ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «БОЛТА»

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
BOLTA- ТП -МЗ.3 -КПО -24

Молниезащита и заземление здания с камерой порошковой окраски

2024 г.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «БОЛТА»

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
BOLTA- ТП -М3.3 -КПО -24

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

УТВЕРЖДАЮ:
Генеральный директор ООО «БОЛТА»

_____ Т.С. Степанова

2024 г.

Перв. примен.

Справ. №

Содержание

Обозначение	Наименование	Стр.
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Содержание	2
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Общие данные	3
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Исходные данные	4
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Специфика заземления камер порошковой окраски.	5
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Рекомендации по расчету заземляющего устройства. Вертикальные штыревые электроды.	6
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Рекомендации по расчету заземляющего устройства. Горизонтальные электролитические электроды	7
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление и уравнивание потенциалов установки. Схема.	8
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление и уравнивание потенциалов установки. План.	9
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление и уравнивание потенциалов установки. Разрез 1-1. Спецификация.	10
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление вертикальными штыревыми электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. Расчёт.	11
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление вертикальными штыревыми электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. План.	12
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление вертикальными штыревыми электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. Спецификация.	13
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление горизонтальными электролитическими электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. Расчёт, лист 1.	14
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление горизонтальными электролитическими электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. Расчёт, лист 2.	15
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление горизонтальными электролитическими электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. План.	16
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление горизонтальными электролитическими электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. Спецификация.	17
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Заземление горизонтальными электролитическими электродами. Заземляющее устройство в виде контура. План.	18
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Молниезащита. План.	19
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Молниезащита. Разрез 1-1, Вид Б, Вид В.	20
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Молниезащита, Спецификация.	21
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Молниезащита. Вид А.	22
BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24	Инструкция по монтажу вертикального электрода заземления	23

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24		
Разраб.					Содержание	Лит.	Лист 2 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Общие данные

1. Вводная часть

1.1 Типовой проект BOLTA-ТП-МЗ.3-КПО-24 (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 молниезащиты и заземления зданий из сэндвич панелей с односкатной или двухскатной кровлей.

2.2 Варианты монтажа

В данном типовом проекте рассматривается один вариант системы молниезащиты и несколько вариантов системы заземления. Чтобы проектировщик мог компоновать из различных вариантов подходящий для конкретного объекта.

Молниезащита:

2.2.1. Вариант молниезащиты с установкой молниеприёмников на кровле здания. Подходит для большинства объектов, у которых толщина кровельного металла не превышает 4 мм. Если техническим заданием исключается сквозной прожёг кровли молнией. Т.к. категория помещения Б и класс взрывоопасной зоны В-II то вариант вариант молниезащиты с использованием кровли и стальных конструкций в качестве молниеприёмника и токоотвода не допускается.

Заземление:

2.2.2. (1) Вариант заземления. Заземляющее устройство для проектируемого здания. Разрабатывается одновременно с архитектурным проектом и монтируется в ходе строительства здания.

2.2.3. (2) Вариант заземления. Заземляющее устройство существующего здания. Разрабатывается и монтируется на здание, находящееся в эксплуатации.

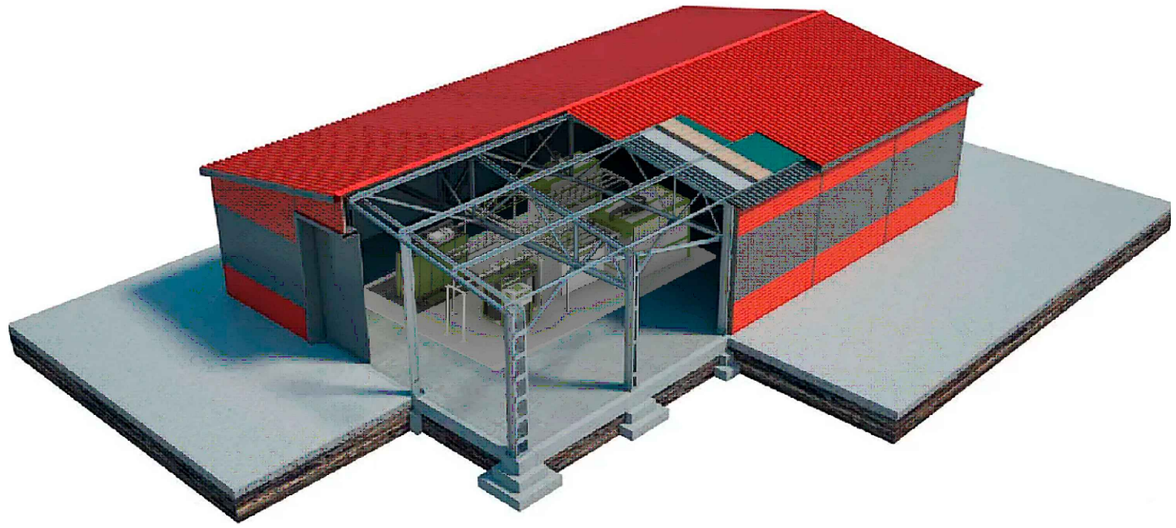
3. Область применения

3.1 Материалы альбома предназначены для выполнения расчетов, проектных и монтажных работ по организации устройства молниезащиты и заземления помещения с линией порошковой окраски.

4. Основные положения

4.1 Устройство молниезащиты - система, позволяющая защитить здание или сооружение от воздействия молнии. Она включает в себя следующие устройства:

- Молниеприёмник - часть молниеотвода, предназначенная для перехвата молний;
- Токоотвод - часть молниеотвода, предназначенная для отвода тока молнии от молниеприёмника к заземлителю;
- 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.



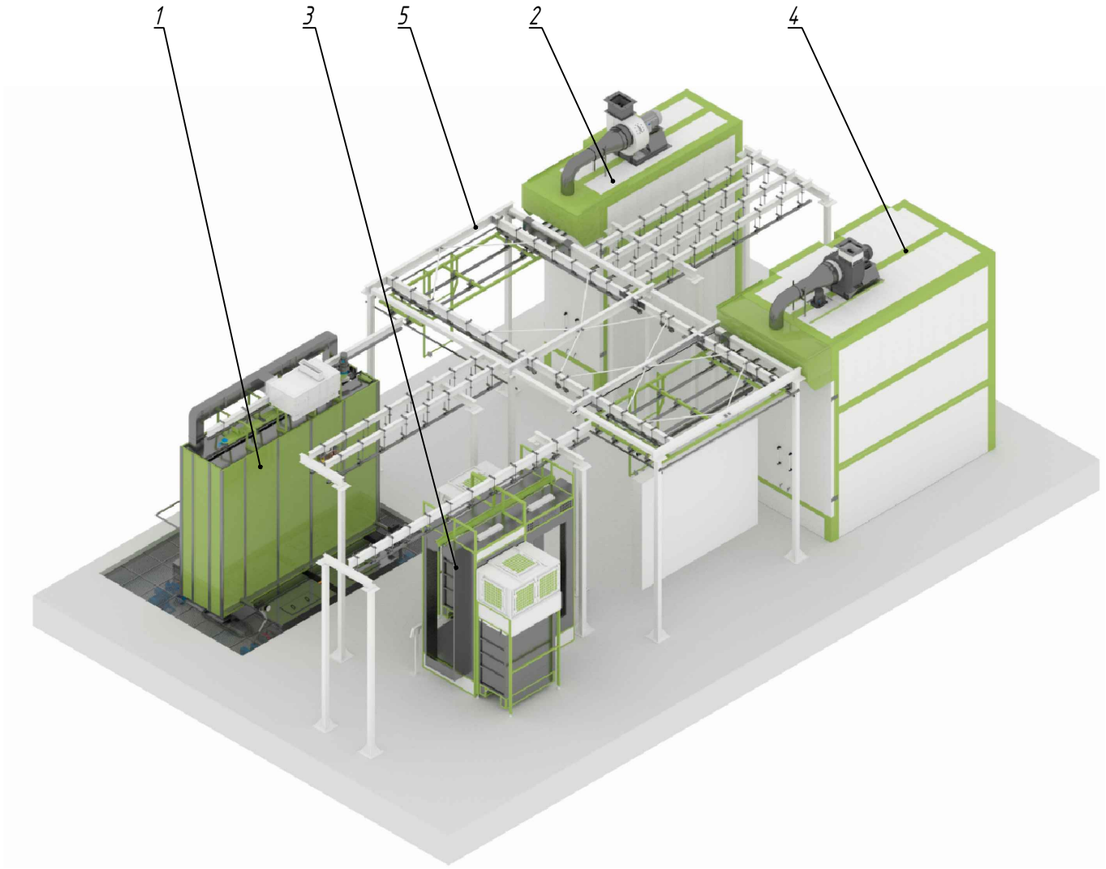
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-МЗ.3-КПО-24		
Разраб.					Общие данные	Лит.	Лист 3 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Формат А4

Перв. примен.

Справ. №

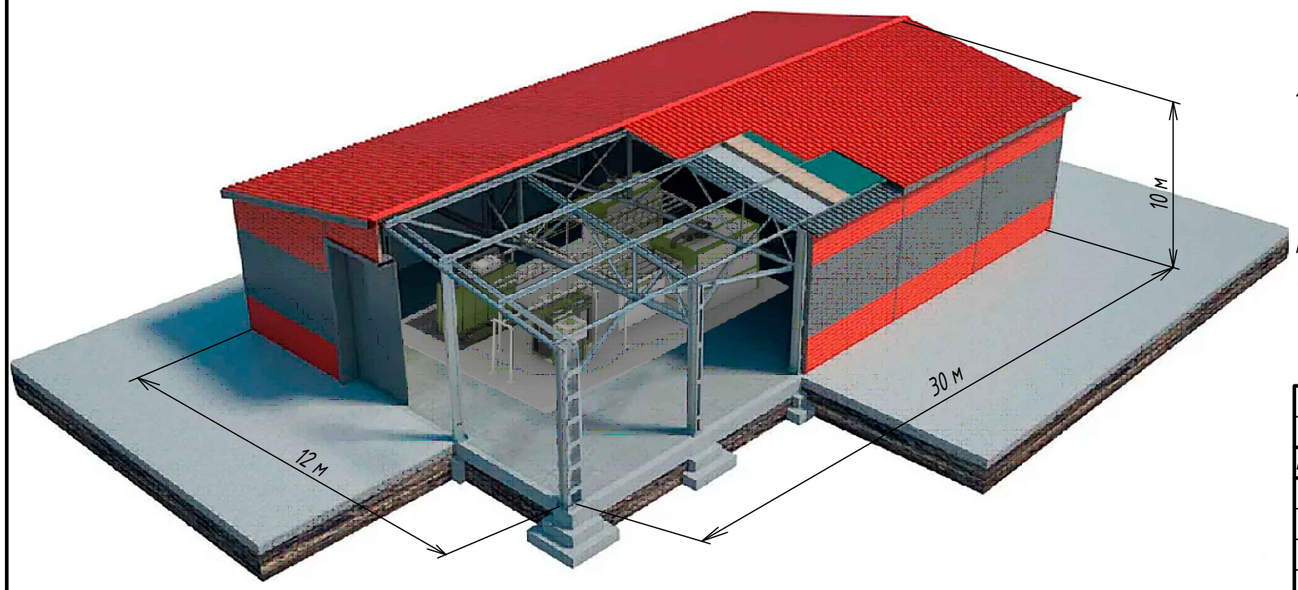
Линия порошковой окраски



Состав линии

Поз	Наименование
1	Агрегат химической подготовки поверхности (АХПП)
2	Печь сушки
3	Камера нанесения порошковой краски
4	Печь полимеризации
5	Ручная транспортная система

Помещение для линии порошковой окраски



Задание:

Объект: Линия порошковой окраски с ручной конвейерной системой для изделий из металлопроката в отдельном помещении из сэндвич-панелей.

Характеристики помещения:

Длина - 30 м, ширина -15 м, наибольшая высота -10 м.

Категория помещения по пожароопасности - Б

Здание склада выполнено из несущих металлических колонн по периметру с шагом 6 м и металлических ферм. В качестве ограждающих конструкций применены сэндвич-панели толщиной 200 мм с негорючим минераловатным утеплителем.

Конструкция крыши склада состоит из металлочерепицы 0.7 мм, стальных прогонов 120-60-6, стропильных ферм из фасонного проката. Электрическая непрерывность между разными частями обеспечена на долгий срок. В помещениях категории Б необходимо устанавливать легкосбрасываемые конструкции. Площадь проёма, открываемого легкосбрасываемой конструкцией не менее 83,5 м^2

Характеристики порошковой окраски:

Длина - 10 м, ширина -6 м, наибольшая высота -3 м.

Взрывоопасная зона В-II.

Грунт двухслойный:

Верхний слой - супесь (толщина 3,0 м), ρ=300 Ом·м

Нижний слой - глина каменистая, ρ=1000 м·м

Требуется провести расчёты и создать проект молниезащиты и контура заземления с сопротивлением 10 Ом.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24		
Разраб.					Исходные даные	Лит.	Лист 4 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал Формат А3

Для камер порошковой окраски правильное заземление является одним из ключей к успешному нанесению порошкового покрытия. Слабое заземление может вызвать множество проблем:

- проблемы с освещением
- проблемы с клеткой Фарадея
- большие следы от крючков, это как правило, неравномерное нанесение порошка,
- более грязные фильтры окрасочной камеры
- низкая эффективность переноса
- неровность покрытия
- появление обратной струи, направленной на распылитель и пользователя
- опасный электрический заряд изделия
- в экстремальных случаях неправильное заземление может привести к поражению оператора электрическим током

Сопротивление заземления должно быть не более 10 Ом.

В клеммной коробке организуется главная заземляющая шина (ГЗШ). К ней подключается система молниезащиты, заземляющее устройство, а также нулевой провод электроснабжения здания "N". На ГЗШ происходит разделение на шину "PE" и "N". Таким образом в здании организуется система заземления TN-C-S. В случае если в здании организуется система заземления TN-S, ГЗШ используется для подключения шины "PE". Для предупреждения окислительных процессов при монтаже применять комплект концевой заделки с использованием пасты контактной.

Перв. примен.

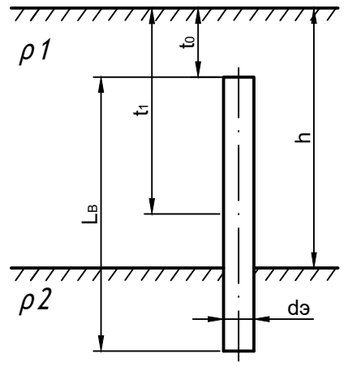
Справ. №

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.

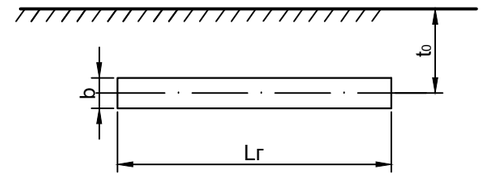
4) Суммарное сопротивление вертикальных электродов:

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

$K_{ив}$ – 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 заземлитлей:

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

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

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

7) Полное сопротивление заземляющего устройства:

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

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-МЗ.3-КПО-24		
Разраб.					Рекомендации по расчету заземляющего устройства. Вертикальные штыревые электроды.	Лит.	Лист 6 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

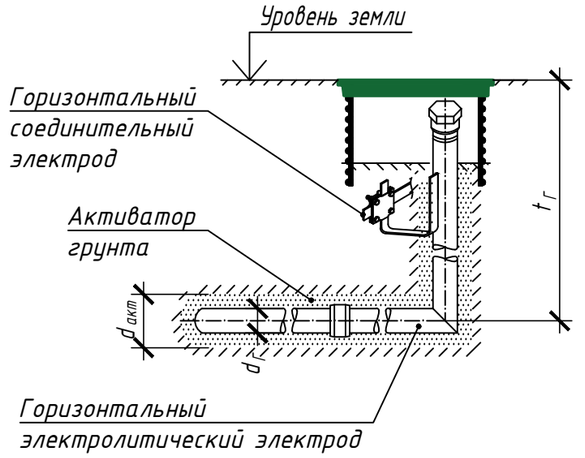
Копировал Формат А3

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:

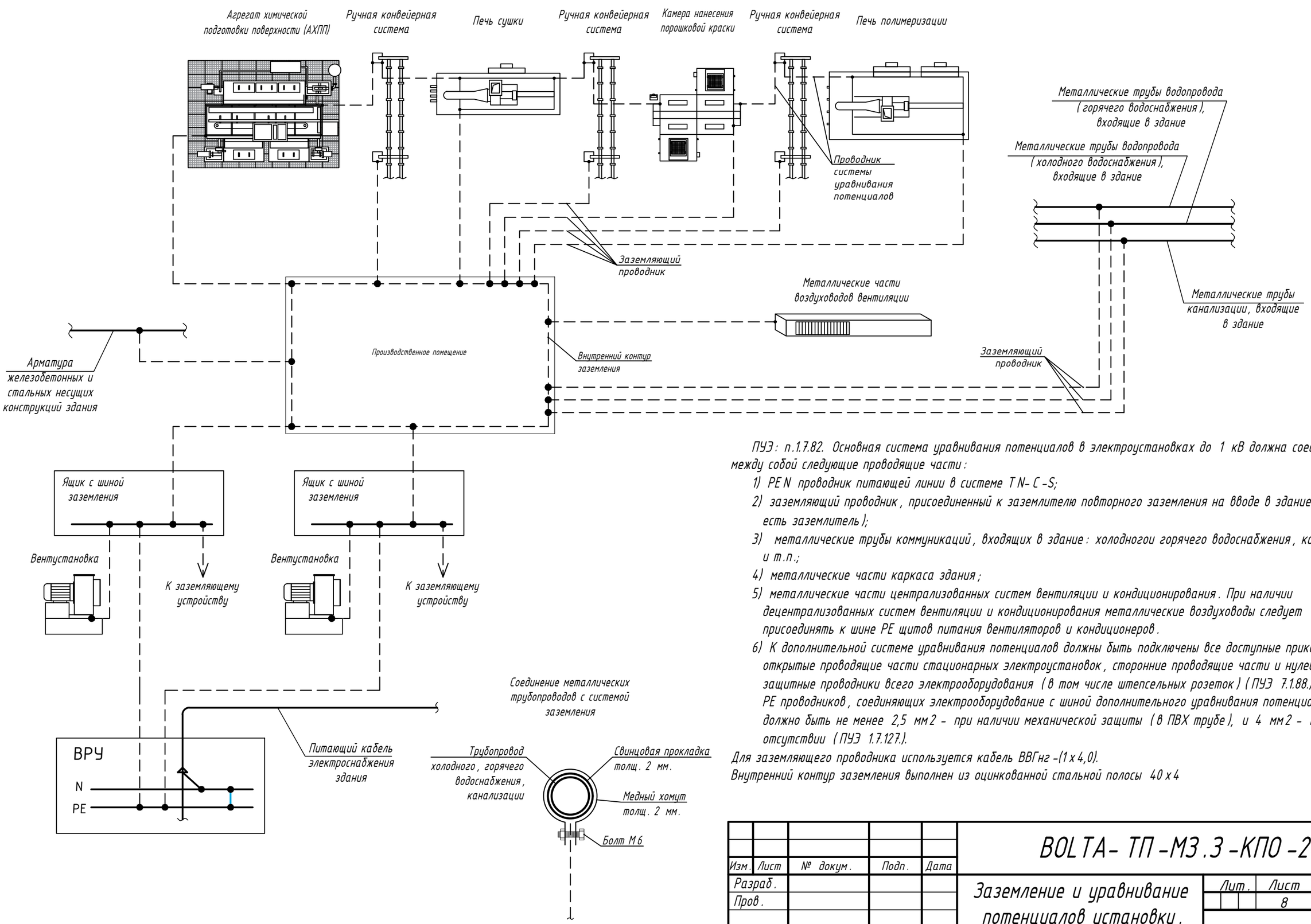
* - расчет сопротивления одиночного горизонтального электролитического электрода приведен без учета климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-МЗ.3-КПО-24			
Разраб.					Рекомендации по расчету заземляющего устройства. Горизонтальные электролитические электроды	Лит.	Лист 7	Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»		
Н.контр								
Утв.								

Копировал Формат А3

Перв. примен.
Справ. №



ПУЭ: п.1.7.82. Основная система уравнивания потенциалов в электроустановках до 1 кВ должна соединять между собой следующие проводящие части:

1) PEN проводник питающей линии в системе TN-C-S;
2) заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание (если есть заземлитель);
3) металлические трубы коммуникаций, входящих в здание: холодногои горячего водоснабжения, канализации и т.п.;
4) металлические части каркаса здания;
5) металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования. При наличии децентрализованных систем вентиляции и кондиционирования металлические воздуховоды следует присоединять к шине PE щитов питания вентиляторов и кондиционеров.
6) К дополнительной системе уравнивания потенциалов должны быть подключены все доступные прикосновению открытые проводящие части стационарных электроустановок, сторонние проводящие части и нулевые защитные проводники всего электрооборудования (в том числе штепсельных розеток) (ПУЭ 7.1.88.). Сечение PE проводников, соединяющих электрооборудование с шиной дополнительного уравнивания потенциалов, должно быть не менее 2,5 мм2 - при наличии механической защиты (в ПВХ трубе), и 4 мм2 - при её отсутствии (ПУЭ 1.7.127.).

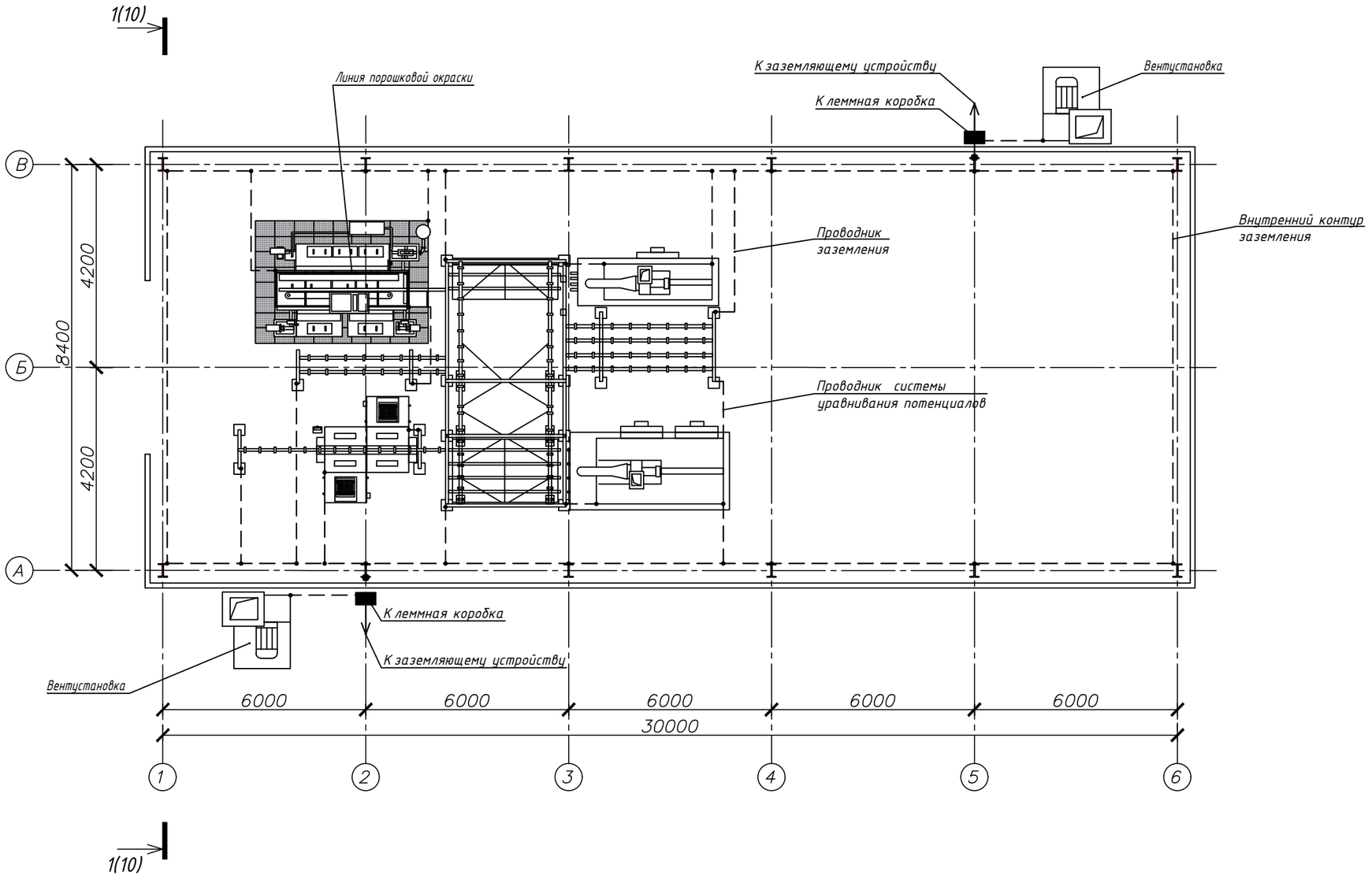
Для заземляющего проводника используется кабель ВВГнг-(1х4,0).
Внутренний контур заземления выполнен из оцинкованной стальной полосы 40х4

					BOLTA-ТП-МЗ.3-КПО-24
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.					Заземление и уравнивание потенциалов установки. Схема.
Пров.					Лит. / Лист 8 / Листов
Н.контр					ООО «БОЛТА»
Утв.					

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №



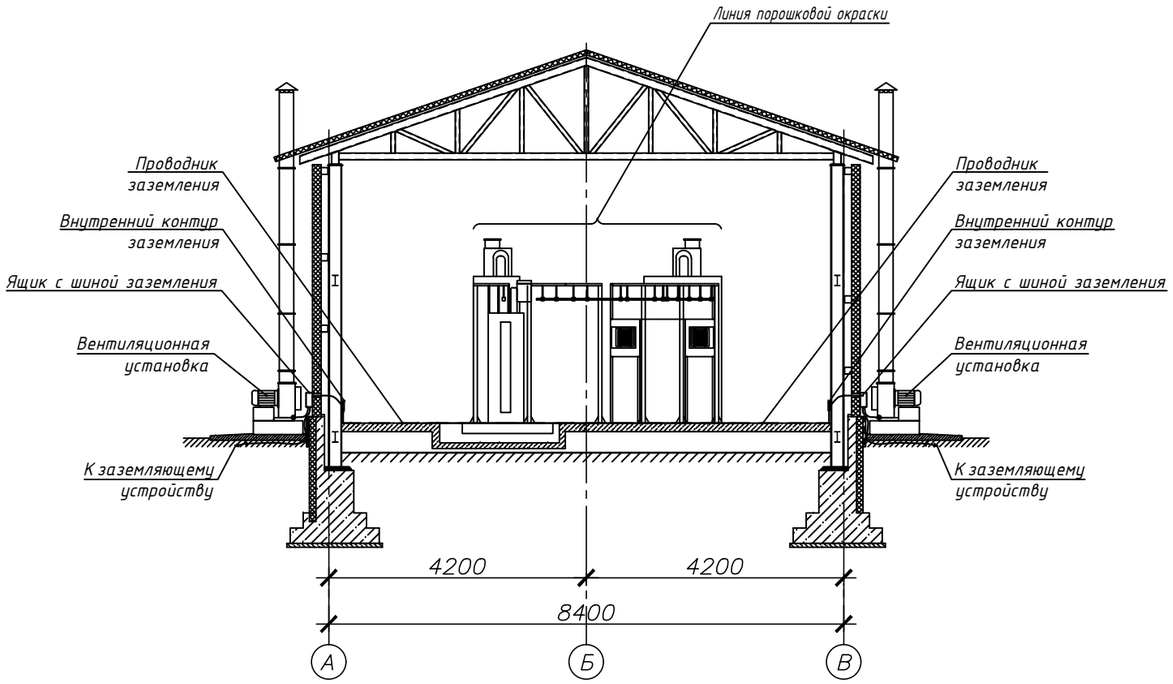
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA- ТП -М3.3 -КПО -24		
Разраб.					Заземление и уравнивание потенциалов установки. План.	Лит.	Лист 9 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

Копировал Формат А3

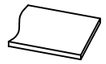
Перв. примен.

Справ. №

1-1(9)



Спецификация изделий, оборудования и материалов

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1			Полоса стальная оцинкованная 40 х 4	80	м.
2			Кабель ВВГнг -(1 х 4,0).	100	м.
3		ЯГЗШ-10	Ящик с шиной заземления	2	шт.
4			Паста контактная проводящая КЭПС	1	шт.
5			Наконечник медный луженный для провода сечением 4 мм	40	шт.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-МЗ.3-КПО-24		
Разраб.					Заземление и уравнивание потенциалов установки. Разрез 1-1. Спецификация.	Лит.	Лист 10 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Расчёт заземляющего устройства

Пример расчета контура заземления и молниезащиты помещения с установкой порошковой окраски.
Расчёт для варианта заземляющего устройства с вертикальными электродами.
Исходные данные: (см. лист 4)

Грунт двухслойный:
Верхний слой - супесь (толщина 3,0 м), ρ=300 Ом·м
Нижний слой - глина каменистая, ρ=100 Ом·м
Климатическая зона - II.

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

Задача: обеспечить сопротивление контура заземления не более 10 Ом.
Решение: используя формулы на листе 6, рассчитаем сопротивление заземляющего устройства. Принимаем длину вертикального электрода L_B=4,5 м

Выполняем расчёт:

1) Эквивалентное удельное сопротивление двухслойного грунта:

$$\rho_{гр}=\frac{\rho_1\cdot\rho_2\cdot k\cdot L_b}{\rho_1\cdot(t_0+k\cdot L_B-h)+\rho_2\cdot(h-t_0)}=\frac{300\cdot100\cdot1\cdot4,5}{300\cdot(0,7+1\cdot4,5-3)+100\cdot(3-0,7)}=151,7\ Ом^*$$

2) Сопротивление одиночного вертикального электрода длиной 4,5 м.:

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

$$=\frac{151,7}{2\cdot3,14\cdot4,5}\cdot\left(\ln\left(\frac{2\cdot4,5}{0,016}\right)+\frac{1}{2}\ln\left(\frac{4\cdot2,95+4,5}{4\cdot2,95-4,5}\right)\right)=36,14\ Ом$$

где $t_1=t_0+\frac{1}{2}\cdot L_B=0,7+\frac{1}{2}\cdot4,5=2,95$

3) Количество необходимых вертикальных электродов:

$$n=\frac{R_B}{R_н\cdot K_{uв}}=\frac{36,14}{10\cdot0,94}=3,8\approx4\ шт.,$$ округляем до ближайшего большего целого числа.

Где: $K_{uв}$ = 0,94 - коэффициент использования вертикальных электродов

$$R_\Sigma=\frac{R_B}{n\cdot K_{uв}}=\frac{36,14}{10\cdot0,94}=9,6\ Ом$$

4) Сопротивление горизонтального заземлителя. Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах: медная полоса 25 х 3 мм, катанка медная 8 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 80 м

4.1) Горизонтальный заземлитель - катанка медная 8 мм.

$$R_г=\left(\frac{\rho_{гр}}{2\cdot\Pi\cdot L_г}\right)\cdot\ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b\cdot t_0}\right)=\left(\frac{300}{2\cdot3,14\cdot80}\right)\cdot\ln\left(\frac{80^2}{0,001\cdot0,7}\right)=9,57\ Ом.$$

4.2) Горизонтальный заземлитель - медная полоса 25 х 3.

$$R_г=\left(\frac{\rho_{гр}}{2\cdot\Pi\cdot L_г}\right)\cdot\ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b\cdot t_0}\right)=\left(\frac{300}{2\cdot3,14\cdot80}\right)\cdot\ln\left(\frac{80^2}{0,02\cdot0,7}\right)=7,78\ Ом.$$

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

$$R_г=\left(\frac{\rho_{гр}}{2\cdot\Pi\cdot L_г}\right)\cdot\ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b\cdot t_0}\right)=\left(\frac{300}{2\cdot3,14\cdot80}\right)\cdot\ln\left(\frac{80^2}{0,04\cdot0,7}\right)=7,37\ Ом.$$

5) Сопротивление горизонтальных заземлителей с учетом коэффициента использования:
Из расчёта сопротивления горизонтального заземлителя (п.4) следует что наибольшее сопротивление имеет заземлитель из катанки медной Ø8 мм. В дальнейших расчётах применяем этот вариант, считая что при удовлетворении наибольшего варианта нормативному значению - остальные варианты тоже будут рабочими.

5.1) Горизонтальный заземлитель - катанка медная 8 мм.

$$R_{\sum г}=\frac{R_г\cdot K}{K_{иг}}=\frac{9,57\cdot1,65}{0,92}=13,22\ Ом.$$

6) Полное сопротивление заземляющего устройства:

$$R=\frac{R_\Sigma\cdot R_{\sum г}}{R_\Sigma+R_{\sum г}}=\frac{9,6\cdot13,22}{9,6+13,22}=5,6\ Ом<10\ Ом.$$

Итого: Заземляющее устройство производственного помещения для размещения камеры порошковой окраски состоит из 4-х вертикальных электродов длиной 4,5 м и горизонтального электрода, длиной 80 м.

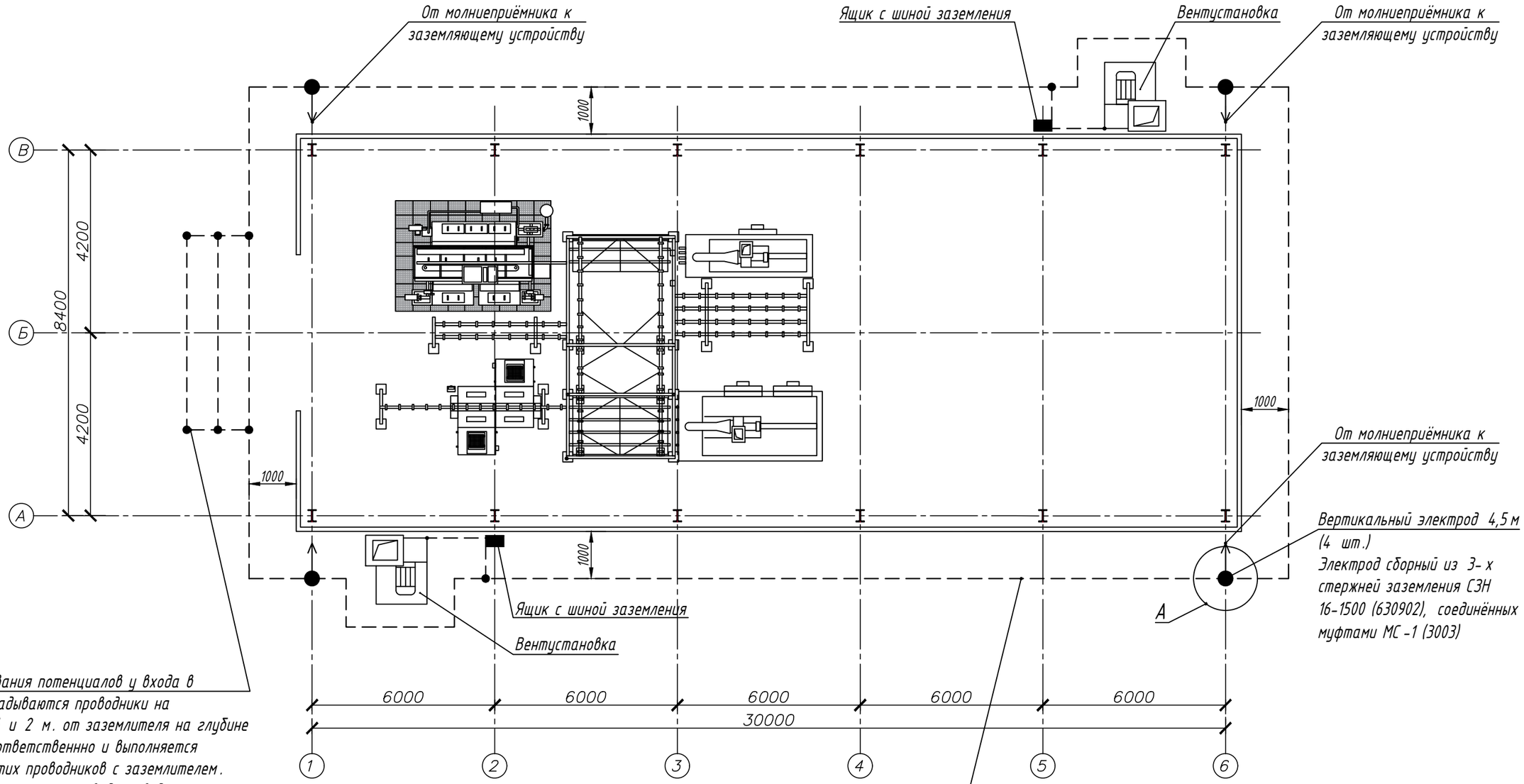
Примечание:
* - Применение заполнителя грунтового SX-3 позволяет пренебречь сезонной корректировкой. Расчет сопротивления одиночного вертикального электрода приведен без учета климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-МЗ.3-КПО-24		
Разраб.					Заземление вертикальными штыревыми электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. Расчёт.	Лит.	Лист 11 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

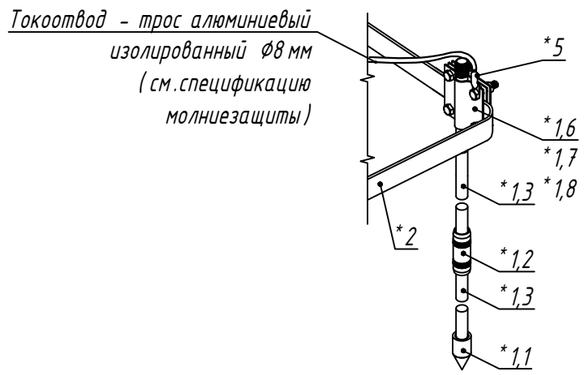
Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №



Вид А

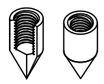
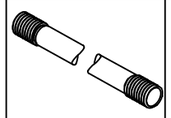
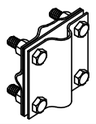
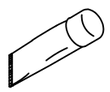
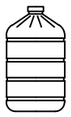


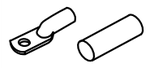
*Позиции спецификации см. лист 13

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24		
Разраб.					Заземление вертикальными штыревыми электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. План.	Лит.	Лист 12 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал Формат А3

Спецификация материалов, необходимых для заземляющего устройства

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1			Типовой вертикальный электрод заземления	4	компл.
В один комплект вертикального электрода входит:					
1,1		4002	Стартовый наконечник М-16	1	шт.
1,2		3003	Муфта соединительная МС-16	3	шт.
1,3		630902	Стержень заземления СЗН-16-1500	3	шт.
1,4		5002	Болт ударопрёмный 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 Ø8 мм*	95	м
3		SDS-Max	Насадка на перфоратор	1	шт.
4		ЯГЗШ-10	Ящик с шиной заземления	2	шт.
5		178547	Комплект заделки изолированного токоотвода в составе: наконечник медный луженый, термоусаживаемая муфта.	4	шт.

*Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах (см. расчёт лист 12):

1. Медная полоса 25 х 3 мм (арт.765530);
2. Катанка медная 8 мм;
3. Сталь полосовая оцинкованная 40 х 4 мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-МЗ.3-КПО-24		
Разраб.					Заземление вертикальными штыревыми электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. Спецификация.	Лит.	Лист 13	Листов
Пров.								
Н.контр						ООО «БОЛТА»		
Утв.								

Перв. примен.

Справ. №

Копировал

Формат А3

Перв. примен.
Справ. №

Расчёт заземляющего устройства

Пример расчета контура заземления и молниезащиты помещения с установкой порошковой окраски.
Расчёт для варианта заземляющего устройства с горизонтальными электролитическими электродами.
Исходные данные за исключением состава грунта: (см. лист 4)

Грунт двухслойный:
Верхний слой - супесь (толщина 1,0 м), ρ=300 Ом·м
Нижний слой - скала, ρ=4000 Ом·м
Климатическая зона - II.

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

Задача: обеспечить сопротивление контура заземления не более $R_н$=10 Ом.
Решение: используя формулы на листе 7, 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 1 м. 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=300 Ом·м.

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

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

$$= 0{,}37 \cdot 0{,}125 \cdot 1{,}45 \cdot \frac{300}{2{,}5} \cdot \left[lg\,\frac{2 \cdot 2{,}5}{0{,}06} + lg\,\frac{2{,}5}{2 \cdot 0{,}7} + \frac{2{,}5}{300} \cdot lg\,\frac{0{,}25}{0{,}06} \right] = 17{,}53 \text{ Ом*}$$

3) Количество необходимых горизонтальных электролитических электродов:

$$n = \frac{R_{ГЭ}}{R_н \cdot K_и} = \frac{17{,}53}{10 \cdot 0{,}77} = 1{,}86 \approx 2 \text{ шт.}$$

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 6).

4) Суммарное сопротивление горизонтальных электролитических электродов:

$$R_Σ = \frac{R_{ГЭ}}{n \cdot K_и} = \frac{17{,}53}{9 \cdot 0{,}77} = 4{,}66 \text{ Ом}$$

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-МЗ.3-КПО-24		
Разраб.					Заземление горизонтальными электролитическими электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. Расчёт, лист 1.	Лит.	Лист 14 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

5) Сопротивление горизонтального заземлителя. Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах: медная полоса 25 х 3 мм, катанка медная 8 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 80 м

5.1) Горизонтальный заземлитель - катанка медная 8 мм.

$$R_г = \left(\frac{P_{гр}}{2 \cdot П \cdot L_г}\right) \cdot ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0}\right) = \left(\frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 80}\right) \cdot ln\left(\frac{80^2}{0,001 \cdot 0,7}\right) = 9,57 \text{ Ом.}$$

5.2) Горизонтальный заземлитель - медная полоса 25 х 3.

$$R_г = \left(\frac{P_{гр}}{2 \cdot П \cdot L_г}\right) \cdot ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0}\right) = \left(\frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 80}\right) \cdot ln\left(\frac{80^2}{0,02 \cdot 0,7}\right) = 7,78 \text{ Ом.}$$

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

$$R_г = \left(\frac{P_{гр}}{2 \cdot П \cdot L_г}\right) \cdot ln\left(\frac{L_г^{\,2}}{b \cdot t_0}\right) = \left(\frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 80}\right) \cdot ln\left(\frac{80^2}{0,04 \cdot 0,7}\right) = 7,37 \text{ Ом.}$$

6) Сопротивление горизонтальных заземлителей с учетом коэффициента использования:

Из расчёта сопротивления горизонтального заземлителя (п.4) следует что наибольшее сопротивление имеет заземлитель из катанки медной ⌀8 мм. В дальнейших расчётах применяем этот вариант, считая что при удовлетворении наибольшего варианта нормативному значению - остальные варианты тоже будут рабочими.

6.1) Горизонтальный заземлитель - катанка медная 8 мм.

$$R_{\sum г} = \frac{R_г \cdot K}{K_{иг}} = \frac{9,57 \cdot 1,65}{0,77} = 20,5 \text{ Ом.}$$

7) Полное сопротивление заземляющего устройства:

$$R = \frac{R_{\sum} \cdot R_{\sum г}}{R_{\sum} + R_{\sum г}} = \frac{4,66 \cdot 20,5}{4,66 + 20,5} = 3,8 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом.}$$

Итого: Заземляющее устройство производственного помещения для размещения камеры порошковой окраски состоит из 2-х горизонтальных электролитических электродов длиной 2,5 м и горизонтального электрода, длиной 80 м.

При необходимости организовать молниезащиту здания в виде сетки на кровле с четырьмя опускми к заземляющему устройству то в соотв. с п.2.13 РД 34.21.122-87. необходимо в каждом месте опуска токоотвода присоединить по одному горизонтальному электролитическому электорду с такими-же характеристиками.

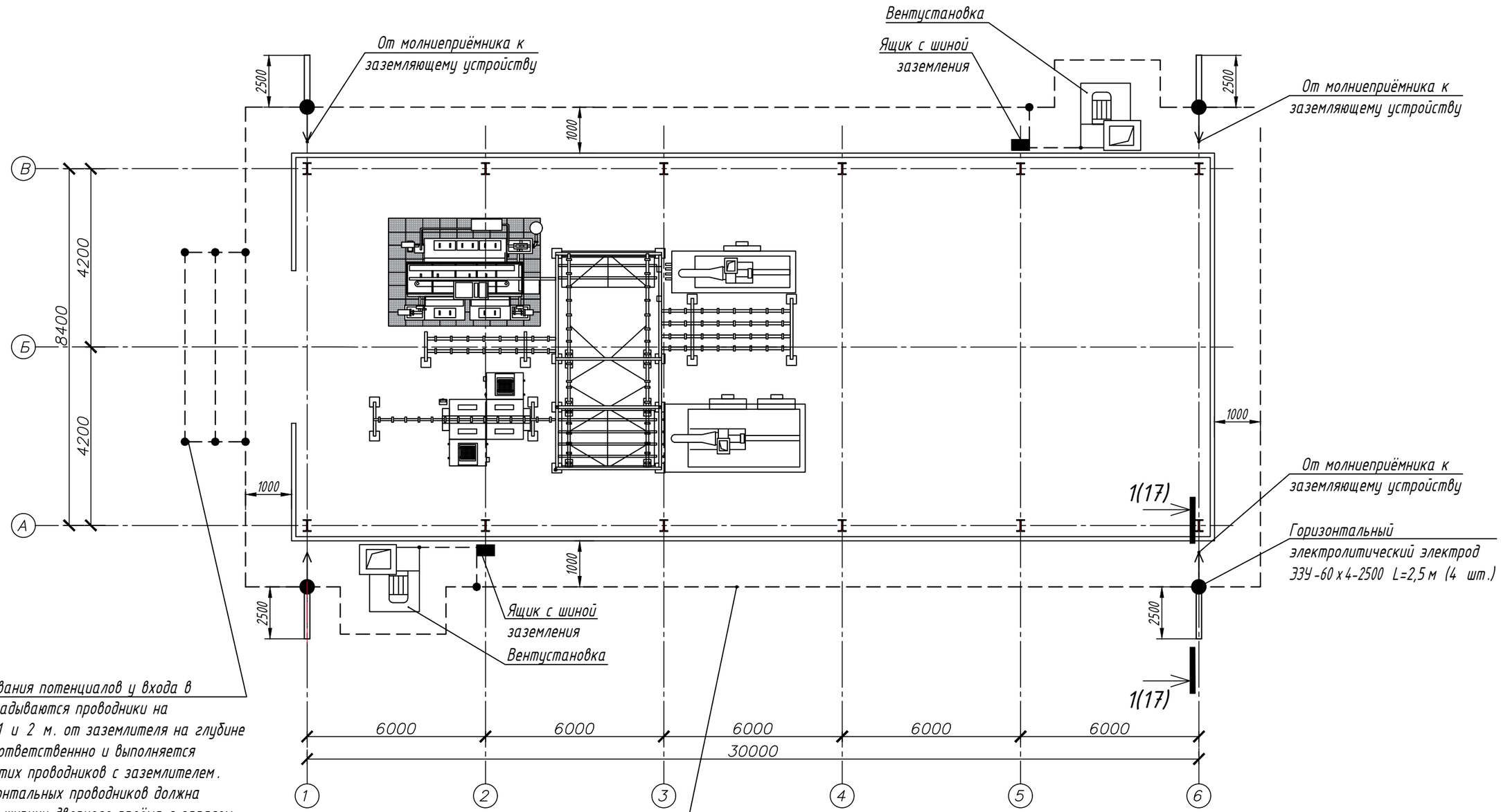
https://bolta.pro/calc
Online калькулятор расчёта контура заземления

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24		
Разраб.					Заземление горизонтальными электролитическими электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. Расчёт, лист 2.	Лит.	Лист 15 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №



*Позиции спецификации см. лист 18

При необходимости организовать молниезащиту здания в виде сетки на кровле с четырьмя опускми к заземляющему устройству то в соотв. с п.2.13 РД 34.21.122-87. необходимо в каждом месте опуска токоотвода присоединить по одному горизонтальному электролитическому электорду с такими-же характеристиками.

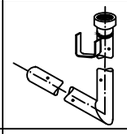
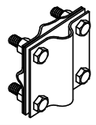
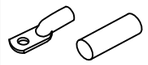
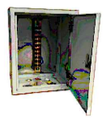
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24		
Разраб.					Заземление горизонтальными электролитическими электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. План.	Лит.	Лист 16 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

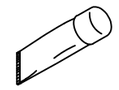
Копировал Формат А3

Перв. примен.

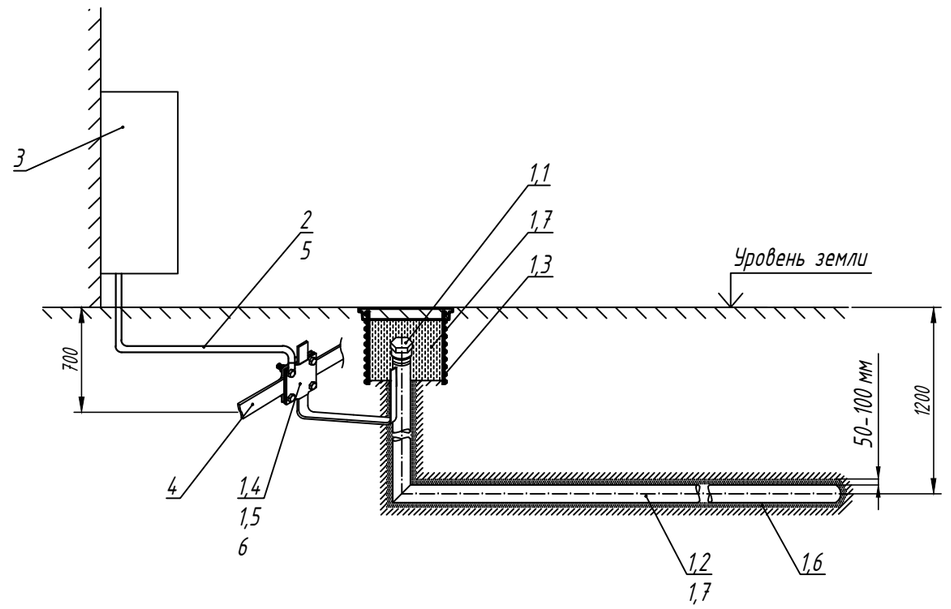
Справ. №

Спецификация материалов, необходимых для заземляющего устройства поликлиники

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1			Электролитический электрод заземления горизонтального исполнения	4	компл.
В один комплект вертикального электрода входит:					
1,1		ГМ-58	Головка монтажная	1	шт.
1,2		ЭЗУ-60х4-2500	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			Активатор грунта	90/3	кг / мешок
1.7			Электролитическая смесь	15/1	кг / мешок
2		178547	Комплект заделки изолированного токоотвода в составе: наконечник медный луженый, термоусаживаемая муфта.	2	шт.
3		ЯГЗШ-10	Ящик с шиной заземления	1	шт.
4			Катанка медная ф8 мм*	95	м

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
5		112358	** Токоотвод изолированный - СИП-3 1х50	5	м
6			Паста контактная проводящая	3	тюбик

1-1(16, 18)



*Горизонтальный заземлитель допускается в трёх разных форм-факторах:

1. Медная полоса 25х3 мм (арт.765530);
2. Катанка медная 8 мм;
3. Сталь полосовая оцинкованная 40х4 мм.

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

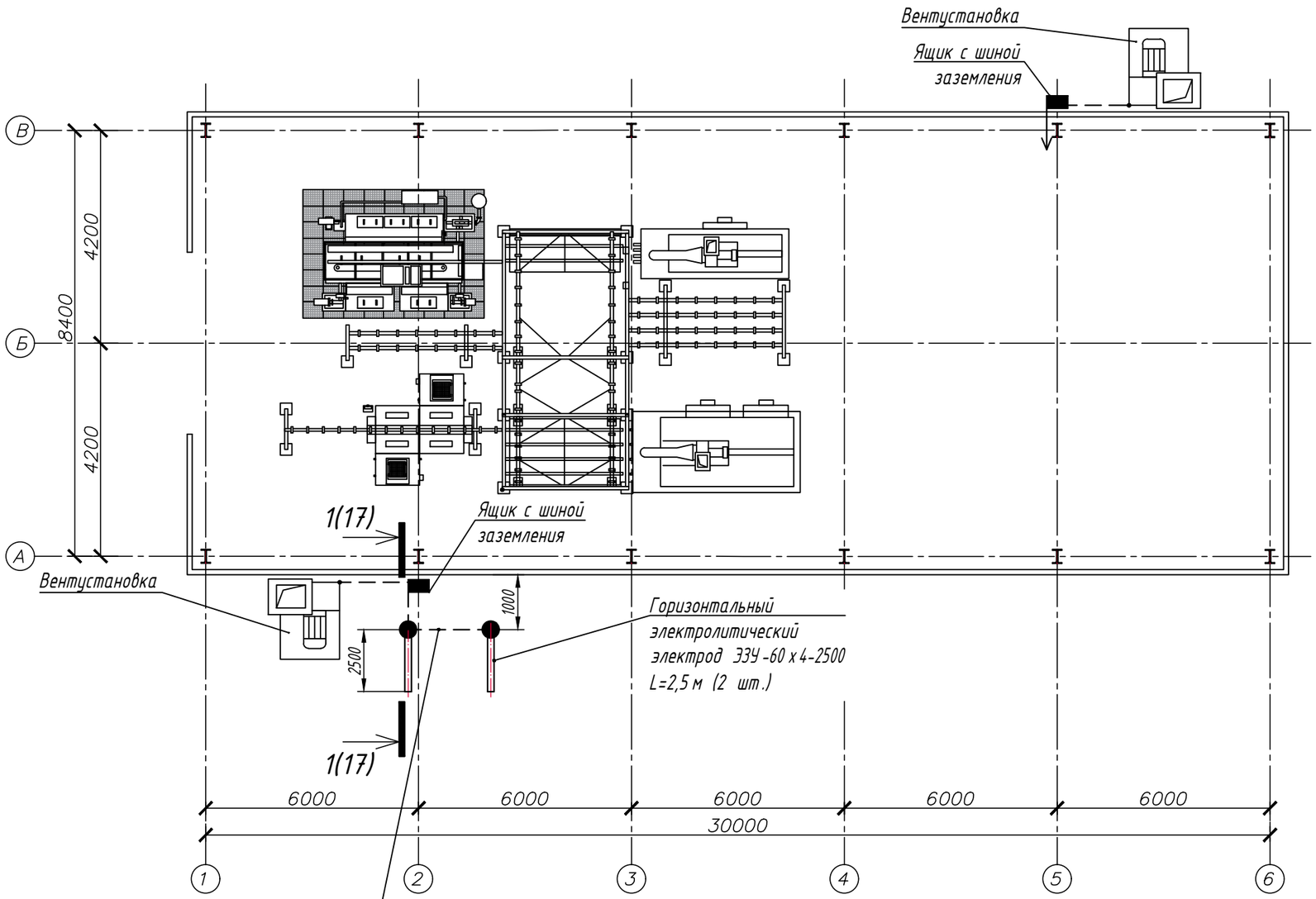
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-МЗ.3-КПО-24		
Разраб.					Заземление горизонтальными электролитическими электродами. Заземляющее устройство по периметру здания. Спецификация.	Лит.	Лист 17 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №



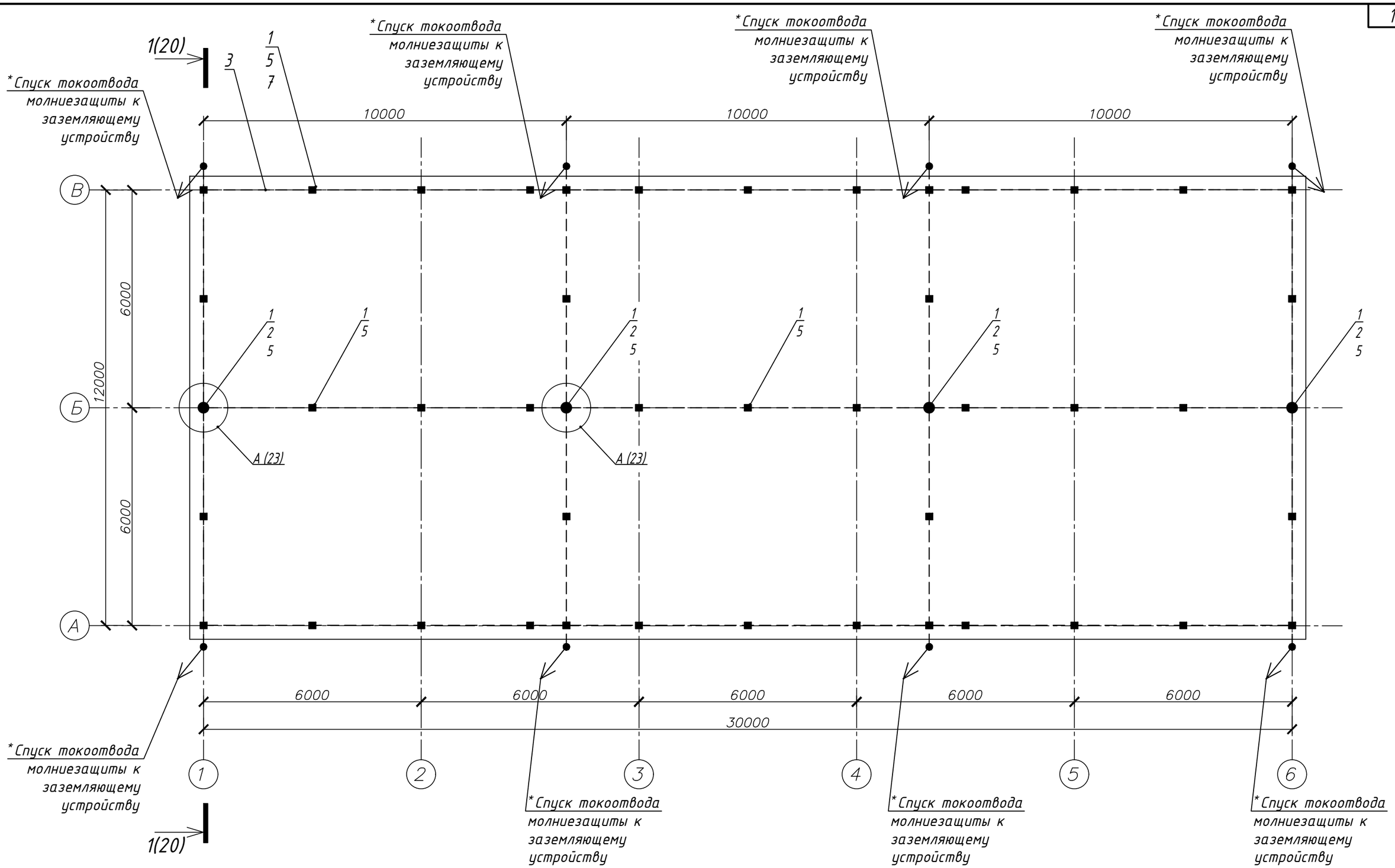
*Позиции спецификации см. лист 18

При отсутствии необходимости выполнять молниезащиту здания в соответствии с п.3.1 СО 153-34.21.122-2003 "Если рядом находится сооружение, способное выполнять функции естественного молниеотвода" Для заземления достаточно выполнить контур в составе 2-х электрически соединённых горизонтальных электролитических электродов (расчёт см. лист 15).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24		
Разраб.					Заземление горизонтальными электролитическими электродами. Заземляющее устройство в виде контура. План.	Лит.	Лист 18 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							

Копировал Формат А3

Перв. примен.
Справ. №



* Крепление токоотводов (поз.3) по фасаду здания осуществляется при помощи держателя токоотвода плоскостного ДТП-10 (631112) (поз.1), закреплённого на фасаде заклепками (поз.5) с интервалом 0,7 м. Токоотводы, прокладываемые по наружным стенам зданий, следует располагать не ближе чем в 3 м от входов или в местах, не доступных для прикосновения людей (РД 34.21.122-87 п.2.12).
Места опусков токоотводов от молниеприёмного устройства к заземлению согласовывать с конфигурацией заземляющего устройства. В местах присоединения опусков должны располагаться вертикальные электроды заземления.

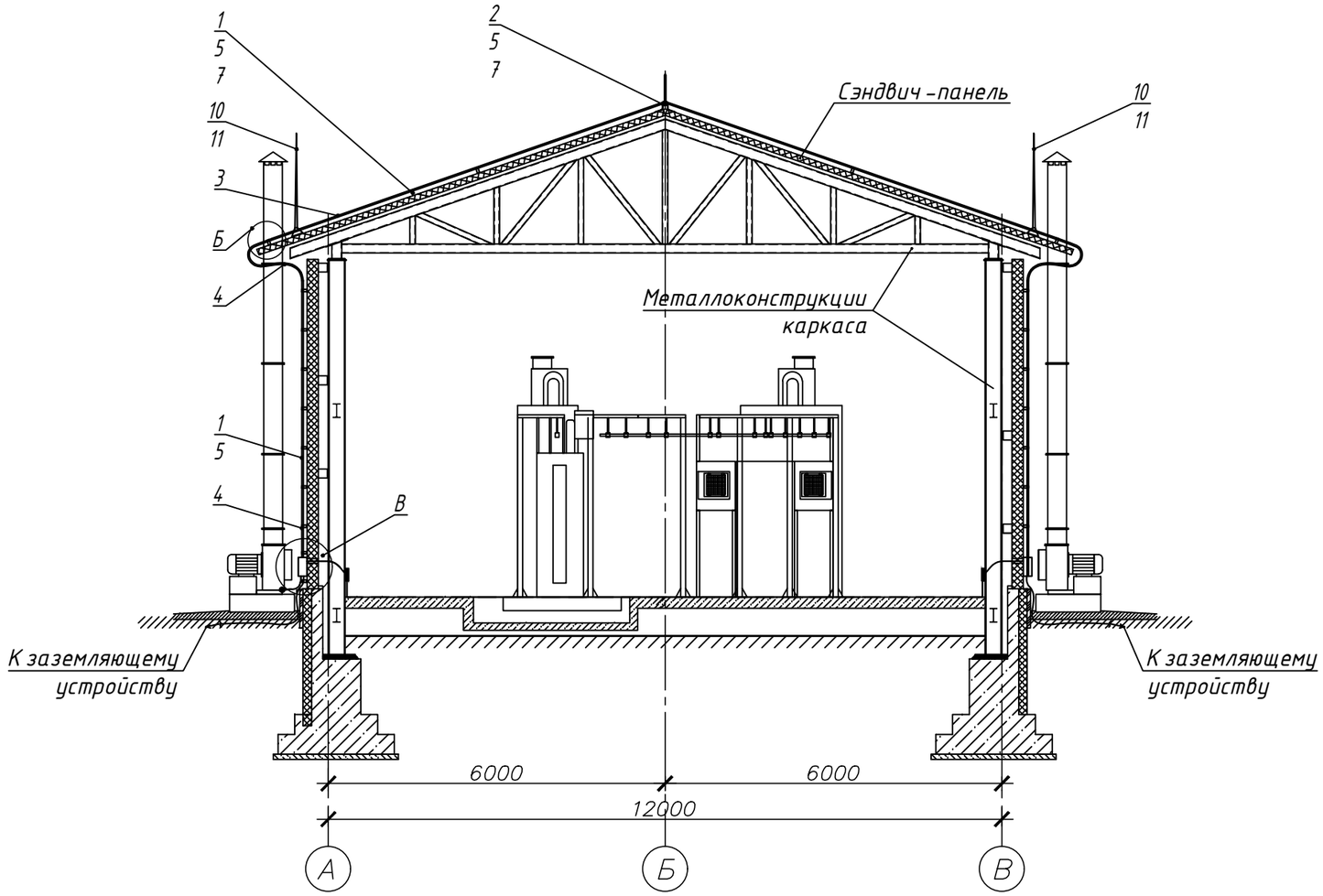
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-МЗ.3-КПО-24		
Разраб.					Молниезащита. План.	Лит.	Лист 19 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал Формат А3

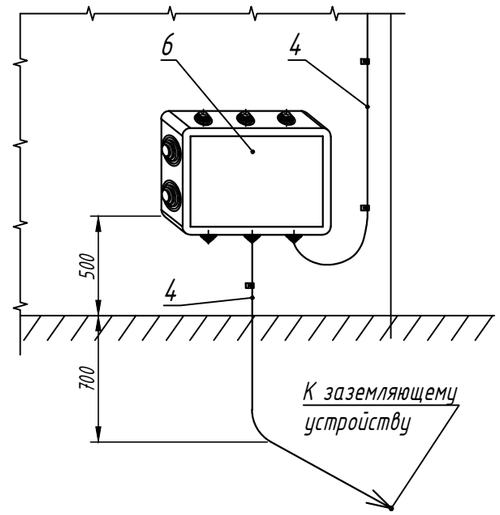
Перв. примен.

Справ. №

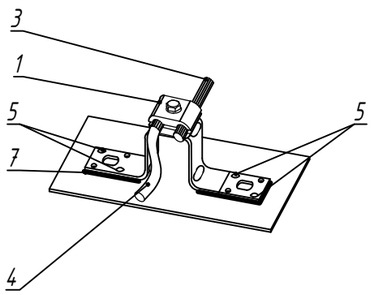
1-1(19)



Вид В



Вид Б



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA- ТП -М3.3 -КПО -24		
Разраб.					Молниезащита. Разрез 1-1, Вид Б, Вид В.	Лит.	Лист 20 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

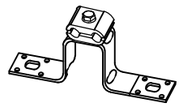
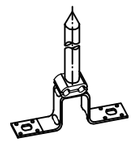
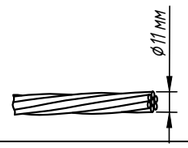
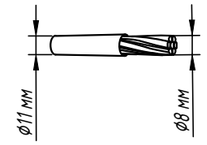
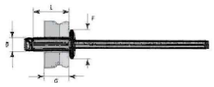
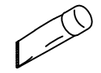
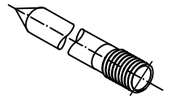
Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Спецификация изделий, оборудования и материалов

Поз	Внешний вид	Обозначение / артикул	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1		ДТП-10 (631112)	Держатель токоотвода плоскостный	200	шт.
2		630401	Молниеприёмник коньковый	4	шт.
3		442564	Токоотвод трос алюминиевый неизолированный ø11 мм	150	м.
4		112358	Токоотвод - трос алюминиевый изолированный ø8 мм	80	м.
5		31315-40-06	Заклёпка вытяжная из нержавеющей стали ø4, L=6 мм	800	шт.
6		443559	Коробка с шиной заземления ГЗШ-3 М	1	шт.
7			Бутил-каучуковый герметик	1	кг.
8		178547	Комплект заделки	2	шт.
9			Паста контактная проводящая КЭПС	1	шт.
10		630451	Держатель MiD-3	2	шт.
11		630442	Молниеприёмный стержень М 16, L=2 м	2	шт.

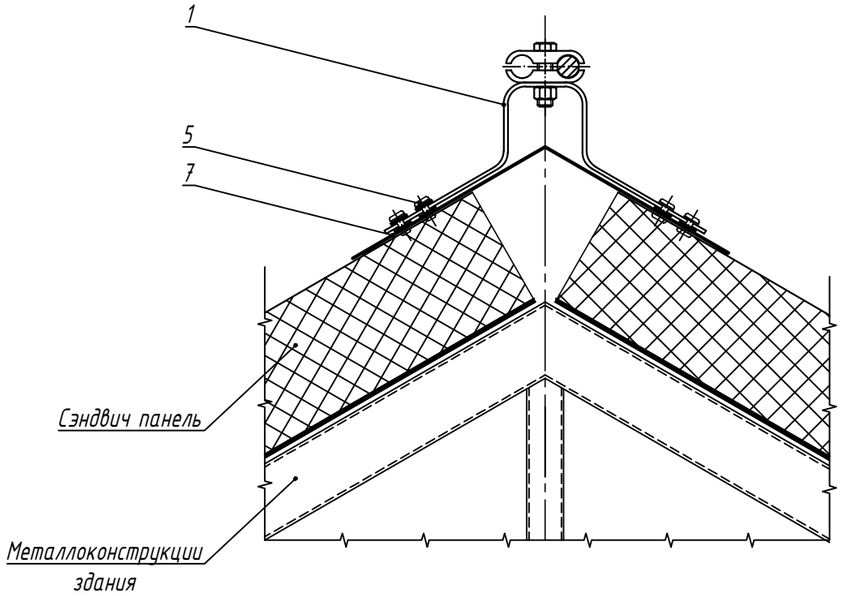
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24		
Разраб.					Молниезащита, Спецификация.	Лит.	Лист 21 / Листов
Пров.						ООО «БОЛТА»	
Н.контр							
Утв.							

Копировал Формат А3

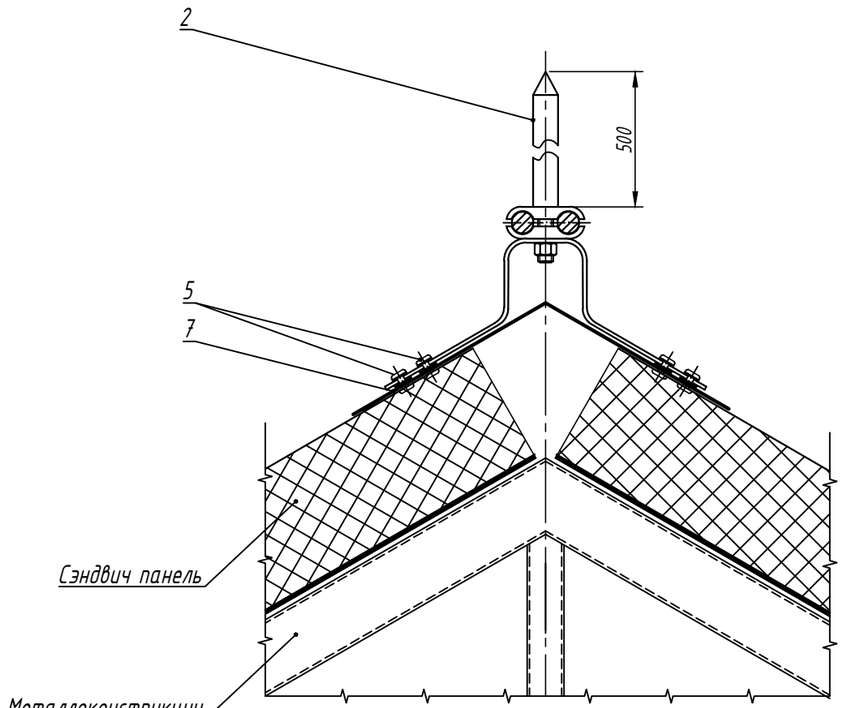
Перв. примен.

Справ. №

2-2

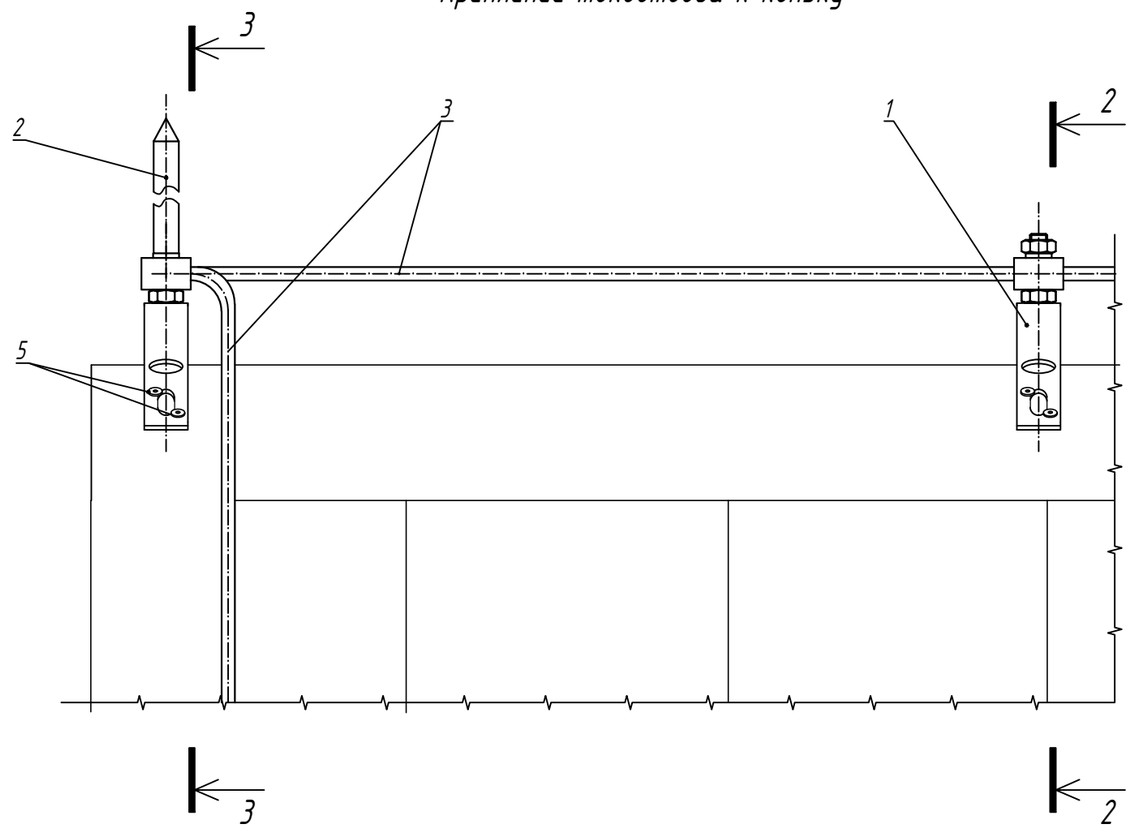


3-3



Вид А (20)

Крепление токоотвода к коньку



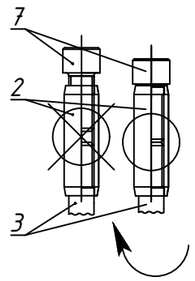
Позиции спецификации см. лист 22

					BOLTA-ТП-МЗ.3-КПО-24	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.					Молниезащита. Вид А.	Лит. / Лист 22 / Листов
Пров.						
Н.контр						ООО «БОЛТА»
Утв.						

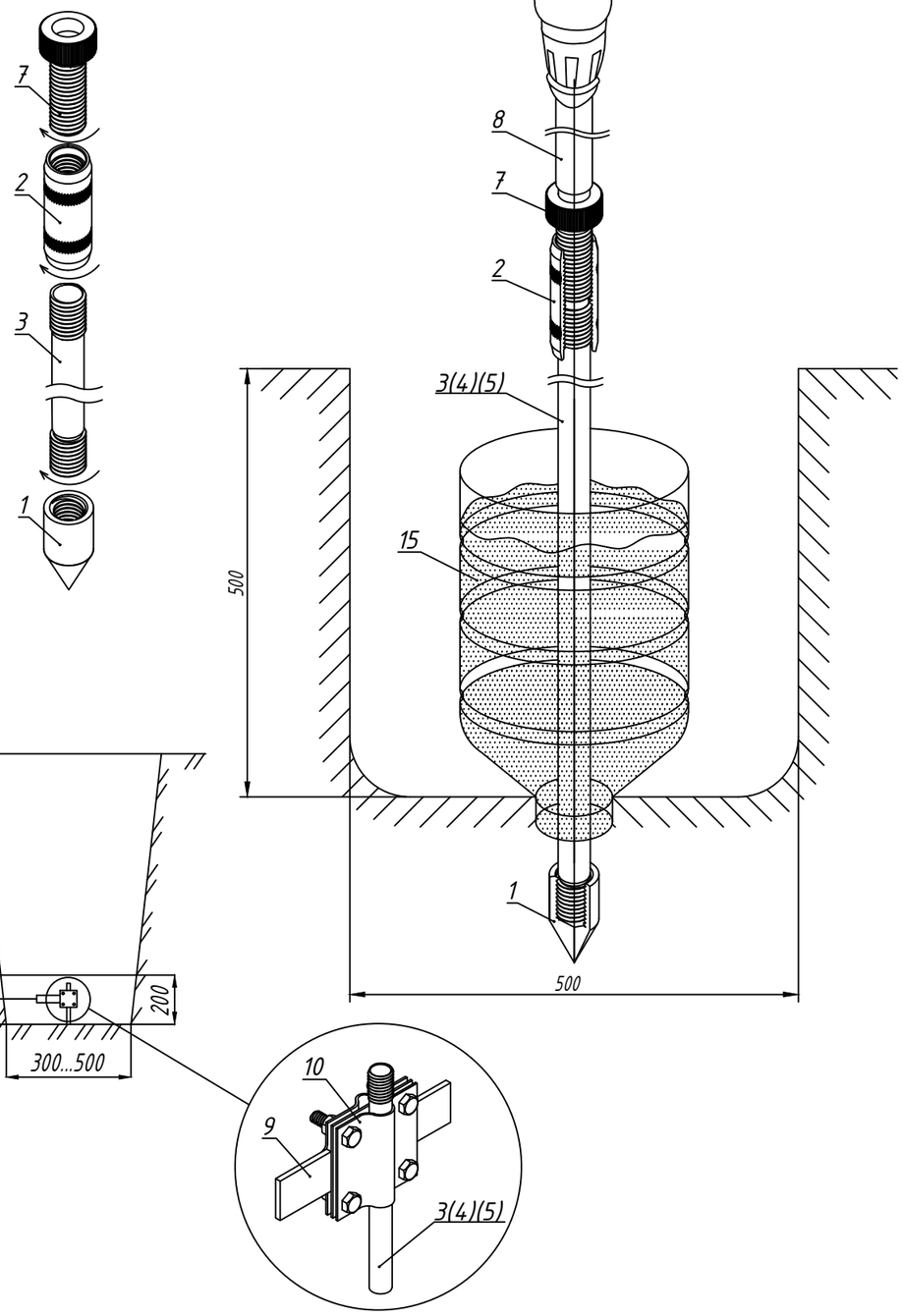
Копировал

Формат А3

Перв. примен.
Справ. №



Болт удароприемный вкручивать в соединительную муфту до упора в стержень заземления Подтягивать при монтаже!



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 - Стартовый наконечник; 2 - муфта соединительная; 3(4)(5) - стержень резьбовой;
7 - болт удароприёмный; 8 - насадка на перфоратор; 9 - горизонтальный заземлитель;
10 - зажим универсальный крестообразный; 15 - заполнитель грунтовый SX-3.
Позиции спецификации см. в таблице "Комплектующие заземления" листы 4-7.

Примечания:
* - перфоратор не входит в объем поставки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BOLTA-ТП-М3.3-КПО-24		
Разраб.					Инструкция по монтажу вертикального электрода заземления	Лит.	Лист 23 / Листов
Пров.							
Н.контр						ООО «БОЛТА»	
Утв.							