ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «БОЛТА»

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
BOLTA- ТП -ЗМ -СПЧ -23

Заземление сторонних токопроводящих конструкций (эстакады, заборы, кабельные металлоконструкции)

2026 г.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «БОЛТА»

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
BOLTA- ТП -ЗМ -СПЧ -23

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

УТВЕРЖДАЮ:
Генеральный директор ООО «БОЛТА»

_____ Т.С. Степанова

2026 г.

Перв. примен.

Справ. №

Содержание

Обозначение	Наименование	Стр.
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Содержание	2
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Общие данные	3
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Рекомендации по расчету заземляющего устройства	4
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Рекомендации по расчету заземляющего устройства. Горизонтальные электролитические электрод.	5
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Расчёт.	6
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. План, Вид А.	7
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Разрез 1-1 (типовая опора). Узел Б(электрод).	8
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Вид В (компенсаторный блок)	9
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Спецификация.	10
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых электродов. Расчёт.	11
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых электродов. План, Вид А.	12
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых электродов. Спецификация.	13
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Расчёт.	14
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. План, Вид Е.	15
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Сечение 2-2, узел Д.	16
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Вид Ж.	17
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Эстакада. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Спецификация.	18
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Молниезащита эстакады. Узел Г.	19
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограда. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. План, Вид Е.	20
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. План.	21
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Вид И, Вид К, Узел Л.	22
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Вид М, Вид Н, Вид П.	23
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Спецификация.	24
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Молниезащита ограждения. Узел Р.	25
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых электродов. Расчёт.	26
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых электродов. Спецификация.	27
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Расчёт.	28
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. План.	29
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Вид Р, Вид У, Узел Ф.	30
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Вид С, Вид Т, Вид Х.	31
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Ограждение. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Спецификация.	32
BOLTA- ТМ-ЗМ-СПЧ-23	Инструкция по монтажу вертикального электрода заземления	33

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA- ТП-ЗМ-СПЧ-23	
Разраб.					Содержание	Лит. / Лист 2 / Листов
Пров.						
Н.контр						ООО «БОЛТА»
Утв.						

Формат А4

Общие данные

1. Вводная часть

1.1 Типовой проект BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23 (далее - ТП) разработан ООО «БОЛТА» (г.Тольятти). ТП выполнен с учетом требований следующих нормативных документов:

- ПУЭ «Правила устройства электроустановок» 7-е издание;
- ПТЭЭП «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- СП 76.13330.2016 «Электрические устройства». Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85;
- ГОСТ Р 50571.5.54-2013/МЭК 60364-5-54:2011 «Заземляющие устройства и защитные проводники»;
- ГОСТ Р МЭК 60050-195-2005 «Заземление и защита от поражения электрическим током. Термины и определения»;
- ГОСТ Р МЭК 62561.2-2014 «Компоненты системы молниезащиты. Часть 2. Требования к проводникам и заземляющим электродам»;
- СТО Газпром 2-1.11-170-2007 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и коммуникаций ПАО «Газпром»;
- РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений";
- Другие справочные и нормативные документы.

2. Содержание ТП

2.1 В проекте представлены узлы, детали и расчеты системы заземления и молниезащиты сторонних токопроводящих конструкций, таких как:

2.1.1 Кабельные эстакады и металлоконструкции для прокладки кабелей;

2.1.2 Ограждение, по которому прокладываются кабельные линии;

3. Область применения

3.1 Материалы альбома предназначены для выполнения расчетов, проектных и монтажных работ по организации устройства заземления и молниезащиты сторонних токоповодящих конструкций.

3.2 В альбоме представлены материалы для организации заземляющего устройства на основе вертикальных штыревых электродов и горизонтальных электролитических электродов. Комплекты горизонтального электролитического заземления используются на объектах, где ограничена возможность применения глубинных вертикальных электродов (вечная мерзлота или скальные породы на небольшой глубине).

4. Основные положения

4.1 Устройство заземления - система, позволяющая защитное заземление и зануление электрооборудования. Она включает в себя следующие устройства:

- Заземляющий проводник - часть заземляющего устройства, предназначенная для электрического соединения нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением с заземлителем;
- Заземлитель - проводник или совокупность соединённых между собой проводников, находящихся в электрическом контакте с землёй непосредственно или через проводящую среду. В данном случае используется заполнитель грунтовый SX-3;
- Заземляющий контур - заземляющий проводник в виде замкнутой петли вокруг здания в земле или на её поверхности.

Перв. примен.

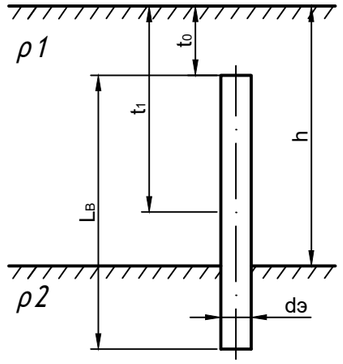
Справ. №

Рекомендации по расчету заземляющего устройства

1. Выбор длины и материала электрода осуществляется в соответствии с требованиями ПУЭ, а также в зависимости от геологического строения грунтов, плотности застройки в зоне установки электрода, технико-экономических показателей или технического задания заказчика.
2. Расстояние между электродами должно быть больше или равно их длине.
3. Подключение электрода к горизонтальному заземлителю осуществляется при помощи зажима универсального крестообразного (болтовое соединение).
4. Для расчета сопротивления заземляющего устройства применяется методика по справочникам А.А.Федорова «Справочник по электроснабжению промышленных предприятий» и Е.Г. Титова «Проектирование электроустановок жилых и общественных зданий и сооружений»:

1) В случае наличия на объекте двухслойного грунта, сначала необходимо рассчитать его эквивалентное удельное сопротивление (согласно справочнику Е.Г. Титова):

$$\rho_{гр} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot L_B}{\rho_1 \cdot (t_0 + k \cdot L_B - h) + \rho_2 \cdot (h - t_0)}, \text{ где}$$



ρ_1 - удельное электрическое сопротивление верхнего слоя грунта, Ом·м;

ρ_2 - удельное электрическое сопротивление нижнего слоя грунта, Ом·м;

$k = 1$ при $\rho_1 > \rho_2$ и $k = 1{,}2$, при $\rho_1 < \rho_2$;

L_B - длина электрода, м;

t_0 - глубина погружения электрода от поверхности земли, м;

h - толщина верхнего слоя грунта, м.

Значения удельных сопротивлений слоев грунта выбираются согласно инженерно-геологическим изысканиям в предполагаемом месте монтажа электродов. При отсутствии значений удельных сопротивлений грунтов можно воспользоваться таблицей усредненных значений удельных сопротивлений грунтов в Приложении А.

2) Согласно справочнику под ред. А.А.Федорова:

Сопротивление одиночного вертикального электрода *:

$$R_B = \frac{\rho_{гр}}{2 \cdot \pi \cdot L_B} \cdot \left(\ln\left(\frac{2 \cdot L_B}{d_э}\right) + \frac{1}{2} \ln\left(\frac{4 \cdot t_1 + L_B}{4 \cdot t_1 - L_B}\right)\right),$$

где $t_1 = t_0 + \frac{1}{2} \cdot L_B$;

$d_э$ - диаметр электрода, м;

t_1 - средняя глубина погружения электрода от поверхности земли, м.

https://bolta.pro/calc
Online калькулятор расчёта контура заземления

3) Количество необходимых вертикальных электродов:

$n = \frac{R_B}{R_н}$, где n - количество электродов, шт. (всегда округляется до большего целого);

$R_н$ - нормируемое сопротивление заземляющего устройства, Ом.

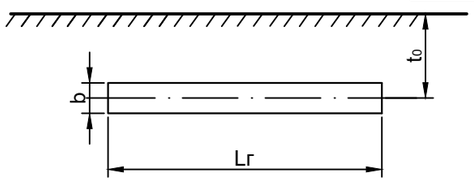
4) Суммарное сопротивление вертикальных электродов:

$$R_\sum = \frac{R_B}{n \cdot K_{ив}}, \text{ где}$$

$K_{ив}$ - коэффициент использования (экранирования) вертикальных заземлителей (см. таблицу 1).

5) Сопротивление горизонтального заземлителя:

$$R_г = \left(\frac{\rho_{гр}}{2 \cdot \pi \cdot L_г}\right) \cdot \ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0}\right), \text{ где}$$



$R_г$ - сопротивление горизонтального заземлителя, Ом;

$L_г$ - длина горизонтального заземлителя, м;

b - ширина полосы или двойной диаметр круглого горизонтального заземлителя, м.

6) Суммарное сопротивление горизонтальных заземлителей:

$$R_{\sum г} = \frac{R_г \cdot K}{K_{иг}}, \text{ где}$$

$K_{иг}$ - коэффициент использования горизонтального заземляющего проводника (см. таблицу 1).

K - климатический коэффициент сезонности (см. таблицу 2);

7) Полное сопротивление заземляющего устройства:

$$R = \frac{R_\sum \cdot R_{\sum г}}{R_\sum + R_{\sum г}}.$$

При получении значения $R > R_н$ необходимо увеличить количество электродов (n) и/или длину электрода (L_B) и повторить расчеты пока не получится $R \leq R_н$.

Таблица 1 - Значения коэффициента использования (экранирования) заземлителей

Для горизонтальных заземлителей								Для вертикальных заземлителей							
Количество заземлителей, шт.	Расположение заземлителей в ряд: Отношение расстояния между заземлителями к их длине			Количество заземлителей, шт.	Расположение заземлителей по контуру: Отношение расстояния между заземлителями к их длине			Количество заземлителей, шт.	Расположение заземлителей в ряд: Отношение расстояния между заземлителями к их длине			Количество заземлителей, шт.	Расположение заземлителей по контуру: Отношение расстояния между заземлителями к их длине		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3		1	2	3
4	0,77	0,89	0,92	4	0,45	0,55	0,70	2	0,86	0,91	0,94	4	0,69	0,78	0,85
5	0,74	0,86	0,90	5	0,40	0,48	0,64	3	0,78	0,87	0,91	6	0,62	0,73	0,80
8	0,67	0,79	0,85	8	0,36	0,43	0,60	5	0,70	0,81	0,87	10	0,55	0,69	0,76
10	0,62	0,75	0,82	10	0,34	0,40	0,56	10	0,59	0,75	0,81	20	0,47	0,64	0,71
20	0,42	0,56	0,68	20	0,27	0,32	0,45	15	0,54	0,71	0,78	40	0,41	0,58	0,67
30	0,31	0,46	0,58	30	0,24	0,30	0,41	20	0,49	0,68	0,77	60	0,39	0,55	0,65
50	0,21	0,36	0,49	50	0,21	0,28	0,37	–	–	–	–	100	0,36	0,52	0,62
65	0,20	0,34	0,47	70	0,20	0,26	0,35	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	100	0,19	0,24	0,33	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 2 - Значение климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта, К

Горизонтальный заземлитель	Климатическая зона			
	I	II	III	IV
Значение коэф. - К при L=2-3 м	1,9	1,65	1,5	1,3
Значение коэф. - К при L=2-3 м	5,75	4	2,25	1,75
Средняя многолетняя низшая температура (январь)	от -20 до -15°С	от -14 до -10°С	от -10 до 0°С	от 0 до +5°С
Средняя многолетняя высшая температура (июль)	от +15 до +18°С	от +18 до +22°С	от +22 до +24°С	от +24 до +26°С

Примечание:

* - расчет сопротивления одиночного вертикального электрод приведен без учета климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта.

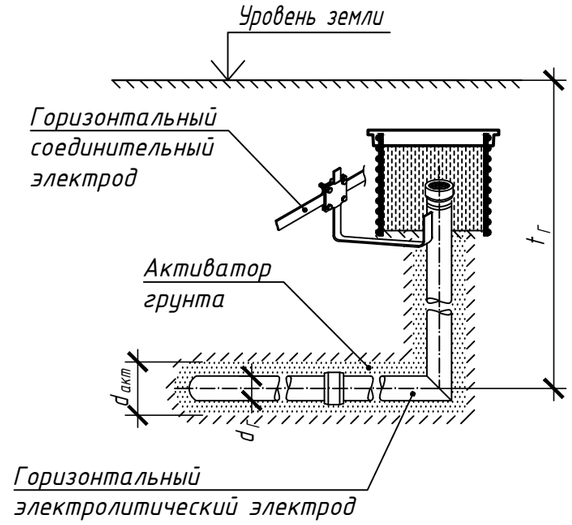
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Рекомендации по расчету заземляющего устройства	Лит.	Лист 4 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Формат А4

Перв. примен.
Справ. №

Рекомендации по расчету заземляющего устройства на основе горизонтальных электролитических электродов.

1. Выбор длины и материала электрода осуществляется в соответствии с требованиями ПУЭ, а также в зависимости от геологического строения грунтов, плотности застройки в зоне установки электрода, технико-экономических показателей или технического задания заказчика.
2. Расстояние между электродами должно быть больше или равно их длине.
3. Подключение электрода к горизонтальному заземлителю осуществляется при помощи зажима универсального крестообразного (болтовое соединение).
4. Для расчета сопротивления заземляющего устройства применяется методика по справочникам:
   - 4.1. «Справочник по электроснабжению промышленных предприятий» А.А.Федорова;
   - 4.2. «Проектирование электроустановок жилых и общественных зданий и сооружений» Е.Г. Титова;
   - 4.3. «Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации заземлений в установках проводной связи и радиотрансляционных узлов Издательство «Связь» МОСКВА 1971».



1. Горизонтальные электролитические электроды применяются как правило в случаях когда применение вертикальных штыревых или электролитических электродов затруднено из за особенностей грунтов: неглубокое залегание скальных пород, вечная мерзлота и т.п. Горизонтальные электроды располагаются в одном слое грунта, что позволяет не считать эквивалентное сопротивление двухслойного грунта.
2. Сопротивление растеканию одиночного горизонтального элетролитического электрода:

$$R_{ГЭ} = 0{,}37 \cdot C_{ас} \cdot K_2 \cdot \frac{\rho_{гр}}{l_Г} \cdot \left[lg \frac{2 \cdot L_Г}{d_Г} + lg \frac{L_Г}{2 \cdot t_Г} + \frac{\rho_{акт}}{\rho} \cdot lg \frac{d_{акт}}{d_Г} \right] \text{(Ом)}$$

Где:

$C_{ас}$=0,125- Коэффициент понижения сопротивления активного соляного электрода, получаемый за счёт замены околоэлектродного грунта низкоомным катализатором и образования электролита из соляного наполнителя, способствующих лучшему растеканию тока и снижению сопротивления окружающего грунта;

K_2 - Коэффициент промерзания, учитывающий сезонные колебания температуры грунта для горизонтальных заземлителей (см.табл.2 лист 13)

ρ - Удельное сопротивление грунта Ом·м;

$\rho_{акт}$ =2,5 Ом - Удельное сопротивление актватора грунта Ом·м;

$t_Г$ - Глубина прокладки электрода м;

$L_Г$ - Длина горизонтального электрода м;

$d_Г$ - Наружный диаметр электрода м;

$d_{акт}$ - Наружный диаметр активатора м;

3. Количество необходимых горизонтальных электролитических электродов:

$$n = \frac{R_{ГЭ}}{R_Н \cdot K_и}$$

Где:

n - количество электродов, шт. (всегда округляется до большего целого);

$R_Н$ - нормируемое сопротивление заземляющего устройства, Ом.

$K_и$ - коэффициент использования (экранирования) заземлителей (см. табл. 1 лист 13).

4. Суммарное сопротивление горизонтальных электролитических электродов:

$$R_\Sigma = \frac{R_{ГЭ}}{n \cdot K_и}$$

Примечание:

* - расчет сопротивления одиночного горизонтального электролитического электрода приведен без учета климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта.

https://bolta.pro/calc
Online калькулятор расчёта контура заземления

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Рекомендации по расчету заземляющего устройства. Горизонтальные электролитические электроды	Лит.	Лист 5 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Расчёт заземляющего устройства опоры эстакады

Пример расчета контура заземления для опоры эстакады.
Расчёт для варианта заземляющего устройства с вертикальными и горизонтальными электродами.
Исходные данные:
Удельное сопротивление грунта - 200 Ом·м. Климатическая зона - II.
Задача: обеспечить сопротивление контура заземления не более 30 Ом.
Решение: используя формулы на листе 4, рассчитаем сопротивление заземляющего устройства.

Выполняем расчёт:

1) Сопротивление одиночного вертикального электрода длиной 9,0 м.:

$$R_B = \frac{\rho_{гр}}{2 \cdot П \cdot L_B} \cdot \left(ln\left(\frac{2 \cdot L_B}{d_э}\right) + \frac{1}{2} ln\left(\frac{4 \cdot t_1 + L_B}{4 \cdot t_1 - L_B}\right)\right) =$$

$$= \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 9} \cdot \left(ln\left(\frac{2 \cdot 9}{0,016}\right) + \frac{1}{2} ln\left(\frac{4 \cdot 5,2+9}{4 \cdot 5,2-9}\right)\right) = 33,12 \text{ Ом}$$

где $t_1 = t_0 + \frac{1}{2} \cdot L_B = 0,7 + \frac{1}{2} \cdot 9 = 5,2$ м.

2) Количество необходимых вертикальных электродов:

Принимаем n= 1 шт.,

3) Сопротивление горизонтального заземлителя. Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах: медная полоса 25 х 3 мм, катанка медная 10 мм или сталь полосовая оцинкованная 40 х 4 мм. Делаем расчёт сопротивления каждого варианта. В дальнейших расчётах берём вариант с наибольшим сопротивлением горизонтального заземлителя, считая что при удовлетворении наибольшего варианта нормативному значению - остальные варианты тоже будут рабочими.

Длина горизонтального заземлителя равна 12 м (по 6 м до середин смежных пролётов)

3.1) Горизонтальный заземлитель - катанка медная 10 мм.

$$R_г = \left(\frac{\rho_{гр}}{2 \cdot П \cdot L_г}\right) \cdot ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0}\right) = \left(\frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 12}\right) \cdot ln\left(\frac{12^{\,2}}{0,001 \cdot 0,7}\right) = 32,47 \text{ Ом.}$$

3.2) Горизонтальный заземлитель - медная полоса 25 х 3.

$$R_г = \left(\frac{\rho_{гр}}{2 \cdot П \cdot L_г}\right) \cdot ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0}\right) = \left(\frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 12}\right) \cdot ln\left(\frac{12^{\,2}}{0,02 \cdot 0,7}\right) = 24,52 \text{ Ом.}$$

3.3) Горизонтальный заземлитель - стальная полоса 40 х 4 мм.

$$R_г = \left(\frac{\rho_{гр}}{2 \cdot П \cdot L_г}\right) \cdot ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0}\right) = \left(\frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 12}\right) \cdot ln\left(\frac{12^{\,2}}{0,04 \cdot 0,7}\right) = 22,68 \text{ Ом.}$$

4) Сопротивление горизонтальных заземлитлей с учетом коэффициента использования:
Из расчёта сопротивления горизонтального заземлителя (п.3) следует что наибольшее сопротивление имеет заземлитель из катанки медной ⌀10 мм. В дальнейших расчётах применяем этот вариант, считая что при удовлетворении наибольшего варианта нормативному значению - остальные варианты тоже будут рабочими.

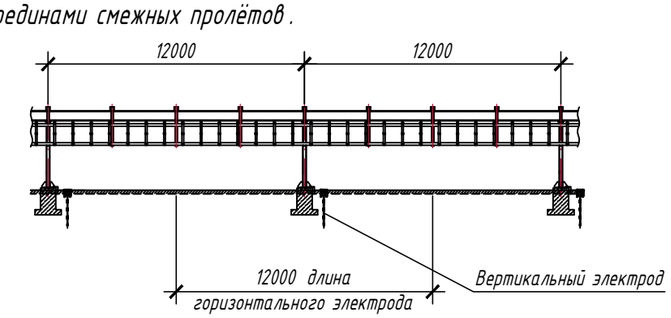
4.1) Горизонтальный заземлитель - катанка медная 10 мм.

$$R_{\sum г} = \frac{R_г \cdot K}{K_{иг}} = \frac{32,47 \cdot 1,65}{0,64} = 83,7 \text{ Ом.}$$

5) Полное сопротивление заземляющего устройства:

$$R = \frac{R_{\sum} \cdot R_{\sum г}}{R_{\sum} + R_{\sum г}} = \frac{33,12 \cdot 83,7}{33,12 + 83,7} = 23,73 \text{ Ом} < 30 \text{ Ом.}$$

Итого: Заземляющее устройство для каждой опоры эстакады состоит из одного вертикального электрода длиной 9 м и горизонтального длиной 12 м. Т.к. горизонтальный электрод соединяет вертикальные электроды заземления смежных опор, то длину горизонтального электрода принимаем как расстояние между серединами смежных пролётов.



https://bolta.pro/calc
Online калькулятор расчёта контура заземления

Примечание:
* - Применение заполнителя грунтового SX-3 позволяет пренебречь сезонной корректировкой. Расчет сопротивления одиночного вертикального электрода приведен без учета климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта;

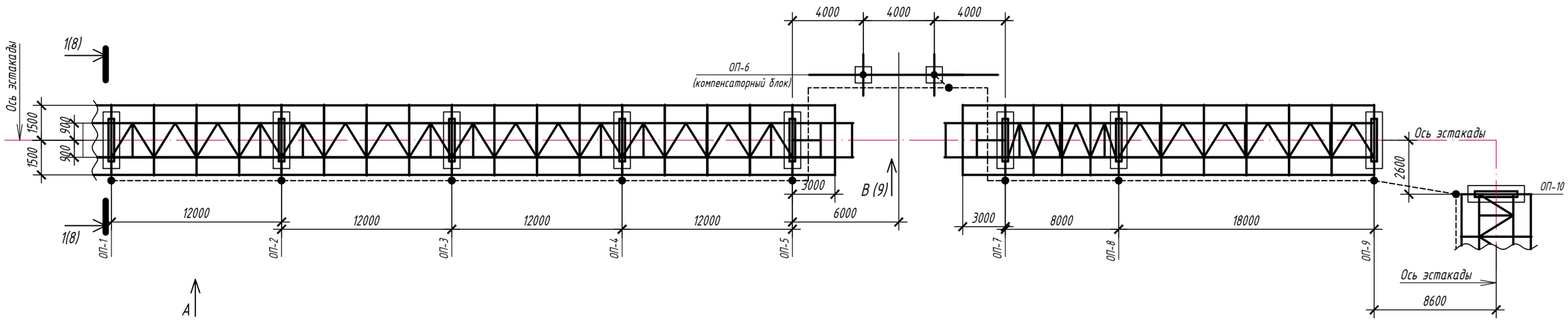
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Расчёт.	Лит.	Лист 6 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

Копировал | Формат А3

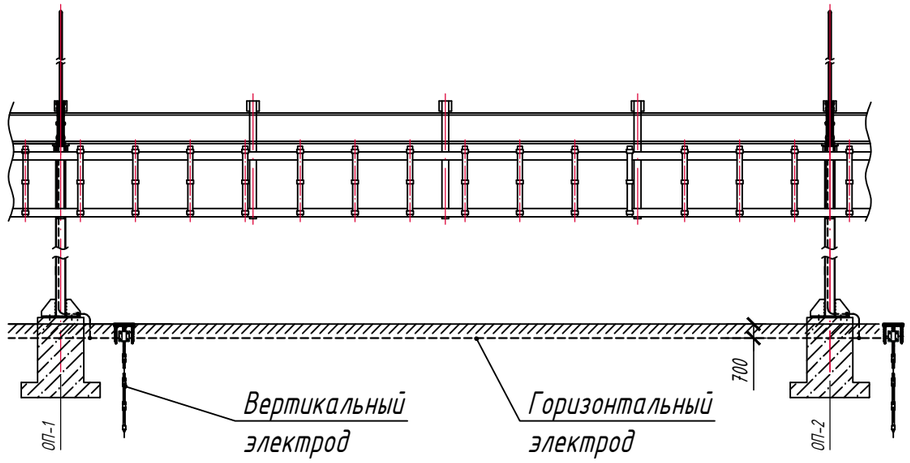
Перв. примен.

Справ. №

План



Вид А



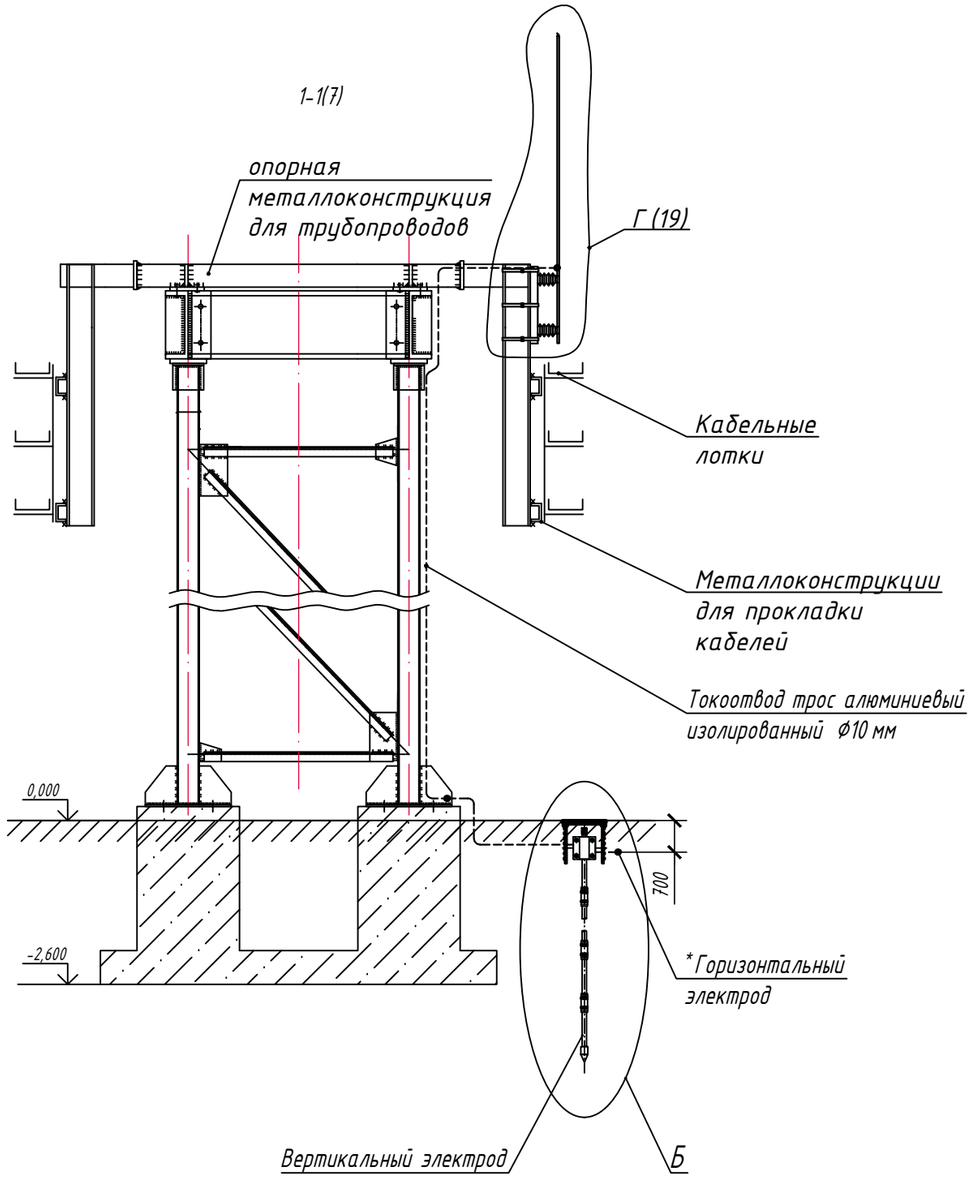
Система уравнивания потенциалов должна объединять между собой все проводящие части эстакады, а также проложенные на ней коммуникации из металличесших трубопроводов и кабельные металлоконструкции. Каждая опора эстакады соединяется с вертикальным заземлителем стальной полосой 4 х 40 при помощи болтового соединения. Для уравнивания потенциалов между опорами, вертикальные заземлители должны быть соединены между собой горизонтальным заземлителем. В случаях, когда невозможно выполнить горизонтальный заземлитель система уравнивания потенциалов замыкается через проводник, проложенный непосредственно по конструкциям эстакады. Допускается в роли проводника использовать конструкции эстакады, в том случае если гарантируется электрическая проводимость всех соединений от заземлителя одной опоры до заземлителя соседней опоры с суммарным сопротивлением не более 3,5 Ом.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA- ТП -ЗМ -СПЧ -23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. План, Вид А.	Лит.	Лист 7 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

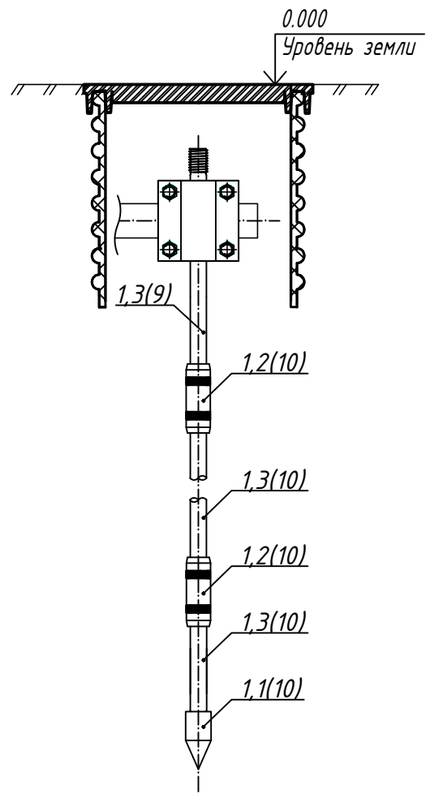
Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №



Узел Б



*В данном варианте представлен случай металлической эстакады. Заземляющий проводник соединяется с металлоконструкцией опоры. Заземление остальных токопроводящих частей (кабельные лотки, м/к для трубопроводов и т.д.) осуществляется присоединением к конструкциям металлической эстакады. За исключением молниеприёмника системы молниезащиты, он должен быть соединён с заземлителем при помощи отдельного токоотвода. Если эстакады выполнена из железобетона или иного материала то заземляющий проводник от заземлителя должен соединяться непосредственно с металлоконструкциями для прокладки кабелей и с металлическими трубопроводами.

*В случае, когда прокладка горизонтального заземлителя невозможна, заземляющее устройство выполняется на основе только вертикальных электродов. Соединение между собой вертикальных электродов в целях уравнивания потенциалов выполняется отдельным проводником по металлоконструкциям эстакады или посредством электрической проводимости самих металлоконструкций при наличии сосответствующей проводимости.

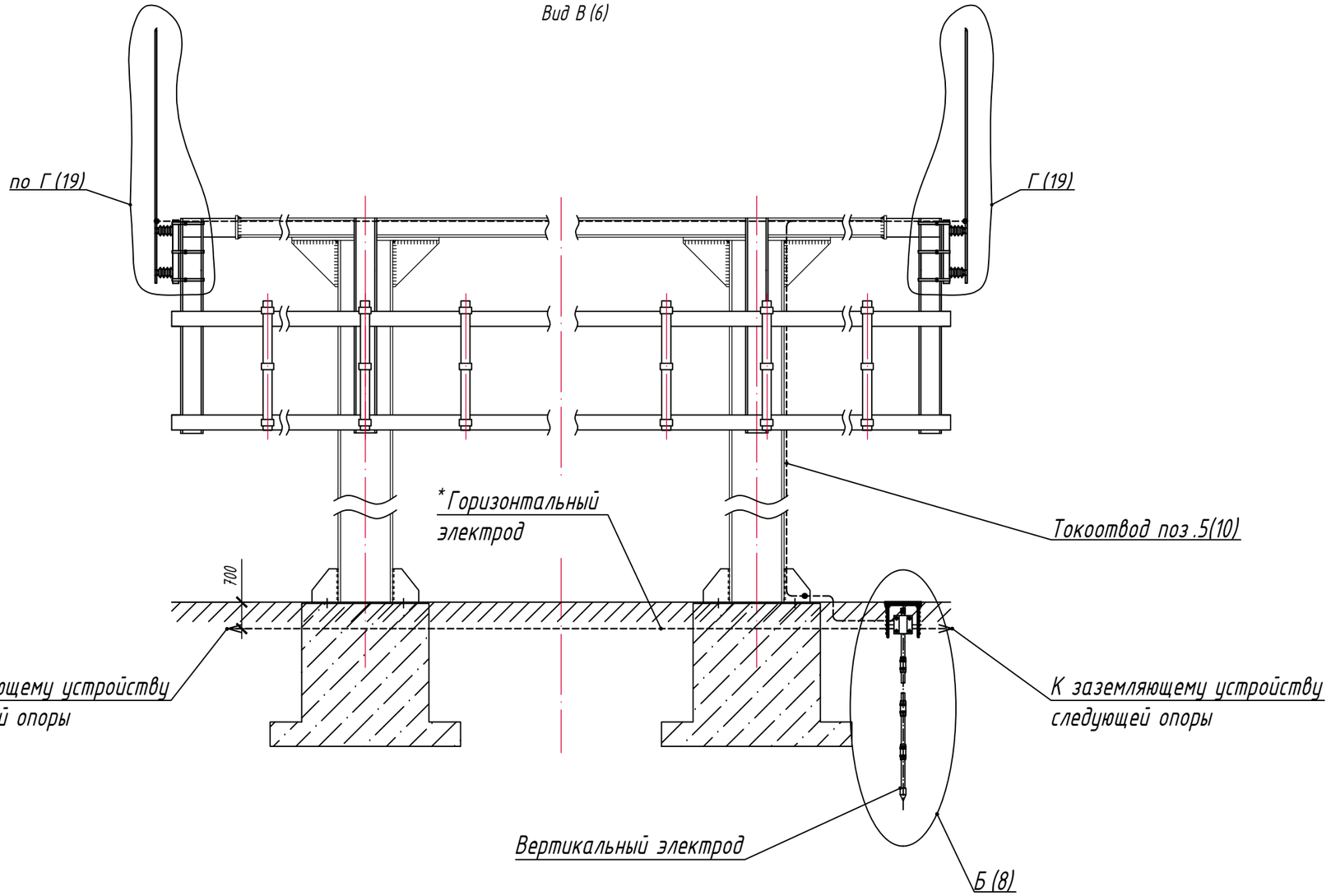
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Разрез 1-1 (типовая опора). Узел Б (электрод).	Лит.	Лист 8 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Вид В (6)



*В случае, когда прокладка горизонтального заземлителя невозможна, заземляющее устройство выполняется на основе только вертикальных электродов. Соединение между собой вертикальных электродов в целях уравнивания потенциалов выполняется отдельным проводником по металлоконструкциям эстакады или посредством электрической проводимости самих металлоконструкций при наличии соответствующей проводимости.

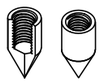
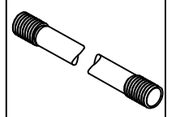
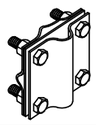
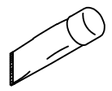
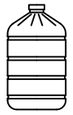
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA- ТП -ЗМ -СПЧ -23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Вид В (компенсаторный блок)	Лит.	Лист 9 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

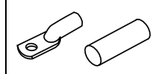
Копировал Формат А3

Перв. примен.

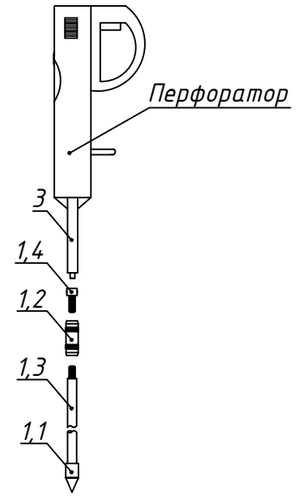
Справ. №

Спецификация материалов, необходимых для заземляющего устройства эстакады.

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1			Типовой вертикальный электрод заземления	10	компл.
В один комплект вертикального электрода входит:					
1,1		4002	Стартовый наконечник М-16	1	шт.
1,2		3003	Муфта соединительная МС-16	6	шт.
1,3		630902	Стержень заземления СЗН-16-1500	6	шт.
1,4		5002	Болт удароприёмный БУ-16	1	шт.
1,5		КР-315	Колодец смотровой ревизионный	1	шт.
1,6		631102	Зажим универсальный крестообразный ЗУК-Н	1	шт.
1,7		630702	Лента гидроизоляционная, длина 1 м, ширина 150 мм	1	шт.
1,8			Паста контактная проводящая	0,2	тюбик
1,9		SX-3	Заполнитель грунтовый	4/1	кг / бут.

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
2			Катанка медная Ø10 мм*	110	м
3		SDS-Max	Насадка на перфоратор	1	шт.
4		178547	Комплект заделки изолированного токоотвода в составе: наконечник медный луженый, термоусаживаемая муфта.	10	шт.
5		112359	Трос алюминиевый изолированный Ø10 мм	100	м

Порядок монтажа вертикального электрода



*Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах (см. расчёт лист 4):

1. Медная полоса 25 х 3 мм (арт.765530);
2. Катанка медная 10 мм;
3. Сталь полосовая оцинкованная 40 х 4 мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-3М-СПЧ-23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Спецификация.	Лит.	Лист 10 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Расчёт заземляющего устройства опоры эстакады

Пример расчета контура заземления для опоры эстакады.
Расчёт для варианта заземляющего устройства только с вертикальными электродами.
Исходные данные:
Удельное сопротивление грунта – 200 Ом·м. Климатическая зона – II.
Задача: обеспечить сопротивление контура заземления не более 30 Ом.
Решение: используя формулы на листе 4, рассчитаем сопротивление заземляющего устройства.

Выполняем расчёт:

Принимая во внимание предыдущий расчёт заземляющего устройства (см. лист 5), где сопротивление вертикального электрода длиной L=9 м составляло R_B=33,12 Ом. В данном расчёте берём длину электрода больше: L=12 м.

1) Сопротивление одиночного вертикального электрода длиной 12,0 м.:

$$R_B = \frac{P_{гр}}{2 \cdot П \cdot L_B} \cdot \left(ln\left(\frac{2 \cdot L_B}{d_э}\right) + \frac{1}{2} ln\left(\frac{4 \cdot t_1 + L_B}{4 \cdot t_1 - L_B}\right)\right) =$$

$$= \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 12} \cdot \left(ln\left(\frac{2 \cdot 12}{0,016}\right) + \frac{1}{2} ln\left(\frac{4 \cdot 6,7+12}{4 \cdot 6,7-12}\right)\right) = 25,86 \text{ Ом*}$$

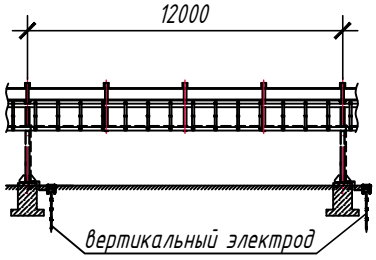
где $t_1 = t_0 + \frac{1}{2} \cdot L_B = 0,7 + \frac{1}{2} \cdot 12 = 6,7$ м.

2) Количество необходимых вертикальных электродов:

Принимаем n= 1 шт.,

Итого: Заземляющее устройство для каждой опоры эстакады состоит из одного вертикального электрода длиной 12 м.

https://bolta.pro/calc
Online калькулятор расчёта контура заземления



Примечание:
* – Применение заполнителя грунтового SX-3 позволяет пренебречь сезонной корректировкой. Расчет сопротивления одиночного вертикального электрода приведен без учета климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта;

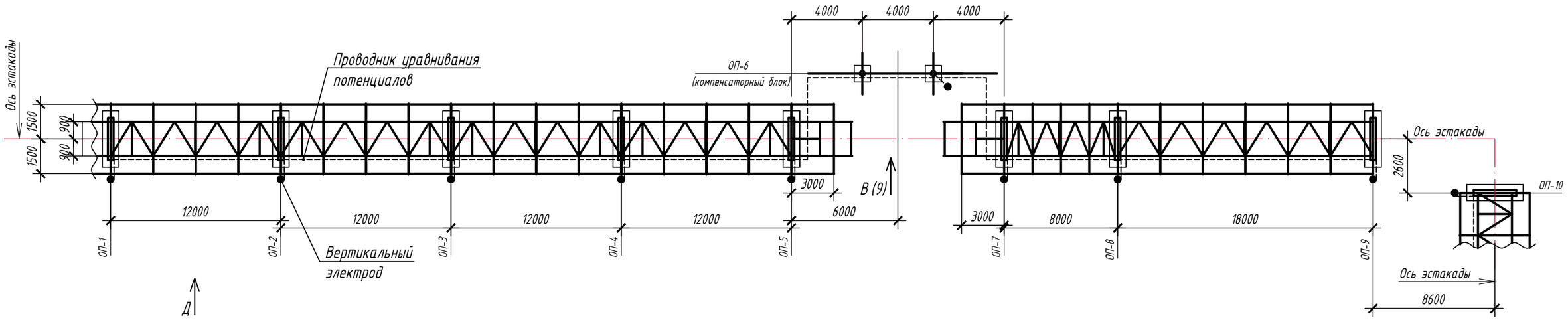
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых электродов. Расчёт.	Лит.	Лист 11 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

Копировал Формат А3

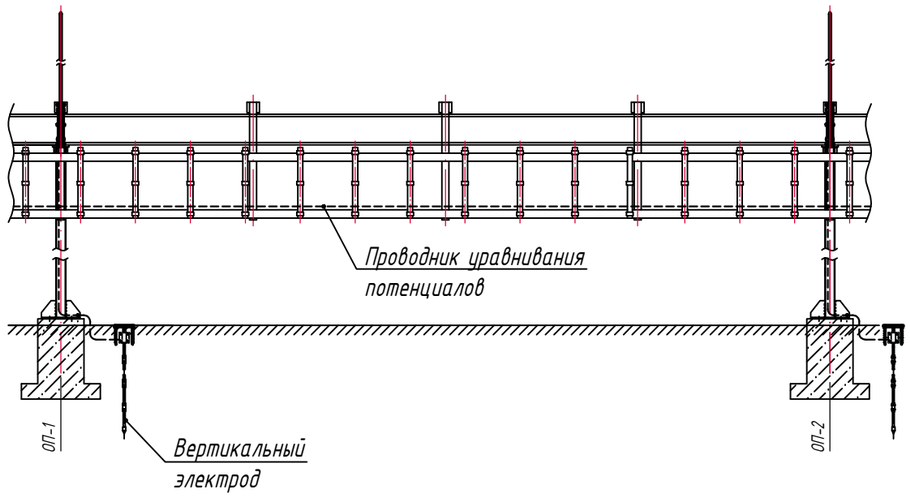
Перв. примен.

Справ. №

План



Вид Д



1. Вариант заземляющего устройства без горизонтальных электродов. Заземляющее устройство без горизонтальных электродов допускается применять при невозможности прокладки горизонтального заземлителя, как правило в этом случае для создания нормируемого сопротивления возникает необходимость увеличивать длину или количество вертикальных электродов (см. лист 10).
2. Система уравнивания потенциалов должна объединять между собой все проводящие части эстакады, а также проложенные на ней коммуникации из металличесших трубопроводов и кабельные металлоконструкции. Каждая опора эстакады соединяется с вертикальным заземлителем стальной полосой 4х40 при помощи болтового соединения. Система уравнивания потенциалов замыкается через проводник, проложенный непосредственно по конструкциям эстакады. Допускается в роли проводника использовать конструкции эстакады, в том случае если гарантируется электрическая проводимость всех соединений от заземлителя одной опоры до заземлителя соседней опоры с суммарным сопротивлением не более 3,5 Ом.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых электродов. План, Вид Д.	Лит.	Лист 12 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

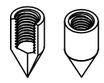
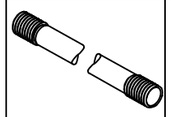
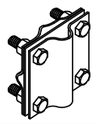
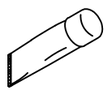
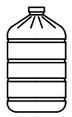
Копировал

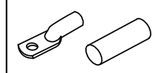
Формат А3

Перв. примен.

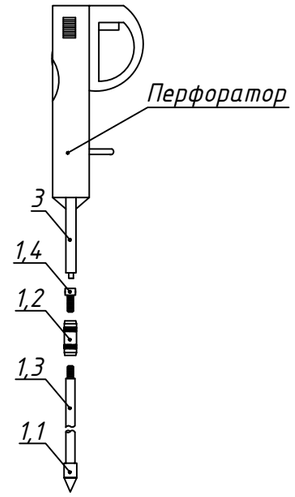
Справ. №

Спецификация материалов, необходимых для заземляющего устройства эстакады.

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1			Типовой вертикальный электрод заземления	10	компл.
В один комплект вертикального электрода входит:					
1,1		4002	Стартовый наконечник М-16	1	шт.
1,2		3003	Муфта соединительная МС-16	8	шт.
1,3		630902	Стержень заземления СЗН-16-1500	8	шт.
1,4		5002	Болт удароприёмный БУ-16	1	шт.
1,5		КР-315	Колодец смотровой ревизионный	1	шт.
1,6		631102	Зажим универсальный крестообразный ЗУК-Н	1	шт.
1,7		630702	Лента гидроизоляционная, длина 1 м, ширина 150 мм	1	шт.
1,8			Паста контактная проводящая	0,2	тюбик
1,9		SX-3	Заполнитель грунтовый	4/1	кг / бут.

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
2		SDS-Max	Насадка на перфоратор	1	шт.
3		178547	Комплект заделки изолированного токоотвода в составе: наконечник медный луженый, термоусаживаемая муфта.	10	шт.
4		112359	Трос алюминиевый изолированный ⌀10 мм	100	м

Порядок монтажа вертикального электрода



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-3М-СПЧ-23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых электродов. Спецификация.	Лит.	Лист 13 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.
Справ. №

Расчёт электролитического заземляющего устройства эстакады

Комплекты горизонтального электролитического заземления используются на объектах, где ограничена возможность применения глубинных вертикальных электродов (вечная мерзлота или скальные породы на небольшой глубине)

Пример расчета контура заземления для опоры эстакады.

Исходные данные:

Грунт двухслойный:

Верхний слой - супесь с суглинком (толщина 1,0м), ρ=200 Ом·м

Нижний слой - скала, ρ=4000 Ом·м

Климатическая зона - II.

Задача: обеспечить сопротивление контура заземления не более 30 Ом.

Решение: используя формулы на листе 5, рассчитаем сопротивление заземляющего устройства. Принимаем длину электролитического электрода $L_Г$=2,5 м

Выполняем расчёт:

1. Эквивалентное удельное сопротивление грунта:
В данном варианте на глубине больше 1м. скальные грунты, сильно затрудняющие применение вертикальных заземлителей, следовательно применяем горизонтальные элекролитические электроды. Глубина залегания такого электрода не превышает 1,0 м, следовательно для расчёта применяем сопротивление только верхнего слоя грунта ρ=200 Ом·м.

2. Сопротивление одиночного вертикального электрода длиной 2,5 м.:

$$R_{ГЭ} = 0{,}37 \cdot C_{ас} \cdot K_2 \cdot \frac{\rho_{гр}}{l_Г} \cdot \left[lg\,\frac{2 \cdot L_Г}{d_Г} + lg\,\frac{L_Г}{2 \cdot t_Г} + \frac{\rho_{акт}}{\rho} \cdot lg\,\frac{d_{акт}}{d_Г} \right] =$$

$$= 0{,}37 \cdot 0{,}125 \cdot 1{,}45 \cdot \frac{200}{2{,}5} \cdot \left[lg\,\frac{2 \cdot 2{,}5}{0{,}06} + lg\,\frac{3}{2 \cdot 0{,}7} + \frac{2{,}5}{200} \cdot lg\,\frac{0{,}25}{0{,}06} \right] = 11{,}7 \text{ Ом}$$

3. Количество необходимых горизонтальных электролитических электродов:

$$n = \frac{R_{ГЭ}}{R_Н \cdot K_и} = \frac{11{,}7}{30 \cdot 0{,}94} = 0{,}415 \approx 1 \text{ шт.}$$

Где:

n - количество электродов, шт. (всегда округляется до большего целого);

$R_Н$ - нормируемое сопротивление заземляющего устройства, Ом;

$K_и$ - коэффициент использования (экранирования) заземлителей (см. табл. 1 лист 5).

4. Сопротивление горизонтального электролитического электрода с учетом коэффициента использования:

$$R_Σ = \frac{R_{ГЭ}}{n \cdot K_и} = \frac{11{,}7}{1 \cdot 0{,}94} = 12{,}44 \text{ Ом}$$

5. Сопротивление горизонтального соединительного проводника. Поскольку электролитический электрод проложен в непосредственной близости от горизонтального электрода, в расчётах принимаем длину горизонтального электрода только на участке где он не совпадает с электролитическим электродом. Следовательно длина горизонтального заземлителя равна 9,5 м

Горизонтальный заземлитель (соединительный проводник) - катанка медная 10 мм.

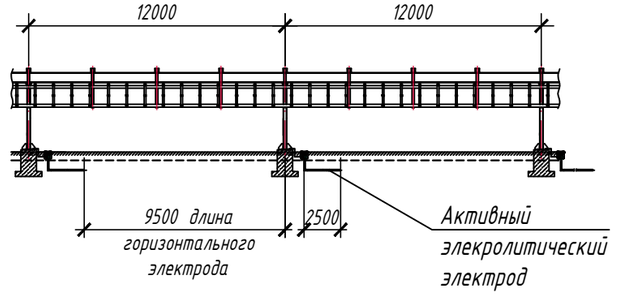
$$R_г = \left(\frac{\rho_{гр}}{2 \cdot П \cdot L_г} \right) \cdot ln\left(\frac{L_г{}^2}{b \cdot t_0} \right) = \left(\frac{200}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 9{,}5} \right) \cdot ln\left(\frac{9{,}5^2}{0{,}001 \cdot 0{,}7} \right) = 39{,}45 \text{ Ом.}$$

$$R_{\sum г} = \frac{R_г \cdot K}{K_{иг}} = \frac{39{,}45 \cdot 1{,}65}{0{,}94} = 84{,}5 \text{ Ом.}$$

5) Полное сопротивление заземляющего устройства:

$$R = \frac{R_\sum \cdot R_{\sum г}}{R_\sum + R_{\sum г}} = \frac{12{,}44 \cdot 84{,}5}{12{,}44 + 84{,}5} = 10{,}85 \text{ Ом} < 30 \text{ Ом.}$$

Итого принимаем заземляющее устройство одной опоры эстакады из одного 2,5 метрового электролитического электрода горизонтального исполнения и горизонтального заземлителя эффективной длиной 9,5 м.



https://bolta.pro/calc
Online калькулятор расчёта контура заземления

Примечание:

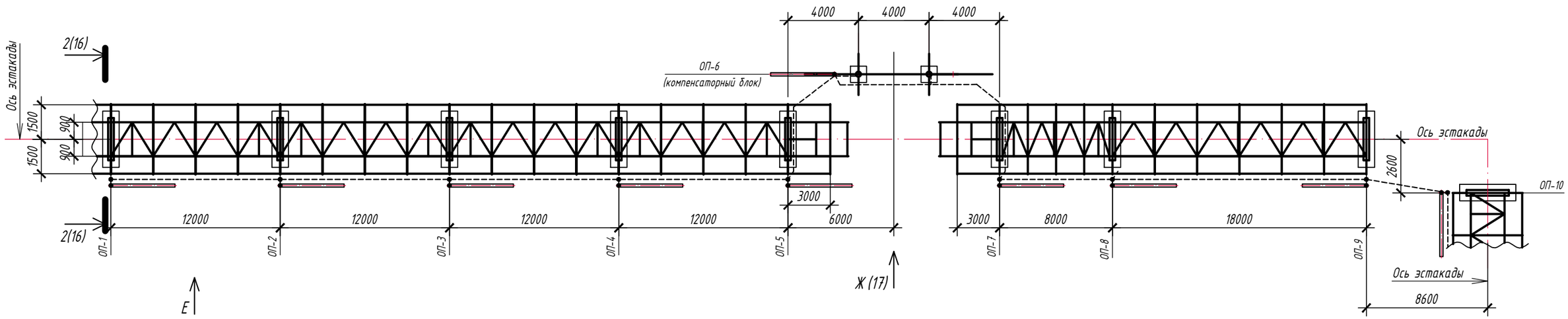
* - Применение заполнителя грунтового SX-3 позволяет пренебречь сезонной корректировкой. Расчет сопротивления одиночного вертикального электрода приведен без учета климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЭМ-СПЧ-23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Расчёт.	Лит.	Лист 14 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

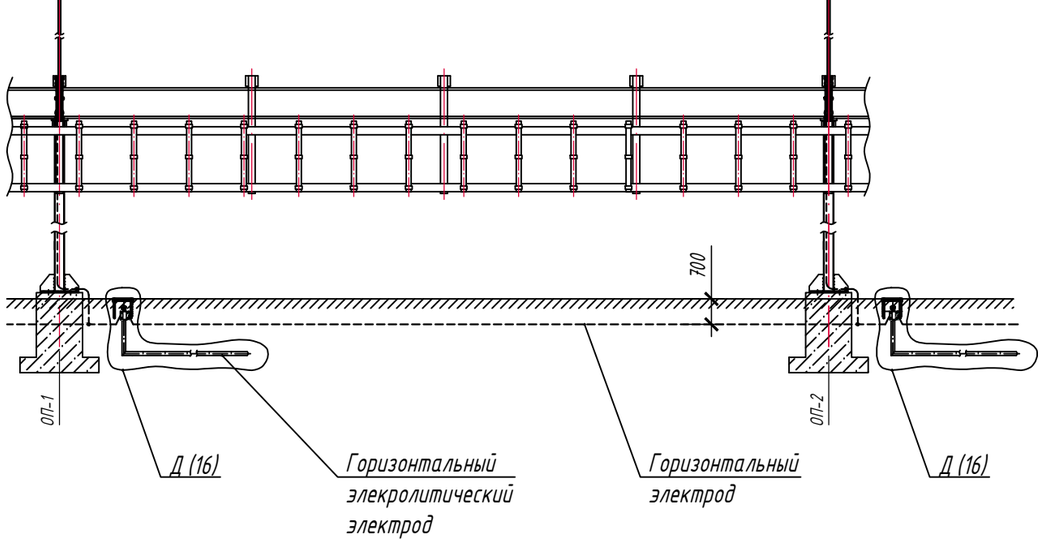
Копировал Формат А3

Перв. примен.
Справ. №

План



Вид Е



1. Вариант заземления эстакады с использованием горизонтальных электролитических электродов. Комплекты горизонтального электролитического заземления используются на объектах, где ограничена возможность применения глубинных вертикальных электродов (вечная мерзлота или скальные породы на небольшой глубине)
2. Система уравнивания потенциалов должна объединять между собой все проводящие части эстакады, а также проложенные на ней коммуникации из металлических трубопроводов и кабельные металлоконструкции. Каждая опора эстакады соединяется с вертикальным заземлителем стальной полосой 4 х 40 при помощи болтового соединения. Для уравнивания потенциалов между опорами, вертикальные заземлители должны быть соединены между собой горизонтальным заземлителем.
3. В случаях, когда невозможно выполнить горизонтальный заземлитель система уравнивания потенциалов замыкается через проводник, проложенный непосредственно по конструкциям эстакады. Допускается в роли проводника использовать конструкции эстакады, в том случае если гарантируется электрическая проводимость всех соединений от заземлителя одной опоры до заземлителя соседней опоры с суммарным сопротивлением не более 3,5 Ом.

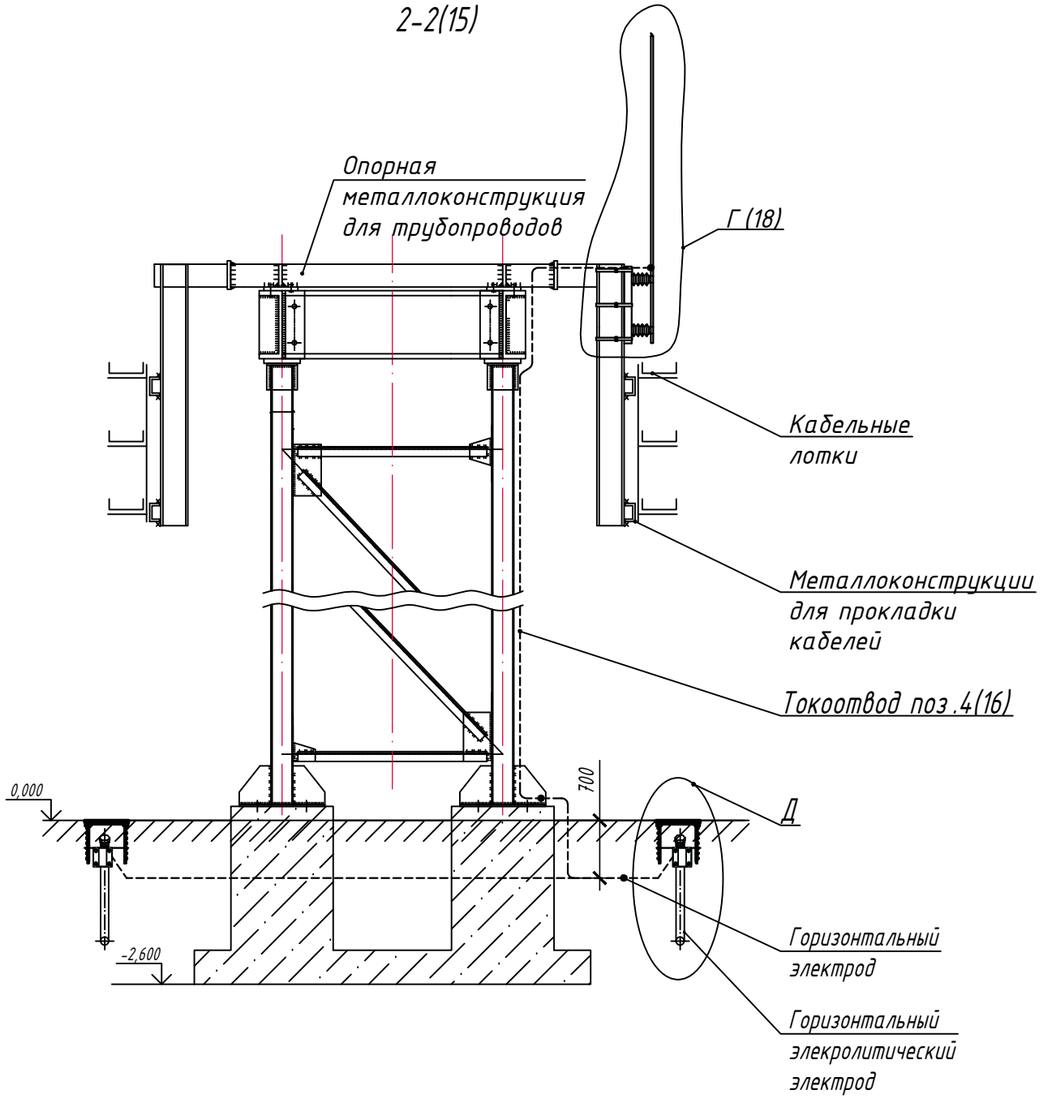
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA- ТП -ЗМ -СПЧ -23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. План, Вид Е.	Лит.	Лист 15 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал Формат А3

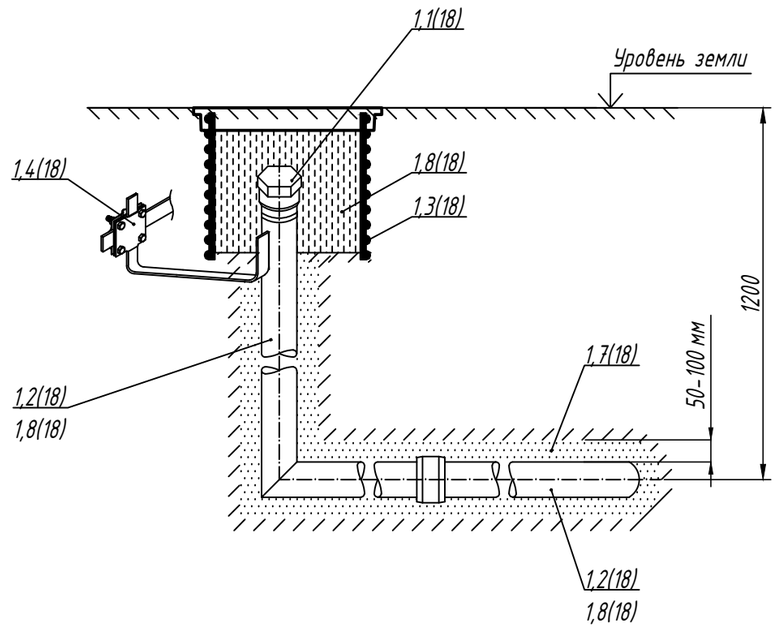
Перв. примен.

Справ. №

2-2(15)



Узел Д
(повернуто вокруг вертикальной оси на 90°)



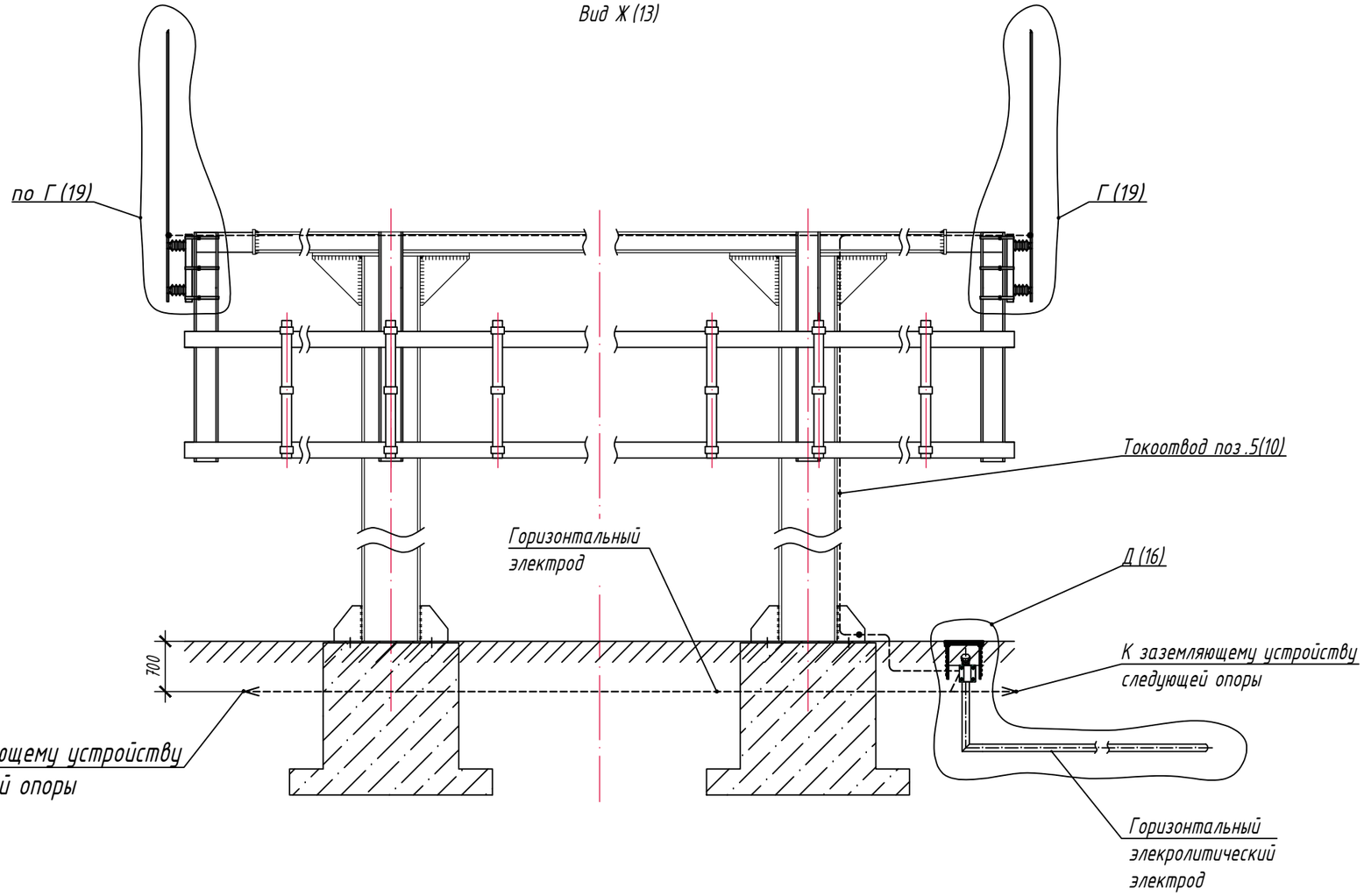
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23			
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Сечение 2-2, узел Д.	Лит.	Лист	Листов
Пров.							16	
Н.контр						ООО «БОЛТА»		
Утв.								

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Вид Ж (13)



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA- ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Вид Ж.	Лит.	Лист 17 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

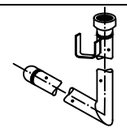
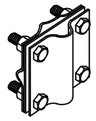
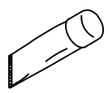
Копировал

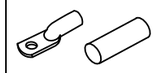
Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Спецификация материалов, необходимых для заземляющего устройства

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1			Электролитический электрод заземления горизонтального исполнения	10	компл.
В один комплект вертикального электрода входит:					
1,1		ГМ-58	Головка монтажная	1	шт.
1,2		634160	Электрод заземления угловой, стенка 4 мм L=2,5 м	1	шт.
1,3		КР-315	Колодец смотровой ревизионный	1	шт.
1,4		631102	Зажим универсальный крестообразный ЗУК-Н	1	шт.
1,5		630702	Лента гидроизоляционная, длина 1 м, ширина 150 мм	1	шт.
1,6			Паста контактная проводящая	1,0	тюбик
1,7			Активатор грунта	180/6	кг / мешок
1,8			Электролитическая смесь	30/2	кг / мешок
2			*Катанка медная Ø10 мм	200	м

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
3		178547	Комплект заделки изолированного токоотвода в составе: наконечник медный луженый, термоусаживаемая муфта.	1	шт.
4		112359	**Трос алюминиевый изолированный Ø10 мм	100	м

*Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах (см. расчёт лист 4):

1. Медная полоса 25 х 3 мм (арт.765530);
2. Катанка медная 10 мм;
3. Сталь полосовая оцинкованная 40 х 4 мм.

**Трос алюминиевый изолированный используется в качестве молниеотвода от молниеприёмника.

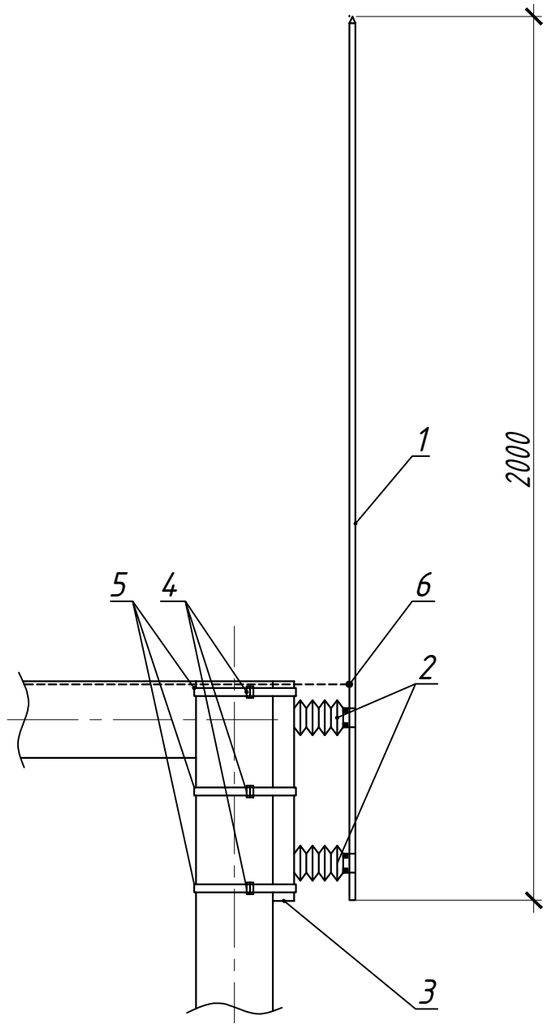
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЭМ-СПЧ-23		
Разраб.					Эстакада. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Спецификация.	Лит.	Лист 18 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Узел Г (7, 8, 15, 16)



Спецификация изделий и материалов

Поз	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1	Стержень сборный молниеприемный. D=16 мм, L=2000 мм	1	шт.
2	Изолятор полиамидный U до 1000 В	2	шт.
3	Базовая стойка П профиль 29 х 48 х 29 мм, L=500 мм	1	шт.
4	Лента бандажная СОТ 37 L=4000 мм	1	шт.
5	Скрепа бандажная для СОТ 37	3	шт.
6	Универсальный зажим прутка / троса MK-ZP8	1	шт.

1. Молниеприемник закрепляется через изоляторы к базовой стойке болтами М 8
2. Базовая стойка закрепляется к металлоконструкции эстакады бандажной лентой СОТ 37 в 3 точках
3. Токоотвод (стальной трос 10 мм или стальной пруток 10 мм) подключается к молниеприемнику через универсальный зажим

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Молниезащита эстакады. Узел Г.	Лит.	Лист 19	Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»		
Н.контр								
Утв.								

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Расчёт заземляющего устройства опоры ограждения

Ограждение, выполненное из токопроводящего материала и являющееся основанием для установки электротехнических устройств (освещение, видеонаблюдение и пр.), подлежит заземлению в соответствии с ПУЭ гл.1.7.
Пример расчета контура заземления для опоры эстакады.
Расчёт для варианта заземляющего устройства с вертикальными и горизонтальными электродами.
Исходные данные:
Удельное сопротивление грунта - 200 Ом·м. Климатическая зона - II.
Задача: обеспечить сопротивление контура заземления не более 30 Ом.
Решение: используя формулы на листе 4, рассчитаем сопротивление заземляющего устройства.

Выполняем расчёт:

1) Сопротивление одиночного вертикального электрода длиной 10,5 м.:

$$R_B = \frac{\rho_{гр}}{2 \cdot \Pi \cdot L_B} \cdot \left(\ln\left(\frac{2 \cdot L_B}{d_э}\right) + \frac{1}{2} \ln\left(\frac{4 \cdot t_1 + L_B}{4 \cdot t_1 - L_B}\right)\right) =$$

$$= \frac{200}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 10{,}5} \cdot \left(\ln\left(\frac{2 \cdot 10{,}5}{0{,}016}\right) + \frac{1}{2} \ln\left(\frac{4 \cdot 5{,}95 + 10{,}5}{4 \cdot 5{,}95 - 10{,}5}\right)\right) = 29{,}02 \text{ Ом}$$

где $t_1 = t_0 + \frac{1}{2} \cdot L_B = 0{,}7 + \frac{1}{2} \cdot 10{,}5 = 5{,}95$ м.

2) Количество необходимых вертикальных электродов:

Принимаем n= 1 шт.,

3) Сопротивление горизонтального заземлителя. Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах: медная полоса 25 х 3 мм, катанка медная 10 мм или сталь полосовая оцинкованная 40 х 4 мм. Делаем расчёт сопротивления каждого варианта. В дальнейших расчётах берём вариант с наибольшим сопротивлением горизонтального заземлителя, считая что при удовлетворении наибольшего варианта нормативному значению - остальные варианты тоже будут рабочими.
Длина горизонтального заземлителя равна 3 м (по 1,5 м до середин смежных пролётов)

3.1) Горизонтальный заземлитель - катанка медная 10 мм.

$$R_г = \left(\frac{\rho_{гр}}{2 \cdot \Pi \cdot L_г}\right) \cdot \ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0}\right) = \left(\frac{200}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 6}\right) \cdot \ln\left(\frac{6^{\,2}}{0{,}001 \cdot 0{,}7}\right) = 100{,}4 \text{ Ом.}$$

3.2) Горизонтальный заземлитель - медная полоса 25 х 3.

$$R_г = \left(\frac{\rho_{гр}}{2 \cdot \Pi \cdot L_г}\right) \cdot \ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0}\right) = \left(\frac{200}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 6}\right) \cdot \ln\left(\frac{6^{\,2}}{0{,}02 \cdot 0{,}7}\right) = 68{,}64 \text{ Ом.}$$

3.3) Горизонтальный заземлитель - стальная полоса 40 х 4 мм.

$$R_г = \left(\frac{\rho_{гр}}{2 \cdot \Pi \cdot L_г}\right) \cdot \ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0}\right) = \left(\frac{200}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 6}\right) \cdot \ln\left(\frac{6^{\,2}}{0{,}04 \quad 0{,}7}\right) = 61{,}28 \text{ Ом.}$$

4) Сопротивление горизонтальных заземлитлей с учетом коэффициента использования:
Из расчёта сопротивления горизонтального заземлителя (п.3) следует что наибольшее сопротивление имеет заземлитель из катанки медной ⌀10 мм. В дальнейших расчётах применяем этот вариант, считая что при удовлетворении наибольшего варианта нормативному значению - остальные варианты тоже будут рабочими.

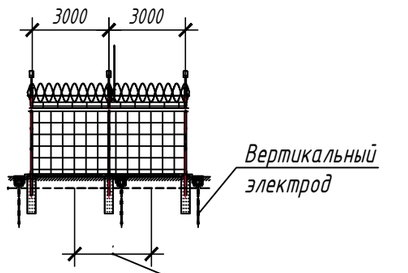
4.1) Горизонтальный заземлитель - катанка медная 10 мм.

$$R_{\sum г} = \frac{R_г \cdot K}{K_{иг}} = \frac{100{,}4 \cdot 1{,}65}{0{,}64} = 259 \text{ Ом.}$$

5) Полное сопротивление заземляющего устройства:

$$R = \frac{R_{\sum} \cdot R_{\sum г}}{R_{\sum} + R_{\sum г}} = \frac{29{,}02 \cdot 259}{29{,}02 + 259} = 26{,}1 \text{ Ом} < 30 \text{ Ом.}$$

Итого: Заземляющее устройство для каждой опоры ограждения состоит из одного вертикального электрода длиной 10,5 м и горизонтального длиной 3 м. Т.к. горизонтальный электрод соединяет вертикальные электроды заземления смежных опор, то длину горизонтального электрода принимаем как расстояние между серединами смежных пролётов.



https://bolta.pro/calc
Online калькулятор расчёта контура заземления

Примечание:
* - Применение заполнителя грунтового SX-3 позволяет пренебречь сезонной корректировкой. Расчет сопротивления одиночного вертикального электрода приведен без учета климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта;

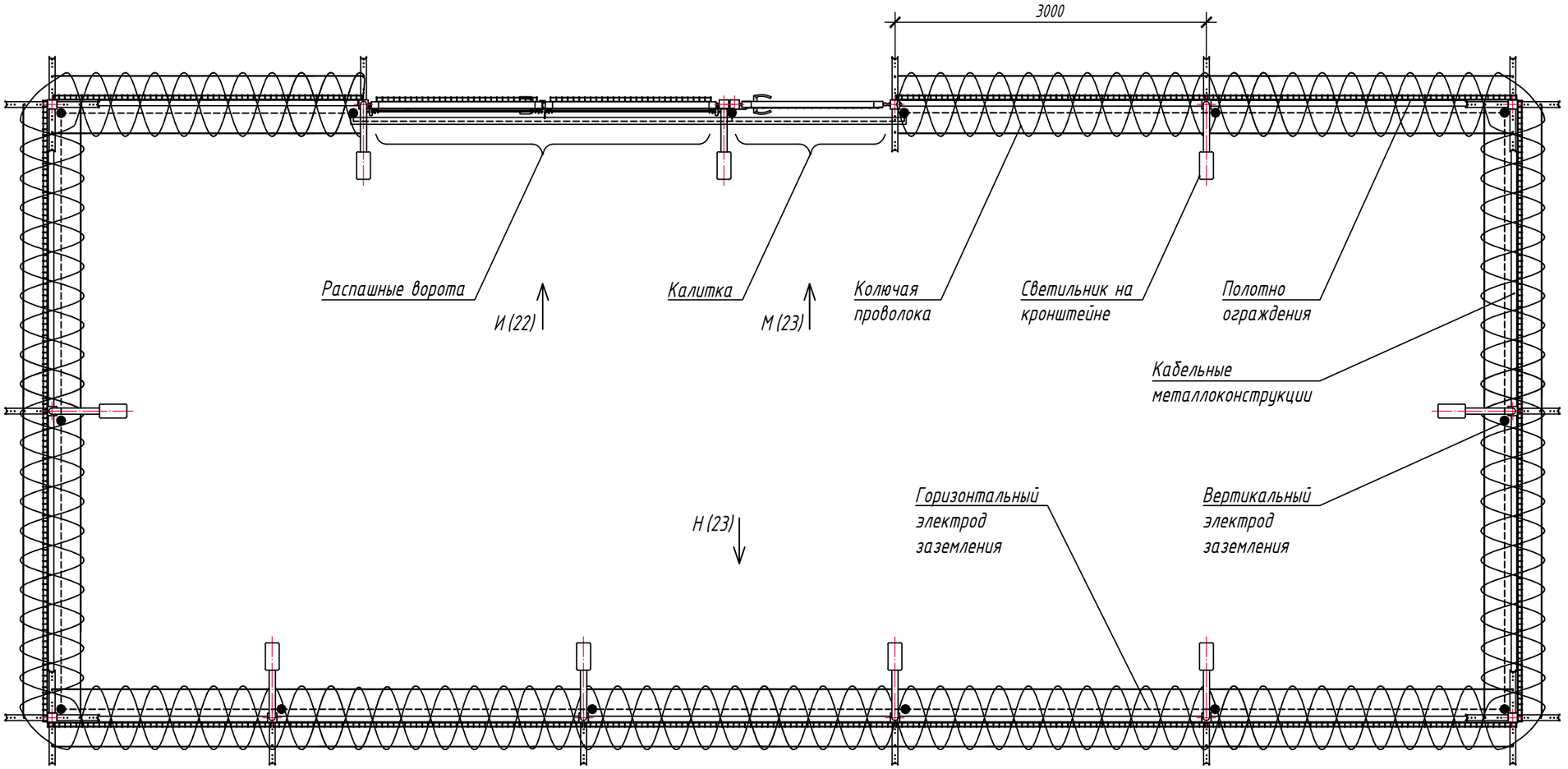
					BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Расчёт.	Лит.	Лист 20 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

План условного ограждения



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA- ТП -ЗМ -СПЧ -23		
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. План.	Лит.	Лист 21 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

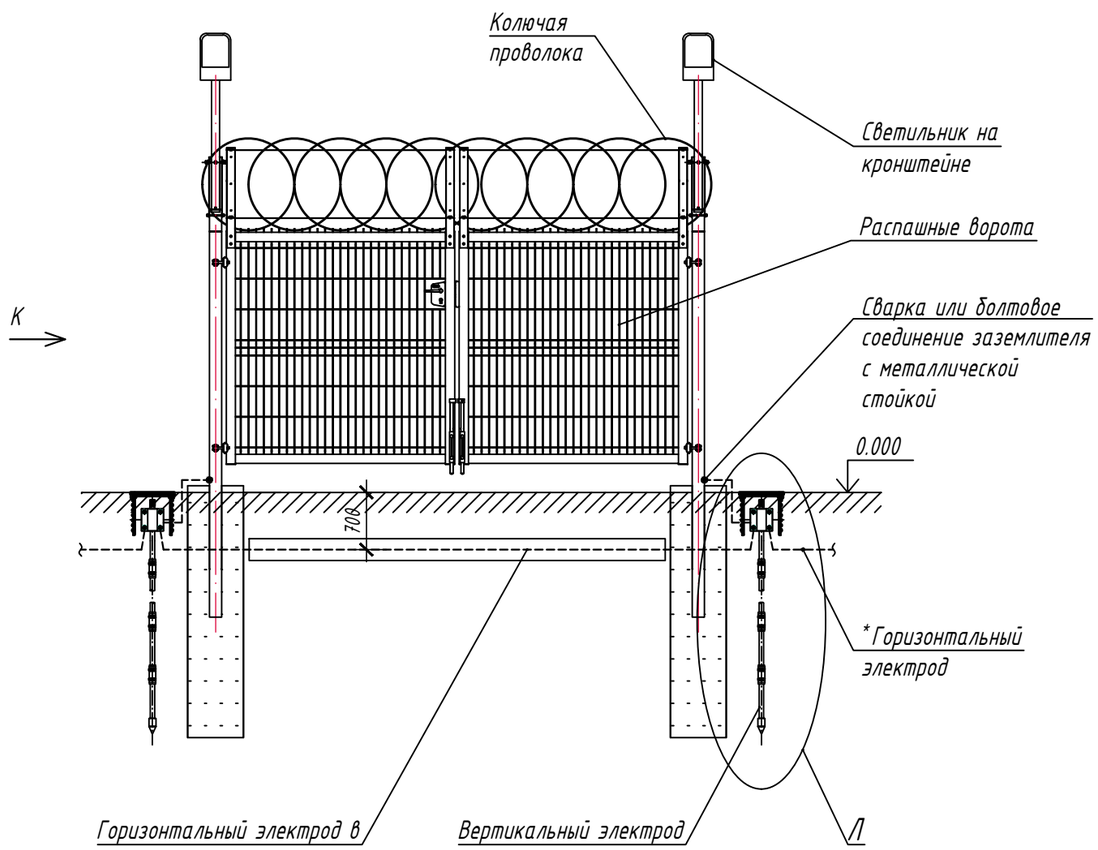
Копировал

Формат А3

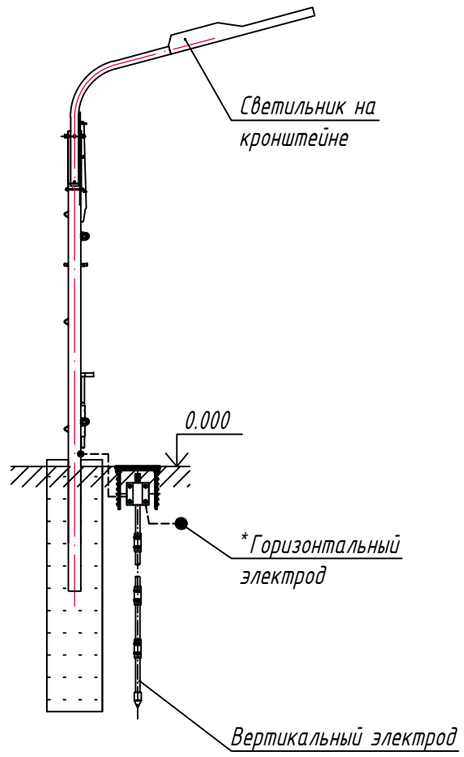
Перв. примен.

Справ. №

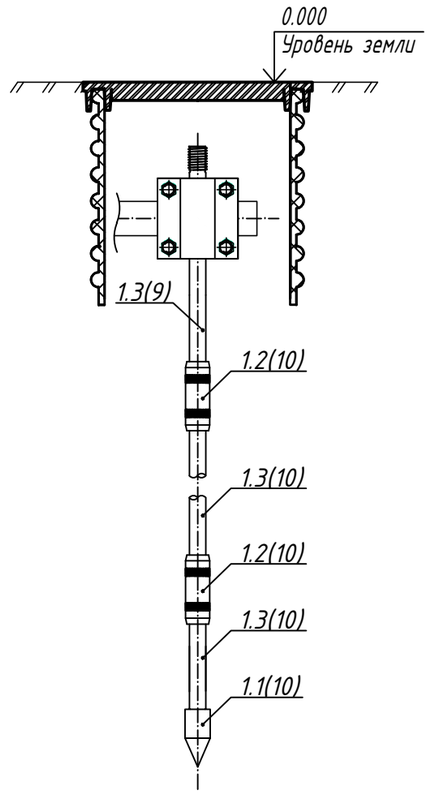
Вид И (21)



Вид К



Узел Л



*В случае, когда прокладка горизонтального заземлителя невозможна, заземляющее устройство выполняется на основе только вертикальных электродов. Соединение между собой вертикальных электродов в целях уравнивания потенциалов выполняется отдельным проводником по металлоконструкциям ограждения или посредством электрической проводимости самих металлоконструкций при наличии соответствующей проводимости.

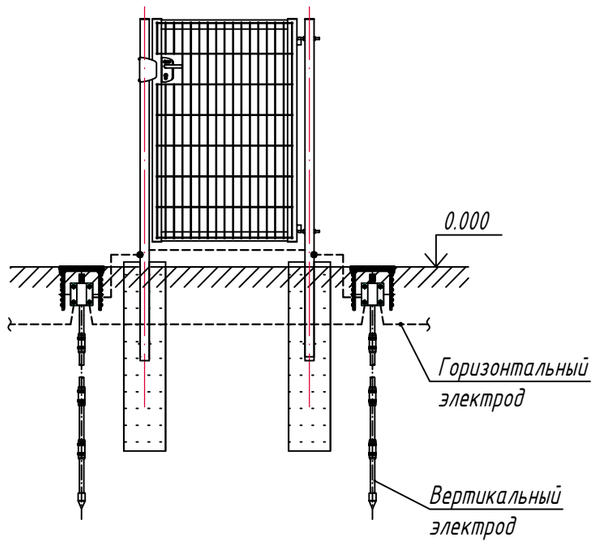
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Вид И, Вид К, Узел Л.	Лит.	Лист 22 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

Копировал Формат А3

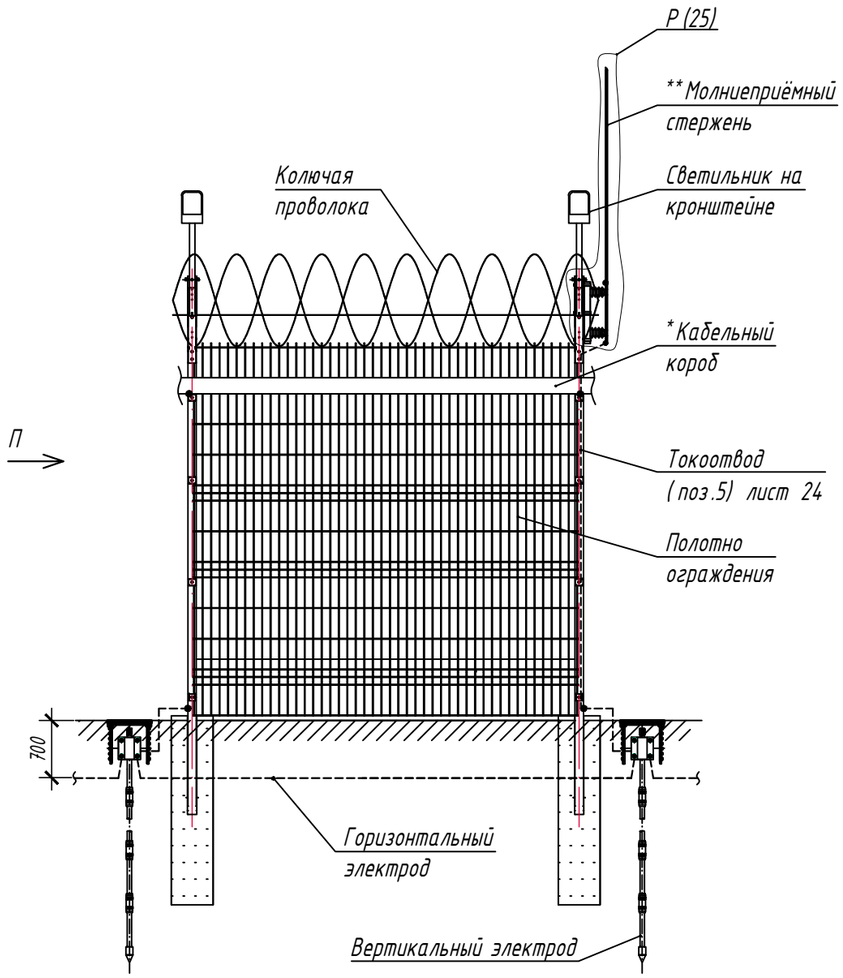
Перв. примен.

Справ. №

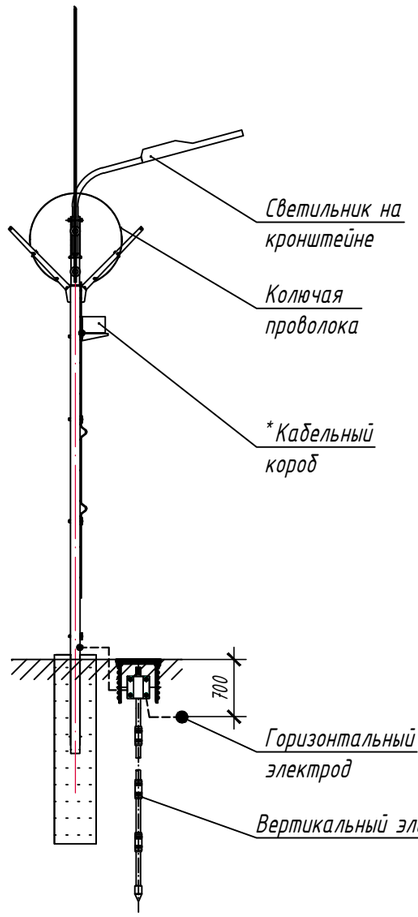
Вид М (19)



Вид Н (19)



Вид П



*Кабельные металлоконструкции должны быть электрически соединены с опорами ограждения, а через них с заземляющим устройством.

**Молниеприёмный стержень обеспечивает защиту от прямого удара молнии по III категории области с радиусом 3 м. Устанавливается на каждую вторую опору.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-3М-СПЧ-23		
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Вид М, Вид Н, Вид П.	Лит.	Лист 23 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

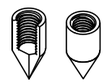
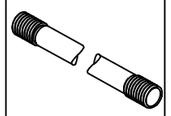
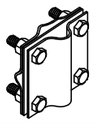
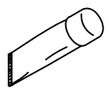
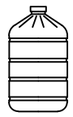
Копировал

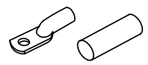
Формат А3

Перв. примен.

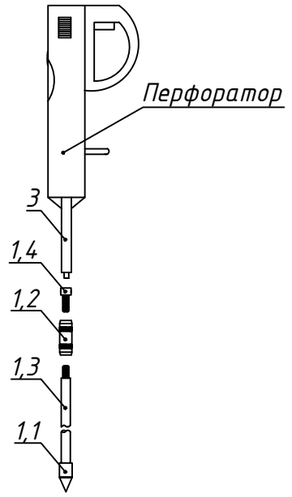
Справ. №

Спецификация материалов, необходимых для заземляющего устройства ограждения.

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1			Типовой вертикальный электрод заземления	14	компл.
В один комплект вертикального электрода входит:					
1,1		4002	Стартовый наконечник М-16	1	шт.
1,2		3003	Муфта соединительная МС-16	7	шт.
1,3		630902	Стержень заземления СЗН-16-1500	7	шт.
1,4		5002	Болт удароприёмный БУ-16	1	шт.
1,5		КР-315	Колодец смотровой ревизионный	1	шт.
1,6		631102	Зажим универсальный крестообразный ЗУК-Н	1	шт.
1,7		630702	Лента гидроизоляционная, длина 1 м, ширина 150 мм	1	шт.
1,8			Паста контактная проводящая	0,2	тюбик
1,9		SX-3	Заполнитель грунтовый	4/1	кг / бут.

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
2			*Катанка медная Ø10 мм	50	м
3		SDS-Max	Насадка на перфоратор	1	шт.
4		178547	Комплект заделки изолированного токоотвода в составе: наконечник медный луженый, термоусаживаемая муфта.	14	шт.
5		112359	**Трос алюминиевый изолированный Ø10 мм	30	м

Порядок монтажа вертикального электрода



*Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах (см. расчёт лист 19):

1. Медная полоса 25 х 3 мм (арт.765530);
2. Катанка медная 10 мм;
3. Сталь полосовая оцинкованная 40 х 4 мм.

**Трос алюминиевый изолированный используется в качестве молниеотвода от молниеприёмника.

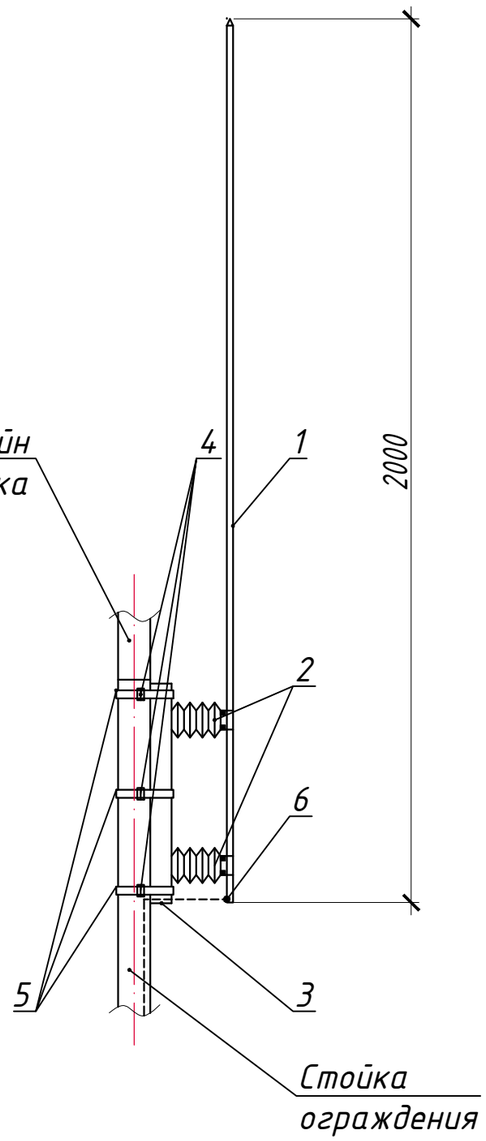
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-3М-СПЧ-23		
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Спецификация.	Лит.	Лист 24 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Узел Р (7, 8, 15, 16)



Спецификация изделий и материалов

Поз	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1	Стержень сборный молниеприемный. D=16 мм, L=2000 мм	1	шт.
2	Изолятор полиамидный U до 1000 В	2	шт.
3	Базовая стойка П профиль 29 х 48 х 29 мм, L=500 мм	1	шт.
4	Лента бандажная СОТ 37 L=4000 мм	1	шт.
5	Скрепа бандажная для СОТ 37	3	шт.
6	Универсальный зажим прутка / троса MK-ZP8	1	шт.

1. Молниеприемник закрепляется через изоляторы к базовой стойке болтами М 8
2. Базовая стойка закрепляется к металлоконструкции эстакады бандажной лентой СОТ 37 в 3 точках
3. Токоотвод (стальной трос 10 мм или стальной пруток 10 мм) подключается к молниеприемнику через универсальный зажим

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Молниезащита ограждения. Узел Р.	Лит.	Лист 25	Листов
Пров.								
Н.контр						ООО «БОЛТА»		
Утв.								

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Расчёт заземляющего устройства опоры ограждения

Пример расчета контура заземления для опоры ограждения.
Расчёт для варианта заземляющего устройства только с вертикальными электродами.
Исходные данные:
Удельное сопротивление грунта – 200 Ом·м. Климатическая зона – II.
Задача: обеспечить сопротивление контура заземления не более 30 Ом.
Решение: используя формулы на листе 4, рассчитаем сопротивление заземляющего устройства.

Выполняем расчёт:

Принимая во внимание предыдущий расчёт заземляющего устройства (см. лист 4), где сопротивление вертикального электрода длиной L=10,5 м составляло R_B=30,12 Ом. В данном расчёте берём длину электрода больше: L=12 м.

1) Сопротивление одиночного вертикального электрода длиной 12,0 м.:

$$R_B = \frac{\rho_{гр}}{2 \cdot \Pi \cdot L_B} \cdot \left(\ln\left(\frac{2 \cdot L_B}{d_э}\right) + \frac{1}{2} \ln\left(\frac{4 \cdot t_1 + L_B}{4 \cdot t_1 - L_B}\right)\right) =$$

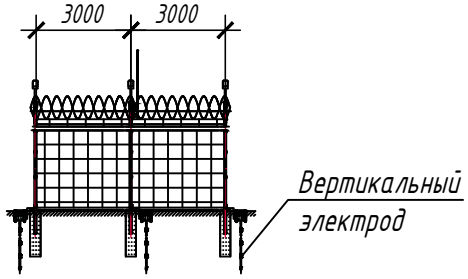
$$= \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 12} \cdot \left(\ln\left(\frac{2 \cdot 12}{0,016}\right) + \frac{1}{2} \ln\left(\frac{4 \cdot 6,7+12}{4 \cdot 6,7-12}\right)\right) = 25,86 \text{ Ом*}$$

где $t_1 = t_0 + \frac{1}{2} \cdot L_B = 0,7 + \frac{1}{2} \cdot 12 = 6,7$ м.

2) Количество необходимых вертикальных электродов:

Принимаем n= 1 шт.,

Итого: Заземляющее устройство для каждой опоры ограждения состоит из одного вертикального электрода длиной 12 м.



https://bolta.pro/calc
Online калькулятор расчёта контура заземления

Примечание:
* – Применение заполнителя грунтового SX-3 позволяет пренебречь сезонной корректировкой. Расчет сопротивления одиночного вертикального электрода приведен без учета климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта;

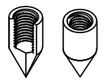
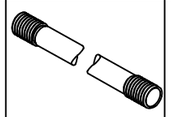
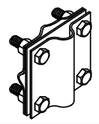
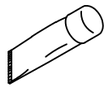
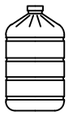
					BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых электродов. Расчёт.	Лит. / Лист 26 / Листов
Пров.						
Н.контр						ООО «БОЛТА»
Утв.						

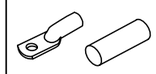
Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Спецификация материалов, необходимых для заземляющего устройства ограждения.

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1			Типовой вертикальный электрод заземления	14	компл.
В один комплект вертикального электрода входит:					
1,1		4002	Стартовый наконечник М-16	1	шт.
1,2		3003	Муфта соединительная МС-16	7	шт.
1,3		630902	Стержень заземления СЗН-16-1500	7	шт.
1,4		5002	Болт удароприёмный БУ-16	1	шт.
1,5		КР-315	Колодец смотровой ревизионный	1	шт.
1,6		631102	Зажим универсальный крестообразный ЗУК-Н	1	шт.
1,7		630702	Лента гидроизоляционная, длина 1 м, ширина 150 мм	1	шт.
1,8			Паста контактная проводящая	0,2	тюбик
1,9		SX-3	Заполнитель грунтовый	4/1	кг / бут.

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
2		SDS-Max	*Насадка на перфоратор	1	шт.
3		178547	Комплект заделки изолированного токоотвода в составе: наконечник медный луженый, термоусаживаемая муфта.	14	шт.
4		112359	** Трос алюминиевый изолированный ⌀10 мм	30	м

1. Вариант заземляющего устройства без горизонтальных электродов. Заземляющее устройство без горизонтальных электродов допускается применять при невозможности прокладки горизонтального заземлителя, как правило в этом случае для создания нормируемого сопротивления возникает необходимость увеличивать длину или количество вертикальных электродов (см. лист 26).
2. Система уравнивания потенциалов должна объединять между собой все проводящие части ограждения, а также проложенные на нём кабельные металлоконструкции. Каждая опора ограждения соединяется с вертикальным заземлителем стальной полосой 4 х 40 при помощи болтового соединения. Система уравнивания потенциалов замыкается через проводник, проложенный непосредственно по конструкциям ограждения. Допускается в роли проводника использовать конструкции ограждения, в том случае если гарантируется электрическая проводимость всех соединений от заземлителя одной опоры до заземлителя соседней опоры с суммарным сопротивлением не более 3,5 Ом.

*Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах (см. расчёт лист 19):

1. Медная полоса 25 х 3 мм (арт.765530);
2. Катанка медная 10 мм;
3. Сталь полосовая оцинкованная 40 х 4 мм.

**Трос алюминиевый изолированный используется в качестве молниеотвода от молниеприёмника.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23			
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых электродов. Спецификация.	Лит.	Лист	Листов
Пров.							27	
Н.контр						ООО «БОЛТА»		
Утв.								

Копировал Формат А3

Перв. примен.
Справ. №

Расчёт электролитического заземляющего устройства эстакады

Комплекты горизонтального электролитического заземления используются на объектах, где ограничена возможность применения глубинных вертикальных электродов (вечная мерзлота или скальные породы на небольшой глубине)

Пример расчета контура заземления для опоры ограждения.

Исходные данные:

Грунт двухслойный:

Верхний слой - супесь с суглинком (толщина 1,0м), ρ=200 Ом·м

Нижний слой - скала, ρ=4000 Ом·м

Климатическая зона - II.

Задача: обеспечить сопротивление контура заземления не более 30 Ом.

Решение: используя формулы на листе 5, рассчитаем сопротивление заземляющего устройства. Принимаем длину электролитического электрода $L_Г$=2,5 м

Выполняем расчёт:

1. Эквивалентное удельное сопротивление грунта:
   В данном варианте на глубине больше 1м. скальные грунты, сильно затрудняющие применение вертикальных заземлителей, следовательно применяем горизонтальные элекролитические электроды. Глубина залегания такого электрода не превышает 1,0 м, следовательно для расчёта применяем сопротивление только верхнего слоя грунта ρ=200 Ом·м.

2. Сопротивление одиночного вертикального электрода длиной 2,5 м.:

$$R_{ГЭ} = 0{,}37 \cdot C_{ас} \cdot K_2 \cdot \frac{\rho_{гр}}{l_Г} \cdot \left[\lg \frac{2 \cdot L_Г}{d_Г} + \lg \frac{L_Г}{2 \cdot t_Г} + \frac{\rho_{акт}}{\rho} \cdot \lg \frac{d_{акт}}{d_Г} \right] =$$

$$= 0{,}37 \cdot 0{,}125 \cdot 1{,}45 \cdot \frac{200}{2{,}5} \cdot \left[\lg \frac{2 \cdot 2{,}5}{0{,}06} + \lg \frac{3}{2 \cdot 0{,}7} + \frac{2{,}5}{200} \cdot \lg \frac{0{,}25}{0{,}06} \right] = 11{,}7 \text{ Ом}$$

3. Количество необходимых горизонтальных электролитических электродов:

$$n = \frac{R_{ГЭ}}{R_Н \cdot K_и} = \frac{11{,}7}{30 \cdot 0{,}94} = 0{,}415 \approx 1 \text{ шт.}$$

Где:

n - количество электродов, шт. (всегда округляется до большего целого);

$R_Н$ - нормируемое сопротивление заземляющего устройства, Ом;

$K_и$ - коэффициент использования (экранирования) заземлителей (см. табл. 1 лист 5).

4. Сопротивление горизонтального электролитического электрода с учетом коэффициента использования:

$$R_Σ = \frac{R_{ГЭ}}{n \cdot K_и} = \frac{11{,}7}{1 \cdot 0{,}94} = 12{,}44 \text{ Ом}$$

5. Сопротивление горизонтального соединительного проводника. Длина горизонтального заземлителя равна 3 м (по 1,5 м до середин смежных пролётов)

Горизонтальный заземлитель (соединительный проводник) - катанка медная 10 мм.

$$R_г = \left(\frac{\rho_{гр}}{2 \cdot П \cdot L_г} \right) \cdot \ln \left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0} \right) = \left(\frac{200}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3} \right) \cdot \ln \left(\frac{3^{\,2}}{0{,}001 \cdot 0{,}7} \right) = 100{,}4 \text{ Ом.}$$

$$R_{\sum г} = \frac{R_г \cdot K}{K_{иг}} = \frac{100{,}4 \cdot 1{,}65}{0{,}94} = 215{,}2 \text{ Ом.}$$

5) Полное сопротивление заземляющего устройства:

$$R = \frac{R_\sum \cdot R_{\sum г}}{R_\sum + R_{\sum г}} = \frac{12{,}44 \cdot 100{,}4}{12{,}44 + 100{,}4} = 11{,}76 \text{ Ом} < 30 \text{ Ом.}$$

Итого принимаем заземляющее устройство одной опоры эстакады из одного 2,5 метрового электролитического электрода горизонтального исполнения и горизонтального заземлителя эффективной длиной 3 м.

https://bolta.pro/calc
Online калькулятор расчёта контура заземления

Примечание:

* - Применение заполнителя грунтового SX-3 позволяет пренебречь сезонной корректировкой. Расчет сопротивления одиночного вертикального электрода приведен без учета климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта;

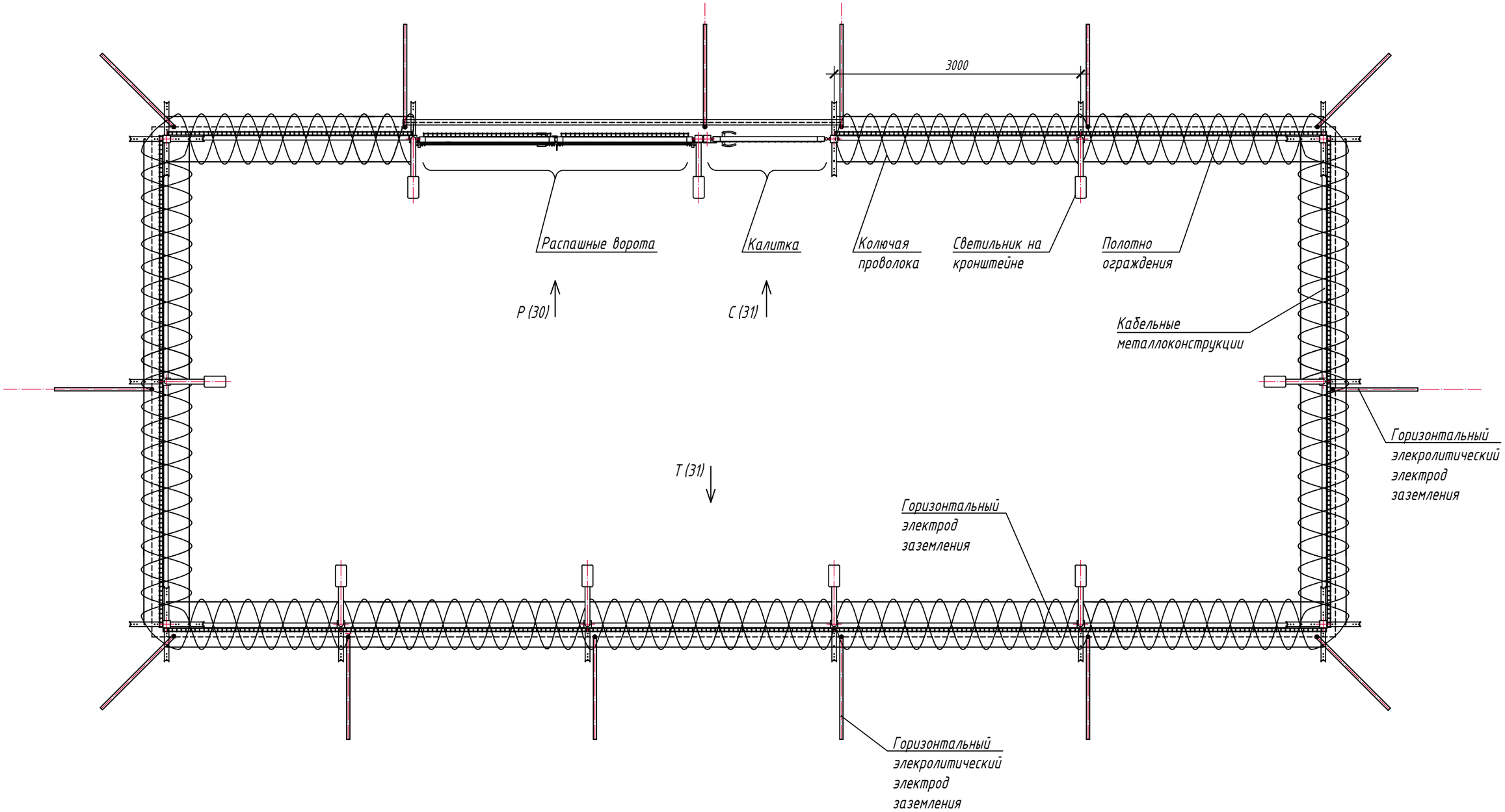
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Расчёт.	Лит.	Лист 28 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

План условного ограждения



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA- ТП -3М -СПЧ -23		
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. План.	Лит.	Лист 29 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

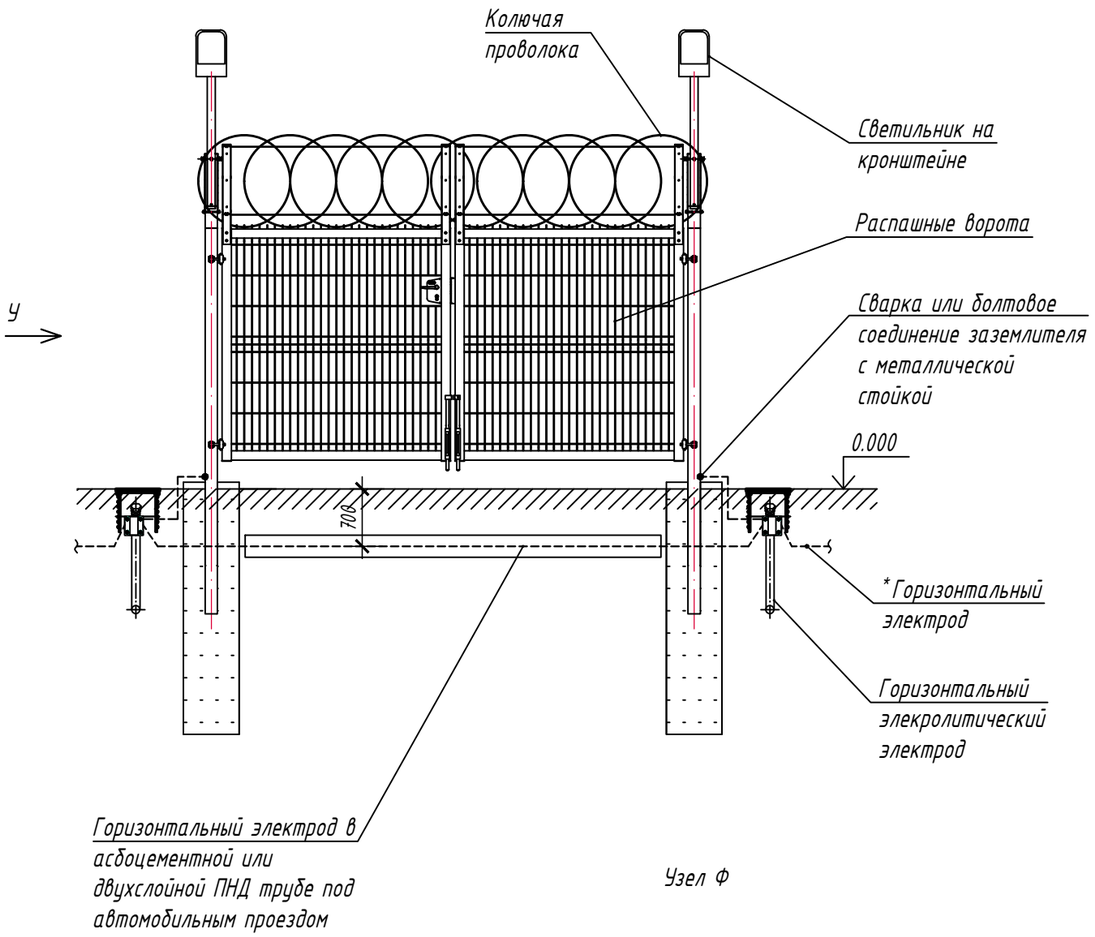
Копировал

Формат А3

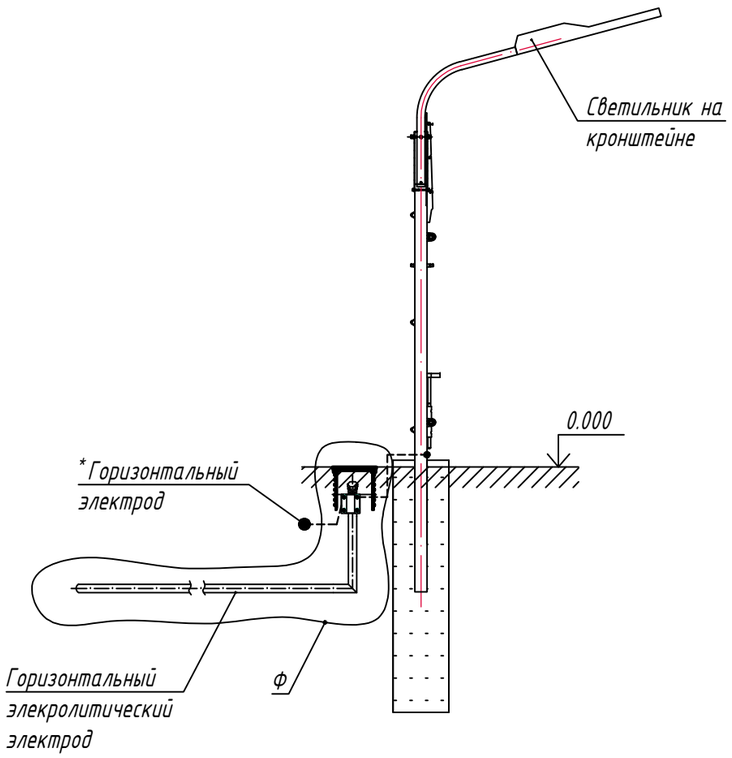
Перв. примен.

Справ. №

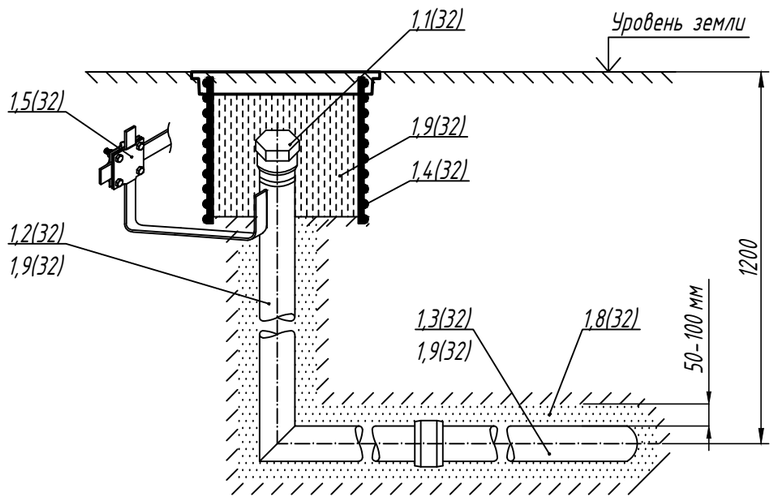
Вид Р (29)



Вид У



Узел Ф



*В случае, когда прокладка горизонтального заземлителя невозможна, заземляющее устройство выполняется на основе только электролитических электродов. Соединение их между собой в целях уравнивания потенциалов выполняется отдельным проводником по металлоконструкциям ограждения или посредством электрической проводимости самих металлоконструкций при наличии соответствующей проводимости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Вид Р, Вид У, Узел Ф.	Лит.	Лист 30 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

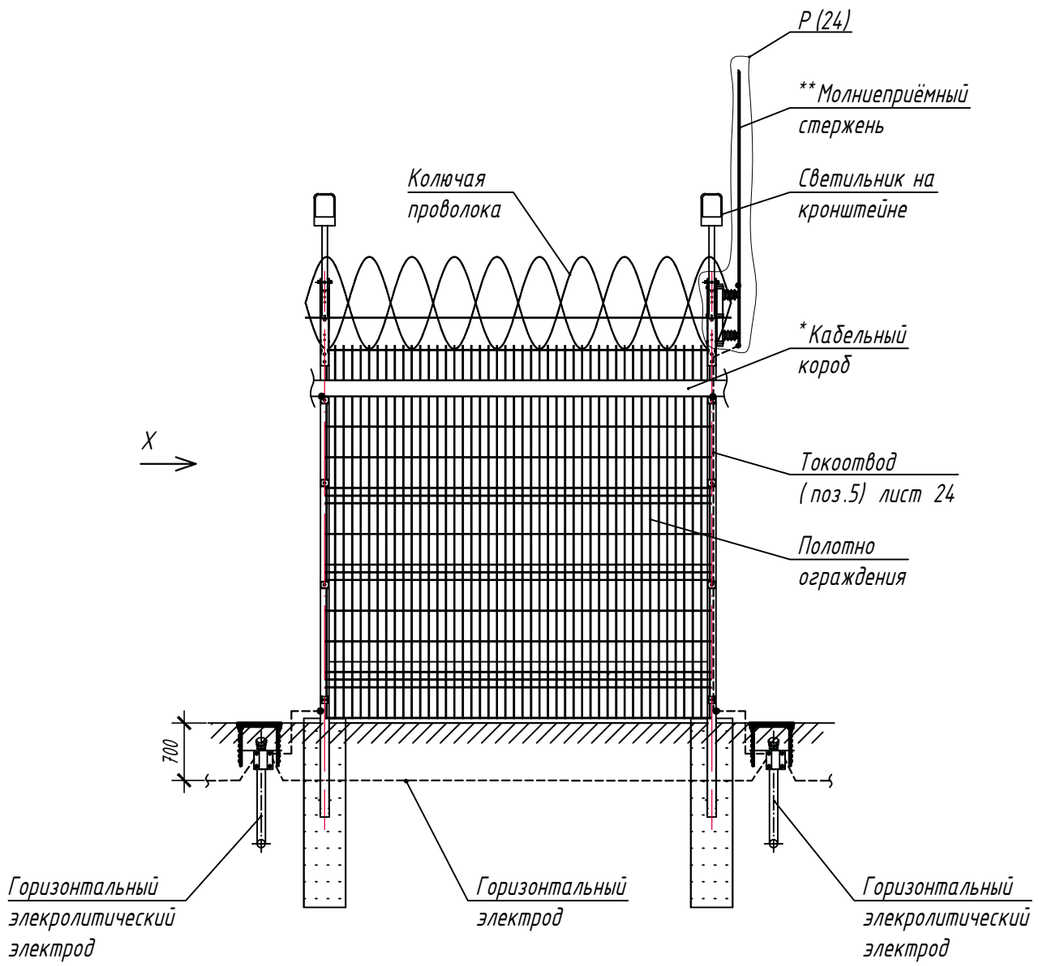
Копировал

Формат А3

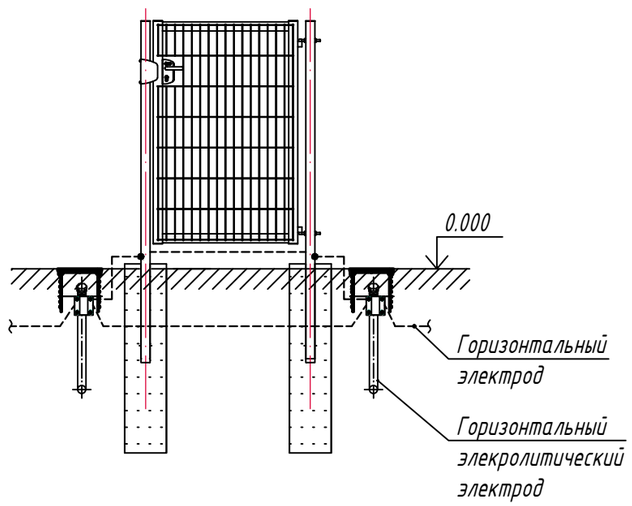
Перв. примен.

Справ. №

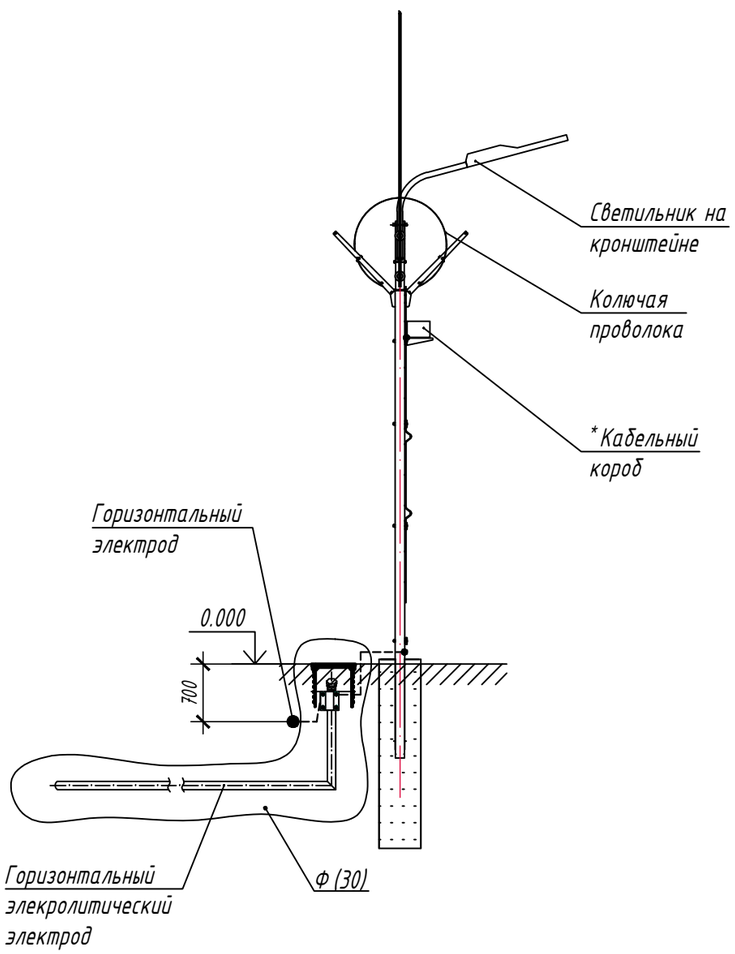
Вид Т (28)



Вид С (28)



Вид Х



*Кабельные металлоконструкции должны быть электрически соединены с опорами ограждения, а через них с заземляющим устройством.

**Молниеприёмный стержень обеспечивает защиту от прямого удара молнии по III категории области с радиусом 3 м. Устанавливается на каждую вторую опору.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-3М-СПЧ-23		
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе вертикальных штыревых и горизонтальных электродов. Вид С, Вид Т, Вид Х.	Лит.	Лист 31 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

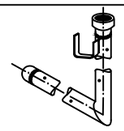
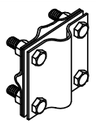
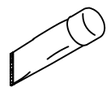
Копировал

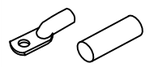
Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Спецификация материалов, необходимых для заземляющего устройства

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1			Электролитический электрод заземления горизонтального исполнения	14	компл.
В один комплект вертикального электрода входит:					
1,1		ГМ-58	Головка монтажная	1	шт.
1,2		634160	Электрод заземления угловой, стенка 4 мм L=2,5 м	1	шт.
1,3		КР-315	Колодец смотровой ревизионный	1	шт.
1,4		631102	Зажим универсальный крестообразный ЗУК-Н	1	шт.
1,5		630702	Лента гидроизоляционная, длина 1 м, ширина 150 мм	1	шт.
1,6			Паста контактная проводящая	1,0	тюбик
1,7			Активатор грунта	180/6	кг / мешок
1,8			Электролитическая смесь	30/2	кг / мешок
2			*Катанка медная Ø10 мм	200	м

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
3		178547	Комплект заделки изолированного токоотвода в составе: наконечник медный луженый, термоусаживаемая муфта.	1	шт.
4		112359	**Трос алюминиевый изолированный Ø10 мм	100	м

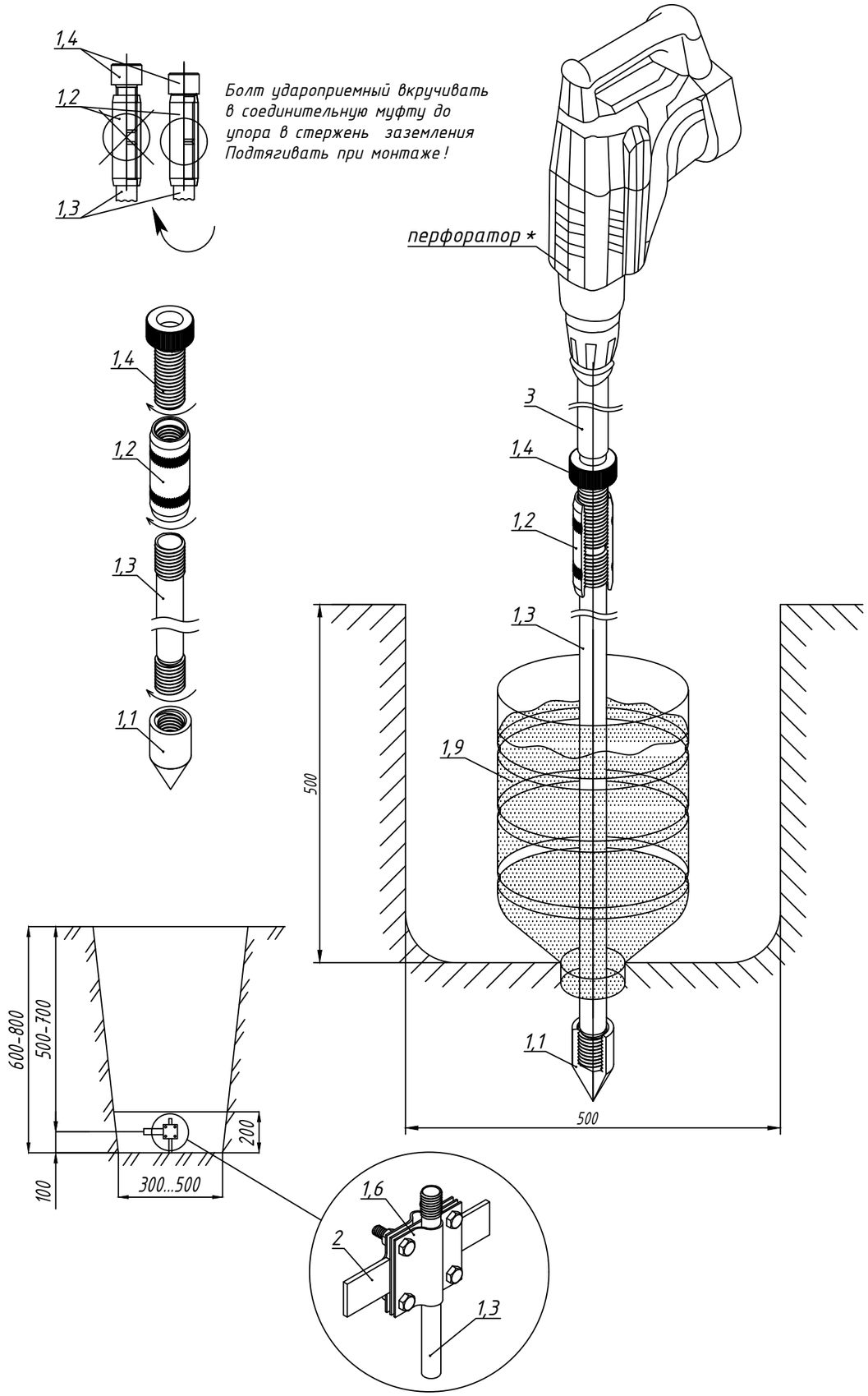
*Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах (см. расчёт лист 5):

1. Медная полоса 25 х 3 мм (арт.765530);
2. Катанка медная 10 мм;
3. Сталь полосовая оцинкованная 40 х 4 мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23		
Разраб.					Ограждение. Заземляющее устройство на основе электролитических горизонтальных электродов. Спецификация.	Лит.	Лист 32 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.
Справ. №



Инструкция по монтажу вертикального электрода

При разработке технологии монтажа электродов заземления учитывались требования ПУЭ, ПТЭЭП, ПОТ при ЭЭ, отраслевых норм технологического проектирования и отраслевых правил безопасности.

Монтажные работы по установке электрода должны быть выполнены согласно инструкции по монтажу, инструкцию смотреть совместно с листами 3-6.

Перед установкой заземлителей в проектное положение необходимо выполнить:

- разметку участка под контур заземления;
- снятие плодородного слоя почвы с площадки заземления и его складирование;
- выкапывание приямка диаметром 0,5 м на глубину 0,5.

Работы по установке заземлителей в проектное положение проводятся в следующей последовательности:

- Ёмкость с заполнителем грунтовым SX-3 со снятой крышкой устанавливается вверх дном в приямок, дно срезается;
- Погрузить заземлители в проектное положение сквозь ёмкость с грунтовым заполнителем посредством перфоратора или кувалды;
- После погружения всех заземлителей пролить водой сквозь бутылку с грунтовым заполнителем, остатки заполнителя высыпать на дно приямка;
- Произвести подключение токоотвода к полосе заземлителя, при помощи зажима универсального крестообразного, место подключения покрыть гидроизоляционной лентой;
- провести инструментальный и визуальный контроль качества контактных соединений и их изоляционных покрытий;
- выполнить установку смотрового колодца заземлителя так, чтобы отметка крышки колодца была на уровне верха грунта;
- выполнить окончательную засыпку траншеи местным грунтом (предпочтительно без камней и комков) и возврат плодородного слоя.

1,1 - Стартовый наконечник; 1,2 - муфта соединительная; 1,3 - стержень резьбовой;
1,4 - болт удароприёмный; 3 - насадка на перфоратор; 2 - горизонтальный заземлитель;
1,6 - зажим универсальный крестообразный; 1,9 - заполнитель грунтовый SX-3.
Позиции спецификации см. в таблице "Спецификация материалов, необходимых для заземляющего устройства ограждения." листы 10, 13, 24, 27.

Примечания:
* - перфоратор не входит в объем поставки.

					BOLTA-ТП-ЗМ-СПЧ-23
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.					Инструкция по монтажу вертикального электрода заземления
Пров.					Лит. / Лист 33 / Листов
Н.контр					ООО «БОЛТА»
Утв.					

Копировал Формат А3