети. Взаимное расположение опор контактной сети, воздушных линий и светофоров, а также сигнальных знаков должно обеспечивать хорошую видимость сигналов и знаков.

Контактная сеть, линии автоблокировки и продольного электроснабжения напряжением свыше 1000 В должны разделяться на отдельные участки (секций) при помощи воздушных промежутков (изолирующих сопряжений), нейтральных вставок, секционных и врезных изоляторов, разъединителей.

Опоры контактной сети или щиты, установленные на границах воздушных промежутков должны иметь отличительную окраску. Между этими опорами или щитами запрещается остановка электроподвижного состава с поднятым токоприемником.

Схема питания и секционирования контактной сети, линий автоблокировки и продольного электроснабжения должна быть утверждена председателем компании. Выкопировки из схемы включаются в технико-распорядительный акт станций.

-Переключение разъединителей контактной сети электродепо и экипировочных устройств, а также путей, где осматривается крышное оборудование электроподвижного состава, производится работниками

локомотивного депо. Переключение остальных разъединителей производится только по приказу энергодиспетчера.

Приводы разъединителей с ручным управлением должны быть заперты на замки.

Порядок переключения разъединителей контактной сети, а также выключателей и разъединителей линии автоблокировки и продольного электроснабжения, хранения ключей от запертых приводов разъединителей, обеспечивающий бесперебойность электроснабжения и безопасность производства работ, устанавливается начальником отделения компании. Переключение разъединителей и выключателей производится по приказу энергодиспетчера работниками других служб, прошедших обучение.

- Расстояние от нижней точки проводов воздушных линий электропередачи напряжением свыше 1000 В до поверхности земли при максимальной стреле провеса должно быть не менее: На

Перегона 6,0м

В том числе в трудно - доступных местах 5,0 м

На пересечениях с автомобильными дорогами, станциях и в населенных пунктах 7,0м

При пересечениях железнодорожных путей расстояние от нижней точки проводов воздушных линий электропередачи напряжением выше 1000 В до уровня верха головки рельса неэлектрифицированных путей должно быть не менее 7,5 м. На электрифицированных линиях это расстояние до проводов контактной сети должно устанавливаться в зависимости от уровня напряжения пересекаемых линий в соответствии с Правилами устройства электроустановок и по техническим условиям железной дороги.

II. Экономическая часть

					<i>ВР-КС-ЕТ496-8</i>					
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						
<i>Выпускник</i>		<i>Музафаров М.</i>			<i>Проектирование плана контактной сети перегона системой напряжения 2х25 кВ</i>			<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руков-тель</i>		<i>Балгаев Н.Е.</i>								
<i>Консультан</i>		<i>Мавлонов А.</i>						<i>ТашиИИТ Кафедра "ЭС и МПУ"</i>		

2.1. Расчет стоимости сооружения контактной сети

Главной задачей дистанции электроснабжения является бесперебойное снабжение всех потребителей электрической энергией. Кроме того, они выполняют техническое обслуживание и текущий ремонт электрооборудования производственных и коммунальных учреждений железных дорог, на перегонах и станциях, включая освещение стрелочных указателей, обслуживание и ремонт высоковольтных линий автоблокировки и диспетчерской централизации на электрифицированных линиях.

На дистанции электроснабжения возложен технический надзор за энергетическим хозяйством заводов железнодорожного назначения, дорожных мастерских, локомотивных и вагонных депо, вокзалов, имеющих свой штат по обслуживанию энергетического хозяйства.

Непрерывное совершенствование устройств и оборудования электроснабжения предъявляет высокие требования к квалификации обслуживающего персонала. дистанции электроснабжения.

Задачами дистанции электроснабжения таким образом являются:

обеспечение надежной и экономичной эксплуатации всех устройств электроснабжения электрифицированных линий и энергетического хозяйства, находящихся на балансе дистанции электроснабжения, осуществление мероприятий по предупреждению брака, порч и аварий в устройствах электроснабжения, неуклонное выполнение Правил технической эксплуатации железных дорог и требований техники безопасности;

контроль за экономным расходом электрической энергии, улучшением коэффициента мощности;

организация и контроль разработки прогрессивных норм расхода электроэнергии на предприятиях и в организациях железной дороги;

внедрение новейших достижений науки, техники, передового опыта, научной организации труда, производственной эстетики, максимальное

использование производственных мощностей, повышение уровня механизации трудоемких процессов;

проведение мер по экономному расходованию материалов, топлива, снижению себестоимости ремонтных и других работ;

осуществление мероприятий, направленных на повышение эффективности производства и качества работы.

Перед строительством любого объекта рассчитывают экономическую целесообразность его сооружения. Если вложенные затраты не оправдывают себя, то ставится вопрос о целесообразности его строительства. Потому необходимо просчитать затраты на сооружение и эксплуатацию сооружаемого объекта.

При проектировании контактной сети экономический расчет считается основным показателем эффективности. В выпускной работе необходимо также произвести расчет затрат на строительные и монтажные работы, затраты на материалы и оборудование. Для экономического расчета стоимости сооружения проектируемых устройств контактной сети составим сметы на строительные и монтажные работы, материалы и оборудование. Исходными данными для составления смет являются спецификации к планам контактной сети, а также цены на отдельные работы и затраты, приведенные в приложении 14 [1].

Сметы составляются на основании плана контактной сети перегона. В плане контактной сети указывают все необходимые данные для сооружения контактной сети и приводят спецификации анкерных участков (указывают марки проводов контактной подвески), питающих, отсасывающих и других проводов (указывают их марки), а также опор, консолей, фундаментов, опорных плит, лежней и анкеров. В таблице 2.1 приведены сметы проектируемого участка контактной сети.

Таблица 2.1.

Наименование работ или затрат	Единица измерения	Количество	Цена	Сумма
1	2	3	4	5
Строительные работы				
Установка железобетонных одиночных нераздельных опор	шт	45	127718,4	5747328
То же с опорной плитой	шт	110	212217,6	23343936
Установка железобетонных одиночных раздельных опор в фундаменты саканного типа, устанавливаемые вибропогружением	шт	10	237273,6	2372736
Гидроизоляция железобетонных опор	шт	165	383,20128	63228,2112
Установка железобетонных анкеров с оттяжками	шт	43	205344	8829792
Стоимость железобетонных опор типа С136,6-1	шт	42	241920	10160640
С136,6-2	шт	20	255360	5107200
С136,6-3	шт	84	291840	24514560
Стоимость трехлучевых фундаментов типа ТС10-4	шт	10	141888	1418880
Стоимость трехлучевых анкеров типа ТА-4	шт	43	111936	4813248
			122304	0
Стоимость опорных плит типа:				
ОП-2/ОП-1	шт	110	8889,6	977856
ОП-3	шт		8889,6	0
			28	0
Стоимость оттяжек типа:			85440	0
А-2	шт	36	78720	2833920
А-1	шт		53760	0
А-3	шт	7	49920	349440
Установка изолированных швеллерных консолей до 75 кг	шт	83	33542,4	2784019,2
То же от 76 до 150 кг	шт		41875,2	0
То же свыше 150 кг	шт		56755,2	0
Стоимость консолей	т	5,559	1017600	5656838,4
Стоимость закладных деталей консолей	комплект	72	16185,6	1165363,2
Итого	сум			100138985

Продолжение таблица 2.1

1	2	3	4	5
Мелкие неучтенные работы	%		1,5%	1502084,775
Итого	сум			101641069,8
Накладные расходы на строительные работы и стоимость железобетонных конструкций и оттяжек	%	9,2E+07	18,80%	17239247,95
Тоже на установку металлических конструкций - консолей, жестких поперечин и т.д. и их стоимость	%	8440858	8,60%	725913,7536
Итого	сум			119606231,5
Плановые накопления	%		8,00%	9568498,519
Всего по строительным работам	сум			129174730
Монтажные работы				
Раскатка поверху несущего троса с укладкой в седлю	км	13,922	201600	2806675,2
Раскатка поверху двойного контактного провода	км	13,922	109824	1528969,728
Регулировка контактной подвески с двойным контактным проводом	км	13,922	664320	9248663,04
Подвеска на мосту с ездой понизу	м		43968	0
Монтаж на контактной подвеске устройство плавки льда	км	6,3427	53952	342201,3504
Монтаж на контактной подвеске противоветрового устройства, $v \geq 30$ м/с	км	13,922	106560	1483528,32
Установка металлических щитов ограждения, 25 кг каждая	т	0,45	1587840	714528
Монтаж оттяжки фиксирующей	шт	43	10579,2	454905,6
Монтаж жесткой анкеровки	шт	37	11788,8	436185,6
Монтаж компенсированной анкеровки	узел	27	19123,2	516326,4
Монтаж копенсированного трехпролетного сопряжения без секционирования	узел		451200	0
То же с секционированием	узел		804480	0
Монтаж средней анкеровки компенсированной подвески	узел		103488	0
Монтаж 1-го провода ДПР	км	5,2	883200	4592640
Монтаж следующего провода	км	5,2	503040	2615808
Анкеровка 1-го провода ДПР	км	6	54144	324864
Монтаж следующего провода	км	6	13593,6	81561,6
Стоимость кронштейна КФ-5	шт	47	25344	1191168
Стоимость кронштейна КФУ-5	шт	6	38400	230400

Продолжение таблица 2.1

1	2	3	4	5
Монтаж провода группового заземления	км	1,466	121152	177608,832
Заземление опор	шт	135	16396,8	2213568
Монтаж искрового промежутка	шт	72	266,88	19215,36
Монтаж секционного разъединителя	шт	15	102528	1537920
Монтаж рогового разрядника	шт	4	48960	195840
Монтаж трубчатого разрядника	шт	10	12288	122880
Итого	сум			30835457,03
Мелкие неучтенные работы	%		5%	1541772,852
Итого	сум			32377229,88
Накладные расходы	%		20%	6475445,976
Итого	сум			38852675,86
Плановые накопления	%		8%	3108214,069
Итого по монтажным работам	сум			41960889,93
Материалы				
Провода:				
М-95	т	6,427	2592000	16658784
МФ-85	т	5,7	1985280	11316096
МФ-100	т	5,72	3168000	18120960
МГ-70	т	4	3072000	12288000
МГ-95	т	2	2966400	5932800
АС-50	т	5,2	2409600	12529920
АС-70	т	1,1	2380800	2618880
БСМ-1, 4 мм	т	6	2016000	12096000
БСМ-1, 6 мм	т	8	1958400	15667200
Итого	сум			107228640
Прочие неучтенные материалы	%		5,00%	5361432
Итого	сум			112590072
Плановые накопления	%		8,00%	9007205,76
Всего по материалам	сум			121597277,8
Оборудование				
Разъединитель:				
РНД35-100У1	шт	4	115200	460800
Привод двигательный:				
УМП-2У1	шт	4	211200	844800
Разрядник:				
роговой	шт	4	7488	29952
трубчатый	шт	10	12864	128640
Искровой промежуток ИМП-62-2У1	шт	140	1958,4	

Продолжение таблица 2.1.

1	2	3	4	5
Изолятор полимерный натяжной	шт	64	28700	1836800
Изолятор полимерный подвесной	шт	200	28700	5740000
Изолятор полимерный консольный	шт	200	28700	5740000
Изолятор ПФ-70В	шт	240	9792	2350080
			22080	0
Итого	сум			17131072
Начисление на оборудование	%		6,20%	1062126,464
Итого стоимость оборудования	сум			18193198,46
Всего по смете	тыс.сум			310926,0962
В том числе				
строительные работы	тыс.сум			129174,73
монтажные работы	тыс.сум			41960,88993
материалы	тыс.сум			121597,2778
оборудование	тыс.сум			18193,19846

По итогу сметы определим стоимость сооружения одного километра контактной сети по формуле:

$$C_o = \frac{C_{см}}{L_{разв}} \quad (2.1)$$

где $C_{см}$ – сметная стоимость сооружения одного километра контактной сети;

$L_{разв}$ – развернутая длина контактной сети

$$C_o = \frac{310926,0962}{13,922}$$

$$C_o = 22333,436 \text{ тыс.сум/км}$$

Стоимость сооружения одного километра контактной сети на станции обходиться в 22 миллиона 333 тысяч 436 сум.

III. Охрана труда

					ВР-КС-ЕТ496-8			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектирование плана контактной сети перегона системой напряжения 2x25 кВ	<i>Литер</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Выпускник</i>	Музафаров М.							
<i>Руков-тель</i>	Балгаев Н.Е.							
<i>Консультан</i>	Шадиева К.							
						ТашиИИТ Кафедра "ЭС и МПУ"		

3.ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

3.1. Требования к отдельным видам средств защиты и правила пользования ими

Электроизоляционные средства.

Изолирующая часть средств защиты для работы в электроустановках напряжением выше 1000 В со стороны рукоятки ограничивается кольцом или упором из электроизоляционного материала. Наружный диаметр ограничительного кольца должен превышать наружный диаметр рукоятки не менее чем на 10 мм. Отмечать границу между изолирующей частью и рукояткой только пояском краски запрещается. Ограничительное кольцо относится к изолирующей части.

У средств защиты для работы в электроустановках напряжением до 1000 В высота упора должна соответствовать приведенной в технических условиях.

При работе со средствами защиты запрещается соприкасаться к их изолирующей части за ограничительным кольцом или упором.

Конструкция средств защиты из электроизолирующих трубок должна предотвращать попадание внутрь пыли и влаги. К изолирующим пылесосным штангам это требование не относится.

Конструкция и размеры рабочей части штанг и указателей напряжения должны исключать возможность междуфазного замыкания и замыкания на заземленные части.

При повреждении лакового покрова или других неисправностях изолирующих средств защиты их применение запрещается.

В электроустановках напряжением выше 1000 В изолирующими штангами (кроме измерительных), для наложения заземления, для очистки изоляции от пыли, изолирующими клещами и электроизмерительными и

указателями напряжения следует пользоваться в диэлектрических перчатках. При работах с измерительными штангами применение диэлектрических перчаток обязательно.

Изолирующие штанги предназначены для оперативной работы, измерений (проверки изоляции и соединителей на линиях электропередачи и подстанциях), установки деталей разрядников и т.д.

Изолирующие штанги могут быть универсальными со сменными головками для выполнения различных операций.

Изолирующая штанга состоит из рабочей, изолирующей частей и рукоятки. Конструкция рабочей части определяется ее назначением. Рабочей частью измерительной штанги является измерительное устройство.

Рукоятка может быть выполнена со штангой как одно целое или как отдельное звено.

Штанги с дугогасящим устройством предназначены для заземления отключенных проводов ВЛ напряжением 110 кВ и выше при пофазном ремонте. Кроме того, штанги служат также для гашения дугового разряда, возникающего при заземлении фазы. Штанги должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к штангам для наложения заземления.

Штанга с дугогасящим устройством состоит рабочей части с дугогасящим устройством и захватом, изолирующей части, рукоятки и заземляющего проводника со струбциной.

Изолирующие устройства и приспособления предназначены для изоляция человека от заземленных частей и частей, имеющих иной, чем провод, потенциал, при работах на ВЛ 110 кВ и выше с непосредственным прикосновением к токоведущим частям.

К изолирующим устройствам относятся штанги, лестницы, тяги, канаты, изготовленные из электроизоляционных материалов.

К приспособлениям относятся корзины подъемников, кабины для работы у провода, тележки для передвижения по проводам, дополнительные элементы стяжных устройств, домкраты, блоки и пр. Приспособления могут быть выполнены из электроизоляционных материалов или металлическими.

Перед прикосновением человека к токоведущим частям индивидуальный экранирующий комплект следует соединить с этими частями посредством специальной штанги. Сечение соединительного проводника должно быть не менее 4 мм^2 .

В электроустановках до 1000 В для проверки отсутствия напряжения можно применять указатели двух типов: двухполюсные, работающие при активном токе, для электроустановок переменного и постоянного тока, и однополюсные, работающие при емкостном токе, для переменного тока.

Двухполюсный указатель напряжения состоит из двух корпусов, в которых находятся элементы электрической схемы. Корпуса соединены между собой гибким медным проводом с усиленной изоляцией длиной не менее 1 м для применения на ВЛ и не менее 0,6 м для остальных электроустановок. Однополюсный указатель напряжения размещен в одном корпусе. Двухполюсный указатель может быть выполнен в виде прибора стрелочного типа.

Электрическая схема двухполюсного указателя напряжения содержит газоразрядную индикаторную лампу, шунтированную резистором, добавочные резисторы и контакты-наконечники.

Электрическая схема однополюсного указателя напряжения включает в себя газоразрядную индикаторную лампу с добавочным резистором, контакт-наконечник и контакт на торцевой части корпуса, с которым соприкасается рука оператора.

Напряжение зажигания указателей напряжения до 1000 В должно быть не выше 90 В.

Конструкция указателя напряжения до 1000 В должна исключать перемещение вдоль оси контакта-наконечника.

Длина неизолированной части контактов-наконечников указателей напряжения до 1000 В не должна превышать 20 мм. При работе в цепях вторичной коммутации рекомендуется на наконечники натягивать трубку из электроизоляционного материала, оставляя неизолированными участки длиной не более 5 мм.

Резиновые диэлектрические перчатки

При работе в разрешается применять только специальные диэлектрические перчатки, изготовленные в соответствии с требованиями технических условий. В электроустановках напряжением до 1000 В диэлектрические перчатки применяются как основное средство защиты, а в электроустановках напряжением выше 1000 В — как дополнительное.

Длина перчаток должна быть не менее 350 мм. При работе в диэлектрических перчатках их края нельзя подвертывать. Перчатки необходимо надевать поверх рукавов. Перчатки, находящиеся в эксплуатации, следует периодически (по местным условиям) дезинфицировать содовым или мыльным раствором. При пользовании перчатками в холодное время вне помещения можно надевать их на тонкие шерстяные или хлопчатобумажные перчатки.

Диэлектрические боты и галоши применяют в качестве дополнительного средства защиты в закрытых и при отсутствии осадков в открытых электроустановках. Диэлектрические боты и галоши защищают работающих от напряжения шага.

В электроустановках допускается применение диэлектрических бот и галош, изготовленных только в соответствии с требованиями ГОСТ. Диэлектрические боты и галоши по внешнему виду должны отличаться от бот и галош, предназначенных для других целей. Электроустановки следует комплектовать диэлектрической обувью нескольких размеров.

Диэлектрические резиновые ковры и изолирующие подставки

Диэлектрические резиновые ковры применяют в качестве дополнительного средства защиты в закрытых электроустановках напряжением до и выше 1000 В, кроме особо сырых помещений. Ковры изготовляют в соответствии с требованиями ГОСТ.

Применяя ковер, необходимо обратить внимание на его маркировку. При наличии видимых механических повреждений его следует забраковать.

В сырых и подверженных загрязнению помещениях необходимо использовать изолирующие подставки. Изолирующая подставка состоит из настила, укрепленного на опорных изоляторах высотой к менее 70 мм. Рекомендуется применять изоляторы СН-6, выпускаемые специально для изготовления подставок. Настил размером не менее 50 х 50 см следует изготовлять из сухих деревянных планок толщиной не менее 30 мм без сучков и косослоя. Просветы между планками не должны превышать 3 см. Сплошные настилы применять не рекомендуется, так как они затрудняют проверку отсутствия случайного шунтирования изоляторов. Настил должен быть окрашен со всех сторон.

Изолирующие подставки должны быть прочными и устойчивыми. Если применяются съемные изоляторы, при соединении настила с ними необходимо исключить возможность его соскальзывания. Для устранения опрокидывания, края настила не должны выступать за опорную поверхность изоляторов.

Изолирующие накладки

Изолирующие накладки разрешается применять в электроустановках напряжением до 20 кВ для предотвращения случайного соприкосновения к токоведущим частям в тех случаях, когда нет возможности оградить место работы щитами. В электроустановках напряжением до 1000 В накладки применяют также, как средство, препятствующее ошибочному включению выключателей.

Изолирующие накладки, расположенные между находящимися под напряжением и отключенными токоведущими частями, должны быть механически прочными и иметь конструкцию и размеры, позволяющие полностью закрыть токоведущие части. Накладки можно устанавливать непосредственно на токоведущие части.

В электроустановках напряжением до 20 кВ применяются накладки из твердого электроизоляционного материала. В электроустановках напряжением до 1000 В можно использовать гибкие накладки толщиной не менее 5 мм из диэлектрической резины. Ими закрывают токоведущие части при работах без снятия напряжения.

Устанавливать накладки на токоведущие части, если в их конструкции не предусмотрены изолирующие рукоятки или держатели, необходимо с применением основных средств защиты.

Изолирующие накладки перед использованием следует обтереть от пыли и проверить отсутствие трещин, нарушений лакового покрова, разрывов и других повреждений поверхности. Изолирующие накладки следует оберегать от увлажнения и загрязнений.

Слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками

Инструмент с изолирующими рукоятками применяют для работы под напряжением в электроустановках до 1000 В в качестве основного средства защиты.

Разрешается использовать инструмент с изолирующими рукоятками, изготовленный только в соответствии с требованиями ГОСТ. Изолирующие рукоятки должны быть выполнены в виде чехлов или неснимаемого покрытия из влагостойкого, маслобензиностойкого, нехрупкого электроизоляционного материала с упорами со стороны рабочего органа. Изоляция должна покрывать всю рукоятку, её длина должна быть не менее 100 мм до середины упора. Изоляция стержней отверток должна оканчиваться на расстоянии не более 10 мм от конца лезвияотвертки.

Изолирующие рукоятки, как на поверхности, так и на толще изоляция не должны иметь раковин, сколов, вздутий, дефектов.

Индивидуальные экранирующие комплекты

Индивидуальные экранирующие комплекты предназначены для индивидуальной защиты персонала от воздействия электрического поля напряженностью до 60 кВ/м, создаваемого электроустановками напряжением 500 кВ, частотой 50 Гц.

Запрещается применение индивидуальных экранирующих комплектов в тех случаях, когда возможно прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, в частности при работах на панелях, в электрических приводах, действующих сборках и в цепях напряжением до 1000 В, при профилактических испытаниях оборудования и электросварочных работах. Применение экранирующих комплектов при температуре воздуха выше 42 °С не рекомендуется. В этих случаях следует использовать стационарные или переносные экранирующие устройства.

Экранирующий комплект включает в себя спецодежду, спецобувь, средства защиты головы и рук, защитный экран для лица, заземляющие проводники со струбцинами.

Экранирующие комплекты изготавливают трех типов:

ЭПР для ремонтного персонала ВЛ и подстанций (летний);

ЭПХ для дежурного персонала подстанций (летний);

ЭПЗ для ремонтного персонала ВЛ (зимний).

3.2. Средства индивидуальной защиты

Защитные очки

Защитные очки применяются для защиты от твердых частей при обработке металла и других материалов, брызг расплавленной мастики, кислоты, щелочи, электролита, красок, искр и брызг металла при перегорании предохранителей и от светового воздействия дуги или пламени газовой горелки при сварочных работах и т.д.

Защитные очки должны отвечать в зависимости от назначения требованиям соответствующих стандартов и технических условий.

В случае применения очков с запотевающими стеклами для продолжительной работы их внутренние поверхности следует предварительно смазывать специальным составом, предохраняющим стекло от запотевания.

Рукавицы

Рукавицы предназначены для защиты рук от искр, брызг расплавленного металла, окалины, высоких температур, нефти, щелочей, кислот, воды, механических воздействий.

При работах с расплавленным металлом, кабельной мастикой необходимо применять рукавицы, изготовляемые из трудновоспламеняемых тканей.

Рукавицы должны изготовлять в соответствии с требованиями ГОСТ.

Рукавицы выпускаются шести типов: с настрочным втачным напалком; с напалком, цельнокроеным с нижней частью рукавицы, с двумя напалками; удлиненные с крагами; стягивающими у запястья эластичной лентой; - и четырех размеров. Рукавицы имеют усилительные и защитные накладки. Длина рукавиц с кранами должна быть не менее 420 мм. Во избежание затекания расплавленного металла, мастики и других веществ рукавицы должны плотно облегать рукава одежды.

Противогазы, респираторы

Противогазы предназначены для защиты органов дыхания при работах в условиях недостатка кислорода или чрезвычайно высокой загазованности от отравления газами, образующимися при авариях в результате расплавления металла и горения электроизоляционных материалов в закрытых распределительных устройствах.

При сварочных работах для защиты от сварочных аэрозолей применяют фильтрующие противоаэрозольные респираторы.

Гражданскими противогазами фильтрующего действия разрешается пользоваться только с гопкалитовым патроном, защищающим от окиси углерода. Гопкалитовый патрон разрешается применять при температуре не ниже 6 °С, при более низкой температуре ее защитные свойства утрачиваются.

Противогазы и респираторы следует изготавливать и эксплуатировать в соответствии с требованиями ГОСТов и технических условий.

Персонал должен быть обучен пользоваться противогазом с респиратором. При работе в шланговых противогазах необходимо следить, чтобы рабочие постоянно находились помощников, остающихся вне опасной зоны и способные в случае необходимости оказать им помощь. Респираторы предназначены для индивидуального пользования, передача респиратора другому лицу может быть разрешена только после дезинфекции.

Каски

Каски предназначены для защиты головы от механических повреждений, атмосферных осадков, поражения электрическим током. Касками обязан пользоваться весь персонал, находящийся в помещениях с действующим электрооборудованием на электростанциях и подстанциях, в ЗРУ и ОРУ, колодцах и туннелях, а также выполняющий ремонтные работы на ВЛ.

Каски необходимо изготавливать в соответствии с требованиями ГОСТ и технических условий. Каски в зависимости от назначения выполняют нескольких типов: с козырьком и полями, фародержателем, съемной пелериной для работ в местах с капежом воды, теплым подшлемником для работ в зимний период. Все детали касок не должны иметь острых кромок, краев и выступов. Каска должна быть снабжена подбородным ремнем. Материал каски не должен давать искры при ударе по нему металлическим предметом. Корпус каски должен быть без сквозных токопроводящих деталей, обеспечивать защиту от электрического тока в электроустановках до 1000 В. Наружная поверхность корпуса каски должна быть ровной, без трещин и пузырей.

Предохранительные монтажные пояса и страховочные канаты

Предохранительные монтажные пояса предназначены для обеспечения безопасности работающих на воздушных линиях электропередачи, электрических станциях и подстанциях, распределительных устройствах. При работах в действующих электроустановках следует применять предохранительные монтажные пояса со стропом из технической капроновой ленты или аналогичного материала. При сварочных работах, проводимых со снятием напряжения на токоведущих частях или без снятия напряжения на нетоковедущих частях, следует применять предохранительный пояс со стропом из цепи.

Карабин пояса должен закрываться на замок и иметь стопорное приспособление.

Пояс, подвергшийся динамическому рынку, необходимо изъять из эксплуатации.

Страховочный канат служит дополнительной мерой безопасности. Пользование им обязательно в тех случаях, когда место работы находится на расстоянии, не позволяющим закрепиться стропом предохранительного пояса за конструкцию оборудования. Для страховки применяется

хлопчатобумажный канат диаметром не менее 15 мм и длиной не более 10 м или канат из капронового плетеного фала. Разрывная статическая нагрузка каната должна быть не менее 10000Н. Узел крепления страховочного каната к кольцу пояса показан на рис. 3.1. Страховочные канаты могут быть оснащены карабинами.

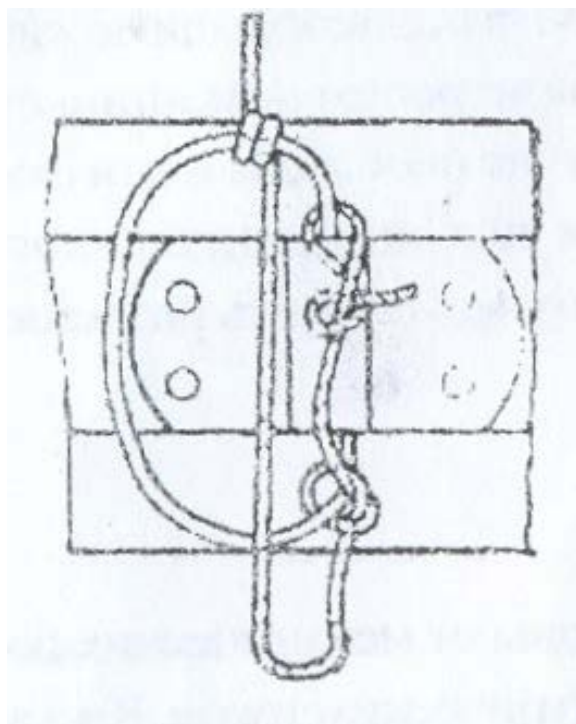


Рис 3.1. Узел крепления страховочного каната к кольцу пояса

3.3. Испытания средств защиты

После изготовления средства защиты подвергают приемо-сдаточным и типовым испытаниям. Приемо-сдаточные испытания - контрольные испытания готовой продукции, проводимые изготовителем при приемочном контроле. Типовые испытания - контрольные испытания продукции, проводимые после внесения изменений в конструкцию, рецептуру или технологию изготовления для оценки эффективности и целесообразности внесенных изменений.

В эксплуатации средства защиты подвергают эксплуатационным периодическим и внеочередным испытаниям.

Периодические испытания - контрольные испытания продукции, проводимые периодически в объемах и сроки, которые установлены в соответствующей документации. Внеочередные испытания проводят после ремонта, который может отразиться на основных электрических и механических характеристиках средств защиты. Объем внеочередных испытаний определяется в зависимости от характера неисправности и вида ремонта. Испытания после ремонта проводят по нормам и приемо-сдаточных испытаний.

При всех видах Испытаний проверяют механические и электрические характеристики средств защиты.

Следует отметить, что испытательное напряжение для основных защитных средств, в отличие от дополнительных, зависит от рабочего напряжения установки. Поэтому защитные средства подразделяются на основные и дополнительные: для установок напряжением до 1000 вольт и свыше 1000 вольт.

Электрические испытания

Перед электрическими испытаниями средства защиты должны быть подвергнуты наружному осмотру для проверки их размеров, исправности,

комплектности, состояния изоляционных поверхностей. При несоответствии средств защиты требованиям испытание не проводят до устранения обнаруженных недостатков.

Все испытания, как правило, следует проводить переменным током частотой 50 Г при 15 °С , 20°С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Выпускная работа это заключающий этап учебного процесса, в выпускной работе была разработана выбранную тему, выбирали наиболее рациональный вариант технологического решения.

Выпускная работа состоит из пояснительной записки и графической части. В пояснительной записке имеется 3 раздела основная часть экономическая часть и охрана труда.

Графическая часть состоит из плана перегона, упрощенной схемы питания контактной сети при системе 27,5кВ и схемы сопряжения анкерных участков на прямых и кривых участках пути.

В основной части пояснительной записки по заданным климатическим условиям и параметрам контактной подвески были выполнены расчеты: нагрузок на провода подвески, длин пролетов на прямых и кривых участках пути, длин пролетов проводов системы ДПР; выбраны: натяжение проводов, несущие и поддерживающие конструкции контактной сети. Также были рассчитаны опоры для внешней стороны кривой.

В экономической части была составлена смета на материалы и оборудование, а затем определена стоимость сооружения одного километра контактной сети.

В разделе «Охрана труда» рассмотрены правила применения и испытания средств защиты, используемых на электроустановках железной дороги.

На этом выполнение выпускной работы было закончено.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Дворовчикова Т.В. Электроснабжение и контактная сеть электрифицированных железных дорог. Учебное пособие по дипломному проектированию. Москва. Транспорт 1989 г.
2. Методические указания по дипломному проектированию контактной сети.1974.
3. ПУ и ПТЭ контактной сети электрифицированных железных дорог. 1994
4. ПТБ при эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог. 1997.
- 5.Фрайфлед А.В. Устройство, сооружение и эксплуатация контактной сети. Москва. Транспорт 1987 г.
- 6.Типовые нормы времени на техническое обслуживание и текущий ремонт контактной сети. 1988.
7. Зевьянский А.Я. Техника безопасности при эксплуатации контактной сети. Москва. Транспорт 1965 г.