

**ENSTO**

# ПОСОБИЕ

по проектированию воздушных линий  
электропередачи напряжением  
0,38кВ с изолированными  
проводами (ВЛИ)

PRINTHOUSE IDENTIFICATION INFO



**ЖШС «ЭНСТО КАЗАХСТАН»**  
050034, Қазақстан Республикасы,  
Алматы қ., Бродский к-сі, 37А, офис 209  
Тел./факс: +7 (727) 227 32 33  
+7 (727) 227 32 34  
+7 (727) 227 32 35  
+7 (727) 227 32 36  
Моб.: +7 (701) 503 78 03  
e-mail: andrey.zherebyatyev@ensto.com

**ТОО «ЭНСТО КАЗАХСТАН»**  
050034, Республика Казахстан,  
г. Алматы, ул. Бродского, 37А, офис 209  
Тел./факс: +7 (727) 227 32 33  
+7 (727) 227 32 34  
+7 (727) 227 32 35  
+7 (727) 227 32 36  
Моб.: +7 (701) 503 78 03  
e-mail: andrey.zherebyatyev@ensto.com

[www.ensto.com](http://www.ensto.com)

**Better life.**  
With electricity.



**ОАО «Казсельэнергопроект»**

**ПОСОБИЕ  
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ  
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,38 кВ  
С ИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ (ВЛИ)**

*Включено в АГСК-1 «Перечень нормативных правовых актов и нормативных технических документов в области архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан» письмом №38-02-5/6745 от 09.08.2017г. Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан*

**Алматы**



**Басина Т.А., Далабаев О.Б.,**  
(ОАО "Казсельэнергопроект")

Настоящая работа является техническим и справочным материалом для проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами, применение которых является наиболее перспективным путём развития электрических распределительных сетей.

Высокая экономическая эффективность использования таких проводов достигается за счёт значительного повышения надёжности электроснабжения потребителей и резкого снижения эксплуатационных затрат по сравнению с неизолированными проводами.

Пособие содержит материалы для использования при электрических и механических расчётах элементов линий электропередачи, а также монтажные схемы опор, рекомендации по применению оборудования для системы самонесущих изолированных проводов без отдельного несущего элемента типа СИП 4

*Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельца авторских прав.*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ЧАСТЬ I ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....</b>	<b>4</b>
1 ВВЕДЕНИЕ .....	5
2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ С САМОНЕСУЩИМИ ИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ .....	6
<i>Устройство.....</i>	6
<i>Системы самонесущих изолированных проводов.....</i>	6
<i>Конструктивные особенности ВЛИ .....</i>	7
<i>Преимущества ВЛИ .....</i>	8
<i>Влияние удаленных однофазных КЗ и перегрузок сети на срок службы ВЛИ .....</i>	10
<b>ЧАСТЬ II ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.....</b>	<b>11</b>
1 ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ СИП БЕЗ НЕСУЩЕГО ЭЛЕМЕНТА .....	12
<i>Особенности .....</i>	12
<i>Преимущества .....</i>	12
2 ПРОВОД.....	12
<i>Марки и области применения проводов.....</i>	12
<i>Параметры проводов.....</i>	13
<i>Выбор сечений проводов.....</i>	14
3 ЛИНЕЙНАЯ АРМАТУРА .....	15
<i>Мачтовые рубильники с предохранителями .....</i>	16
<i>Комплекты подключения переносных заземлений .....</i>	17
4 ОПОРЫ.....	17
<i>Опоры на базе железобетонных стоек.....</i>	17
5. ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ, ЗАЗЕМЛЕНИЕ .....	23
6 ГАБАРИТЫ, ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И СБЛИЖЕНИЯ.....	24
7 ПОДВОДКА (ОТВЕТВЛЕНИЕ) К ВВОДУ В ЗДАНИЯ.....	27
<b>ЧАСТЬ III ТАБЛИЦЫ МОНТАЖНЫХ ТЯЖЕНИЙ И СТРЕЛ ПРОВЕСА САМОНЕСУЩИХ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ СИП-4, РАСЧИТАННЫЕ ПО ПУЭ РК (ДАННЫЙ РАЗДЕЛ ВЫНЕСЕН ОТДЕЛЬНОЙ КНИГОЙ С ВЯЗИ С БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ СТРАНИЦ .....</b>	<b>29</b>
<i>Описание.....</i>	30
<i>Состав таблиц монтажных тяжений и стрел провеса .....</i>	31
ТАБЛИЦЫ МОНТАЖНЫХ ТЯЖЕНИЙ И СТРЕЛ ПРОВЕСА .....	33
<i>Одноцепные ВЛИ 0,4 кВ .....</i>	33
<i>Двухцепные ВЛИ 0,4 кВ.....</i>	86
<i>Четырехцепные ВЛИ 0,4 кВ.....</i>	139
<b>ЧАСТЬ IV РАСЧЕТНЫЕ ПРОЛЕТЫ ДЛЯ ОПОР ВЛИ 0,4кВ .....</b>	<b>193</b>
<i>Описание.....</i>	194
<i>Таблицы расчетных пролетов .....</i>	195
<b>ЧАСТЬ V КОНСТРУКЦИИ ОДНОЦЕПНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР .....</b>	<b>198</b>
Промежуточная опора П1 и переходная промежуточная опора ПП1 .....	199
Перекрёстная промежуточная опора Пк1, ППк1 .....	201
Угловые промежуточные опоры УПЗ .....	203
Анкерные (концевые) опоры КЗ, ПК1, ПКЗ .....	205
Угловые анкерные опоры УАЗ, ПУА1 .....	209
Анкерные ответвительные опоры АОЗ, ПОА1 .....	211
<b>ЧАСТЬ VI КОНСТРУКЦИИ ДВУХЦЕПНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР .....</b>	<b>213</b>

ДВУХЦЕПНЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОПОРА П2 и ПЕРЕХОДНАЯ ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОПОРА ПП4 .....	214
УГЛОВЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ДВУХЦЕПНЫЕ ОПОРЫ УП2 .....	216
АНКЕРНЫЕ (КОНЦЕВЫЕ) ДВУХЦЕПНЫЕ ОПОРЫ К2, ПК4 .....	218
УГЛОВЫЕ АНКЕРНЫЕ ДВУХЦЕПНЫЕ ОПОРЫ УА2и и ПОВЫШЕННАЯ ПУА4и.....	220
ОТВЕТВИТЕЛЬНЫЕ АНКЕРНЫЕ ДВУХЦЕПНЫЕ ОПОРЫ ОА2, ПОА4.....	222

## **ЧАСТЬ VII КОНСТРУКЦИИ ЧЕТЫРЕХЦЕПНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР .....224**

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОПОРА П4, ПП8 .....	225
УГЛОВАЯ ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОПОРА УП4 .....	227
АНКЕРНЫЕ (КОНЦЕВЫЕ) ЧЕТЫРЕХЦЕПНЫЕ ОПОРЫ К4, ПК8 .....	229
УГЛОВЫЕ АНКЕРНЫЕ ЧЕТЫРЕХЦЕПНЫЕ ОПОРЫ УА4 и ПОВЫШЕННАЯ ПУА8 .....	231
ОТВЕТВИТЕЛЬНЫЕ АНКЕРНЫЕ ЧЕТЫРЕХЦЕПНЫЕ ОПОРЫ ОА4 и ПОВЫШЕННАЯ ПОА8 – ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕТЫРЕХ ОТВЕТВЛЕНИЙ .....	233
ОТВЕТВИТЕЛЬНЫЕ АНКЕРНЫЕ ЧЕТЫРЕХЦЕПНЫЕ ОПОРЫ ОА4 и ПОВЫШЕННАЯ ПОА8 – ВЫПОЛНЕНИЕ ОДНОГО ОТВЕТВЛЕНИЯ .....	235

## **ЧАСТЬ VIII ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.....237**

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ДВУХЦЕПНАЯ ОПОРА П2 с УСТАНОВКОЙ СВЕТИЛЬНИКА НА ЛИНИИ (ЦЕПИ) УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ.....	238
ПОДКЛЮЧЕНИЕ АБОНЕНТА.....	240
ПРОКЛАДКА СИП ПО ТВЕРДОЙ СТЕНЕ .....	243

## **ЧАСТЬ IX ОТДЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВЛИ.....244**

МАЧТОВЫЙ РУБИЛЬНИК С ПРЕДОХРАНИТЕЛЯМИ ТИПА SZ НА АНКЕРНОЙ ОПОРЕ .....	245
ПЕРЕХОД С КАБЕЛЯ НА СИП ЧЕРЕЗ МАЧТОВЫЙ РУБИЛЬНИК SZ.....	247
УСТАНОВКА МАЧТОВОГО РУБИЛЬНИКА ТИПА SZ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ АБОНЕНТА .....	249
УСТАНОВКА КОМПЛЕКТА ST208 ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕНОСНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ.....	251
СОЕДИНЕНИЕ ВЛ (с НЕИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ) С ВЛИ (с ИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ) .....	252

## **ЧАСТЬ X СТОЙКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР, МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ И ОПОРНО-АНКЕРНЫЕ ПЛИТЫ.....254**

ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ СТОЙКА СВ 95-2А .....	255
ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ СТОЙКА СВ 105-3,6 и СВ 105-5 .....	256
ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ СТОЙКА СВ 110-3,5.....	257
ОПОРНО-АНКЕРНАЯ ПЛИТА П-3и и П-4.....	258
ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ПРИСТАВКА ПТ 43-2 .....	259
РИГЕЛЬ Р1-ж.....	260
КРОНШТЕЙН У1, У3, У4 ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ПОДКОСА .....	261
КРЕПЛЕНИЕ ПЛИТЫ Г4.....	263
СТЯЖКА Г1 .....	264
ЗАЗЕМЛЯЮЩИЙ ПРОВОДНИК ЗП6 .....	265
ХОМУТ Х-1А.....	266

## **ЛИТЕРАТУРА.....267**

# **Часть I**

## **Общие сведения**



## 1 Введение

Настоящее издание посвящено вопросам проектирования воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами. Применение самонесущих изолированных проводов является на сегодняшний день наиболее прогрессивным и перспективным путём развития электрических распределительных сетей.

По сравнению с традиционными воздушными линиями электропередачи (ВЛ) линии с применением самонесущих изолированных проводов (ВЛИ) имеют ряд конструктивных особенностей – наличие изоляционного покрова на токоведущих проводниках, повышенная механическая прочность, прогрессивная сцепная и ответвительная арматура и др. Эти особенности обуславливают значительное повышение надёжности электроснабжения потребителей и резкое снижение эксплуатационных затрат. Что, в свою очередь, и определяет высокую экономическую эффективность использования изолированных проводов в распределительных электрических сетях.

В пособии приведены материалы для использования при электрических и механических расчётах элементов линий электропередачи, а так же монтажные схемы опор, рекомендации по применению оборудования для системы самонесущих изолированных проводов марки СИП 4 без отдельного несущего элемента.

Пособие предназначено для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией электрических распределительных сетей. А также для курсов повышения квалификации, студентов и преподавателей электроэнергетических высших и средних учебных заведений в качестве справочного и учебно-методического пособия.

Пособие разработано с учётом требований действующих в РК отраслевых документов:

РД34.РК.20.518-96. Правила устройства опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами (СИП);

РД34.РК.20.517-96. Правила технической эксплуатации опытно-промышленных воздушных линий электропередачи до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами (СИП).

Пособие разработано в дополнение к типовым решениям: ТРП.РК5.407-2-98. "Типовые решения узлов крепления самонесущих изолированных проводов на

железобетонных и деревянных опорах ВЛ 0,38 кВ" (введён в действие с 1.01.99 г. Постановлением Казстройкомитета РК № 11-4 от 26.11.98 г.).

## **2 Общие сведения о воздушных линиях электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами**

### Устройство

Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами (ВЛИ) представляют собой воздушные линии электропередачи, выполненные на опорах с применением железобетонных стоек. К опорам посредством специальной арматуры подвешены самонесущие изолированные провода (СИП). Крепление СИП к опорам осуществляется в основном с помощью металлоконструкций (крюков, бандажных лент и др.), поддерживающих и натяжных зажимов. Соединения и ответвления проводов осуществляются с помощью соединительных и ответвительных зажимов. Помимо линейной арматуры на ВЛИ могут устанавливаться сопутствующие элементы – мачтовые рубильники с предохранителями, ограничители перенапряжения, устройства для подключения переносных заземлений, патроны для плавких предохранителей защиты светильников уличного освещения и др.

### Системы самонесущих изолированных проводов

Конструкция СИП состоит из нулевого и фазных проводников, покрытых изоляционной оболочкой и скрученных в один жгут. Изоляционная оболочка может быть выполнена из светостабилизированного сшитого полиэтилена. Дополнительно к фазным проводникам в жгут могут быть включены 1–2 изолированных проводника для уличного освещения или контрольные кабели. В мире распространены три основные системы СИП.

*Первая система* представляет собой изолированные фазные проводники, скрученные вокруг неизолированного нулевого проводника, который является несущим элементом конструкции. Подвеска жгута осуществляется за нулевой проводник. Нулевой проводник изготавливается из термоупрочнённого алюминиевого сплава,

фазные проводники – из алюминия. Сечение нулевого несущего проводника, как правило, на одну ступень больше сечения фазных проводников. Распространённые марки проводов этой системы – АМКА производства Финляндии и СИП-1, СИП-2 производства российских кабельных заводов.

*Вторая система* отличается от первой наличием изоляционного покрова на нулевом несущем проводнике. Распространённые марки проводов этой системы – АМКА-Т производства Финляндии, TORSADA производства Франции и СИП-1А, СИП-2А производства российских кабельных заводов.

*Третья система* состоит из проводников одинакового сечения, покрытых изоляционной оболочкой и скрученных между собой. Все проводники, в том числе и нулевой изготавливаются из алюминия. Подвеска жгута на промежуточных опорах и закрепление на анкерных осуществляется за все проводники одновременно. Распространённые марки проводов этой системы – ALUS в Швеции, EX в Норвегии, и СИП-4, СИПн-4, СИПс-4, СИП 5 производства казахстанских кабельных заводов.

### Конструктивные особенности ВЛИ

Основными конструктивными особенностями ВЛИ по сравнению с традиционными воздушными линиями электропередачи с применением неизолированных проводов являются следующие:

1) Наличие изоляции на токоведущих жилах.

2) Отсутствие траверс и изоляторов.

3) Малое реактивное сопротивление ВЛИ, обусловленное минимальным расстоянием между проводниками, которое ограничивается только толщиной их изоляции.

Конструктивные особенности ВЛИ обуславливают ряд преимуществ таких линий по сравнению с традиционными ВЛ с неизолированными проводами.

## Преимущества ВЛИ

Основными преимуществами ВЛИ являются значительное повышение уровня надёжности распределительных электрических сетей и, как следствие этого, снижение эксплуатационных затрат. Все преимущества ВЛИ можно разбить на три составляющие.

**Первая составляющая** – преимущества, которые сказываются при проектировании и монтаже:

- 1) Простота конструктивного исполнения линии (отсутствие траверс и изоляторов).
- 2) Простота исполнения нескольких ответвлений от одной опоры.
- 3) Простота исполнения многоцепных линий электропередачи, возможность исполнения четырех- и более цепных линий.
- 4) Простота совместной подвески линий уличного освещения.
- 5) Возможность совместной подвески нескольких цепей ВЛИ на опорах ВЛ 6–10 кВ и линиях связи.
- 6) Уменьшение безопасных расстояний от зданий и инженерных сооружений.
- 7) Возможность применения стоек опор меньшей длины.
- 8) Возможность прокладки СИП по стенам зданий и сооружений.
- 9) Эстетичность конструктивного исполнения ВЛИ в условиях жилой застройки при отказе от опор и монтаже линии по фасадам зданий.
- 10) Эстетичность исполнения воздушных линий уличного освещения.
- 11) Отсутствие необходимости в вырубке просеки перед монтажом.
- 12) Простота монтажных работ и, соответственно, уменьшение сроков строительства.

**Вторая составляющая** – преимущества эксплуатации и безопасность:

- 1) Высокая надёжность в обеспечении электрической энергией в связи с низкой удельной повреждаемостью.
- 2) Отсутствие многочисленных замен повреждённых изоляторов и дефектного провода.
- 3) Сокращение объемов и времени аварийно-восстановительных работ.
- 4) Резкое снижение (более 80%) эксплуатационных затрат по сравнению с традиционными ВЛ. Это обуславливается высокой надёжностью и бесперебойностью

электроснабжения потребителей, а также отсутствием необходимости в расчистке просек в процессе эксплуатации линии.

5) Практическое исключение коротких междуфазных замыканий и замыканий на землю.

6) На проводах практически не образуется гололед и налипание мокрого снега. Полиэтилен изоляционной оболочки жил является неполярным диэлектриком и не образует ни электрических, ни химических связей с контактирующим с ним веществом.

7) Высокая механическая прочность проводов и, соответственно, меньшая вероятность их обрыва.

8) Пожаробезопасность, исключение коротких замыканий при схлестывании проводов или перекрытии их посторонними предметами.

9) Адаптация к изменению режима и развитию сети.

10) Уменьшение безопасных расстояний до зданий и инженерных сооружений.

11) Возможность выполнения работ на ВЛИ под напряжением без отключения потребителей (подключение абонентов, присоединение новых ответвлений).

12) Значительное уменьшение случаев электротравматизма при ремонте и эксплуатации линии.

13) Обеспечение безопасности работ вблизи ВЛИ.

**Третья составляющая** – преимущества, влияющие на качество электрической энергии, снижение технических и коммерческих потерь в воздушных распределительных сетях напряжением до 1 кВ:

1) Снижение потерь напряжения и технических потерь электрической энергии вследствие малого реактивного сопротивления СИП по сравнению с традиционными ВЛ.

2) Снижение коммерческих потерь электрической энергии. Существенно ограничен несанкционированный отбор электроэнергии, так как изолированные, скрученные между собой жилы исключают самовольное подключение к ВЛИ путём выполнения наброса на провода.

3) Значительное снижение случаев вандализма и воровства. Температура плавления изоляции жил близка к температуре плавления алюминия. СИП не пригодны для вторичной переработки с целью получения цветного металла.

### Влияние удаленных однофазных КЗ и перегрузок сети на срок службы ВЛИ

При необходимости прокладки протяженных фидеров СИП (длиной 300м и более) все чаще происходят аварии из-за возникновения удаленных коротких замыканий, вызванных такими факторами как механические повреждения изоляции, некорректный выбор арматуры, перегрузки в сетях, ошибки монтажа и т.д.

Согласно ПУЭ РК «Защита должна обеспечивать отключение поврежденного участка при наименьшем значении токов КЗ в конце защищаемой линии...», «При определении наименьшего значения тока КЗ должны учитываться активные и индуктивные сопротивления цепи короткого замыкания, включая активное сопротивление горения дуги»(п.3.1.8).

Зона чувствительности аппаратов защиты фидеров в ТП ограничена техническими характеристиками автоматического выключателя (как правило  $I_{\text{з.р}} = 5-12 I_{\text{ном}}$ ), и, чаще всего, длины протяженных фидеров выходят за границы данных зон. В результате, возникающее в ВЛИ КЗ с нестабильными дуговыми разрядами не отключается автоматическим выключателем и приводит к выгоранию большого участка СИП.

Возможны несколько вариантов решения этой проблемы: ограничивать фидера по длине, чтобы их длины находились в зоне чувствительности автомата в ТП, уменьшать расчетный номинал аппарата защиты в ТП, тем самым увеличивая его чувствительность к относительно небольшим токам короткого замыкания, либо секционировать линию с применением защитных аппаратов с возможностью отключения поврежденной фазы.

Уменьшение номинала автомата защиты и уменьшение длины ВЛИ чаще всего являются невыполнимыми, ввиду того, что для подключения всех потребителей и с учетом действующих норм по выбору установленной мощности потребуется строить не одну, а несколько ВЛИ, что приведет к значительному удорожанию проекта. Ensto предлагает наиболее простой и экономически оправданный вариант – применение мачтовых рубильников с нужным номиналом плавких вставок для секционирования ВЛИ, с разделением отключаемых участков.

Мачтовые рубильники представляют собой защитный аппарат, снабжаемый стандартными плавкими вставками ППН, предполагает функции оперирования под нагрузкой, снабжены дугогасящими камерами. Подробное описание мачтовых рубильников и номиналы применяемых плавких вставок указаны на стр.17-18 настоящего Пособия.

В помощь проектировщикам, разработана **бесплатная программа** по расчету токов удаленного КЗ и необходимости секционирования.

---

## **Часть II**

# **Техническое описание**

## 1 Особенности и преимущества системы СИП без несущего элемента

### Особенности

1) Подвеска СИП без отдельного несущего проводника осуществляется за все проводники одновременно, при этом механическая прочность провода определяется сложением прочностей всех проводников с уменьшающим коэффициентом, который учитывает влияние кручения жил.

2) Стоимость СИП без несущего элемента в среднем на 30% ниже стоимости аналогично выбранных по сечению проводов с нулевым несущим проводником. Обусловливается это тем, что для изготовления проводов этой системы не требуется специального достаточно дорогостоящего процесса переработки алюминиевого сплава.

3) Наличие изоляции на всех проводниках, включая нулевой, даёт возможность применить такой провод наряду с обычными условиями, в случаях, когда нулевой провод обязательно должен быть изолированным. Например, в зонах повышенной коррозионной активности окружающей атмосферы (побережья морей, промышленные зоны и др.).

### Преимущества

Система СИП без несущего элемента является наиболее прогрессивной и перспективной. Главным преимуществом этой системы является сочетание высокой механической прочности и низкой стоимости по сравнению с проводами равного сечения других систем СИП.

С экономической точки зрения преимуществом СИП без несущего элемента является уменьшение как капитальных вложений, так и эксплуатационных затрат при реконструкции, расширении, техническом перевооружении или новом строительстве распределительных сетей низкого напряжения.

## 2 Провод

### Марки и области применения проводов

Марки, наименования и преимущественные области применения самонесущих изолированных проводов без несущего элемента приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Марка провода	Наименование	Преимущественные области применения
<b>СИПн 4</b>	Провод самонесущий без несущего элемента с алюминиевыми токопроводящими жилами, с изоляцией из светостабилизированной полимерной композиции, не распространяющей горение	Для воздушных линий электропередачи и ответвлений к вводам в здания и сооружения в районах с умеренным и холодным климатом, в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69*, а также для прокладки в пожароопасных зонах
<b>СИП 5</b>	Провод самонесущий без несущего элемента с алюминиевыми токопроводящими жилами, с изоляцией из светостабилизированного сшитого ПЭ	Для воздушных линий электропередачи и ответвлений к вводам в здания и сооружения в районах с умеренным и холодным климатом, в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69*



### Параметры проводов

Электрические и механические параметры проводов приведены в таблице 2.2.

**Таблица 2.2**

Число и номинальное сечение жил	Электрические параметры				Механические параметры			
	Электрическое сопротивление жилы постоянному току при температуре 20°C	Индуктивное сопротивление проводов при 50 Гц	Допустимый ток нагрузки	Ток термической стойкости (односекундный)	Максимальный наружный диаметр провода	Усилие при разрыве жгута жил, не менее	Расчетная масса	Общее сечение несущих жил, мм <sup>2</sup>
мм <sup>2</sup>	Ом/км	Ом/км	А	кА	мм	кН	кг/км	мм <sup>2</sup>
2x16	1,91	0,093	84	1,4	14,2	5,0	142	31,80
2x25	1,200	0,090	112	2,3	17,4	8,05	215	49,86
2x35	0,868	0,087	138	3,2	19,6	11,20	266	68,80
4x16	1,91	0,093	84	1,4	17,2	5,0	289	63,60
4x25	1,200	0,090	112	2,3	21,0	16,10	433	99,72
4x35	0,868	0,087	138	3,2	23,7	22,40	532	139,6
4x50	0,641	0,085	168	4,6	28,0	32,00	749	200,4
4x70	0,443	0,083	213	6,4	31,5	44,80	988	278,36
4x95	0,320	0,082	258	7,0	36,0	60,80	1330	378,9
4x120	0,253	0,080	296	7,6	39,7	76,80	1635	481,2
4x35+25	0,868	0,087	138	3,2	25,0	22,40	636	139,6
4x50+25	0,641	0,085	168	4,6	29,0	32,00	849	200,4
4x70+25	0,443	0,083	213	6,4	33,5	44,80	1091	278,36
4x95+25	0,320	0,082	258	7,0	38,0	60,80	1430	378,9
4x120+25	0,253	0,080	296	7,6	41,0	76,80	1736	481,2
4x35+35	0,868	0,087	138	3,2	25,5	22,40	667	139,6
4x50+35	0,641	0,085	168	4,6	29,5	32,00	881	200,4
4x70+35	0,443	0,083	213	6,4	34,0	44,80	1123	278,36
4x95+35	0,320	0,082	258	7,0	38,5	60,80	1462	378,9
4x120+35	0,253	0,080	296	7,6	41,5	76,80	1767	481,2
4x50+2x25	0,641	0,085	168	4,6	30,0	32,00	951	200,4
4x70+2x25	0,443	0,083	213	6,4	34,0	44,80	1193	278,36
4x95+2x25	0,320	0,082	258	7,0	39,0	60,80	1533	378,9
4x120+2x25	0,253	0,080	296	7,6	42,0	76,80	1837	481,2
4x50+2x35	0,641	0,085	168	4,6	31,0	32,00	1014	200,4
4x70+2x35	0,443	0,083	213	6,4	34,0	44,80	1256	278,36
4x95+2x35	0,320	0,082	258	7,0	39,5	60,80	1595	378,9
4x120+2x35	0,253	0,080	296	7,6	43,0	76,80	1901	481,2

Допустимый ток нагрузки проводов указан при температуре окружающей среды 30°C, скорости ветра 0,6 м/с и интенсивности солнечной радиации 1000 Вт/м<sup>2</sup>. При расчётных температурах окружающей среды, отличающихся от 30°C, необходимо применять поправочные коэффициенты, указанные в таблице 2.3.

Таблица 2.3

t жилы, °C	Поправочные коэффициенты при температуре окружающей среды, °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75
90	1,7	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,91	0,85	0,8	0,67	0,52

Таблица 2.4

Номинальное сечение жил, мм <sup>2</sup>	Толщина изоляции, мм		Наружный диаметр жил с изоляцией, мм	
	Минимальная	Номинальная	Минимальная	Максимальная
16	1,0	1,1	6,9	7,7
25	1,2	1,3	8,6	9,4
35	1,2	1,3	9,7	10,6
50	1,4	1,5	11,4	12,3
70	1,4	1,5	12,8	13,7
95	1,6	1,7	14,7	15,7
120	1,6	1,7	16,2	17,2

Таблица 2.5

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Допустимый ток короткого замыкания в кА при длительности в сек.	
	1	3
16	1,4	0,8
25	2,3	1,3
35	3,2	1,8
50	4,6	2,6
70	4	3,7
95	7,0	4,0
120	7,6	4,4

### Выбор сечений проводов

На ВЛИ с применением СИП без несущей жилы по условиям механической прочности следует применять провода с учётом требований Правил устройства электроустановок (ПУЭ). Минимально допустимые сечения жил должны быть:

на магистралях – 50 мм<sup>2</sup>;

на линейных ответвлениях – 35 мм<sup>2</sup>;

на ответвлениях к вводам в жилые дома – 16 мм<sup>2</sup>.

### 3 Линейная арматура

Крепление, соединение СИП и присоединение к СИП необходимо производить следующим образом:

- 1) крепление провода магистрали ВЛИ:  
на прямых участках линии и на угловых промежуточных опорах с углом поворота линии до  $60^\circ$  – с помощью поддерживающих зажимов SO 130.02;  
на угловых промежуточных опорах с углом поворота линии до  $90^\circ$  – с помощью поддерживающих зажимов SO 136 и SO 99.
- 2) крепление провода магистрали ВЛИ на опорах анкерного типа – с помощью натяжных зажимов SO 274s или SO 234s;
- 3) концевое крепление проводов ответвления на опоре ВЛИ и на вводе – с помощью натяжных зажимов SO 157.1, SO 158.1, SO 80s, SO243;
- 4) крепление провода на стенах зданий и сооружениях – с помощью поддерживающих зажимов SO 125, дистанционных фиксаторов типа SO 70, SO 76;
- 5) соединение провода ВЛИ:  
в пролете – с помощью прессуемых соединительных зажимов SJ 8 или автоматических CIL;  
в петлях опор анкерного типа допускается соединение с помощью прокалывающих зажимов SLIP 22.1;
- 6) соединение проводов в пролете ответвления к вводу не допускается;
- 7) соединение стальных заземляющих проводников между собой с помощью плашечных зажимов SL37.2;
- 8) соединение стального заземляющего проводника с изолированной нулевой жилой выполняется через неизолированный медный провод:  
соединение стального заземляющего проводника с неизолированным медным проводом – с помощью заземляющего зажима SM 2.21;  
соединение неизолированного медного провода с изолированным нулевым проводом – с помощью зажимов SLIP 22.127;
- 9) ответвление от магистрали к потребителю осуществляется:  
при выполнении одного ответвления – зажимами типа SLIP 22.1, SLIP12.1 (с использованием предохранителя SV29), либо SLIP22.1, SLIP12.1, SLIW54 (с использованием зажима многоразового подключения SLIW65);  
при выполнении нескольких ответвлений от одной точки – зажимами SLIP 22.1 и SLIW 66, SLIW 67.

Крепление поддерживающих и натяжных зажимов к опорам ВЛИ, стенам зданий и сооружениям следует выполнять с помощью крюков и кронштейнов.

Выбор конкретных типов арматуры – подвесных, натяжных, соединительных и ответвительных зажимов, металлоконструкций и др. необходимо выполнять по таблицам подбора линейной арматуры. В таблицах указаны назначение видов и типов арматуры, их механическая прочность, токовая нагрузка и другие характеристики.

При выборе металлоконструкций, например, крюков или стальных бандажных лент, необходимо обратить особое внимание на их допустимую механическую нагрузку, которая всегда должна быть больше нагрузки, создаваемой тяжением и весом провода при конкретных расчётных условиях.

Расчётные усилия в поддерживающих и натяжных зажимах, узлах крепления и кронштейнах в нормальном режиме не должны превышать 40% их механической разрушающей нагрузки.

Соединения проводов в пролетах ВЛ следует производить при помощи соединительных зажимов, обеспечивающих механическую прочность не менее 90% разрывного усилия провода. В одном пролете ВЛ допускается не более одного соединения на каждый провод. В пролётах пересечения ВЛ с инженерными сооружениями соединение проводов ВЛ не допускается.

При правильном выборе линейной арматуры в процессе проектирования линии, в частности при выборе натяжных, поддерживающих, соединительных и ответвительных зажимов, достигаются следующие цели:

- удобство монтажа;
- сокращение сроков монтажа линии;
- повышение качества монтажных работ;
- уменьшение вероятности возникновения дефектов монтажа.

Рекомендуется применение ответвительных зажимов, имеющих подпружиненные плашки, зажимов, предварительно зачищенных и смазанных на заводе-изготовителе, а также применение поддерживающих зажимов, не требующих применения гаечных ключей.

При выполнении ответвлений следует учитывать, что провода должны располагаться на расстоянии не менее 50 мм от опоры или других конструкций, с целью предотвращения повреждения изоляции проводов

#### Мачтовые рубильники с предохранителями

В пособии рекомендуется использовать мачтовые рубильники с предохранителями. Рубильники с предохранителями представляют собой комбинированный коммутационно-защитный аппарат, дающий следующие преимущества:

- замену двух электрических аппаратов одним;
- компактность;
- возможность подключения переносного заземления;
- обеспечение безопасности при эксплуатации;
- исключение оперирования посторонними лицами.

В рубильниках на номинальный ток 160 А возможно применение предохранителей габарита 00 типа ППН-33 с номинальными токами плавких вставок от 16 до 160 А. В рубильниках на номинальный ток 400 А возможно применение предохранителей габарита 2 типа ППН-37 с номинальными токами плавких вставок от 40 до 400 А. Данные предохранители соответствуют ГОСТ Р50339.0-92, МЭК 269-1, МЭК 269-2 и МЭК 269-2Д.

Рубильник крепится с любой стороны опоры на высоте 2,8 ... 3,5 м. Возможно крепление двух рубильников вместе на специальном кронштейне.

Применение мачтовых рубильников рекомендуется в следующих случаях:

- для подключения линейных ответвлений к магистрали линии;
- для секционирования линии по требованию селективности защиты;
- для секционирования в месте изменения сечения проводов;
- для организации резервирования при схеме двойного питания;
- для применения в кольцевых схемах электроснабжения потребителей;
- для подключения временных потребителей;
- в местах перехода на неизолированные провода;

в местах перехода на подземный кабель;  
для установки переносных заземлений.

Оперирование рубильниками производится с земли без подъема на опору при помощи оперативной штанги ST 33. Рубильники позволяют заземлять линию путём подключения переносного заземления. Такой способ установки переносного заземления не требует дополнительных прокалывающих зажимов, которые устанавливаются в соответствии с требованиями ПУЭ и используются только для заземления проводов.

### Комплекты подключения переносных заземлений

Согласно [2] и [3] в начале и конце каждой магистрали ВЛИ на проводах рекомендуется устанавливать зажимы для присоединения приборов контроля напряжения и переносного заземления.

Существуют три основных способа установки переносных заземлений (ПЗ) на ВЛИ:

При монтаже линии в необходимых местах устанавливаются комплекты марки ST 208 для подключения ПЗ. Комплект состоит из четырёх зажимов SLIP 22.1 с закреплёнными в них изолированными скобами из круглой меди сечением 24 мм<sup>2</sup>. Свободные концы скоб не имеют изоляции и закрыты защитными колпачками. ПЗ любой марки подключаются к неизолированным концам скоб;

ПЗ подключаются к линии через мачтовые рубильники посредством специальной перемычки ST 21.8 (ST 72), которая устанавливается в рубильник вместо плавких предохранителей.

*Первый способ* установки ПЗ требует технической проработки на стадии проектирования линии с целью определения оптимальных мест монтажа стационарных комплектов для подключения ПЗ. Недостатком этого способа является необходимость подъёма на опору для подключения ПЗ. Преимуществом является простота конструкции и отсутствие необходимости снятия с проводов прокалывающих зажимов.

*Второй способ* установки ПЗ является наименее трудоёмким, его преимуществом является возможность установки ПЗ с земли без подъёма на опору, при помощи оперативной штанги.

Вариант подключения ПЗ путем установки прокалывающих зажимов на провода с последующим их снятием является менее приемлемым и не рекомендуется для ВЛИ. Наличие проколов изоляции на проводах после снятия зажимов увеличивается вероятность их коррозии, что отрицательно сказывается на надёжности ВЛИ в целом. В этом случае места проколов после снятия ПЗ необходимо защищать атмосферостойкой изоляционной лентой.

## **4 Опоры**

В настоящем пособии за основу взяты опоры действующих типовых проектов опор:

### Опоры на базе железобетонных стоек

Одноцепные и двухцепные опоры ВЛИ разработаны на базе железобетонных стоек СВ95-2а длиной 9,5 м с отверстием и расчётным изгибающим моментом 19,6 кН.м (2,0 тс.м), стоек СВ105 длиной 10,5 м с расчётным изгибающим моментом 36,0 кН.м (3,6 тс.м) и 49,0 кН.м (5,0 тс.м) и стоек СВ110

длиной 11,0 м с расчётным изгибающим моментом 35,0 кН.м (3,5 тс.м) по типовой серии 3.407.1–136. Выпуск 1, 3, 4, 5 [4] и 3.407.1-143, выпуск 1, 2, 7, 8 [8].

Данные о железобетонных стойках взяты из типовых альбомов [4], [8] и приведены в таблице 4.1.

Таблица 2.6

Марка стойки	Длина, м	Объём бетона, м <sup>3</sup>	Масса, т	Расчётные моменты, кН.м (тс.м)	
				M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
CB95-2a	9,5	0,3	0,75	19,6(2,0)	11,8(1,2)
CB105-3,6	10,5	0,47	1,18	36,0(3,6)	23(2,3)
CB105-5,0			1,18	49,0(5,0)	26,5(2,7)
CB110-3,5	11,0	0,45	1,125	35(3,5)	22(2,2)

В качестве напрягаемой арматуры следует принимать термоупрочнённую сталь классов Ат-VI, Ат-V, Ат-IV или горячекатаную соответствующих классов по технической документации завода-производителя утверждённой в установленном порядке.

В серию включены опоры промежуточного и анкерно-углового типа для I ÷ VI ветровых районах и в I ÷ IV и в особых районах по гололёду.

Опоры имеют следующую маркировку: в первой части – буквенное обозначение типа опоры, например : П – промежуточная, К – концевая, УА – угловая анкерная, ПП – переходная промежуточная и т. д.; во второй части – типоразмер опоры: нечётные для одноцепных опор (1 и 3), чётные для двухцепных и четырехцепных опор.

Все опоры допускают ответвление к вводам в здания в одну и две разные стороны.

Типы опор на базе железобетонных стоек и области их применения приведены в следующих таблицах:

одноцепные железобетонные опоры, в т.ч. переходные – таблица 2.7;

двухцепные железобетонные опоры, в т.ч. переходные – таблица 2.8

четырёхцепные железобетонные опоры, в т.ч. переходные – таблица 2.9

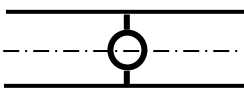
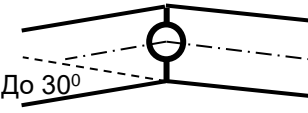
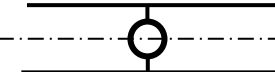
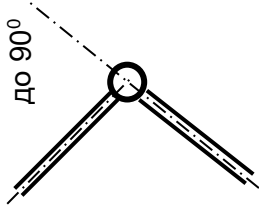
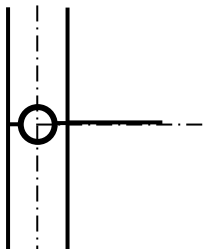
Одноцепные железобетонные опоры

Таблица 2.7

Тип опоры	Марка стойки	Количество, шт.	Схема расположения	Область применения	Монтажные схемы, стр.
Промежуточные					
П1	СВ95-2а СВ105-3,6	1		Промежуточная опора устанавливается на прямых участках ВЛИ без смены количества и сечения проводов	200
ПП1	СВ105-3,6 СВ110-3,5	1		Переходная промежуточная опора устанавливается на пересечениях с инженерными сооружениями	
Пк1	СВ95-2а	1		Перекрыстная промежуточная опора устанавливается при разветвлении сети в три стороны	202
ППк1	СВ105-3,6 СВ110-3,5				
УПЗ	СВ95-2а	2		Угловая промежуточная опора устанавливается в местах изменения направления трассы ВЛИ на угол до 30°	204
Анкерные					
КЗ	СВ95-2а	2		Анкерная опора устанавливается на концах ВЛИ, на концах анкерных пролётов и на прямых участках ВЛИ при смене сечения проводов или при изменении их количества	206
ПК1	СВ105-3,6	2		Анкерная переходная опора устанавливается на пересечениях с инженерными сооружениями	206, 208
ПК4(5)	СВ110-3,5	2			
УАЗ	СВ95-2а	2		Угловая анкерная опора устанавливается в местах изменения направления трассы ВЛИ на угол поворота до 90°	210
ПУА1	СВ105-3,6 СВ110-3,5	2		Переходная угловая анкерная опора устанавливается на Пересечениях с инженерными сооружениями, угол поворота до 90°	
Ответвительные					
АОЗ	СВ95-2а	2		Анкерная ответвительная опора устанавливается в местах, где необходимо выполнить линейное ответвление от магистрали	212
ПОА1	СВ105-3,6	2		Переходная ответвительная анкерная опора устанавливается на пересечениях с инженерными сооружениями	

Двухцепные железобетонные опоры

Таблица 2.8

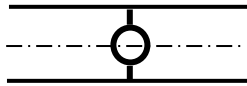
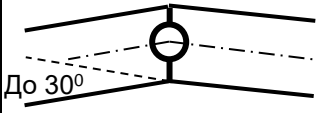
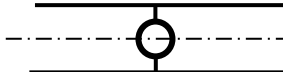
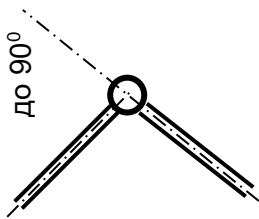
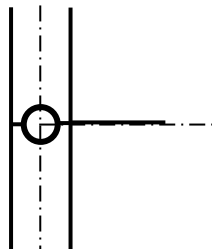
Тип опоры	Марка стойки	Количество, шт.	Схема расположения	Область применения	Монтажные схемы, стр.
Промежуточные					
П2	СВ105-3,6	1		Промежуточная опора устанавливается на прямых участках ВЛИ без смены количества и сечения проводов	215
ПП4	СВ110-3,5	1		Переходная промежуточная опора устанавливается на пересечениях с инженерными сооружениями	
УП2	СВ105-3,6	2		Угловая промежуточная опора устанавливается в местах изменения направления трассы ВЛИ на угол до 30°	217
Анкерные					
К2	СВ105-3,6	2		Анкерная опора устанавливается на концах ВЛИ, на концах анкерных пролётов и на прямых участках ВЛИ при смене сечения проводов или при изменении их количества	219
ПК4	СВ110-3,5	2		Анкерная переходная опора устанавливается на пересечениях с инженерными сооружениями	
* УА2и	СВ105-3,6	3		Угловая анкерная опора устанавливается в местах изменения направления трассы ВЛИ на угол поворота до 90°	221
* ПУА4и	СВ110-3,5	3		Переходная угловая анкерная опора устанавливается на Пересечениях с инженерными сооружениями, угол поворота до 90°	
Ответвительные					
ОА2	СВ105-3,6	2		Анкерная ответвительная опора устанавливается в местах, где необходимо выполнить линейное ответвление от магистрали	223
ПОА4	СВ110-3,5	2		Переходная ответвительная анкерная опора устанавливается на пересечениях с инженерными сооружениями	

\* - Конструкция опоры отличается от принятой по ТП 3.407.1-136 аналогичного назначения установкой второго подкоса.



Четырехцепные железобетонные опоры

Таблица 2.9

Тип опоры	Марка стойки	Количество, шт.	Схема расположения	Область применения	Монтажные схемы, стр.
Промежуточные					
П4	СВ105-3,6	1		Промежуточная опора устанавливается на прямых участках ВЛИ без смены количества и сечения проводов	226
ПП8	СВ110-3,5	1		Переходная промежуточная опора устанавливается на пересечениях с инженерными сооружениями	
УП4	СВ105-3,6	2		Угловая промежуточная опора устанавливается в местах изменения направления трассы ВЛИ на угол до 30°	228
Анкерные					
К4	СВ105-3,6	2		Анкерная опора устанавливается на концах ВЛИ, на концах анкерных пролётов и на прямых участках ВЛИ при смене сечения проводов или при изменении их количества	230
ПК8	СВ110-3,5	2		Анкерная переходная опора устанавливается на пересечениях с инженерными сооружениями	
УА4	СВ105-3,6	3		Угловая анкерная опора устанавливается в местах изменения направления трассы ВЛИ на угол поворота до 90°	232
ПУА8	СВ110-3,5	3		Переходная угловая анкерная опора устанавливается на Пересечениях с инженерными сооружениями, угол поворота до 90°	
Ответвительные					
ОА4	СВ105-3,6	2		Анкерная ответвительная опора устанавливается в местах, где необходимо выполнить линейное ответвление от магистрали	234, 236
ПОА8	СВ110-3,5	2		Переходная ответвительная анкерная опора устанавливается на пересечениях с инженерными сооружениями	

Все опоры по всем вышеуказанным проектам допускают установку на них светильников, устройств ответвлений к вводам в здания и сооружения в одну или две стороны от оси ВЛИ. В VIII главе пособия приведено типовое решение со спецификацией арматуры для выполнения подводки к вводу в здания и сооружения.

Расчётные климатические условия для расчёта и выбора конструкций ВЛИ 0,38 кВ должны приниматься в соответствии с картами климатического районирования и региональными картами по скоростному напору ветра и толщине стенки гололёда указанными в ПУЭ РК, а также по результатам многолетних наблюдений близлежащих к проектируемой ВЛИ 0,38 кВ метеорологических станций.

Конструктивные решения по закреплению опор в грунте определяются в каждом конкретном случае проектом на основании соответствующих расчётов. Для определения размеров заглубления опор и необходимой оснастки их подземной части, в качестве основных исходных данных принимаются: нагрузки от веса проводов и образующегося на них гололёда; нагрузки от давления ветра на провода и опору; высота надземной части опоры; физико-механические характеристики грунтов; способ производства земляных работ.

## 5 Защита от перенапряжений, заземление

5.1 На всех опорах ВЛИ до 1 кВ должны быть выполнены заземляющие устройства, предназначенные для повторного заземления нулевого провода, защиты от атмосферных перенапряжений, заземления электрооборудования, установленного на опорах ВЛИ, заземления разрядников и ограничителей перенапряжений.

5.2 Заземляющие устройства для повторного заземления нулевого провода и грозозащиты должны выполняться в соответствии с требованиями ПУЭ.

5.3 На железобетонных опорах нулевой провод следует присоединять к заземляющему выпуску арматуры железобетонных стоек (основных и подкосов) на каждой опоре ВЛ.

5.4 Разрядники и ограничители перенапряжения, устанавливаемые на опорах ВЛИ до 1 кВ для защиты кабельных вставок от грозовых перенапряжений, должны быть присоединены к заземлителю отдельным спуском.

5.5 В качестве заземляющих проводников на опорах ВЛИ до 1 кВ следует применять оцинкованную круглую сталь диаметром не менее 6 мм. Допускается применять неоцинкованную круглую сталь диаметром не менее 6 мм, имеющую антикоррозионное покрытие. Повторное заземление нулевого провода выполняется медной вставкой между заземляющим проводником и нулевым проводом. Соединение выполняется плашечными зажимами.

5.6 Соединение заземляющих проводников между собой, присоединение их к верхним заземляющим выпускам стоек железобетонных опор, к крюкам и кронштейнам, а также к заземляемым металлоконструкциям и к заземляемому электрооборудованию, установленному на опорах ВЛИ до 1 кВ, в соответствии с требованиями ГОСТ 10434-82\* "Соединения контактные электрические. Общие технические требования" должно выполняться сваркой или относящимися ко второму классу болтовыми соединениями.

Присоединение заземляющих проводников (спусков) к заземлителю в земле должно выполняться сваркой.

5.7 Заземлители опор ВЛИ до 1 кВ следует выполнять так же, как заземлители опор ВЛ до 1 кВ.

5.8 Зануление светильников уличного освещения, устанавливаемых на опорах ВЛИ до 1 кВ, следует выполнять в соответствии с требованиями ПУЭ.

5.9 В начале и конце каждой магистрали ВЛИ, а так же на линейных ответвлениях должны быть установлены на проводах зажимы для присоединения приборов контроля напряжения и переносного защитного заземления.

## 6 Габариты, пересечения и сближения

6.1 Угол пересечения ВЛИ с различными сооружениями, а также с улицами и площадями населенных пунктов не нормируется.

6.2 Расстояние от СИП ВЛИ до поверхности земли и проезжей части улиц при наибольшей расчетной стреле провеса СИП должно быть не менее 5,5 м, а расстояние до поверхности непроезжей части улиц при наибольшей стреле провеса СИП – не менее 4,0 м.

Расстояние от СИП ВЛИ до поверхности земли при наибольшей стреле провеса в труднодоступной местности должно быть не менее 2,5 м и в недоступной местности (склон гор, скалы, утесы и т.п.) – не менее 0,5 м.

6.3 Пересечения ВЛИ до 1 кВ с железными и автомобильными дорогами следует выполнять в соответствии с ПУЭ.

6.4 При пересечении ВЛИ до 1 кВ автодорогами расстояние по вертикали от СИП до поверхности проезжей части дорог при наибольшей стреле провеса проводов в нормальном режиме ВЛИ должно быть не менее:

7м – для автодорог I и II категории;

6м – для автодорог III и IV категории

Крепление СИП на опорах, ограничивающих пролет пересечения ВЛИ до 1 кВ с автодорогами, должно быть:

анкерное – на пересечениях с автодорогами 1 и II категории;

поддерживающее или анкерное – на пересечениях с автодорогами III и IV категории.

К пересечениям ВЛИ до 1 кВ с автодорогами V категории должны предъявляться такие же требования, как к ВЛИ при их прохождении в населенной местности.

6.5 При сближении ВЛИ до 1 кВ с автомобильными дорогами расстояние от ВЛИ до дорожных знаков и несущих тросов должно быть не менее 0,5 м. Заземление тросов, несущих дорожные знаки, не требуется.

6.6 При пересечении ВЛИ до 1 кВ с несудоходными реками и другими водоемами наименьшее расстояние от СИП до наибольшего уровня высоких вод при наивысшей расчетной температуре воздуха должно быть не менее 2 м, а до уровня льда при температуре минус 5°С и расчетной стенке гололеда – не менее 4,5 м.

6.7 Расстояние от СИП ВЛИ до тротуаров и пешеходных дорожек при пересечении непроезжей части улиц ответвлениями от магистрали к вводам должно быть не менее 3,5 м.

6.8 Расстояние от поверхности земли до СИП перед вводом должно быть не менее 2,5 м.

6.9 Расстояние по горизонтали от СИП при наибольшем их отклонении до элементов зданий и сооружений должно быть не менее:

1,0 м — до балконов, террас и окон;

0,15м—до глухих стен зданий, до сооружений.

Допускается прохождение ВЛИ над крышами промышленных зданий и сооружениями (кроме оговоренных в ПУЭ), при этом расстояние от них до СИП должно быть не менее 2,5 м.

Расстояние от СИП до крыш зданий небольшой высоты (торговые павильоны, палатки, киоски, будки, фургоны и т.п.) на крышах которых исключено пребывание людей, следует принимать не менее 0,5 м.

6.10. СИП, натянутые по стенам зданий и сооружениям, должны крепиться к крюкам и кронштейнам с помощью анкерных зажимов, а между зажимами – с помощью специальных элементов, устанавливаемых на расстоянии не более 6 м между ними.

Расстояние в свету между СИП и стеной здания (сооружением) должно быть не менее 0,1 м.

6.11 Крепление СИП, проложенных по стенам зданий или сооружениям, должно осуществляться с помощью специальных крепежных элементов, устанавливаемых на расстоянии между ними не более 0,7 м при горизонтальной прокладке и 1,0 м – при вертикальной прокладке.

Расстояние в свету между СИП и стеной здания или сооружением должно быть не менее 0,06 м.

6.12 При натяжке или прокладке по стенам зданий и сооружениям минимальное расстояние от СИП должно быть:

При горизонтальной подвеске:

над окном, входной дверью – 0,3 м;  
под балконом, окном, карнизом – 0,5 м;  
до земли – 2,5 м;

При вертикальной подвеске:

до окна, входной двери – 0,5 м,  
до балкона – 1,0 м.

6.13 Расстояния по горизонтали от подземных частей опор или заземляющих устройств ВЛИ до подземных кабелей, трубопроводов и наземных колонок различного назначения должны быть не менее приведенных в ПУЭ для ВЛ до 1 кВ.

6.14 Совместная подвеска СИП ВЛИ до 1 кВ и проводов ВЛ 6 -10(20) кВ на общих опорах допускается при соблюдении следующих условий:

- 1) ВЛИ должны выполняться по расчетным условиям ВЛ 6-10 кВ.
- 2) Провода ВЛ 6-10 (20) кВ должны располагаться выше проводов ВЛИ до 1кВ.
- 3) Расстояние по вертикали от ближайших неизолированных проводов ВЛ 6-10(20) кВ до изолированных проводов ВЛИ до 1 кВ на общей опоре, а также в пролете при температуре окружающего воздуха плюс 15°С без ветра должно быть не менее:  
1,75м — при подвеске СИП с неизолированным несущим нулевым проводом;  
1,0 м—при подвеске СИП с изолированным несущим нулевым проводом.

4) При совместной подвеске на общих опорах неизолированных проводов ВЛ до 1 кВ и СИП ВЛИ до 1 кВ расстояние по вертикали между ними на опоре и в пролете при температуре окружающего воздуха плюс 15°C без ветра должно быть не менее 0,4 м.

5) При совместной подвеске на общих опорах двух или более ВЛИ до 1 кВ расстояние по вертикали между ними не нормируется. Расстояние по горизонтали должно быть не менее 0,3 м.

6) При применении на ВЛ 6-10 кВ изолированных проводов расстояние по вертикали от ближайшего из них до проводов ВЛИ до 1 кВ на общей опоре, а также в пролете при температуре окружающего воздуха плюс 15°C без ветра должно быть не менее 0,3 м.

6.15 При пересечении ВЛИ до 1 кВ с ВЛ напряжением выше 1 кВ расстояние от проводов пересекающей ВЛ до пересекаемой ВЛИ должно соответствовать требованиям, приведенным в РД 34.ПК.20.517, 518 – 96 [2, 3].

6.16 Пересечение ВЛИ до 1 кВ между собой или с ВЛ напряжением до 1 кВ рекомендуется выполнять на перекрестных опорах; допускается также пересечение в пролете. Расстояние по вертикали на опоре между пересекающимися ВЛИ должно быть не менее 0,3 м.

6.17 В местах пересечения ВЛИ до 1 кВ между собой или с ВЛ до 1 кВ могут применяться промежуточные опоры и опоры анкерного типа.

При пересечении ВЛИ до 1 кВ между собой или с ВЛ до 1 кВ в пролете место пересечения следует выбирать возможно ближе к опоре верхней пересекающей ВЛИ (ВЛ), при этом расстояние по горизонтали от опор ВЛИ до проводов ВЛ при наибольшем их отклонении должно быть не менее 1,5 м.

6.18 При параллельном прохождении и сближении ВЛ выше 1 кВ и ВЛИ до 1 кВ расстояние между ними по горизонтали должно быть не менее указанных в РД 34.ПК.20.517, 518 – 96 [2, 3].

6.19 Соединения СИП в пролетах пересечений не допускаются.

6.20 Пересечение ВЛИ до 1 кВ с ЛС и ПВ может выполняться в пролете и на опоре.

6.21 Расстояние по вертикали от ВЛИ до 1 кВ до проводов или подвесных кабелей ЛС и ПВ в пролете пересечения при наибольшей стреле провеса СИП должно быть не менее 1 м.

6.22 При пересечении ВЛИ до 1 кВ с проводами или подвесным кабелем ЛС или ПВ на общей опоре расстояние между ними должно быть не менее 0,5 м.

6.23 Опоры ВЛИ до 1 кВ, ограничивающие пролет пересечения с ЛС или ПВ, должны отвечать требованиям РД 34.ПК.20.517, 518 – 96 [2, 3].

Расположение на опорах проводов ВЛИ, ЛС и ПВ должно соответствовать требованиям РД 34.ПК.20.517, 518 – 96 [2, 3].

6.24 На опорах ВЛИ до 1 кВ, ограничивающих пролет пересечения с ЛС и ПВ, провода должны иметь анкерное крепление.

6.25 Расстояние по горизонтали между проводами ВЛИ до 1 кВ и ЛС или ПВ при параллельном прохождении или сближении должно быть не менее 1 м.

6.26 Расстояние по горизонтали между ВЛИ до 1 кВ и проводами ЛС и ПВ, телевизионными кабелями и спусками от радиоантенн на вводах должно быть не

менее 0,5 м. При этом провода от опоры ВЛИ до ввода и провода ВЛИ не должны пересекаться с проводами ответвлений от ЛС или ПВ к вводам и не должны располагаться ниже проводов ЛС и ПВ.

6.27 На общих опорах допускается совместная подвеска проводов ВЛИ до 1 кВ, неизолированных или изолированных проводов ЛС и ПВ. При этом должны соблюдаться следующие условия:

- 1) Номинальное электрическое напряжение ВЛИ должно быть не более 380 В.
- 2) Номинальное электрическое напряжение ПВ должно быть не более 360 В.
- 3) Расчетное механическое напряжение в изолированных проводах ПВ не должно превышать 160 МПа.

4) Номинальное электрическое напряжение ЛС, расчетное механическое напряжение в проводах ЛС, расстояния от нижних проводов ЛС и ПВ до земли, между цепями и их проводами должны соответствовать действующим Правилам строительства и ремонта воздушных линий связи и ремонта воздушных линий и радиотрансляционных сетей.

5) Провода ВЛИ до 1 кВ должны располагаться над проводами ЛС и ПВ, при этом расстояние по вертикали от СИП до верхнего провода ЛС и ПВ независимо от их взаимного расположения должно быть не менее 0,3 м на опоре и не менее 0,5 м в пролете. Провода ВЛИ и ЛС (ПВ) рекомендуется располагать по разным сторонам опоры.

6.28 Допускается совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛИ до 1 кВ и проводов цепей телемеханики.

## **7 Подводка (ответвление) к вводу в здания**

Все опоры, рассматриваемые в данном пособии, допускают устройства ответвлений к вводам в здания и сооружения в одну или две стороны от оси ВЛИ.

Пособием принято: количество ответвлений к вводу в здания в каждую сторону должно быть не больше двух – двухпроводных или одного – четырёхпроводного.

Выполняются они натяжными зажимами с "чистого" крюка т. е. с крюка, на котором не подвешены провода ВЛИ.

Ответвительные зажимы устанавливать слева или справа от места крепления СИП на промежуточной опоре ВЛИ или в шлейфах при анкерном креплении. Зажимы устанавливают вертикально (затяжным болтом вверх), на расстоянии друг от друга не менее 10 см.

Радиус изгиба жил провода не должен быть более  $15d$ , допускаемых по прочности алюминиевых жил.

Выбор арматуры для выполнения ответвлений к вводу в здания или сооружения приведён на листах части VIII пособия.

## **Часть III**

# **Таблицы монтажных тяжений и стрел провеса самонесущих изолированных проводов СИП-4, рассчитанные по ПУЭ РК**

*Настоящий раздел вынесен за рамки данного печатного издания  
в связи с большим объемом страниц и может быть  
предоставлен по требованию*







---

# **Часть IV**

## **Расчетные пролеты для опор**

### **ВЛИ 0,4кВ**

### Описание

Расчетные пролеты для опор ВЛИ 0,4 кВ определены в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ РК).

Расчеты выполнены для подвески на ВЛ 0,4 кВ самонесущих изолированных проводов типа СИП-4 и СИП-5 сечением 35, 50, 70, 95 и 120 мм<sup>2</sup>.

Расчетные пролеты для всех типов опор определены как наименьшие из величины ветрового пролета, вычисленного из условия прочности промежуточной опоры, и габаритного пролета, рассчитанного с учетом прочности самонесущих изолированных проводов и прочности опор анкерного типа.

Во всех энергосистемах для конкретных климатических условий допускается принимать расчетные пролеты в пределах величин, приведенных в таблицах 4.1÷4.3.

Расчетные пролеты для одноцепных двухцепных опор ВЛИ разработанных на базе железобетонных стоек СВ95-2а длиной 9,5 м с отверстием и расчётным изгибающим моментом 19,6 кН.м (2,0 тс.м), стоек СВ105 длиной 10,5 м с расчётным изгибающим моментом 36,0 кН.м (3,6 тс.м) и 49,0 кН.м (5,0 тс.м) и стоек СВ110 длиной 11,0 м с расчётным изгибающим моментом 35,0 кН.м (3,5 тс.м) по типовой серии 3.407.1–136. Выпуск 1, 3, 4, 5 [4] и 3.407.1-143, выпуск 1, 2, 7, 8 [8], приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

Расчетные пролеты для четырехцепных опор ВЛИ разработанных на базе железобетонных стоек СВ105 длиной 10,5 м с расчётным изгибающим моментом 36,0 кН.м (3,6 тс.м) и 49,0 кН.м (5,0 тс.м) и стоек СВ110 длиной 11,0 м с расчётным изгибающим моментом 35,0 кН.м (3,5 тс.м) по типовой серии 3.407.1–136. Выпуск 1, 3, 4, 5 [4] и 3.407.1-143, выпуск 1, 2, 7, 8 [8], приведены в таблицах 4.3.

### Таблицы расчетных пролетов

#### Расчетные пролеты одноцепных ВЛИ 0,4 кВ (габ./ветр.)

Таблица 4.1

Район по ветру	II (25 м/с)				III (29 м/с)				IV (32 м/с)				V (36 м/с)			
Сечение провода СИП-4	Район по гололеду (b, мм)															
	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)
Опора П1 (стойка СВ95-2)																
4x35+35	64/134	54/134	48/118	42/101	63/74	54/74	48/74	42/74	62/47	53/47	47/47	42/47	59/22	52/22	46/22	41/22
4x50+2x25	64/111	59/111	52/109	47/94	64/61	59/61	52/61	47/61	64/40	58/40	52/40	47/40	63/19	57/19	51/19	45/19
4x70+2x25	62/97	60/97	54/97	49/89	62/53	60/53	54/53	49/53	62/36	59/36	53/36	49/36	62/17	58/17	52/17	48/17
4x95+2x25	58/82	54/82	50/82	47/82	58/46	54/46	50/46	45/46	58/31	54/31	49/31	45/31	58/14	53/14	49/14	44/14
4x120+2x25	56/75	52/75	47/75	43/75	56/43	52/43	47/43	43/43	56/29	51/29	47/29	43/29	55/13	52/13	46/13	43/13
Опора ПП-1 (стойка СВ105-3,6)																
4x35+35	86/253	73/251	63/208	56/178	84/152	73/152	63/152	56/152	83/105	72/105	63/105	55/105	81/56	70/56	61/56	54/56
4x50+2x25	91/211	79/211	70/193	62/167	89/126	79/126	69/126	62/126	88/87	78/87	69/87	62/87	86/47	76/47	68/47	61/47
4x70+2x25	91/184	81/184	73/182	65/158	90/110	80/110	72/110	65/110	89/75	79/75	71/75	64/75	87/41	78/41	70/41	63/41
4x95+2x25	83/158	74/158	67/158	61/149	82/94	74/94	67/94	61/94	82/64	73/64	66/64	60/64	80/36	72/36	65/36	59/36
4x120+2x25	79/146	70/146	64/146	58/143	78/86	70/86	64/86	58/86	77/59	70/59	63/59	58/59	76/34	69/34	62/34	57/34
Опора ПП-1 (стойка СВ110-3,5)																
4x35+35	95/234	80/234	69/194	61/166	93/139	80/139	69/139	61/139	91/95	79/95	69/95	61/95	89/49	77/49	67/49	60/49
4x50+2x25	101/195	87/195	77/180	69/156	99/115	87/115	77/115	69/115	98/78	86/78	76/78	68/78	96/42	84/42	75/42	67/42
4x70+2x25	99/170	90/170	80/170	72/148	99/100	89/100	79/100	71/100	99/68	88/68	79/68	70/68	97/37	86/37	77/37	70/37
4x95+2x25	93/146	82/146	74/146	67/138	92/85	82/85	74/85	67/85	91/58	81/58	73/58	67/58	89/32	80/32	72/32	66/32
4x120+2x25	88/134	78/134	71/134	65/133	87/78	78/78	71/78	64/78	86/54	78/54	70/54	65/54	85/30	77/30	70/30	64/30

## Расчетные пролеты двухцепных ВЛИ 0,4 кВ (габ./ветр.)

Таблица 4.2

Район по ветру	II (25 м/с)				III (29 м/с)				IV (32 м/с)				V (36 м/с)			
Сечение провода СИП-4	Район по гололеду (b, мм)															
	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)
Опора П2 (стойка СВ105-3.6)																
4x35+35	83/115	70/113	61/93	53/79	81/68	70/68	61/68	53/68	80/48	69/48	60/48	53/48	77/28	67/28	59/28	52/28
4x50+2x25	87/96	75/96	67/86	60/74	86/56	75/56	67/56	60/56	85/41	75/41	66/41	59/41	83/24	73/24	65/24	58/24
4x70+2x25	82/82	72/82	64/81	58/70	81/49	72/49	64/49	58/49	80/36	71/36	63/36	57/36	78/21	70/21	62/21	56/21
4x95+2x25	75/70	66/70	60/70	54/65	74/43	66/43	60/43	54/43	73/31	66/31	59/31	54/31	72/18	65/18	59/18	53/18
4x120+2x25	71/65	63/65	57/65	52/63	70/40	63/40	57/40	52/40	70/29	63/29	57/29	52/29	68/17	62/17	56/17	51/17
Опора П-2 (стойка СВ105-5)																
4x35+35	83/183	70/164	61/136	53/116	81/118	70/118	61/118	53/116	80/89	69/89	60/89	53/89	77/57	67/57	59/57	52/57
4x50+2x25	87/153	75/150	67/126	60/108	86/98	75/98	67/98	60/98	85/73	75/73	66/73	59/73	83/48	73/48	65/48	58/48
4x70+2x25	82/133	72/133	64/118	58/103	81/84	72/84	64/84	58/84	80/63	71/63	63/63	57/63	78/42	70/42	62/42	56/42
4x95+2x25	75/114	66/114	60/110	54/96	74/72	66/72	60/72	54/72	73/54	66/54	59/54	54/54	72/37	65/37	59/37	53/37
4x120+2x25	71/105	63/105	57/105	52/92	70/66	63/66	57/66	52/66	70/50	63/50	57/50	52/50	68/34	62/34	56/34	51/34
Опора ПП-4 (стойка СВ110-3,5)																
4x35+35	91/107	77/106	67/87	59/74	89/62	77/62	67/62	59/62	88/44	76/44	66/44	59/44	85/25	74/25	65/25	57/25
4x50+2x25	97/88	83/88	74/80	66/69	96/52	83/52	74/52	66/52	94/37	83/37	73/37	65/37	92/21	81/21	72/21	64/21
4x70+2x25	91/76	79/76	71/75	64/65	90/46	79/46	71/46	64/46	89/33	79/33	70/33	63/33	87/19	77/19	69/19	62/19
4x95+2x25	84/65	74/65	66/65	60/61	83/40	74/40	66/40	60/40	82/29	73/29	66/29	60/29	80/16	72/16	65/16	59/16
4x120+2x25	79/60	70/60	63/60	57/59	78/37	70/37	63/37	57/37	77/26	69/26	63/26	57/26	76/15	68/15	62/15	56/15

**Расчетные пролеты четырехцепных ВЛИ 0,4 кВ (габ./ветр.)**

**Таблица 4.3**

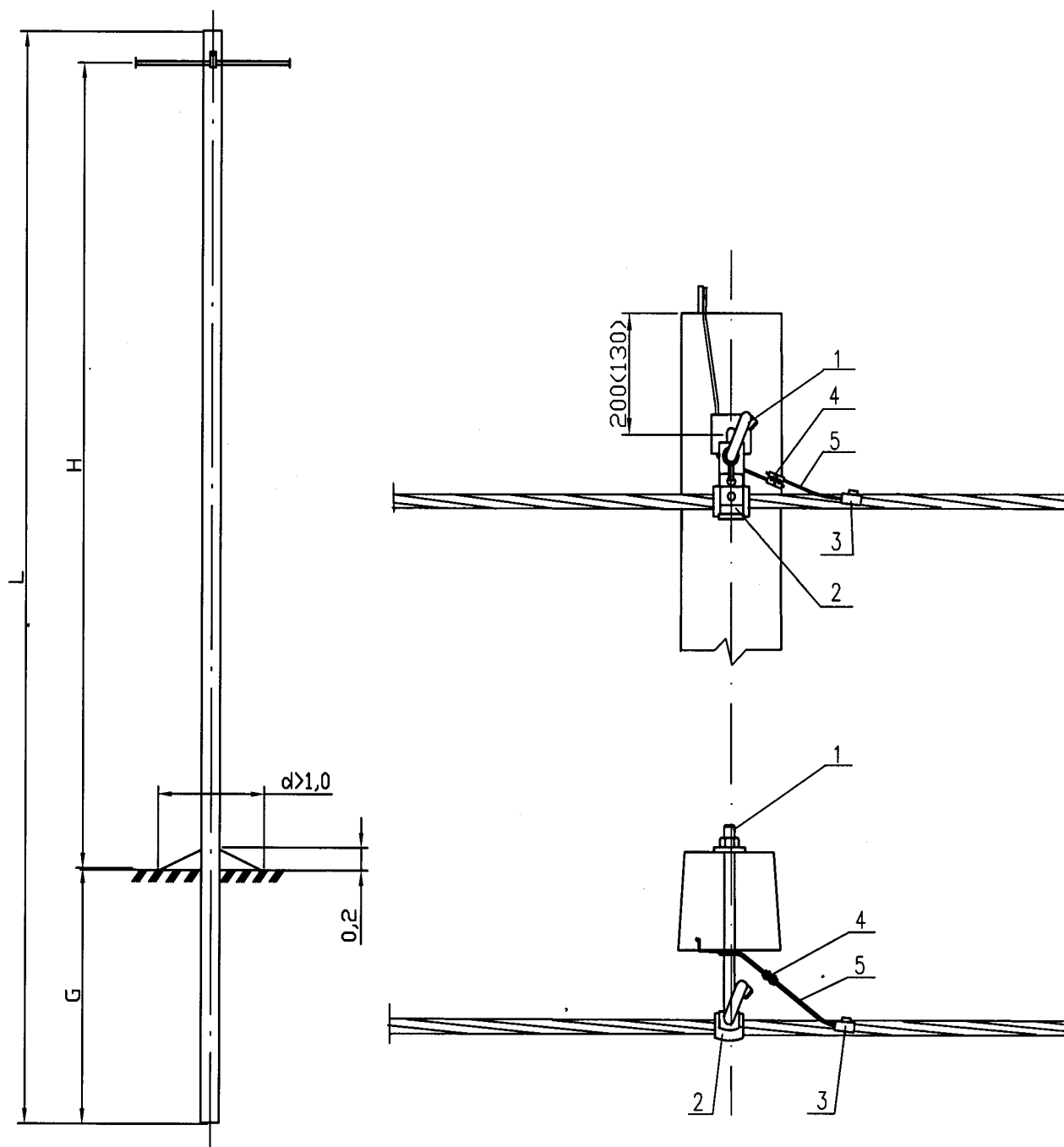
Район по ветру	II (25 м/с)				III (29 м/с)				IV (32 м/с)				V (36 м/с)			
Сечение провода СИП-4	Район по гололеду (b, мм)															
	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)	II (10)	III (15)	IV (20)	V(1) (25)
Опора П4 (стойка СВ105-3.6)																
4x35+35	61/56	52/54	45/45	40/39	60/35	52/35	45/35	40/35	59/26	51/26	45/26	40/26	57/15	50/15	44/15	39/15
4x50+2x25	55/47	47/47	42/42	38/37	54/30	47/30	42/30	38/30	53/22	47/22	42/22	37/22	52/13	46/13	41/13	37/13
4x70+2x25	51/41	45/41	40/40	36/35	51/26	45/26	40/26	36/26	50/19	44/19	40/19	35/19	49/11	43/11	39/11	35/11
4x95+2x25	47/36	42/36	37/36	34/33	47/23	42/23	37/23	34/23	46/17	41/17	37/17	33/17	45/10	40/10	36/10	33/10
4x120+2x25	45/33	40/33	36/33	32/32	44/21	40/21	36/21	32/21	44/15	40/15	35/15	32/15	43/9	39/9	35/9	32/9
Опора П-4 (стойка СВ105-5)																
4x35+35	61/85	52/76	45/63	40/53	60/54	52/54	45/54	40/53	59/42	51/42	45/42	40/42	57/29	50/29	44/29	39/29
4x50+2x25	55/71	47/69	42/58	38/50	54/46	47/46	42/46	38/46	53/36	47/36	42/36	37/36	52/24	46/24	41/24	37/24
4x70+2x25	51/61	45/61	40/55	36/48	51/40	45/40	40/40	36/40	50/31	44/31	40/31	35/31	49/22	43/22	39/22	35/22
4x95+2x25	47/53	42/53	37/51	34/45	47/35	42/35	37/35	34/35	46/27	41/27	37/27	33/27	45/19	40/19	36/19	33/19
4x120+2x25	45/49	40/49	36/49	32/43	44/33	40/33	36/33	32/33	44/25	40/25	35/25	32/25	43/17	39/17	35/17	32/17
Опора ПП-8 (стойка СВ110-3,5)																
4x35+35	70/51	59/50	51/42	45/37	68/32	59/32	51/32	45/32	68/23	58/23	51/23	45/23	65/14	56/14	50/14	44/14
4x50+2x25	63/43	54/43	48/40	43/35	62/27	54/27	48/27	43/27	61/20	53/20	47/20	42/20	59/12	52/12	46/12	42/12
4x70+2x25	59/38	51/38	45/37	41/33	58/24	51/24	45/24	41/24	57/17	50/17	45/17	40/17	56/10	49/10	44/10	40/10
4x95+2x25	54/33	47/33	42/33	38/31	53/21	47/21	42/21	38/21	53/15	47/15	42/15	38/15	51/9	46/9	41/9	38/9
4x120+2x25	51/31	45/31	41/31	37/30	51/19	45/19	41/19	37/19	50/14	45/14	40/14	37/14	49/8	44/8	40/8	36/8

# **Часть V**

## **Конструкции одноцепных железобетонных опор**



### Промежуточная опора П1 и переходная промежуточная опора ПП1



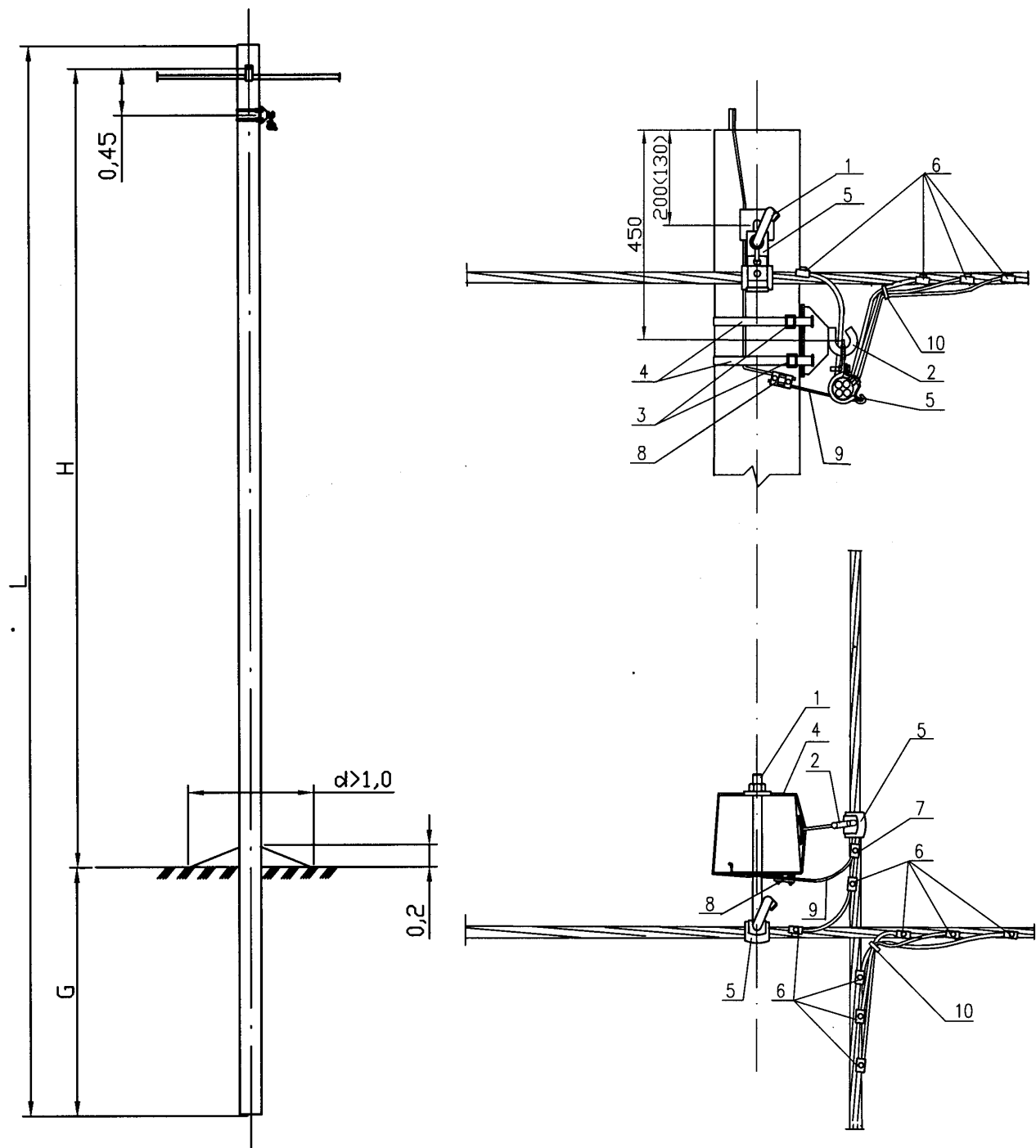
(130) – размер для стоек СВ 105-3,6 и СВ 110-3,5

Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	Кол-во стоек	L, м	H, м	G, м	Примечание
П1	СВ95-2а	19,6(2,0)	1	9,5	7,2	2,0	
ПП1	СВ105-3,6	36(3,6)	1	10,5	8,37		Повышенная опора
	СВ110-3,6	35(3,5)	1	11,0	8,87		

### Выбор арматуры на одну опору П1, ПП1

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт.	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк сквозной	SOT 21.116	1	
2	Зажим поддерживающий	SO 130.02	1	
3	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
4	Плашечный зажим	SM 2.21	1	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
5	Медный провод	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
	неизолированный			

### Перекрёстная промежуточная опора Пк1, ППк1



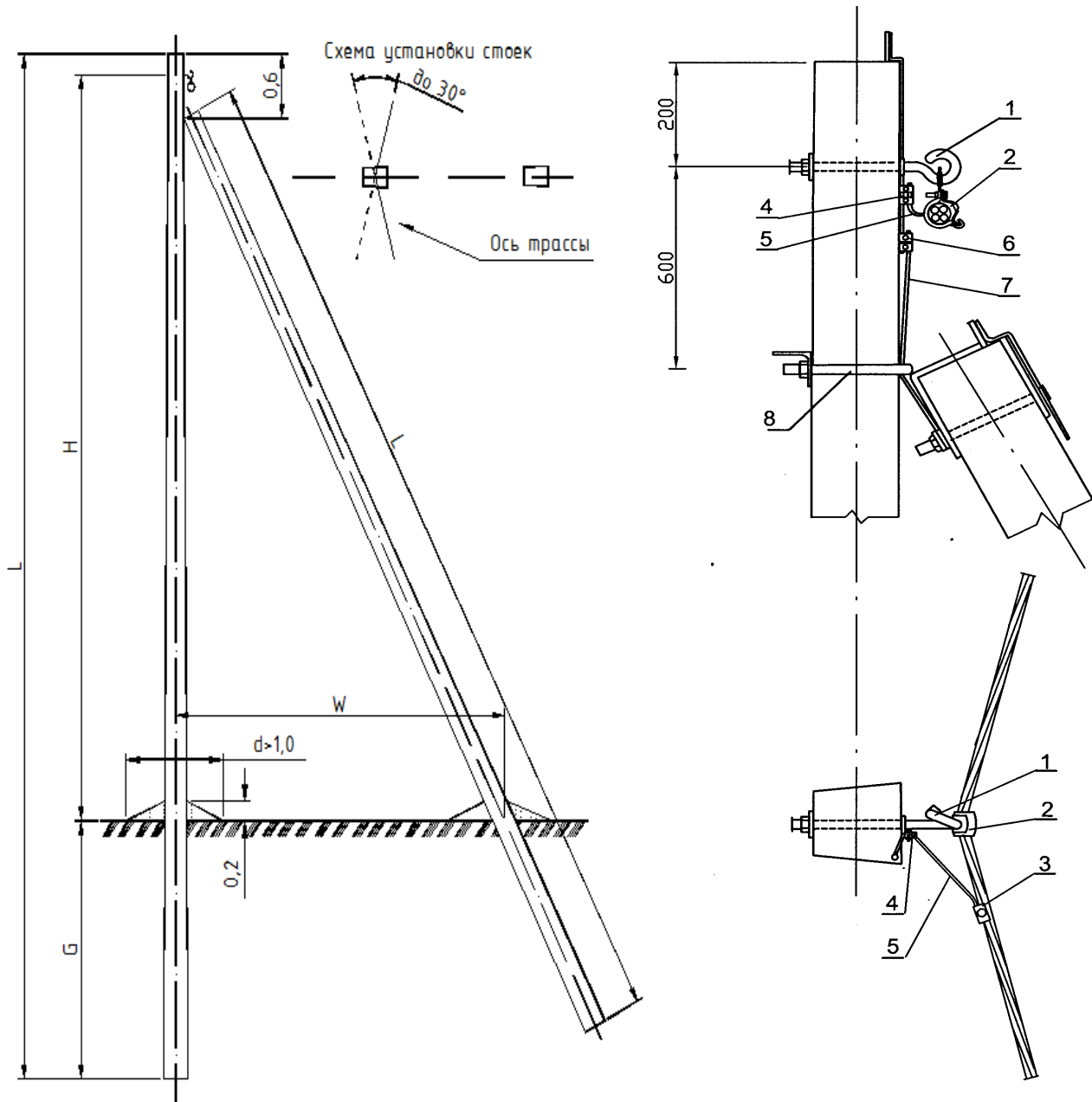
(130) – размер для стоек СВ 105-3,6 и СВ 110-3,5

Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	Кол-во стоек	L, м	H, м	G, м	Примечание
Пк1	СВ95-2а	19,6(2,0)	1	9,5	7,3	2,0	
ППк1	СВ105-3,6	36(3,6)	1	10,5	8,37		Повышенная
	СВ110-3,6	35(3,5)	1	11,0	8,87		

### Выбор арматуры на одну опору Пк1, ППк1

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.116	1	
2	Крюк бандажный	SOT 29	1	
3	Скрепка	COT 36	2	
4	Бандажная лента	COT 37	3м	
5	Зажим поддерживающий	SO 130.02	2	
6	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	8	
7	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
8	Плашечный зажим	SM 2.21	1	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
9	Медный провод	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
	неизолированный			
10	Бандажный ремешок	PER 15	1	

### Угловые промежуточные опоры УПЗ

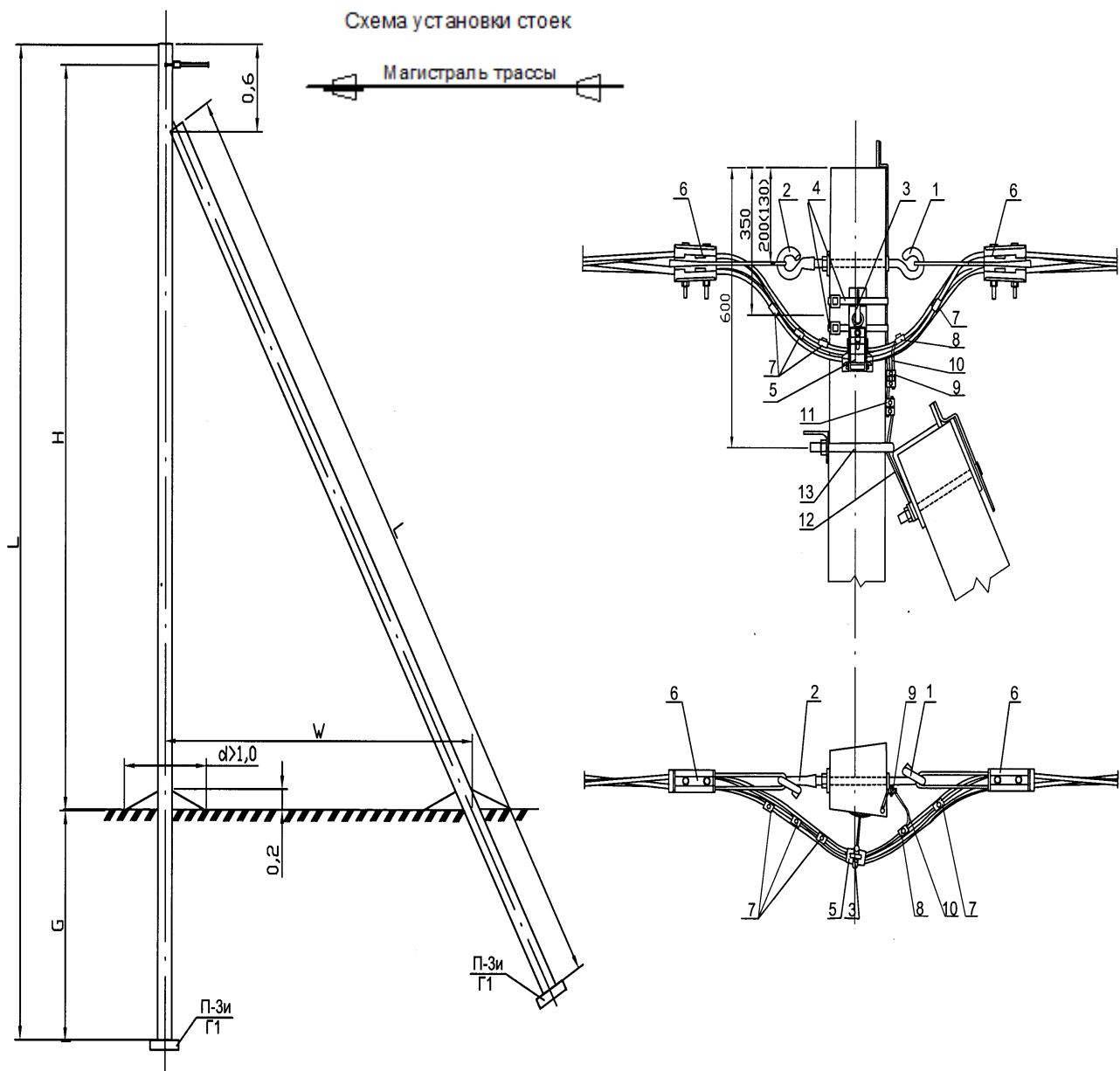


Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	Кол-во стоек	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
УПЗ	СВ95-2а	19,6(2,0)	2	9,5	7,3	2,0	3,5	
	СВ105-5	49,0(5,0)	2	10,5	8,2	2,17	3,5	

### Выбор арматуры на одну опору УПЗ

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Зажим поддерживающий	SO 130.02	1	
3	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
4	Плашечный зажим	SM 2.21	1	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
5	Медный провод	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
	неизолированный			
6	Зажим плашечный	ПС-1-1	1	
7	Заземляющий проводник	ЗП 6	1	
8	Кронштейн	УЗ	1	

### Анкерные (концевые) опоры КЗ, ПК1, ПКЗ



(130) – размер для стоек СВ 105-3,6 и СВ 110-3,5

Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	Кол-во стоек	Кол-во опорно анкерных плит ПЗи и стяжек Г1	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
КЗ	СВ95-2а	19,6(2,0)	2	2	9,5	7,3	2,0	3,5	П-3и – опорно-анкерная плита, Г1- стяжка
ПК1	СВ 105-3,6	36,0(3,6)	2	2	10,5	8,2	2,17	3,8	
ПКЗ	СВ 110-3,5	35(3,5)	2	2	11,0	8,7	2,17	4,3	

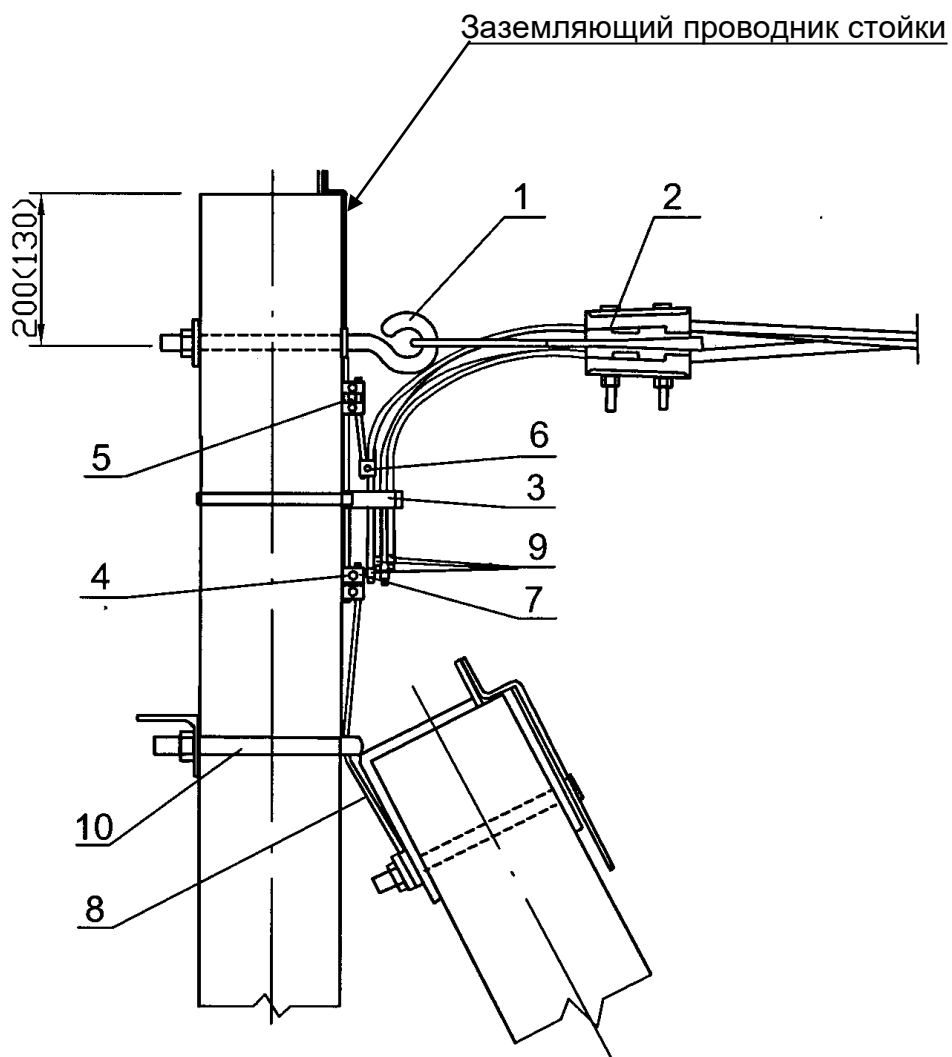
### Выбор арматуры на одну анкерную опору

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт.	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Крюк накручивающийся	PD2.2	1	
3	Крюк бандажный	SOT 29	1	
4	Бандажная лента	COT 37	3м	
	Скрепа	COT 36	2	
5	Зажим поддерживающий	SO 130.02	1	
6	Зажим анкерный	SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(16-25)
	(1 зажим на подходящий и 1	SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(25-50)
	зажим на отходящий провод)	SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(50-120)
7	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	4	
8	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
9	Плашечный зажим	SM 2.21	1	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
10	Медный провод неизолир.	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
11	Зажим плашечный	ПС-1-1	1	
12	Заземляющий проводник	ЗП 6	1	
13	Кронштейн	У1	1	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У3		Для стоек СВ 95-2а
		У4		Для стоек СВ 110-3,5

**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на страницах 247 и 251



## Концевая опора



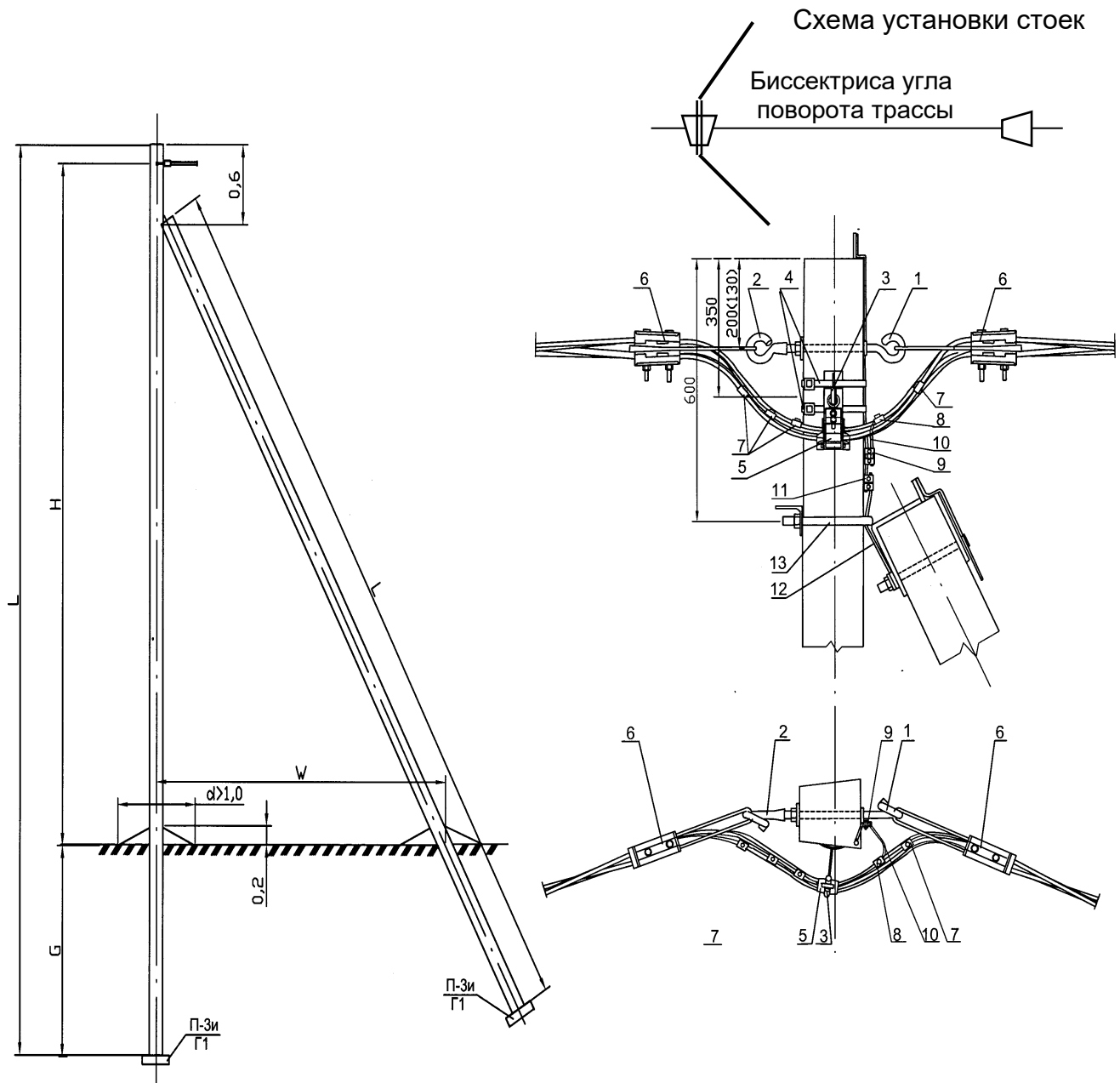
(130) – размер для стоек СВ 105-3,6 и СВ 110-3,5

### Выбор арматуры на одну концевую опору

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт.	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Зажим анкерный	SO 158.1	1	Для провода 4х(16-25)
		SO 274s		Для провода 4х(25-50)
		SO 234s		Для провода 4х(50-120)
3	Дистанционный бандаж	SO 79.1	1	
4	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
5	Плашечный зажим	SM 2.21	1	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
6	Медный провод неизолир.	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
7	Зажим плашечный	ПС-1-1	1	
8	Заземляющий проводник	ЗП 6	1	
9	Концевые колпачки	РК 99.2595	4	Для сечений: 25 – 120мм <sup>2</sup>
10	Кронштейн	У1	1	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У3		Для стоек СВ 95-2а
		У4		Для стоек СВ 110-3,5

**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на стр. 247 и 251

### Угловые анкерные опоры УА3, ПУА1



(130) – размер для стоек СВ 105-3,6 и СВ 110-3,5

Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	Кол-во стоек	Кол-во опорно анкерных плит П3и и стяжек Г1	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
УА3	СВ95-2а	19,6(2,0)	2	2	9,5	7,3	2,0	3,5	П-3и – опорно-анкерная плита, Г1- стяжка
ПУА1	СВ105-3,6	36,0(3,6)	2	2	10,5	8,2	2,17	3,8	
	СВ110-3,5	35(3,5)	2	2	11,0	8,7	2,17	4,3	

### Выбор арматуры на одну угловую анкерную опору УА3, ПУА1

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт.	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Крюк накручивающийся	PD2.2	1	
3	Крюк бандажный	SOT 29	1	
4	Бандажная лента	COT 37	3м	
	Скрепка	COT 36	2	
5	Зажим поддерживающий	SO 130.02	1	
6	Зажим анкерный	SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(16-25)
	(1 зажим на подходящий и 1	SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(25-50)
	зажим на отходящий провод)	SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(50-120)
7	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	4	
8	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
9	Плашечный зажим	SM 2.21	1	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
10	Медный провод неизолир.	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
11	Зажим плашечный	ПС-1-1	1	
12	Заземляющий проводник	ЗП 6	1	
13	Кронштейн	У1	1	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У3		Для стоек СВ 95-2а
		У4		Для стоек СВ 110-3,5

**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на страницах 247 и 251

### Анкерные ответвительные опоры АОЗ, ПОА1

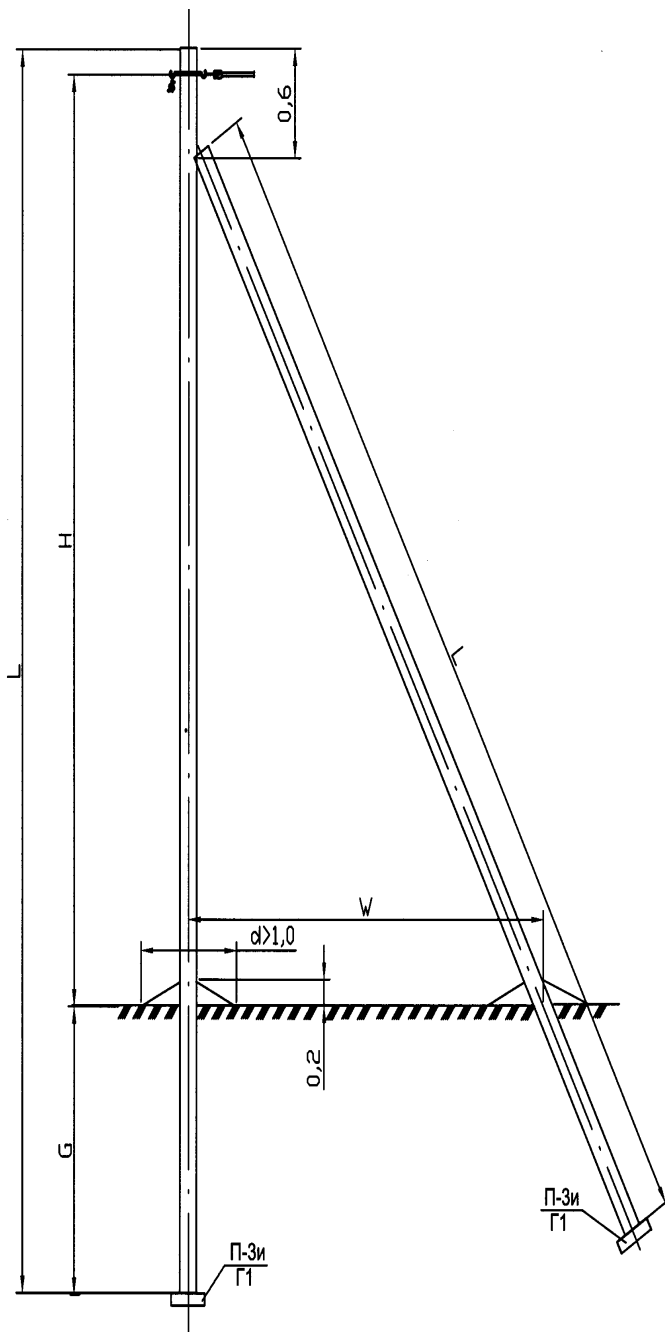
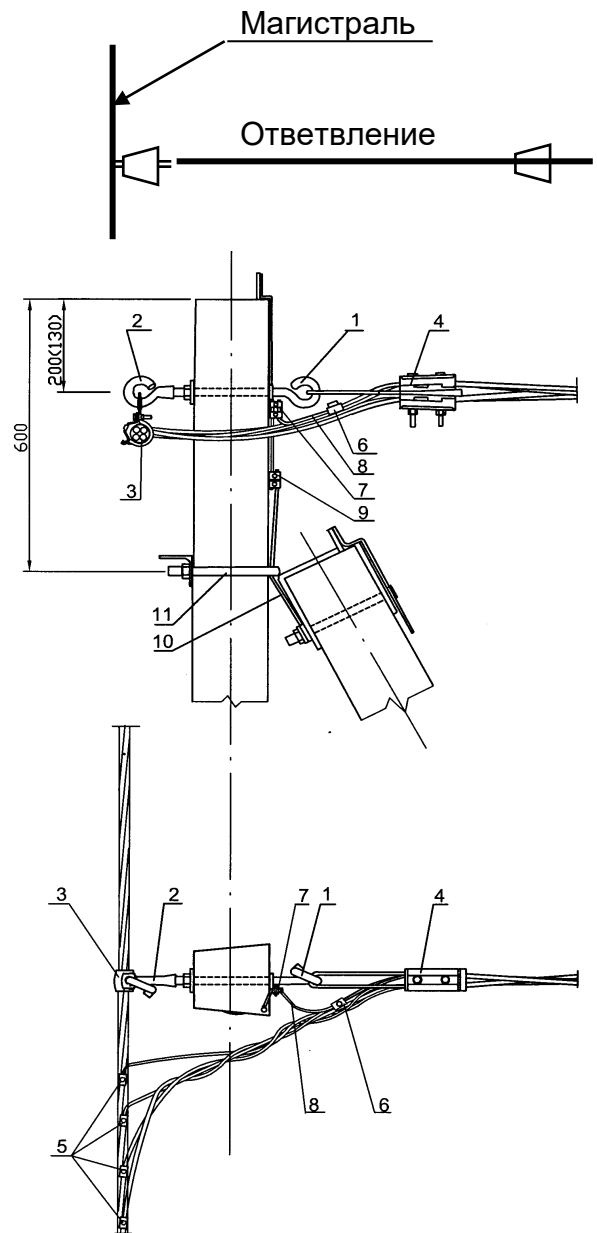


Схема установки стоек



(130) – размер для стоек СВ 105-3,6 и СВ 110-3,5

Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	Кол-во стоек	Кол-во опорно анкерных плит ПЗи и стяжек Г1	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
АОЗ	СВ95-2а	19,6(2,0)	2	2	9,5	7,3	2,0	3,5	П-3и – опорно-анкерная плита, Г1- стяжка
ПОА1	СВ105-3,6	36,0(3,6)	2	2	10,5	8,2	2,17	3,8	
	СВ110-3,5	35(3,5)	2	2	11,0	8,7	2,17	4,3	

### Выбор арматуры на одну опору АОЗ, ПОА1

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт.	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Крюк накручивающийся	PD 2.2	1	
3	Зажим поддерживающий	SO 130.02	1	
4	Зажим анкерный	SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(16-25)
	(1 в зависимости от сечения	SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(25-50)
	жил провода)	SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(50-120)
5	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	4	
6	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
7	Плашечный зажим	SM 2.21	1	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
8	Медный провод неизолир.	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
9	Зажим плашечный	ПС-1-1	1	
10	Заземляющий проводник	ЗП 6	1	
11	Кронштейн	У1	1	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У3		Для стоек СВ 95-2а
		У4		Для стоек СВ 110-3,5

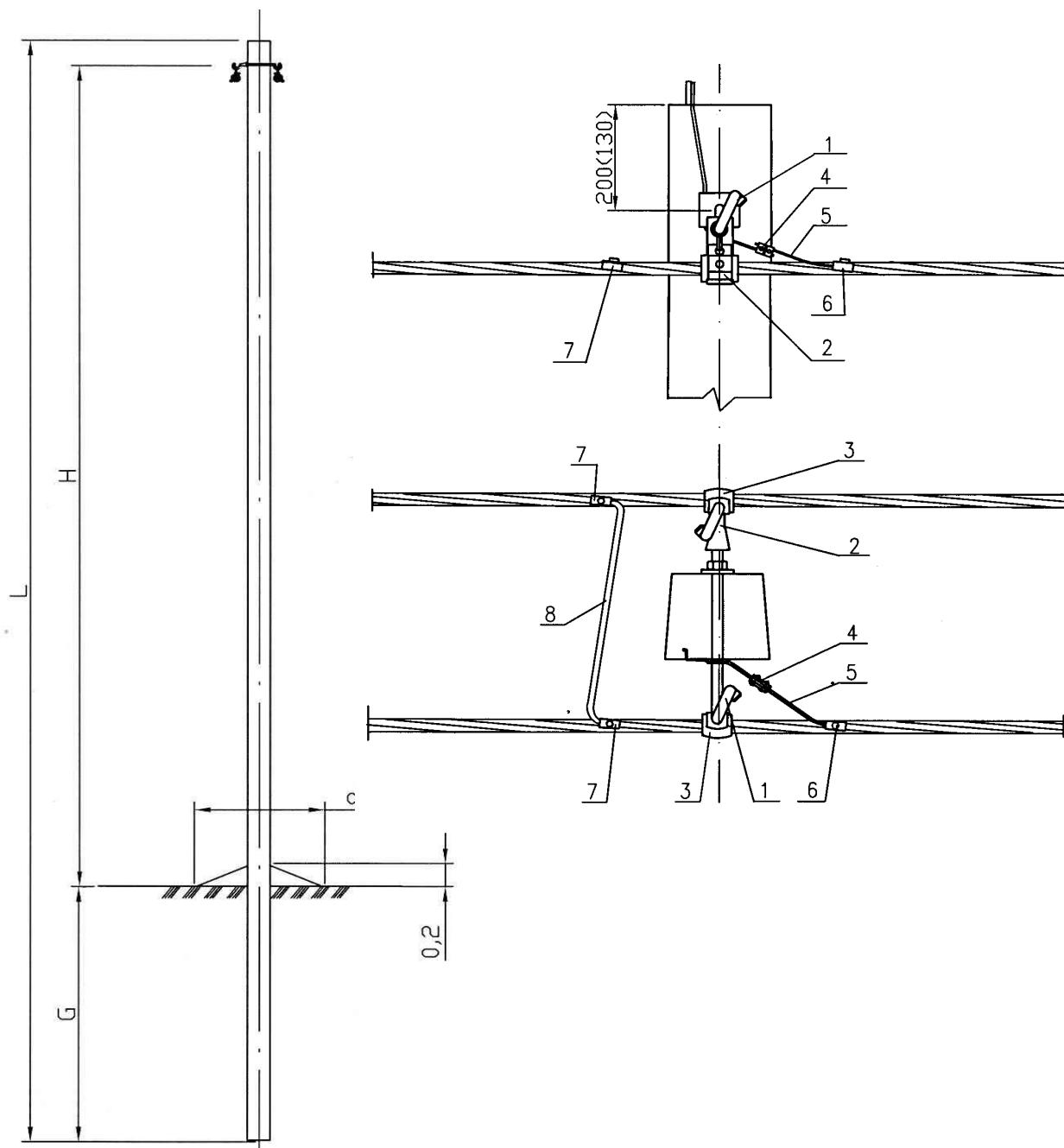
**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на страницах 247 и 251

---

## **Часть VI**

# **Конструкции двухцепных железобетонных опор**

**Двухцепные промежуточная опора П2 и  
переходная промежуточная опора ПП4**



(130) – размер для стоек СВ 105-3,6 и СВ 110-3,5

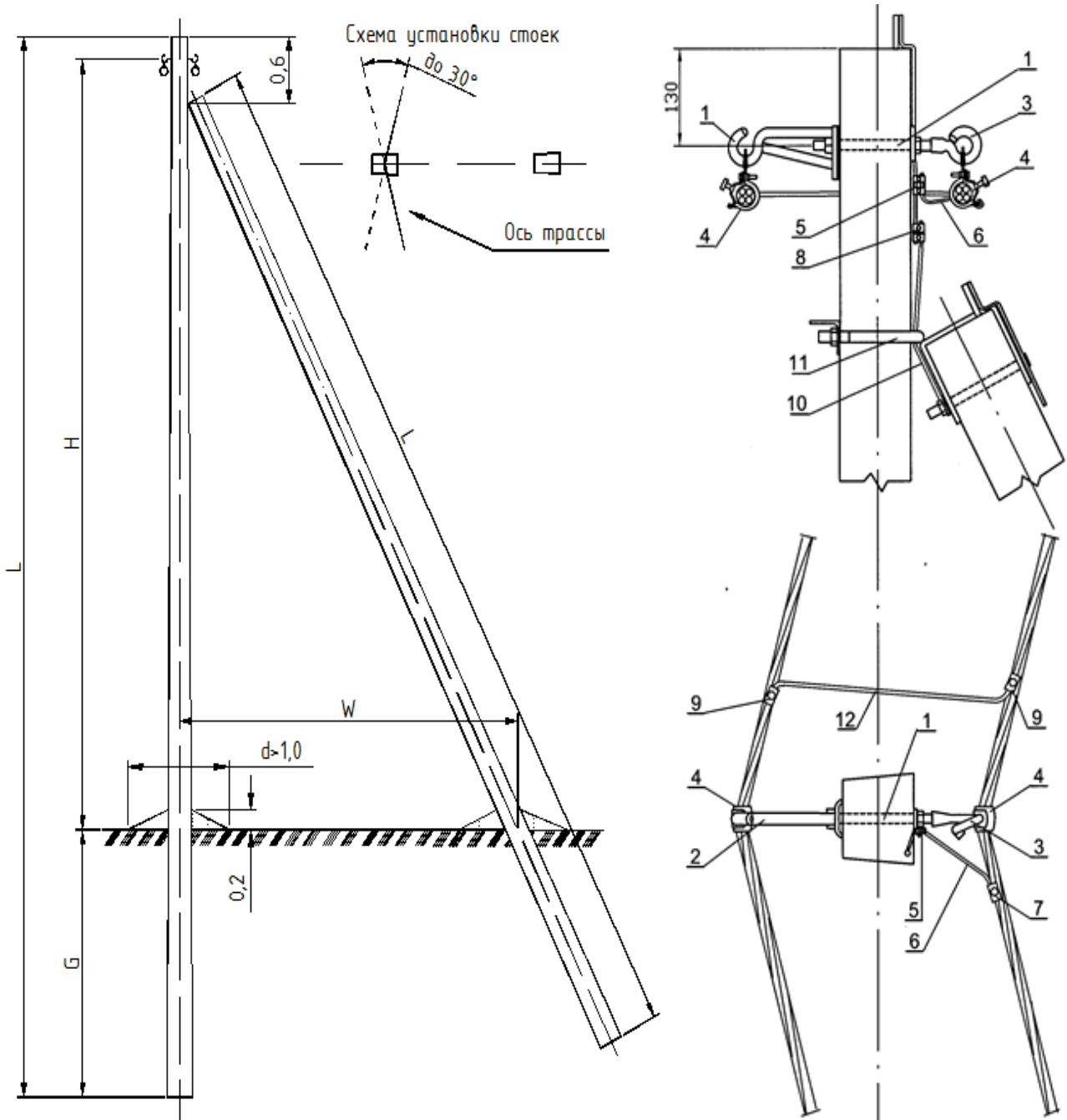
Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	L, м	H, м	G, м	Примечание
П2	СВ105-3,6	36(3,6)	10,5	8,2	2,17	
	СВ105-5	49,0(5,0))				
ПП4	СВ110-3,6	35(3,5)	11,0	8,7	2,17	Повышенная опора



### Выбор арматуры на одну опору П2, ПП4

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк сквозной	SOT 21.116	1	
2	Крюк накручивающийся	PD 2.3	1	
3	Зажим поддерживающий	SO 130.02	2	
4	Плашечный зажим	SM 2.21	1	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
5	Медный провод неизолир.	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
6	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
7	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	2	Для соединения нулевых
				жил цепей
8	Провод магистрали			Отрезок жилы

**Угловые промежуточные двухцепные опоры УП2**

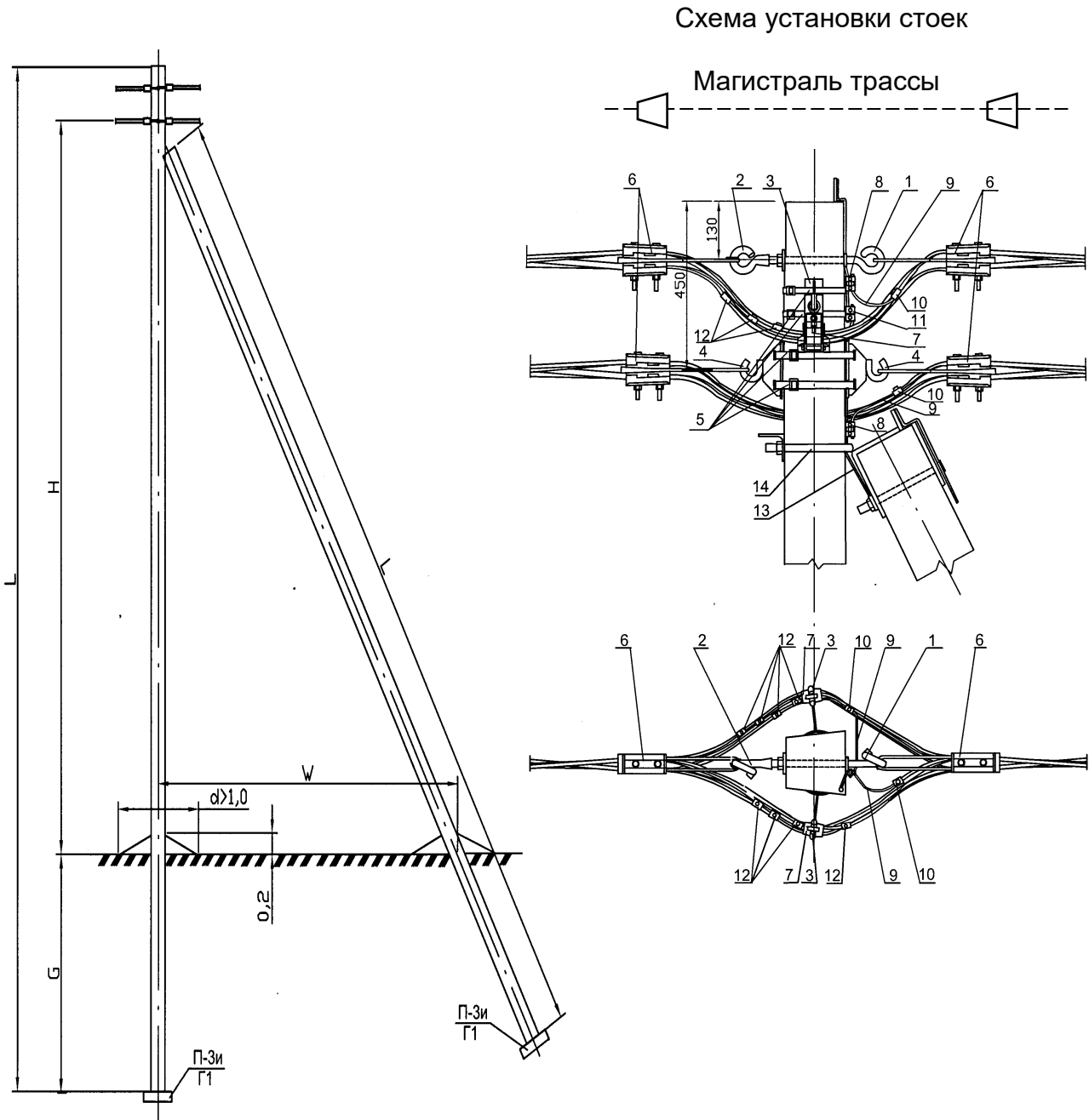


Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	Кол-во стоек	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
УП2	СВ105-3.6	36(3,6)	2	10,5	8,2	2,17	3,5	
	СВ105-5	49,0(5,0))	2					

### Выбор арматуры на одну опору УП2

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Крюк дистанционный	PD 3.2	1	
4	Зажим поддерживающий	SO 130.02	2	
5	Плашечный зажим	SM 2.21	2	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
6	Медный провод неизолир.	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
7	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
8	Зажим плашечный	ПС-1-1	1	
9	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	2	
10	Заземляющий проводник	ЗП 6	1	
11	Кронштейн	У1	1	
12	Провод магистрали			Для соединения
				нулевых жил цепей

**Анкерные (концевые) двухцепные опоры К2, ПК4**



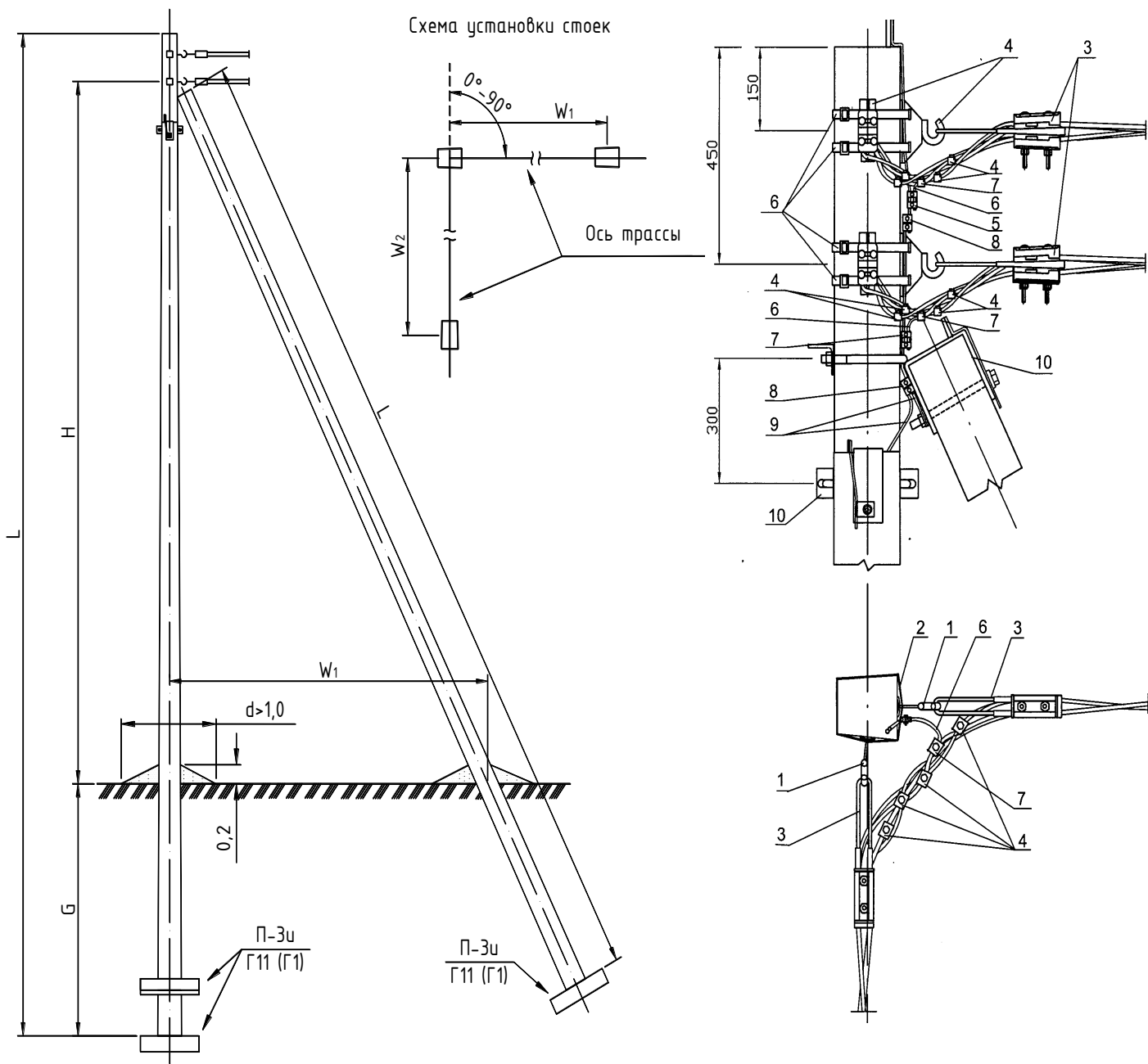
Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	Кол-во стоек	Кол-во опорно анкерных плит П3и и стяжек Г1	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
К2	СВ105-3.6	36(3,6)	2	2	10,5	7,9	2,17	4,1	П-3и – опорно-анкерная плита, Г1 - стяжка
	СВ105-5	49,0(5,0))	2	2					
ПК4	СВ 110-3,5	35(3,5)	2	2	11,0	8,4	2,17	4,3	

### Выбор арматуры на одну опору К2, ПК4

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк сквозной	SOT21.01	1	
2	Крюк накручивающийся	PD 2.2	1	
3	Крюк бандажный	SOT 29	2	
4	Крюк бандажный	SOT 39	2	
5	Бандажная лента	COT 37	6м	
	Скрепа	COT 36	4	
6	Зажим анкерный	SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(16-25)
	(1 зажим на подходящий и 1	SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(25-50)
	зажим на отходящий провод)	SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(50-120)
7	Зажим поддерживающий	SO 130.02	2	
8	Плашечный зажим	SM 2.21	2	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
9	Медный провод неизолир.	МГ 16	1,0м	ГОСТ 2112-79*
10	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	2	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
11	Зажим плашечный	ПС-1-1	1	
12	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	8	
13	Заземляющий проводник	ЗП 6	1	
14	Кронштейн	У1	1	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У4		Для стоек СВ 110-3,5

**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на страницах 247 и 251

**Угловые анкерные двухцепные опоры УА2и и повышенная ПУА4и**



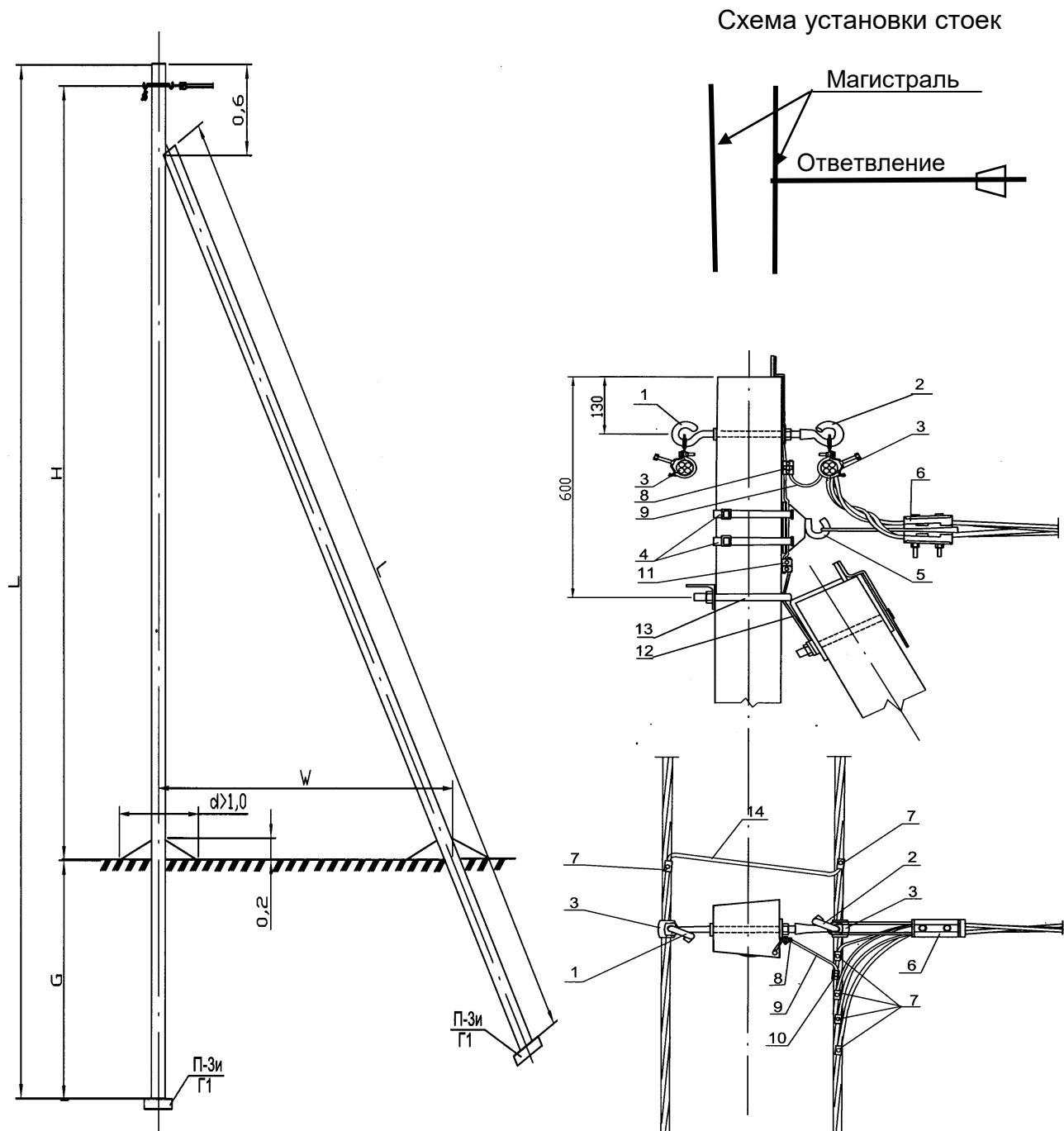
Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	Кол-во стоек	Кол-во опорно анкерных плит ПЗи и стяжек Г1	L, м	H, м	G, м	W1, м	W2, м	Примечание
УА2и	СВ105-3,6(5)	3,6 (5,0)	3	3	10,5	8,0	2,15	4,10	3,9	П-Зи – опорно-анкерная плита Г1 - стяжка
ПУА4и	СВ110-3,5	3,5 (5,0)	3	3	11,0	8,4	2,15	4,30	4,1	

### Выбор арматуры на одну опору УА2и, ПУА4и

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк бандажный	SOT 39	4	
2	Бандажная лента	COT 37	6м	
	Скрепа	COT 36	4	
3	Зажим анкерный	SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(16-25)
	(1 зажим на подходящий и 1	SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(25-50)
	зажим на отходящий провод)	SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(50-120)
4	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	8	
5	Плашечный зажим	SM 2.21	2	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
6	Медный провод неизолир.	МГ 16	1,0м	ГОСТ 2112-79*
7	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	2	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
8	Зажим плашечный	ПС-1-1	2	
9	Заземляющий проводник	ЗП 6	2	
10	Кронштейн	У1	2	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У4		Для стоек СВ 110-3,5

**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на страницах 247 и 251

## Ответвительные анкерные двухцепные опоры ОА2, ПОА4



Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	Кол-во стоек	Кол-во опорно анкерных плит П3и и стяжек Г1	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
ОА2	СВ105-3,6	36(3,6)	2	2	10,5	8,2	2,17	3,8	П-3и – опорно-анкерная плита, Г1 - стяжка
	СВ105-5	49,0(5,0)	2	2					
ПОА4	СВ 110-3,5	35(3,5)	2	2	11,0	8,7	2,17	4,3	



### Выбор арматуры на одну опору ОА2, ПОА4

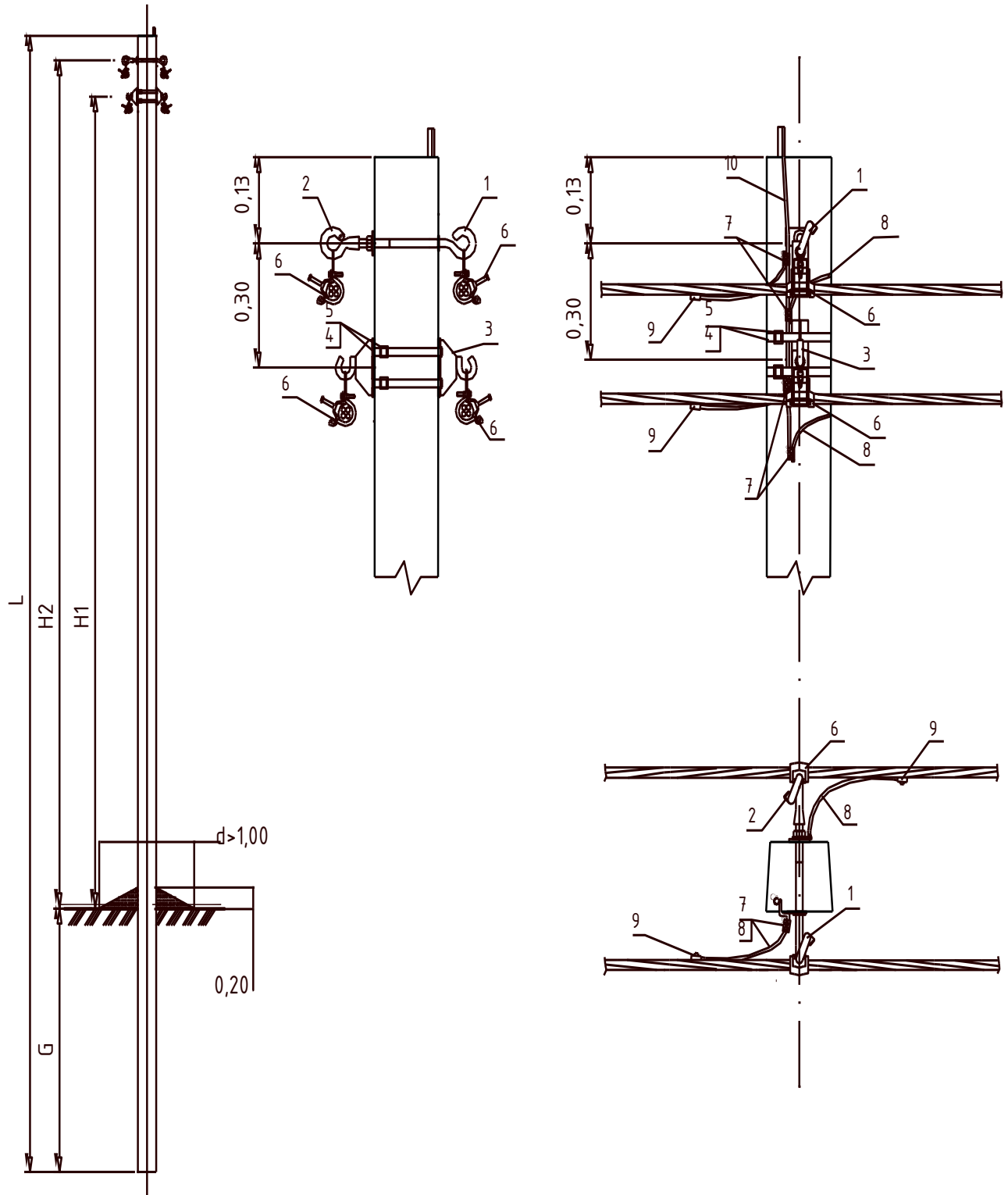
Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Крюк накручивающийся	PD 2.2	1	
3	Зажим поддерживающий	SO 130.02	2	
4	Бандажная лента	COT 37	3м	
	Скрепа	COT 36	2	
5	Крюк бандажный	SOT 39	1	
6	Зажим анкерный	SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(16-25)
	(1 зажим на отходящий	SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(25-50)
	провод)	SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(50-120)
7	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	4	
8	Заземляющий зажим	SM 2.21	1	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
9	Медный провод неизолир.	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
10	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
11	Зажим плашечный	ПС-1-1	1	
12	Заземляющий проводник	ЗП 6	1	
13	Кронштейн	У1	1	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У4		Для стоек СВ 110-3,5
14	Провод магистрали	Для соединения нулевых жил двух цепей		

**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на страницах 247 и 251

## **Часть VII**

# **Конструкции четырехцепных железобетонных опор**

### Промежуточная опора П4, ПП8

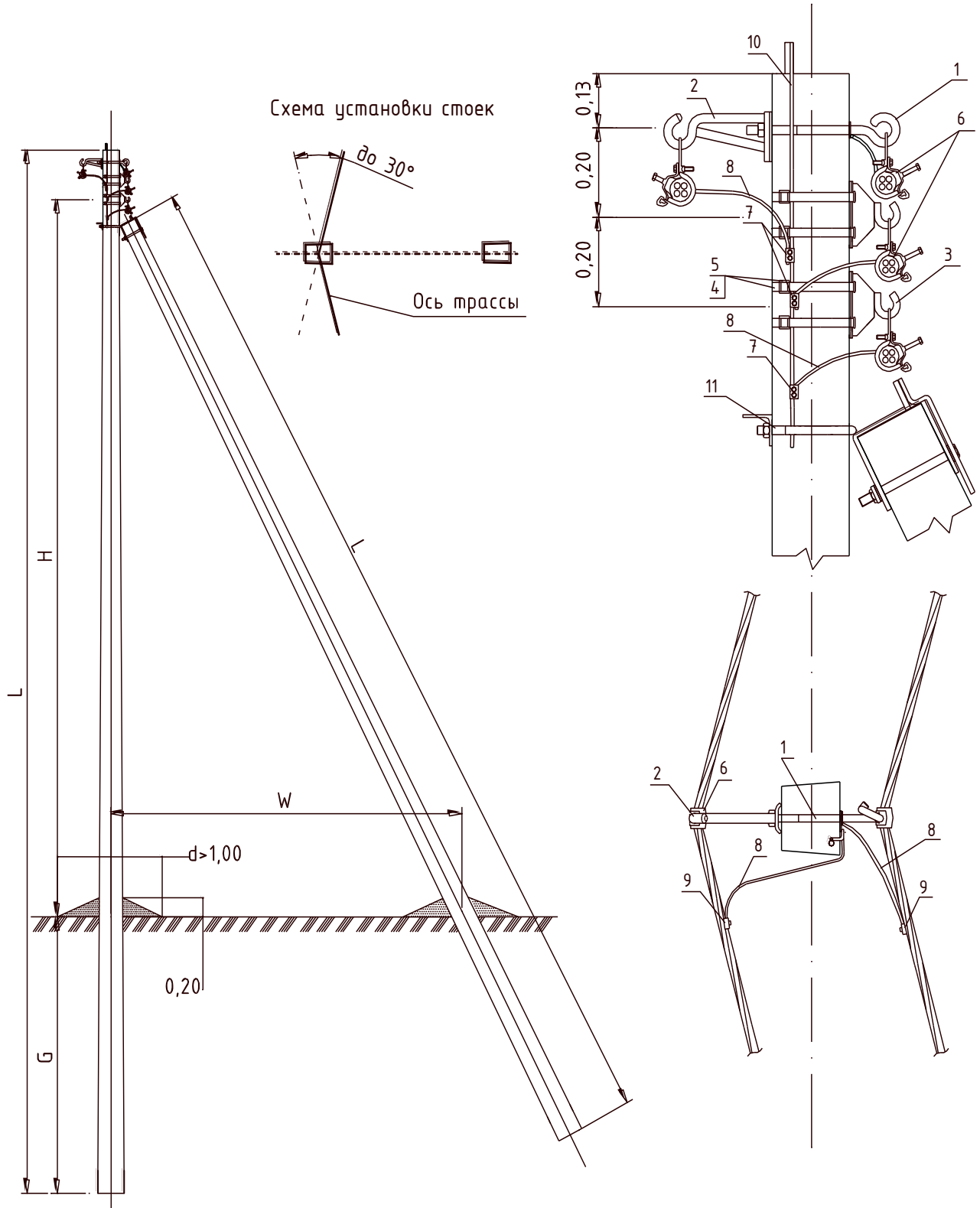


Тип опоры	Стойка	Расчетный изгибающий момент, Кн.м (т.м)	Кол-во стоек	L, м	H1, м	H2, м	G, м	Примечание
П4	СВ105-3,5	35(3,5)	1	10,5	7,67	7,97	2,4	
	СВ105-5	49,0(5,0)	1	10,5	7,67	7,97	2,4	
ПП8	СВ110-3,6	36(3,5)	1	11,0	8,17	8,47	2,4	Повышенная опора

### Выбор арматуры на одну опору П4, ПП8

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.116	1	
2	Крюк накручивающийся	PD 2.3	1	
3	Крюк	SOT29	2	
4	Бандажная лента	COT37	3м	
5	Скрепа	COT36	2	
6	Зажим поддерживающий	SO 130.02	4	
7	Заземляющий зажим	SM 2.21	4	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
8	Медный провод неизолир.	МГ 16	2м	ГОСТ 2112-79*
9	Зажим ответвительный	SLIP 22.127	4	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
10	Заземляющий проводник	ЗП6	1	

## Угловая промежуточная опора УП4

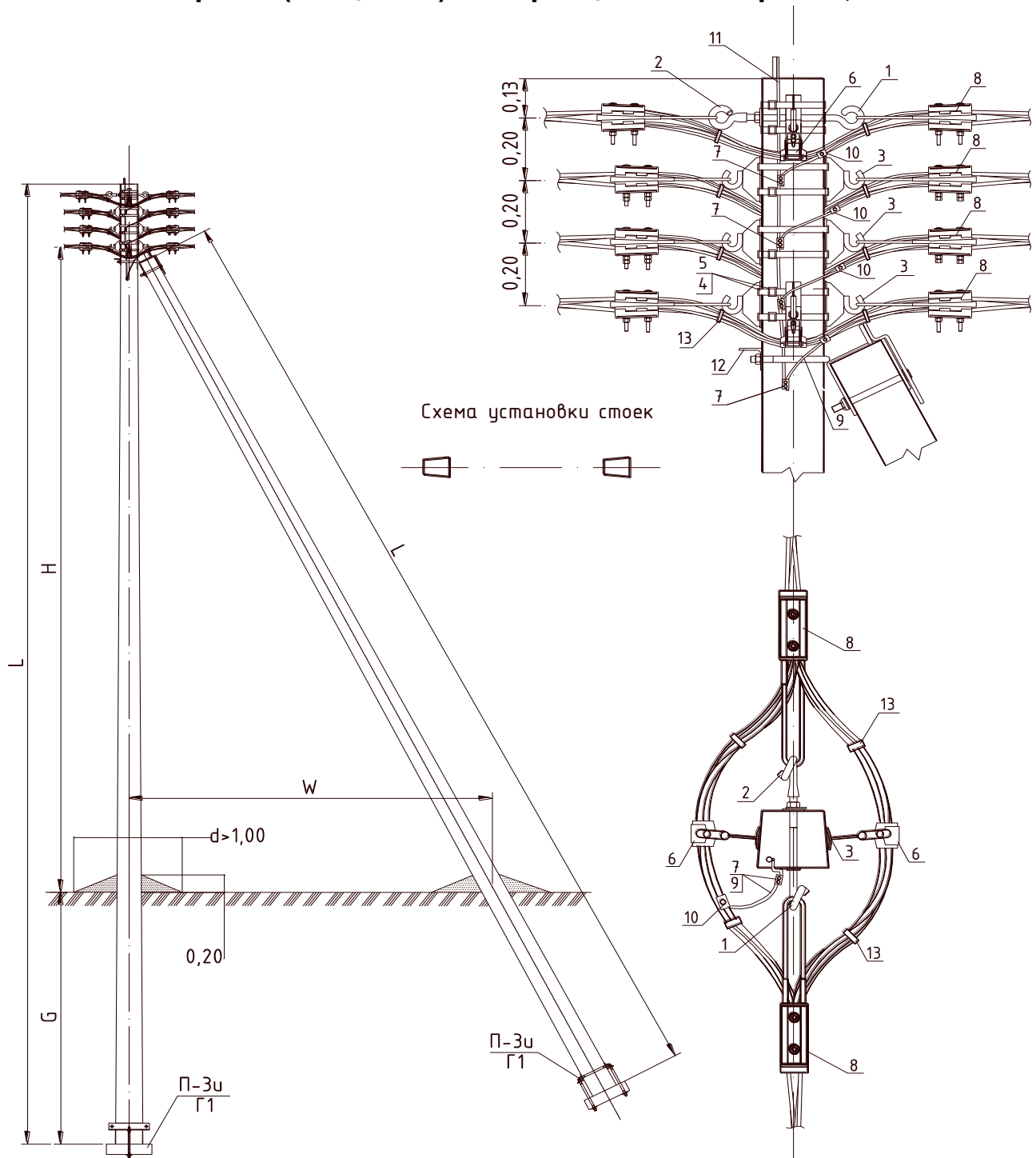


Тип опоры	Стойка	Расчетный изгибающий момент, Кн.м (т.м)	Кол-во стоек	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
УП4	СВ105-3,5	35(3,5)	2	10,5	7,77	2,2	3,65	
	СВ105-5	49,0(5,0)	2	10,5	7,77	2,2	3,65	

### Выбор арматуры на одну опору УП4

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Крюк дистанционный	PD3.2	1	
3	Крюк	SOT39	2	
4	Бандажная лента	COT37	6м	
5	Скрепка	COT36	4	
6	Зажим поддерживающий	SO 130.02	4	
7	Заземляющий зажим	SM 2.21	4	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
8	Медный провод неизолир.	МГ 16	2,0м	ГОСТ 2112-79*
9	Зажим ответвительный	SLIP 22.127	4	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
10	Заземляющий проводник	ЗП6	1	
11	Кронштейн	У1	1	

## Анкерные (концевые) четырехцепные опоры К4, ПК8



Тип опоры	Стойка	Расчетный изгибающий момент, Кн.м (т.м)	Кол-во стоек	Кол-во опорно анкерных плит ПЗи и стяжек Г1	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
К4	СВ105-3,5	35(3,5)	2	2	10,5	7,57	2,2	3,82	ПЗи - опорно-анкерная плита, Г1 - стяжка
	СВ105-5	49,0(5,0)	2	2	10,5	7,57	2,2	3,82	
ПК8	СВ110-3,6	36(3,5)	2	2	11,0	8,07	2,2	3,94	

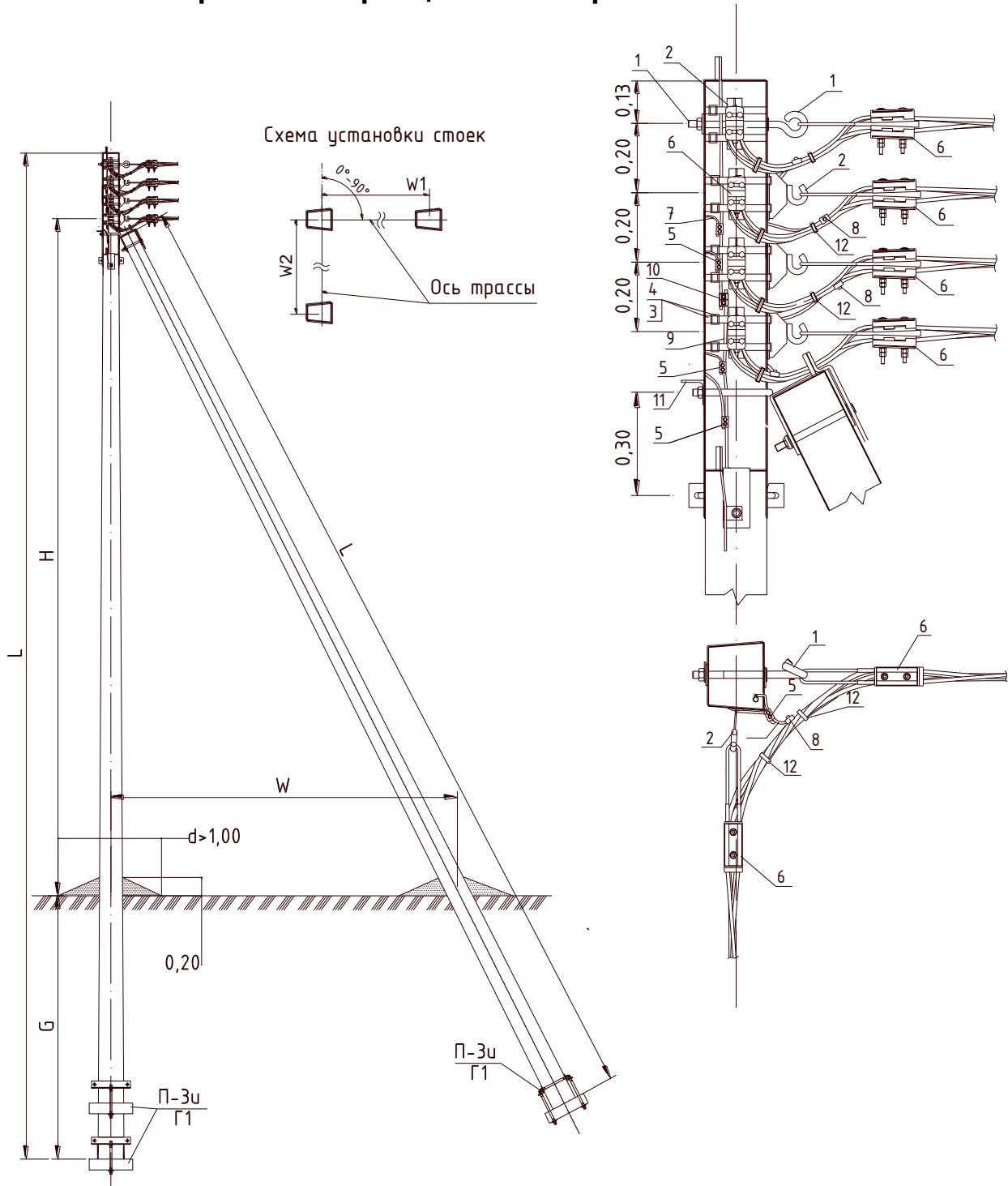
### Выбор арматуры на одну опору К4, ПК8

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Крюк накручивающийся	PD 2.2	1	
3	Крюк	SOT39	6	
		SOT29	4	
4	Бандажная лента	COT37	12м	
5	Скрепа	COT36	8	
6	Зажим поддерживающий	SO 130.02	4	
7	Заземляющий зажим	SM 2.21	4	Для соединения заземляющего проводника стойки с медным проводом
8	Зажим натяжной	SO 158.1	8	Для провода 4х(16-25)
		SO 274S		Для провода 4х(25-50)
		SO 234S		Для провода 4х(50-120)
9	Медный провод неизолир.	МГ 16	2,0м	ГОСТ 2112-79*
10	Зажим ответвительный	SLIP 22.127	4	Для соединения медного провода с нулевой жилой
11	Заземляющий проводник	ЗП6	1	
12	Кронштейн	У1	1	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У4		Для стоек СВ 110-3,5
13	Бандажный ремешок	PER 15	8	

**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на страницах 247 и 251



# Угловые анкерные четырехцепные опоры УА4 и повышенная ПУА8



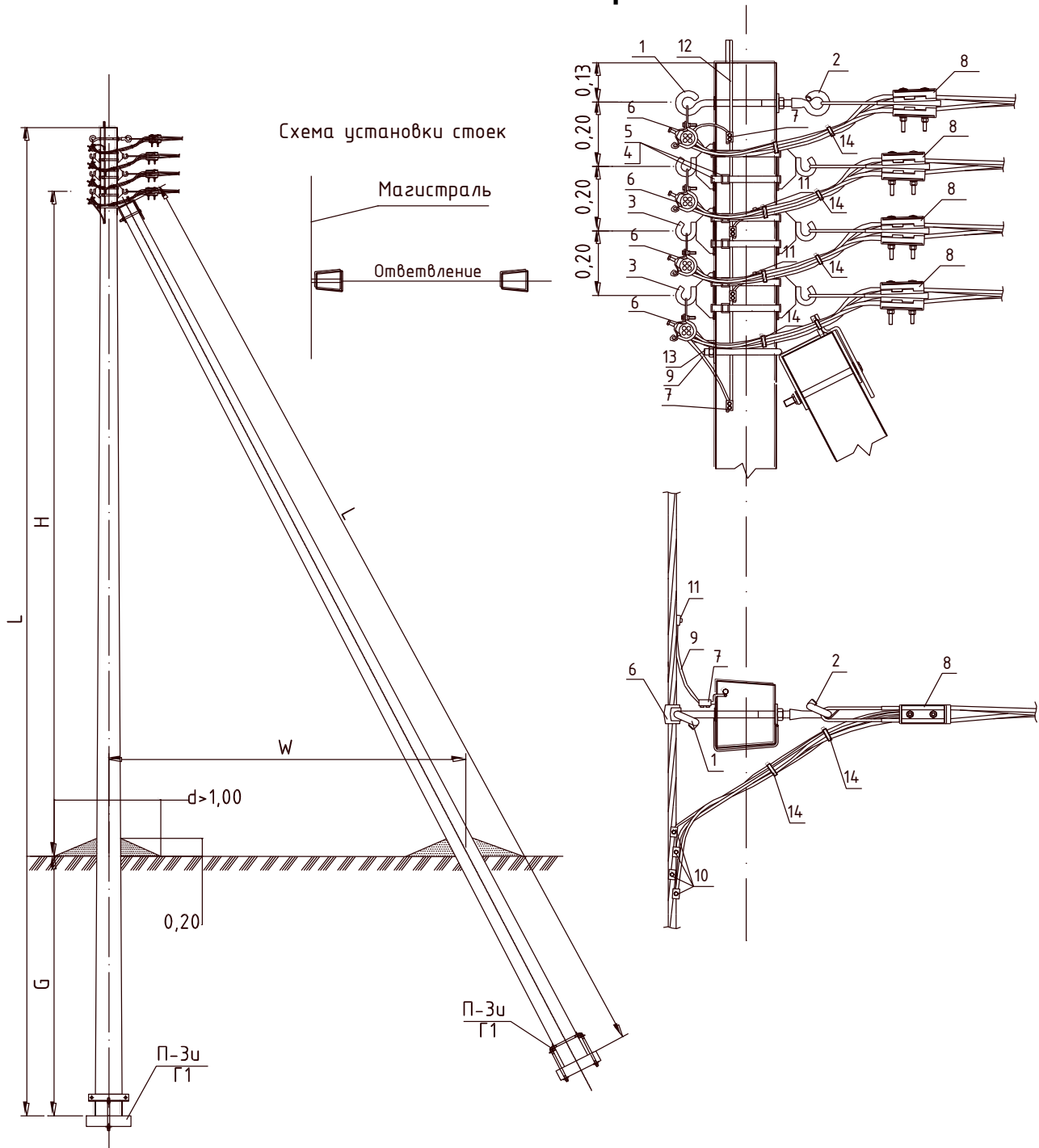
Тип опоры	Стойка	Расчетный изгибающий момент, Кн.м (т.м)	Кол-во стоек	Кол-во опорно анкерных плит ПЗи и стяжек Г1	L, м	H, м	G, м	W1, м	W2, м	Примечание
УА4	СВ105-3,5	35(3,5)	3	3	10,5	7,57	2,2	3,82	4,35	ПЗи - опорно-анкерная плита, Г1 - стяжка
	СВ105-5	49,0(5,0)	3	3	10,5	7,57	2,2	3,82	4,35	
ПУА8	СВ110-3,6	36(3,5)	3	3	11,0	8,07	2,2	3,94	4,49	

### Выбор арматуры на одну опору УА4, ПУА8

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Крюк	SOT39	7	
3	Бандажная лента	COT37	12м	
4	Скрепа	COT36	8	
5	Заземляющий зажим	SM 2.21	4	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
6	Зажим натяжной	SO 158.1	8	Для провода 4х(16-25)
		SO 274S		Для провода 4х(25-50)
		SO 234S		Для провода 4х(50-120)
7	Медный провод неизолир.	МГ 16	2,0м	ГОСТ 2112-79*
8	Зажим ответвительный	SLIP 22.127	4	Для соединения медного провода с нулевой жилой
9	Заземляющий проводник	ЗП6	2	
10	Зажим плашечный	SL37.2	1	Для соединения заземля-
				ющих проводов ЗП6 между
				собой
11	Кронштейн	У1	2	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У4		Для стоек СВ 110-3,5
12	Бандажный ремешок	PER 15	8	

**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на страницах 247 и 251

## Ответвительные анкерные четырехцепные опоры ОА4 и повышенная ПОА8 – выполнение четырех ответвлений



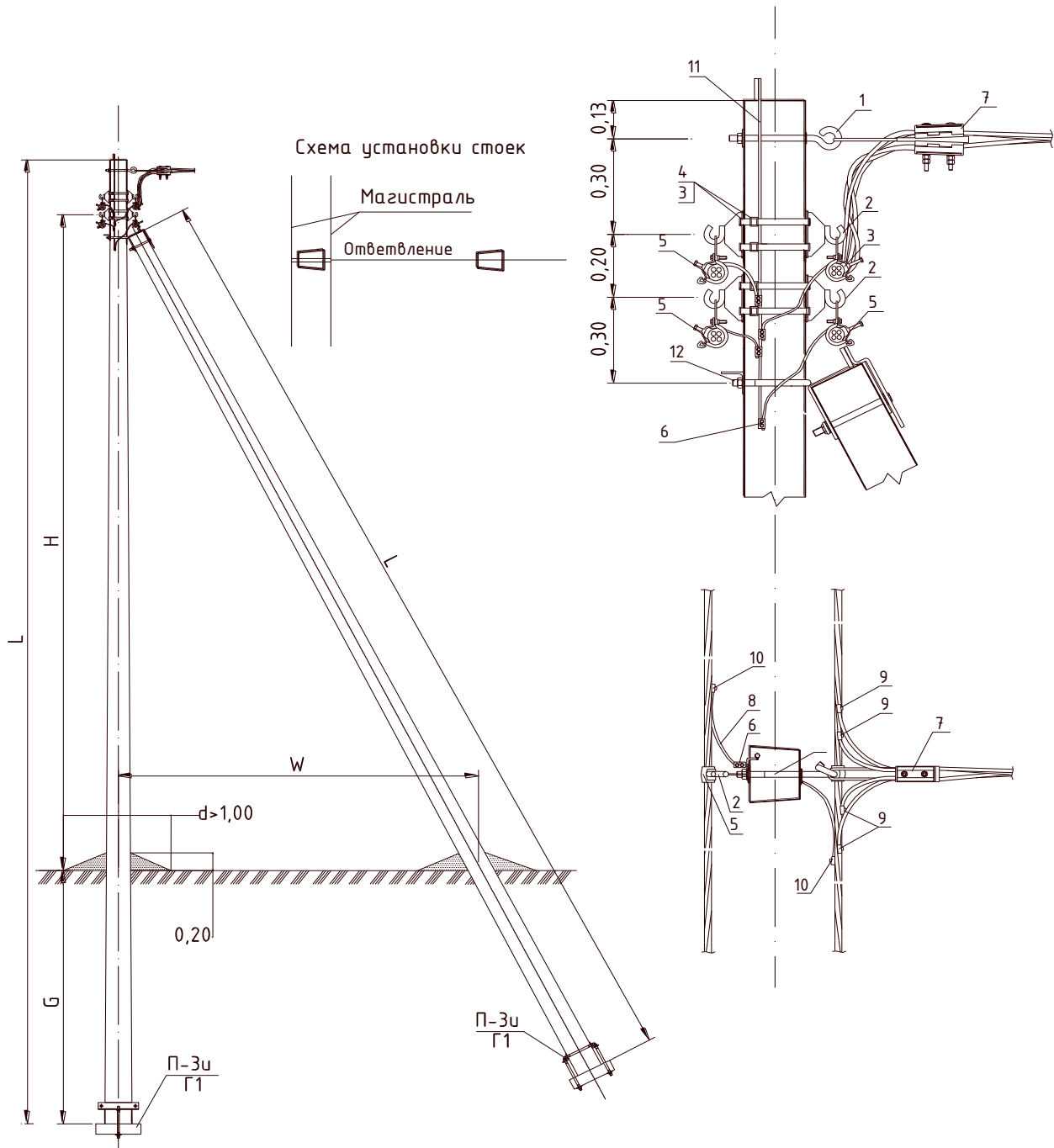
Тип опоры	Стойка	Расчетный изгибающий момент, Кн.м (т.м)	Кол-во стоек	Кол-во опорно анкерных плит ПЗи и стяжек Г1	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
ОА4	СВ105-3,5	35(3,5)	2	2	10,5	7,57	2,2	3,82	ПЗи - опорно-анкерная плита, Г1 - стяжка
	СВ105-5	49,0(5,0)	2	2	10,5	7,57	2,2	3,82	
ПОА8	СВ110-3,6	36(3,5)	2	2	11,0	8,07	2,2	3,94	

### Выбор арматуры на одну опору ОА4, ПОА8 – выполнение четырех ответвлений

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Крюк накручивающийся	PD 2.2	1	
3	Крюк	SOT39	6	
4	Бандажная лента	COT37	9м	
5	Скрепа	COT36	6	
6	Зажим поддерживающий	SO 130.02	4	
7	Заземляющий зажим	SM 2.21	4	Для соединения заземляющего проводника стойки с медным проводом
8	Зажим натяжной	SO 158.1	4	Для провода 4х(16-25)
		SO 274S		Для провода 4х(25-50)
		SO 234S		Для провода 4х(50-120)
9	Медный провод неизолир.	МГ 16	2,0м	ГОСТ 2112-79*
10	Зажим ответвительный	SLIP 22.1	16	Для ответвления от провода сечением до 95мм <sup>2</sup>
		SLIP 32.2		Для ответвления от провода сечением до 150мм <sup>2</sup>
11	Зажим ответвительный	SLIP 22.127	4	Для соединения медного провода с нулевой жилой
12	Заземляющий проводник	ЗП6	1	
13	Кронштейн	У1	1	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У4		Для стоек СВ 110-3,5
14	Бандажный ремешок	PER 15	8	

**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на страницах 247 и 251

## Ответвительные анкерные четырехцепные опоры ОА4 и повышенная ПОА8 – выполнение одного ответвления



Тип опоры	Стойка	Расчетный изгибающий момент, Кн.м (т.м)	Кол-во стоек	Кол-во опорно-анкерных плит ПЗи и стяжек Г1	L, м	H, м	G, м	W, м	Примечание
ОА4	СВ105-3,5	35(3,5)	2	2	10,5	7,67	2,2	3,82	ПЗи - опорно-анкерная плита, Г1 - стяжка
	СВ105-5	49,0(5,0)	2	2	10,5	7,67	2,2	3,82	
ПОА8	СВ110-3,6	36(3,5)	2	2	11,0	8,17	2,2	3,94	

### Выбор арматуры на одну опору ОА4, ОА8 – выполнение одного ответвления

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.116	1	
2	Крюк	SOT39	4	
3	Бандажная лента	COT37	6м	
4	Скрепа	COT36	4	
5	Зажим поддерживающий	SO 130.02	4	
6	Заземляющий зажим	SM 2.21	4	Для соединения заземляющего проводника стойки с медным проводом
7	Зажим натяжной	SO 158.1	1	Для провода 4х(16-25)
		SO 274S		Для провода 4х(25-50)
		SO 234S		Для провода 4х(50-120)
8	Медный провод неизолир.	МГ 16	2,0м	ГОСТ 2112-79*
9	Зажим ответвительный	SLIP 22.1	4	Для ответвления от провода сечением до 95мм <sup>2</sup>
				Для ответвления от провода сечением до 150мм <sup>2</sup>
		SLIP 32.2		
10	Зажим ответвительный	SLIP 22.127	4	Для соединения медного провода с нулевой жилой
11	Заземляющий проводник	ЗП6	1	
12	Кронштейн	У1	1	Для стоек СВ 105-3,5 и 5
		У4		Для стоек СВ 110-3,5

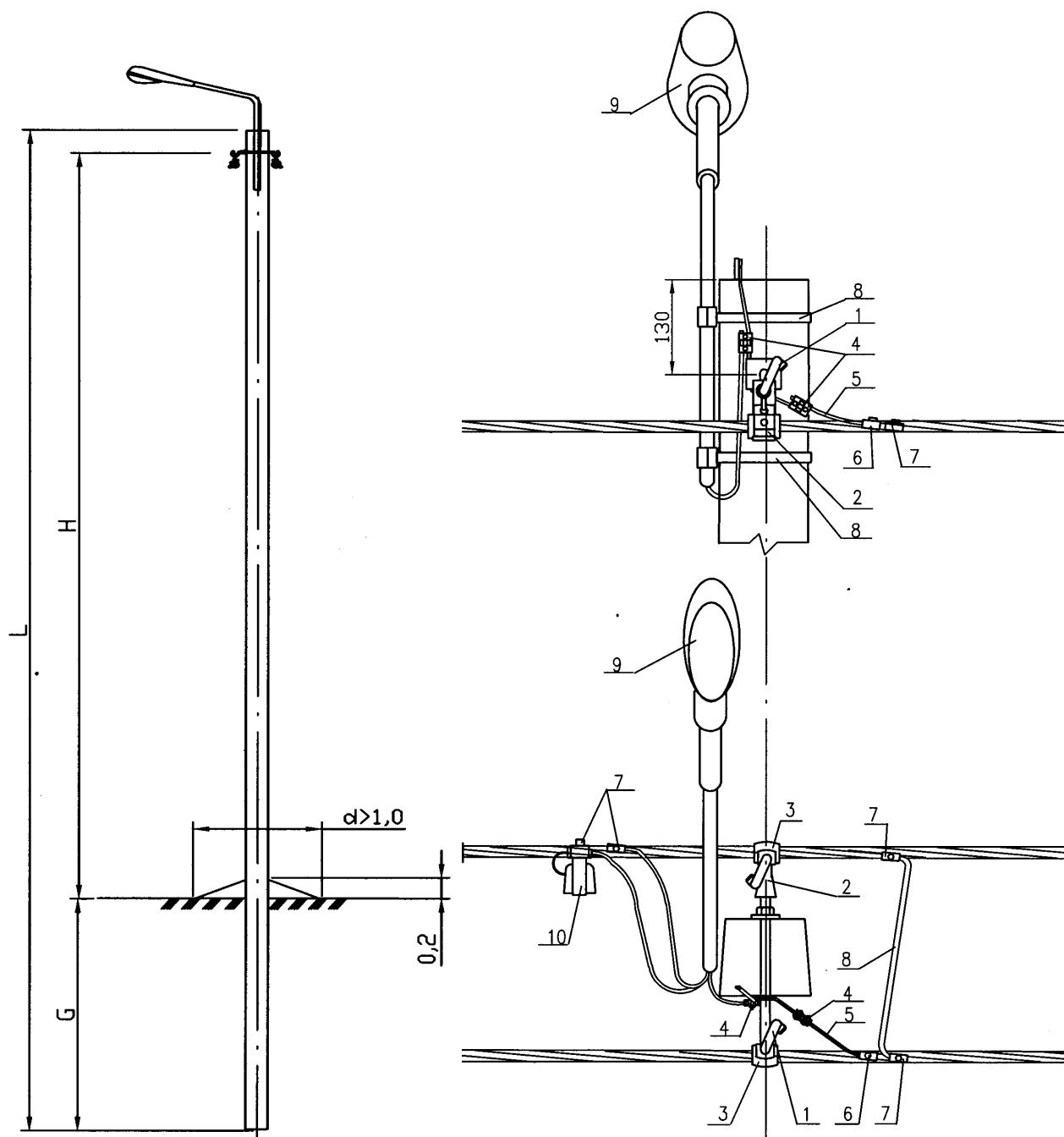
**Примечание:** Установка комплектов для подключения переносных заземлений и ОПН необходимых для установки на данные типовые опоры, указаны на страницах 247 и 251

---

## **Часть VIII**

# **Подключение потребителей**

**Промежуточная двухцепная опора П2 с установкой светильника  
на линии (цепи) уличного освещения**



Тип опоры	Стойка	Расчётный изгибающий момент, кН.м(т.м)	L, м	H, м	G, м	Примечание
П2	СВ105-3,6	36(3,6)	10,5	8,2	2,17	
	СВ105-5	49,0(5,0))				

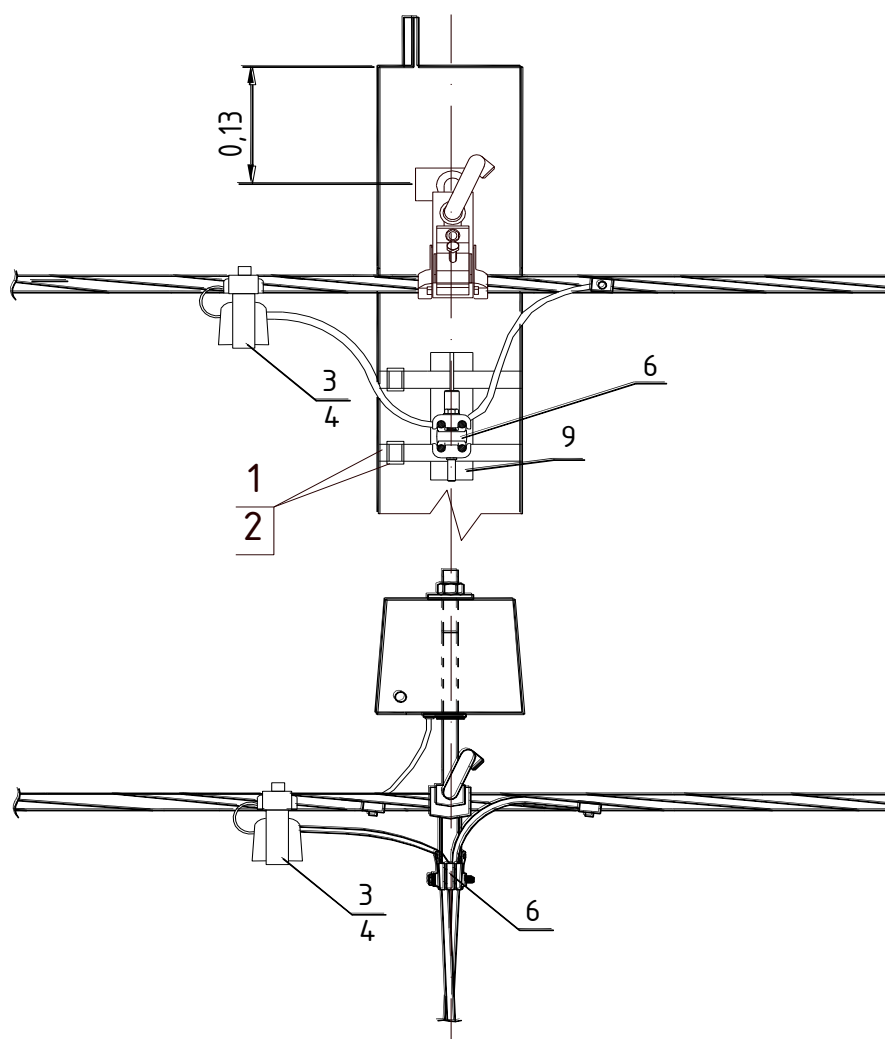
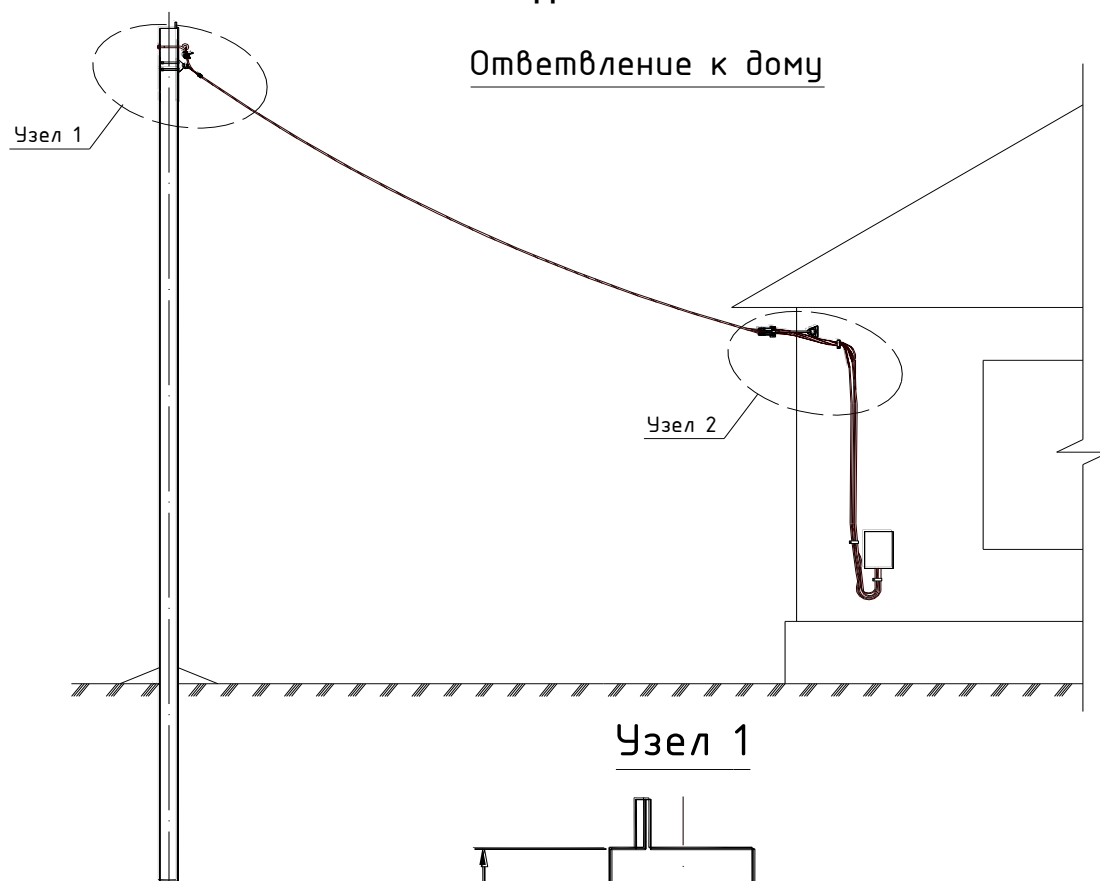


### Выбор арматуры на одну опору П2 с установкой светильника на линии уличного освещения

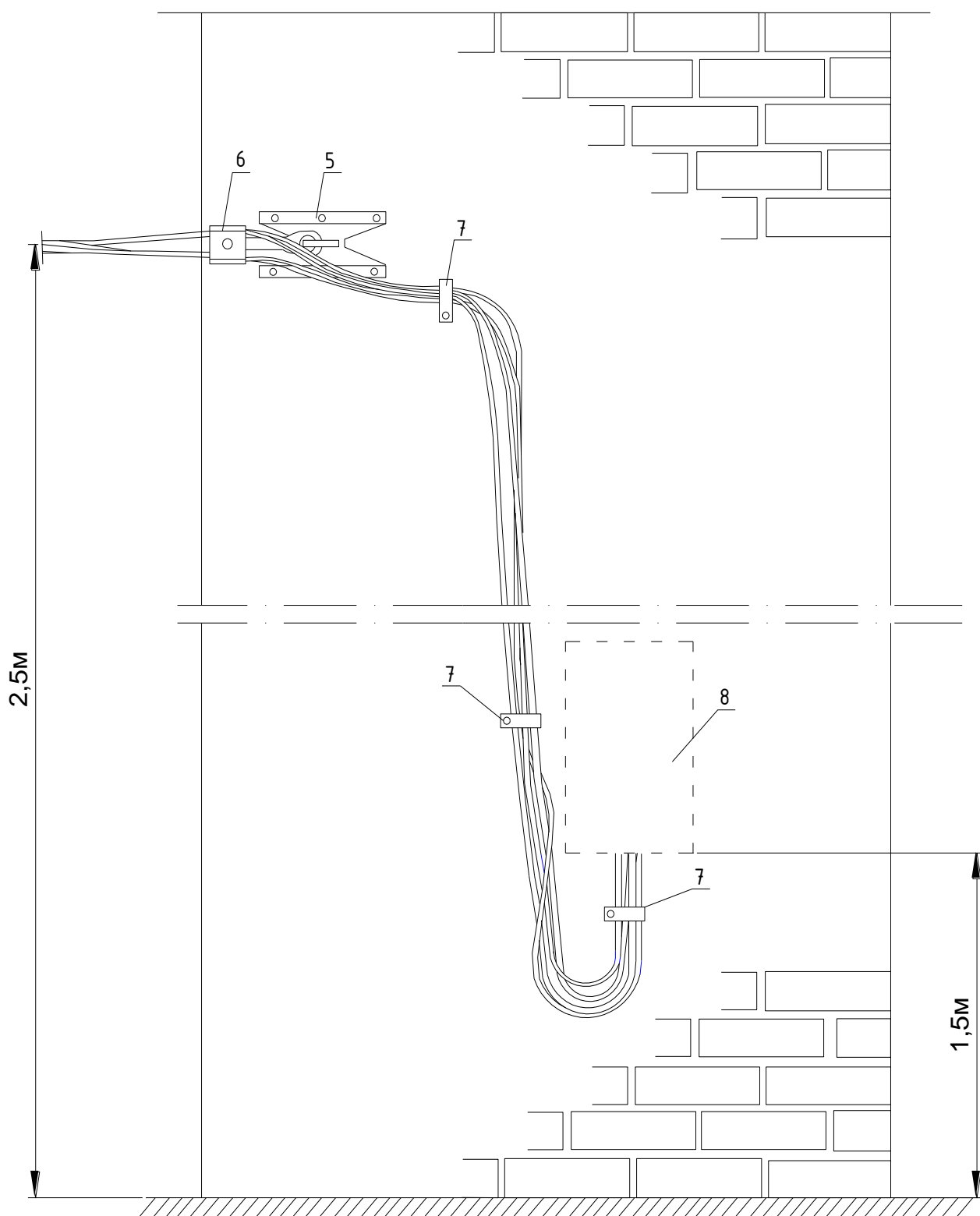
Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
Арматура магистрали				
1	Крюк сквозной	SOT 21.116	1	
2	Крюк накручивающийся	PD 2.3	1	
3	Зажим поддерживающий	SO 130.02	2	
4	Плашечный зажим	SM 2.21	2	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки
				с медным проводом
5	Медный провод неизолир.	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*
6	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения медного
				провода с нулевой жилой
7	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	2	Для соединения нулевых
				жил цепей
8	Провод магистрали			Для соединения нулевых
				жил цепей
Арматура уличного освещения				
7	Зажим прокалывающий	SLIP 12.1	2	Для подключения светиль-
				ника
8	Кронштейн или хомут	<div></div>	2	Марка по проекту
9	Светильник	<div></div>	1	Марка по проекту
10	Патрон для предохранителя	SV 29.25	1	
	Плавкая вставка	SVV10.25	1	

## Подключение абонента

### Ответвление к дому



## Узел 2



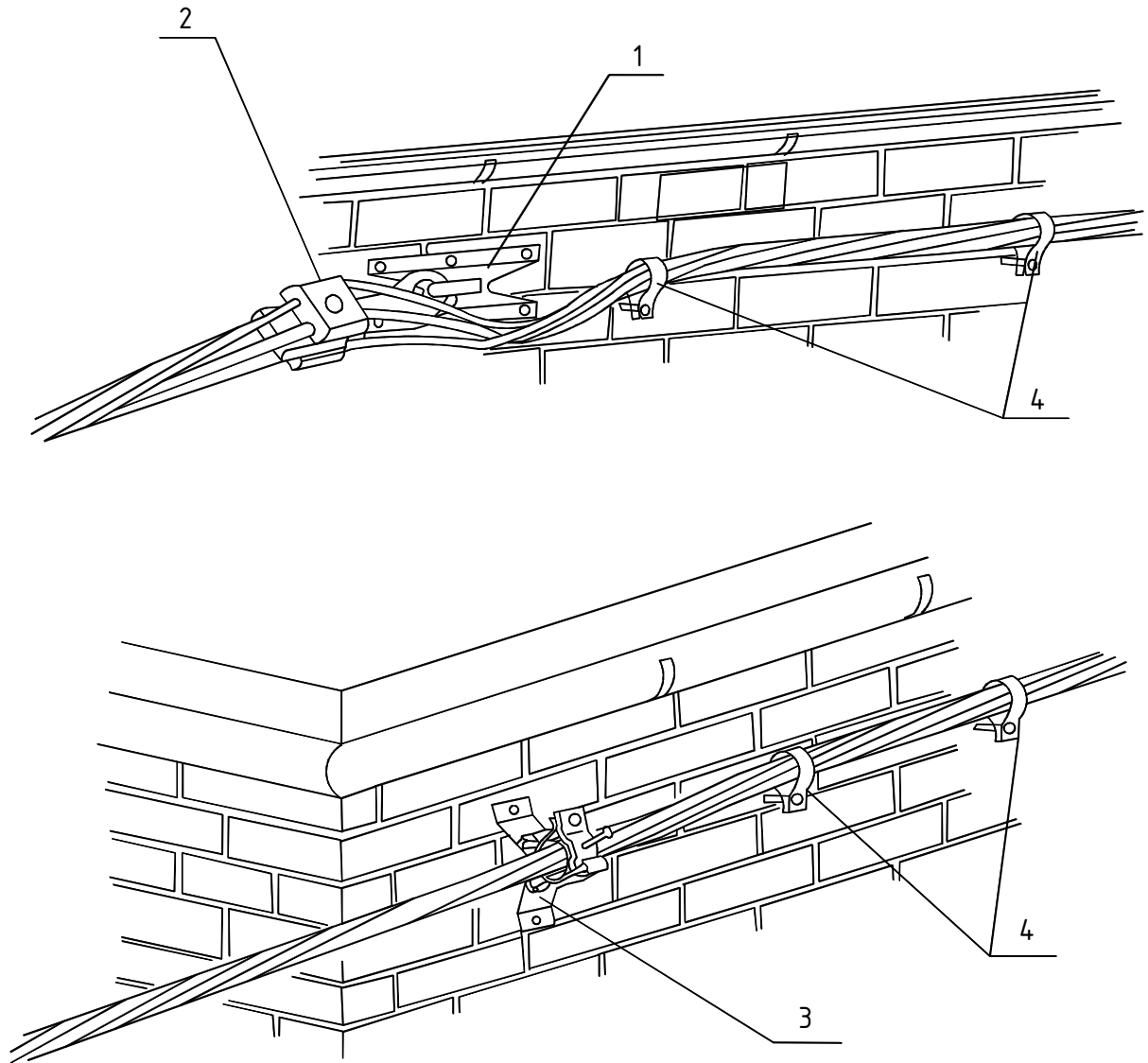
### Выбор арматуры на ответвления

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Количество, шт		
			1х1Ф	1х3Ф	2х1Ф
Арматура на одного абонента					
1	Бандажная стальная лента	COT37	2м	2м	2м
2	Скрепа	COT36	2	2	2
3	Корпус для предохранителя	SV29.63	1	3	2
4	Плавкая вставка	SVV10.35	1	3	2
*	Зажим для многократного подключения	SLIW65	1	3	2
5	Крюк универсальный на стену	SOT76.2	1	1	1
6	Зажим натяжной	SO157.1	2	-	4
		SO 158.1	-	2	-
7	Дистанционный фиксатор	SO70	3	3	3
8	Воодной щит	-----	1	1	1
9	Крюк универсальный на опору	SOT76	1	1	1**

\* В случае если не используется предохранитель с плавкой вставкой, в замен использовать зажим для многократного подключения SLIW65

\*\* В случае если подключения выполняются в одном направлении

### Прокладка СИП по твердой стене

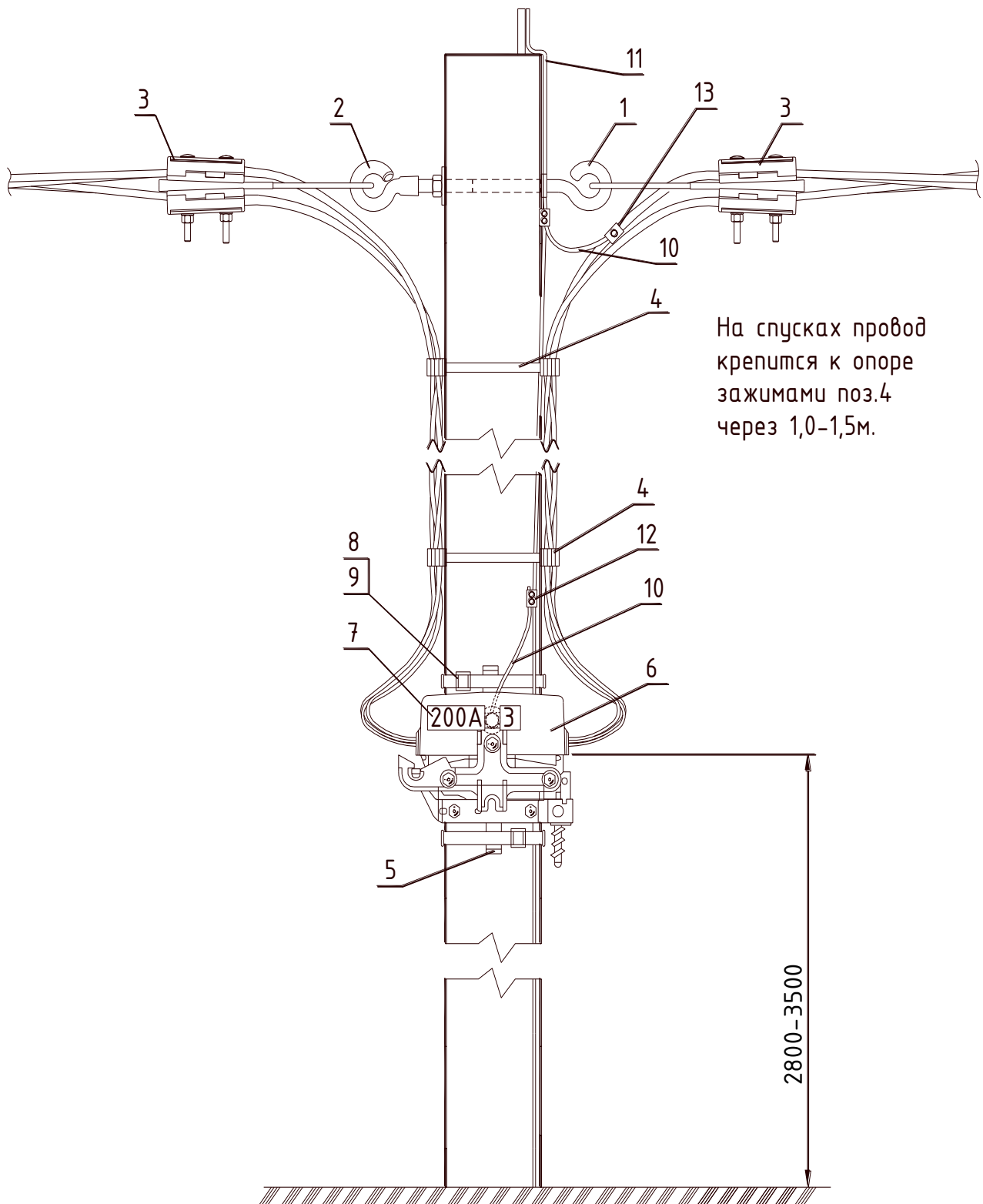


Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк универсальный	SOT 76.2	1	
2	Зажим натяжной	SO 157.1	<input type="checkbox"/>	Для провода ответ. 2х(16-25)
		SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода ответ. 4х(16-25)
		SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода ответ. 4х(25-50)
		SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода ответ. 4х(50-120)
3	Зажим поддерживающий	SO 125	1	
4	Фиксатор дистанционный	SO 70	2	

# **Часть IX**

## **Отдельные элементы ВЛИ**

**Мачтовый рубильник с предохранителями типа SZ на анкерной опоре**

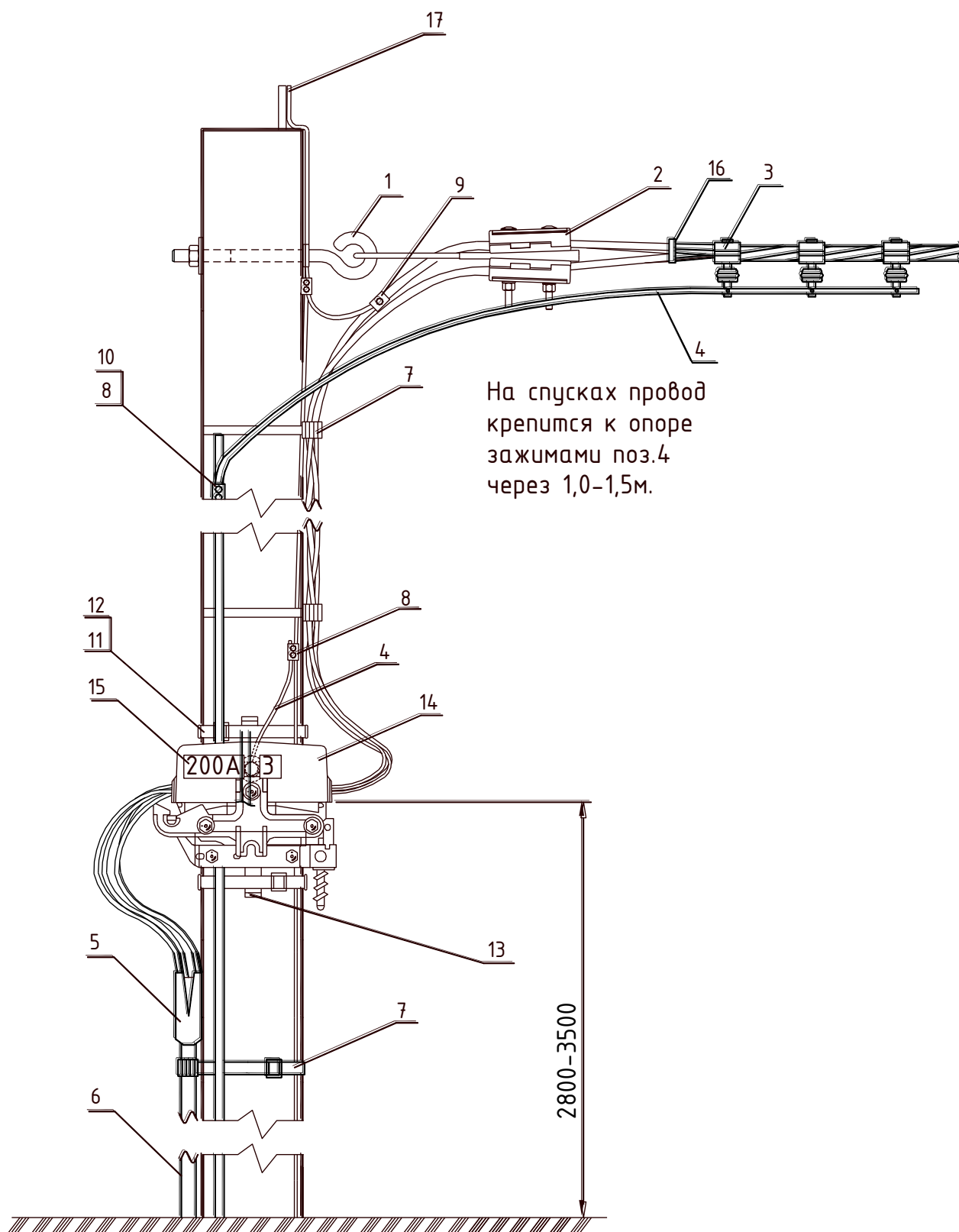


### Выбор арматуры на одну анкерную опору с мачтовым рубильником типа SZ

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк	SOT 21.01	1	
2	Крюк накручивающийся	PD 2.2	1	
3	Зажим натяжной	SO 158.1	2	Для провода 4х(16-25)
	(1 зажим на подходящий и 1	SO 274s		Для провода 4х(25-50)
	зажим на отходящий провод)	SO 234s		Для провода 4х(50-120)
4	Дистанционный бандаж	SO 79.1	8	
5	Монтажная рейка	PEK 49	1	
6	Рубильник мачтовый	SZ 	1	По проекту из каталога ENSTO
7	Табличка (и)	PEM 	1	
8	Бандажная лента	COT37	3м	
9	Скрепка	COT36	2	
10	Медный провод	МГ16	1,0м	
11	Заземляющий проводник	ЗП6	1	
12	Плашечный зажим	SM 2.21	2	Для соединения заземля-
				ющего проводника стойки с медным проводом
13	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения нулевых
				жил цепей



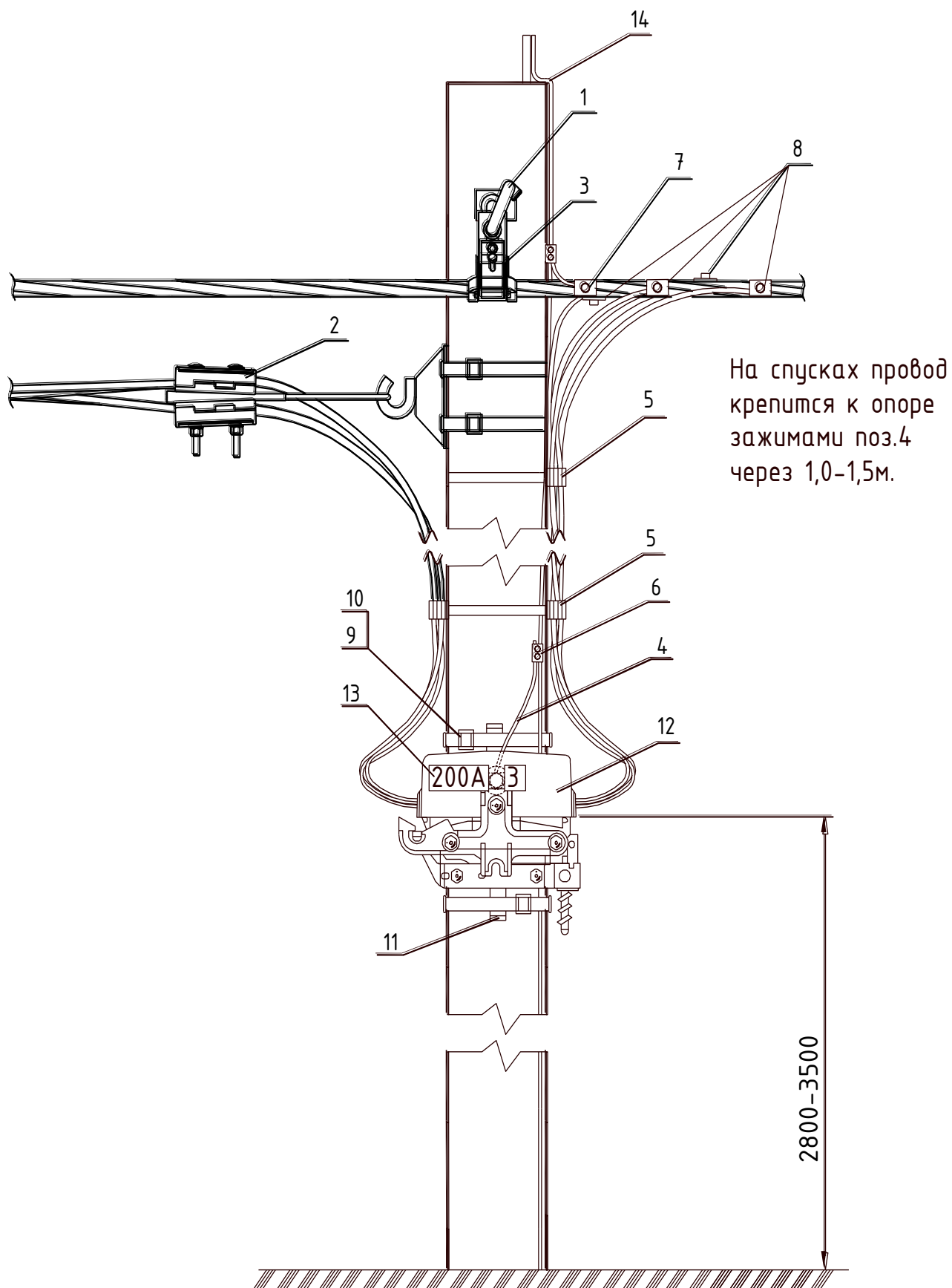
### Переход с кабеля на СИП через мачтовый рубильник SZ



**Выбор арматуры на одну опору с мачтовым рубильником типа SZ, с ограничителем перенапряжения и с кабельной муфтой**

Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Зажим анкерный	SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(16-25)
		SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(35)
		SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(50-120)
3	Ограничитель перенапряжения	SE 45.275-15	3	
4	Медный провод неизолирован.	МГ 16	2,0м	ГОСТ 2112-79*
5	Кабельная муфта без наконечника	<input type="text"/>	1	По проекту
6	Кабель силовой	<input type="text"/>		По проекту
7	Дистанционный бандаж	SO 79.1	9	
8	Плашечный зажим	SM 2.21	3	
9	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	Для соединения нулевых жил цепей
10	Сталь Ø6 с антикоррозийным покрытием		<input type="checkbox"/> м	ГОСТ2590-88
11	Бандажная лента	COT37	3м	
12	Скрепа	COT36	2	
13	Монтажная рейка	PEK 49	1	
14	Рубильник мачтовый	SZ <input type="text"/>	1	По проекту из каталога ENSTO
15	Табличка (и)	PEM <input type="text"/>	1	
16	Бандажный ремешок	PER 15	8	
17	Заземляющий проводник	ЗП6	1	

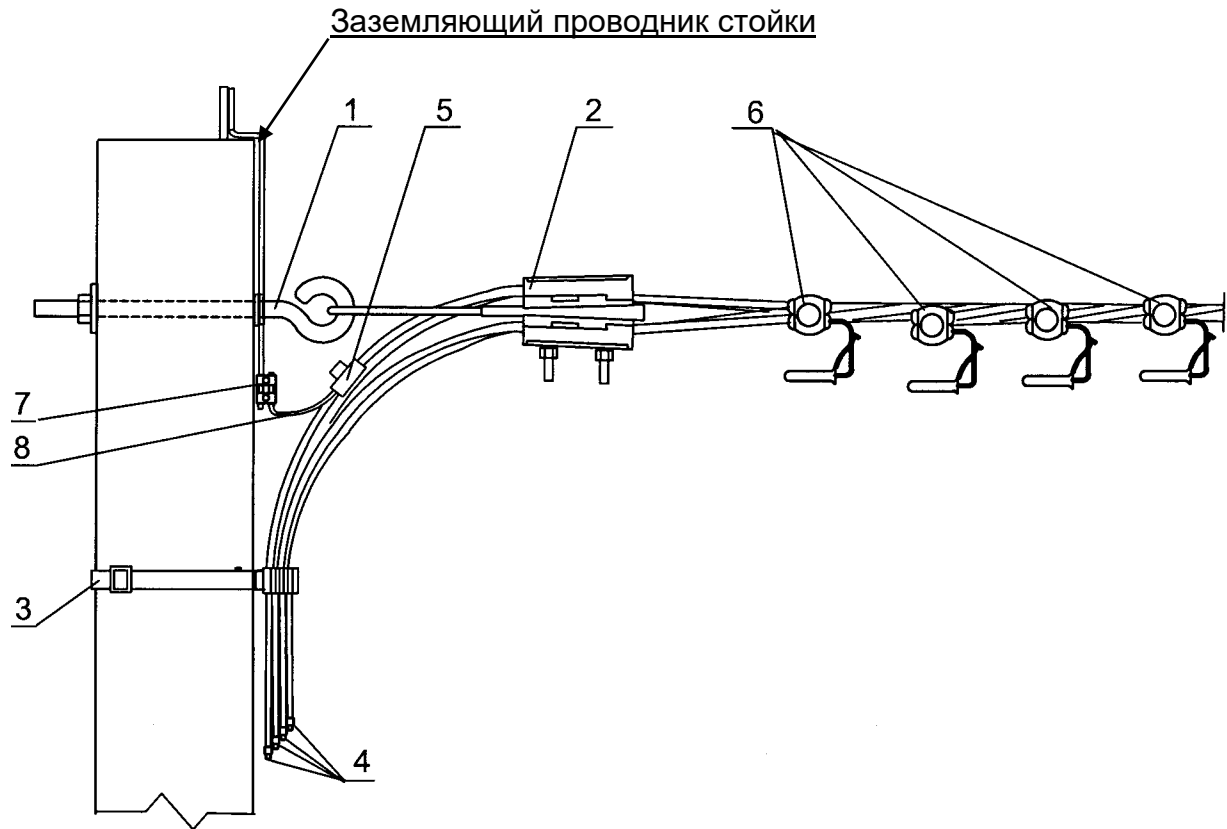
### Установка мачтового рубильника типа SZ для подключения абонента



**Выбор арматуры на одну опору с мачтовым рубильником типа SZ для подключения абонента**

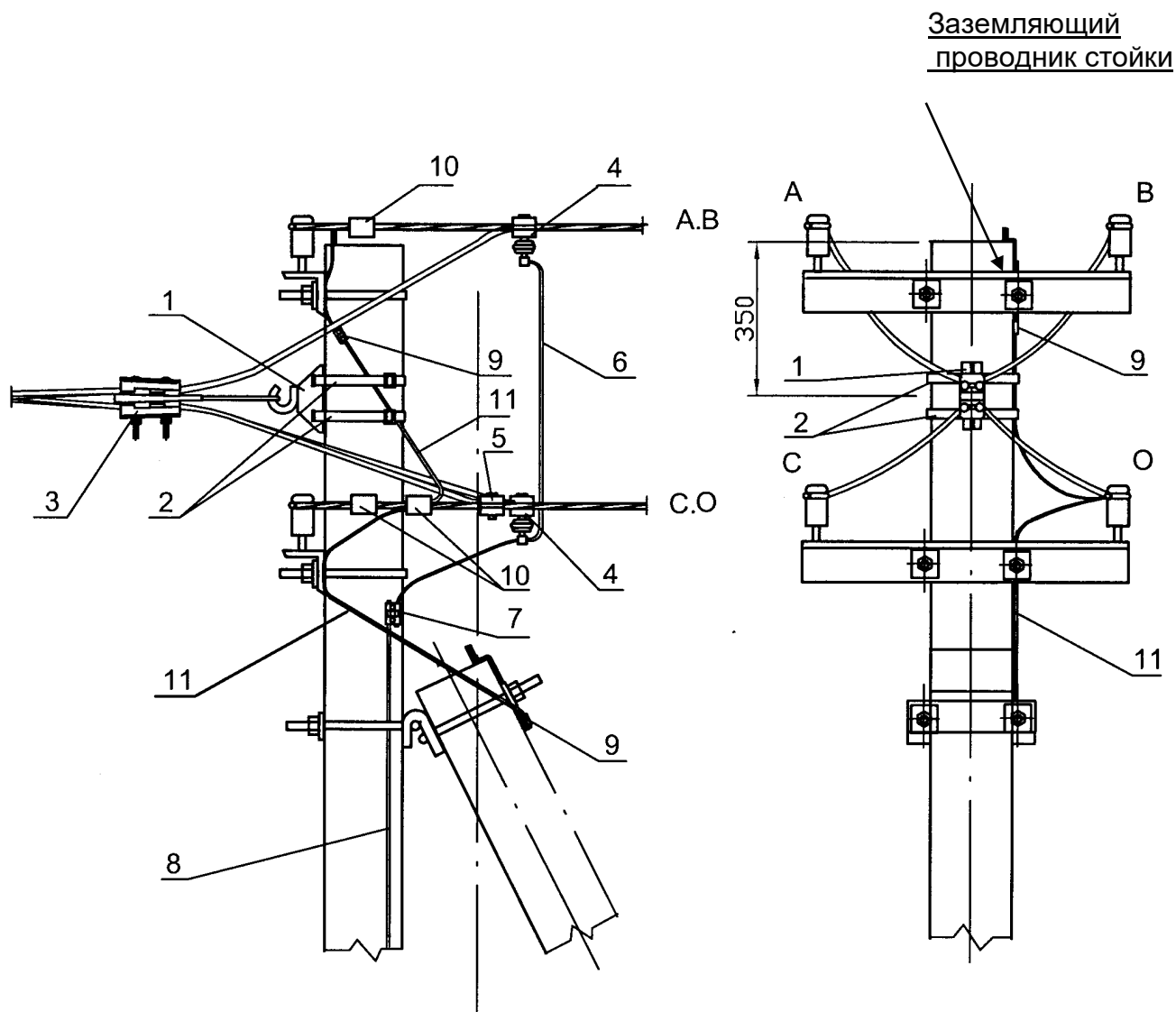
Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Зажим анкерный	SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(16-25)
		SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(35)
		SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(50-120)
3	Зажим поддерживающий	SO 130.02	1	
4	Медный провод неизолирован.	МГ 16	1,0м	ГОСТ 2112-79*
5	Дистанционный бандаж	SO 79.1	8	
6	Плашечный зажим	SM 2.21	2	
7	Зажим прокалывающий	SLIP 22.1	1	
8	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	4	Для соединения нулевых жил цепей
9	Бандажная лента	COT37	3м	
10	Скрепка	COT36	2	
11	Монтажная рейка	PEK 49	1	
12	Рубильник мачтовый	SZ <input type="text"/>	1	По проекту из каталога ENSTO
13	Табличка (и)	PEM <input type="text"/>	1	
14	Заземляющий проводник	ЗП6	1	

**Установка комплекта ST208 для подключения переносного заземления**



Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк сквозной	SOT 21.01	1	
2	Зажим анкерный	SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(16-25)
		SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(25-50)
		SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(50-120)
3	Дистанционный бандаж	SO 79.1	1	
4	Концевые колпачки	PK 99.2595	4	Для сечений: 25 - 120
5	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	
6	Комплект для подключения ПЗ	ST 208	1ком.	
7	Плашечный зажим	SM 2.21	1	
8	Медный провод неизолирован.	МГ 16	0,5м	ГОСТ 2112-79*

**Соединение ВЛ (с неизолированными проводами)  
с ВЛИ (с изолированными проводами)**



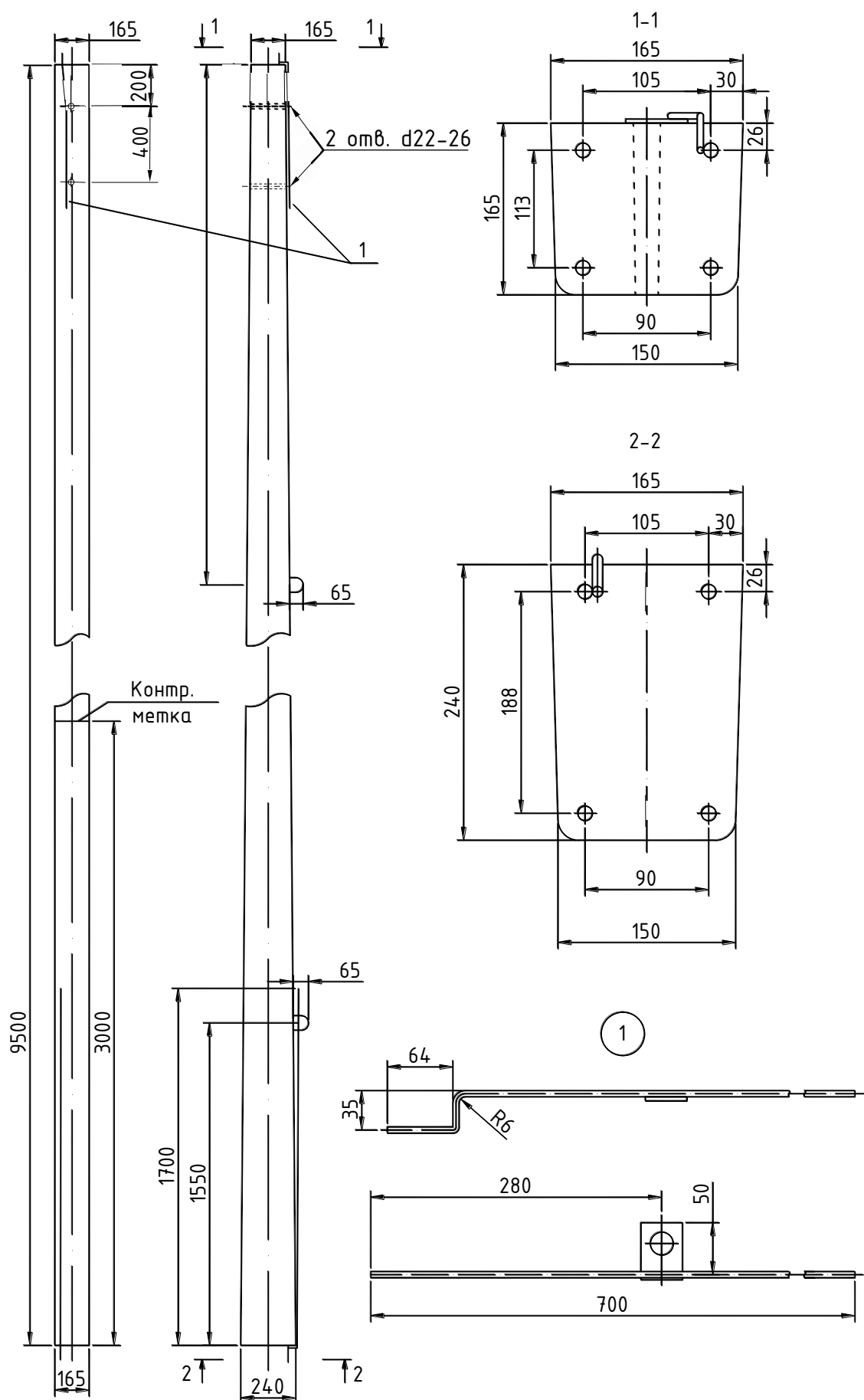
Поз.	Наименование	Обозначение, тип	Кол. шт	Примечание
1	Крюк бандажный	SOT 39	1	
2	Бандажная лента	COT 37	3м	
	Скрепа	COT 36	2	
3	Зажим анкерный (один)	SO 158.1	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(16-25)
		SO 274s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(25-50)
		SO 234s	<input type="checkbox"/>	Для провода 4х(50-120)
4	Ограничитель напряжения	SE 45.275-15	3	
5	Зажим прокалывающий	SLIP 22.127	1	
6	Проводник медный	ПРТЛ16	3,2м	
	изолированный	ГОСТ 2052-80		
7	Плашечный зажим	SM 2.21	1	
8	Спуск к заземляющему	Сталь Ø6	<input type="checkbox"/> м	С антикоррозийном
	устройству	ГОСТ2590-88		покрытием
9	Зажим плашечный	ПС-1-1	2	
10	Зажим плашечный	ПА- <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/>	5	
11	Заземляющий проводник	ЗП 6	1	

**Часть X**

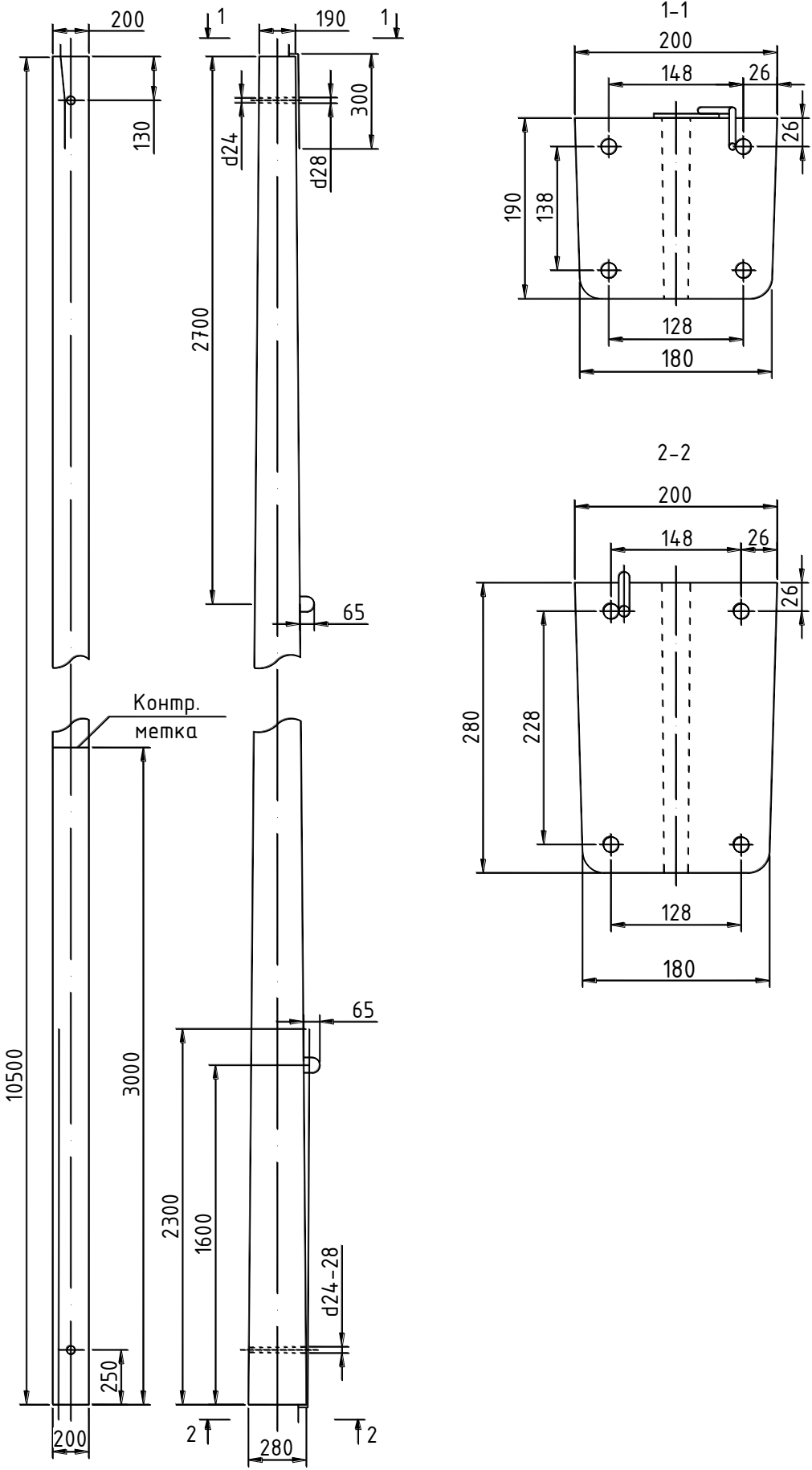
**Стойки железобетонных опор,  
металлоконструкции  
и опорно-анкерные плиты**



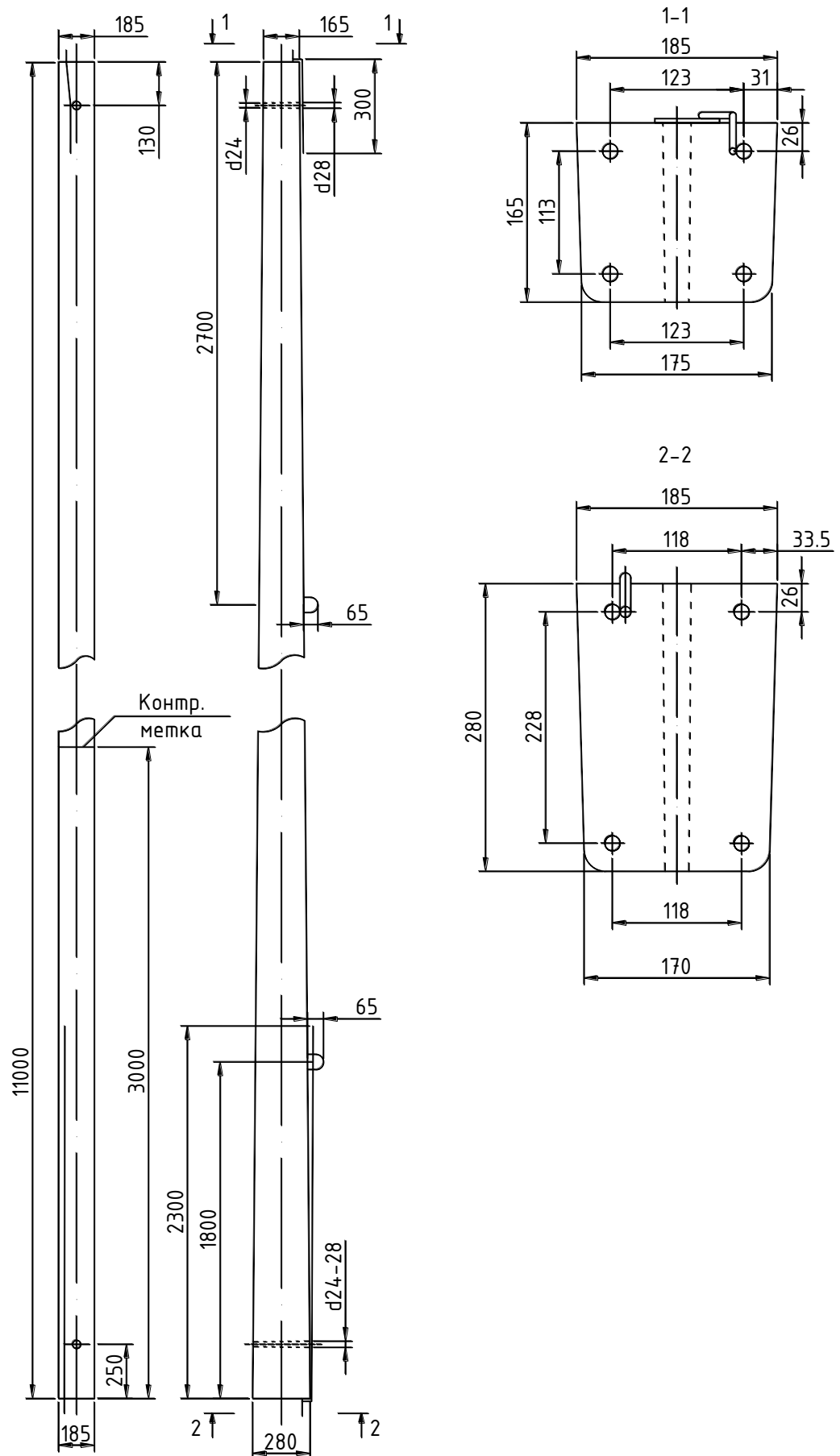
### Железобетонная стойка СВ 95-2а



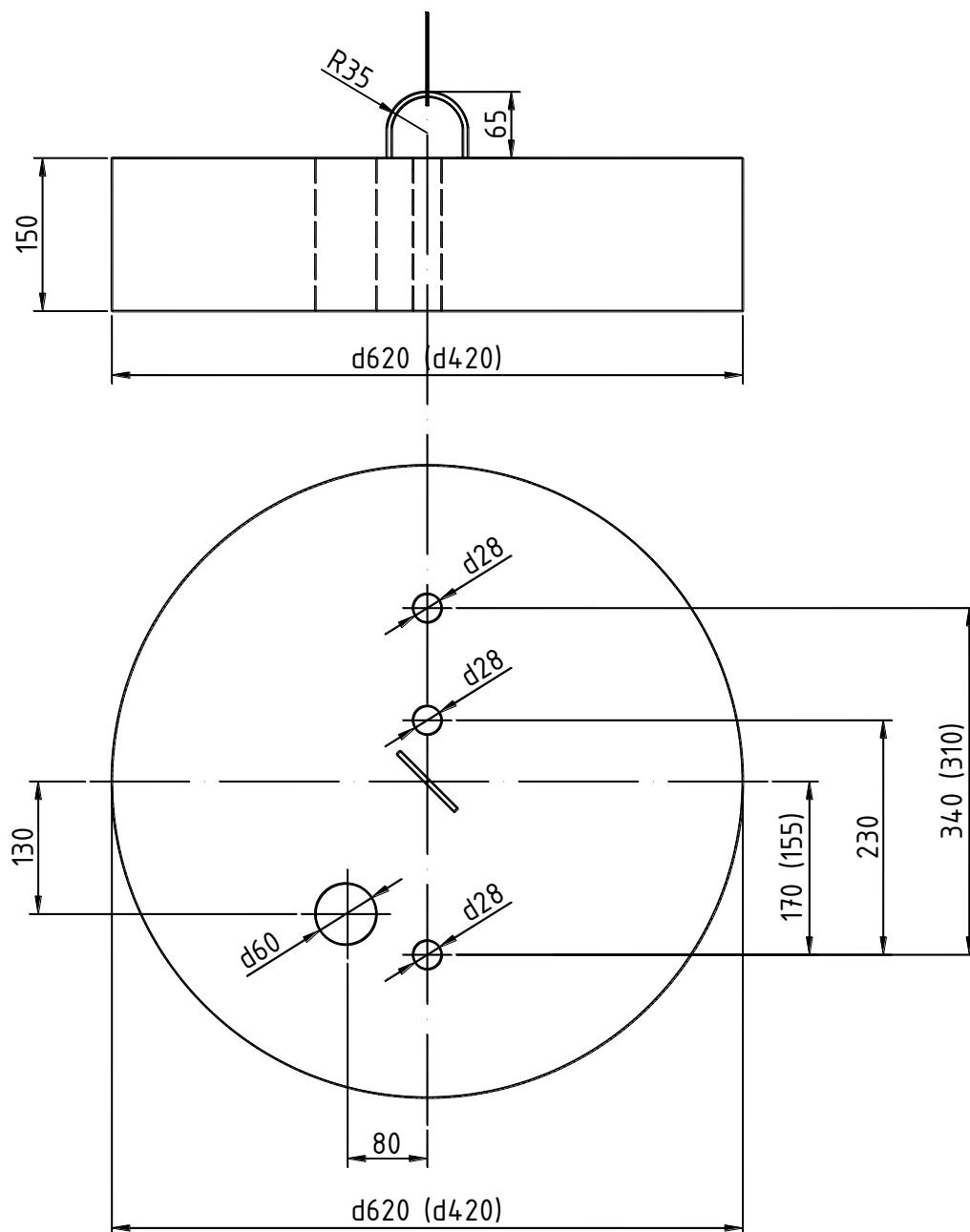
### Железобетонная стойка СВ 105-3,6 и СВ 105-5



### Железобетонная стойка СВ 110-3,5



### Опорно-анкерная плита П-3и и П-4

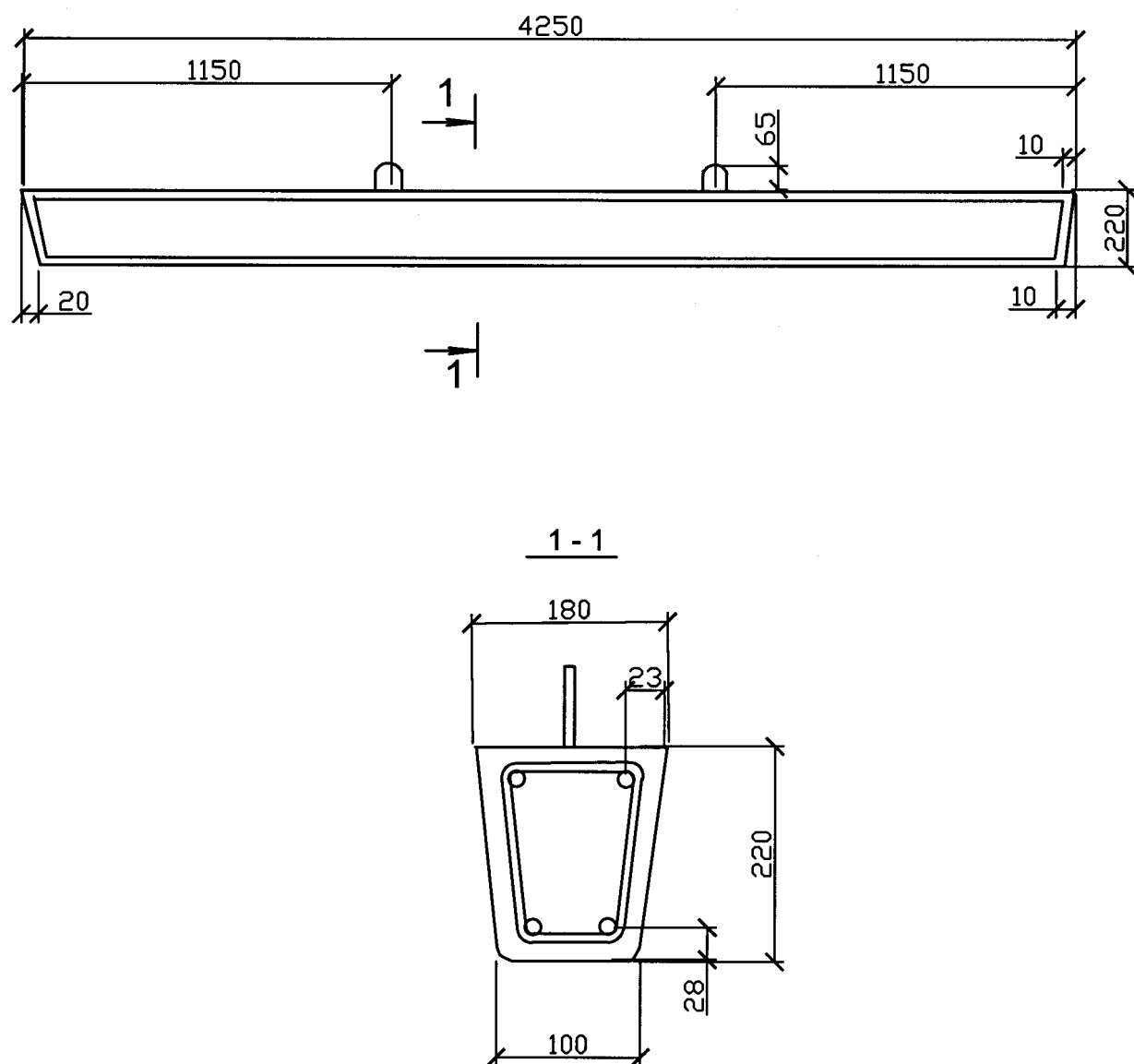


Объём ж. бетона:

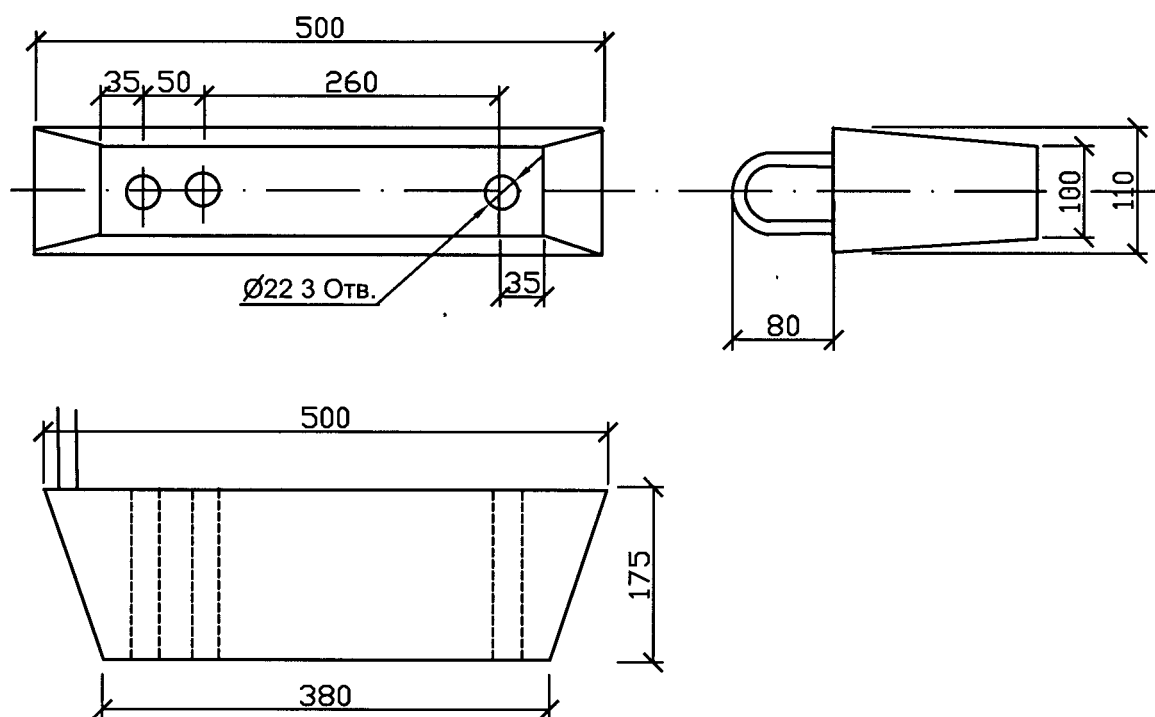
П-3и = 0,05 м<sup>3</sup>

П-4 = 0,02 м<sup>3</sup>

### Железобетонная приставка ПТ 43-2



Объем ж. бетона – 0,13 м<sup>3</sup>

**Ригель Р1-ж**

Объём ж. бетона – 0,008 м<sup>3</sup>



Поз.	Наименование	Количество			Примечание
		У1	У3	У4	
	Детали				
1	Полоса 8х80 ГОСТ103-78*, L=560	1			2,8 кг
	Полоса 8х80 ГОСТ103-78*, L=680		1		3,4кг
	Полоса 8х80 ГОСТ103-78*, L=540			1	2,7 кг
2	Круг 20 ГОСТ2590-88, L=705	1			1,7 кг
	Круг 20 ГОСТ2590-88, L=629		1		1,6кг
	Круг 20 ГОСТ2590-88, L=649			1	1,6 кг
3	Уголок 70х70х6 ГОСТ8509-93, L=300	1			1,9 кг
	Уголок 70х70х6 ГОСТ8509-93, L=265		1		1,7кг
	Уголок 70х70х6 ГОСТ8509-93, L=285			1	1,8 кг
	Стандартные изделия				
4	Болт М20х240 ГОСТ7798-70*	1			
	Болт М20х220 ГОСТ7798-70*		1	1	
5	Гайка М20 ГОСТ5915-70*	3	3	3	

Высота катета сварных швов – 6мм

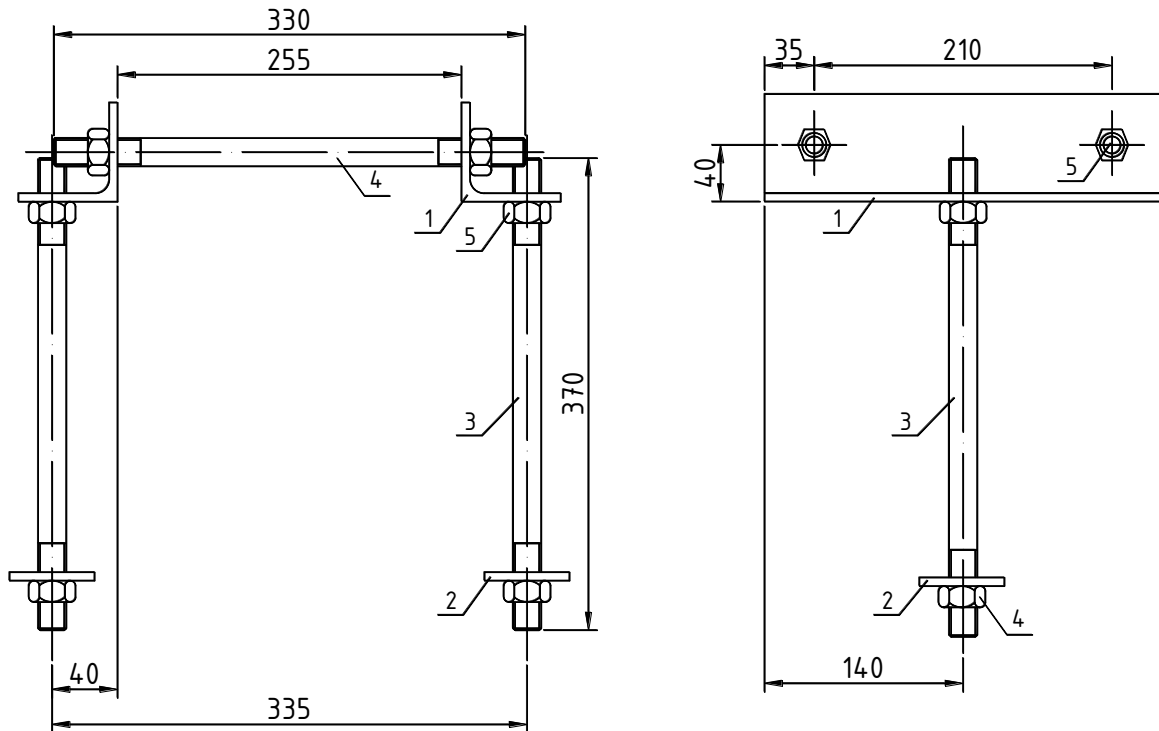
Для крепления подкоса к стойкам опор:

из железобетонных стоек СВ 95-2а – кронштейн У3

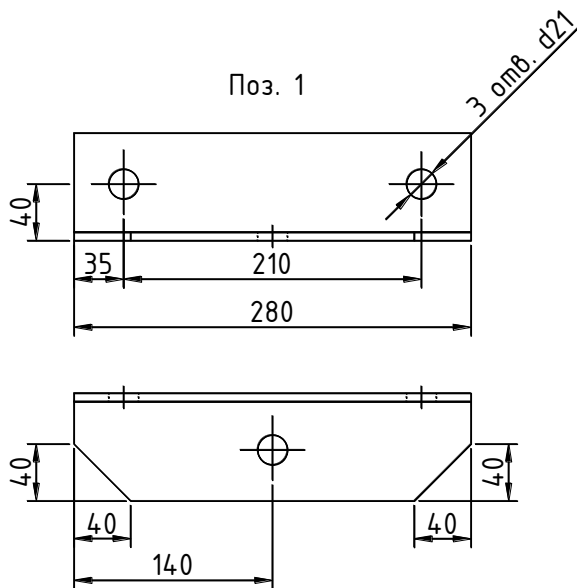
из железобетонных стоек СВ 105-3,6 и СВ 105-5 – кронштейн У4

из железобетонных стоек СВ 110-3,5 – кронштейн У1

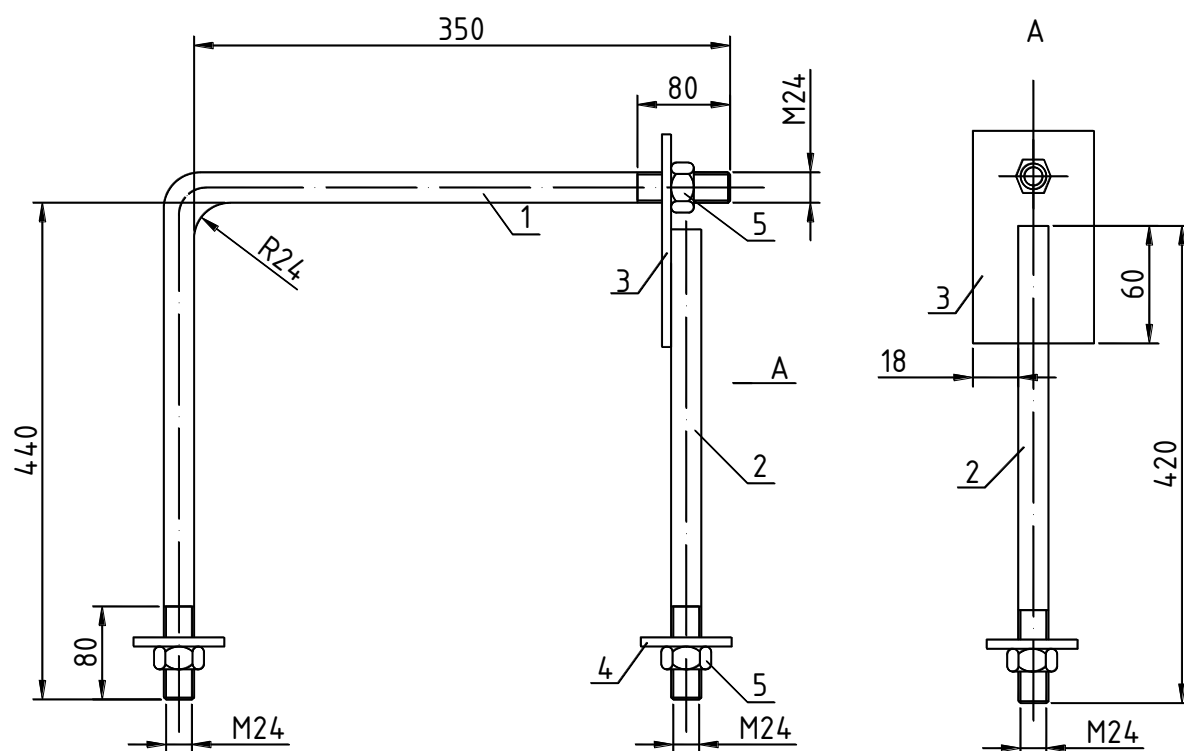


**Крепление плиты Г4**

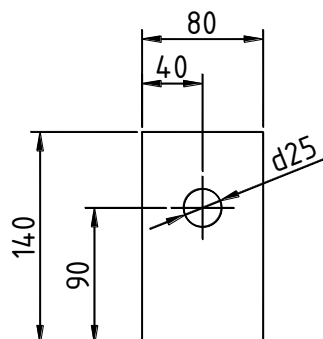
Поз. 1



Поз.	Наименование	Количество	Примечание
	Детали		
1	Уголок 70x70x6 ГОСТ 8509-86	2	1,7 кг
2	Полоса 6x60 ГОСТ 103-76*	2	0,17 кг
3	Круг 20 ГОСТ 2590-88	2	0,9 кг
4	Круг 20 ГОСТ 2590-88	2	0,8 кг
	Стандартные изделия		
5	Гайка М20 ГОСТ 5915-70*	8	

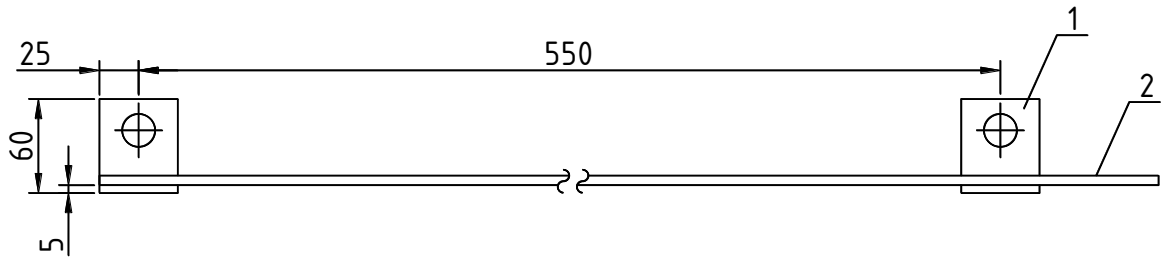
**Стяжка Г1**

Поз. 3

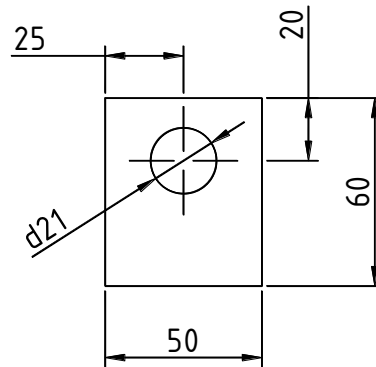


Поз.	Наименование	Количество	Примечание
Детали			
1	Круг 24 ГОСТ 2590-88, L=800	1	2,9 кг
2	Круг 24 ГОСТ 2590-88, L=420	1	1,49 кг
3	Полоса 10x80 ГОСТ 103-76*	1	0,66 кг
4	Полоса 5x50 ГОСТ 103-76*	2	0,1 кг
Стандартные изделия			
5	Гайка М24 ГОСТ 5915-70*	3	

### Заземляющий проводник ЗП6

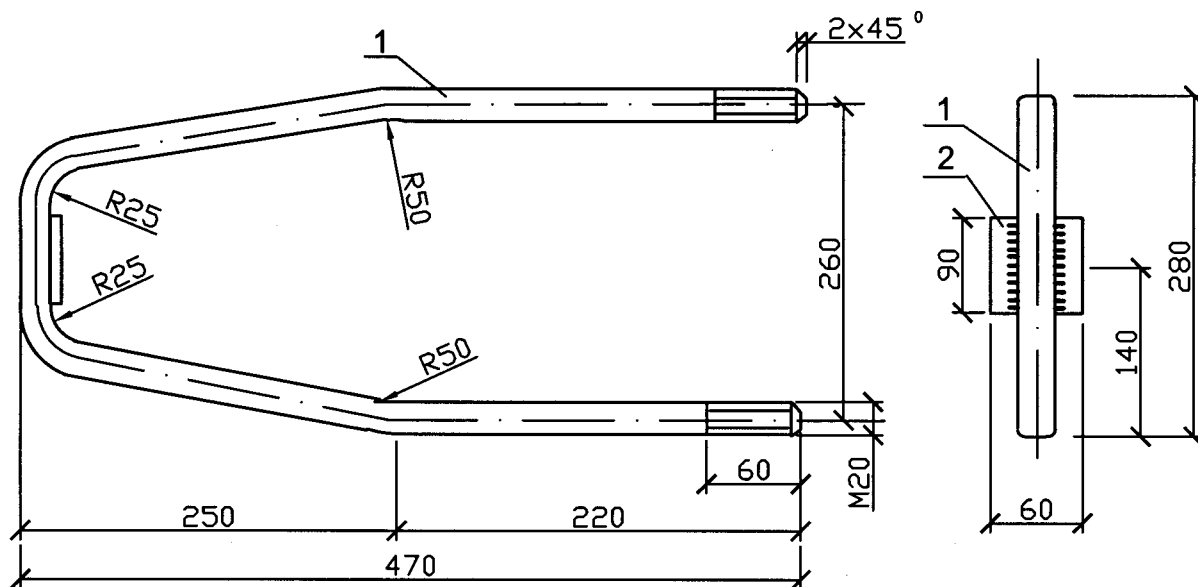


Поз. 1



- 1 Сварка производится электродом Э42А ГОСТ 9467-75.
- 2 Высота катета шва - 3 мм.
- 3 Проводник ЗП6 изготавливается отрезками длиной не менее трех метров.
- 4 Масса ЗП6 дана на один метр.

Поз.	Наименование	Количество	Примечание
	Детали		
1	Полоса 5x50 ГОСТ103-76*, L=60 мм	2	0,12 кг
2	Круг 6 ГОСТ2590-88, L=705 мм	1	0,22 кг

**Хомут X-1а**

Поз.	Наименование	Количество	Примечание
1	Круг 6 ГОСТ2590-88, L=1060 мм	1	2,63 кг
2	Полоса 6x60 ГОСТ103-76*, L=100 мм	1	0,29 кг

## Литература

- 1 Правила устройства электроустановок РК, 2012г. Раздел 11. Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ.
- 2 Правила устройства опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами (СИП). РД 34.РК.20.518–96. Казтехэнерго, 1996 г.
- 3 Правила технической эксплуатации, опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами (СИП). РД 34.РК.20.517–96. Казтехэнерго, 1996 г.
- 4 Железобетонные опоры ВЛ 0,38 кВ типовая серия. 3.407.1–136. Выпуск 1, 3, 4, 5.
- 5 Железобетонные опоры ВЛ 10 кВ. 3.407.1-143, выпуск 1, 2, 7, 8.
- 6 Линейная арматура для самонесущих изолированных проводов ВЛИ до 1 кВ, ENSTO.
- 7 Инструкция по монтажу изолированных линий низкого напряжения. ENSTO.

## ТОО "Казсельэнергопроект"

050009, Республика Казахстан,  
г. Алматы, пр. Абая, 151/115,  
БЦ "Алатау"  
Тел.: +7 (727) 346-83-44  
e-mail: [info@kazsep.kz](mailto:info@kazsep.kz)