

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Электроснабжение транспорта»

А. В. Паранин
А. В. Ефимов

**СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
И КОНСТРУКЦИИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ
КС-160 ДЛЯ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ
ДО 160 КМ/Ч**

Учебно-методическое пособие
для студентов всех форм обучения
190901 – «Системы обеспечения движения поездов»
и бакалавров направления подготовки –
140400 «Электроэнергетика и электротехника»

Екатеринбург
Издательство УрГУПС
2013

УДК 621.332

П18

Паранин, А. В.

П18 Современное оборудование и конструкции контактной сети КС-160 для скоростей движения до 160 км/ч : учеб.-метод, пособие / А. В. Паранин, А. В. Ефимов. – Екатеринбург : УрГУПС, 2013. –105, [1] с.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с программой по дисциплине «Контактные сети и линии электропередач» для студентов специальностей 190901 – «Системы обеспечения движения поездов», бакалавров направления подготовки – 140400 «Электроэнергетика и электротехника», предусмотренных Федеральным государственным образовательным стандартом. Содержит сведения необходимые для применения современного оборудования и конструкций контактной сети магистральных железных дорог при скоростях движения до 160 км/ч в дипломном и курсовом проектировании.

Предназначено для студентов дневного и заочного обучения по специальностям: 190901 – «Системы обеспечения движения поездов», бакалавров направления подготовки – 140400 «Электроэнергетика и электротехника».

УДК 621.332

Авторы: А. В Паранин – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электро-снабжение транспорта», УрГУПС

А. В. Ефимов – канд. тех. наук, профессор кафедры «Электроснабжение транспорта», УрГУПС

Рецензенты: П. В. Каменский – главный специалист отдела электрификации и электроснабжения ПИИ «Уралжелдопроект», Екатеринбург

А.О. Грехов – начальник отдела электрификации проектно-изыскательского института «Транспромпроект», УрГУПС

© Уральский государственный университет
путей сообщения (УрГУПС), 2013

Оглавление

Введение.....	4
1 Принятые условные сокращения и обозначения	6
2 Общие параметры и схемы контактной подвески на перегоне.....	8
3 Ограничители перенапряжений. Продольные электрические соединители. Продольные разъединители	18
4 Анкеровка проводов цепной подвески	27
5 Опоры	32
6 Фундаменты и анкеры	41
7 Консоли и фиксаторы	49
8 Общие параметры и схемы контактной подвески на станции	65
9 Жёсткие поперечины	80
10 Проход полукомпесированной контактной подвески под искусственным сооружением	91
11 Технические указания и рекомендации ОАО «РЖД».....	98
Список литературы	103

Введение

Практика преподавания в УрГУПС показывает, что при выполнении дипломного и курсового проектирования по направлению «Контактная сеть» студенты используют зачастую морально устаревшие оборудование и конструкции. Если на курсовом проекте подобное действие ещё простительно, поскольку студент только учится проектированию контактной сети и знакомится с её конструкцией, то при выполнении дипломного проекта следует избегать использования морально устаревшего оборудования и конструкции. Сложившаяся ситуация обусловлена в первую очередь тем, что большинство методических пособий по курсовому проектированию базируется на информации, изложенной в литературе [3], в которой рекомендуется использовать оборудование из типовых проектов контактной сети, разработанных в лучшем случае в 80-х годах прошлого века. Конечно, в целом методология и общий подход при проектировании контактной сети сохранился. В некоторых современных учебных изданиях [4] есть описание отдельных элементов или общих особенностей современных контактных подвесок. Но эти сведения трудно корректно применить при выполнении дипломного или курсового проекта.

В последние 10–15 лет ведущими проектными организациями разработано множество типовых проектов и альбомов контактной сети для скоростей движения до 160 км/ч. Данное учебно-методическое пособие основано на разработках ЗАО «Универсал-контактные сети» (УКС) и ОАО «Научно исследовательский институт транспортного строительства» (ЦНИИС). При выполнении дипломного и курсового проектирования на перегоне предусматривается, как правило, компенсированная контактная подвеска. В качестве её основы приняты подвеска на изолированных горизонтальных консолях ИТГ: КС-160-3И (типовой проект КС-160-6.0-10) для постоянного тока и КС-160-25 (типовой проект КС-160-5.0-08) для переменного тока. Подбор и армировка консолей ИТГ производится по типовым альбомам КС-160-6.1-10 для постоянного тока и КС-160-5.1-08 для переменного тока. В качестве основных опорных конструкций рекомендуется применять металлические коробчатые двухшвеллерные опоры по проекту КС.МК-08. Анкера и фундаменты используются по проекту 4182И. На станции рекомендуется использовать полукомпенсированную подвеску. Основой для неё на постоянном токе является типовой проект КС-160.12 и дополнение к нему КС-160.12-09, для переменного тока – типовой проект КС-160.11. В качестве несущих конструкций на станции используются унифицированные поперечины по проекту 5254, в том числе ригели повышенной длины. В стеснённых условиях возможно применение металлических самонесущих анкерных опор МТА-9-40 по проекту № 7157. Как правило, при выполнении дипломного и курсового проектирования по контактной сети на станции предусматривается пешеходный мост. В связи с этим рассмотрен типовой проект 4363-4 для определения способов прохода полукомпенсированных контактных подвесок в ИССО. Таким образом, используя данное методическое пособие, студент, со-

храня общий подход и структуру дипломного и курсового проекта, может применять современное оборудование, конструкции и узлы контактной сети. Следует также понимать, что такой подход является методологически обоснованным упрощением реального процесса проектирования.

Стоит также отметить, что в последнее время классические методы расчёта контактной сети, основанные на аналитических моделях, уступают место расчётам на основе метода конечных элементов. По всей видимости, в ближайшее десятилетие это войдёт в обычную практику проектирования.

В связи с внедрением нового подхода в обучении студентов специалистов и бакалавров на основании федерального государственного образовательного стандарта третьего поколения (ФГОС) необходимо указать компетенции, формируемые данным учебно-методическим пособием. Так, для бакалавров 140400 «Электроэнергетика и электротехника» формируются следующие профессиональные компетенции:

- готовность работать над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов (ПК-8);
- способность разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов (ПК-9);
- готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электротехнического и электроэнергетического оборудования (ПК-14).

Для специалистов 190901 «Системы обеспечения движения поездов» формируются следующие профессиональные компетенции:

- готовность к организации проектирования систем обеспечения движения поездов; умение разрабатывать проекты систем, технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, средств технологического оснащения производства; готовность разрабатывать конструкторскую документацию и нормативно-технические документы с использованием компьютерных технологий (ПК-24);
- умение разрабатывать с учетом эстетических, прочностных и экономических параметров технические задания и проекты устройств электроснабжения, железнодорожной автоматики и телемеханики, стационарной и подвижной связи, средств защиты устройств при аварийных ситуациях; определять цель проекта; способность составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитывать загрузку оборудования и показатели качества продукции, проводить сравнительный экономический анализ и экономическое обоснование инвестиционных проектов при внедрении и реконструкции систем обеспечения движения поездов (ПК-26).

1 Принятые условные сокращения и обозначения

КП – контактный провод рабочей подвески;

КП анк. – контактный провод анкеруемой подвески;

НТ – несущий трос рабочей подвески;

НТ анк. – несущий трос анкеруемой подвески;

РТ – рессорный трос;

УП – усиливающий провод;

СА НТ – средняя анкеровка несущего троса;

УГР – уровень головки рельсов;

УОФ – уровень условного обреза фундамента;

H_0 – расчётная высота контактного провода относительно головки рельса;

$H_{УОФ}$ – расчётная положение условного обреза фундамента относительно уровня головки рельса;

H_p – высота установки ригеля относительно уровня головки рельса;

$H_{АНК}$ – высота установки анкерных кронштейнов относительно уровня головки рельса;

M – величина междупутья;

a_{Φ} – зигзаг рабочего контактного провода прямого пути;

b_{Φ} – зигзаг рабочего контактного провода примыкающего пути;

Γ – габарит опоры;

X – горизонтальное расстояние от оси горизонтальной или фиксаторной стойки до контактного провода рабочей ветви;

R – радиус кривой;

H_S – вертикальное расстояние от уровня рабочего контактного провода до шарнирного сочленения дополнительного фиксатора с фиксаторной стойкой;

H_{Φ} – вертикальное расстояние от уровня рабочего контактного провода до шарнирного сочленения стержня основного фиксатора с наклонным стержнем консоли ;

H_B – база консоли, т.е. расстояние между узлами крепления консоли на опоре по центрам шарниров.

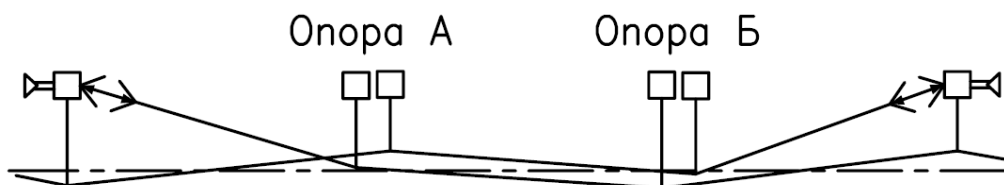




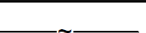
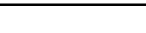


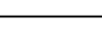
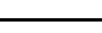
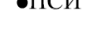


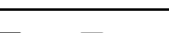


Рисунок 1.1 – Переходные опоры А (с пересечением подвесок) и Б (без пересечения подвесок) трёхпролётного сопряжения

	Подвеска контактная рабочая
	Подвеска контактная в нерабочей части
	Воздушная линия электропередачи на опорах контактной сети
	Провод усиливающий
	Провод волноводный
	Кабель волоконно-оптической связи
	Поперечный электрический соединитель проводов подвески без подключения к усиливающим проводам
	Поперечный электрический соединитель проводов подвески с подключением к усиливающим проводам
	Продольный электрический соединитель проводов подвесок на изолирующих сопряжениях
	Поперечный электрический соединитель анкеруемой и рабочей подвесок на изолирующих сопряжениях для выравнивания потенциалов
	Изолятор врезной или гирлянда изоляторов
	Металлическая опора
	Анкерные металлические опоры с одинарной и с двойной оттяжкой
	Компенсированная анкеровка контактной подвески

	Железобетонная опора
	Полукомпенсированная анкеровка контактной подвески
	Средняя анкеровка компенсированной контактной подвески
	Зигзаг контактного провода, имеющий нормальное значение
	Зигзаг контактного провода, имеющий расчетное значение
	Ограничитель перенапряжений (ОПН)
	Секционный разъединитель с электродвигательным приводом нормально отключенный
l	Длина промежуточного пролета
l_{max}	Максимально допускаемая длина промежуточного пролета по ветроустойчивости
$l_n(l_{n1}, l_{n2})$	Длина переходного пролета
$l_a(l_{a1}, l_{a2})$	Длина пролета с анкеруемой подвеской
	α - угол между анкеруемой ветвью и направлением контактного провода в переходном пролете

Рисунок 1.2 – Условные обозначения на планах контактной сети

2 Общие параметры и схемы контактной подвески на перегоне

В качестве основы для контактной подвески на перегоне приняты типовые проекты КС-160-6.0-10 для постоянного тока и КС-160-5.0-08 для переменного тока. Эти проекты были разработаны ЗАО «УКС» в 2010 и 2008 годах соответственно. В обоих этих проектах контактная сеть выполняется на изолированных горизонтальных консолях ИТГ.

Контактная сеть с изолированными консолями, в отличие от подвески с неизолированными консолями, исключает поджатие узла подвешивания несущего троса к консоли и имеет дополнительные преимущества:

- повышенную ветроустойчивость и большую допустимую длину пролетов, определяемые конструкцией узла подвешивания несущего троса;
- лучшие условия безопасности обслуживания, возможность выполнения работ по регулировке без снятия напряжения.

Конструкция консолей ИТГ и фиксаторов, рекомендованных к применению в дипломных и курсовом проектах, обоснована специальными расчетами на прочность, проведенными ЗАО «УКС». Допустимые нагрузки приведены для расчетных условий, принятых в проекте. Соответствие конструкции допустимым нагрузкам подтверждено испытаниями ЦНИИСа. Изолированные консоли из труб являются основным типом поддерживающих конструкций контактной сети зарубежных железных дорог.

Конструкция контактной сети с горизонтальными изолированными консолями позволяет обеспечить поддержание в процессе эксплуатации постоянства конструктивной высоты подвески на прямых и в кривых участках пути, сохранение расчетных показателей эластичности подвески на весь период эксплуатации с учетом допустимого износа проводов и возможность применения токоведущих струн расчетной длины (мерных струн) при перспективном повышении скоростей движения поездов.

В качестве типовой конструкции опорного узла на постоянном и переменном токе выбрана конструкция с рессорным тросом марки М-35 или Бр-35, натяжением 3000 Н. Расчетное натяжение рессорный трос должен иметь в нагруженном состоянии (контактный провод находится в проектном положении, подрессорные струны нагружены и расположены вертикально).

Рессорный трос не устанавливается в следующих случаях:

- при средней длине смежных пролетов менее 40 м;
- в опорных узлах нерабочих подвесок на сопряжениях;
- в опорном узле рабочей подвески на опоре «Б» изолирующих сопряжений;
- в кривых радиусом менее 600 м, а также на всех участках, где скорость движения не более 70 км/ч (тех. указание ОАО «РЖД» ЦЭТ-2/5 от 30.01.2012).

Высоту контактных проводов над уровнем головок рельсов рекомендуется принимать в обоих случаях 6250 мм. В качестве струн применяются звеньевые струны из сталемедной проволоки 4БСМ1, полимерные струны или токопроводящие струны расчетной длины из троса VzII-16. На постоянном токе не рекомендуется использовать шахматную расстановку струн. Схема расстановки струн в пролётах разной длины для контактной сети постоянного и переменного тока показана на рисунках 2.3 и 2.4.

Зигзаг контактных проводов на прямых принят ± 300 мм при средней температуре. Допустимые отклонения зигзага ± 30 мм. Наиболее корректно на кривых участках пути зигзаг контактного провода выбирать по таблице оптимальных зигзагов (пункт 2.6 [2]). Однако допустимо с разрешения преподавателя зигзаг на кривых выбирать независимо от радиуса, равным 400 мм.

Конструкция фиксаторного узла при расчетных значениях ветра, температуры и приведенном значении нажатия двух токоприемников 350 Н на постоянном токе и 250 Н на переменном токе допускает отжатие контактных проводов в зоне фиксатора до 250 мм.

В качестве основных опорных конструкций рекомендуется применять металлические коробчатые двухшвеллерные опоры по проекту КС.МК-08 с установкой на фундаменты ТСАЭ по проекту 4182И ОАО «ЦНИИС». Допускается применение железобетонных опор ССА с фундаментом. В указанных типовых проектах поддерживающие конструкции рассчитаны на прочность, жесткость и устойчивость в соответствии с «Нормами проектирования контактной сети» СТН ЦЭ 141-99 и «Нормами проектирования модернизации (обновления) контактной сети» для следующих условий:

- расчетных климатических условий III ветрового района и III гололедного района;

- расчетного интервала температур 130 °С для постоянного и 110 °С для переменного тока (минимальная температура –50 °С) ;
- максимальной длины пролета 65 м;
- кривых минимального радиуса 300 м.

При расчёте интервала температур учитывался дополнительный нагрев от солнечной радиации до 10 °С и нагрев тяговыми токами.

Габариты анкерных опор, как правило, должны приниматься 3,5 м. Габариты промежуточных и переходных опор должны быть не менее 3,1 м, рекомендуется использовать габарит 3,3 м.

На переходных опорах сопряжений анкерных участков контактная подвеска каждой ветви подвешивается и фиксируется на отдельной опоре (см. рисунки 2.5–2.7). Взаимное расположение проводов на переходных опорах сопряжений обеспечивается за счет монтажа ветвей подвески со взаимным смещением. Расстояние между консолями на переходных опорах сопряжений принято 2 м, что обеспечивает минимальное расстояние между консолями (при минимальной температуре): не менее 100 мм на переходных опорах А, Б, неизолирующих сопряжений и 550 мм на этих же опорах при изолирующих сопряжениях.

Допустимые длины пролетов между опорами должны определяться в соответствии с требованиями ПУТЭКС. Разница длин смежных промежуточных пролетов компенсированной подвески не должна превышать 15%, полукомпенсированной –15 %.

Длины переходных пролетов при креплении консолей на разнесенных опорах определяются по расстоянию между точками крепления несущих тросов соответствующих подвесок. Длину переходных пролетов неизолирующих сопряжений и пролетов с отходящими на анкеровку подвесками следует максимально приближать к допускаемой длине промежуточных пролетов для расчетных климатических условий и плана пути. Длину переходных пролетов изолирующих сопряжений по сравнению с промежуточными пролетами, рассчитанными для данного места, следует сокращать в соответствии с требованиями ПУТЭКС. Длину пролетов со средними анкеровками необходимо сокращать при компенсированной подвеске на 5 %, при полукомпенсированной – на 10 %.

На неизолирующих сопряжениях возвышение отходящих на анкеровку контактных проводов над рабочими проводами в месте, где анкеруемая ветвь

входит в зону полоза токоприемника, должно быть не менее 300 мм на прямых и 350 мм на кривых участках пути. Горизонтальное расстояние между внутренними сторонами рабочих контактных проводов в переходных пролетах на изолирующих сопряжениях с нормально включенными продольными разъединителями должно составлять 400 мм для постоянного тока и 500 мм для переменного тока, с нормально отключенными 550 мм для обоих родов тока.

Изолирующие сопряжения в проекте предусмотрены с врезными в контактные провода натяжными полимерными гладкостержневыми или ребристыми изоляторами. Расстояние по вертикали от оси врезных изоляторов до рабочих контактных проводов на переходных опорах должно быть не менее 350 мм. Не рекомендуется располагать сопряжения и особенно изолирующие на кривых участках пути радиусом менее 1200 м.

При курсовом и дипломном проектировании для упрощения работы можно использовать только трёхпролётные сопряжения. В связи с этим в данном методическом пособии четырёхпролётные сопряжения не рассматриваются. Тем не менее стоит отметить, что ЗАО «УКС» рекомендует использовать четырёхпролётные сопряжения при длинах переходных пролётов менее 59 м.

Сопряжения анкерных участков на двухпутных участках следует располагать таким образом, чтобы переходная опора без пересечения ветвей подвесок (опора Б) была первой по преимущественному направлению движения. Продольные разъединители на изолирующих сопряжениях должны устанавливаться на этой опоре. Угол между анкеруемой ветвью и направлением контактных проводов в переходном пролете не должен превышать 6° (отклонение провода не более 1 м на длине 10 м). При габарите анкерных опор более 3,5 м при проектировании величину угла отклонения следует рассчитывать в зависимости от принятого габарита анкерной опоры, длины пролета с анкеруемой подвеской, радиуса кривой и указывать на планах контактной сети.

Крепление контактных проводов анкеруемой ветви к изолятору у компенсатора должно быть на 500–700 мм выше уровня рабочих контактных проводов. Расстояние по вертикали в месте пересечения несущих тросов в пролете между переходной и анкерной опорами должно быть не менее 50 мм (рис. 2.5–2.7). На неизолирующих сопряжениях анкерных участков на отходящей на анкеровку ветви нерабочей контактной подвески в зоне прохода полоза токоприемника устанавливаются двойные струны обычной конструкции или приемные струны специальной конструкции

на расстоянии 0,5 м в сторону анкеровки от места, где нерабочая ветвь контактного провода пересекается (в плане) с внутренней стороной головки рельса.

На изолирующих сопряжениях с обеих сторон врезных изоляторов устанавливаются двойные поддерживающие струны или поддерживающие струны специальной конструкции. Отходящие на анкеровку ветви сопряжений подвески должны иметь постепенное возвышение без излома от приемных струн в зоне прохода полоза токоприемника.

Основные параметры компенсированной контактной подвески на перегоне для скорости движения не более 160 км/ч приведены в таблице 2.1 при системе тягового электроснабжения на постоянном и переменном токе. По согласованию с преподавателем студент может изменить некоторые параметры контактной подвески в данной таблице.

Таблица 2.1 – Основные параметры компенсированной контактной подвески на перегоне для скорости движения не более 160 км/ч

Параметр	Постоянный ток	Переменный ток
1	2	3
Марка и натяжение КП	Принято по исходным данным	
Марка и натяжение НТ	Принято по исходным данным	
Рессорный трос	Марка М-35 или Бр-35, длина 16 м, натяжение 3000 Н	
Струны	Звеньевые (4БСМ1) или токопроводящие типа ВэП-16	
Максимальная длина пролёта	70 м (желательно сократить до 65 м при консолях ИТГ)	70 м
Зигзаг КП на прямом участке пути	0,3 м	
Конструктивная высота подвески	1,8 м	
Высота КП от УГР	6,25 м	
Максимально допускаемое отжатие КП токоприемником в опорном узле, мм	250 мм	
Максимальная неравномерность эластичности подвески в пролёте	Не более 16% (точное значение определяется натяжением КП и НТ, весом подвески, конструкцией подопорного узла и схемой струн)	
Максимальная скорость движения ЭПС	160 км/ч	
Максимальное допускаемое изменение натяжения КП и НТ в пределах от средней (жесткой) анкеровки подвески до компенсатора	± 10%	
Максимальная длина анкерного участка контактной подвески, м	2*800 м (рекомендуемая 2*700)	

На рисунке 2.1 обозначен типовой анкерный участок компенсированной контактной подвески для постоянного тока с металлическими опорами. Отличие типового АУ на переменном токе состоит в том, что отсутствует усиливающий провод, вместо линии ПЭ будет линия ДПР (обозначение аналогичное), электросоединители ПС расставляются через пролёт. В остальном планы типовых анкерных участков компенсированной контактной подвески при системе тягового электроснабжения на постоянном и переменном токе будут внешне схожи. Длина промежуточного пролёта l должна быть определена рассчитана студентом в соответствующей главе дипломного или курсового проекта. При этом необходимо учитывать рекомендации данные в альбомах КС-160-6.0-10 и КС-160-5.0-08 (при консолях ИТГ на постоянном токе – $l_{\max} = 65$ м, на переменном токе – $l_{\max} = 70$ м).

При применении на станции полукомпенсированной подвески, а на перегоне – компенсированной, стыкование полукомпенсированной и компенсированной подвесок выполняется в первом от станции анкерном участке, в котором одна часть от средней анкеровки в одну сторону станции работает как полукомпенсированная подвеска, а другая часть (от средней анкеровки) в сторону перегона – как компенсированная. Средняя анкеровка выполняется как для компенсированной подвески (рисунок 2.2).



Рисунок 2.1 – Типовой анкерный участок компенсированной контактной подвески (постоянный ток, металлические опоры)

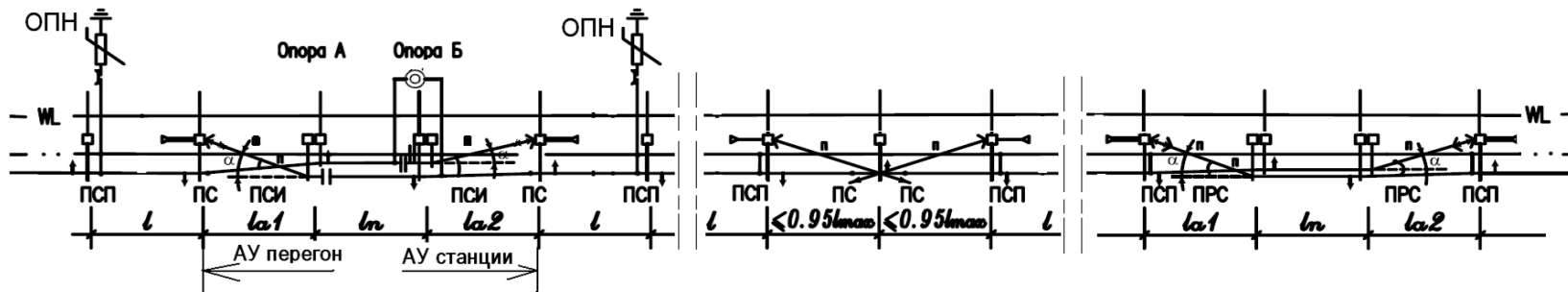


Рисунок 2.2 – Схема стыкования полукомпенсированной (станция слева) и компенсированной (перегон справа) контактных подвесок

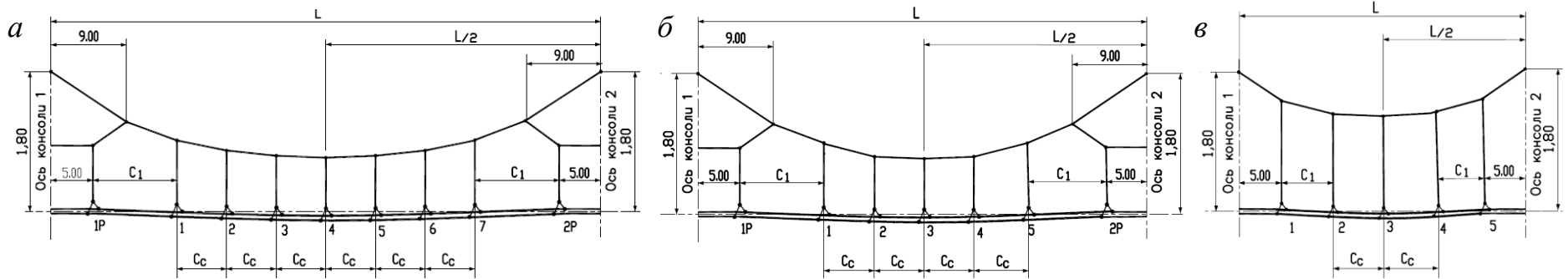


Рисунок 2.3 – Схема расстановки струн в промежуточных пролётах компенсированной контактной подвески постоянно-го тока при длине пролёта L : *а* – от 57 до 65 м; *б* – от 40 до 56 м; *в* – от 30 до 39 м

15

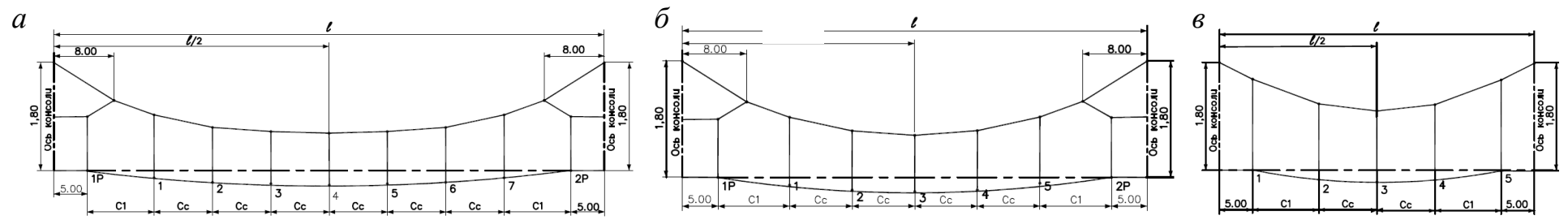


Рисунок 2.4 – Схема расстановки струн в промежуточных пролётах компенсированной контактной подвески переменного тока при длине пролёта L : *а* – от 61 до 70 м; *б* – от 60 до 40 м; *в* – менее 40 м

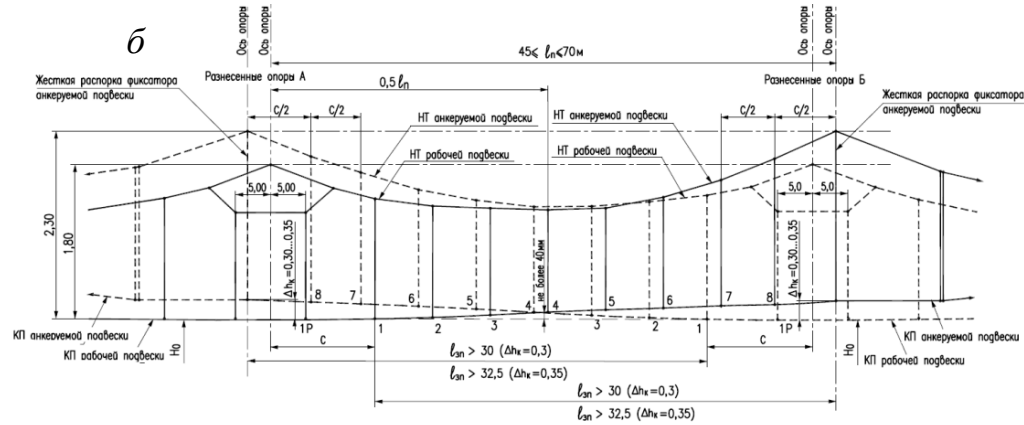
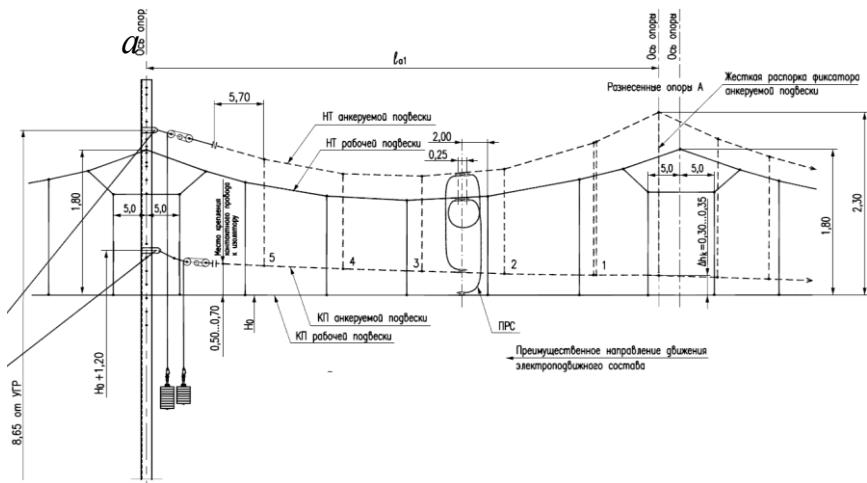


Рисунок 2.5 – Схема трёхпролётного сопряжения без секционирования на переменном токе:
 а – пролёт с анкеровкой отходящей ветви; б – пролёт переходной

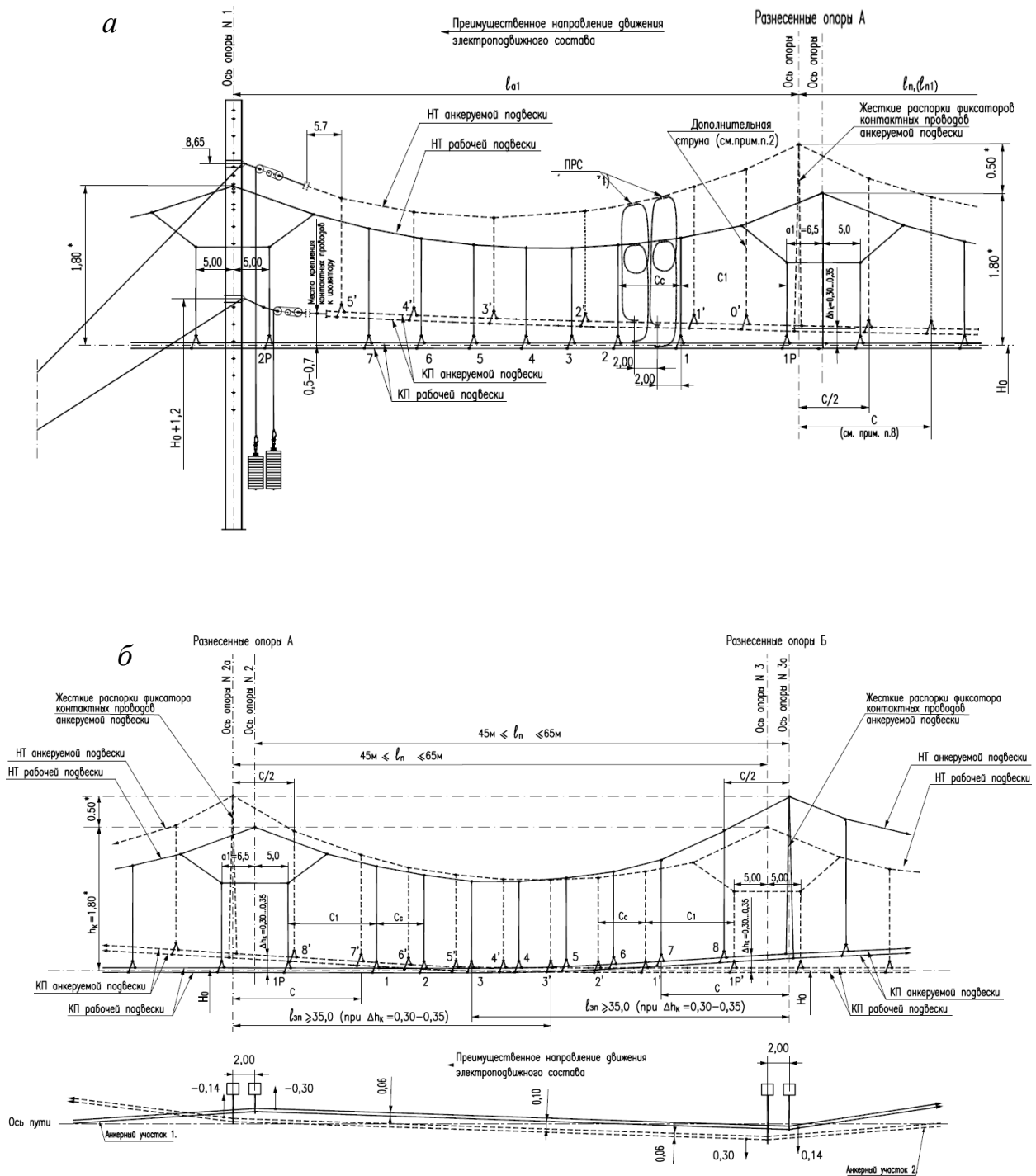


Рисунок 2.6 – Схема трёхпролётного сопряжения без секционирования на постоянном токе:

а – пролёт с анкерровкой отходящей ветви; *б* – пролёт переходной

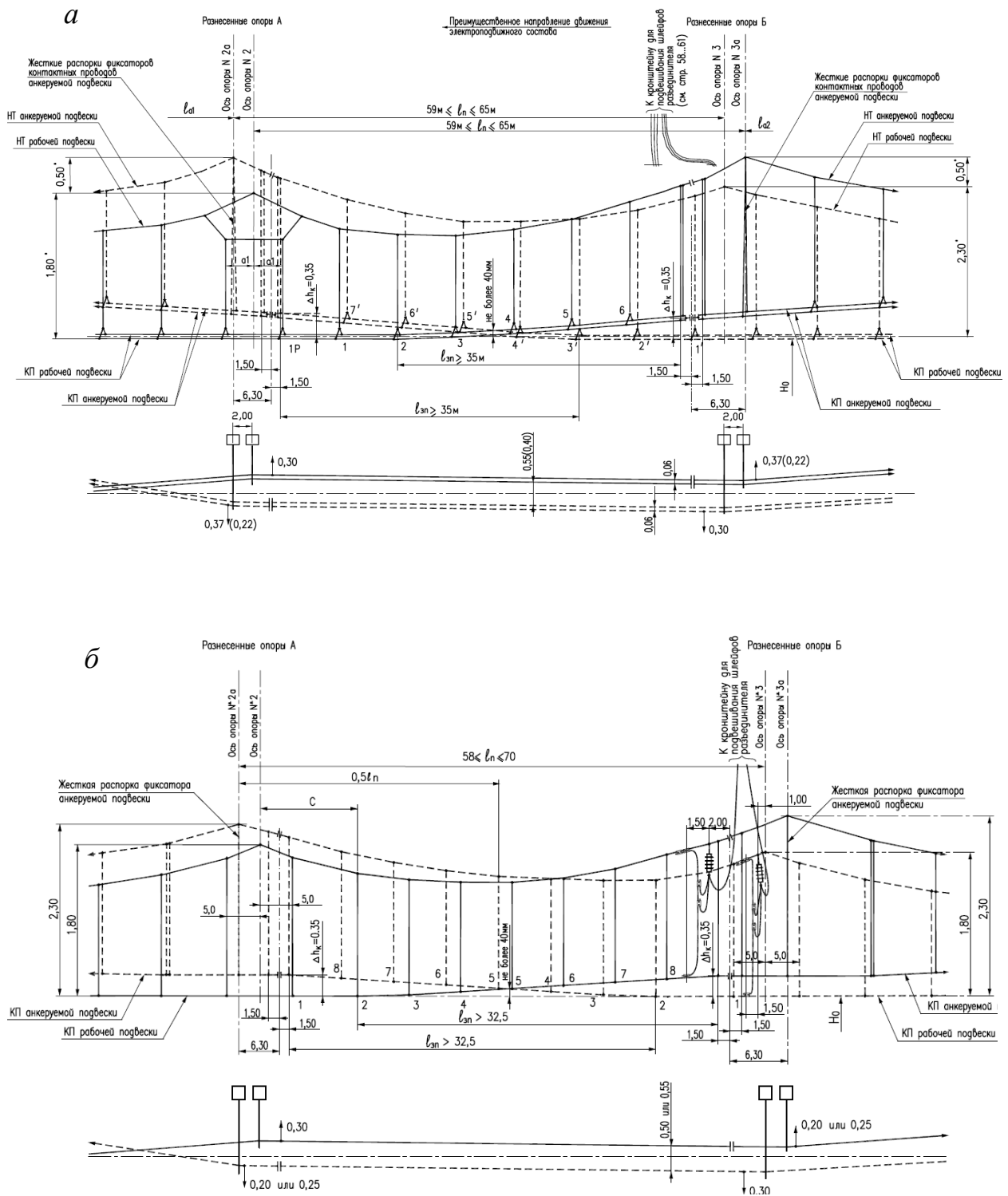


Рисунок 2.7 – Схема переходного пролёта сопряжения с секционированием:
а – на постоянном токе; *б* – на переменном токе

3 Ограничители перенапряжений. Продольные электрические соединители. Продольные разъединители

На сегодняшний момент для защиты КС от атмосферных перенапряжений при системе электроснабжения постоянного тока 3 кВ и переменного тока 25 кВ широко применяются ограничители перенапряжений (ОПН). В дипломном и курсовом проекте рекомендуется устанавливать ОПН. Они подключаются через роговой разрядник, зашунтированный плавкой вставкой (рисунок 3.1).

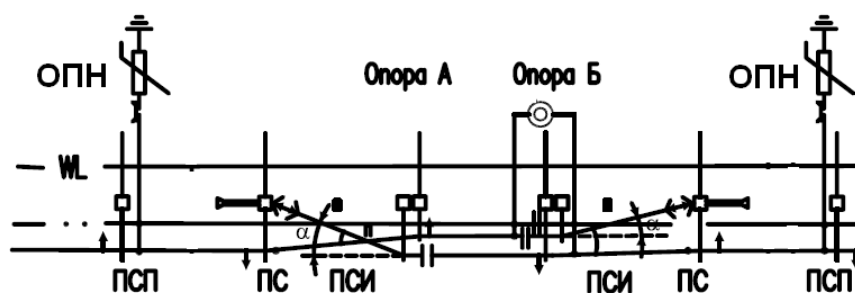


Рисунок 3.1 – Изолированное сопряжение на отдельных переходных опорах с обозначением ОПН и электросоединителей (ПСП, ПСИ, ПС) на плане контактной сети

Внешний вид установки ОПН для обеих систем электроснабжения показан на рисунках 3.2–3.3. Подключение показано в соответствии с проектами КС-160.6.0-10 и КС-160.3.0-08 ЗАО «УКС».

В соответствии с техническим указанием Департамента электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» N К - 02/08 «О порядке применения ОПН для защиты контактной сети от грозových перенапряжений» ОПН на контактной сети постоянного тока с подключением к контактной подвеске устанавливаются в следующих местах:

- в середине фидерной зоны между двумя тяговыми подстанциями (при отсутствии поста секционирования) при ее длине более 15 км;
- при наличии на фидерной зоне подключенных пунктов параллельного соединения и постов секционирования, оборудованных аппаратами защиты от перенапряжений, установки ОПН в середине фидерной зоны не предусматривать;
- при консольном питании устанавливать ОПН в конце консоли.

При контактной сети переменного тока:

- на изолированных воздушных сопряжениях с нейтральной вставкой с подключением к нейтральной вставке;
- у отсасывающих трансформаторов у обоих выводов их первичной обмотки, присоединенных к контактной сети;
- на станциях стыкования с обеих сторон изолирующих сопряжений со стороны постоянного тока и к нейтральной вставке со стороны переменного тока.

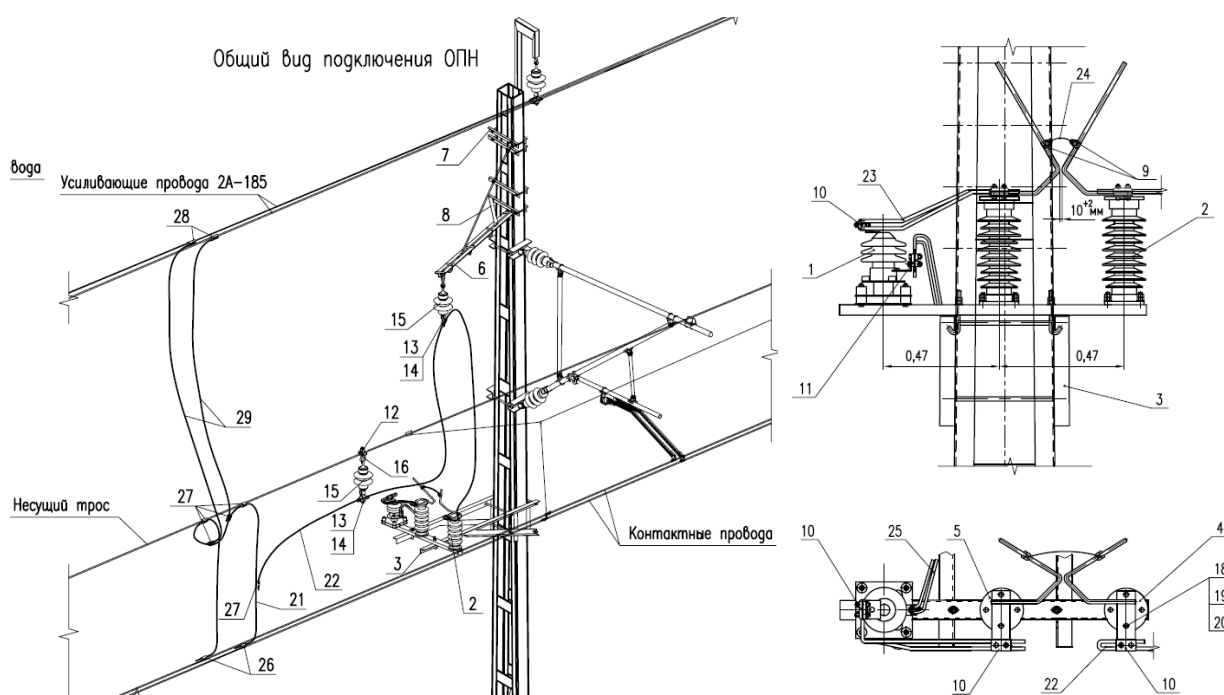


Рисунок 3.2 – Внешний вид подключения ОПН к КС постоянного тока 3 кВ

На рисунке 3.2 обозначено: 1 – ОПН-3.3КС; 2 – Изолятор СЧ-195-1; 3 – Установка кронштейна ОПН на металлической опоре; 4 – Пластина с рогом; 5 – Пластина с рогом; 6 – Кронштейн шлейфов КФДЦ- с ограничительной накладкой от разворота Д-6; 7 – Узел крепления швеллерного кронштейна под углом к оси пути; 8 – Узел крепления швеллерного кронштейна под углом к оси пути с накладкой от разворота; 9 – Зажим струновой; 10 – Зажим соединительный; 11 – Зажим плащечный заземляющего провода; 12 – Зажим хомутовый; 13 – Седло одинарное под серьгу; 14 – Вкладыш седловой; 15 – Изолятор ПСФ 70-3/0.5-01 МОП; 16 – Серьга Ср4,5; 17 – Болт М 10х110; 18 – Болт М 12х55; 19 – Гайка М12; 20 – Шайба 12; 21 – Поперечный электрический соединитель

провод М-95; 22 – Шлейф к ОПН провод М-120; 23 – Провод М-95; 24 – Плавкая вставка; 25 – Заемление, круг диам. 12 мм; 26 – Питающий зажим КП; 27 – Питающий зажим НТ; 28 – Зажим переходной типа ПАМ; 29 – Шлейф к УП провод М-120.

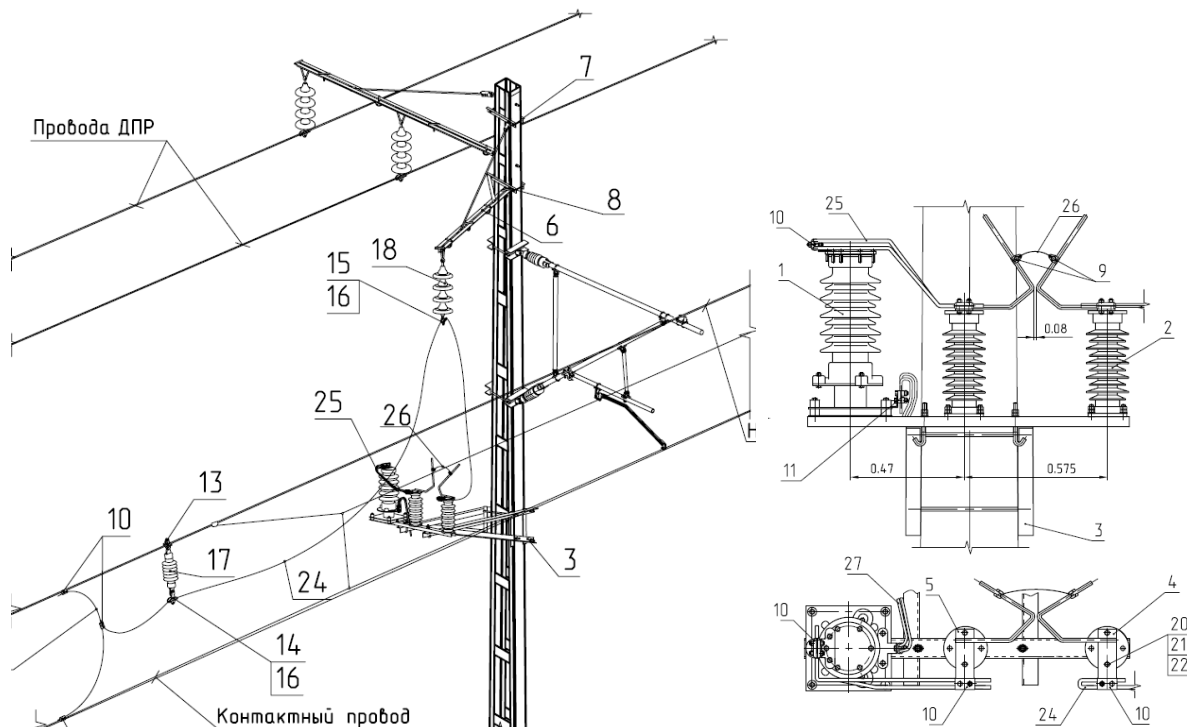


Рисунок 3.3 – Внешний вид подключения ОПН к КС переменного тока 25 кВ

На рисунке 3.2 обозначено: 1 – ОПНК– П1– 27.5; 2 – Изолятор СЧ– 195– И; 3 – Кронштейн для установки ОПН; 4 – Пластина с рогом; 5 – Пластина с рогом; 6 – Кронштейн шлейфов КФДЦ– 50; 7 – Узел крепления швеллерного кронштейна под углом к оси пути; 8 – Узел крепления швеллерного кронштейна под углом к оси пути с накладкой от разворота; 9 – Зажим струновой; 10 – Зажим соединительный 055–5; 11 – Зажим плащечный заземляющего провода; 12 – Зажим питающий 053– 6; 13 – Зажим хомутовый; 14 – Седло одинарное под серьгу; 15 – Седло одинарное под пестик; 16 – Вкладыш седловой; 17 – Изолятор НСФ 70–25/0.95; 18 – Изолятор ПС70– Е; 19 – Болт М10х110 ; 20 – Болт М12х55 ; 21 – Гайка М12 ; 22 – Шайва 12 ; 23 – Электрический соединитель М-95; 24 – Шлейф к ОПН М-95; 25 – Провод М-95; 26 – Плавкая вставка; 27 – Заемление, круг диам. 10 мм.

При выполнении дипломного и курсового проекта необходимо предусмотреть поперечные электрические соединители (рисунок 3.4) с подключени-

ем к усиливающему проводу (ПСП) на постоянном токе и без подключения к усиливающему проводу ПС на переменном токе. Частоту расстановки ПС и ПСП выбирать исходя из типового плана анкерного участка контактной сети. На планах КС электрические соединители показываются как точка с соответствующей подписью (рисунок 2.1).

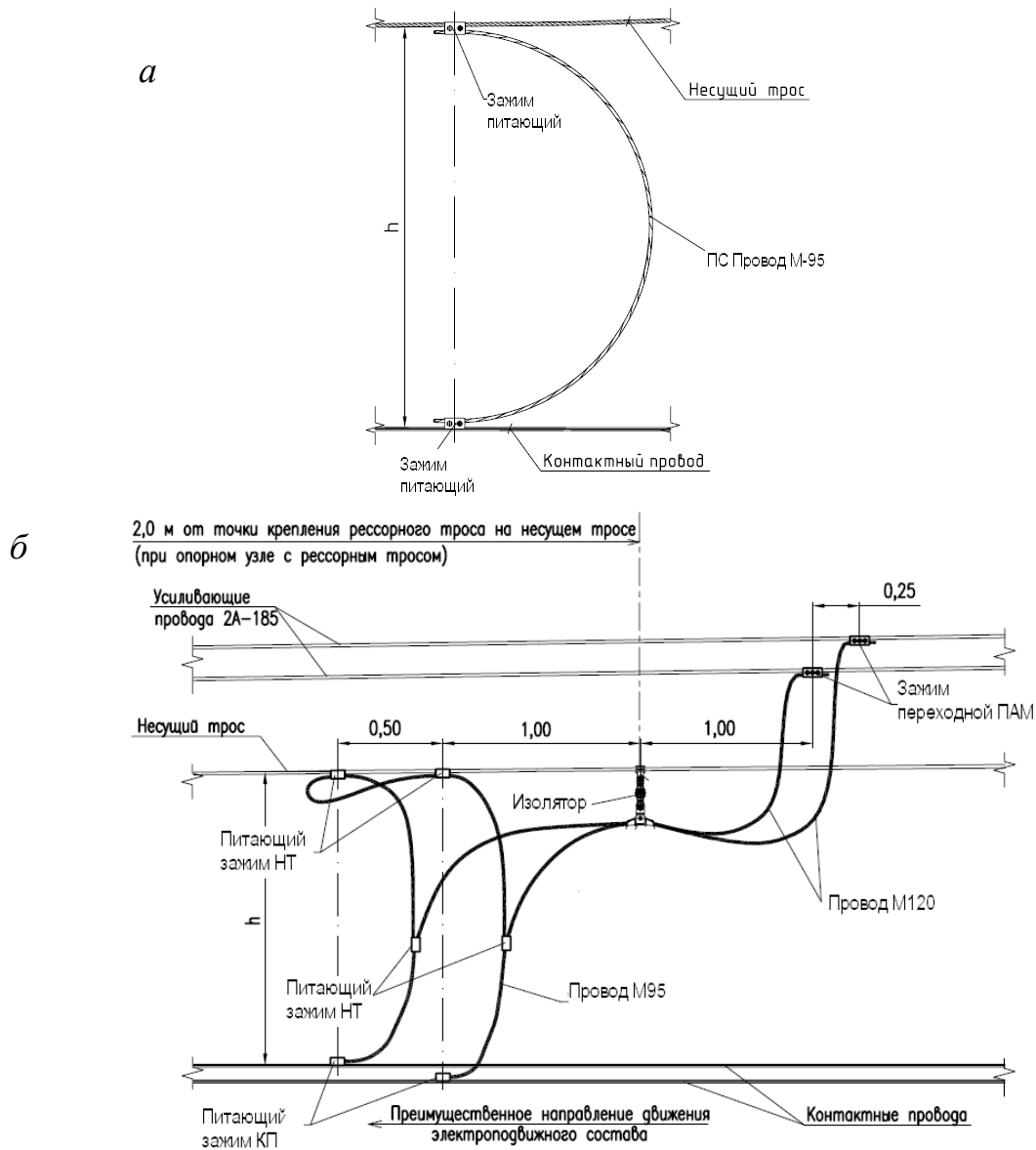


Рисунок 3.4 – Поперечные электрические соединители между контактным проводом и несущим тросом ПС – *а*; и тоже самое с подключением к усиливающему проводу ПРС – *б*

В переходных пролётах АУ без секционирования электрические соединители называются ПРС, а секционированием ПСИ. Их внешний вид для постоянного и переменного тока показан на рисунках 3.5 и 3.6.

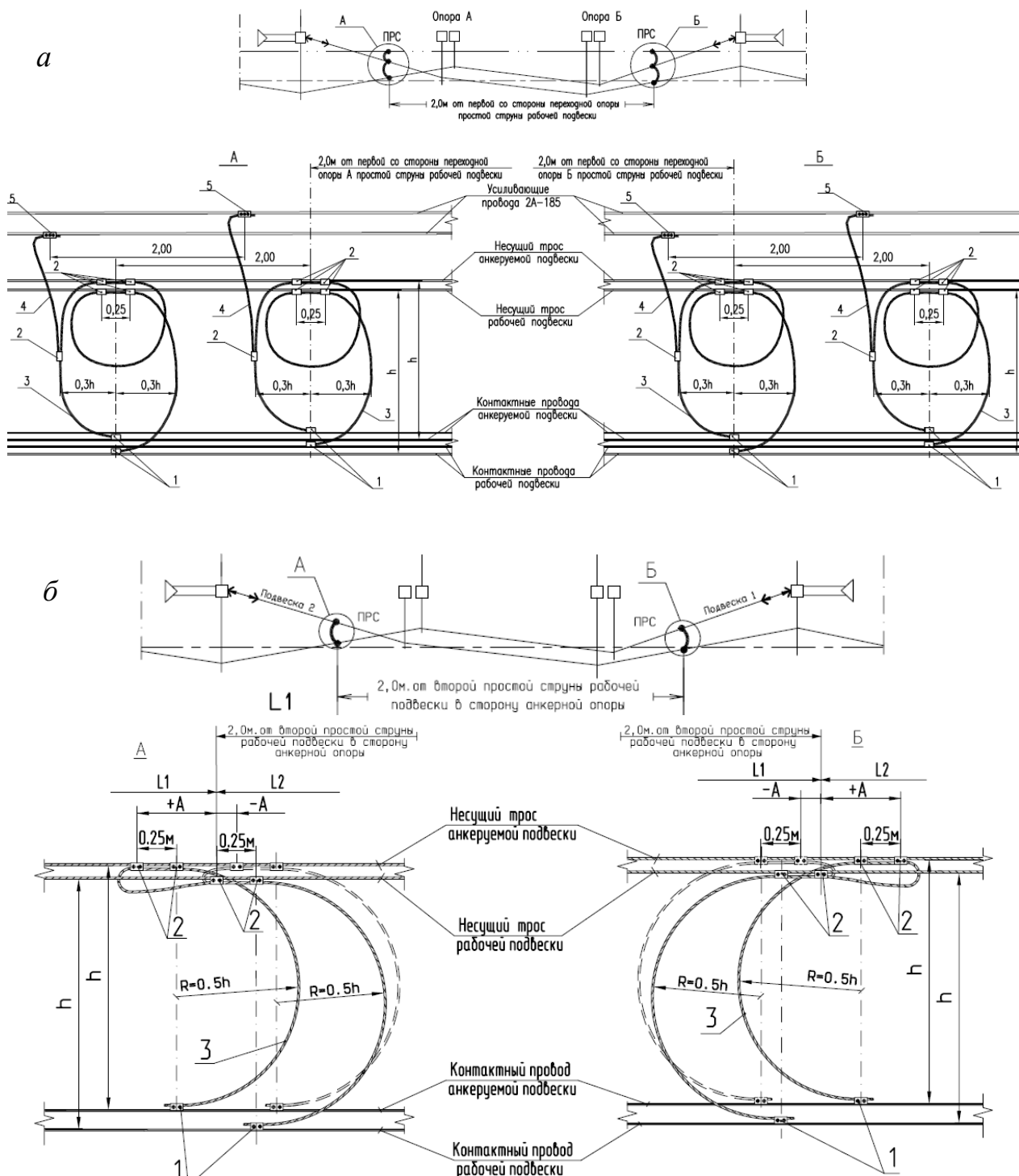


Рисунок 3.5 – Поперечные электрические соединители в сопряжении без секционирования ПРС: *a* – на постоянном токе; *б* – на переменном; 1 – зажим питающий КП, зажим питающий НТ, 3 – провод М-95, 4 – провод М-120, 4 – зажим переходной ПАМ

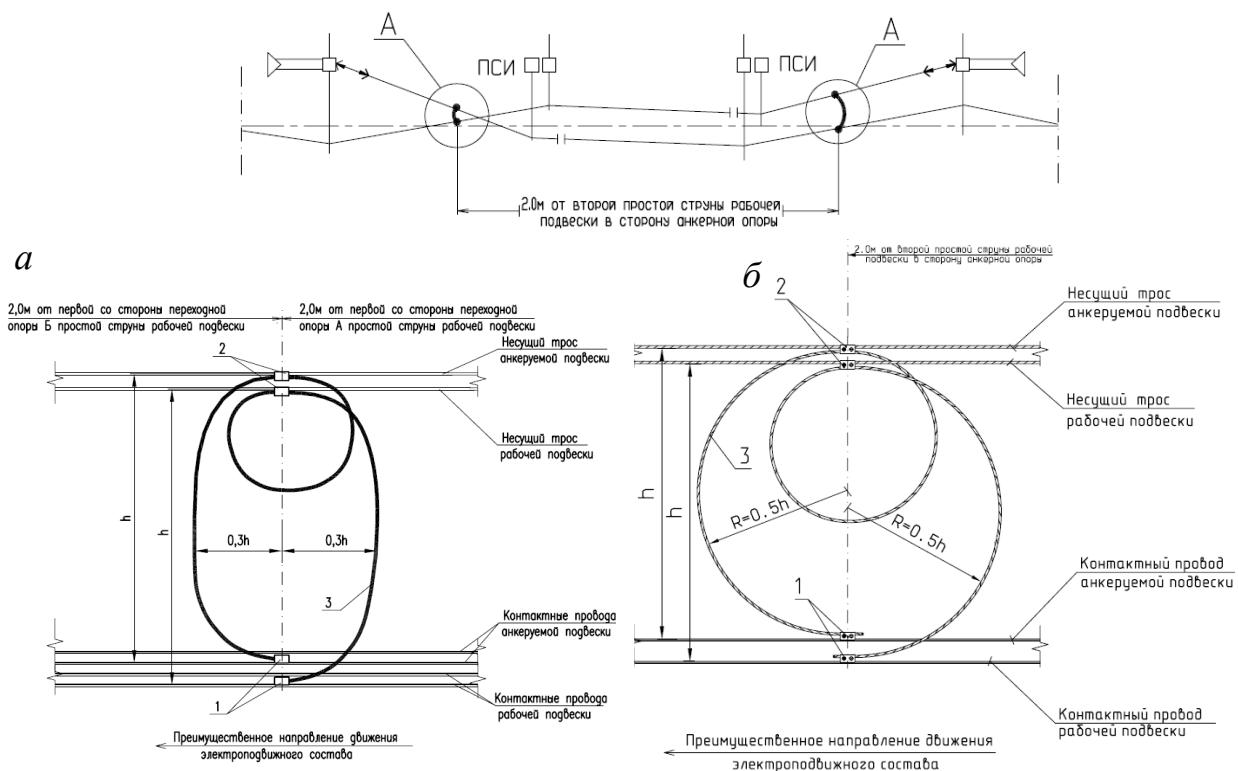


Рисунок 3.6 – Поперечные электрические соединители в сопряжении с секционированием ПСИ: *а* – на постоянном токе; *б* – на переменном;

1 – зажим питающий КП, зажим питающий НТ, 3 – провод М-95

Арматура в узлах подвески (зажимы струновые, фиксирующие, питающие, соединительные, стыковые, средней анкеровки, рессорного троса и др.) должна применяться из бронзы. Рекомендуется применять зажимы, выполненные методом горячей штамповки из проката. Применение любого вида арматуры, выполненной методом литья, из латуни не допускается.

При использовании плашечных зажимов необходимо в целях продления срока службы электрических соединителей выполнить торцевую обварку проводов М-95 (М-120). Вместо торцевой обварки допускается концы провода опрессовывать гильзой.

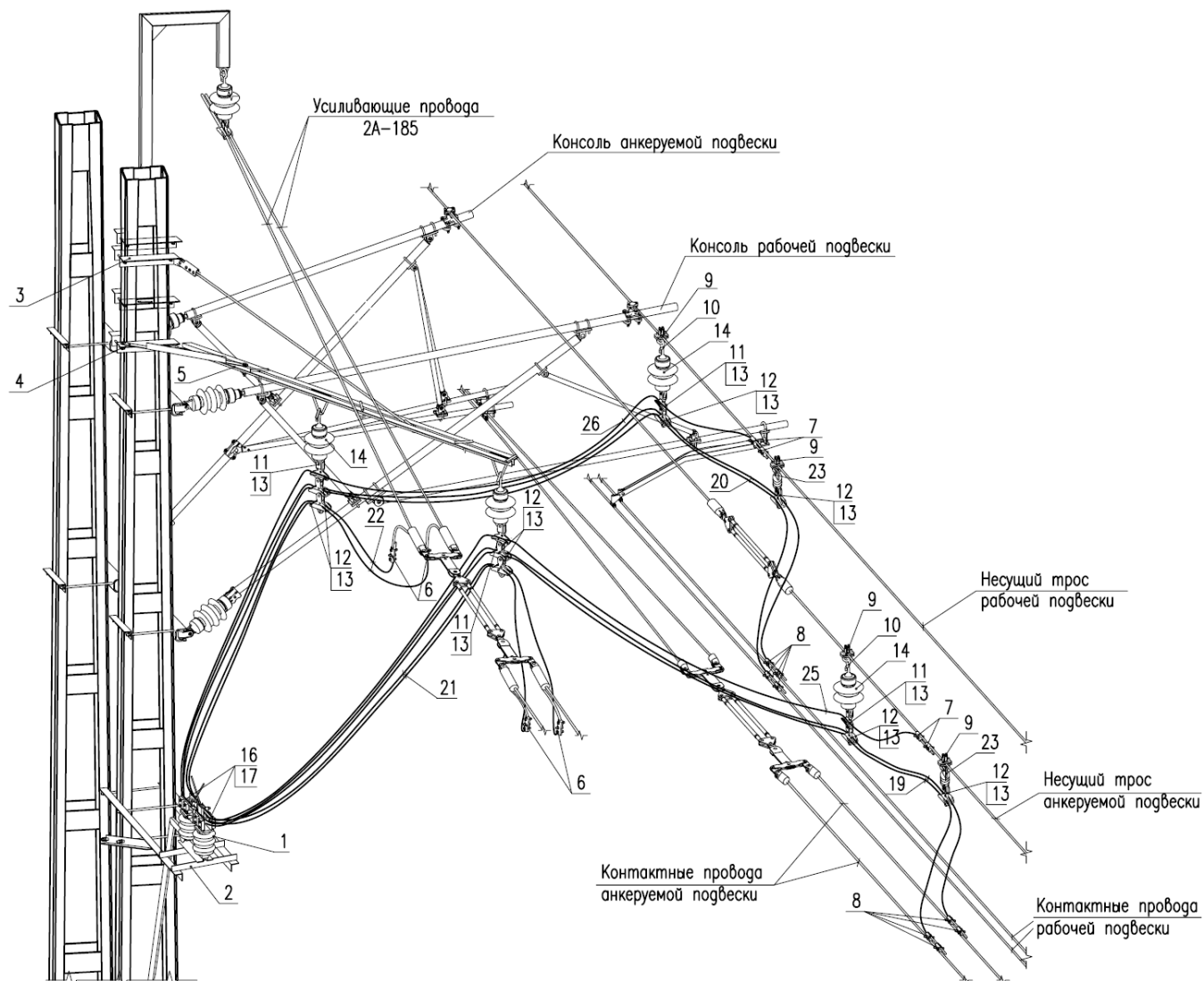


Рисунок 3.7 – Общий вид подключения продольного разъединителя к КС на постоянном токе

№п/п	Обозначение	Наименование
1	ИВЕЖ.674213.015 ТУ	Разъединитель РКЖ-3,3/3000 УХЛ1
2	УКС 01377	Кронштейн однополюсного разъединителя
3	УКС 04925	Узел крепления швеллерного кронштейна под углом к оси пути
4	УКС 04924	Узел крепления швеллерного кронштейна под углом к оси пути с накладкой от разворота
5	4971-29.00	Кронштейн шлейфов разъединителя КФДЦ-50
6	069	Зажим питающий переходной
7	055	Питающий зажим НТ
	ПЗ-501 ПС 120/95	Питающий зажим НТ (М-95+М-120)
8	053	Питающий зажим КП
	ПЗ-503 ПП-95	Питающий зажим КП (М-95+НлЮл0,04Ф-100)
9	039-2	Зажим хомутовой
10	075	Серьга Ср-4,5
11	008	Седло одианное под серьгу
12	010	Седло двойное под серьгу
13	067-1	Вкладыш седловой
14	ТУ 3493-006-05758782-97	Изолятор ПСФ 70-3/0,5-01 УХЛ1
15	008	Седло одианное под серьгу
16	К714.01.200-01	Концевое соединение шлейфа из трех проводов М-95
17	К714.02.200-01	Концевое соединение шлейфа из двух проводов М-95
18	К714.04.100-01	Концевое соединение для одного провода М-95
19		Провода шлейфа разъединителя 2М-95
20		Провода шлейфа разъединителя 2М-95
21		Провода шлейфа разъединителя 2М-95
22		Провода шлейфа разъединителя 2М-95
23		Изолятор НСК 36/800-VI-2-М
24		Провод шлейфа разъединителя М-95
25		Провод шлейфа разъединителя М-95
26		Провод шлейфа разъединителя М-95

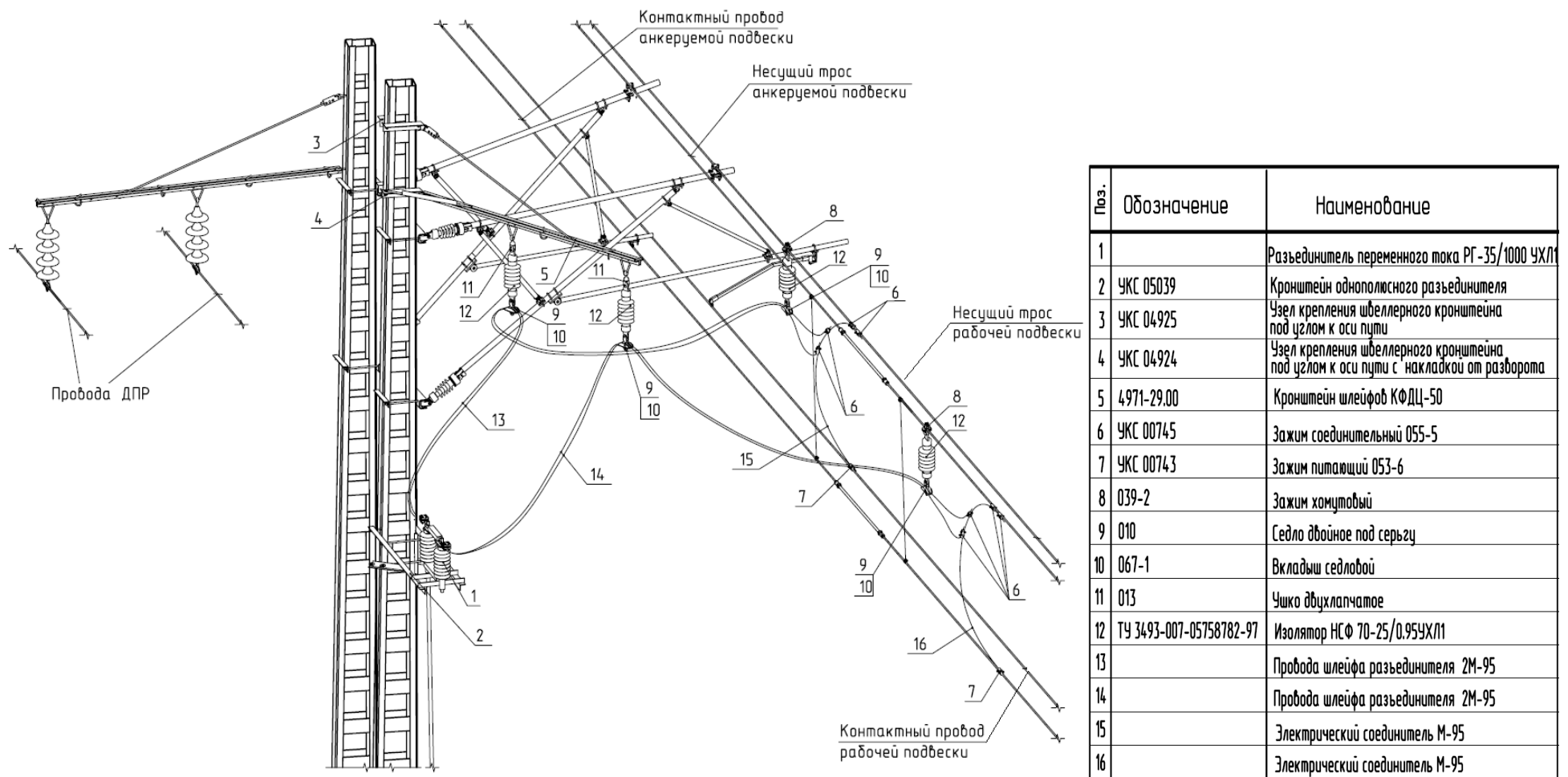


Рисунок 3.8 – Общий вид подключения продольного разъединителя к КС на переменном токе

4 Анкеровка проводов цепной подвески

Компенсированные анкеровки выполнены отдельными для несущего троса и контактных проводов с компенсаторами блочно-полиспастного типа КБП-3-30 (с подшипником скольжения из композитных материалов) или КБП-3-40Ш (с игольчатым подшипником качения) с коэффициентом передачи 3:1. Компенсатор КБП-3-30 допускает нагрузку 30 кН, КБП-3-40Ш – 40 кН, сила трения в подшипниках КБП-3-30 (рисунок 4.1) не превышает 2% от силы натяжения проводов, срок службы не менее 50 лет.

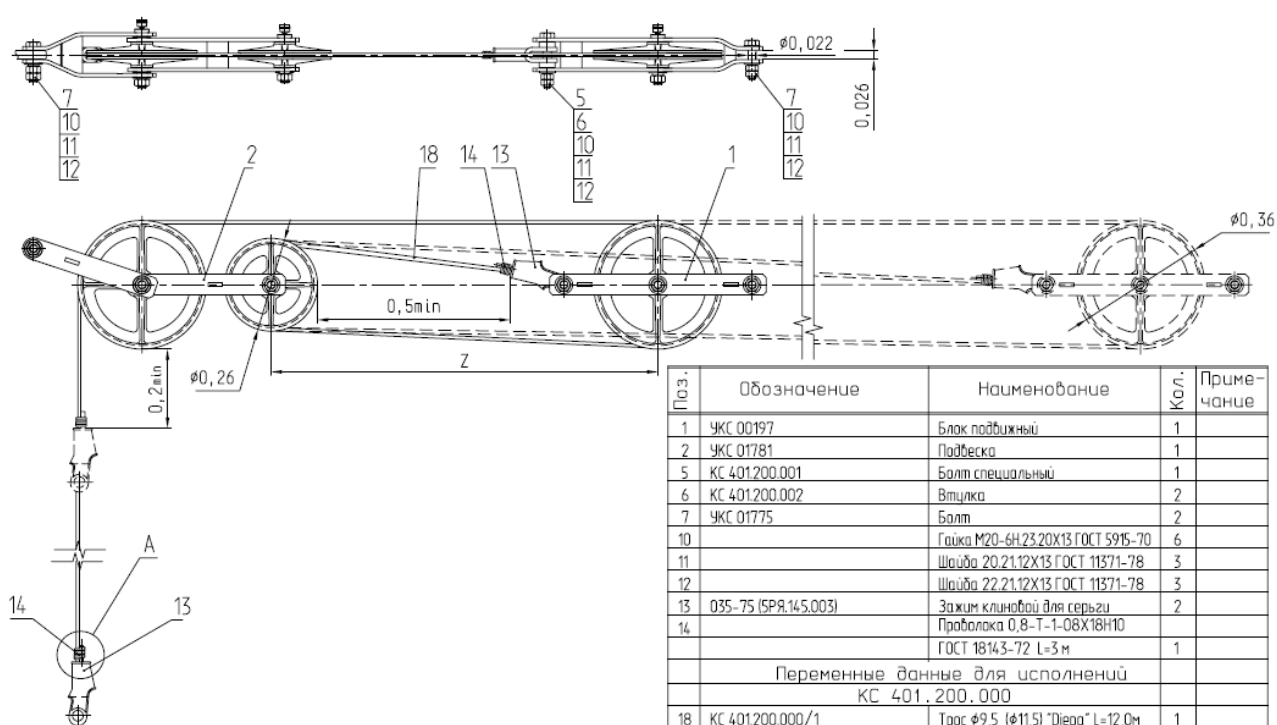


Рисунок 4.1 – Внешний вид блочно-полиспастного компенсатора БПК-3-30

Внешний вид всех видов анкеровок контактной подвески приведён на рисунках 4.2–4.3. Вследствие того что длина перегона при дипломном и курсовом проектировании не превышает 4,5 км, разанкеровку УП, ДПР и проводов ПЭ на плане контактной сети перегона можно не показывать.

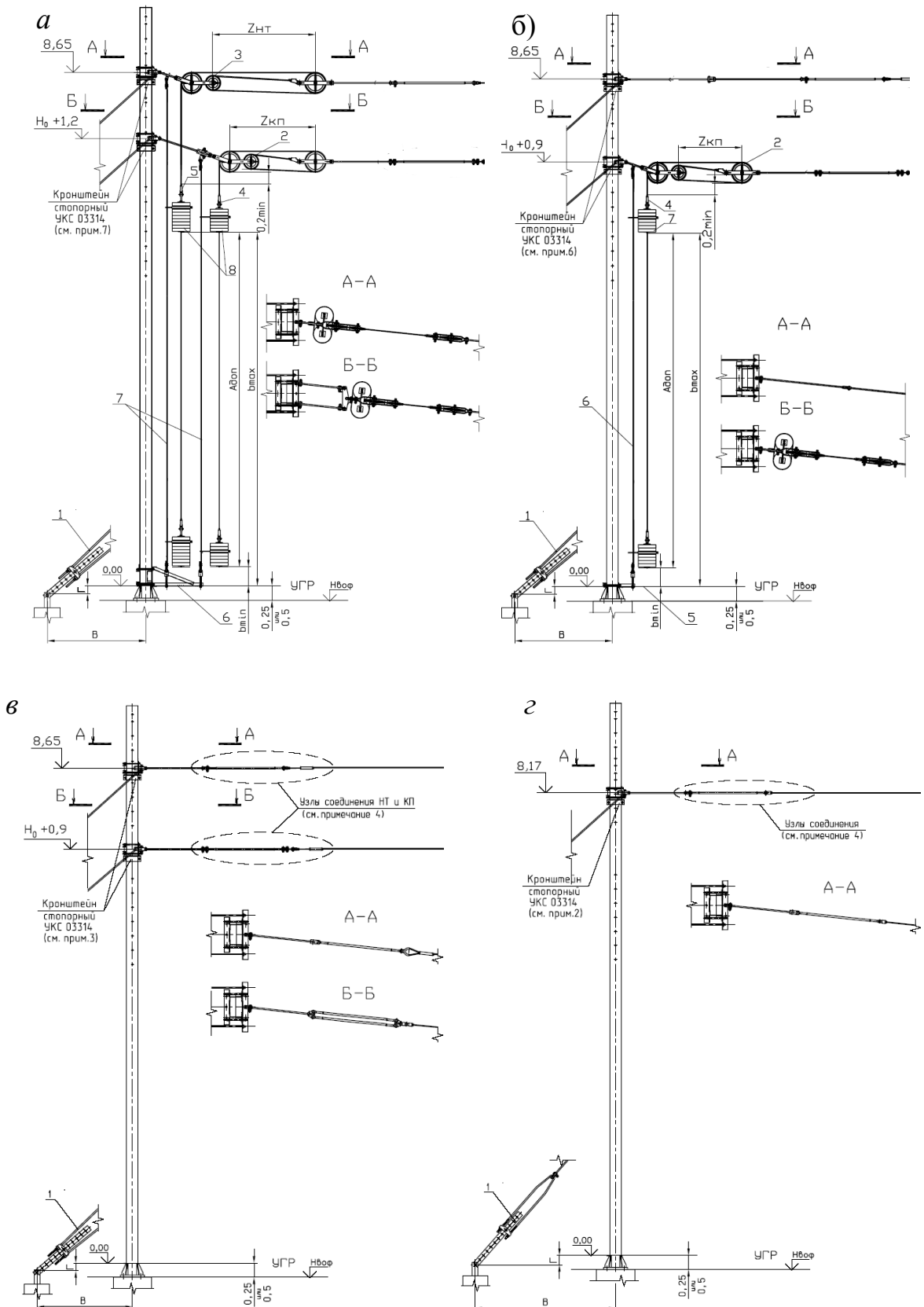


Рисунок 4.2 – Внешний вид: *a* – компенсированной раздельной анкеровки; *б* – полукompенсированной анкеровки; *в* – жёсткой анкеровки контактной подвески; *г* – анкеровки троса средней анкеровки компенсированной контактной подвески переменного тока

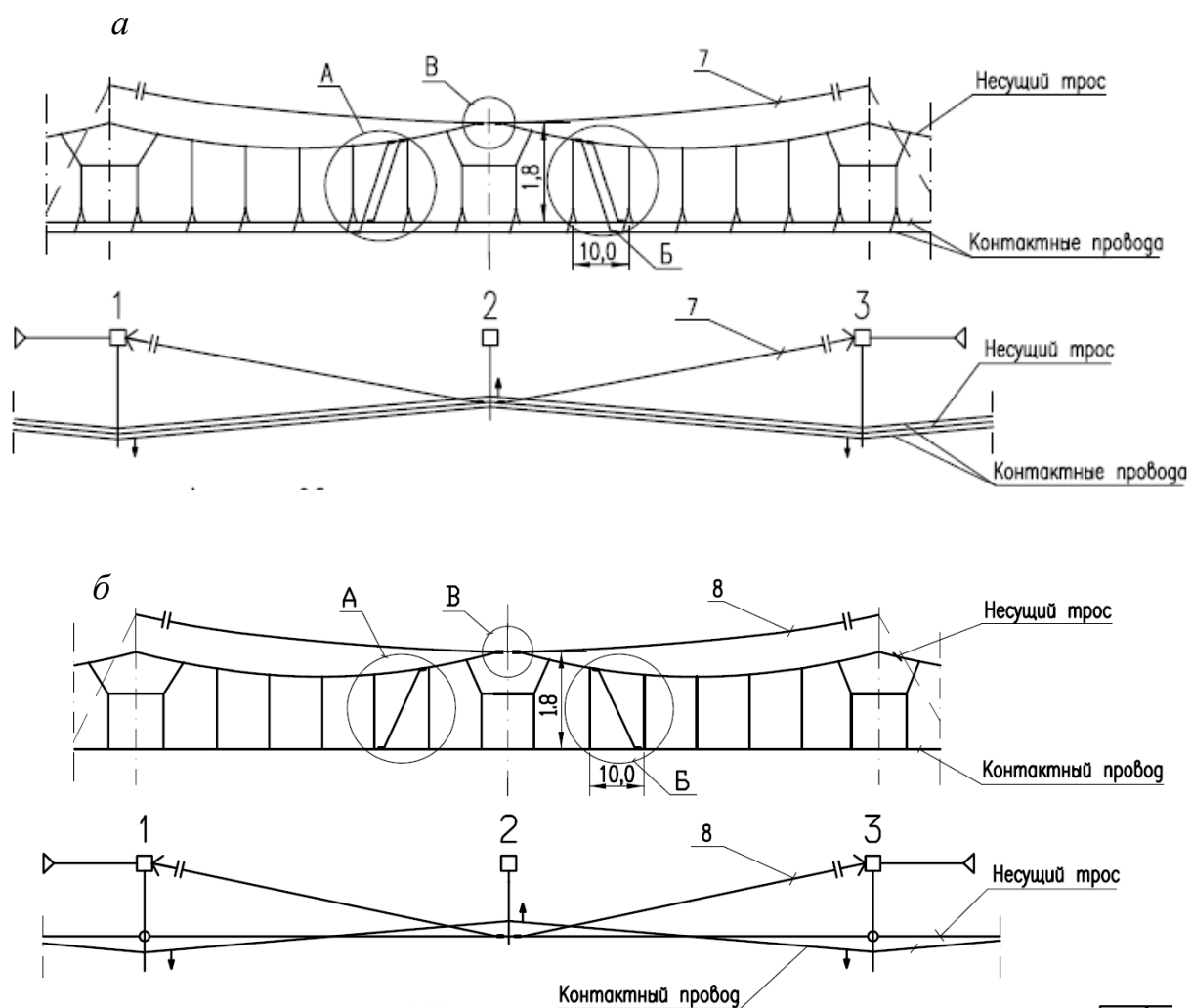


Рисунок 4.3 – Вид сбоку и условное обозначение средней анкеровки компенсированной подвески: *а* – постоянного тока; *б* – переменного тока

Максимальная длина анкерных участков принята 1600 м.

Допустимую длину анкерного участка следует определять расчетом из следующих условий:

- в пределах от средней анкеровки до компенсатора изменение натяжения несущего троса и контактных проводов не должно превышать $\pm 10\%$;
- перемещение грузов по вертикали на анкерных опорах при расчетном интервале температур (с учетом дополнительного нагрева проводов солнечной радиацией и токами нагрузки) не должно превышать значения максимально возможного хода грузов;
- при температурных перемещениях консолей зигзаг рабочего контактного провода должен соответствовать требованиям ПУТЭКС.

Для увеличения длины анкерных участков и снижения тем самым стоимости строительства контактной сети в проекте рекомендуется применять чугунные грузы в компенсирующих устройствах для контактной сети постоянного и переменного тока.

Местоположение средней анкеровки компенсированной подвески в пределах анкерного участка определяется исходя из условия обеспечения одинакового приращения натяжения несущего троса в пролетах, прилегающих к ней с обеих сторон. Средние анкеровки контактного провода должны располагаться у первой от опорного узла простой струны в одном межструновом пролете (см. рисунок 4.3).

В указанных типовых альбомах приведены значения максимально допустимых перемещений грузов компенсаторов для компенсированной и полукompенсированной контактных подвесок, а также схемы регулировки высоты подвешивания грузов компенсатора (рисунок 4.4).

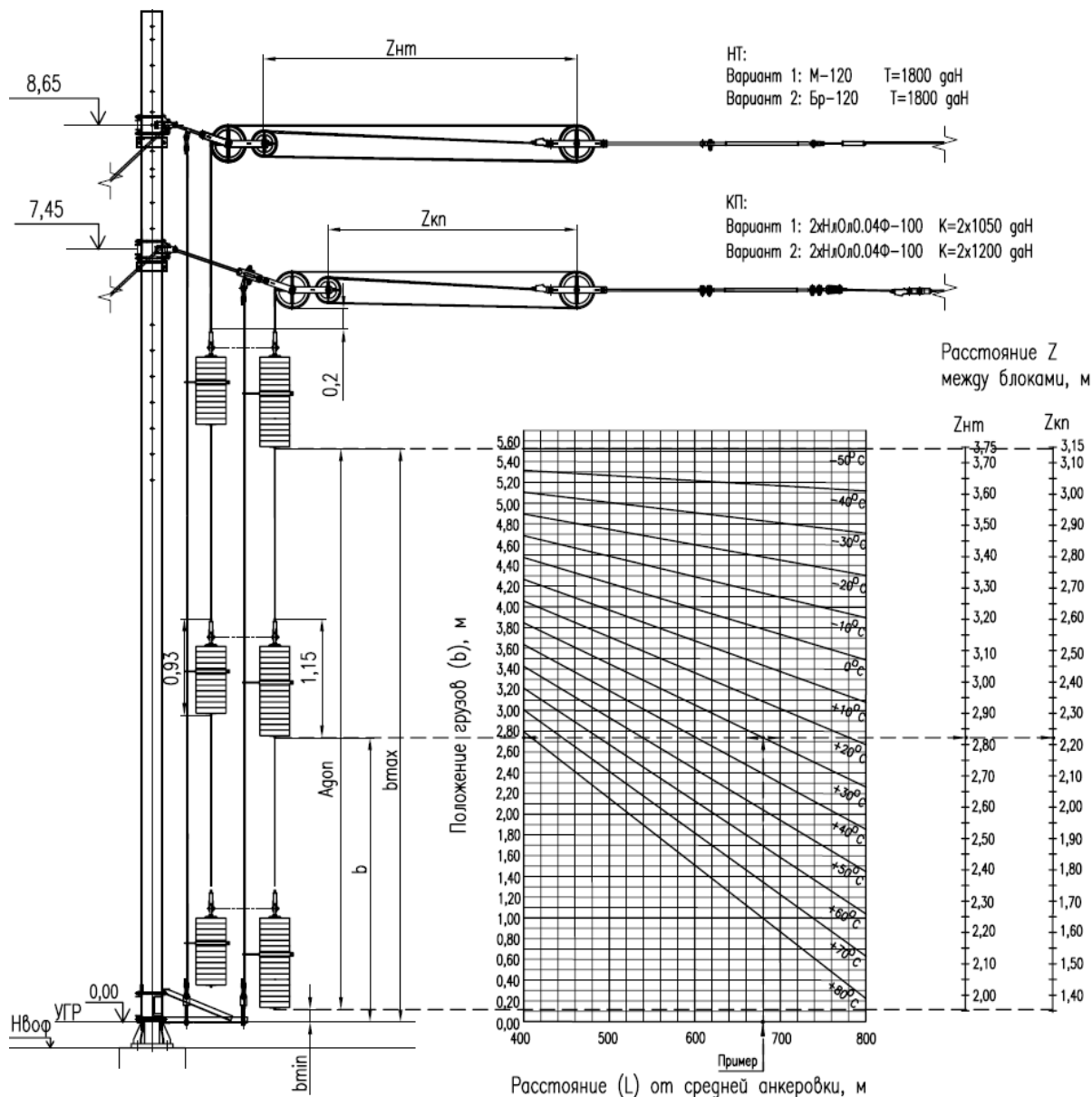


Рисунок 4.4 – Регулировка высоты подвешивания грузов для компенсированной контактной подвески постоянного тока с применением компенсаторов БКП-3

При температурных колебаниях происходит продольное перемещение проводов подвески, вследствие чего консоли поворачиваются. Чем дальше консоль от средней анкеровки, тем больше отклонение консоли от перпендикулярного положения относительно оси пути при данной температуре (рисунок 4.5). У отклонённой консоли есть продольная составляющая её реакции (силы), которая немного увеличивает или уменьшает натяжение КП.

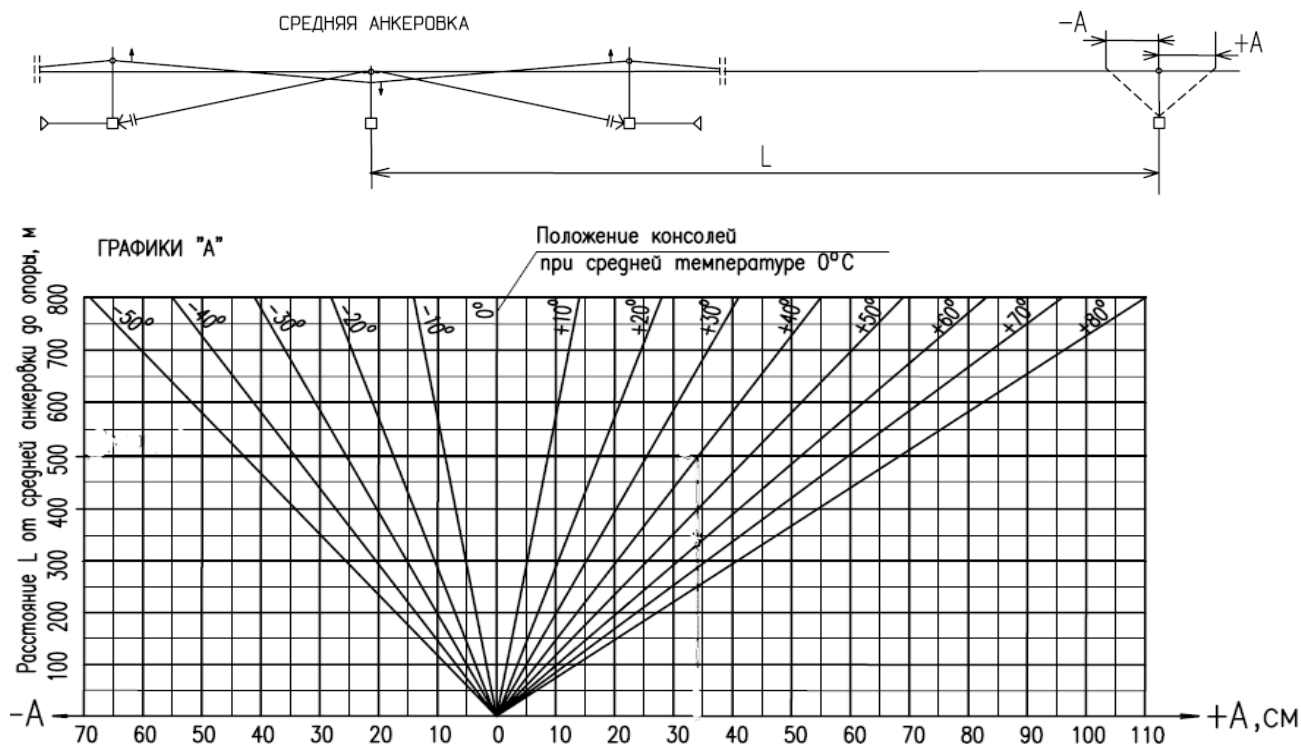


Рисунок 4.5 – Изменение положения (поворот) консолей вследствие продольных перемещений проводов компенсированной подвески

График на рисунке 4.5 сделан для I–III Температурных районов, для подвески с несущим тросом М-120 номинального натяжения 18 кН. «+А» означает перемещение от средней анкеровки, «-А» – к средней анкеровке.

В качестве средней температура условно принята 0 °С. При отклонении среднегодовой температура но ± 5 °С допускается при регулировке положения консолей использовать приведенное графики. Температура, по которой определяется смещение А, принимается равной сумме температур воздуха в тени и температуры нагрева проводов солнечной радиацией (+10°С) пои ясной солнечной погоде.

5 Опоры

В большинстве случаев, при выполнении дипломных проектов студенты выбирали железобетонные стойки СС-136,6 без фундамента или СС106,6 с фундаментом. Однако, как показал опыт эксплуатации этих опор, они подвержены коррозии (особенно на постоянном токе) и их диагностика затруднитель-

на. Современные металлические опоры имеют ряд преимуществ перед указанными железобетонными опорами в монтаже, диагностике и обслуживании. На основании чего ОАО «РЖД» в техническом указании К-04/07 от 01.08.2007 рекомендовало их к использованию.

Студентам желательно использовать в качестве основных для проектирования отдельные металлические двухшвеллерные опоры контактной сети типа МК (МКГ) по проекту КС.МК-08 «Металлические двухшвеллерные опоры контактной сети. Узлы крепления поддерживающих конструкций. Материалы для проектирования и монтажа». Они имеют два варианта конструктивного исполнения: опоры типа МК из прокатного швеллера по ГОСТу 8240-83; опоры типа МКГ из гнутого швеллера по ГОСТу 8278-83.

В зависимости от несущей способности опор швеллеры имеют ширину 160, 180, 200 или 220 мм. Швеллеры соединены между собой с помощью планок с применением двухстороннего сварного шва. В нижней части опор швеллеры приварены к основанию и снабжены ребрами жесткости. Опоры имеют исполнения по высоте 10 и 12 м и исполнения по несущей способности поперек оси пути 59 (6), 79 (8), 98 (10) и 147 (15), кН·м (т·м).

Специальные исполнения опор типа МКГА с несущей способностью 98 (10) кН·м (т·м) обладают повышенной устойчивостью и рассчитаны на работу при воздействии повышенных вертикальных нагрузок и крутящих моментов, что достигается за счет более частого расположения планок и вварки в швеллеры распорок из уголков. Опоры МКГА применяются в качестве анкерных (в анкеровках контактной подвески), а также в качестве стоек жестких поперечин балочного типа. Опоры повышенной несущей способности 147 (15) кН·м (т·м) типа МКР также могут применяться в качестве стоек жестких поперечин, в качестве анкерных опор и в других местах, где требуется несущая способность более 10 т·м. Несущая способность опор МК, МКГ вдоль пути составляет 0,6 от несущей способности опор поперек пути, а опор МКГА, МКР – 0,8 от несущей способности опор поперек пути. В опорах предусмотрена возможность выполнения отверстий для закладных деталей. Опоры конструктивно выполнены как отдельные, устанавливаемые на железобетонные трехлучевые фундаменты ТСА, ТСАЭ (опоры МКР – ТСП, ТСПЭ) по проекту 4182И ОАО «ЦНИИС» с закреплением их с помощью анкерных болтов, забетонированных в фундамент. В фундаментах ТСАЭ и ТСПЭ для участков постоянного тока, для изоляции

анкерных болтов от фундамента применены термоусаживающие трубки. Установка опор на фундаменты всех типов (ТСА, ТСАЭ, ТСП и ТСПЭ) производится по единой схеме – между опорой и фундаментом устанавливается изолирующий оголовок, а для изоляции болтов от опоры предусматриваются изолирующие втулки и шайбы.

В анкеровках контактной подвески в качестве анкерных опор должны применяться опоры типа МКГ А или МКР с оттяжками. Эти опоры обладают повышенной устойчивостью при воздействии вертикальных нагрузок и крутящих моментов, а также повышенной жесткостью в зоне закрепления анкерных кронштейнов. Для анкеровок троса средней анкеровки несущего троса и анкеровок проводов различного назначения могут применяться опоры других типов по расчету требуемой несущей способности при проектировании.

Анкерные кронштейны на опорах с оттяжками должны устанавливаться совместно со специальными стопорными кронштейнами, которые предназначены для повышения надежности крепления анкерных кронштейнов и предотвращения их смещения по опоре под действием вертикальных сил реакции оттяжек. Узлы крепления и опоры изготавливаются из горячекатаного фасонного проката из углеродистой стали класса С245 ГОСТ 27772-88 марки СтЗсп5 ГОСТа 535-88 для районов с температурой наиболее холодной пятидневки до минус 40 °С включительно.

Заземления опор должны выполняться в соответствии с «Инструкцией по заземлению устройств электроснабжения на электрифицированных железных дорогах» ЦЭ-191 и ПУТЭКС с применением узлов, приведенных в проекте.

Маркировка опор данного типа показана на рисунке 4.1. На рисунке 4.2 показаны внешний вид всех типов металлических двухшвеллерных опор с размерами в следующем порядке:

- а) МК-10-60, МК-10-80, МКГ-10-60 и МКГ-10-80;
- б) МК-10-100 и МКГ-10-100;
- в) МК-12-60, МКГ-12-80, МКГ-12-60 и МКГ-12-80;
- г) МК-12-100 и МКГ-12-100;
- д) МКГА-10-100;
- е) МКГА-12-100;
- ж) МКГР-10-150;
- и) МКГР-12-150.

Элемент	Значения	Что определяет
1	МК	Металлическая коробчатая двухшвеллерная опора
2	отсутствует	Из горячекатанного профиля
	буква "Г"	Из гнутого профиля
3	отсутствует	Типовые опоры, применяемые, как правило, в качестве консольных промежуточных, переходных, а также анкерных на средних анкеровках и при анкеровках проводов различного назначения.
	буква "А"	Усиленные опоры, обладающие повышенной устойчивостью и рассчитанные на работу при воздействии повышенных вертикальных нагрузок и крутящих моментов. Применяются в качестве анкерных в анкеровках контактных подвесок и в качестве стоек для жестких поперечин.
	буква "Р"	Опоры повышенной несущей способности. Могут применяться в качестве стоек для жестких поперечин, в качестве анкерных опор и в других условиях применения, где требуется обеспечение несущей способности одиночных опор поперек оси пути свыше 98 и до 147 кНм или вдоль оси пути свыше 78 и до 117 кНм.
4	10 или 12	Высота опоры в метрах
5	60, 80, 100 или 150	Несущая способность опоры поперек оси пути в кНм (с округлением до десятков).
6	отсутствует	Опоры изготавливаются из стали класса С245 ГОСТ 27772-88 марки СтЗспБ ГОСТ 535-88 и могут применяться для районов с температурой наиболее холодной пятидневки до -40°C включительно.
	буква "С"	Опоры изготавливаются из стали класса С345 ГОСТ 27772-88 марки 09Г2С-6 ГОСТ 19281-73, ГОСТ 19282-73 и могут применяться для районов с температурой наиболее холодной пятидневки ниже -40°C и до -50°C включительно. ("Северное" исполнение.)

МКГА 12-100С

Примеры обозначения опор:

МК 10-60 – металлическая коробчатая двухшвеллерная опора из горячекатанного профиля высотой 10 м несущей способностью поперек оси пути 59 кНм, изготавливаемая из стали С245 ГОСТ 27772-88.

МКГА 12-100 – металлическая коробчатая двухшвеллерная опора из гнутого профиля высотой 12 м несущей способностью поперек оси пути 98 кНм, усиленная (для применения в качестве анкерной в анкеровках контактной подвески или в качестве стойки для жестких поперечин), изготавливаемая из стали С245 ГОСТ 27772-88.

МКР 10-150С – металлическая коробчатая двухшвеллерная опора из горячекатанного профиля высотой 10 м с повышенной несущей способностью 147 кНм (поперек оси пути), изготавливаемая из стали С345 ГОСТ 27772-88 ("северное" исполнение).

Рисунок 5.1 – Маркировка металлических коробчатых двухшвеллерных опор

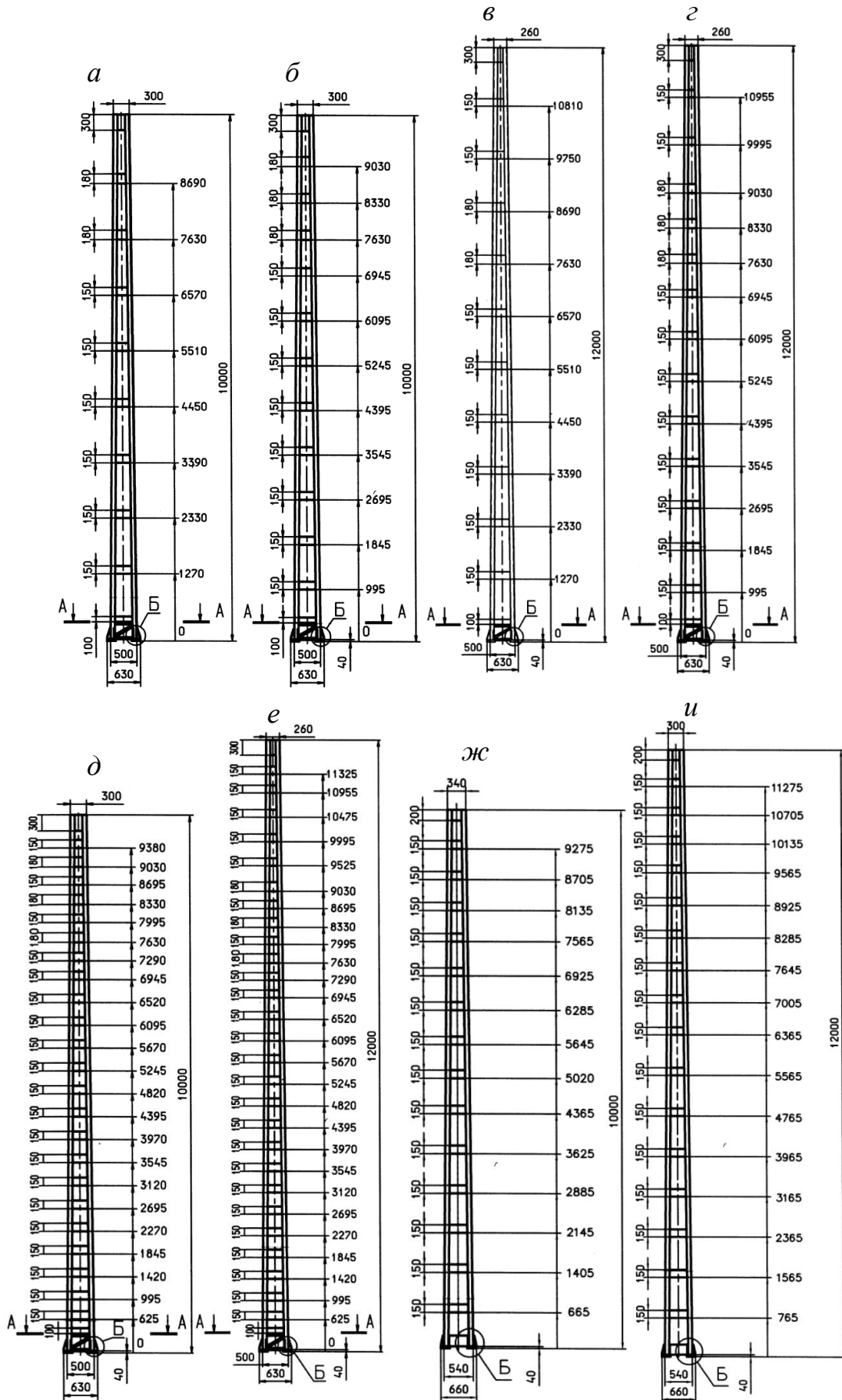


Рисунок 5.2 – Металлические коробчатые двухшвеллерные опоры

Допускается применение отдельных железобетонных опор ССА с болтовым креплением к фундаменту с напрягаемой проволоочной арматурой со смешанным армированием со сбегом 1,5 % (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – параметры железобетонных опор ССА

Эскиз	Марка	Размеры, мм			Класс бетона	Марка бетона по морозостойкости	Расход материалов		Масса, кг
		L	D	t			бетон, м ³	сталь, кг	
	ССА 100.6–2.1	10000	435	60	В30	0,60	196,05	1730	
	ССА 100.6–3.1			75			220,63		
	ССА 100.7–4.1	12000	465	60	В30	0,71	259,54	2040	
	ССА 120.6–2.1			75			223,69		
	ССА 120.6–3.1			60			253,23		
	ССА 120.7–4.1	12000	465	75	В40	0,89	299,75	2530	
	ССА 120.6–2.1			60			223,69		
ССА 120.6–3.1	75	253,23							

Для железобетонных опор принято следующее цифровое обозначение порядкового номера несущей способности стойки – нормативного изгибающего момента: 2-59 кН·м; 3-79 кН·м; 4-98 кН·м; 5-117 кН·м.

Продольная напрягаемая арматура стоек выполнена из высокопрочной проволоки периодического профиля диаметром 5 или 4 мм класса Вр1400-1 по ГОСТу 7348-81; стержневая арматура – из периодического профиля класса А-IV и А-V по ГОСТу 5781 -82 и класса А500С по СТО АСЧМ 7-93. Арматуру класса А-V применяют только для участков переменного тока. Ненапрягаемая арматура принята стержневая периодического профиля класса А-III по ГОСТу 5781-82*.

Для поперечного армирования стоек применяют: спираль и упорные стержни – из обыкновенной арматурной проволоки периодического профиля класса ВрI диаметром 3 мм ГОСТа 6727-80*; усиливающие и монтажные кольца - из гладкой арматуры класса А-1 ГОСТ 5781-82*. Металлический башмак изготавливают из листового проката по ГОСТу 19903-74* из стали: С245 марки Вст3пс5 ГОСТа 380-94 для расчетной температуры до минус 40 °С включительно; С345 марки 09Г2С ГОСТ 19281-89* для расчетной температуры ниже минус 40 °С.

Например, марка ССА 100.6-2.1 обозначает: опора длиной 10 м с толщиной стенки 60 мм, несущей способностью 59 кН·м с базой между анкерными болтами 300х500 мм со смешанным армированием продольной ненапрягаемой и напрягаемой арматурой из высокопрочной проволоки, предназначенной для

применения в районах с расчетной температурой наружного воздуха до минус 40 °С включительно для участков переменного и постоянного тока.

В стеснённых условиях возможно применение металлических самонесущих анкерных опор МТА-9-40 по проекту № 7157 ОАО «ЦНИИС» (рисунок 5.3). Данная опора не требует анкера с анкерной оттяжкой.

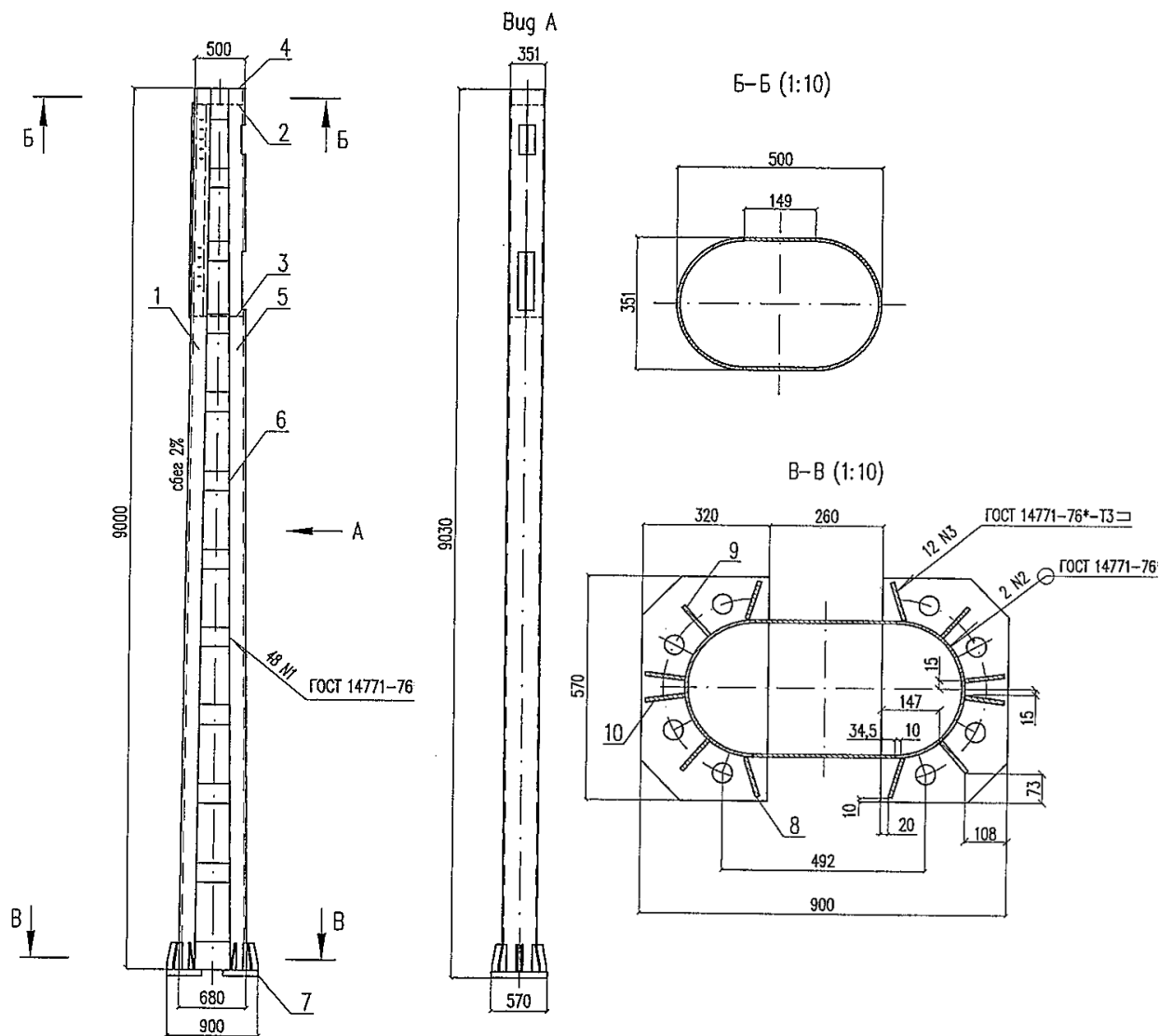


Рисунок 5.3 – Металлическая самонесущая анкерная опора МТА-9-40
1 – пояс ПС в сборе; 2, 3 – диафрагмы; 5 – пояс ПС; 6 – планка; 7 – опорная пластина; 8, 9, 10 – рёбра

Опора выполнена овального поперечного сечения с наклонными гранями вдоль пути (сбег 2 %) и состоит из двух половинок трубы диаметра 351x8 мм, соединённых планками. Несущая способность опоры вдоль пути 40 тс·м, высота 9 м. Анкеровка контактной подвески принята полукомпенсированной, с блочно-полиспастным компенсатором БКП-3 и чугунными грузами, размещён-

ными внутри опоры. Опору монтируют на свайный или монолитный фундамент либо на 2 фундамента ТСП.

Сверху опору закрывают съемной заглушкой. Для крепления анкеронок внутри опоры к задней стенке приварено вертикальное ребро с отверстиями 025 мм, а для пропуска штанги блоков компенсатора в передней грани и предусмотрены два проема. Кроме того, в верхней части опоры приварены две диафрагмы.

Конструкции разработаны из стали класса С245 марки СтЗпс5 горячекатаного профиля и из листа по ГОСТу 380-94. Детали из круга разработаны из стали марки СтЗсп5 по ГОСТу 535-88. Опорные и поддерживающие конструкции предназначены для применения при расчетной температуре наружного воздуха до минус 40 °С включительно. При расчетной температуре от минус 40 °С до минус 65 °С их следует изготавливать из низколегированной стали класса С345 марки 09Г2С по ГОСТ19281-89; из атмосферостойкой стали С345К марки 10ХНДП или 10ХСНД по ГОСТ19281-89 следует применять при температуре наружного воздуха до минус 50 °С включительно.

Фундаменты свайные приняты в виде 4 одиночных свай из труб диаметром 351x10 мм по ГОСТ 8732-78, объединенных ростверком (рисунок 5.4). Несущая способность фундамента из четырех свай вдоль пути 48,0 тс·м. Сваи устанавливают в заранее пробуренный котлован диаметром 650 мм. Перед установкой ростверка внутренняя полость сваи и пазухи пробуренного котлована должна быть заполнена цементно-гравийной смесью.

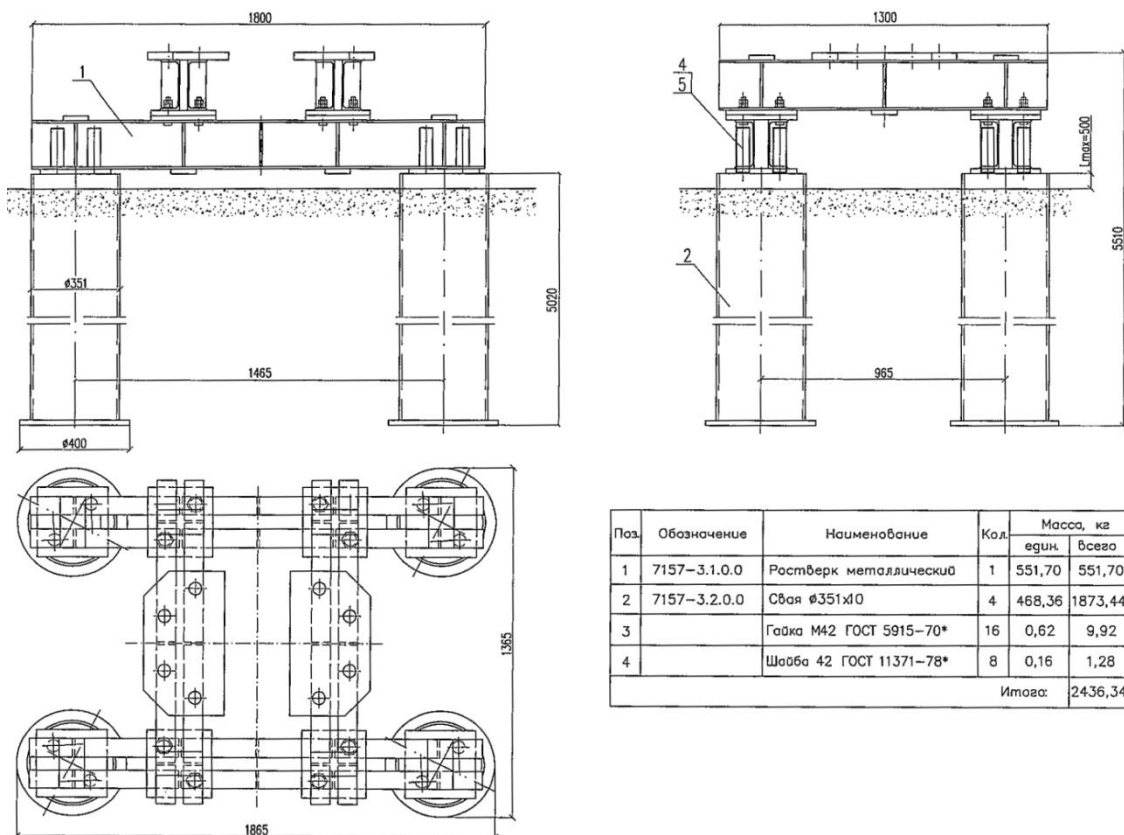


Рисунок 5.4 – Фундамент свайный для опоры МТА-9-40

Монолитный фундамент выполняют из бетона марки БЗО. Несущая способность фундамента вдоль пути 50 т·м. Для фиксации положения анкерных болтов во время бетонирования применяют шаблон металлический (рисунок 5.5а).

Фундамент, выполненный из двух трехлучевых фундаментов ТСП (рисунок 5.5б), имеет несущую способность вдоль пути 42 т·м. Фундаменты применяют в соответствии с проектом № 2190. В междупутье устанавливают фундаменты ТСП длиной 4,5 м с максимальным оголением 0,2 м, на нулевом месте – 0,65 м. Фундаменты ТСП погружают с помощью агрегата АВФ, установка в котлован не допускается.

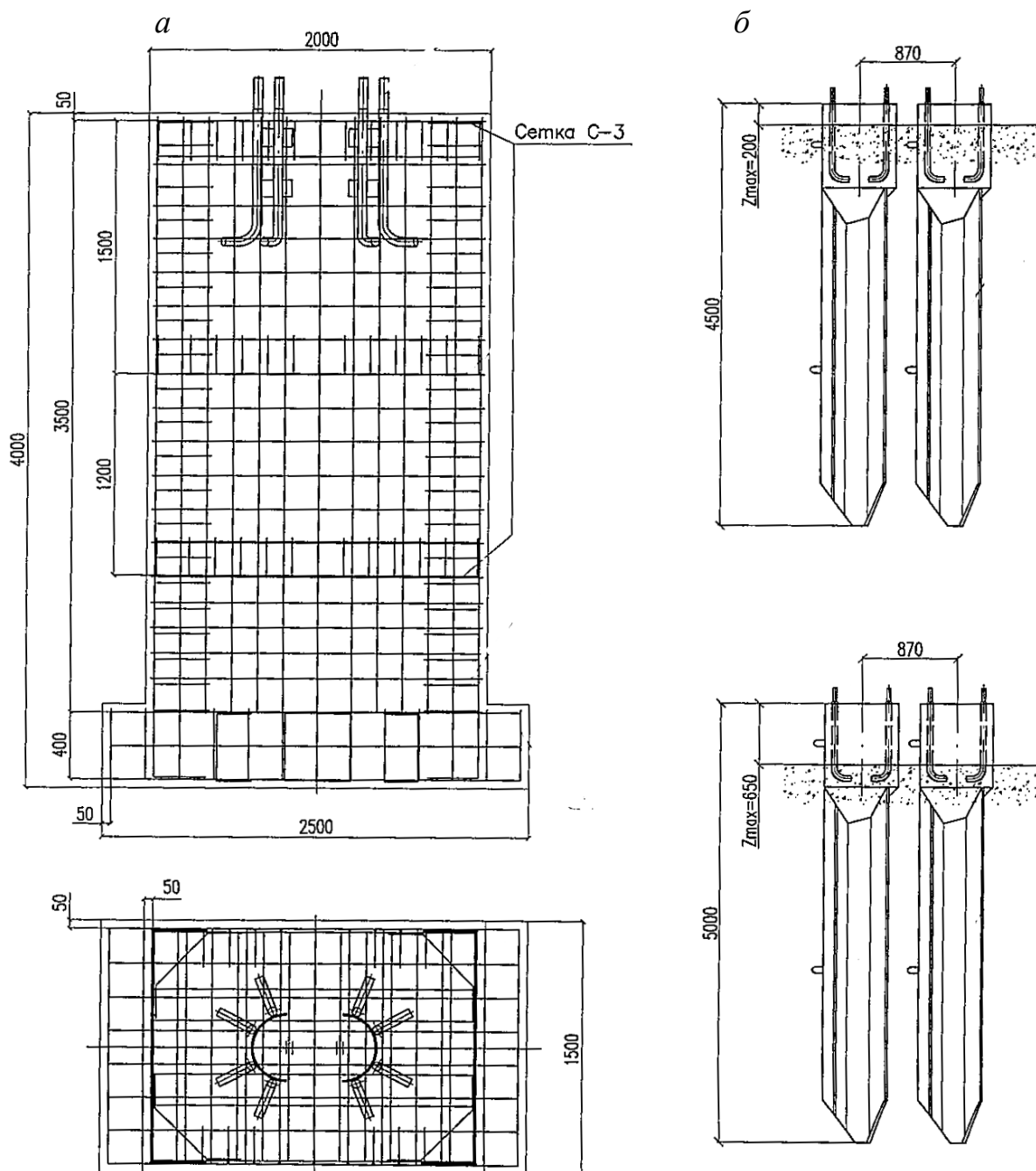


Рисунок 5.5 – Фундамент монолитный – а; и ТСП– б для опоры МТА-9-40

6 Фундаменты и анкеры

В соответствии с проектом 4182И «Железобетонные трёхлучевые фундаменты и анкеры с заострением подземной части для опор контактной сети» ОАО «ЦНИИС» трёхлучевые фундаменты и анкеры предназначены для установки отдельных железобетонных и металлических опор контактной сети и стоек жестких поперечин на железнодорожных участках, электрифицированных на переменном и постоянной токе. В зависимости от температуры наружного воздуха, определяемого СНиП 2,01.01-82, фундаменты могут быть применены в районах с отрицательной расчетной температурой наиболее холодной пятидневки до минус 40°С включительно и ниже минус 40 °С до минус 55 °С включительно, а также в районах с сейсмичностью до 9 баллов включительно с учетом дополнительных моментов от сейсмических сил.

Опалубочные размеры трёхлучевых фундаментов и анкеров приняты в соответствии с действующими типовыми проектами с измененной нижней подземной частью в виде заостренных лучей на длине 400 мм.

Фундаменты разработаны двух типов:

– для консольных опор с длиной фундаментов 4,0; 4,5 и 5,0 м несущей способностью 79 (8), 98 (10) и 117 (12) кН·м (тс·м) соответственно для опор с нормативным моментом 59 (6), 79 (8) и 98 (10) кН·м (тс·м) с базой расположения анкерных болтов 500х300 мм;

– для стоек жестких поперечин с длиной фундаментов 4,5 и 5,0 м несущей способностью 98 (10), 118 (12) и 147 (15) кН·м (тс·м) с базой анкерных болтов 400 х 500 мм.

В стаканых фундаментах верхняя часть (стаканная) представляет собой железобетонный оголовок квадратного сечения с размерами 670х670 мм с цилиндрической полостью диаметром 530 мм и глубиной 800 мм. Высота стаканной части принята 1300 мм. Нижняя часть (трехлучевая) имеет трехлучевое сечение с расположением лучей в плане под углом 120°. В месте примыкания лучей толщина (ширина) взаимной (общей) заделки лучей составляет 150 мм по оси фундамента. Сопряжение верхней с нижней частью осуществляется в виде пирамиды.

Нижняя часть фундаментов армирована гнутыми сетками, соединёнными в один пространственный каркас. Продольная рабочая арматура, определяющая несущую способность, расположена по длине фундамента по концам лучей.

Толщина защитного слоя бетона до рабочей арматуры принята равной не менее 25 мм. Проектная толщина защитного слоя бетона обеспечивается бетонными кубиками, прикрепляемыми к арматурному каркасу вязальной проволокой. В стаканых фундаментах оголовки армированы четырьмя вертикальными сетками, шестью хомутами и цилиндрическим каркасом со спиралью.

Для предотвращения разрушения верхней стаканной части фундаментов при вибропогружении в них установлены две дополнительные арматурные сетки. Для обеспечения отвода воды со дна стакана фундаментов, предусмотрены отверстия внизу стенок стаканной части фундамента, образованные полиэтиленовыми трубками с внутренним диаметром 80 мм. Для стока воды со стороны откоса против отверстий фундамента устраивается дренаж.

Конструкция фундаментов с анкерным креплением опор контактной сети выполнена в опалубочных размерах трехлучевых стаканых фундаментов, в которых в стаканную часть забетонированы анкерные болты диаметром 36 мм – для консольных опор и 42 мм – для стоек жестких поперечин. Верхняя прямоугольная часть фундаментов армирована двумя горизонтальными и четырьмя вертикальными сетками. Нижняя часть фундаментов армирована так же, как и в стаканых фундаментах. В фундаментах с анкерным креплением для участков постоянного тока изоляция анкерных болтов предусмотрена с применением термоусаживаемых трубок (ТУТ) или втулок из пресс-материала (текстолит), препятствующих стеканию тока с арматурного каркаса.

Трехлучевые анкеры аналогичны по конструкции фундаментам, за исключением верхней части, которая выполнена в виде оголовка высотой 400 мм с закладным изделием (проушиной) для крепления оттяжек анкерных опор.

Для фундаментов трёхлучевых маркировка фундаментов включает буквенно-цифровые группы, разделенные дефисами. Первая группа – обозначение и тип фундамента. Для фундаментов с анкерным креплением, изготавливаемых для применения на участках постоянного тока, в маркировке добавляется буква Э (электрокоррозионностойкий). Вторая группа – геометрические размеры (длина фундамента в метрах): 4,0; 4,5 и 5,0. Третья группа – порядковый номер несущей способности фундамента: 2 – соответствует 79 кН·м; 3 – 98 кН·м; 4 – 117 кН·м и 5 – 147 кН·м. В третьей группе при необходимости отражаются дополнительные характеристики, обозначаемые буквами: Э – стойкость к воздействию электрической коррозии на участках постоянного тока; К – стойкость к

воздействию сильно агрессивной среды; М – стойкость к воздействию температуры наружного воздуха ниже минус 40 °С.

Трехлучевые стаканные фундаменты со скосом типа ТСС предназначены для установки отдельных железобетонных опор контактной сети и стоек жестких поперечин на железнодорожных участках, электрифицированных на переменном и постоянном токе. Фундаменты изготавливаются в соответствии с проектом № 4182И.

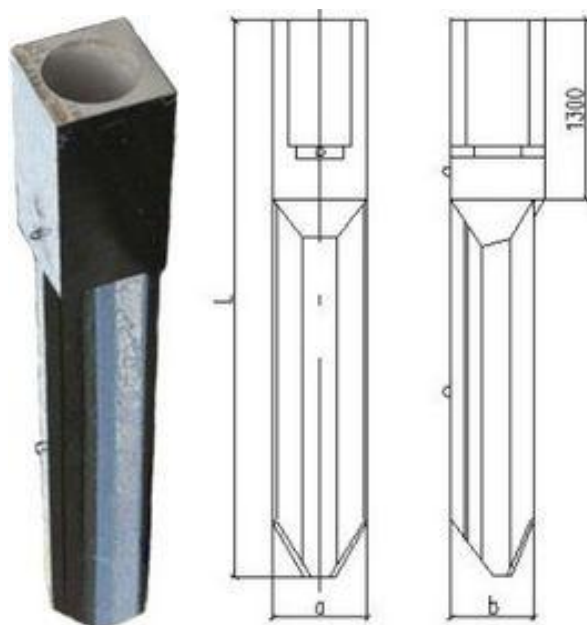


Рисунок 6.1 – Фундамент трехлучевой ТСС

Таблица 6.1 – Параметры фундамента трехлучевого ТСС

Наименование	Габариты, мм			Вес, т	Объем, м ³	Класс бетона	Морозостойкость, водонепроницаемость
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8
ТСС 4,0-2	4000	670	590	1,79	0,72	В30	F200 W6
ТСС 4,0-3	4000	670	590	1,79	0,72	В30	F200 W6
ТСС 4,0-4	4000	670	590	1,79	0,72	В30	F200 W6
ТСС 4,5-2	4500	670	590	1,92	0,77	В30	F200 W6
ТСС 4,5-3	4500	670	590	1,92	0,77	В30	F200 W6
ТСС 4,5-4	4500	670	590	1,92	0,77	В30	F200 W6

Окончание таблицы 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
ТСС 5,0-2	5000	670	590	2,05	0,82	В30	F200 W6
ТСС 5,0-3	5000	670	590	2,05	0,82	В30	F200 W6
ТСС 5,0-4	5000	670	590	2,05	0,82	В30	F200 W6

Трехлучевые фундаменты со скосом типа ТСА предназначены для анкерной установки отдельных железобетонных и металлических опор контактной сети на железнодорожных участках, электрифицированных на переменном и постоянном токе. Фундаменты изготавливаются в соответствии с проектом № 4182И.

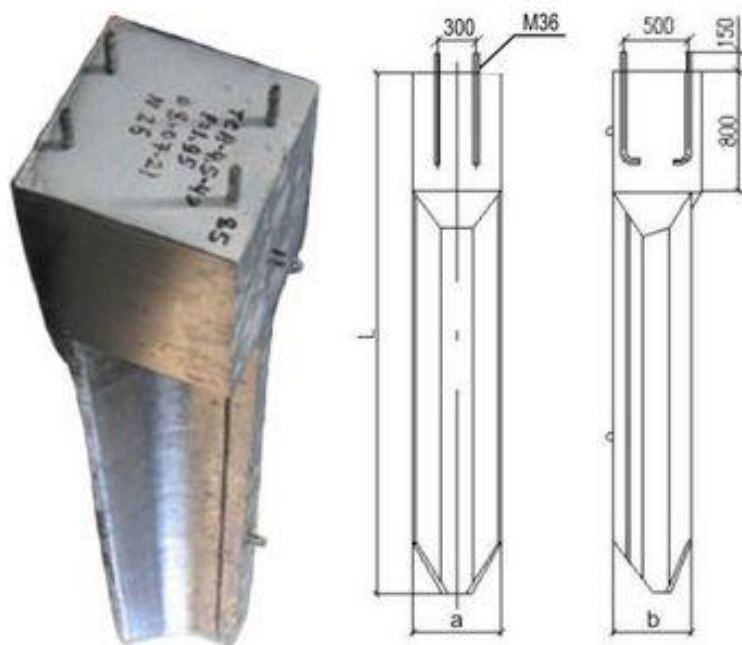


Рисунок 6.2 – Фундамент трехлучевой ТСА

Таблица 6.2 – Параметры фундамента трехлучевого ТСА

Наименование	Габариты, мм			Вес, т	Объем, м ³	Класс бетона	Морозостойкость, водонепроницаемость
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8
ТСА 4,0-2	4000	670	590	1,82	0,73	В30	F200 W6
ТСА 4,0-3	4000	670	590	1,82	0,73	В30	F200 W6
ТСА 4,5-2	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6

Окончание таблицы 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8
ТСА 4,5-3	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСА 4,5-4	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСА 5,0-2	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6
ТСА 5,0-3	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6
ТСА 5,0-4	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6
ТСАЭ 4,0-2	4000	670	590	1,82	0,73	В30	F200 W6
ТСАЭ 4,0-3	4000	670	590	1,82	0,73	В30	F200 W6
ТСАЭ 4,0-4	4000	670	590	1,82	0,73	В30	F200 W6
ТСАЭ 4,5-2	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСАЭ 4,5-3	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСАЭ 4,5-4	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСАЭ 5,0-2	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6
ТСАЭ 5,0-3	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6
ТСАЭ 5,0-4	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6

Трехлучевые фундаменты со скосом типа ТСП предназначены для анкерной установки стоек жестких поперечин на железнодорожных участках, электрифицированных на переменном и постоянном токе.

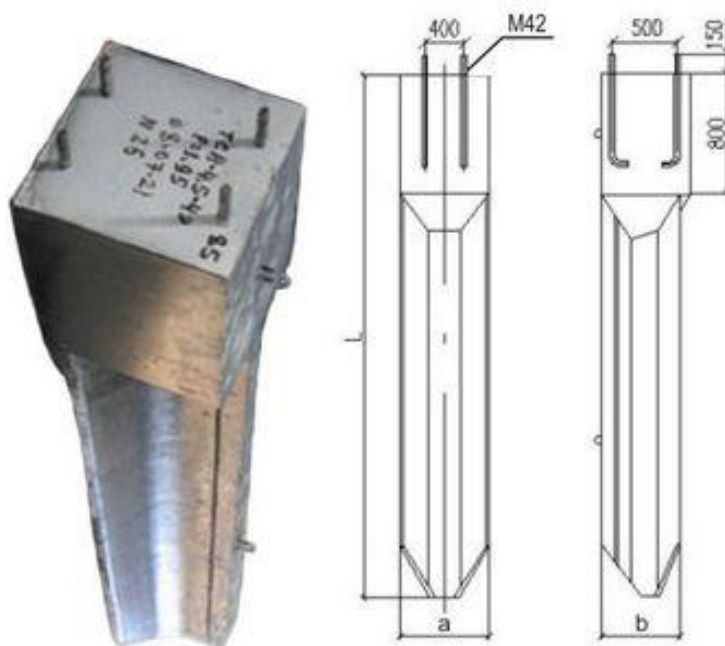


Рисунок 6.3 – Фундамент трехлучевой ТСП

Таблица 6.3 – Параметры фундамента трехлучевого ТСП

Наименование	Габариты, мм			Вес, т	Объем, м ³	Класс бетона	Морозостойкость, водонепроницаемость
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8
ТСП 4,5-2	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСП 4,5-3	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСП 4,5-4	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСП 5,0-2	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6
ТСП 5,0-3	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6
ТСП 5,0-4	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6
ТСПЭ 4,5-2	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСПЭ 4,5-3	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСПЭ 4,5-4	4500	670	590	1,95	0,78	В30	F200 W6
ТСПЭ 5,0-2	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6
ТСПЭ 5,0-3	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6
ТСПЭ 5,0-4	5000	670	590	2,08	0,83	В30	F200 W6

Трехлучевые фундаменты повышенной надёжности типа ТФА предназначены для анкерной установки отдельных железобетонных и металлических опор контактной сети на железнодорожных участках, электрифицированных на переменном и постоянном токе. Фундаменты изготавливаются в соответствии с проектом № 0351.3, утвержденным департаментом тарификации и электроснабжения МПС РФ от 13.12.03 г.

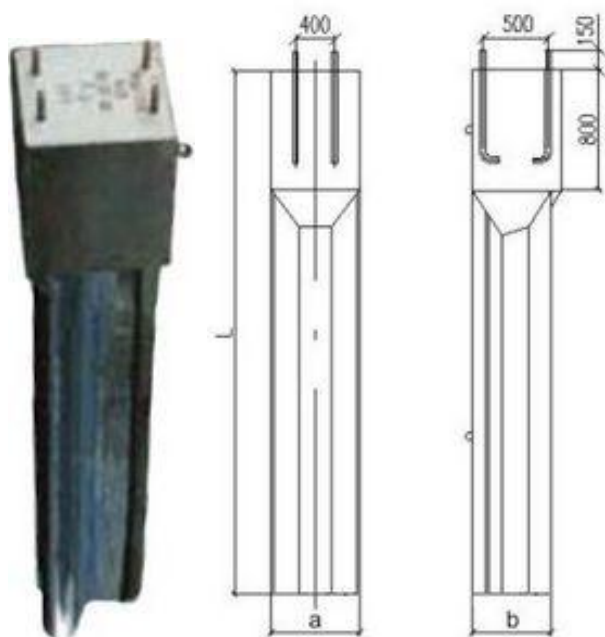


Рисунок 6.4 – Фундамент трехлучевой ТФА

Таблица 6.4 – Параметры фундамента трехлучевого ТФА

Наименование	Габариты, мм			Вес, т	Объем, м ³	Класс бетона	Морозостойкость, водонепроницаемость
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>				
ТФА 4,0-2	4000	670	590	1,81	0,71	В30	F200 W6
ТФА 4,0-3	4000	670	590	1,81	0,71	В30	F200 W6
ТФА 4,0-4	4000	670	590	1,81	0,71	В30	F200 W6
ТФА 4,5-2	4500	670	590	1,94	0,76	В30	F200 W6
ТФА 4,5-3	4500	670	590	1,94	0,76	В30	F200 W6
ТФА 4,5-4	4500	670	590	1,94	0,76	В30	F200 W6
ТФА 5,0-2	5000	670	590	2,13	0,84	В30	F200 W6
ТФА 5,0-3	5000	670	590	2,14	0,84	В30	F200 W6
ТФА 5,0-4	5000	670	590	2,16	0,84	В30	F200 W6

Фундаменты клиновидные с отверстиями типа ФКА предназначены для установки под железобетонные стойки для опор контактной сети типа ССА и металлические стойки контактной сети. Фундаменты изготавливаются в соответствии с требованиями рабочих чертежей серии ЭЛ-96-6204, «Объект 6235».

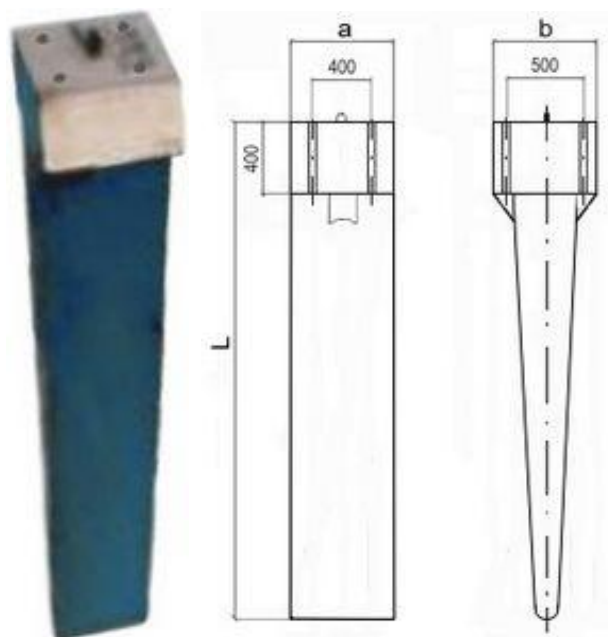


Рисунок 6.5 – Фундамент ФКА

Таблица 6.5 – Параметры фундамента ФКА

Наименование	Габариты, мм			Вес, т	Объем, м ³	Класс бетона	Морозостойкость, водонепроницаемость
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>				
ФКА-98-4,0	4000	670	670	2,2	0,88	B30	F150 W4
ФКА-98-4,5	4500	670	670	2,35	0,94	B30	F150 W4
ФКА-98-5,0	5000	670	670	2,49	1	B30	F150 W4
ФКА-117-4,0	4000	670	670	2,2	0,88	B30	F150 W4
ФКА-117-4,5	4500	670	670	2,35	0,94	B30	F150 W4
ФКА-117-5,0	5000	670	670	2,49	1	B30	F150 W4

Фундаменты ФКА обозначают марками, состоящими из буквенно-цифровых групп, разделенных дефисами. Первая группа – содержит обозначение и тип фундамента: ФКА – фундамент клиновидный с отверстиями для анкерного крепления стоек. Вторая группа – значение нормативного изгибающего момента фундамента (несущей способности) в кН·м. Третья группа – длина фундамента в метрах.

7 Консоли и фиксаторы

Подбор и армировка консолей изолированных горизонтальных консолей производится ИТГ производится по типовым альбомам КС-160-6.1-10 для постоянного тока и КС-160-5.1-08 для переменного тока. Название обоих альбомов «Консоли изолированные горизонтальные, фиксаторы, схемы установки, типоразмеры и таблицы применения». Они разработаны в 2010 и 2008 годах соответственно ЗАО «УКС».

Изолированные горизонтальные консоли состоят из горизонтального верхнего стержня, к которому через поворотный зажим крепится несущий трос, и наклонного стержня, к которому крепится основной стержень фиксатора. Регулировка положения консоли производится перемещением детали соединения горизонтального и наклонного стержней. Регулировка положения несущего троса производится перемещением поворотного зажима для крепления несущего троса по горизонтальному стержню. Диапазон регулировки положения несущего троса в плане составляет 400 мм для постоянного тока и 510 мм – для переменного. Регулировка положения несущего троса по высоте производится за счет изменения высоты крепления хомутов консоли. Регулировка величины зигзага контактного провода осуществляется перемещением стойки дополнительного фиксатора по основному стержню фиксатора.

Конструкция консоли обеспечивает:

- возможность независимой регулировки положения несущего троса и контактных проводов в плане;
- поддержание постоянной конструктивной высоты на прямых и кривых участках пути;
- возможность применения струн расчетной длины (мерных струн).

Консоль изготавливается из стальных бесшовных холоднодеформированных (ГОСТ 8734-75) или горячедеформированных (ГОСТ 8732-78) труб с защитным покрытием толщиной 120–150 мкм, выполненным методом горячего цинкования по ГОСТу 9307-89.

Элементы консоли выполнены из труб следующих сортаментов:

- горизонтальный и наклонный стержни – из трубы 60x7 (наружный диаметр 60 мм, толщина стенки 7 мм);
- подкос – из трубы 42x4;

- основной стержень фиксаторов – из труб 42x4, 50x5 и 60x7;
- жесткая распорка между основным стержнем фиксатора и наклонным стержнем – из трубы 28x2,5.

Основными типоразмерами консолей для промежуточных, анкерных и переходных опор сопряжений являются консоли для типовых габаритов опор: 3,1 м; 3,3 м; 3,5 м; 4,9 м; 5,7 м. За счет изменения длин горизонтального и наклонного стержней конструкция позволяет изготавливать консоли для всего возможного диапазона габаритов опор от 3,1 м до 5,7 м. Области применения типов консолей и подкосов определяются по таблице применения. Крепление консолей на опорах, как правило, осуществляется в обхват.

На постоянном токе несущий трос и контактные провода располагаются в одной вертикальной плоскости с зигзагом, соответствующим зигзагу контактных проводов на кривых и прямых участках пути. На переменном токе на прямых участках пути контактный провод располагается зигзагом, а несущий трос в одной плоскости с осью пути, на кривых – КП и НТ находятся в одной вертикальной плоскости. На постоянном токе проектом КС-160-6.1-10 предусмотрена возможность выполнения ромбовидной подвески.

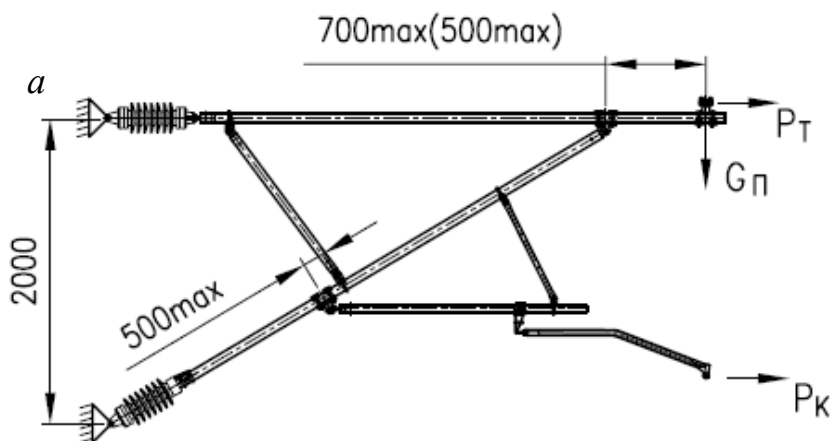
Стержневые консольные и фиксаторные изоляторы приняты на разрушающую механическую нагрузку при растяжении 100 кН, разрушающий изгибающий момент 3,5 кН·м и длину пути тока утечки 600 мм. Максимальная рабочая изгибающая нагрузка на изоляторы в консолях не должна превышать 40% механического разрушающего момента на изгиб. Соединение горизонтальных стержней с изолятором выполнено резьбовым. В консолях применены фарфоровые изоляторы ФСФ 100-3/0,6 УХЛ1 и КСФ 100-3/0,6 УХЛ1. Допускается применение полимерных изоляторов ФСПКр 120-3/0,6 УХЛ1 и КСПКр 120-3/0,6 УХЛ1.

Расшифровка маркировки консолей ИТГ показана на рисунке 7.1.

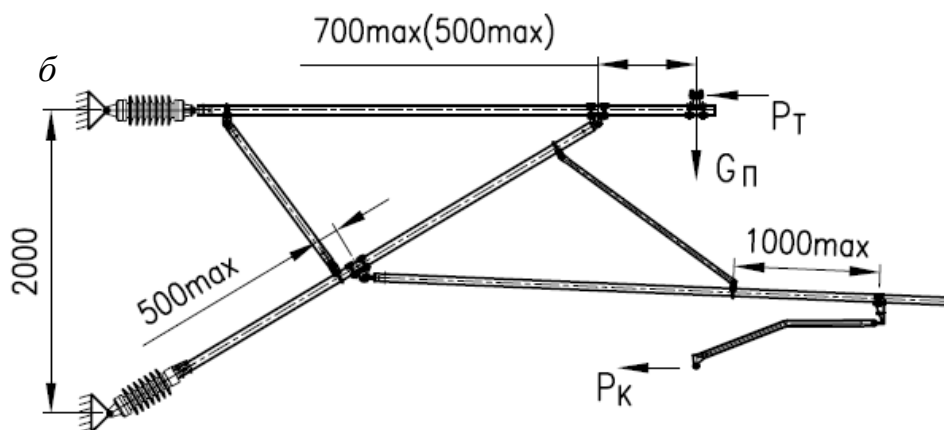
Элемент	Значение	Что определяет
1	ИТГ	изолированная трубчатая горизонтальная
2	цифра от 0 до 12	номер типоразмера консоли по габариту
3	отсутствует	консоль не имеет подкоса
	буква "п"	консоль с подкосом
4	отсутствует	консоль с нормальной конструктивной высотой ($H_k=1800$)
	буква "в"	консоль с повышенной конструктивной высотой ($H_k=2300$)

Рисунок 7.1 – Расшифровка обозначения изолированных трубчатых горизонтальных консолей

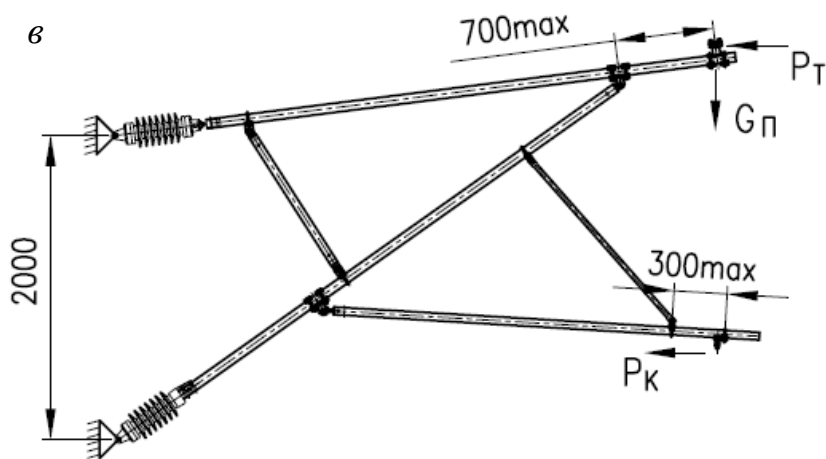
На рисунке 7.2 представлены схемы нагружения изолированных трубчатых горизонтальных консолей. Данный рисунок показан для контактной сети переменного тока (фиксатор для одиночного КП), для постоянного тока ситуация аналогичная (только фиксатор для двойного КП).



Максимальные нагрузки
 $G_{п} = 2800 \div 3400 \text{ Н}$
 $P_{т} = 5000 \div 5500 \text{ Н}$
 $P_{к} = 2300 \text{ Н}$



Максимальные нагрузки
 $G_{п} = 3500 \div 4400 \text{ Н}$
 $P_{т} = 5200 \div 5700 \text{ Н}$
 $P_{к} = 1900 \div 2100 \text{ Н}$

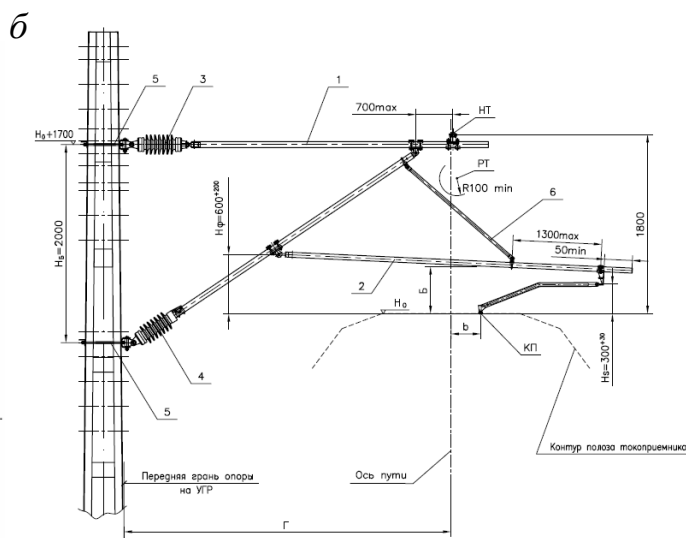
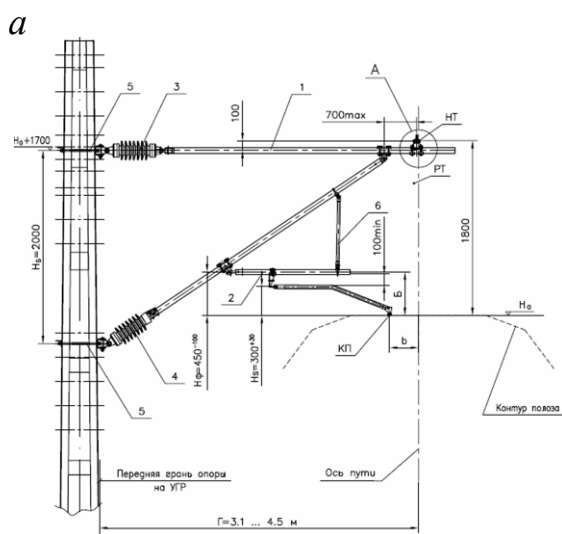


Максимальные нагрузки
 $G_{\text{П}} = 3400 \div 3700 \text{ Н}$
 $P_{\text{T}} = 5000 \div 5400 \text{ Н}$
 $P_{\text{К}} = 2100 \div 2500 \text{ Н}$

Рисунок 7.2 – Схемы нагружения консолей ИТГ и максимальные нагрузки *а* – при прямом фиксаторе; *б* – при обратном фиксаторе; *в* – при фиксаторе анкеруемой ветви

$G_{\text{П}}$ – это вес подвески, P_{T} – нагрузка от изгиба НТ совместно с усилием от ветрового воздействия на него, $P_{\text{К}}$ – нагрузка от изгиба КП совместно с усилием от ветрового воздействия на него. Нагрузки от несущего троса P_{T} и $G_{\text{П}}$ приложены к седлу консоли, а нагрузка $P_{\text{К}}$ – к концу фиксатора. Горизонтальный и наклонный стержень консолей ИТГ сделан из трубы 60х6, подкос – из трубы 42х4.

На рисунках 7.3, 7.4 представлен внешний вид консолей ИТГ для различных типов опор (металлические стойки МК) для контактной сети переменного тока с фиксатором для одиночного КП. В случае контактной сети постоянного тока ситуация будет схожей.



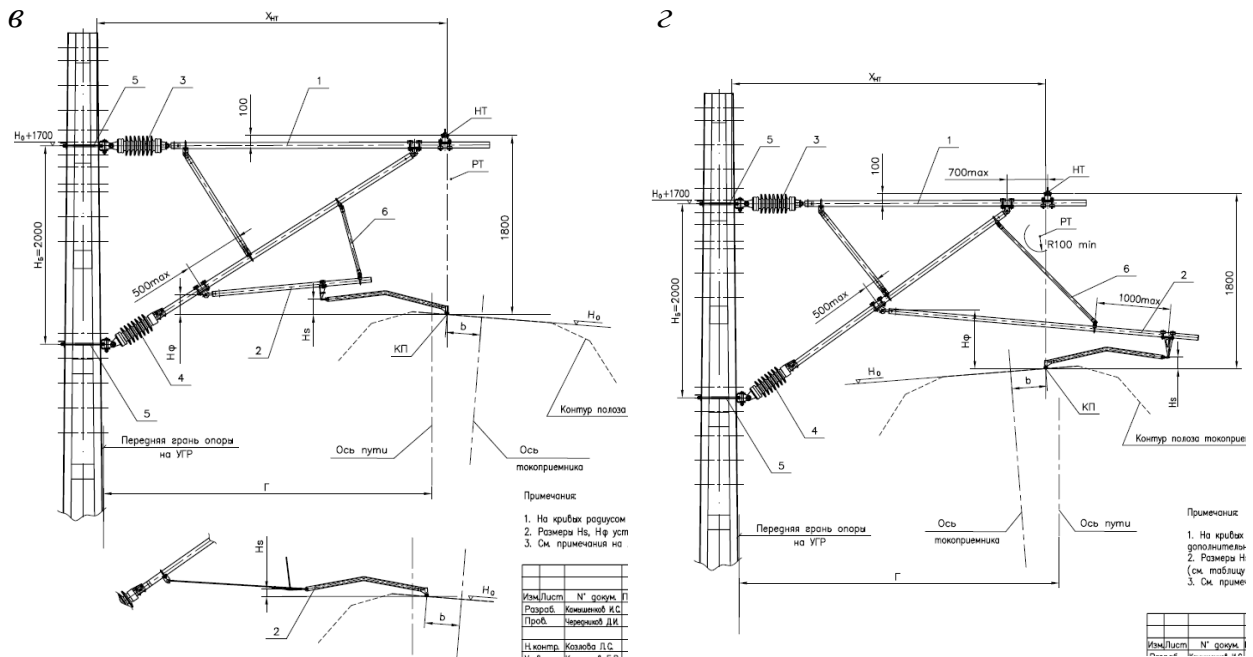
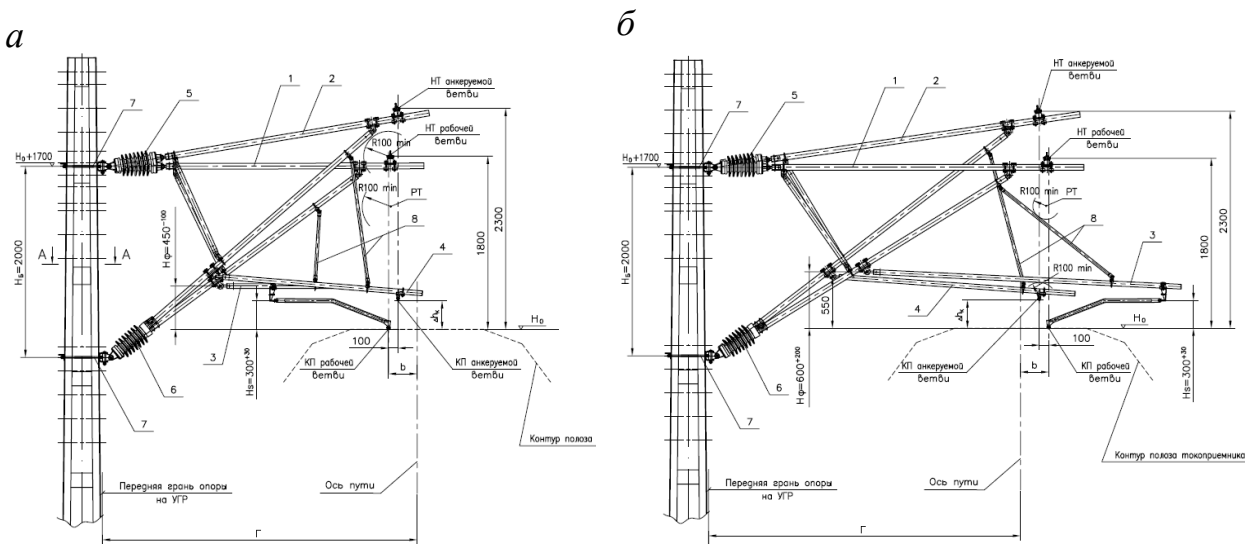


Рисунок 7.3 – Внешний вид консолей ИТГ для промежуточных опор на прямом участке пути при: *а* – зигзаге к опоре; *б* – тоже самое при зигзаге от опоры; *в* – на внешней стороне кривой; *з* – на внутренней стороне кривой;

1 – консоль, 2 – фиксатор, 3 – изолятор фиксаторный, 4 – изолятор консольный, 5 – узел крепления консоли, 6 – распорка жёсткая



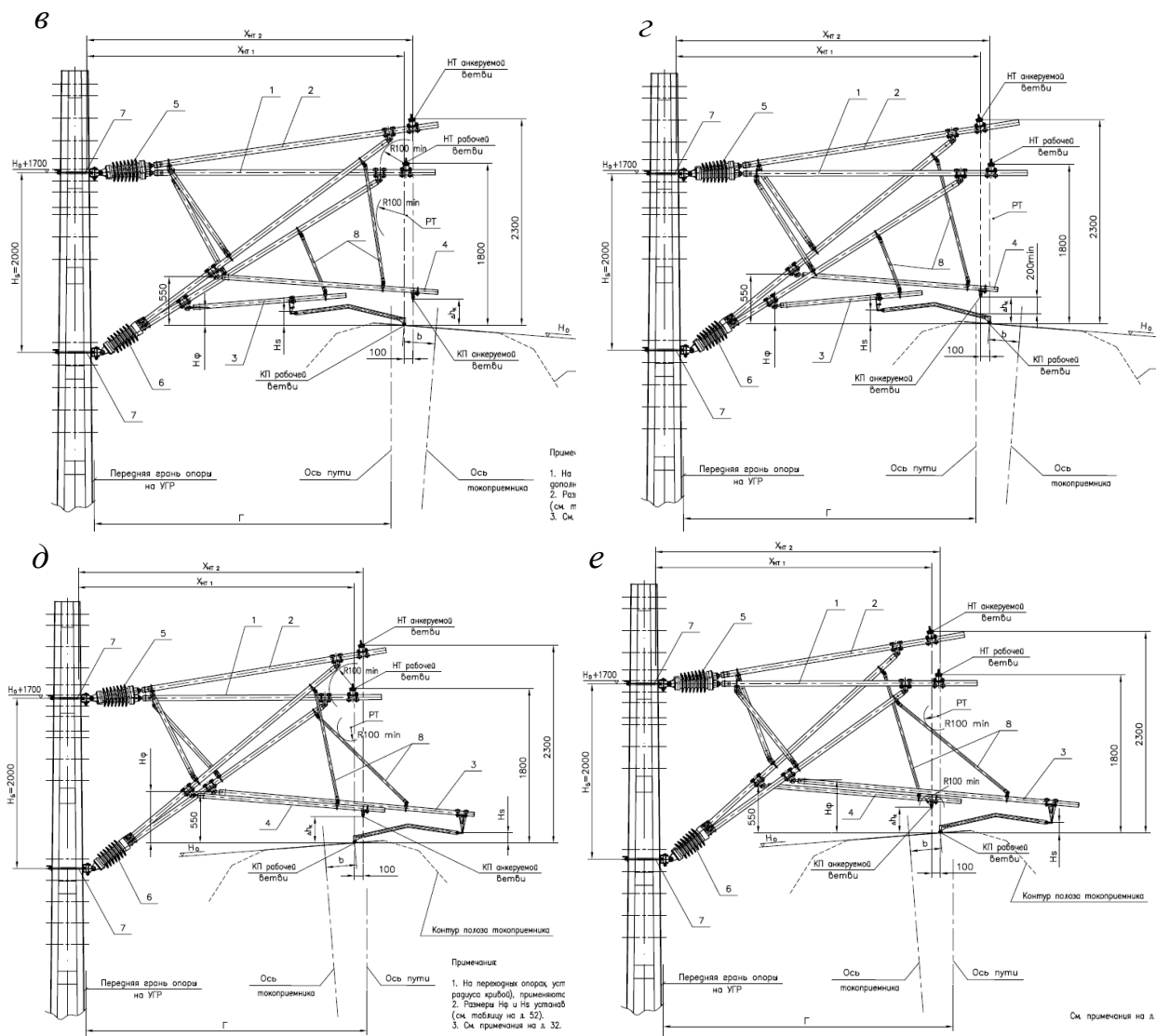


Рисунок 7.4 – Внешний вид консолей ИТГ для переходных опор сопряжений без секционирования: а – на прямом участке пути опора «А»; б – тоже опора «Б»; в – на внешней стороне кривой опора «А»; г – тоже опора «Б»; д – на внутренней стороне кривой опора «А»; е – тоже опора «Б»;

1 – консоль рабочей ветви, 2 – консоль анкеруемой ветви, 3 – фиксатор рабочей ветви, 4 – фиксатор анкеруемой ветви, 5 – изолятор фиксаторный, 6 – изолятор консольный, 7 – узел крепления, 8 – распорка жёсткая

Расстояние по горизонтали между точками фиксации КП (так же как и НТ) переходной и анкеруемой ветви в сопряжении без секционирования составляет 100 мм, а в сопряжении с секционированием оно равняется 500 или 550 мм в зависимости от того нормально включен или нормально отключен секционный разъединитель. В остальном внешний вид консолей ИТГ на переходных опорах в сопряжениях с секционированием, схож с внешним видом

этих консолей на сопряжении без секционирования. Подбор консолей ИТГ и фиксаторов к ним осуществляют для всех типов опор исходя из приведённых таблиц 7.1–7.7.

Таблица 7.1 – Таблица применения консолей ИТГ на прямых участках пути для типовых габаритов опор

Род тока		Постоянный ток					Переменный ток					
Назначение консолей		Консоль при габарите опор										
		3,1	3,3	3,5	4,9	5,7	3,1	3,3	3,5	4,9	5,7	
Промежуточная опора	Зигзаг к опоре	ИТГ-2	ИТГ-3	ИТГ-4	ИТГ-6-п+удл	ИТГ-10-п+удл	ИТГ-0	ИТГ-1	ИТГ-2	ИТГ-5-п+удл	ИТГ-9-п+удл	
	Зигзаг от опоры	ИТГ-2	ИТГ-3	ИТГ-4	ИТГ-6-п+удл	ИТГ-10-п+удл	ИТГ-3	ИТГ-4	ИТГ-5-п	ИТГ-8-п+удл	ИТГ-12-п+удл	
Опора средней анкеровки	Зигзаг к опоре	ИТГ-2-пв	ИТГ-3-гк	ИТГ-4-пс	ИТГ-6-гк+удл	ИТГ-10-пв+удл	ИТГ-0-п	ИТГ-1-п	ИТГ-2-п	ИТГ-5-п+удл	ИТГ-9-п+удл	
	Зигзаг от опоры	ИТГ-2-пв	ИТГ-3-гк	ИТГ-4-пс	ИТГ-6-гк+удл	ИТГ-10-пв+удл	ИТГ-3-п	ИТГ-4-п	ИТГ-5-п	ИТГ-8-п+удл	ИТГ-12-п+удл	
Рабочая ветвь ближе к опоре	Опора "А"	Рабочей	ИТГ-0-п	ИТГ-1-п	ИТГ-2-п	ИТГ-5-п+удл	ИТГ-9-п+удл	ИТГ-0-п	ИТГ-1-п	ИТГ-2-п	ИТГ-5-п+удл	ИТГ-9-п+удл
		Анкерованной	ИТГ-1-пв	ИТГ-2-пв	ИТГ-3-пв	ИТГ-5-пв+удл	ИТГ-9-пв+удл	ИТГ-1а-пв	ИТГ-2а-пв	ИТГ-3а-пв	ИТГ-5а-пв+удл	ИТГ-9а-пв+удл
Анкерованная ветвь ближе к опоре	Опора "Б"	Рабочей	ИТГ-3-п	ИТГ-4-п	ИТГ-5-п	ИТГ-8-п+удл	ИТГ-12-п+удл	ИТГ-3-п	ИТГ-4-п	ИТГ-5-п	ИТГ-8-п+удл	ИТГ-12-п+удл
		Анкерованной	ИТГ-3-пв	ИТГ-4-пв	ИТГ-5-пв	ИТГ-7-пв+удл	ИТГ-11-пв+удл	ИТГ-3а-пв	ИТГ-4а-пв	ИТГ-5а-пв	ИТГ-7а-пв+удл	ИТГ-11а-пв+удл
Рабочая ветвь ближе к опоре	Опора "А"	Рабочей	ИТГ-0-п	ИТГ-1-п	ИТГ-2-п	ИТГ-5-п+удл	ИТГ-9-п+удл	ИТГ-0-п	ИТГ-1-п	ИТГ-2-п	ИТГ-5-п+удл	ИТГ-9-п+удл
		Анкерованной	ИТГ-2-пв	ИТГ-3-пв	ИТГ-4-пв	ИТГ-7-пв+удл	ИТГ-11-пв+удл	ИТГ-2а-пв	ИТГ-3а-пв	ИТГ-4а-пв	ИТГ-7а-пв+удл	ИТГ-11а-пв+удл
Анкерованная ветвь ближе к опоре	Опора "Б"	Рабочей	ИТГ-3-п	ИТГ-4-п	ИТГ-5-п	ИТГ-8-п+удл	ИТГ-12-п+удл	ИТГ-3-п	ИТГ-4-п	ИТГ-5-п	ИТГ-8-п+удл	ИТГ-12-п+удл
		Анкерованной	ИТГ-0-пв	ИТГ-1-пв	ИТГ-2-пв	ИТГ-5-пв+удл	ИТГ-9-пв+удл	ИТГ-0а-пв	ИТГ-1а-пв	ИТГ-2а-пв	ИТГ-5а-пв+удл	ИТГ-9а-пв+удл
Наличие удлинителей		Без удлинителей			С удлинителями		Без удлинителей			С удлинителями		

Таблица 7.2 – Подбор консолей ИТГ на внешней стороне кривых участков пути для типовых габаритов опор

Назначение консоли			Номер типоразмера консоли при габарите опоры, м																																																		
Условия применения	Радиус кривой (R), м	Расчетное возвышение рельса, мм	3,1								3,3								3,5								4,9 (консоль на удлинителях)								5,7 (консоль на удлинителях)																		
			зигзаг рабочего КП к опоре				от опоры				зигзаг рабочего КП к опоре				от опоры				зигзаг рабочего КП к опоре				от опоры				зигзаг рабочего КП к опоре				от опоры				зигзаг рабочего КП к опоре				от опоры														
			-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400	-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400	-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400	-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400	-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400	-400	-300	-200	-100	0	100
Промежуточная опора, опора средней анкеровки, рабочие ветви сопряжений всех типов.	R ≥ 2500	0	0	1	2	3				1	2	3	4					2	3	4	5					4	5	6	7					8	9	10	11																
	2500 > R ≥ 2000	25	0	1	2	3				1	2	3	4					2	3	4	5					3	4	5	6					5	6	7	8																
	2000 > R ≥ 1900	50	1	2	3					2	3	4	5					3	4	5	6					4	5	6	7					6	7	8	9																
	1900 > R ≥ 1700	75	1	2	3	4				2	3	4	5					3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8																
	1700 > R ≥ 1500	100	2	3	4					3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8	9					6	7	8	9															
	1500 > R ≥ 1300	125	2	3	4					3	4	5						4	5	6					5	6	7						6	7	8	9																	
	1300 > R ≥ 1200	150	3	4	5					4	5	6						5	6	7					6	7	8						7	8	9																		
	R ≥ 2500	0	0	1	2	3				1	2	3	4					2	3	4	5					3	4	5	6					4	5	6	7	8															
	2500 > R ≥ 2000	25	1	2	3					2	3	4	5					3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8																
	2000 > R ≥ 1900	50	1	2	3	4				2	3	4	5					3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8																
	1900 > R ≥ 1700	75	2	3	4					3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8					6	7	8	9																
	1700 > R ≥ 1500	100	2	3	4	5				3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8	9					6	7	8	9															
	1500 > R ≥ 1300	125	3	4	5					4	5	6						5	6	7					6	7	8						7	8	9																		
	1300 > R ≥ 1200	150	3	4	5					4	5	6						5	6	7					6	7	8						7	8	9																		
	R ≥ 2500	0	0	1	2	3				0	1	2	3					1	2	3	4					2	3	4	5					3	4	5	6	7	8														
	2500 > R ≥ 2000	25	1	2	3					1	2	3	4					2	3	4	5					3	4	5	6					4	5	6	7																
	2000 > R ≥ 1900	50	1	2	3	4				1	2	3	4					2	3	4	5					3	4	5	6					4	5	6	7																
	1900 > R ≥ 1700	75	2	3	4					2	3	4	5					3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8																
1700 > R ≥ 1500	100	2	3	4	5				2	3	4	5					3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8																	
1500 > R ≥ 1300	125	3	4	5					3	4	5						4	5	6					5	6	7						6	7	8																			
1300 > R ≥ 1200	150	3	4	5					3	4	5						4	5	6					5	6	7						6	7	8																			
R ≥ 2500	0	0	1	2	3	4	5		2	3	4	5	6				3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8	9																
2500 > R ≥ 2000	25	2	3	4	5				3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8					6	7	8	9																	
2000 > R ≥ 1900	50	2	3	4	5				3	4	5	6					4	5	6	7					5	6	7	8					6	7	8	9																	
1900 > R ≥ 1700	75	3	4	5	6				4	5	6	7					5	6	7	8					6	7	8	9					7	8	9	10																	
1700 > R ≥ 1500	100	3	4	5	6				4	5	6	7					5	6	7	8					6	7	8	9	10	11					8	9	10	11															
1500 > R ≥ 1300	125	4	5	6					5	6	7						6	7	8					7	8	9	10	11					9	10	11																		
1300 > R ≥ 1200	150	4	5	6	7				5	6	7	8					6	7	8					7	8	9	10	11					9	10	11																		
R ≥ 2500	0					0					0	1							0	1	2					0	1	2					2	3	4	5																	
2500 > R ≥ 2000	25					0					0	1							0	1	2					0	1	2					2	3	4	5																	
2000 > R ≥ 1900	50					0	1				0	1	2						0	1	2					0	1	2					3	4	5																		
1900 > R ≥ 1700	75					0	1				0	1	2						0	1	2	3				0	1	2	3					3	4	5	6																
1700 > R ≥ 1500	100			0	1	2					0	1	2	3					0	1	2	3				0	1	2	3					4	5	6																	
1500 > R ≥ 1300	125		0	1	2						0	1	2	3					0	1	2	3				0	1	2	3					4	5	6																	
1300 > R ≥ 1200	150		0	1	2						0	1	2	3					0	1	2	3				0	1	2	3					5	6	7																	

Таблица 7.4 – Допустимая нагрузка на фиксаторы

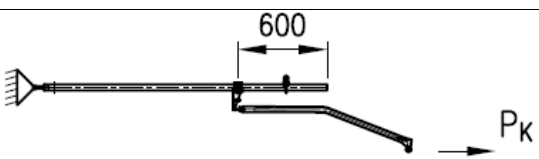
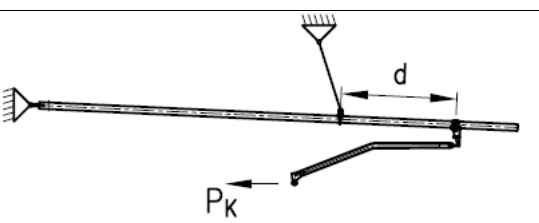

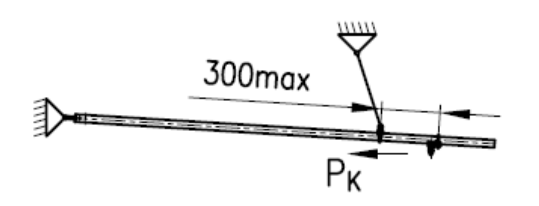
Схема приложения нагрузок	Тип фиксатора	Номер типоразмера постоянный ток (вверху) переменный ток (внизу)	Сечение основного стержня	Допустимая нагрузка, Н постоянный ток (вверху) переменный ток (внизу)
	Прямой	7 1, 2, 3, 4, 5, 6	42*4	3800 2000
		10 7, 8, 9, 10	50*5	5000 2500
	Обратный	4 Все типоразмеры d = 600	50*5	4200 2000
		9 Все типоразмеры d = 1000	60*7 50*5	5000 1850
	Гибкий	2 Все типоразмеры	Провод М-35	5000 2000
	Фиксаторы анкеруемой ветви	10 Все типоразмеры	50*5	3500

Таблица 7.5 – Подбор фиксаторов на прямых участках пути для типовых габаритов опор

		Род тока														
		Постоянный						Переменный								
Назначение фиксатора		Тип фиксатора при габарите опоры, м					Длина распорки, Lp	Тип фиксатора при габарите опоры, м					Длина распорки, Lp			
		3,1	3,3	3,5	4,9	5,7		3,1	3,3	3,5	4,9	5,7				
Промежуточная опора, опора средней анкеровки	Зигзаг к опоре	ФПИ-2	ФПИ-3	ФПИ-3	ФПИ-5	ФПИ-7	700	ФПИ-1	ФПИ-2	ФПИ-3	ФПИ-5	ФПИ-7	700			
	Зигзаг от опоры	ФОИ-2	ФОИ-2	ФОИ-3	ФОИ-5	ФОИ-7	1400	ФОИ-2	ФОИ-3	ФОИ-3	ФОИ-6	ФОИ-7	1400			
Переходные опоры при отсутствии секционирования	Рабочая ветвь ближе к опоре	Опора "А"	Консоль ветви	Рабочей	ФПИ-2	ФПИ-3	ФПИ-3	ФПИ-5	ФПИ-7	700	ФПИ-2	ФПИ-3	ФПИ-3	ФПИ-5	ФПИ-7	700
				Анкеруемой	2ФАИ-3	2ФАИ-3	2ФАИ-4	2ФАИ-7	2ФАИ-9	2x1400	ФАИ-2	ФАИ-2	ФАИ-3	ФАИ-6	ФАИ-8	1300
	Анкеруемая ветвь ближе к опоре	Опора "Б"		Рабочей	ФОИ-2	ФОИ-2	ФОИ-3	ФОИ-5	ФОИ-7	1400	ФОИ-2	ФОИ-2	ФОИ-3	ФОИ-5	ФОИ-7	1400
				Анкеруемой	2ФАИ-4	2ФАИ-5	2ФАИ-5	2ФАИ-8	2ФАИ-10	2x1400	ФАИ-3	ФАИ-4	ФАИ-4	ФАИ-7	ФАИ-9	1300
Переходные опоры при сопряжении с секционированием	Рабочая ветвь ближе к опоре	Опора "А"	Консоль ветви	Рабочей	ФПИ-2	ФПИ-2	ФПИ-3	ФПИ-5	ФПИ-7	700	ФПИ-2	ФПИ-2	ФПИ-3	ФПИ-5	ФПИ-7	700
				Анкеруемой	2ФАИ-5	2ФАИ-5	2ФАИ-6	2ФАИ-8	2ФАИ-11	2x1400	ФАИ-4	ФАИ-4	ФАИ-5	ФАИ-7	ФАИ-10	1300
	Анкеруемая ветвь ближе к опоре	Опора "Б"		Рабочей	ФОИ-2	ФОИ-2	ФОИ-3	ФОИ-5	ФОИ-7	1400	ФОИ-2	ФОИ-2	ФОИ-3	ФОИ-5	ФОИ-7	1400
				Анкеруемой	2ФАИ-3	2ФАИ-4	2ФАИ-4	2ФАИ-7	2ФАИ-9	2x1400	ФАИ-2	ФАИ-3	ФАИ-3	ФАИ-6	ФАИ-8	1300
Наличие удлинителей для консоли		Консоли без удлинителей			Консоли на удлинителях			Консоли без удлинителей			Консоли на удлинителях					

Таблица 7.6 – Подбор фиксаторов на кривых участках пути для типовых габаритов опор (переменный ток)

Назначение фиксатора			Номер типоразмера фиксатора при габарите опоры, м																																
Условия применения	Радиус кривой (R), м	Расчетное возвышение рельса, мм	Тип фиксатора	3,1					3,3					3,5					4.9 (консоль на удлинителе)					5.7 (консоль на удлинителе)											
				зигзаг рабочего КП					зигзаг рабочего КП					зигзаг рабочего КП					зигзаг рабочего КП					зигзаг рабочего КП											
				к опоре		от опоры			к опоре		от опоры			к опоре		от опоры			к опоре		от опоры			к опоре		от опоры									
				-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400	-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400	-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400	-400	-300	-200	-100	0
Промежуточная опора, опора средней анкеровки, рабочие ветви на опорах "А" и "Б" сопряжений всех типов, дальняя от опоры ветвь на опорах "Б" 4-х пролетных сопряжений без секционирования.	R > 1500	0	ФПИ*	1	2	3	4			2	3	4			3	4	5			5	6	7			8	9									
	1200 < R ≤ 1500	25		2		3	4			3		4			3	4	5			6		7			8		9								
	1000 < R ≤ 1200	50		2		3	4			3		4	5			4		5			6		7			8		9	10						
	900 < R ≤ 1000	75		3		4				3		4	5			4		5	6			6		7	8		9		10						
	800 < R ≤ 900	100		3		4	5			4		5			4		5	6			6		7	8		9		10							
	700 < R ≤ 800	125		3	4	5				4		5			5		6			7		8			9		10								
R ≤ 700	150		4		5			4		5	6			5	6	4			7		8	9		9	10										
Внешняя сторона кривой	Сопряжения без секционирования	Опора "А"	R > 1500	0	ФАИ	1	2	3			2	3	4			3		4			5	6	7			7	8	9							
			1200 < R ≤ 1500	25		2		3			2		3	4			3		4			5	6	7			7	8	9						
			1000 < R ≤ 1200	50		2		3			3		4			3		4	5			6		7			8		9						
			900 < R ≤ 1000	75		2		3	4			3		4			3		4	5			6		7			8		9					
			800 < R ≤ 900	100		3		4			3		4	5			4		5	4			6		7			9							
			700 < R ≤ 800	125		3		4			3		4	5			4		5	4			7					9							
	R ≤ 700	150	3			4			4		5			4		5	4			7		8			9										
	Сопряжения с секционированием	Опора "А"	R > 1500	0		3		4	5			3	4	5	4			4	5	4	5			7	8			9	10						
			1200 < R ≤ 1500	25		3		4	5			4		5	4			4		5	4	5			7		8		9	10					
			1000 < R ≤ 1200	50		3		4		5			4		5	4	5			5	4	5			7		8	9		10					
			900 < R ≤ 1000	75		4		5	4		5			5	4	5			5	4	5	6			8		9		10						
			800 < R ≤ 900	100		4		5	4	5			5	4	5			5	4	5	6			8		9									
700 < R ≤ 800			125	4		5	4	5			5	4	5			5	4	5	6			8		9											
R ≤ 700	150	5		4	5			5	4	5			5	4	5	6			8		9														
Внутренняя сторона кривой	Сопряжения без секционирования	Опора "Б"	R > 1500	0	1		1			1		1	2			1		1	2	3			5	6	4	5		5	6	7					
			1200 < R ≤ 1500	25			1					1		2					1		2	3			6		4	5		6	7				
			1000 < R ≤ 1200	50			1	2				1		2				1		2	3			4		5		6		7	8				
			900 < R ≤ 1000	75			1	2				1		2	3			1		2	3			4		5	6		6	7	8				
			800 < R ≤ 900	100			1	2				1		2	3			2		3			4		5	6	6		7	8	8				
			700 < R ≤ 800	125		1		2				1		2	3			2		3			4		5	6	6		7	8	8				
	R ≤ 700	150	1		2	3				2		3			2		3			4		5	6	6		7	8	8							

Окончание таблицы 7.6

Назначение фиксатора				Номер типоразмера фиксатора при габарите опоры, м																																															
Условия применения	Радиус кривой (R), м	Расчетное возвышение рельса, мм	Тип фиксатора	3,1							3,3							3,5							4,9 (консоль на удлинителе)							5,7 (консоль на удлинителе)																			
				зигзаг рабочего КП							зигзаг рабочего КП							зигзаг рабочего КП							зигзаг рабочего КП							зигзаг рабочего КП																			
				к опоре				от опоры			к опоре				от опоры			к опоре				от опоры			к опоре				от опоры																						
				-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400					-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400					-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400					-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400
Промежуточная опора, опора средней анкеровки, рабочие ветви на опорах "А" неизолирующих сопряжений и на опорах "Б" сопряжений всех типов, дальняя от опоры ветвь на опорах "Б" 4-х пролетных сопряжений всех типов.	R > 1500	0	ФОИ																																																
	1200 < R ≤ 1500	25		1							1							1							4							5																			
	1000 < R ≤ 1200	50		1							1							1							4							5																			
	900 < R ≤ 1000	75		0							1							1							3							4																			
	800 < R ≤ 900	100		0							1							1							3							4																			
	700 < R ≤ 800	125		0							1							1							3							4																			
	R ≤ 700	150	0							1							1							3							4																				
	Анкеруемые ветви сопряжений	Опора "А"	R > 1500	0	ФОИ	2							2							3							5							7																	
			1200 < R ≤ 1500	25		2							2							3							5							7																	
			1000 < R ≤ 1200	50		1							2							3							5							7																	
			900 < R ≤ 1000	75		1							2							3							5							7																	
			800 < R ≤ 900	100		1							2							3							5							7																	
			700 < R ≤ 800	125		1							2							3							5							7																	
		R ≤ 700	150	1							2							3							5							7																			
		Опора "Б"	R > 1500	0	1							2							3							5							7																		
1200 < R ≤ 1500			25	1							2							3							5							7																			
1000 < R ≤ 1200			50	1							2							3							5							7																			
900 < R ≤ 1000			75	1							2							3							5							7																			
800 < R ≤ 900			100	1							2							3							5							7																			
700 < R ≤ 800			125	1							2							3							5							7																			
R ≤ 700		150	1							2							3							5							7																				
Рабочая ветвь на опорах "А" изолирующих сопряжений		Опора "А"	R > 1500	0	ФОИ	3							4							4							7							9																	
	1200 < R ≤ 1500		25	3							4							4							7							9																			
	1000 < R ≤ 1200		50	3							4							4							7							9																			
	900 < R ≤ 1000		75	3							4							4							7							9																			
	800 < R ≤ 900		100	2							3							4							6							8																			
	700 < R ≤ 800		125	2							3							4							6							8																			
	R ≤ 700	150	2							3							4							6							8																				
	Опора "Б"	R > 1500	0	1							2							3							6							8																			
		1200 < R ≤ 1500	25	1							2							3							6							8																			
		1000 < R ≤ 1200	50	1							2							3							6							8																			
		900 < R ≤ 1000	75	1							2							3							6							8																			
		800 < R ≤ 900	100	1							2							3							6							8																			
700 < R ≤ 800		125	1							2							3							6							8																				
R ≤ 700	150	1							2							3							6							8																					

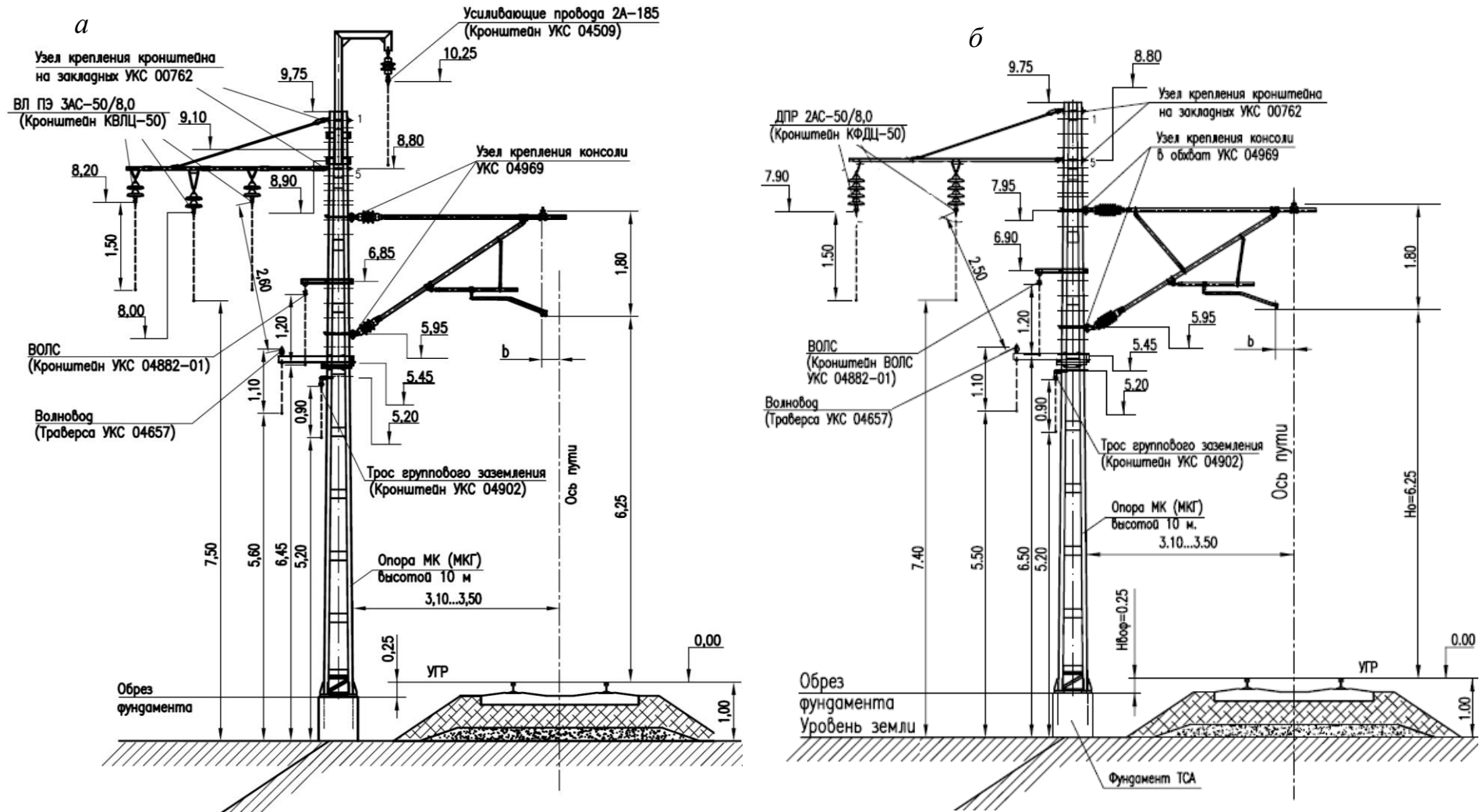


Рисунок 7.5 – Типовая армировка промежуточной опоры (металлическая стойка МК, консоль ИТГ) на перегоне, прямой участок насыпь: а – на постоянном токе; б – на переменном

8 Общие параметры и схемы контактной подвески на станции

В качестве основы для проектирования КС на станции приняты следующие типовые проекты:

– для постоянного тока «Контактная сеть КС-160 на станциях с жесткими поперечинами» КС-160.12 и дополнение к нему «Контактная сеть КС-160 на станциях с жесткими поперечинами» КС-160.12-09. Постоянный ток. Альбом 2 разработан в дополнение:

– для переменного тока «Контактная сеть КС-160 на станциях с жесткими поперечинами» КС-160.11. Переменный ток.

Расчетные условия следующие:

– климатические условия до IV гололедного и до III ветрового районов включительно;

– минимальный радиус кривых 500 м;

– максимальные длины пролетов 70 м;

– температурный интервал работы контактной подвески 100 °С.

В качестве типовых следует использовать ригели жестких поперечин по проектам ОАО «ЦНИИС» 5254 «Унифицированные конструкции жестких поперечин балочного типа» (2006 г.) и 8001 «Жесткие поперечины с оттяжками больших пролетов» (2007 г.).

Подбор ригелей следует производить с учетом дополнительных моментов от консольных и фиксаторных стоек. Установка промежуточных консольных стоек производится на ригели, несущей способностью не ниже 130 кН·м, переходных – не ниже 180 кН·м.

На ригелях с освещением, обслуживаемым с настила, должны применяться консольные и фиксаторные стойки с индексом «С» в номере чертежа с соответствующими узлами крепления.

Типоразмеры консолей, фиксаторов при фиксации контактной подвески с опор определяются при рабочем проектировании в зависимости от габарита опор по таблицами применения рассмотрено два варианта размещения усиливающего провода на ригелях без освещения или с освещением, обслуживаемым с пути: под ригелем на подвесе на уголке и над ригелем на Г-образной стойке. На ригелях с освещением, обслуживаемым с настила, усиливающий провод необходимо пропускать под ригелем вне пространства, занятого консольными стойками с консолями.

Высоту подвешивания контактного провода на станциях рекомендуется принимать 6250 мм (единой с высотой подвешивания на перегонах), что облегчает проход контактной подвески под искусственными сооружениями на станции и позволяет уменьшить уклоны контактного провода.

Показано два вида крепления ригелей к стойкам: на оголовках или на опорных столиках в зависимости от условий применения и требуемого рас-

стояния между высотой установки ригеля и высотой подвески контактного провода. В дипломном проекте более предпочтительный является вариант установки на опорных столиках.

Исторически сложилось, что при дипломном и курсовом проектировании необходимо выполнение механического расчёта АУ цепной подвески. Из-за этого контактная сеть на станции принимается полукомпенсированной, поэтому в данном методическом пособии из проектов КС-160.12 показаны только условия и типовые варианты армировки ригелей и опор полукомпенсированной подвески на станции. Однако в указанных проектах (особенно в КС-160.12-09) большое внимание уделено применению компенсированной подвески на станции. Студент может по согласованию с преподавателем выбрать этот вариант и самостоятельно взять необходимую информацию из данных проектов. При полукомпенсированной подвеске жесткие поперечины необходимо выполнять фиксаторными стойками. Использование варианта с фиксирующими тросами не рекомендуется. В проектах КС-160.12 предусмотрено применение фиксаторных стоек конструкции УКС и по чертежам ЛЭЗ 40.0257 и ЛЭЗ 40.0258.

При разработке планов контактной сети станций следует руководствоваться следующими основными положениями.

Разбивка положения жестких поперечин в горловинах станций должна производиться с учетом возможности фиксации положения подвесок в соответствии с требованиями по фиксации воздушных стрелок. Возможно применение фиксирующих опор. В дипломном и курсовом проекте рекомендуется все воздушные стрелки по возможности делать фиксированными.

Местоположение средних анкерровок на анкерных участках, образующих воздушную стрелку, должно определяться с учетом допустимых расстояний до места пересечения проводов на воздушной стрелке. При этом длина другой половины анкерного участка не должна превышать максимально допустимой длины по условиям компенсации температурных перемещений проводов.

Расположение сопряжений в пределах станции выбирается с учетом обеспечения примерно одинаковых приращений натяжений проводов подвесок с обеих сторон от средней анкеровки при изменении температуры. При невозможности обеспечить примерно одинаковые приращения натяжения контактного провода с разных сторон от средней анкеровки (в частности, из-за разных расстояний от средней анкеровки до компенсаторов) допускается разность значений приращений не более 900 Н для одного контактного провода. При этом длина пролета со средней анкеровкой должна быть не более 60 м. В этом случае обеспечивается непровисание ветви средней анкеровки с ослабленным натяжением ниже контактного провода.

На анкерных участках, образующих воздушные стрелки на съездах между главными путями, количество контактных проводов должно соответствовать количеству проводов на главных путях.

Температурные перемещения проводов на анкерных участках, образующих воздушные стрелки, должны предусматриваться в одном направлении.

Фиксация ветвей подвесок на сопряжениях анкерных участков и воздушных стрелках должна предусматриваться без взаимного влияния нагрузок от излома контактных проводов. При одностороннем направлении нагрузок фиксация должна производиться на двух консолях или двух фиксирующих тросах. В проекте КС-160.12-09 предполагается возможность фиксации до четырёх подвесок на воздушной стрелке (одна рабочая, другая – отходящая, две анкеруемые). В дипломном и курсовом проектировании рекомендуется использовать данные типовые решения (рисунки 8.2–8.9)

Углы отклонения анкеруемых ветвей не должны превышать 6° или 10° и следует стремиться к их уменьшению, для чего длины пролетов с анкеруемыми подвесками должны приниматься максимально допустимыми по ветроустойчивости, а габариты анкерных опор минимально допустимыми.

На рисунке 8.10 показана типовая схема расстановки струн в пролётах для контактной подвески постоянного и переменного тока в случае с разнесёнными струнами и рессорным тросом.

Условия размещения секционных изоляторов в заданном пролёте контактной подвески разработаны Трансэлектропроектом и показаны на рисунке 8.11, это позволяет применять при проектировании разрешенные в установленном порядке другие типы секционных изоляторов, чем предусмотренные здесь (по проектам КС-160.12).

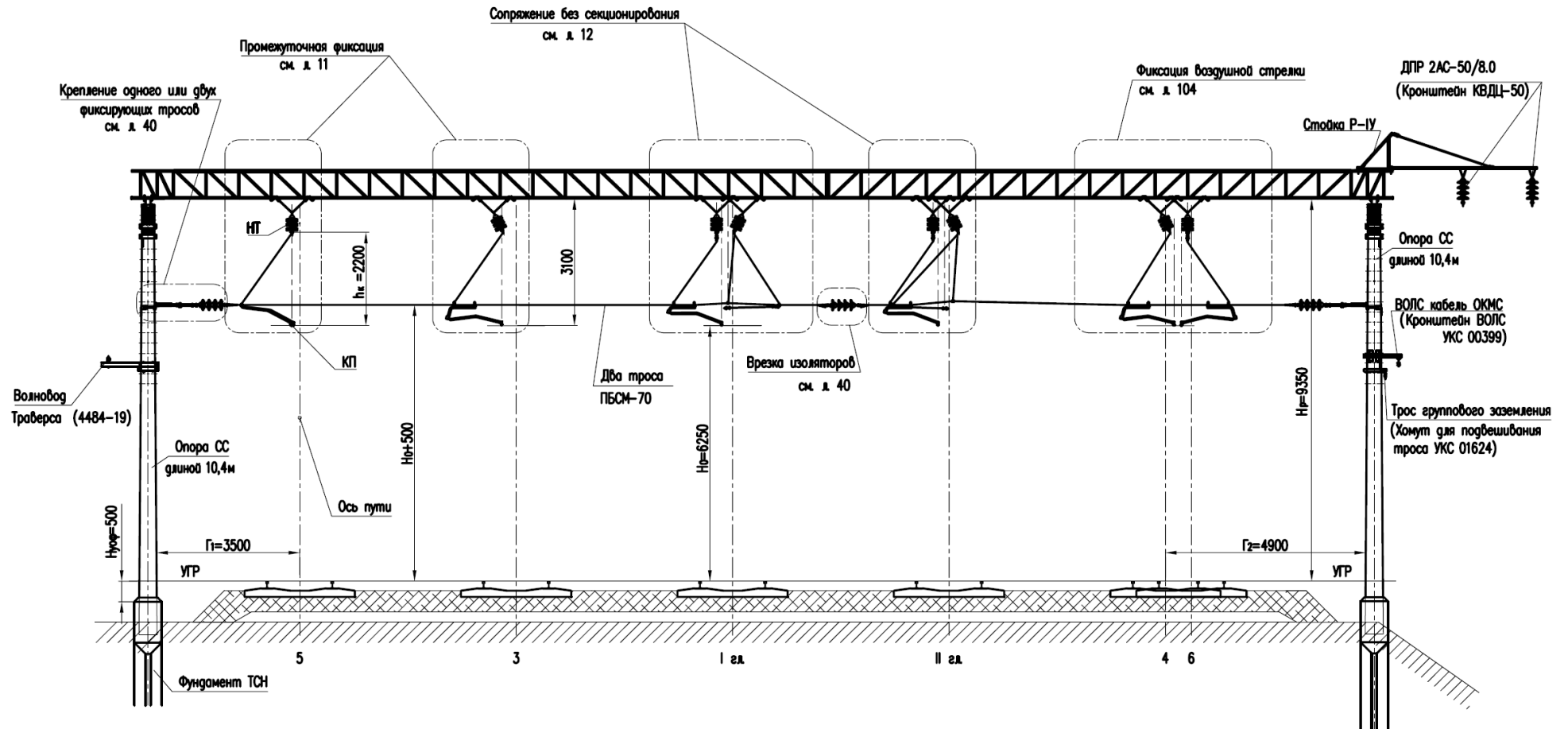


Рисунок 8.1 – Условная схема армировки жёсткой поперечины с нижним фиксирующим тросом, полукомпенсированная контактная подвеска переменного тока, стойки СС104.6 с оголовками

Армирование жёстких поперечин нижним фиксирующим тросом для контактного провода не рекомендуется при выполнении дипломного и курсового проекта, и здесь приведена лишь для общего ознакомления, поскольку ещё широко встречается в эксплуатации.

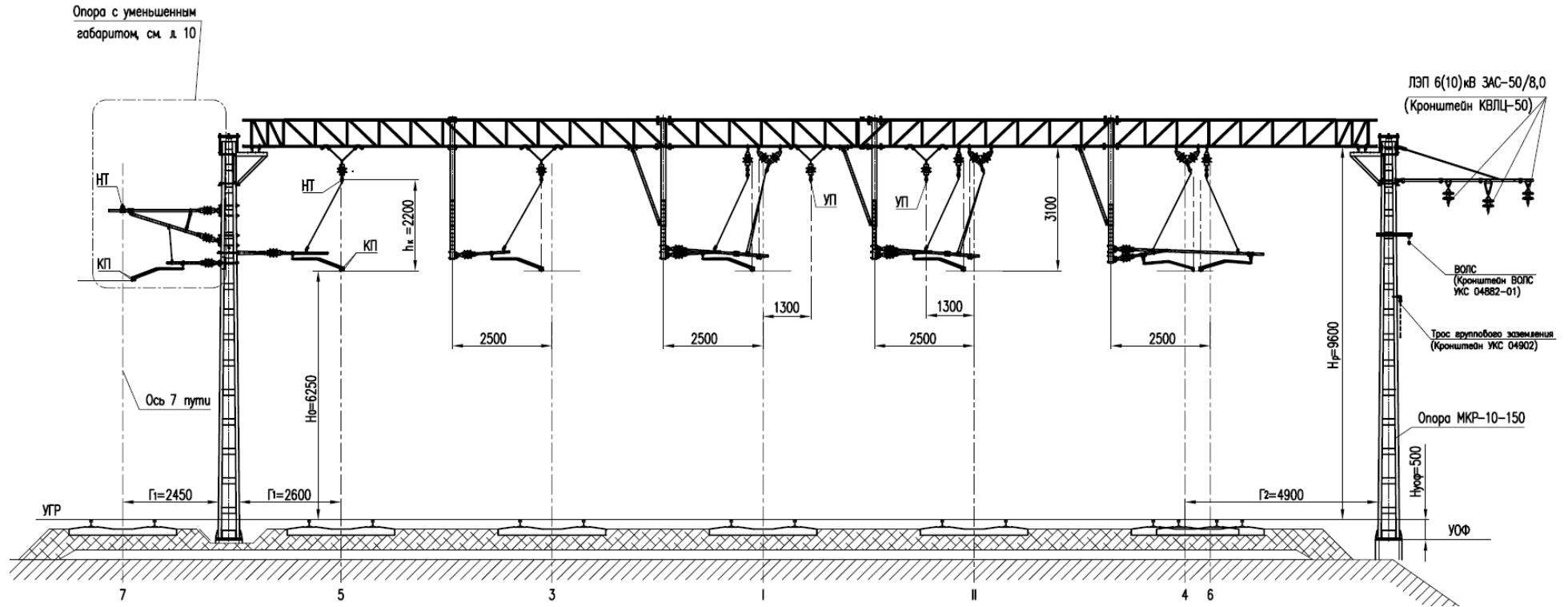


Рисунок 8.2 – Условная схема армировки жёсткой поперечины с фиксаторными стойками, полукомпенсированная контактная подвеска постоянного тока, стойки МК(Г)А с опорными столиками

Армирование жёсткой поперечины с фиксаторными стойками на контактной сети переменного тока будет в целом аналогична приведённой здесь. Кроме того, вместо кронштейна и проводов ПЭ будет установлен кронштейн и провода ДПР (рисунок 8.2), на главных путях – фиксатор для одиночного КП, отсутствует УП. Кроме треугольных подвесов для УП можно использовать Г-образные надставки на жёсткую поперечину. Для постоянного и переменного тока рекомендуется применять стойки МК(Г)А высотой 12 м с опорными столиками (см. рисунок 8.2).

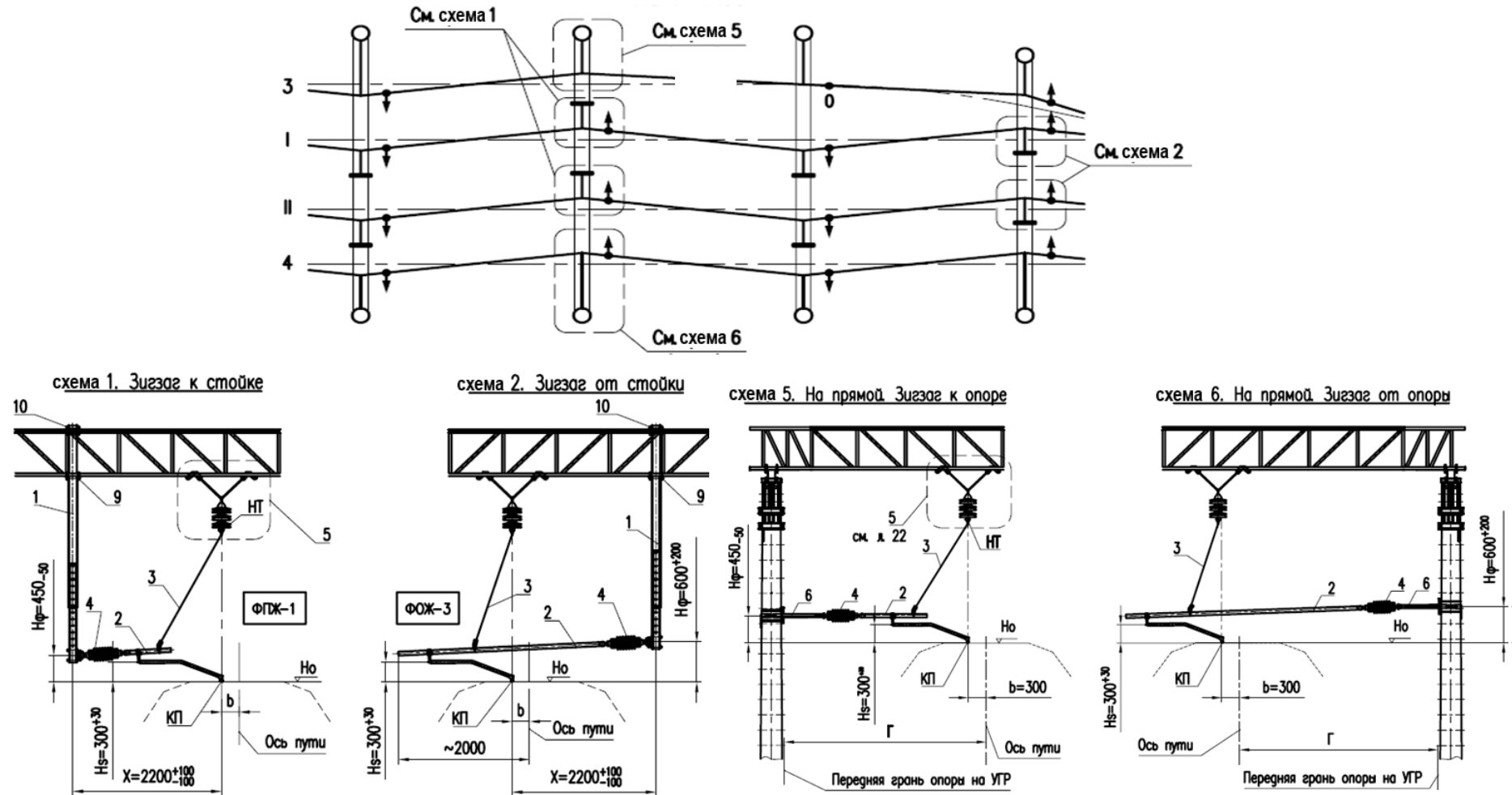
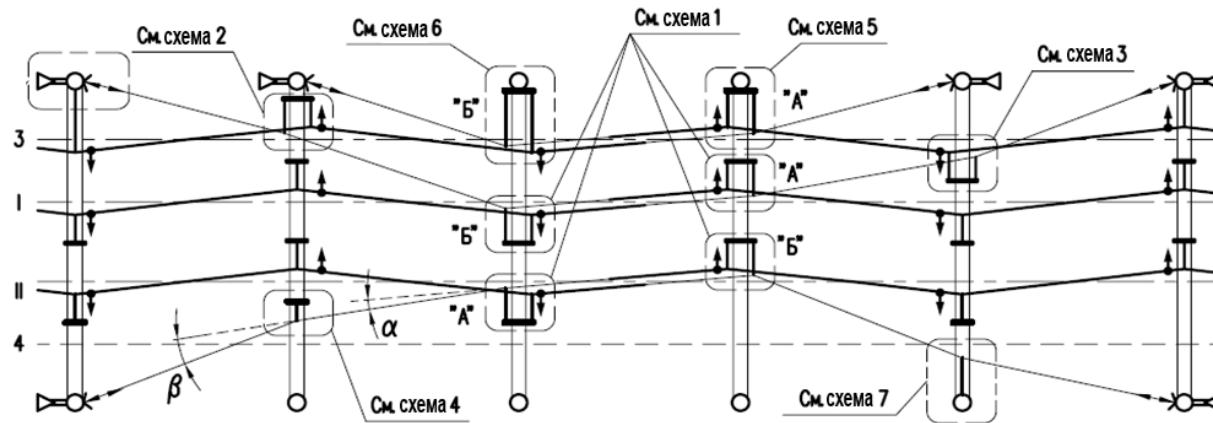


Рисунок 8.3 – Фиксация контактной подвески на станции на жёстких поперечинах или с опор (переменный ток):

1 – стойка фиксаторная без подкоса (СФ) с подкосом (СФп); 2 – фиксатор сочленённый прямой (ФП(Ж)); 2 – фиксатор сочленённый прямой (ФП(Ж)) и/или фиксатор сочленённый обратный (ФО(Ж)); 3 – поддерживающие струны; 4 – изолятор фиксаторный; 5 – подвес НТ на ригеле; 6 – кронштейн фиксаторный для одного фиксатора (КФ-1); 7–9 – узлы крепления



Армирование фиксаторной стойки

схема 1. На сопряжении без секционирования (опора "А" или "Б")

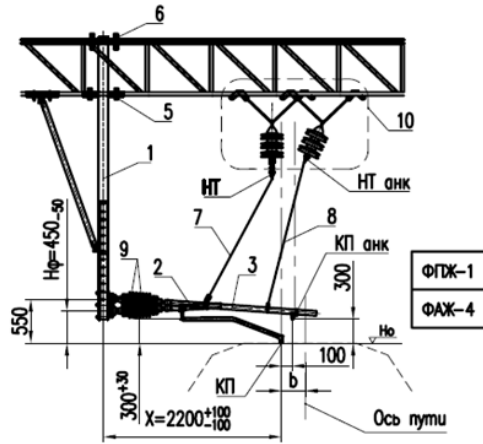


схема 2. При пересечении рабочей подвески анкеруемой зигзаг рабочей ветви к опоре

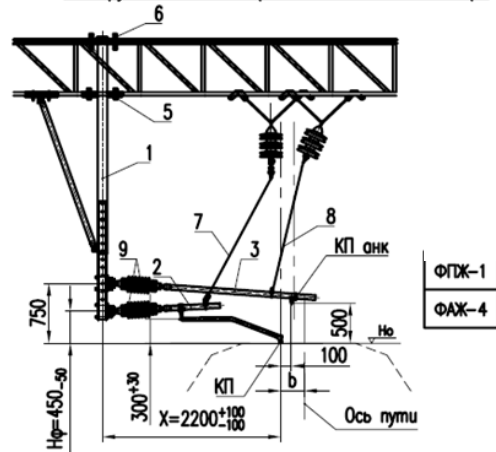


схема 3. При пересечении рабочей подвески анкеруемой зигзаг рабочей ветви от опоры

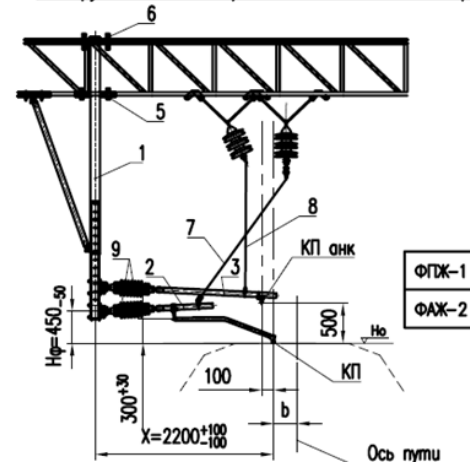
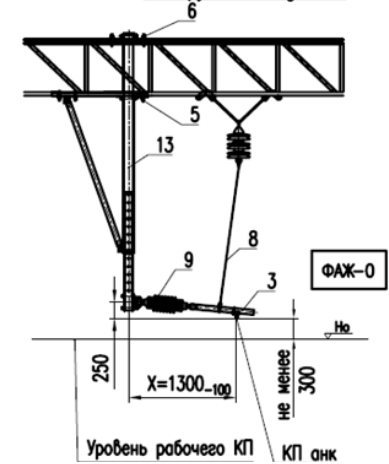


схема 4. При проходе одиночной анкеруемой подвески



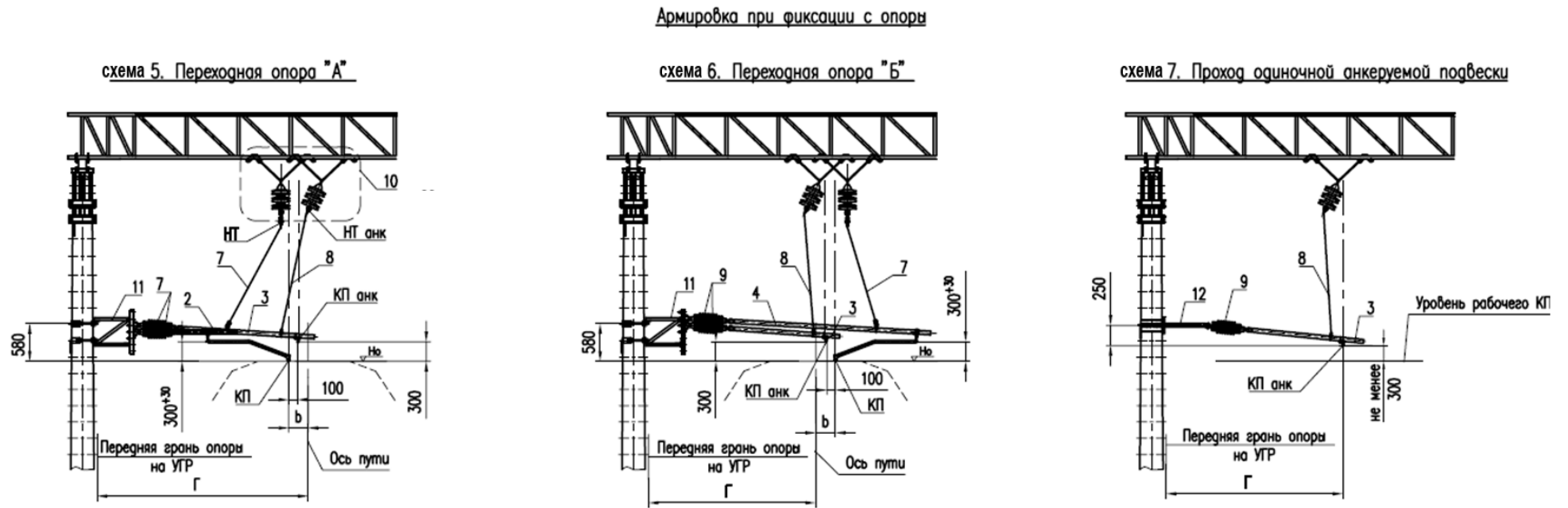


Рисунок 8.4 – Фиксация контактной подвески на станции на жёстких поперечинах или с опор при сопряжении без секционирования (переменный ток):

1 – стойка фиксаторная переходная с подкосом (СФПп); 2 – фиксатор сочленённый прямой (ФП(Ж)); 3 – фиксатор анкеруемой ветви (ФА(Ж)); 4 – фиксатор сочленённый обратный (ФО(Ж)); 5,6 – узлы крепления, 7,8 – поддерживающие струны; 9 – изолятор фиксаторный; 10 – подвес НТ на ригеле; 11 – кронштейн фиксаторный для двух фиксаторов (КФ-2); 12 – кронштейн фиксаторный для одного фиксатора (КФ-1); 13 – стойка фиксаторная с подкосом (СФп).

В приведённых рисунках показаны ж/б опоры с оголовками. Вместо них рекомендуется использовать металлические опоры МК с опорными столиками. Для контактной сети постоянного тока фиксация на жёстких поперечинах с фиксаторных стоек выполняется в целом аналогично. При необходимости используется фиксатор для двойного КП.

При разностороннем направлении
усилий от излома контактных проводов

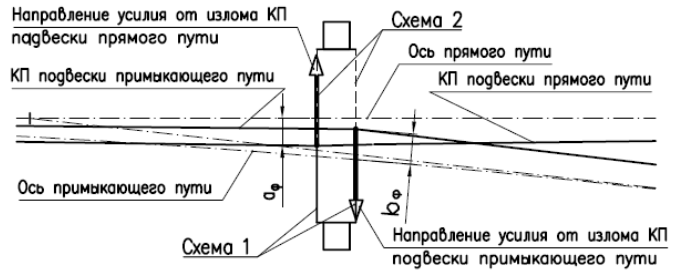
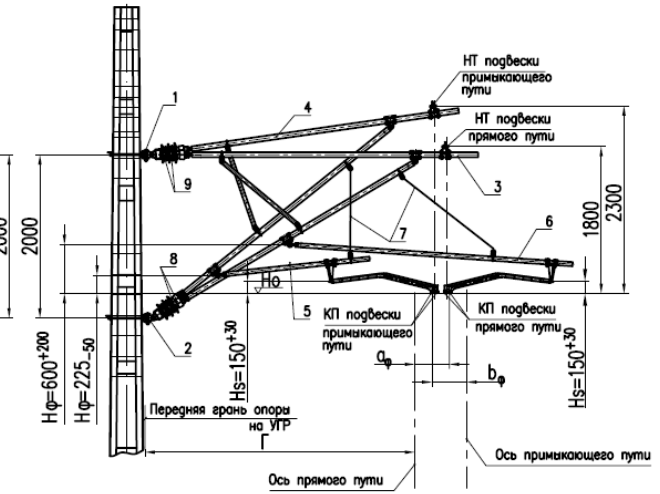
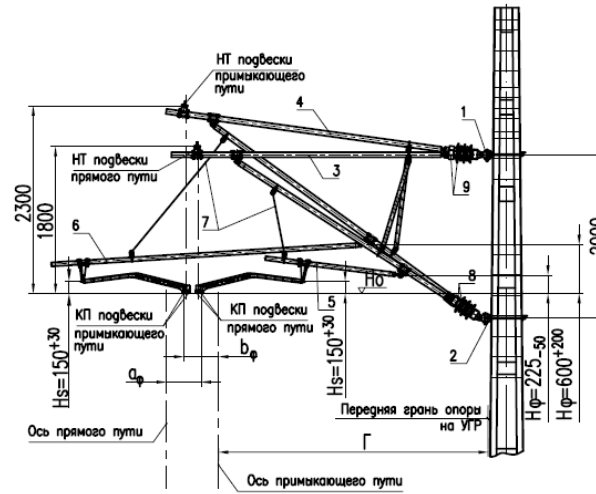


Схема 1

Схема 2



При одностороннем направлении
усилий от излома контактных проводов

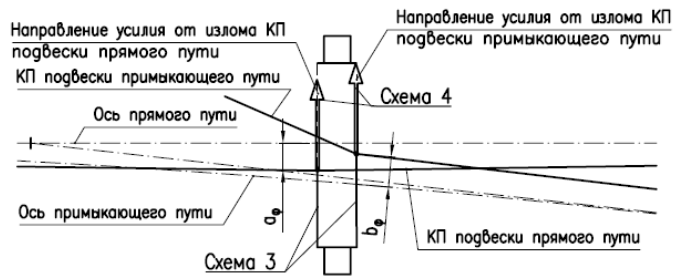


Схема 3

Схема 4

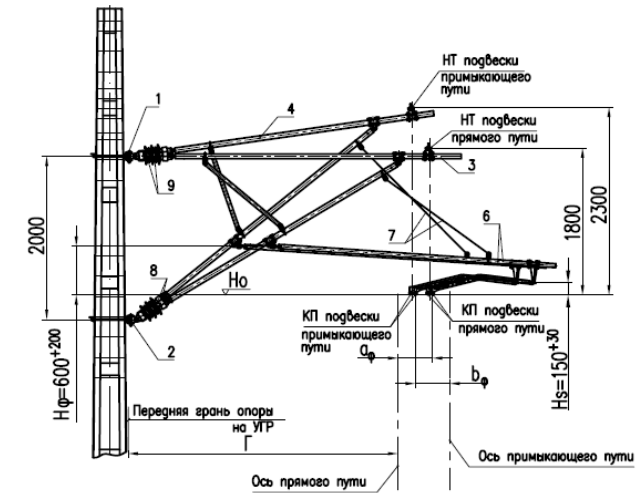
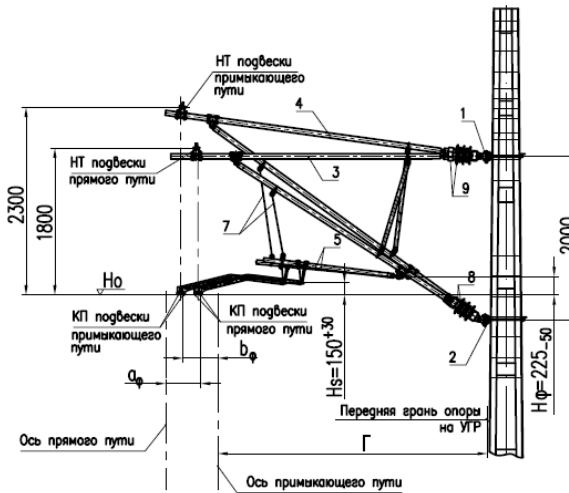
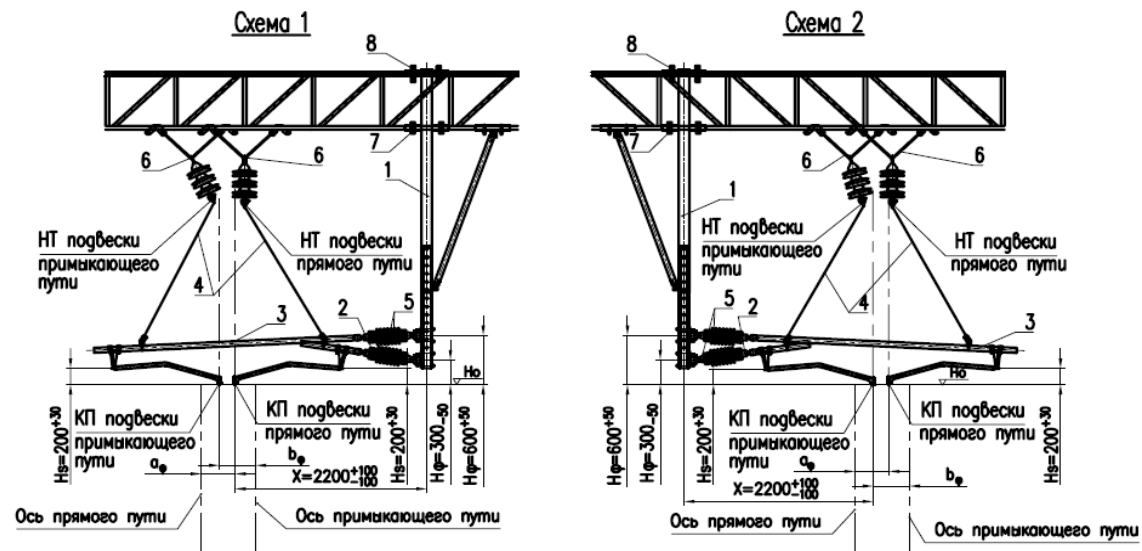
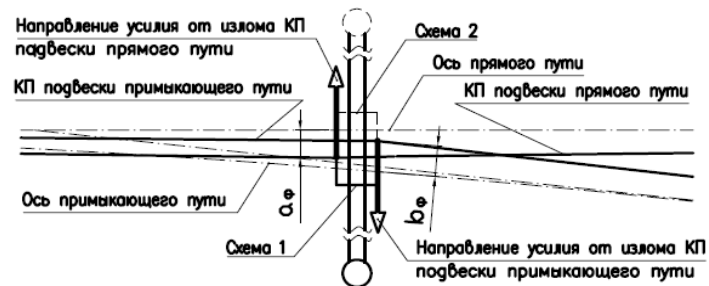


Рисунок 8.5 – Фиксация воздушных стрелок с консольных опор (постоянный ток, опоры МК, консоли ИТГ)

При разностороннем направлении
усилий от излома контактных проводов



При одностороннем направлении
усилий от излома контактных проводов

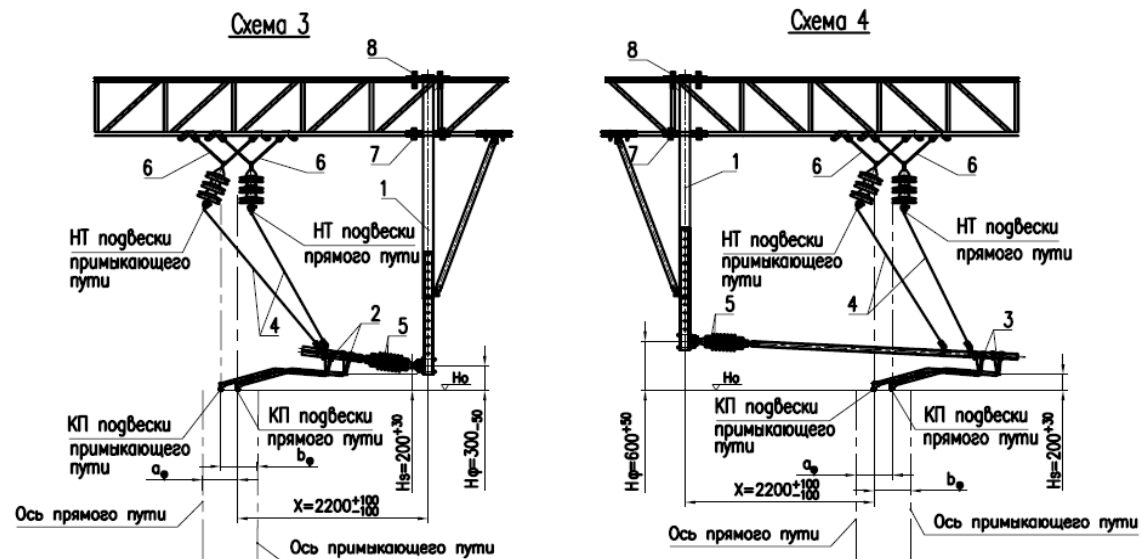
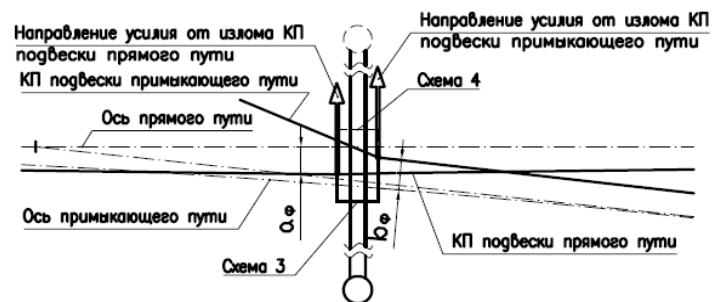
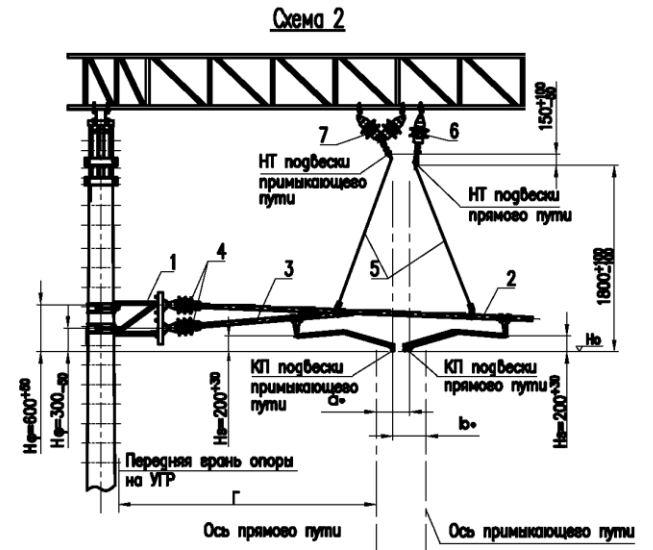
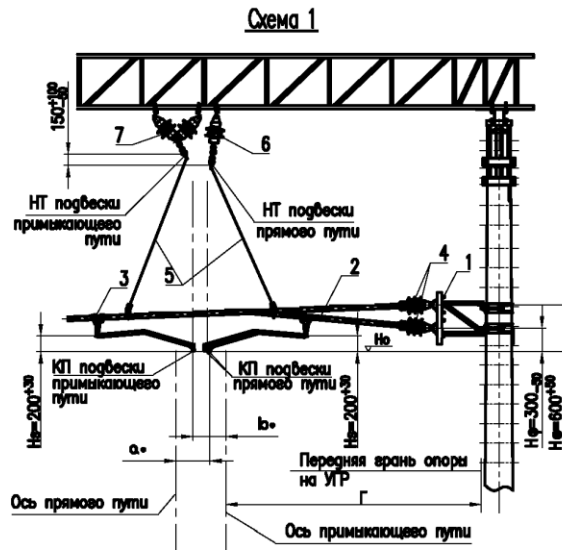
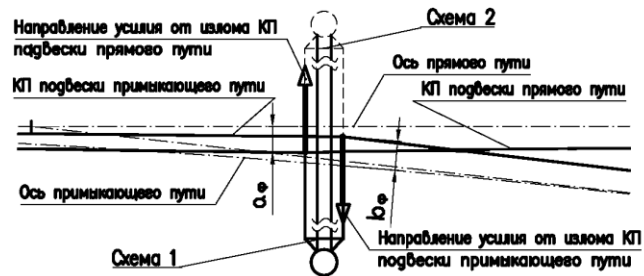


Рисунок 8.6 – Фиксация воздушных стрелок с переходной фиксаторной стойки (переменный ток, ж/б опоры)

При разностороннем направлении
усилий от излома контактных проводов



При одностороннем направлении
усилий от излома контактных проводов

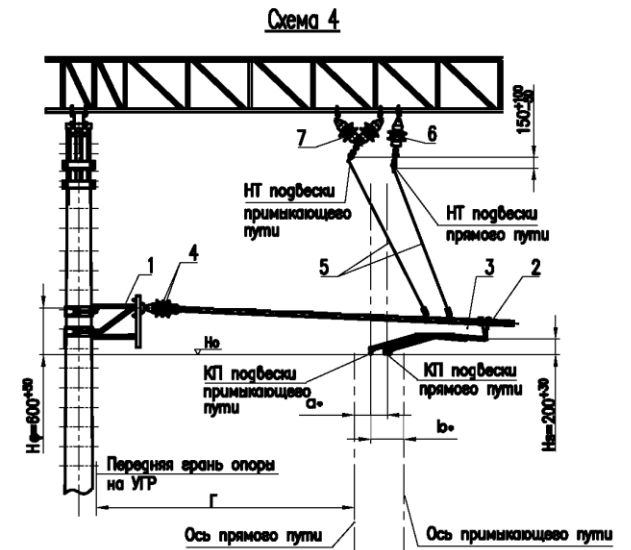
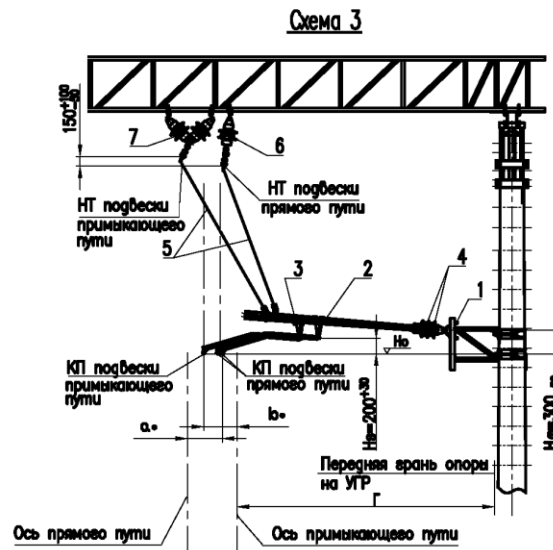
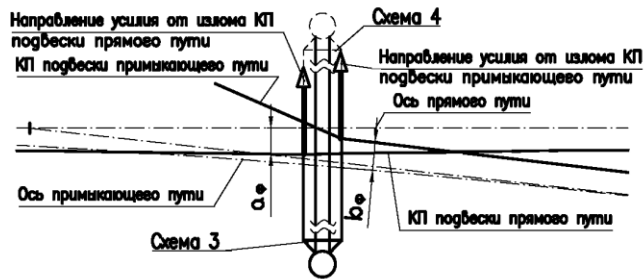


Рисунок 8.7 – Фиксация воздушных стрелок с опор жёстких поперечин (постоянный ток, ж/б опоры)

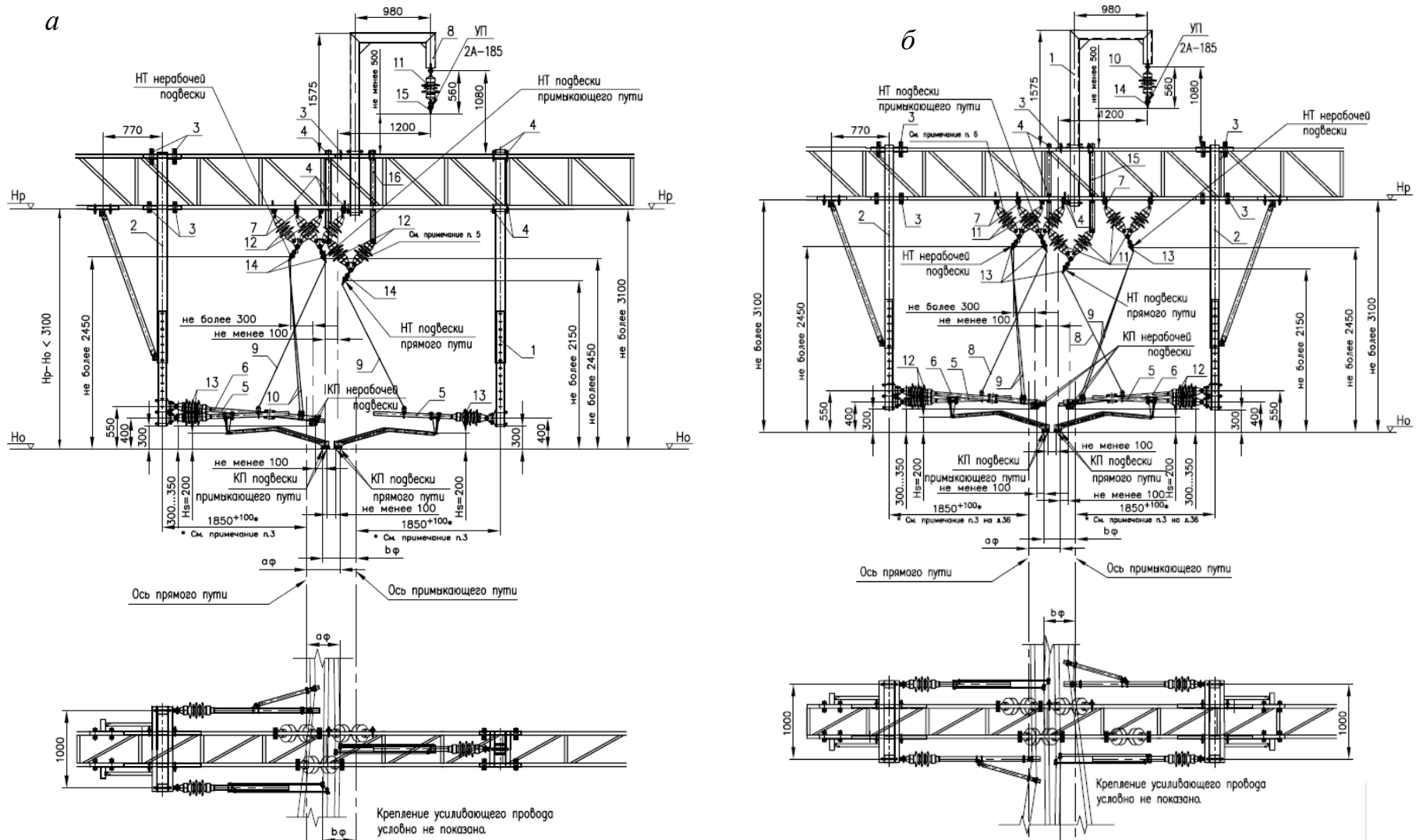


Рисунок 8.8 – Схема армировки ригеля с тремя *а* и четырьмя *б* подвесками на воздушных стрелках при фиксации с фиксаторных стоек (постоянный ток)

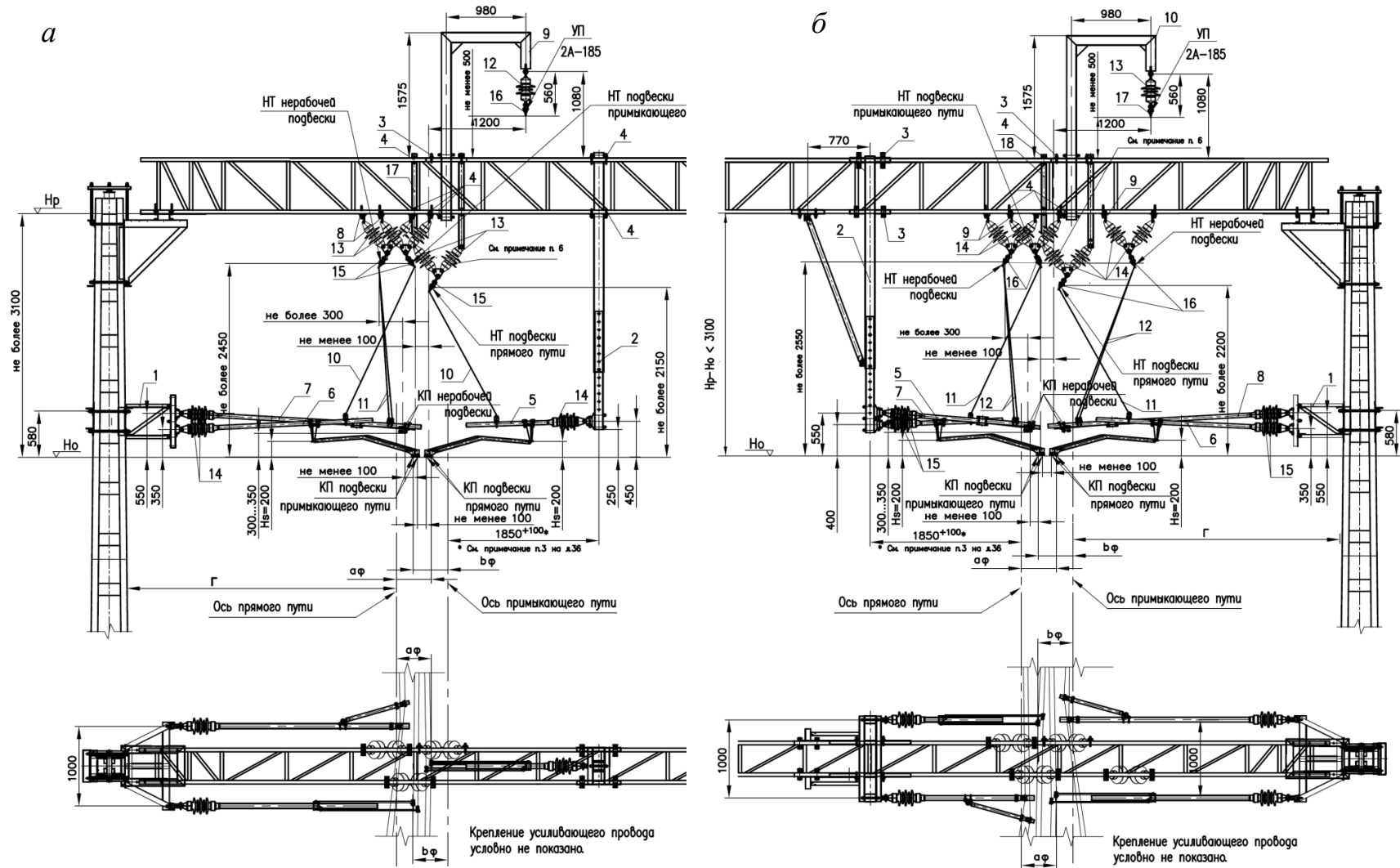


Рисунок 8.9 – Схема армировки ригеля с тремя а и четырьмя б подвесками на воздушных стрелках при фиксации с фиксаторных стоек и опор жёстких поперечин (постоянный ток)

Подвеска с рессорным тросом

Схема расположения струн в пролетах
длиной от 70 м до 61 м (8 струн)

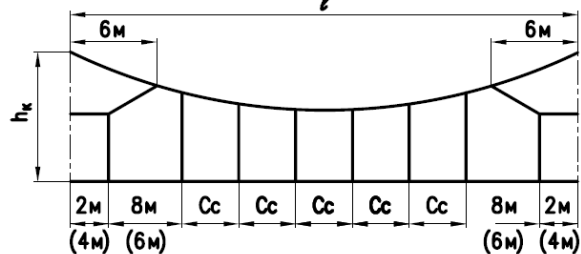


Схема расположения струн в пролетах
длиной от 60 м до 51 м (7 струн)

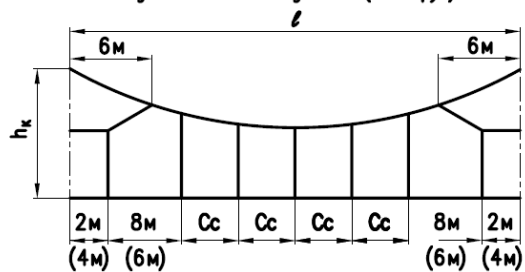
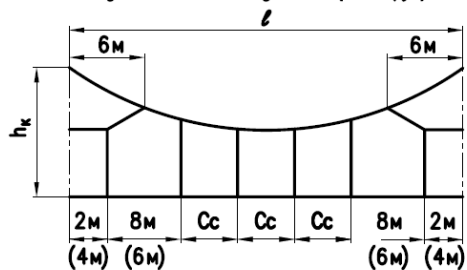


Схема расположения струн в пролетах
длиной от 50 м до 40 м (6 струн)



Длина пролета l , м	Сс, м	Длина пролета l , м	Сс, м
70	10,0	65	9,0
69	9,8	64	8,8
68	9,6	63	8,6
67	9,4	62	8,4
66	9,2	61	8,2

Длина пролета l , м	Сс, м	Длина пролета l , м	Сс, м
60	10,0	55	8,8
59	9,8	54	8,5
58	9,5	53	8,3
57	9,3	52	8,0
56	9,0	51	7,8

Длина пролета l , м	Сс, м	Длина пролета l , м	Сс, м
50	10,0	45	8,3
49	9,7	44	8,0
48	9,3	43	7,7
47	9,0	42	7,3
46	8,7	41	7,0
		40	6,7

Подвеска со смещенными опорными струнами

Схема расположения струн в пролетах
длиной от 70 м до 67 м (8 струн)

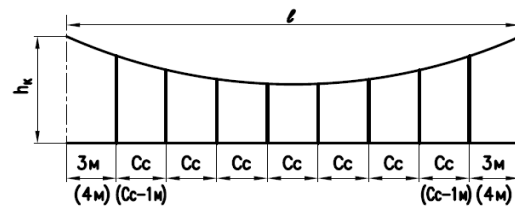


Схема расположения струн в пролетах
длиной от 66 м до 57 м (7 струн)

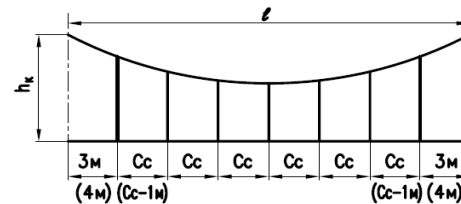


Схема расположения струн в пролетах
длиной от 56 м до 47 м (6 струн)

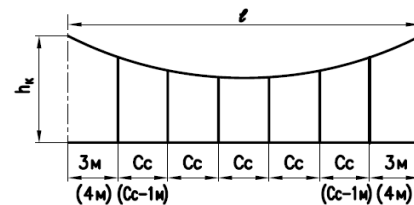
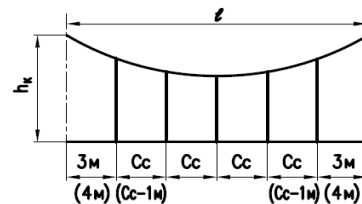


Схема расположения струн в пролетах
длиной от 46 м до 40 м (5 струн)



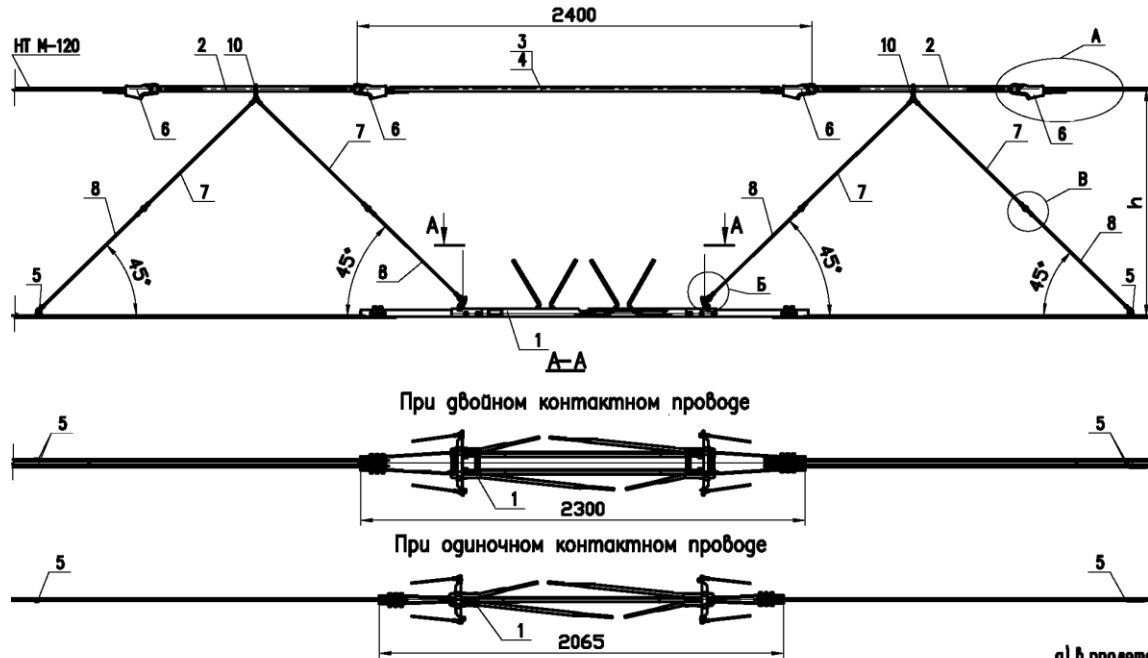
Длина пролета l , м	Сс, м	Длина пролета l , м	Сс, м
70	9,1	68	8,7
69	9,0	67	8,7

Длина пролета l , м	Сс, м	Длина пролета l , м	Сс, м
66	10,0	61	9,2
65	9,8	60	9,0
64	9,7	59	8,8
63	9,5	58	8,7
62	9,3	57	8,5

Длина пролета l , м	Сс, м	Длина пролета l , м	Сс, м
56	10,0	51	9,0
55	9,8	50	8,8
54	9,6	49	8,6
53	9,4	48	8,4
52	9,2	47	8,2

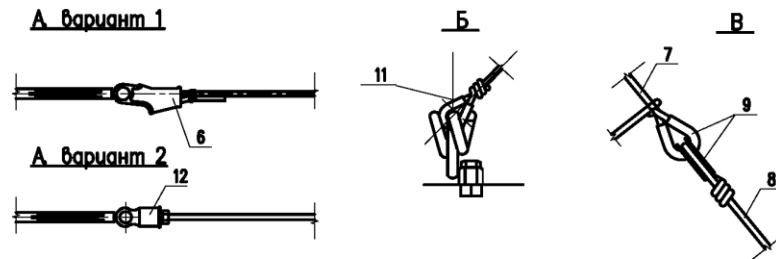
Длина пролета l , м	Сс, м	Длина пролета l , м	Сс, м
46	10,0	41	8,8
45	9,8	40	8,5
44	9,5	39	8,3
43	9,3	38	8,0
42	9,0	37	7,8

Рисунок 8.10 – Типовая схема струн для контактной подвески на станции (переменный и постоянный ток)



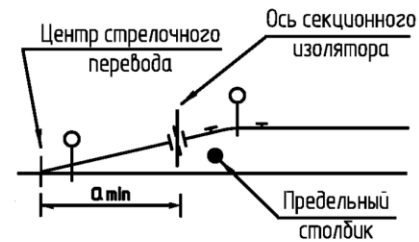
№	Обозначение	Наименование	Кол-во (шт)		Примечание
			1КП	2КП	
1		Секционный изолятор 4К-120-3 для 1КП	1		
		Секционный изолятор 4К-120-3 для 2КП		1	
2	НСГк 120-3/0,8	Изолятор натяжной гладкостержневой	2	2	
3		Пробод ПБСМ-95	1	1	
4		Разъемный изоляционный профиль MVLС-18-А/У	1	1	
5	046	Зажим струновой	2	4	
6	035	Зажим клиновой для сервы с клином большим 038-2	4	4	
7		Звено регулируемое (проболока 4 БСМ ГОСТ 3822-79)	6	8	
8		Звено струны l=600 мм (проболока 4 БСМ ГОСТ 3822-79)	6	8	
9	063	Кош для медных прободов	20	28	
10	УКС 03445	Кольцо # 82 (крут 11 ГОСТ 7417-75)	2	2	
11	УКС 01710	Кош стальной (увеличенный)	4	4	
12	066	Зажим концевой цанговой			

Варианты размещения секционных изоляторов

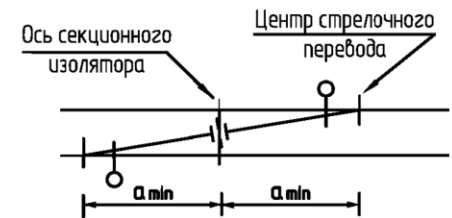


Марка стрелки	1/9	1/11	1/18	1/22
Минимальное расстояние от оси секционного изолятора до центра стрелочного перехода, a_{min} , м	17	21	34	42

а) в пролете, примыкающем к стрелке



б) над съездом



в) в пролете, непримыкающем к стрелке на прямых и кривых участках пути



Рисунок 8.11 – Врезка и условия размещения секционного изолятора в пролёте контактной подвески

9 Жёсткие поперечины

При дипломном и курсовом проектировании в качестве поддерживающих конструкций для контактных подвесок на станции рекомендуется использовать жёсткие поперечины по проекту проекта № 5254 ОАО «ЦНИИС». Они надежны при монтаже и в эксплуатации, имеют более продолжительный срок службы и унифицированные параметры ригелей. Это достигается повышением антикоррозионной стойкости конструкций ригелей и конструктивными мероприятиями: увеличением сечения элементов решетки с применением более доступных сечений уголков 40x40x4 мм в двухблочных ригелях и 40x40x5 – в трех- и четырехблочных; увеличением количества поперечных диагоналей с установкой их в сечениях ригеля каждой второй панели.

Жесткие поперечины балочного типа по проекту 5254 предназначены для применения на станциях и на перегонах для подвески контактной сети переменного и постоянного тока электрифицированных железных дорог в I–V районах по гололедным, ветровым, снеговым нагрузкам при сейсмичности не более 9 баллов и расчетной температуре воздуха до минус 65 °С включительно.

Ригели длиной 30 м и более можно использовать для установки осветительных приборов с обслуживанием как с пути, так и с настила, а также для прокладки коммуникаций при пересечении железных дорог (кабелей, трубопроводов небольшого диаметра и др.). Ригели различаются типами, которые назначают по материалу, несущей способности, длине перекрываемого пролета. Конструкции ригелей жестких поперечин разработаны для расчетных длин перекрываемых пролетов: 16,915 м с поперечным сечением 400x500 мм; 22,515 м – 450x700 мм; 30,260; 34,010; 39,165; 44,165 м – 740x1200 мм. Установка приборов освещения, обслуживаемых с настила, предусмотрена на ригелях длиной 30 м и более с обустройством их перильным ограждением и лестницей для подъема обслуживающего персонала.

Ригели состоят из 2, 3 и 4-х блоков в зависимости от длины L_p перекрываемого пролета: при L_p – 16,915; 22,515 м – ригели двухблочные; L_p – 30,26; 34,01; – трёхблочные; L_p – 39,165; 44,165 м – четырёхблочные (рисунки 9.1–9.3). Если требуются ригели меньшей длины, их образуют уменьшением длины

крайних блоков исключением крайних (относительно оси ригеля) панелей длиной 0,6; 0,8; 1,25 м – в зависимости от расчетной длины основного ригеля.

Накладки в узлах соединения блоков ригеля заданной несущей способности унифицированы по наибольшему сечению поясов. В ригелях с длиной перекрываемых пролетов 16,915; 22,515 минимальное сечение накладок принято не менее 56x56x5 мм. Конструкции ригелей разработаны из разных марок сталей: из стали С245 тип ригеля РЦ; северного исполнения из сталей С345 – тип ригеля РЦС; из атмосферостойких сталей С345К – тип ригеля РК. В случае применения ригелей с освещением в обозначении его типа впереди добавляется буква О. Несущая способность ригелей назначается по минимальной несущей способности верхнего или нижнего поясов в середине пролета ригеля. В конструкциях ригелей и оголовков используется горячекатаный фасонный прокат: равнополочные уголки, швеллеры, круг, полоса, прокат листовой. Стойки перильного ограждения изготавливают из стали марки, принятой для ригеля. Заполнение перильного ограждения и настил изготавливают из круглой стали. Стационарные лестницы для подъема на ригели с освещением изготавливают из той же стали, что и ригели.

В маркировке ригелей, блоков и других элементов отражен тип конструкции, основной геометрический параметр и несущая способность.

Приняты следующие типы ригелей:

РЦ – ригели из углеродистой стали С245 с болтовым соединением накладок;

РЦС – ригели из низколегированной стали С345 с болтовым соединением накладок;

РК – ригели из низколегированной атмосферостойкой стали С345К с болтовым соединением накладок;

РКсв – ригели из низколегированной атмосферостойкой стали С345К со сварным соединением накладок.

Ригели с освещением маркируются соответственно: ОРЦ, ОРЦС; ОРК, ОРКсв.

Цифровой код в обозначении марки ригеля означает: первая группа цифр – несущая способность ригеля, выраженная величиной расчетного момента, кН-м; вторая группа цифр – расчетная длина ригеля в метрах. Например, марка ригеля ОРЦС 740-44,2 означает: ригель с освещением, оцинкованный,

для «северных условий» несущей способностью 740 кН·м с расчетной длиной 44,165 м. Марка ригеля РК 600-39,2 означает: ригель из атмосферостойкой стали, несущей способностью 600 кН·м, с расчетной длиной 39,165 м.

Аналогично выполняется маркировка блоков:

БК и БС – блоки крайний и средний из стали С245;

БКС и БСС – блоки крайний и средний северного исполнения из стали С345;

БКК и БСК – блоки крайний и средний из атмосферостойкой стали С345К с болтовым соединением накладок.

БККсв и БСКсв – блоки крайний и средний из атмосферостойкой стали С345К со сварным соединением накладок.

В маркировке стыковых накладок отражен способ присоединения их к поясам и материал накладок, например, НЦ – накладка на болтах из стали С245; НЦС – накладка на болтах из стали С345; НК – накладка на болтах из стали С345К; НКсв – накладка на сварке из стали С345К.

Цифровой код в обозначении марки блока ригеля и марки стыковой накладки означает их порядковый номер.

Маркировка наносится на верхних поясах: крайних блоков – вблизи опор; средних блоков – вблизи стыков смежных блоков так, чтобы стыковая накладка не закрывала маркировку. Маркировочные знаки, высотой не менее 10 мм, наносят штампом. Для контроля правильности сборки ригеля и его монтажа на нижнем пояском уголке крайних блоков после оцинковки или окраски наносят знаки несмываемой краской таким образом, чтобы они различались с земли.

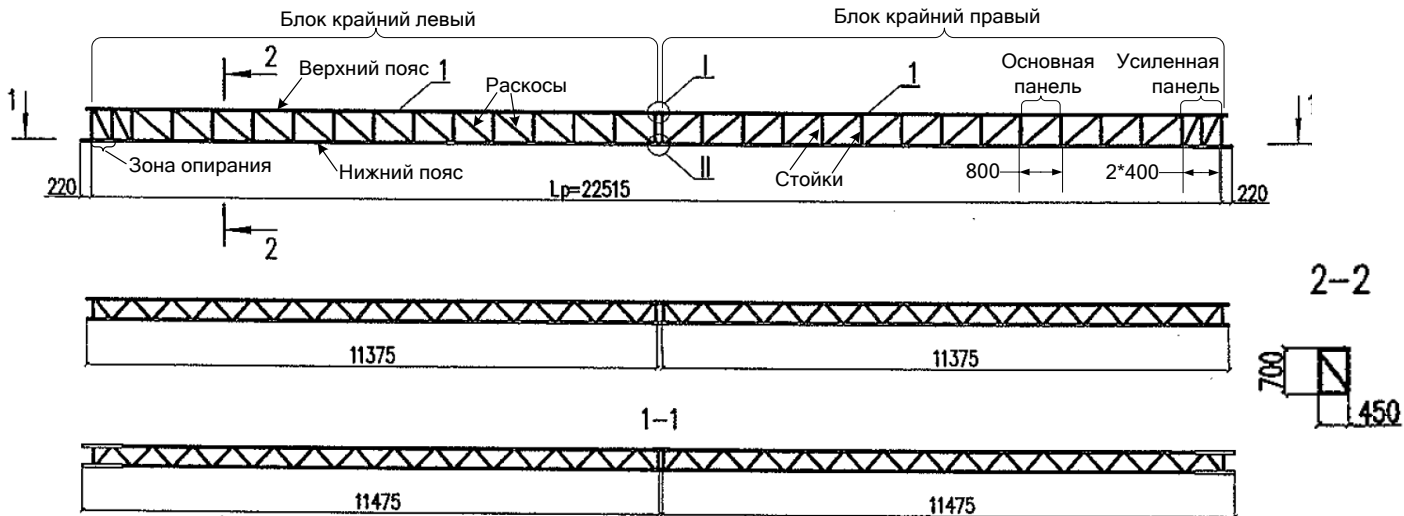
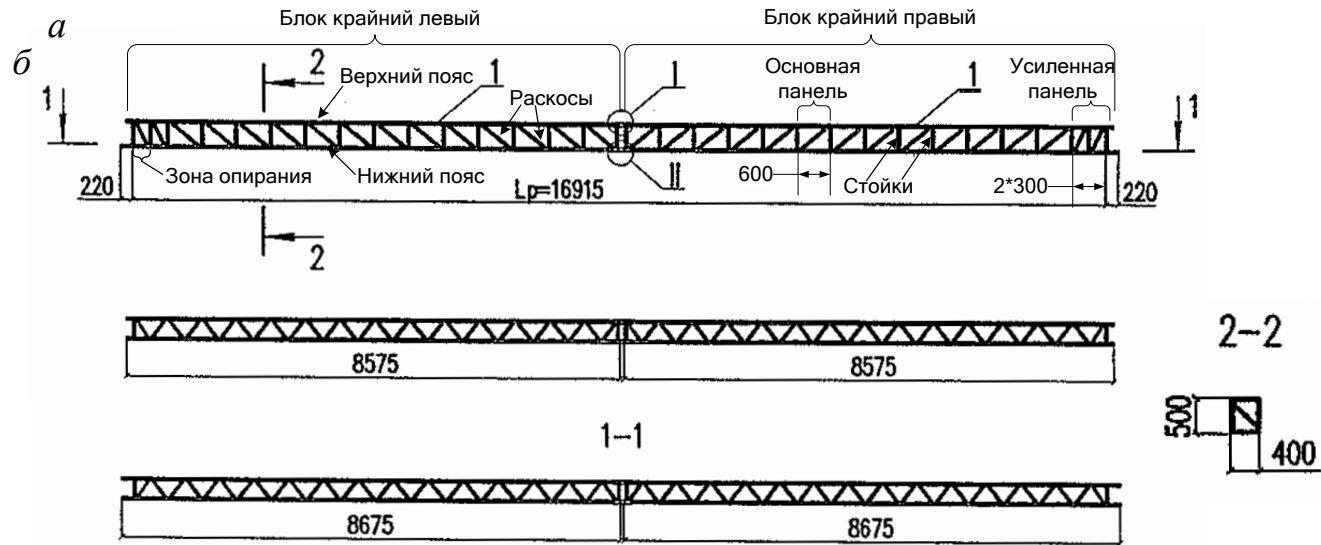


Рисунок 9.1 – Двухблочные ригели длиной $L_p = 16,915$ а; $L_p = 22,515$ м б по проекту № 5254

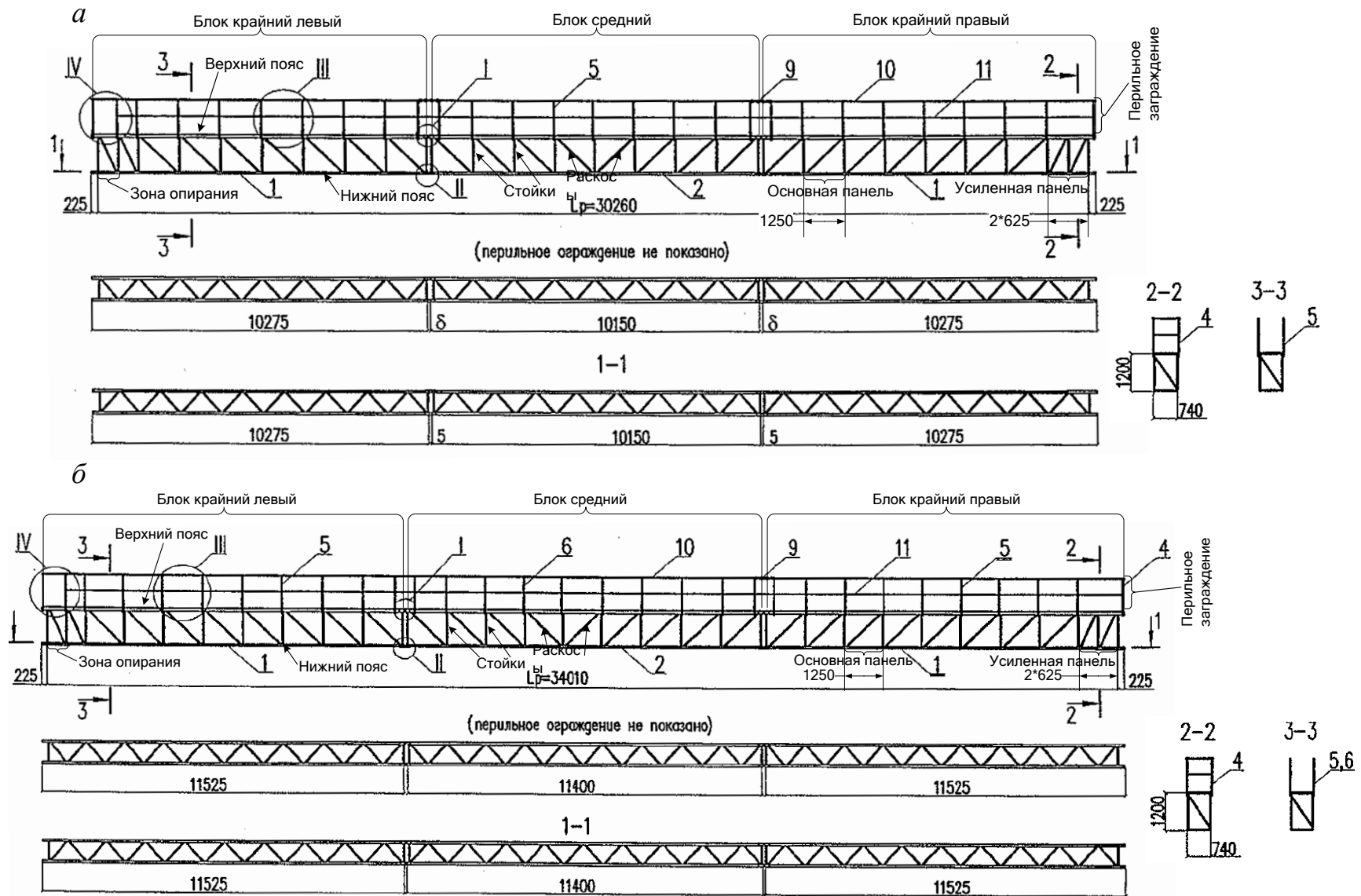


Рисунок 9.2 – Трёхблочные ригели длиной $L_p = 30,260$ м а; $L_p = 34,010$ м б по проекту № 5254

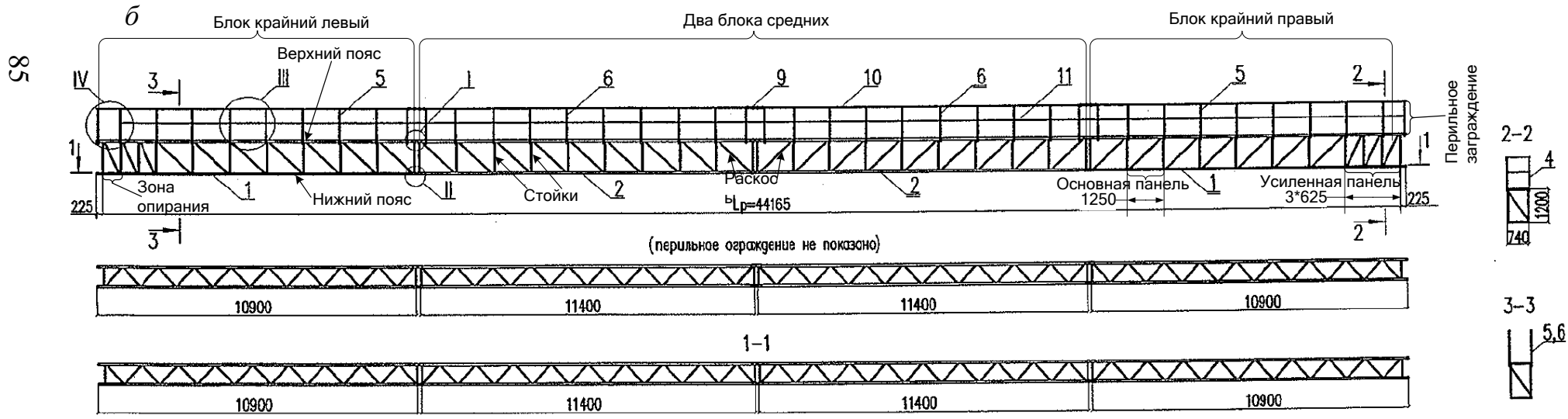
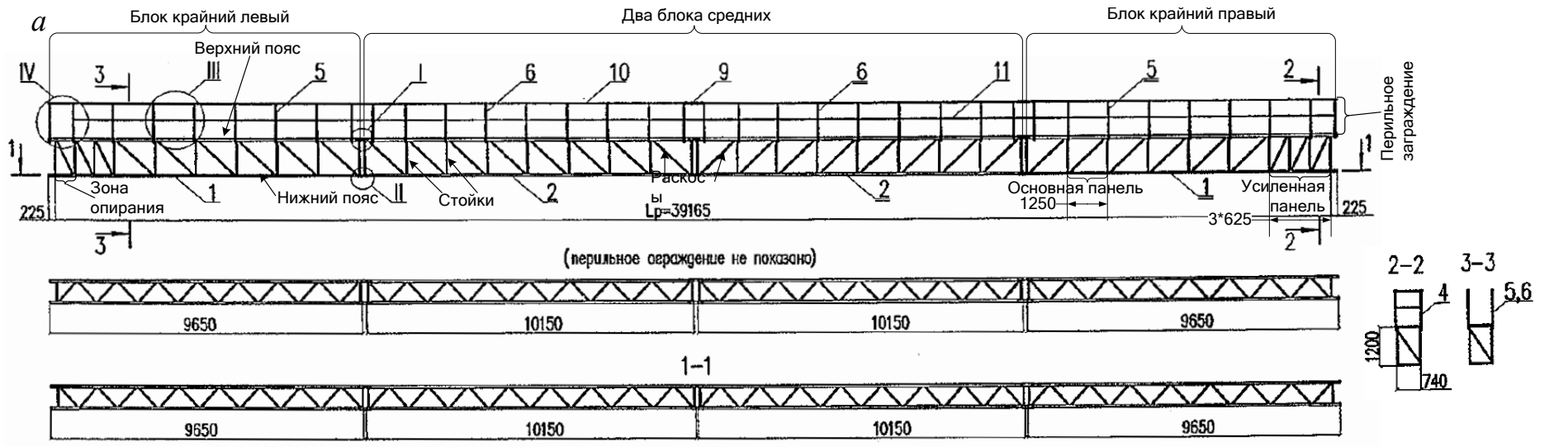


Рисунок 9.3 – Четырёхблочные ригели длиной $L_p = 39,165$ а; $L_p = 44,165$ м б по проекту № 5254

В 2008 году ОАО «ЦНИИС» был создан проект «Унифицированные конструкции жестких поперечин балочного типа. Рабочая документация. № 5254. Дополнение. Жесткие поперечины повышенной длины». Конструкции ригелей разработаны для расчетных длин перекрываемых пролетов – 55, 57 м и 64,475 м (рисунок 9.4).

Жесткие поперечины, разработанные в настоящем проекте, предназначены для применения при строительстве и реконструкции контактной сети на станциях электрифицированных участков железных дорог переменного и постоянного тока в I–IV гололедных, I–V ветровых районах и расчетной температуре воздуха до минус 65 °С включительно.

Ригели основной расчетной длиной 55,57 м состоят из 5 блоков: двух крайних длиной 10,9 м, трех средних длиной 11,4 м; ригели длиной 64,475 м состоят из шести блоков: двух крайних длиной 10,9 м; двух промежуточных длиной 10,15 м и двух средних длиной 11,4 м (рисунок 9.5).

Поперечное сечение ригелей принято высотой 1200 и шириной 740 мм. Длина основной панели по длине ригелей (расстояние между узлами) равна 1250 мм, укороченной панели в крайних блоках – 625 мм. Если требуются ригели меньшей длины, их образуют путем исключения панелей длиной 625 или 1250 мм со стороны стыка между крайним и промежуточным блоками.

Соединение блоков ригелей осуществляют с применением уголковых накладок, соединяемых на болтах. Сечение накладок определяется по наибольшему сечению поясов. Типы сталей, горячекатаного профиля, технологические особенности изготовления в целом схожи с основным проектом 5254.

Несущая способность ригелей определена по минимальной несущей способности верхнего или нижнего поясов в середине пролета ригеля. Конструкция жестких поперечин разработана с применением сдвоенных металлических стоек из горячекатаных швеллеров высотой 13 м (черт. 5254-СМ29) по проекту №6226И «Дополнение. Металлические опоры контактной сети длиной более 12м». Могут быть использованы металлические стойки высотой 13,6м. Для установки стоек и закрепления их в грунте применены типовые трехлучевые фундаменты с заострением в нижней части с анкерным креплением типа ТСП по проекту № 4182И.

Соединение ригелей со стойками осуществляют на консольных столиках (рисунок 9.6). Для уменьшения изгибающих моментов в ригелях применены металлические оттяжки из круглой стали, закрепляемые за верх стоек. Для увеличения несущей способности и уменьшения прогибов шести-блочный ригель пролетом 65 м усилен затяжкой из круглой стали, прикрепляемой к нижнему поясу промежуточного и среднего блоков. Конструкции ригелей жестких поперечин по проекту 5254 «Дополнение. Жесткие поперечины повышенной длины» разработаны без освещения, поэтому на ригелях отсутствует настил, перильное ограждение и лестницы для обслуживающего персонала. В связи с этим в 2010 г. ОАО «ЦНИИС», взяв за основу данную

конструкцию, разработало типовой проект 0204 «Ригель для освещения станции длиной от 45 до 65 м».

Подбор ригелей жестких поперечин повышенной длины осуществляют на легкое и тяжелое сочетание нагрузок при их действии вдоль и поперек пути.

Легкое сочетание нагрузок, контактная подвеска на переменном токе, толщина гололеда 10 мм; длина пролета 70 м; скорость ветра при гололеде – 13 м/с; максимальная скорость ветра – 24 м/с. Для главных путей тип подвески ПБСМ-95+МФ-100. Для станционных путей – ПБСМ-70+МФ-85. Сдвоенных подвесок нет. Жесткие поперечины расположены на прямой. С полевой стороны опор отсутствуют фидерные линии.

Тяжелое сочетание нагрузок: контактная подвеска на постоянном токе, толщина гололеда 20 мм; длина пролета 55 м; скорость ветра при гололеде - 17 м/с; максимальная скорость ветра – 33 м/с. Для главных путей тип подвески М-120+2МФ-100. Для станционных путей – ПБСМ-95+МФ-100. Сдвоенных подвесок нет. Радиус кривой не менее 2000 м. С полевой стороны опор подвешены 3 А-185.

Ригель пролетом 55 м можно применять для условий легкого и тяжелого загружений, ригель длиной 65 м – только для условий легкого загружения. При «привязке» ригелей для других условий загружения необходимо определить изгибающие моменты в ригеле от действия нагрузок и сравнить с эпюрами моментов, приведенных в проекте.

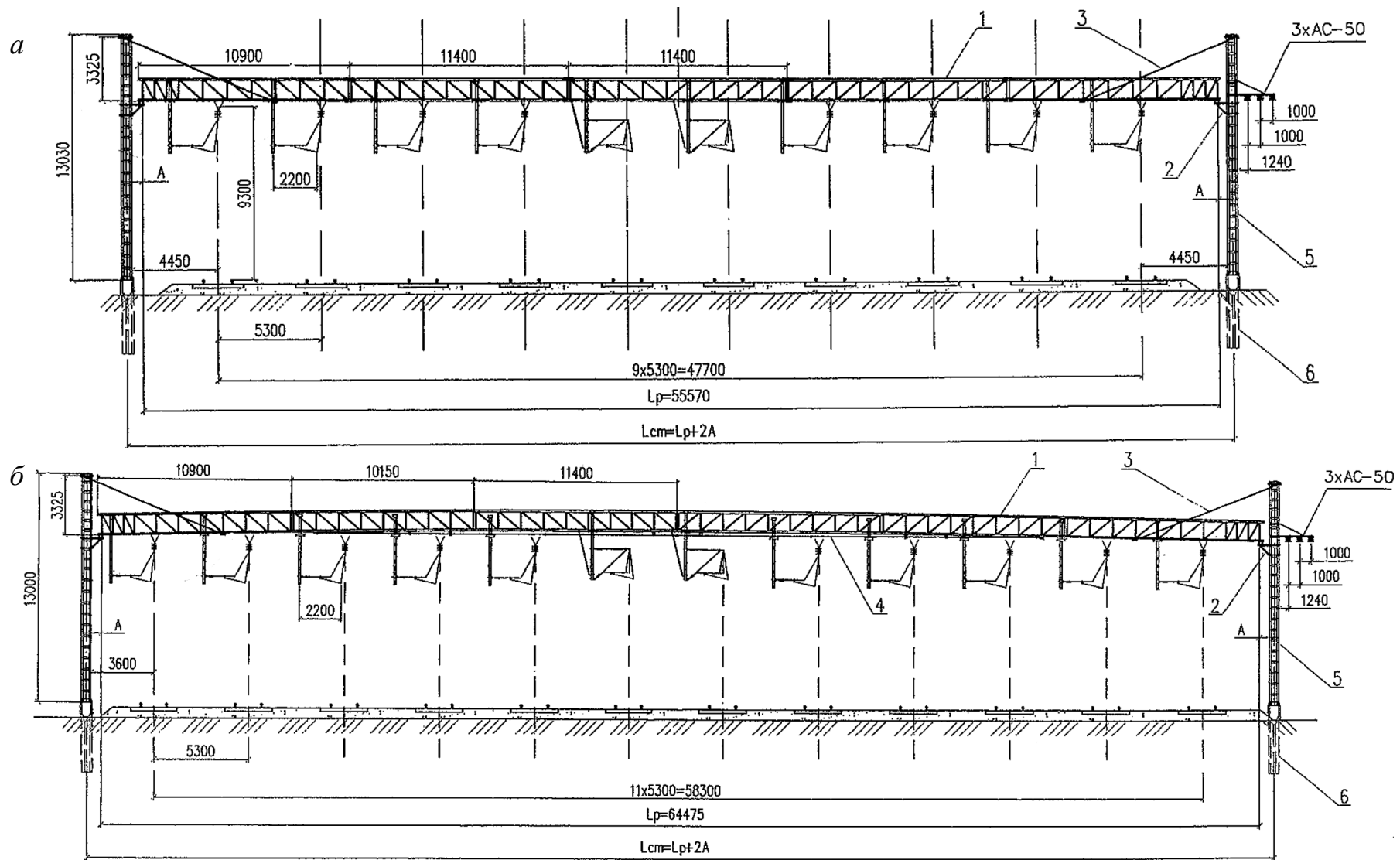


Рисунок 9.4 – Ригели повышенной длины $L_p = 55,570$ а; $L_p = 64,475$ м б с армировкой:
 1 – ригель; 2 – столик опорный; 3 – оттяжка; 4 – затяжка; 5 – стойка металлическая; 6 – фундамент

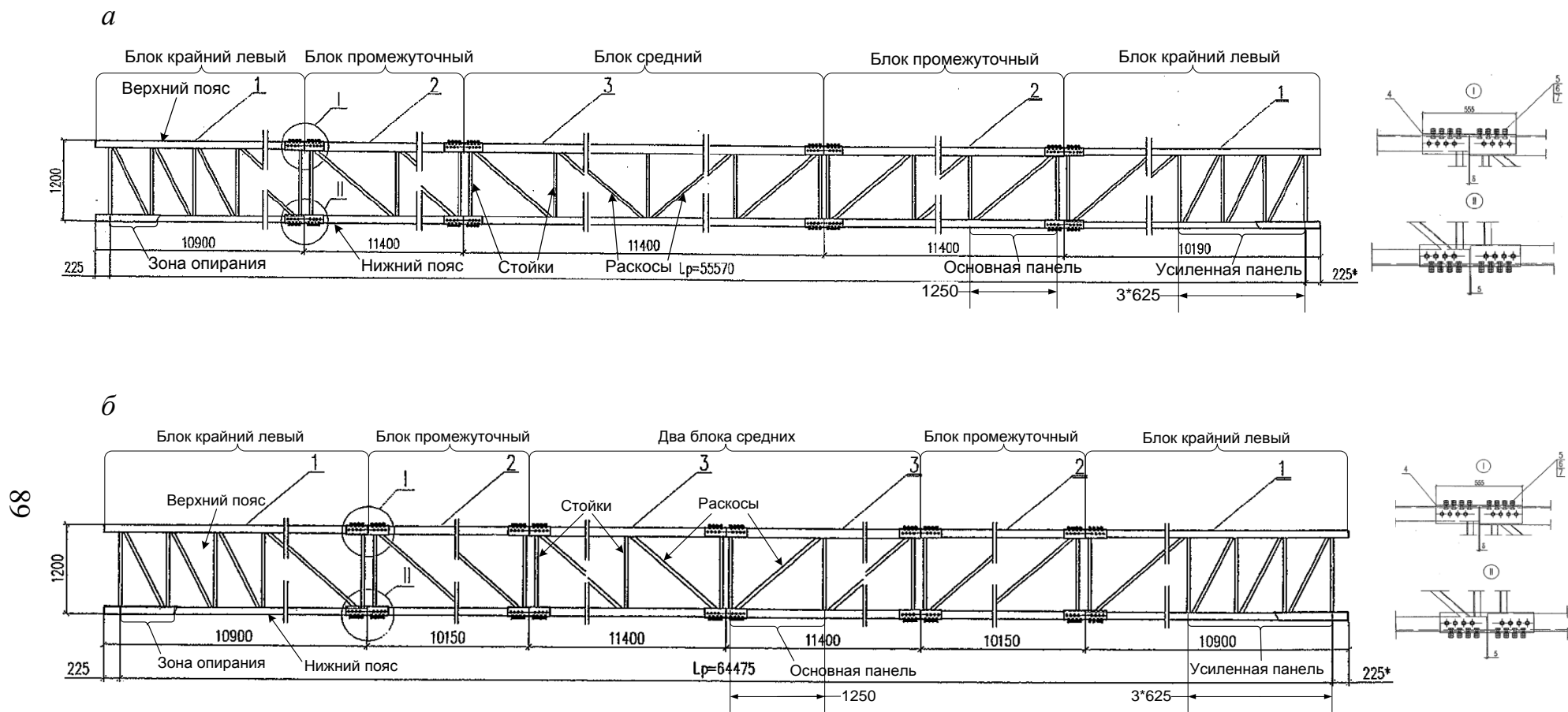
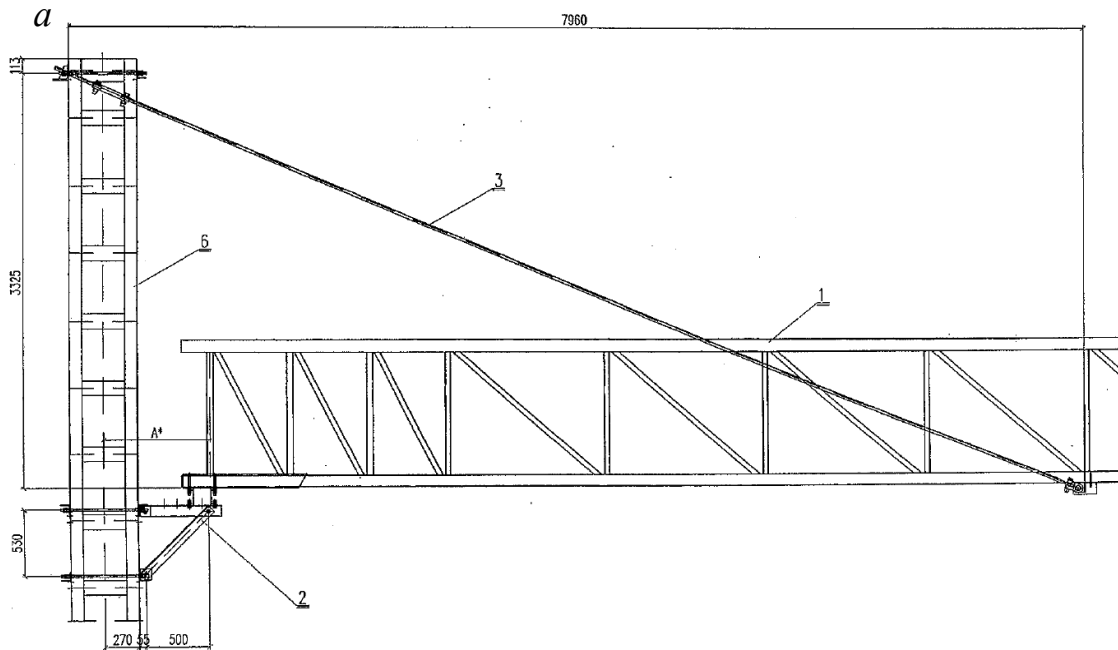
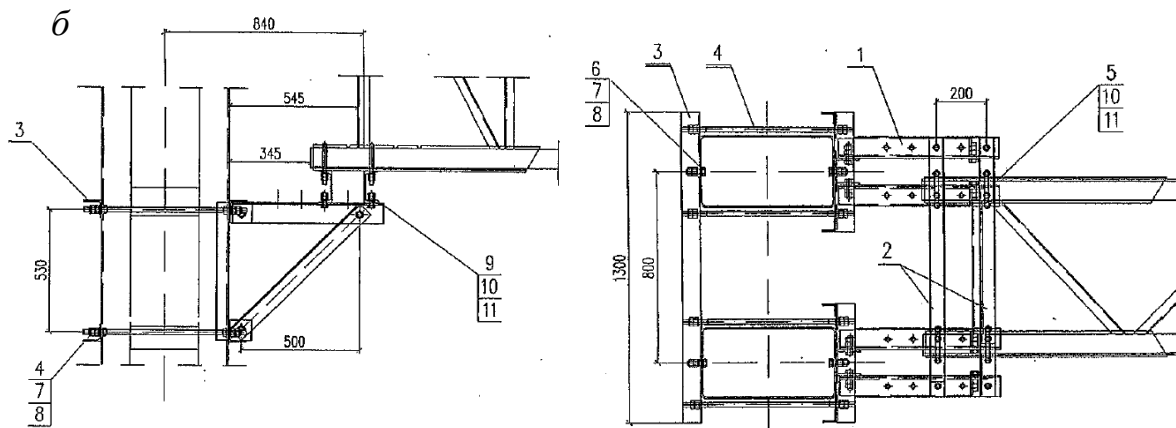


Рисунок 9.5 – Блочная конструкция ригелей повышенной длины $L_p = 55,570$ а; $L_p = 64,475$ м б



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	
1	5254-10.0.0.0.0	Ригель Lp=55,540м	1	
	5254-11.0.0.0.0	Ригель Lp=64,475м		1
2	5254-12.0.0.0.0	Столик опорный	2	2
3	5254-13.0.0.0.0	Оттяжка	2	2
4	5254-14.0.0.0.0	Затяжка ригеля Lp=64,475м		2
5	6226И-2-7.0.00	Стойка металлическая МШП длиной 13м	2	2
6	4184И	Фундамент ТСП-5,0-4	4	4



Поз.	Обозначение	Наименование
1	5254-12.1.0.0.0И	Столик
2	5254-12.2.0.0.0	Рама опорная
3	5254-12.0.0.0.1И	Уголок хомута
4	5254-12.0.0.0.2	Шпилька Ш-4
5	5254-12.0.0.0.3И	Болт-скоба БС-6
6		Болт М20х65 ГОСТ 7798-70*
7		Гайка М20 ГОСТ 5915-70*
8		Шайба 20 ГОСТ 11371-78*

Рисунок 9.6 – Крепление ригелей повышенной длины к стойкам *а* и конструкция опорных столиков *б*

10 Проход полукомпесированной контактной подвески под искусственным сооружением

При выполнении дипломного и курсового проекта по контактной сети приходится выбирать способ прохода полукомпенсированной контактной подвески под искусственным сооружением (ИССО). Как правило, это пешеходный мост на станции, где полукомпенсированная контактная подвеска. В связи с этим в данном методическом пособии также приведены современные типовые конструкции прохода полукомпенсированной подвески под ИССО.

В 2008 году ЗАО «УКС» был разработан проект 4363-4, который является дополнением к проекту 4363-1,2 («Контактная сеть в искусственных сооружениях». Трансэлектропроект, 1996 г) в части определения способов прохода полукомпенсированных контактных подвесок в ИССО, пересекающих железнодорожные пути, с учетом вертикальных перемещений проводов подвесок при изменении температуры и образовании гололеда, а также с учетом влияния на положение проводов износа контактного провода и воздействия токоприемников.

В данном проекте приведены следующие схемы прохода полукомпенсированной контактной подвески под ИССО для переменного и постоянного тока:

– с врезкой в НТ изолированной и заземленной штанги, с отбойниками для КП (рисунок 10.1);

– с разайкерровкой НТ на пролетном строении, с отбойниками для КП (рисунок 10.2);

– насквозь с малой конструктивной высотой (350-500 мм) при близко расположенных точках подвеса НТ (< 25 м), без отбойников для НТ (рисунок 10.3);

– насквозь с отбойниками для НТ (рисунок 10.4);

– насквозь без отбойников для НТ (рисунок 10.5) .

В типовом проекте 4363-4 расчёты сделаны для температурных районов I–III, гололёдных – IV, ветровых – IV, износ КП до 30% при использовании контактной подвески постоянного тока М-120+2хНлОл0,04Ф-100 и переменного тока М-120+МФ-100 (М-120+НлОлО,04Ф-100). Максимальное натяжение несущего троса М-120 принято 20000 Н. Натяжение контактного провода МФ-100 принято 10500 Н, НлОлО,04Ф-100 – 12000 Н. Для указанных полукомпенсированных контактных подвесок в проекте даны рекомендации по выбору схемы прохода ИССО в зависимости от вертикального габарита пролетного строения ИССО, расчетной высоты КП в пределах ИССО. Под расчетной высотой КП понимается расстояние по вертикали от УГР до КП в режиме беспровесного положения КП.

Студент может выполнить расчёт выбора способа прохода по типовой методике [3–5] для заданного в дипломном или курсовом проекте типа контактной подвески, при этом используя указанные здесь конструкции.

В проекте 4363-4 учтены следующие требования к проектированию прохода контактной подвески в пределах ИССО:

1. Расстановка опор при проходе ИССО, как правило, должна производиться с учетом расположения ИССО в середине пролета. Длины пролетов на подходах и в пределах ИССО определяются с учетом вертикальных перемещений проводов подвесок в разных режимах и соблюдения минимальных допустимых габаритов. Минимальная высота КП должна рассчитываться с учетом изменения его положения под воздействием максимальной температуры или гололеда на провода подвески.

2. Проект прохода контактной подвески в ИССО должен содержать: расчетные данные снижения (увеличения) конструктивной высоты; уклоны пути и КП; разность уклонов пути и КП; высоту подвешивания НТ и КП; предельные положения проводов подвески при крайних значениях расчетных условий.

3. Конструкция прохода контактной подвески в ИССО должна обеспечивать соблюдение минимально допустимых расстояний между проводами и заземленными частями сооружений, а также между КП и УГР в расчетных условиях эксплуатации. Величина воздушного зазора между частями контактной сети, находящимися под напряжением, и заземленными частями сооружений должна рассчитываться с учетом уменьшения массы КП в процессе эксплуатации и воздействия на подвеску токоприемника.

4. В любой точке пролета при расчетных условиях эксплуатации минимальная высота КП над уровнем головок рельсов должна быть не менее: на перегонах и станциях – 5750 мм, а на переездах – 6000 мм. В исключительных случаях в зоне ИССО это расстояние с разрешения Департамента электрификации и электроснабжения РЖД может быть уменьшено до 5675 мм при переменном токе и до 5550 мм при постоянном токе.

5. При проходе ИССО без отбойников расстояние от КП (НТ) до расположенных над ним заземленных частей ИССО и поддерживающих конструкций должно быть при двух контактных проводах не менее 500 мм, при одном – не менее 650 мм. Эти расстояния должны быть выдержаны с учетом подъема НТ при износе КП. Меньшие расстояния допускаются при установке изолированных отбойников, исключающих возможность приближения КП (НТ) и токоприемников к расположенным над ними заземленным частям на расстояние менее:

для постоянного тока 3 кВ – 200 мм (наименьшее допустимое расстояние – 150 мм);

для переменного тока 25 кВ – 350 мм (наименьшее допустимое расстояние – 300 мм).

Наименьшие допустимые расстояния могут применяться на существующих ИССО с разрешения ОАО «РЖД».

6. При проходе ИССО с отбойниками для НТ расстояние от НТ до изолированного отбойника при расчетной минимальной температуре, взаимодействии подвески с токоприемником и износе КП должно быть не менее 50 мм.

7. При проходе ИССО с отбойниками для КП расстояние от КП до изолированного отбойника при отсутствии токоприемника должно быть не менее 100 мм при одно- и двухконтактных проводах на перегонах, на железнодорожных станциях, путях депо и других второстепенных путях.

Контактный провод под отбойником должен иметь предохранительную накладку.

При проходе ИССО с отбойниками для КП расстояние от предохранительной накладки до изолированного отбойника при расчетной минимальной температуре, взаимодействии подвески с токоприемником и износе КП должно быть не менее 50 мм.

8. При конструктивной высоте подвески менее 1300 мм опорные узлы должны предусматриваться со смещенными опорными струнами.

9. При проходе ИССО без разанкеровки НТ минимальное расстояние между осями НТ и КП в пределах пролета должно быть, как правило, не менее 300 мм.

10. При переходе от одной высоты подвешивания КП к другой абсолютные значения алгебраической разности уклонов КП и пути в пролетах не должны превышать значений, приведенных в проекте 4363-4.

11. Схемы и узлы прохода проводов различного назначения должны исключать поджатие проводов к заземленным частям до недопустимых значений и обеспечивать допустимые расстояния до земли и сооружений в расчетных условиях эксплуатации.

На рисунках 9.1–9.4 показаны все четыре способа прохода полукомпенсированной контактной подвески под ИССО при системе электроснабжения на постоянном токе. При системе электроснабжения на переменном токе конструкция в целом аналогична, только увеличены соответствующие электроизоляционные расстояния.

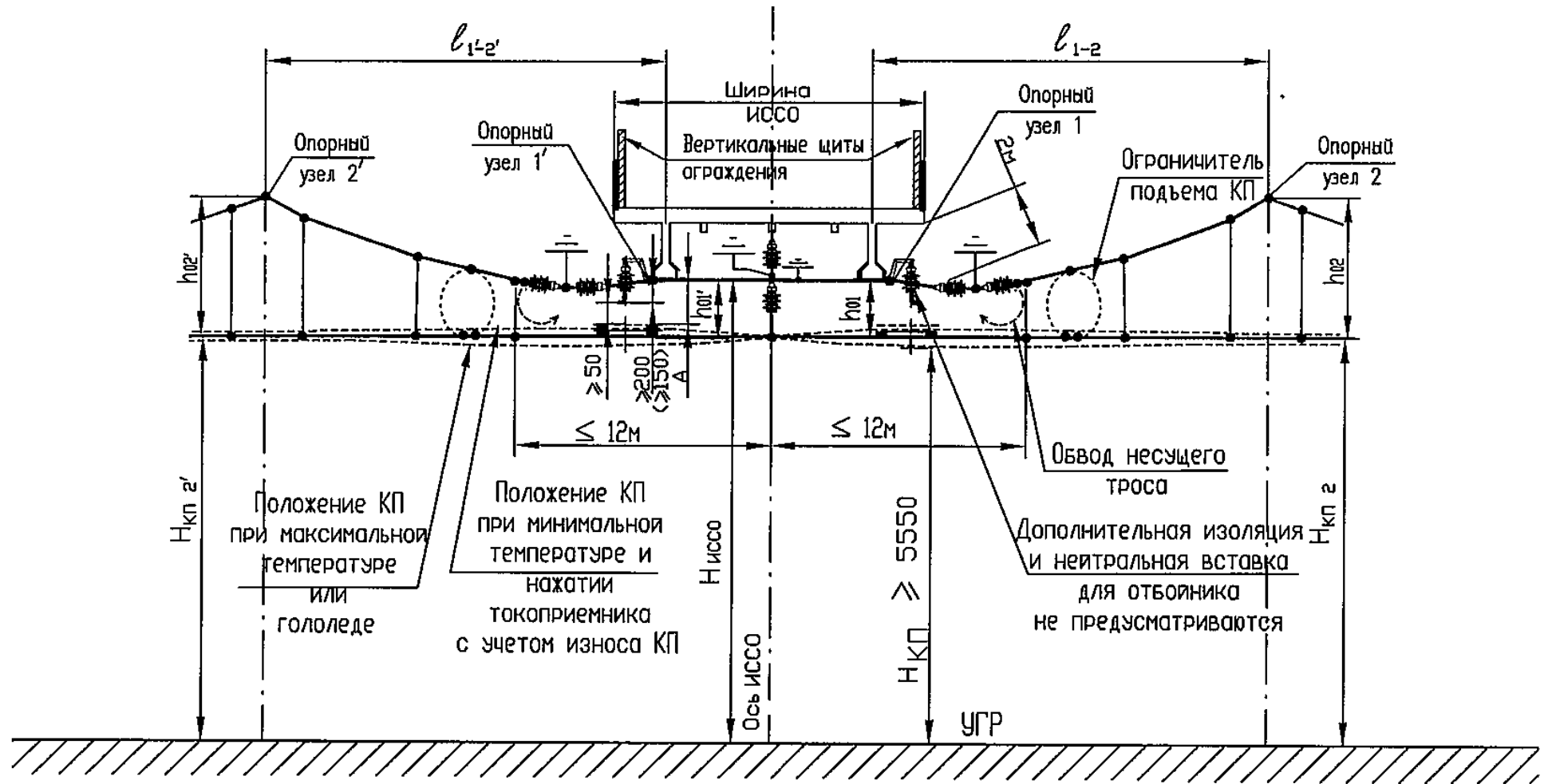


Рисунок 10.1 – Схема прохода полукомпенсированной подвески постоянного тока под ИССО с врезкой в несущий трос изолированной и заземлённой штанги

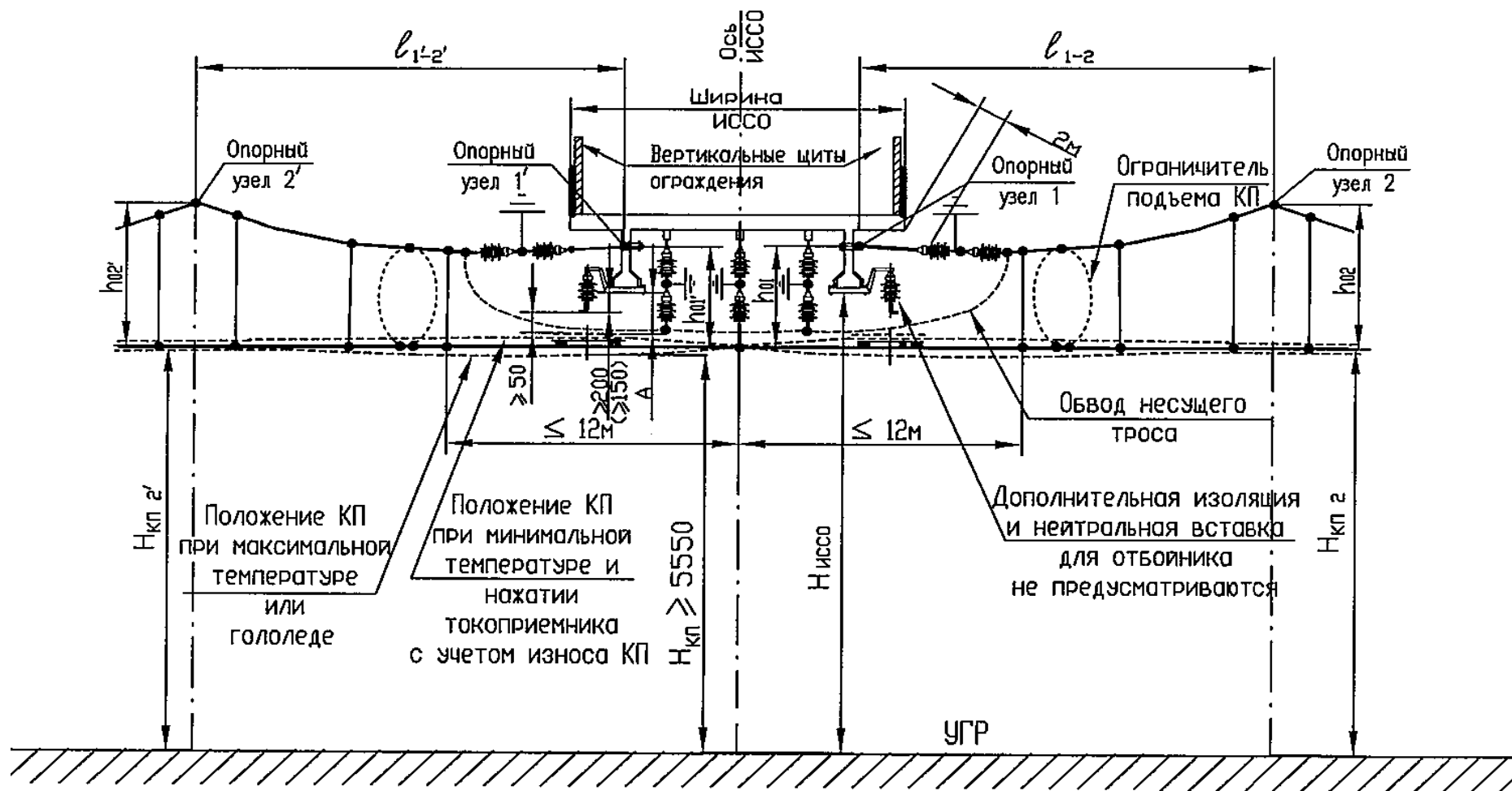


Рисунок 10.2 – Схема прохода полукомпенсированной подвески постоянного тока под ИССО разанкерровкой НТ на пролётное строение

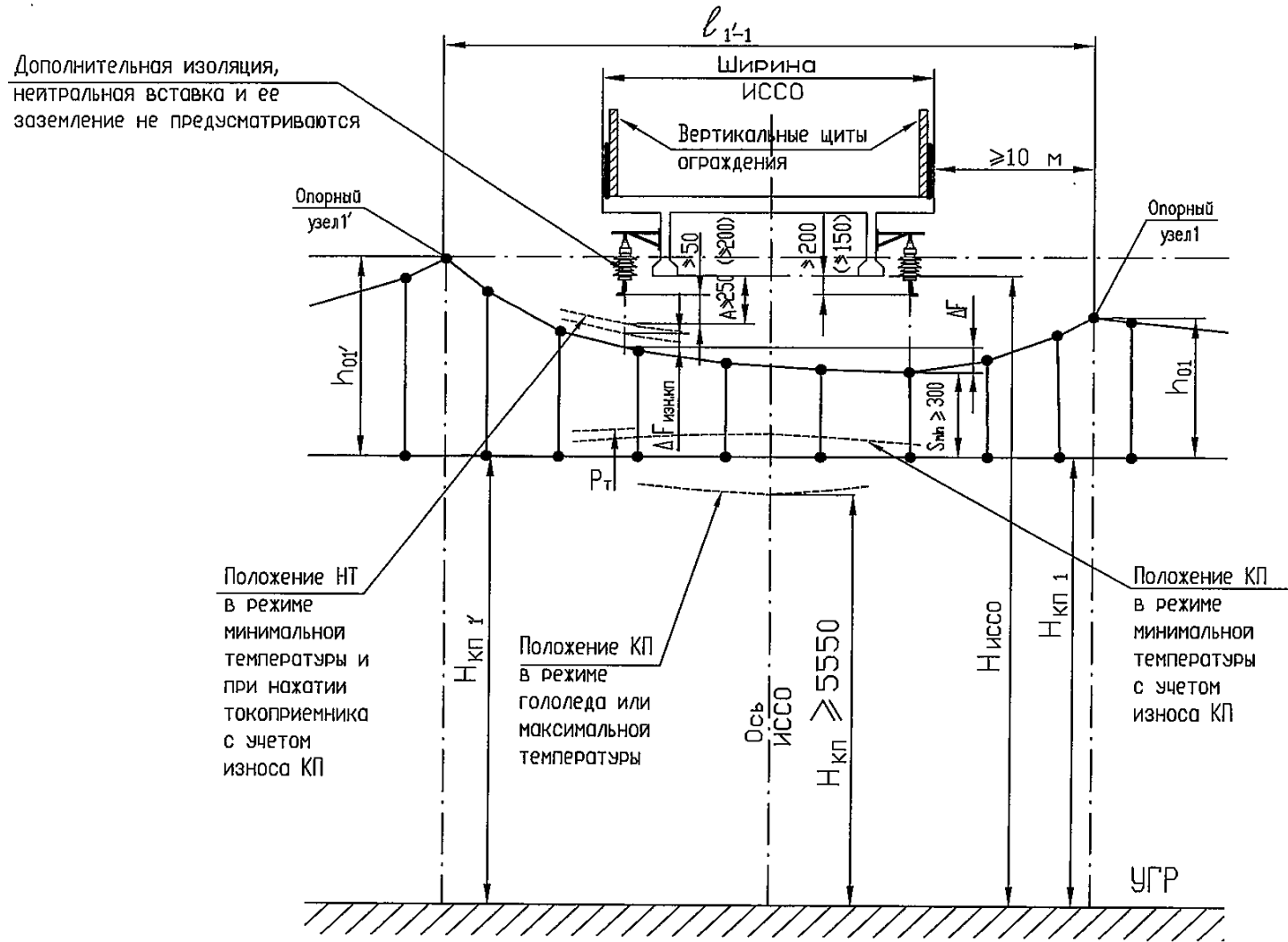


Рисунок 10.3— Схема прохода полукомпенсированной подвески постоянного тока под ИССО насквозь с отбойником для НТ

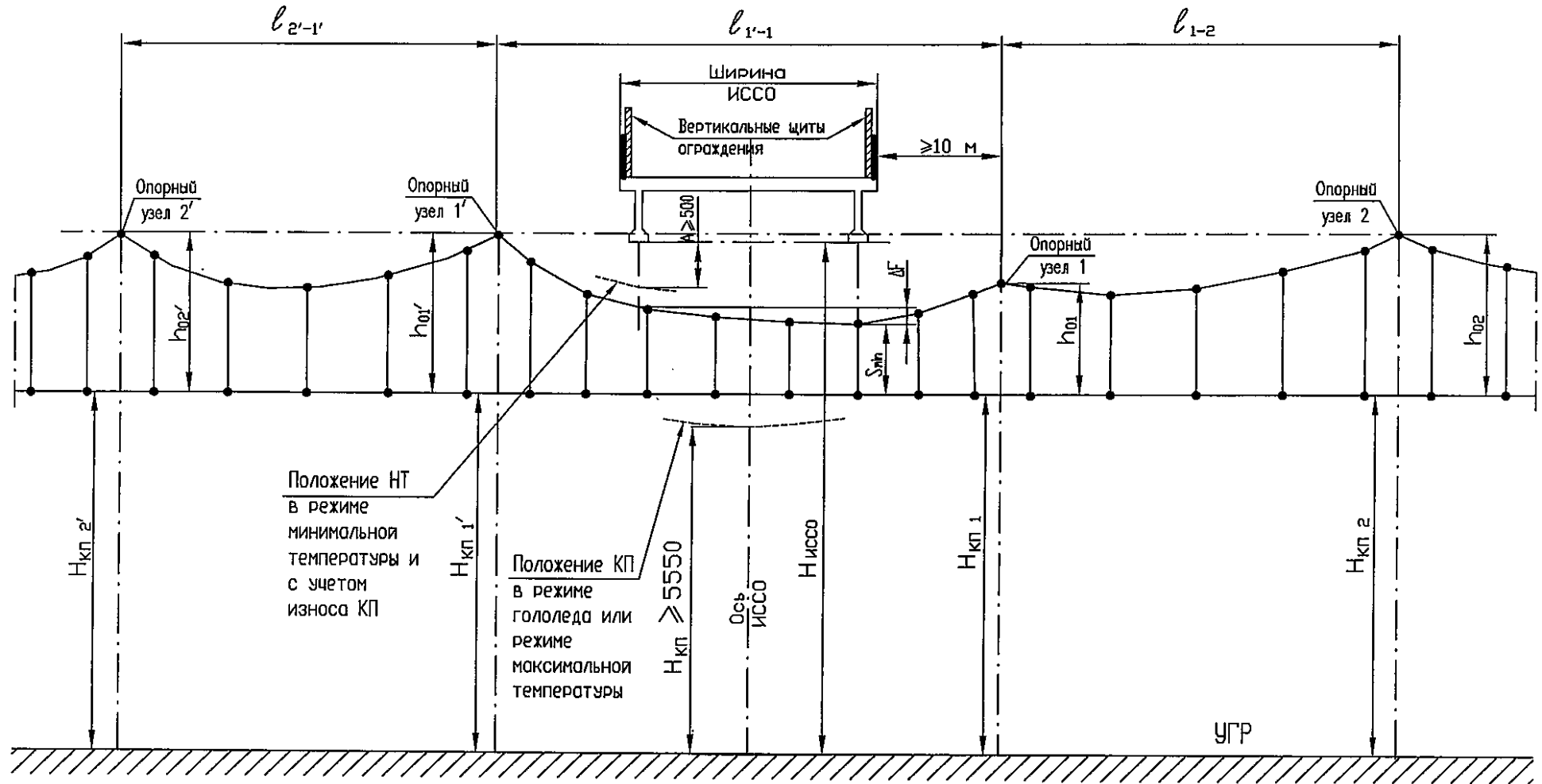


Рисунок 10.4 – Схема прохода полукомпенсированной подвески постоянного тока под ИССО
насквозь без отбойников для НТ

11 Технические указания и рекомендации ОАО «РЖД»

При выполнении дипломного проектирования по направлению «Контактная сеть» следует также уделить внимание техническим указаниям и рекомендациям ОАО «РЖД». Ежегодно «Управление электрификации и электроснабжения Департамента технической политики» (до 2012 г. «Департамент электрификации и электроснабжения») издаёт подобные документы, которые поступают в линейные подразделения компании, а также в проектные и строительномонтажные организации. Ввиду большого количества таких документов здесь приведены только наиболее важные (по мнению авторов данного учебнометодического пособия) из них за последние несколько лет.

Техническое указание К-10/06 «О подключении заземляющих проводников к рельсам». Подключение заземляющего проводника от опоры контактной сети к рельсу следует прокладывать стальным оцинкованным многожильным проводом в изолирующей оболочке из светостабилизированного полиэтилена, сечением 120 мм² (для постоянного тока) и 95 мм² (для переменного тока) в теле земляного полотна. Прокладка открытым способом допускается только на объектах, где отсутствует земляное полотно, таких как искусственные сооружения – эстакады, мосты и др. Монтаж и фиксацию заземляющего проводника во всех случаях необходимо проводить таким образом, чтобы исключить возможность закорачивания рельсовых цепей, соприкосновения заземляющего проводника с рабочими органами или какими-либо частями подвижного состава, создания препятствий безопасному проходу в данных местах.

Техническое указание К-2/07 «О применении медных прессуемых зажимов». В целях повышения надёжности работы контактной сети и обеспечения качества электрических соединений Департамент обязал применять только медные прессуемые зажимы для монтажа и замены электрических соединений: на воздушных стрелках, на сопряжении анкерных участков, между НТ и КП, между УП и контактной подвеской (кроме переходных зажимов медь-алюминий), узлов электрических соединений шлейфов секционных разъединителей с поперечными электрическими соединителями.

Техническое указание К-04/07 «О применении металлических опор при строительстве и реконструкции контактной сети». Департамент рекомендует вместо железобетонных опор применять отдельные металлические опоры. Это

сделано исходя из того, что разница в стоимости металлических и железобетонных опор сократилась. Проведённый анализ технико-экономического сравнения вариантов монтажу металлических опор взамен железобетонных при строительстве и реконструкции контактной сети также показал ряд преимуществ металлических опор: упрощённый монтаж на железобетонный фундамент с возможностью регулировки вертикального наложения опоры без регулировки положения фундамента; упрощенная диагностика состояния металла, повышенный срок службы; минимальные затраты при дальнейшей эксплуатации; отсутствие проблем с последующей утилизацией.

Техническое указание К-06/07 «О несущих тросах контактной сети переменного тока». В проектах КС-160 для переменного тока предусмотрено использование НТ марки М-95 и ПБСМ-95. Анализ повреждений НТ, выполняемым проводом М-95, выявил его недостаточную надёжность вследствие недостаточного механического запаса прочности как провода в целом, так и отдельных жил, а также недостаточное сечение жил провода. Существенное влияние на НТ оказывает сокращение межпоездного интервала. Для повышения надёжности контактной сети переменного тока Департамент запрещает применение провода М-95 в качестве НТ на главных путях при новой электрификации и реконструкции существующих участков. Вместо него рекомендуется использовать провод М-120 или Бр-120.

Техническое указание К-06/08 «О применении полимерных и фарфоровых стержневых изоляторов». Анализ работы устройств электроснабжения показывает, что одними из наиболее часто повреждаемых изоляторов контактной сети являются тарельчатые фарфоровые и стеклянные изоляторы. Основные причины повреждений – воздействие грозových перенапряжений, вандализм, низкое качество фарфора. В целях повышения надёжности работы устройств электроснабжения Департамент электрификации и электроснабжения обязывает службы электрификации и электроснабжения при проектировании и осуществлении новой электрификации, обновления, реконструкции и капитального ремонта контактной сети вместо стеклянных и фарфоровых тарельчатых изоляторов применять следующие изоляторы:

1. Стержневые фарфоровые (кроме подвесных для контактной сети переменного тока) и полимерные изоляторы:

– в точках подвеса несущих тросов, усиливающих и питающих проводов и шлейфов разъединителей;

– в фиксирующих тросах жестких поперечин;

– в нижних фиксирующих тросах гибких поперечин.

2. Стержневые полимерные изоляторы:

– в анкеровках проводов контактной сети (в первую очередь в искусственных сооружениях).

– на воздушных промежутках и нейтральных вставках;

– при секционировании проводов контактной сети.

3. В местах, подверженных вандализму в виде боя изоляторов, применять только стержневые полимерные изоляторы.

Техническое указание К-01/10 «О запрете применения приводов УМП-П». В документе предписывается при новой электрификации и реконструкции вместо приводов УМП-П разъединителей на контактной сети и линиях электро-снабжения нетяговых потребителей применять приводы ПДМ и ПДВ.

Техническое указание К-06/10 «О фундаментах опор контактной сети в скальных грунтах». В настоящее время при проектировании и строительстве фундаментов опор контактной сети при наличии скальных грунтов следует руководствоваться следующими техническими решениями, предложенными и разработанными ОАО «ЦНИИС».

Альбом 3332, фундаменты типа ФАС и анкеры типа АС. Применяются при наличии прочных скальных грунтов II группы в толщине верхнего выветренного слоя или грунта не более 500 мм. Конструктивно состоят из металлических анкеров диаметром 36 или 42 мм, замоналиченных в пробуренных шпурах, и устанавливаемых на них опорных железобетонных блоков.

Альбом 7154, фундаменты из металлических труб. Применяются при наличии скальных грунтов I и II группы и верхнего слоя мягких грунтов толщиной до 1 м. Устанавливаются в пробуренные (с использованием комплекса УКБС-2Г) котлованы диаметром 400 или 600 мм и глубиной до 3,5 м от уровня головки рельса.

При наличии погребенных на глубине до 2 м прочных скальных грунтов II группы следует применять комбинированное техническое решение с замоналиченными в шпуры анкерами и опорным блоком (альбом 3532 и трубы соответствующей длины аналогично проектным решением альбома 7154 (установ-

ленной на опорный железобетонный блок с выпуском анкеров выше опорных пластин опоры контактной сети.

Техническое указание А-02/11. «О применении защищенных проводов СИП». В хозяйстве электрификации и электроснабжения на воздушных линиях электропередачи напряжением 6–10 кВ (далее – ВЛ) применяются как неизолированные провода типа АС, так и защищенные провода типа СИП (SAX) При этом большая часть отказов ВЛ, выполненных неизолированными проводами, происходит по причинам падения деревьев, веток, схлестывания проводов при сильном ветре, а также набросов на провода посторонних предметов (вандализм). С целью повышения надежности работы ВЛ Управление электрификации и электроснабжения Центральной дирекции инфраструктуры — филиала ОАО «РЖД» обязывает при проектировании и проведении работ по реконструкции, обновлению и капитальному ремонту ВЛ применять самонесущие защищенные провода (СИП или SAX). При проектировании ВЛ с защищенными проводами типа СИП (SAX) с размещением на отдельно стоящих опорах защиты ВЛ от атмосферных перенапряжений предусматривать в соответствии с техническим указанием Департамента электрификации электроснабжения от 15.07.2009 А-01/09.

Техническое указание К-01/12 «О запрете применения проводов марки А и АС в качестве усиливающих проводов, проводов питающих и отсасывающих линий, шлейфов ППС и ПС контактной сети». До настоящего времени при проведении новой электрификации, реконструкции, обновления и капитального ремонта контактной сети в качестве усиливающих проводов, проводов питающих и отсасывающих линий, шлейфов на постах секционирования и пунктах параллельного соединения применяются алюминиевые и сталеалюминиевые провода марок А и АС. При этом ежегодно в массовом порядке происходят случаи пережогов указанных проводов как из-за приближения их к заземленным конструкциям при перепадах температуры вследствие неточной регулировки стрел провеса и высокого коэффициента температурного расширения, так и из-за значительных величин переходных сопротивлений в узлах их соединения с медными проводами контактной сети. В целях повышения надёжности контактной сети с 01.02.2012 Управление электрификации и электроснабжения запрещает дальнейшее применение в проектах электрификации, реконструкции, обновления и капитального ремонта проводов марок А и АС в качестве

усиливающих проводов, проводов питающих линий (при их длине до 200 м по условиям монтажа), отсасывающих линий, шлейфов на постах секционирования и пунктах параллельного соединения контактной сети. Вместо проводов марок А и АС в указанных случаях применять провода марок М-95 и М-120.

Техническое указание К-04/12 «Об ограничении области применения рессорных струн и запрете дальнейшего приобретения ряда зажимов рессорного троса». На сети железных дорог отмечается значительное количество случаев обрыва рессорных тросов контактной подвески, приводящих к поломкам токоприёмников и задержкам движения поездов. Значительная часть случаев является следствием излома рессорных тросов в месте выхода из зажима крепления рессорного троса к несущему тросу.

С целью исключения таких случаев Управление электрификации и электроснабжения обязывает с 01.02.2012. все службы электрификации и электроснабжения Дирекций инфраструктуры железных дорог:

- на участках с установленными скоростями движения поездов до 120 км/ч в плановом порядке производить замену рессорных струн на опорные в кривых участках пути радиусом менее 600 м с установкой двух струн на расстоянии 2 м с двух сторон от точки подвеса;

- на участках с установленными скоростями движения поездов до 70 км/ч в плановом порядке производить замену рессорных струн на опорные на всех участках также с установкой двух струн на расстоянии 2 м с двух сторон от точки подвеса;

Службы электрификации и электроснабжения Дирекций инфраструктуры железных дорог и подрядные строительные-монтажные организации;

- прекратить дальнейшее приобретение зажимов рессорного троса с жестким креплением рессорного троса типов 048, 048-2, 048-4, 048-8, 048-13, 048-14;

- приобретать для дальнейшего применения зажимы с шарнирным креплением рессорного троса типов 048-3 (КС327), 048-5, 048-6 (КС327-1), 048-12, 048-15.

В различных документах Департамент обращает внимание на тот факт, что установка опор на участках постоянного тока в обязательном порядке должна производиться на фундаментах с изолированными анкерными болтами, изолирующими втулками и пластинами.

Список литературы

1. Нормы проектирования контактной сети. Ведомственные строительные нормы. СТН ЦЭ 141-99. – М.: Министерство путей сообщения. Департамент электрификации и электроснабжения, 2001.
2. Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог. ЦЭ-868. – М.: Трансиздат, 2002.– 184 с.
3. Фрайфельд А.В., Брод Г.Н. Проектирование контактной сети . – М.: Транспорт, – 1991. – 335 с.
4. Контактные сети и ЛЭП : учеб.-метод, пособие / А. В. Ефимов, А. Г. Галкин, Е. А. Польшгалова, А. А. Ковалев.– Екатеринбург: УрГУПС, 2009.– 88 с.
5. Зимакова А.Н., Гиенко В.М., Скворцов В.А. Контактная сеть электрифицированных железных дорог. Расчеты, выбор конструкций и составление монтажных планов: учеб. пособие. – 2-е стер. изд. – М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 232 с.
5. Альбом КС-160.6.0-10 «Схемы подвески, сопряжений, узлы контактной сети с изолированными горизонтальными консолями». ЗАО «Универсал-контактные сети». – СПб., 2010.
6. Альбом КС-160.6.1-10 «Консоли изолированные горизонтальные, фиксаторы, схемы установки, типоразмеры и таблицы применения». ЗАО «Универсал-контактные сети». – СПб., 2010.
- 7 Альбом КС-160.5.0-8 «Схемы подвески, сопряжений, узлы контактной сети с изолированными горизонтальными консолями». ЗАО «Универсал-контактные сети». – СПб., 2008.
8. Альбом КС-160.5.1-8 «Консоли изолированные горизонтальные, фиксаторы, схемы установки, типоразмеры и таблицы применения». ЗАО «Универсал-контактные сети». – СПб., 2008.
9. Проект КС.МК-08 «Металлические двухшвеллерные опоры контактной сети. Узлы крепления поддерживающих конструкций. Материалы для проектирования и монтажа.» ЗАО «Универсал-контактные сети». – СПб., 2008.
10. Проект 7157 «Металлическая анкерная самонесущая опора, узлы крепления анкеронок и конструкция фундаментов». ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства», 2008.

11. Проект 4182И «Железобетонные трёхлучевые фундаменты и анкеры с заострением подземной части для опор контактной сети». ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства», 2005.

12. Проект КС-160.12. Постоянный ток. «Контактная сеть КС-160 на станциях с жесткими поперечинами». ЗАО «Универсал-контактные сети». – СПб., 2004.

13. Проект КС-160.12-09. Постоянный ток. Альбом 2. «Контактная сеть КС-160 на станциях с жесткими поперечинами». ЗАО «Универсал-контактные сети». – СПб., 2009.

14. Проект КС-160.11. Переменный ток. «Контактная сеть КС-160 на станциях с жесткими поперечинами». ЗАО «Универсал-контактные сети». – СПб., 2003.

15. Проект 5254. «Унифицированные конструкции жестких поперечин балочного типа». ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства», 2006 г.

16. Проект 4363-4. «Проход проводов контактной подвески в искусственных сооружениях. Полукомпенсированная подвеска». ЗАО «Универсал-контактные сети». – СПб., 2008.

Учебное издание

А. В. Паранин

А. В. Ефимов

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНСТРУКЦИИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ КС-160 ДЛЯ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ДО 160 КМ/Ч

Учебно-методическое пособие
для студентов всех форм обучения
190901 – «Системы обеспечения движения поездов»
и бакалавров направления подготовки –
140400 «Электроэнергетика и электротехника»

Редактор *С. И. Семухина*

Подписано в печать 22.07.2013. Формат 60 × 84 / 16.

Усл. печ. л. 6,4.

Электронное издание.

Заказ 106.

Издательство УрГУПС
620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66