ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ВОЛЬТ-СПБ»

АЛЬБОМ ТИПОВЫХ РЕШЕНИЙ
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22

НЕОБСЛУЖИВАЕМЫЙ
АКТИВНЫЙ СОЛЯНОЙ ЭЛЕКТРОД «Н-УДАВ»
ТУ 3418-001-65897260-2012

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

2022 г.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ВОЛЬТ-СПБ»

АЛЬБОМ ТИПОВЫХ РЕШЕНИЙ
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22

НЕОБСЛУЖИВАЕМЫЙ
АКТИВНЫЙ СОЛЯНОЙ ЭЛЕКТРОД «Н-УДАВ»
ТУ 3418-001-65897260-2012

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

УТВЕРЖДАЮ:
Генеральный директор ООО «ВОЛЬТ-СПБ»

Общество с ограниченной ответственностью «ВОЛЬТ-СПБ» «VOLT-SPB» Санкт-Петербург

_____ А.Б. Стрелов

2022 г.

Перв. примен.

Справ. №

Содержание

Обозначение	Наименование	Стр.
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС	Общие данные	2-3
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.ГЧ	Необслуживаемый активный соляной электрод «Н-УДАВ»	4-6
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР1	Рекомендации по расчетам эквивалентного сопротивления грунта	7
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР2	Рекомендации по расчетам заземляющего устройства	8
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.И1	Инструкция по монтажу необслуживаемого активного соляного электрода АС-3НВ-Н-УДАВ	9,10
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.И2	Инструкция по монтажу необслуживаемого активного соляного электрода АС-3НГ-Н-УДАВ	11,12
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР3	Пример расчета заземления ПС с использованием электродов «Н-УДАВ»	13,14
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР4	Пример расчета заземления опоры ВЛ 35 кВ с использованием электродов «Н-УДАВ»	15
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР5	Примеры схем подключения электродов к опоре ВЛ	16
ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР6	Примеры заземления объектов, выполненных электродами «Н-УДАВ»	17
Приложение А	Таблица усредненных значений удельных сопротивлений грунтов	18

Пояснительная записка

1. Вводная часть

1.1. Альбом типовых решений ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22 «Необслуживаемый активный соляной электрод «Н-УДАВ» ТУ 3418-001-65897260-2012 (далее - Альбом) разработан ООО «ВОЛЬТ-СПБ» (г. Санкт-Петербург).

Альбом 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 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов»;
- ГОСТ Р 57190-2016 «Заземлители и заземляющие устройства различного назначения. 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 ОАО «Газпром»;
- ГОСТ Р 58882-2020 «Заземляющие устройства. системы уравнивания потенциалов. Заземлители. заземляющие проводники. Технические требования»;
- Другие справочные и нормативные документы.

1.2. Материалы альбома предназначены для выполнения расчетов, проектных и монтажных работ по организации заземляющего устройства необслуживаемыми активными соляными электродами «Н-УДАВ» электроустановок переменного и постоянного тока до и выше 1 кВ, а также заземления устройств молниезащиты.

2. Область применения

2.1.. Необслуживаемые активные соляные электроды «Н-УДАВ» предназначены для применения в грунтах с высоким удельным сопротивлением от 100 Ом·м (многолетнемерзлый, песчаный, скальный и т.п.) или в условиях ограниченной площади для монтажа заземляющего устройства (далее - ЗУ).

2.2. Электроды эксплуатируются в различных почвенно-климатических условиях. При соблюдении требований данного альбома и инструкции по монтажу срок службы составляет 30 лет.

3. Принцип работы

3.1. Принцип работы необслуживаемого активного соляного электрода основан на локальной замене околоэлектродного грунта на низкоомный катализатор «ГАК-30» (далее - Катализатор) и на искусственном увеличении электропроводности окружающего заземлитель грунта за счет применения соляного наполнителя «СНАП-24» (далее - Наполнитель).

Катализатор «ГАК-30» имеет удельное электрическое сопротивление не более 0,5 Ом.

3.2. Главный элемент активного соляного заземлителя - полый электрод круглого сечения из нержавеющей/оцинкованной стали диаметром 60 мм, толщиной стенки не менее 4 мм, с перфорационными отверстиями, заполняемый Наполнителем в гранулах. В верхней части электрода «Н-УДАВ» располагается соляной модуль с запасом Наполнителя, который обеспечивает стабильную работу заземлителя на протяжении всего срока службы.

3.3. Увеличение электропроводности окружающего грунта обеспечивается за счет образования электролита из Наполнителя. Гранулы соляного наполнителя активно впитывают влагу из окружающего грунта, преобразовываясь в электролит (выщелачиваясь), после чего через перфорацию в стенках электрода электролит поступает в околоэлектродное пространство (катализатор «ГАК-30») и далее - в окружающий грунт. Наличие электролита увеличивает удельную электропроводность грунта и исключает его промерзание вокруг электрода, позволяя сохранять неизменным сопротивление заземляющего устройства круглогодично.

3.4. Замена околоэлектродного грунта Катализатором существенно уменьшает итоговое сопротивление электрода. «ГАК-30» снижает сопротивление растеканию тока, увеличивает площадь токоотдающей поверхности за счет наличия углеродосодержащих веществ с низким удельным сопротивлением и минерализации грунта околоэлектродного пространства. Концентрация электролита в окружающем электрод грунте со временем увеличивается, а сопротивление заземляющего устройства остается неизменным, либо уменьшается. Грунтовый катализатор создает зону пониженной миграции влаги, что позволяет добиться длительного и равномерного процесса выщелачивания электролита из электрода на протяжении всего срока службы.

3.5. При эксплуатации электрода в районах вечной мерзлоты вокруг замененного на Катализатор грунта возникает зона талика (участок незамерзающей породы среди вечной мерзлоты с низким удельным сопротивлением), что способствует лучшему растеканию тока.

3.6. Электроды серии «Н-УДАВ» не требуют обслуживания.

3.7. Соединение электрода с горизонтальным заземлителем, проложенным к главной заземляющей шине (ГЗШ), осуществляется при помощи медного отвода и зажима (болтовое соединение) или монтажной полосы (сварное соединение).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС		
Разраб.		Васильев		11.22	Общие данные	Лит.	Лист 1 / Листов 2
Пров.		Шеремета		11.22			
Н.контр		Паламарчук		11.22		ООО «ВОЛЬТ-СПБ»	
Утв.		См.тит.лист					

Копировал Формат А3

Расшифровка условного обозначения

А С- $X_1X_2X_3$(М) -X_4-X_5

- X_5 — название серии (УДАВ)
- X_4 — тип соляного модуля (Н)
- (М) — тип конструкции (М)
- X_3 — исполнение электрода (В, Г)
- X_2 — материал электрода (О, Н)
- X_1 — длина электрода
- С — соляной
- А — активный

Тип соляного модуля Н:
Н-01 - высота 300 мм для 3-х и 6-ти метровых электродов;
Н-02 - высота 500 мм для 9-ти и 12-ти метровых электродов.
Необслуживаемый соляной модуль предназначен для эксплуатации электрода без инспекции в течение всего срока службы.

Тип конструкции (опционально):
М - модульный.
Электроды длиной 9 м и 12 м изготавливаются исключительно модульного типа (длина модулей 3 м и 6 м, модули соединяются между собой при помощи фланцевого соединения).

Исполнение электрода:
В - вертикальное исполнение;
Г - горизонтальное исполнение.

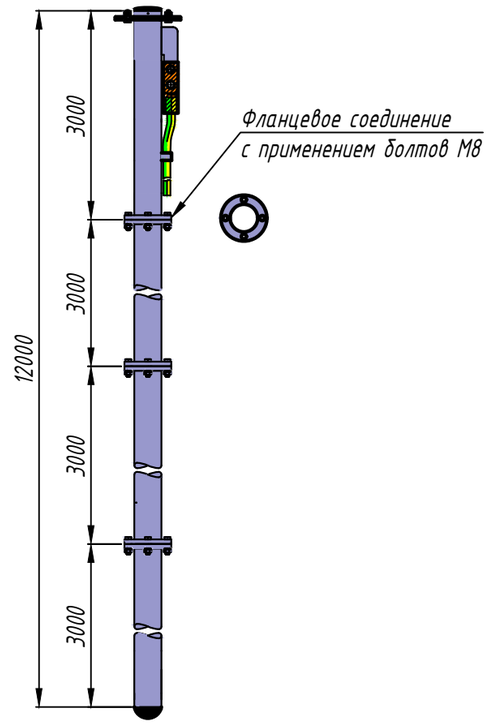
Материал электрода:
О - оцинкованная сталь;
Н - нержавеющая сталь.

Длина электрода:
3/6/9/12 м.

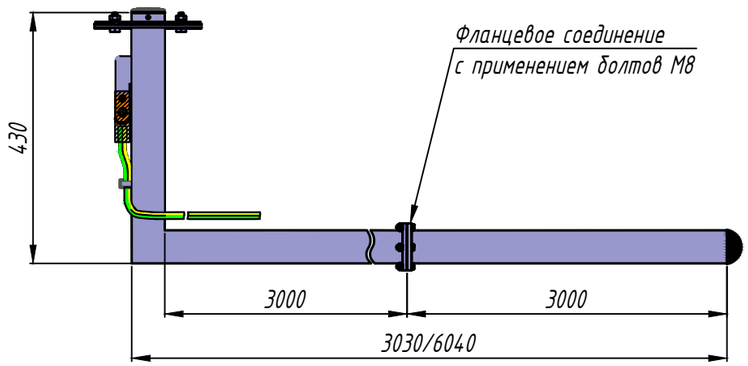
Пример записи: АС-6НВМ-Н-УДАВ – активный соляной электрод, длина 6 м, материал нержавеющая сталь, вертикальное исполнение, модульный, необслуживаемый, диаметр 60 мм.

Исполнение электрода

1. Вертикальные электроды изготавливаются длиной 3/6/9/12 м, электроды длиной 9 м и 12 м изготавливаются исключительно модульного типа (длина модулей 3 м, 6 м, модули соединяются между собой при помощи фланцевого соединения).



2. Горизонтальные электроды более 3-х метров изготавливаются модульного типа. Длина модуля равна 3 м, собирается из двух частей: Г-образной и прямой. Максимальная длина 6 м. Соединение модулей осуществляется путем фланцевого соединения.

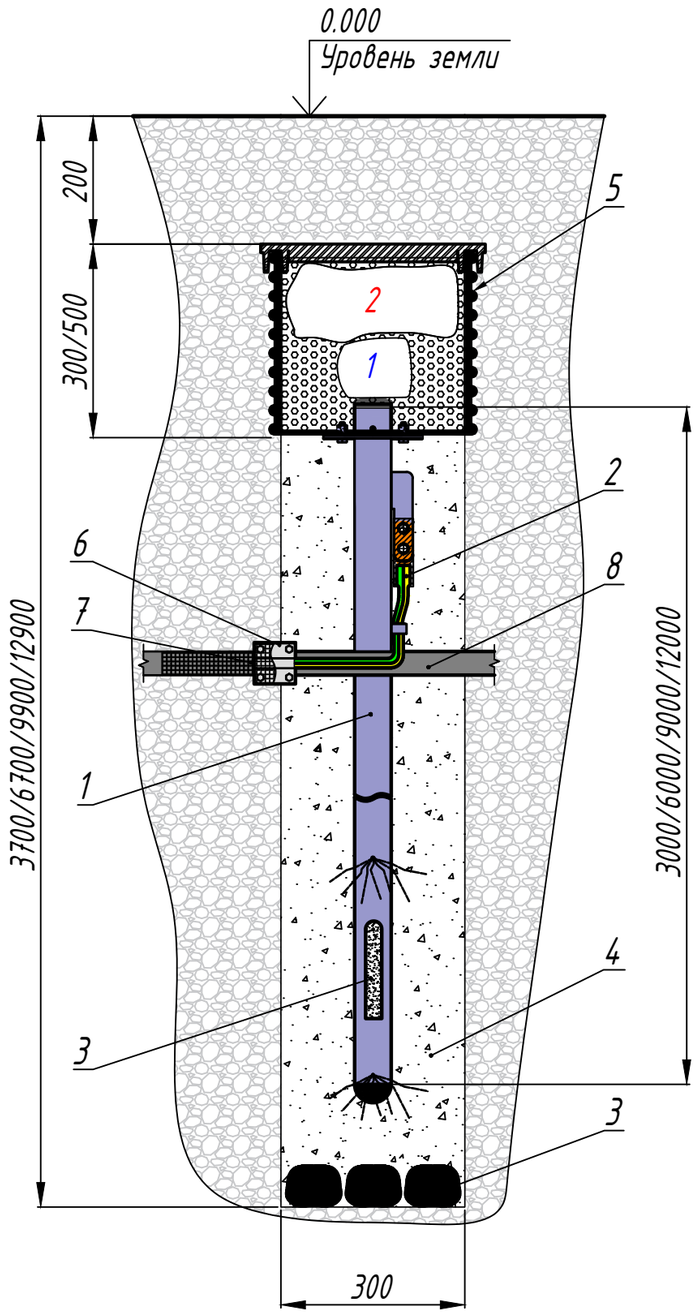


3. Крепление к горизонтальному магистральному проводнику (полосе заземления) осуществляется с помощью медного отвода и зажима (болтовое соединение) или монтажной полосы (сварное соединение).

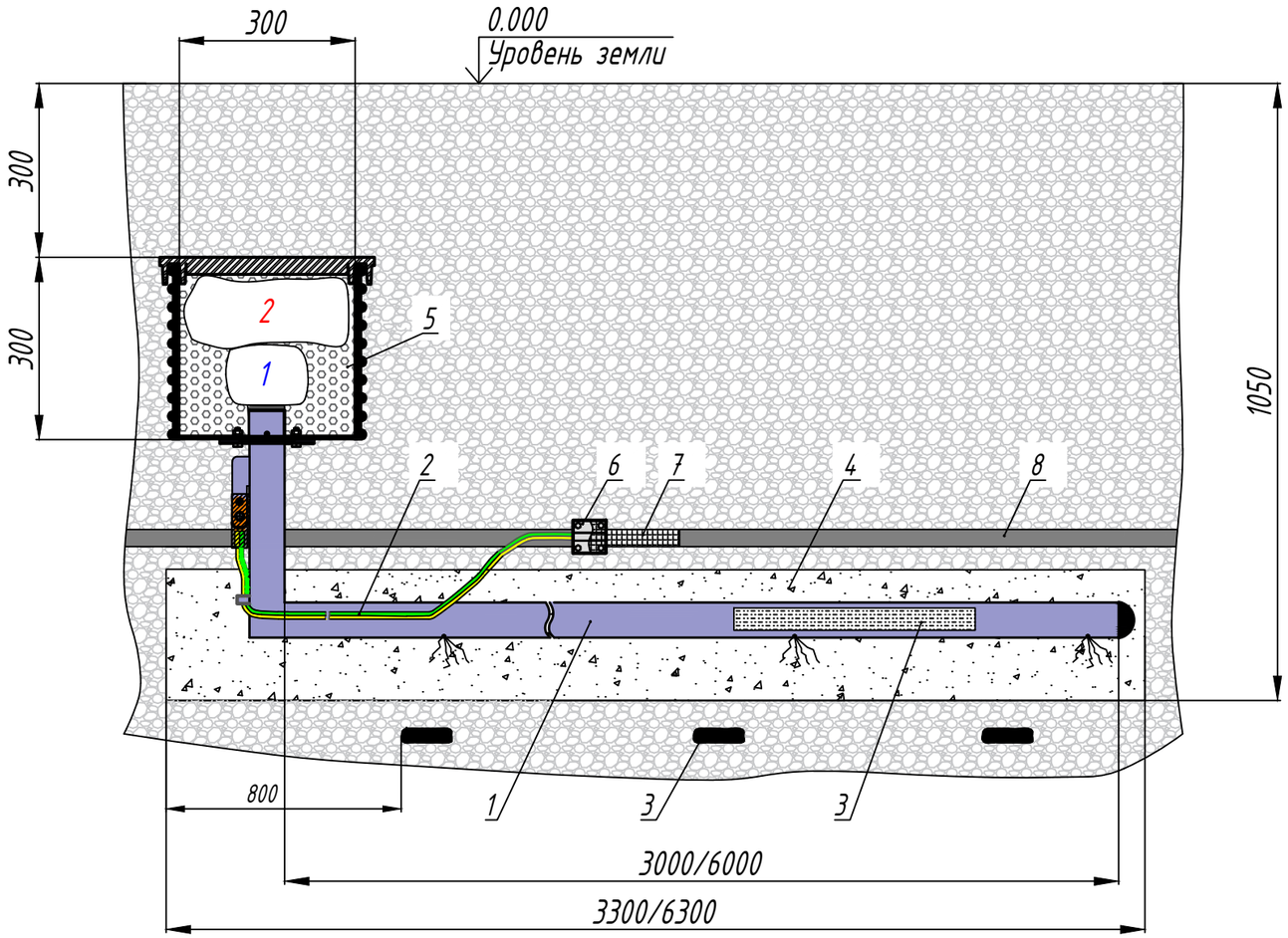
Перв. примен.

Справ. №

Необслуживаемый активный соляной электрод «Н-УДАВ» вертикального исполнения с подключением к магистральному проводнику при помощи медного отвода и универсального крестообразного зажима



Необслуживаемый активный соляной электрод «Н-УДАВ» горизонтального исполнения с подключением к магистральному проводнику при помощи медного отвода и универсального крестообразного зажима



1. Электрод;
2. Медный отвод;
3. Соляной наполнитель «СНАП-24»;
4. Грунтовый катализатор «ГАК-30»;
5. Соляной модуль «Н-01»/«Н-02» с соляными накопителями;
6. Зажим универсальный крестообразный;
7. Лента гидроизоляционная;
8. Горизонтальный проводник.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.ГЧ		
Разраб.		Васильев		11.22	Необслуживаемый активный соляной электрод «Н-УДАВ»	Лит.	Лист 1 / Листов 3
Пров.		Шеремета		11.22			
Н.контр		Паламарчук		11.22		ООО «ВОЛЬТ-СПБ»	
Утв.		См.тит.лист					

Копировал

Формат А3

В комплект необслуживаемого активного соляного электрода «Н-УДАВ» (ТУ 3418-001-65897260-2012) входит:

№	Наименование	Назначение	Кол-во	Примечание
1	Электрод	Используется в качестве основного элемента активного соляного заземлителя. Представляет собой полый электрод диаметром 60 мм, толщина стенки не менее 4 мм, с заглушкой и закрытым дном, с перфорационными отверстиями, заполняемый при монтаже соляным наполнителем «СНАП-24».	1	шт.
2	Медный отвод	Предназначен для соединения электрода с горизонтальным заземляющим проводником с помощью универсального крестообразного зажима. Длина отвода - 1,5 м, сечение - 95 мм^2. Закреплен на электроде.	1	компл.
3	Соляной наполнитель «СНАП-24»	Предназначен для засыпки в электрод, в соляной модуль, в специальные мешочки из геотекстиля, а также для приготовления раствора, которым проливается траншея/скважина при монтаже активного соляного электрода. Состоит из гранул минеральных солей, прессованных солей и специальных добавок.	1	компл.
4	Грунтовый катализатор «ГАК-30»	Предназначен для замены околоэлектродного грунта. «ГАК-30» снижает сопротивление растеканию тока, увеличивает площадь токоотдающей поверхности за счет наличия углеродосодержащих веществ с низким удельным сопротивлением и минерализации грунта околоэлектродного пространства.	1	компл.
5	Соляной модуль «Н-01»/«Н-02» с соляными накопителями	Предназначен для хранения соляных накопителей и соляного наполнителя на протяжении срока службы заземлителя. Характеристики «Н-01»: D=300 мм, h=300 мм; «Н-02»: D=300 мм, h=500 мм.	1	шт.
6	Зажим универсальный крестообразный	Предназначен для присоединения медного отвода или монтажной полосы активного соляного электрода к горизонтальному заземлителю контура заземления электроустановки/заземляющему проводнику.	1	шт.
7	Лента гидроизоляционная	Предназначена для защиты места соединения электрода с заземляющим проводником. Гидроизоляционная лента предотвращает почвенную и электрохимическую коррозию за счет вытеснения влаги из места соединения.	1	шт.
8	Паста контактная проводящая	Предназначена для снижения переходного сопротивления в электрических контактах и обеспечивает антикоррозийную защиту. Поставляется 1 шт. на один ящик.	1	шт.
9	Инструменты, расходные материалы для монтажа:	Предназначены для сборки составных частей электрода. Поставляется 1 комплект на один ящик.	1	компл.
	Воронка	Предназначена для заполнения электрода соляным наполнителем «СНАП-24».	1	шт.
	Ключ рожковый	Предназначен для сборки фланцевых болтовых соединений (для модульных электродов) и затяжки болтов зажима универсального крестообразного.	2	шт.
	Ключ торцевой	Предназначен для крепления соляного модуля к электроду.	1	шт.
	Нож с выдвижным лезвием	Предназначен для вскрытия пакетов/упаковки и снятия изоляции с конца медного отвода.	1	шт.
	Отвертка крестообразная	Предназначена для вкручивания саморезов в крышку соляного модуля.	1	шт.
	Перчатки (пара)	Строительные перчатки используются при монтаже электрода. Их основная функция – защита рук монтажника от механических воздействий, ссадин, царапин и загрязнений.	1	шт.
10	Паспорт	Отражает всю информацию о необслуживаемом активном соляном электроде: условия эксплуатации, значения технических характеристик и параметров, комплектность поставки, заводской номер. Поставляется 1 шт. на партию.	1	шт.
11	Инструкция по монтажу	Предназначена для правильного проведения работ по монтажу необслуживаемых активных соляных электродов. Данную инструкцию рассматривать совместно с пошаговой инструкцией по монтажу. Поставляется 1 шт. на один ящик.	1	шт.

Перв. примен.

Справ. №

Состав и масса комплектов необслуживаемых активных соляных электродов «Н-УДАВ» из нержавеющей стали

Длина электрода, м	Масса электрода, кг	Масса «ГАК-30», кг	Масса «СНАП-24», кг	Масса соляного модуля, кг	Масса комлектующих, кг	Масса всего комплекта, кг
Необслуживаемый активный соляной электрод «Н-УДАВ». Вертикальное исполнение.						
3	20	180	37,5	21,2	5	264
6	36 (37)	360	53,5	21,2	5	476 (477)
9	53	540	71,5	37,4	5	707
12	70	720	87	37,4	5	919
Необслуживаемый активный соляной электрод «Н-УДАВ». Горизонтальное исполнение.						
3	22	240	38,5	21,2	5	327
6	39 (40)	480	54,5	21,2	5	600 (601)

Примечание: 1. Допуск на массу ±5 %.
2. В скобках указаны значения для модульного типа.

Перв. примен.

Справ. №

Рекомендации по расчету заземляющего устройства

1. Выбор исполнения и длины 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 технических условий Заказчика.
2. Расстояние между электродами должно быть больше или равно их длине.
3. Подключение электрода к горизонтальному заземлителю осуществляется при помощи медного отвода и зажима (болтовое соединение) или монтажной полосы (сварное соединение).

Методика расчета удельного сопротивления двухслойного грунта

1.1. Эквивалентное удельное сопротивление двухслойного грунта для вертикального электрода рассчитывается по следующей формуле (по Е.Г. Титову «Проектирование электроустановок жилых и общественных зданий и сооружений»):

$$\rho_{гр} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot L_э}{\rho_1 \cdot (t_0 + k \cdot L_э - h) + \rho_2 \cdot (h - t_0)}$$, 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 $\rho_1 < \rho_2$;

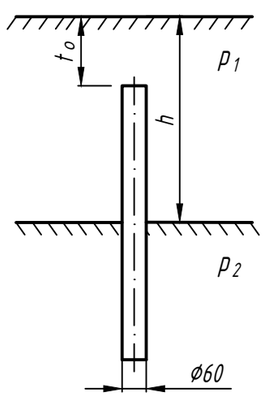
$L_э$ - длина электрода, м;

t_0 - глубина заложения вертикального электрода от поверхности земли, м;

h - толщина вернего 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.

Расположение вертикального электрода в двухслойном грунте:



1.2. Эквивалентное удельное сопротивление двухслойного грунта для горизонтального электрода, находящемся в верхнем слое, рассчитывается по следующей формуле (согласно статье В. В. Бургсдорфа «Расчет заземлений в неоднородных грунтах», опубликованной в журнале «Электричество» в выпуске №1 в 1954 г.):

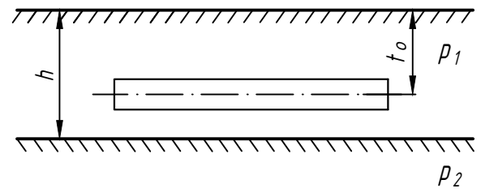
$$\frac{\rho_{гр}}{\rho_1} = 1 + \frac{\sum_{i=1}^{\infty} k_н^{\,i} \cdot \left(2 \cdot \operatorname{arsh}\frac{c}{i} + \operatorname{arsh}\frac{c}{i + t_0/h} + \operatorname{arsh}\frac{c}{i - t_0/h} \right)}{\ln\left(\frac{L_э^2}{d_э \cdot t_0} \right)}$$, где:

$k_н$ - коэффициент неоднородности грунта, $k_н = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$;

$c = \frac{0{,}25 \cdot L_э}{h}$;

$d_э$ - диаметр электрода, м.

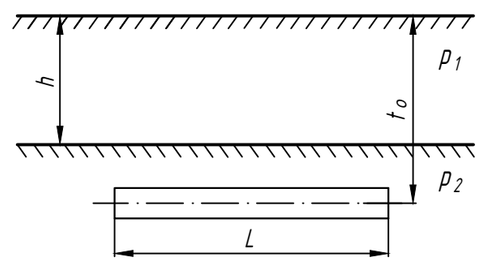
Расположение горизонтального электрода в двухслойном грунте:



1.3. Эквивалентное удельное сопротивление двухслойного грунта для горизонтального электрода, находящемся в нижнем слое, рассчитывается по следующей формуле (согласно статье В. В. Бургсдорфа «Расчет заземлений в неоднородных грунтах», опубликованной в журнале «Электричество» в выпуске №1 в 1954 г.):

$$\frac{\rho_{гр}}{\rho_1} = \frac{1 + k}{1 - k} \cdot \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^{\infty} k_н^{\,i} \cdot \left(\operatorname{arsh}\frac{c}{i + t_0/h} - \operatorname{arsh}\frac{c}{i + t_0/h - 2} \right)}{\ln\left(\frac{L_э^2}{d_э \cdot t_0} \right)} \right].$$

Расположение горизонтального электрода в двухслойном грунте:



В расчете верхняя граница суммирования принята равной 10, т.к. ее увеличение не приведет к изменению эквивалентного удельного сопротивления грунта и не повлияет на итоговый результат расчета количества заземлителей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР1			
Разраб.		Васильев		11.22	Рекомендации по расчетам эквивалентного сопротивления грунта	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Шеремета		11.22				1
Н.контр		Паламарчук		11.22		ООО «ВОЛЬТ-СПБ»		
Утв.		См.тит.лист						

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

2. Сопротивление одиночного необслуживаемого активного соляного электрода «Н-УДАВ» (на основании таблицы 7.9 из «Справочника по проектированию электрических цепей и электрооборудования» под ред. Ю.Г. Барыбина):

2.1. Сопротивление одиночного электрода вертикального исполнения «Н-УДАВ»:

$$R_{асэ} = C_{асэ} \cdot \frac{0{,}366 \cdot \rho_{гр}}{L_э} \cdot \left(lg\left(\frac{2 \cdot L_э}{d_э}\right) + \frac{1}{2}\, lg\left(\frac{4 \cdot t_1 + L_э}{4 \cdot t_1 - L_э}\right)\right), \text{ где:}$$

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

$C_{асэ}$ - коэффициент понижения сопротивления активного соляного электрода, получаемый за счет замены околоэлектродного грунта низкоомным катализатором и образования электролита из солевого наполнителя, способствующих лучшему растеканию тока и снижению сопротивления окружающего грунта, $C_{асэ}$=1/8;

$\rho_{гр}$ - удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м;

$L_э$ - длина электрода, м;

$d_э$ - диаметр электрода, м;

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

t_0 - глубина заложения вертикального электрода от поверхности земли, м.

2.2. Сопротивление одиночного электрода горизонтального исполнения «Н-УДАВ»:

$$R_{асэ} = C_{асэ} \cdot \frac{0{,}366 \cdot \rho_{гр}}{L_э} \cdot lg\left(\frac{L_э^2}{d_э \cdot t_0}\right).$$

3. Количество необходимых необслуживаемых соляных электродов (всегда округляется до большего целого):

$$n = \frac{R_{асэ}}{R_н}, \text{ где:}$$

$R_н$ - нормируемое сопротивление заземляющего устройства, Ом.

4. Суммарное сопротивление необслуживаемых активных соляных электродов:

$$R_{\sum асэ} = \frac{R_{асэ}}{n \cdot K_и}, \text{ где:}$$

$K_и$ - коэффициент использования (экранирования) (см. таблицу 1).

Таблица 1

Значение коэф. использования АСЭ	
Число электродов	Ки
<5	1
<10	0,95
<20	0,9
<50	0,84
≥50	0,8

5. Сопротивление горизонтального заземлителя:

$$R_г = \left(\frac{0{,}366 \cdot \rho_{гр} \cdot K}{L_г}\right) \cdot \left(lg\,\frac{2 \cdot L_г^2}{b \cdot t_0}\right), \text{ где:}$$

K - коэффициент сезонности (см. таблицу 2);

$L_г$ - длина горизонтального заземлителя, м;

b - ширина полосы или двойной диаметр круглой стали, м.

Таблица 2

Значение сезонного климатического коэффициента сопротивления грунта, К				
Горизонтальный заземлитель	Климатическая зона			
	I	II	III	IV
Значение коэф., К	5,5	3,5	2,5	1,5
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

6. Суммарное сопротивление горизонтальных заземлителей:

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

$K_{иг}$ - коэффициент использования горизонтального заземляющего проводника определяется по таблице 3.

Таблица 3

Вертикальные электроды размещены в ряд					Вертикальные электроды размещены по контуру						
Отношение расстояния между электродами к их длине	Число электродов в ряду				Отношение расстояния между электродами к их длине	Число электродов в контуре					
	4	10	20	30		4	10	20	30	50	70
1	0,77	0,62	0,42	0,31	1	0,45	0,34	0,27	0,24	0,21	0,20
2	0,89	0,75	0,56	0,46	2	0,55	0,40	0,32	0,30	0,28	0,26
3	0,92	0,82	0,68	0,58	3	0,70	0,56	0,45	0,41	0,37	0,35

7. Полное сопротивление заземляющего устройства:

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР2			
Разраб.		Васильев		11.22	Рекомендации по расчетам заземляющего устройства	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Шеремета		11.22				1
Н.контр		Паламарчук		11.22		ООО «ВОЛЬТ-СПБ»		
Утв.		См.тит.лист						

Копировал Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Инструкция по монтажу необслуживаемого активного соляного электрода «АС-ЗНВ-Н-УДАВ»

1. Данную инструкцию рассматривать совместно с пошаговой инструкцией по монтажу (входит в комплект поставки, находится в ящике № 1).
2. Выполнить разметку участка под контур заземления.
3. Подготовить:
- 20 л воды;
- грунтовый катализатор «ГАК-30» № 1 с надписью «ЗАСЫПАТЬ НА ДНО СКВАЖИНЫ/ТРАНШЕИ ДО УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОДА» - 2 мешка (24 кг);
- грунтовый катализатор «ГАК-30» № 1 с надписью «ЗАСЫПАТЬ НА ДНО СКВАЖИНЫ/ТРАНШЕИ ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОДА» - 6 мешков (72 кг);
- грунтовый катализатор «ГАК-30» № 2 с надписью «ЗАСЫПАТЬ В СКВАЖИНУ/ТРАНШЕЮ ПОСЛЕ ЗАСЫПКИ ГАК-1» - 3 мешка (36 кг);
- грунтовый катализатор «ГАК-30» № 3 с надписью «ЗАСЫПАТЬ В СКВАЖИНУ/ТРАНШЕЮ ПОСЛЕ ЗАСЫПКИ ГАК-2» - 4 мешка (48 кг);
- соляной наполнитель «СНАП-24» № 1 с надписью «РАСТВОРИТЬ В ВОДЕ» - 1 мешок (15 кг);
- соляной наполнитель «СНАП-24» № 2 с надписью «ЗАСЫПАТЬ В ЭЛЕКТРОД» - 1 мешок (15 кг);
- соляной наполнитель «СНАП-24» с надписью «СНЯТЬ ВЕРХНИЙ ЗАЩИТНЫЙ ПАКЕТ. РАЗРЕЗАТЬ СТРОГО ПО ЛИНИИ ОТРЕЗА!» - 1 пакет (7,5 кг), в котором находятся 3 мешочка по 2,5 кг каждый.

4. В месте монтажа электрода выкопать приямок диаметром 400 мм на глубину 500 мм для установки соляного модуля (поз. 4). В центре выкопанного приямка пробурить скважину диаметром 300 мм глубиной 3 700 мм от нулевой отметки уровня земли. После окончания бурения необходимо проверить полученные размеры, поскольку смеси «ГАК-30» № 1, № 2, № 3, предназначенные для засыпки в скважину и входящие в комплект поставки, рассчитаны на размеры скважины, указанные в настоящей инструкции.
5. При работах, связанных с монтажом, следует руководствоваться положениями следующих нормативных документов:
- СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;
- ПТЭЭП «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Работы по монтажу проводятся в следующей последовательности:

1. Засыпать 1 мешок (15 кг) «СНАП-24» № 1 в емкость с водой в пропорции 15 кг на 20 литров и тщательно размешать до полного растворения. Пролить 20-ю литрами приготовленного раствора дно скважины;
2. Предварительно извлечь 3 мешочка по 2,5 кг «СНАП-24» (поз. 14) из защитного пакета при помощи ножа с выдвижным лезвием, входящего в комплект поставки (1 шт. на 1 ящик);
3. Уложить 3 мешочка по 2,5 кг «СНАП-24» (поз. 14) на дно скважины, предварительно опустив их в емкость с водой на 10 секунд;
4. Засыпать в скважину 2 мешка «ГАК-30» № 1 (поз. 15) с надписью «ЗАСЫПАТЬ НА ДНО СКВАЖИНЫ/ТРАНШЕИ ДО УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОДА»;
5. До установки электрода в скважину конец медного отвода (поз. 2) отсоединить от электрода (поз. 3), разрезав крепежную изоленту, и уложить так, чтобы исключить его повреждение и обеспечить последующее подключение к горизонтальному заземлителю (поз. 19);
6. Установить электрод (поз. 3) в проектное положение так, чтобы верх электрода был на 450 мм ниже уровня земли;

ЗАПРЕЩАЕТСЯ использовать медный отвод для укладки заземлителя в проектное положение!

7. Достать прозрачный защитный пакет с воронкой, входящий в комплект поставки (1 шт. на 1 ящик). Извлечь воронку, разрезав пакет ножом с выдвижным лезвием. Открыть заглушку (поз. 1). При помощи воронки засыпать в электрод соляной наполнитель «СНАП-24» № 2 (поз. 13) до уровня заглушки. Заглушку закрыть. Остаток «СНАП-24» № 2 засыпать в соляной модуль (см. п. 13);
8. Снять термоусаживаемую трубку с конца медного отвода для подключения к горизонтальному заземлителю (поз. 19);
9. Перед сборкой и на протяжении всего процесса подключения электрода к горизонтальному заземлителю проводить визуальный контроль качества контактных соединений. Контактные соединения должны быть чистыми, без пыли, грязи и частиц грунта, плотно прилегать друг к другу. Горизонтальный заземлитель (поз. 19) «зачистить» (за исключением заземлителей из черной стали с антикоррозионным покрытием) в месте соединения с зажимом универсальным крестообразным (поз. 11) для улучшения электрического контакта. Перед сборкой соединения на контактные поверхности нанести контактную проводящую пасту. Соединить медный отвод и горизонтальный заземлитель зажимом универсальным крестообразным, затянуть болты при помощи рожковых ключей 13х17, входящих в комплект поставки (2 шт. на 1 ящик). Обеспечить крутящий момент затяжки 30±1,5 Нм, контроль осуществить динамометрическим ключом. Заизолировать соединение лентой гидроизоляционной (поз. 12), а также горизонтальный заземлитель на расстояние тройной ширины ленты (150 мм) в обе стороны. На каждое контактное соединение «медный отвод-зажим-горизонтальный заземлитель» предусмотрена одна упаковка ленты гидроизоляционной. Герметизацию соединения осуществить всей длиной ленты;
10. Засыпать в скважину 6 мешков «ГАК-30» № 1 с надписью «ЗАСЫПАТЬ НА ДНО СКВАЖИНЫ/ТРАНШЕИ ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОДА» (поз. 16);
11. Засыпать в скважину 3 мешка «ГАК-30» № 2 (поз. 17);
12. Засыпать в скважину «ГАК-30» № 3 (поз. 18) до уровня пластины для крепления модуля (поз. 8). В случае нехватки «ГАК-30» № 3 использовать для засыпки мелкий просеянный обратный грунт. При наличии остатка «ГАК-30» № 3 необходимо засыпать его ниже уровня пластины для крепления соляного модуля, увеличив глубину и диаметр приямка. При невозможности увеличения глубины и диаметра приямка обсыпать «ГАК-30» № 3 горизонтальный заземлитель;

ЗАПРЕЩАЕТСЯ проливать солевым раствором грунтовый катализатор «ГАК-30» № 3!

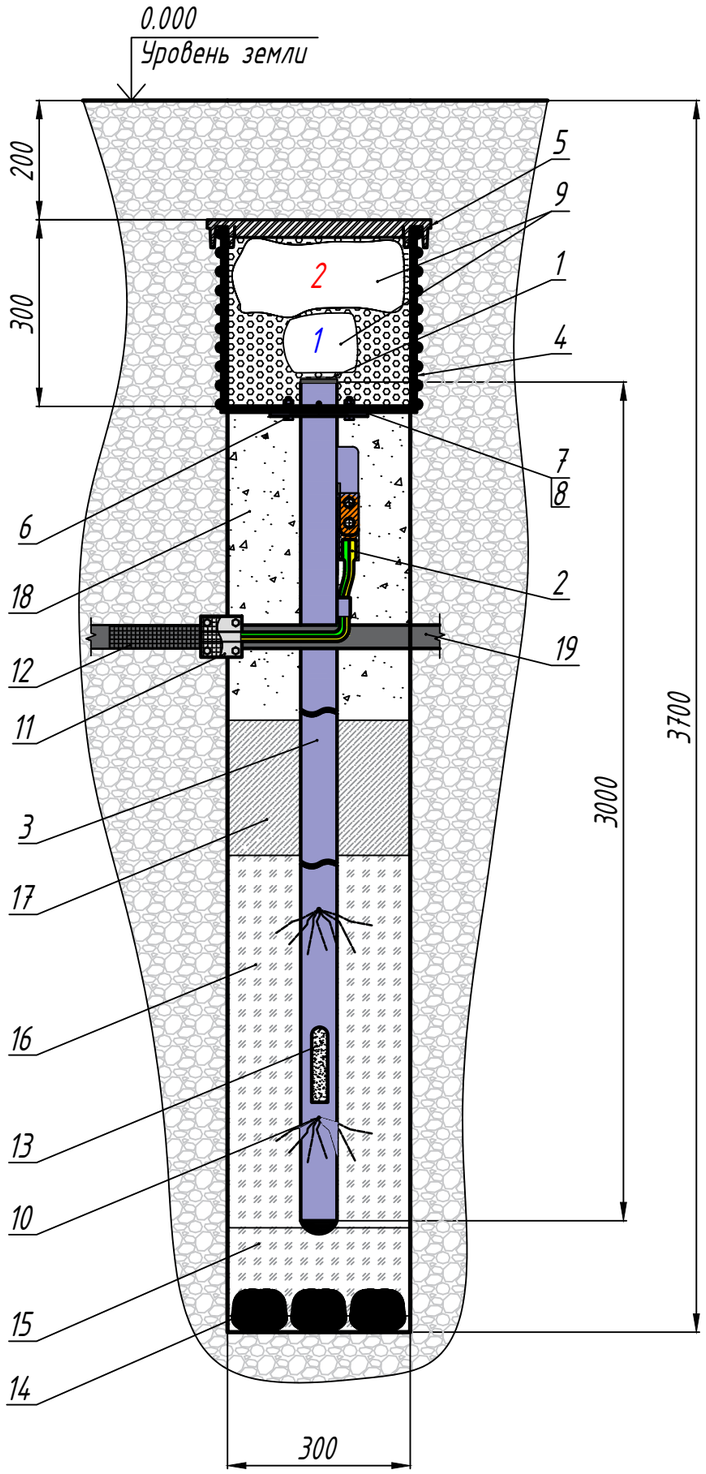
13. Установить соляной модуль (поз. 4) на шпильки (поз. 6) так, чтобы верх крышки соляного модуля (поз. 5) был на 200 мм ниже уровня земли. Закрепить соляной модуль на пластине для крепления модуля (поз. 8) при помощи крепежных изделий, входящих в комплект поставки. Резиновую прокладку (поз. 7) с пластины для крепления модуля (поз. 8) не снимать, устанавливать соляной модуль на прокладку. Для монтажа использовать торцевой ключ, входящий в комплект поставки (1 шт. на 1 ящик);
14. На дно соляного модуля засыпать остатки «СНАП-24» № 2 до уровня заглушки (поз. 1). В соляной модуль поместить пакет с соляным накопителем № 1, затем «СНАП-24» № 2 засыпать в пустоты между соляным модулем и соляным накопителем № 1. Сверху уложить пакет с накопителем № 2, затем оставшийся «СНАП-24» № 2 засыпать в пустоты между соляным модулем и соляным накопителем № 2. Установить крышку соляного модуля (поз. 5) и закрепить ее с помощью 4-х саморезов, вкрутив их в имеющиеся в крышке отверстия. Для монтажа использовать отвертку крестообразную, входящую в комплект поставки (1 шт. на 1 ящик);
15. Выполнить окончательную засыпку скважины обратным грунтом, тщательно утрамбовывая его.

Смотреть совместно с листом 10.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.И1			
Разраб.		Васильев		11.22	Инструкция по монтажу необслуживаемого активного соляного электрода АС-ЗНВ-Н-УДАВ	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Шеремета		11.22			1	2
Н.контр		Паламарчук		11.22		ООО «ВОЛЬТ-СПБ»		
Утв.		См.тит.лист						

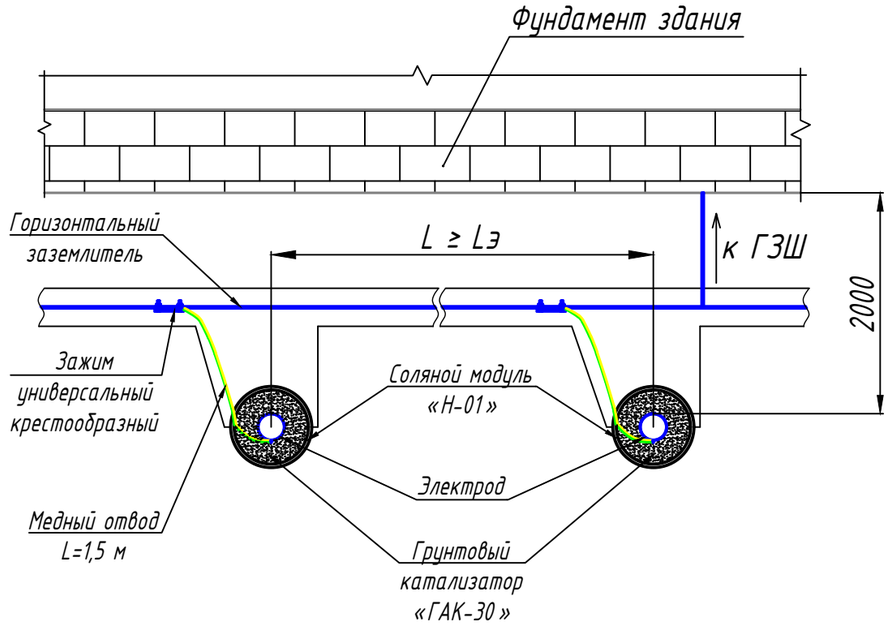
Копировал Формат А3

Внешний вид и основные элементы АС-ЗНВ-Н-УДАВ



1. Заглушка
2. Медный отвод
3. Электрод
4. Соляной модуль
5. Крышка соляного модуля
6. Шпилька для крепления модуля (4 шт.)
7. Прокладка резиновая
8. Пластина для крепления модуля
9. Соляные накопители
10. Перфорация
11. Зажим универсальный крестообразный
12. Лента гидроизоляционная
13. «СНАП-24» № 2
14. «СНАП-24» в мешочках по 2,5 кг (3 шт.)
15. «ГАК-30» № 1 до установки электрода
16. «ГАК-30» № 1 после установки электрода
17. «ГАК-30» № 2
18. «ГАК-30» № 3
19. Горизонтальный заземлитель

Схема монтажа



1. Для максимально эффективного использования активных соляных электродов минимальное расстояние (L) между ними должно быть больше или равно их длине.
2. Расстояние от активных соляных электродов до фундаментов зданий, сооружений должно составлять не менее 2-х метров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.И1	Лист 2

Перв. примен. | Справ. №

Копировал | Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Инструкция по монтажу необслуживаемого активного соляного электрода «АС-3НГ-Н-УДАВ»

1. Данную инструкцию рассматривать совместно с пошаговой инструкцией по монтажу (входит в комплект поставки, находится в ящике № 1).
2. Выполнить разметку участка под контур заземления.
3. Подготовить:

- 20 л воды;
- грунтовый катализатор «ГАК-30» № 1 с надписью «ЗАСЫПАТЬ НА ДНО СКВАЖИНЫ/ТРАНШЕИ ДО УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОДА» - 3 мешка (36 кг);
- грунтовый катализатор «ГАК-30» № 2 с надписью «ЗАСЫПАТЬ В СКВАЖИНУ/ТРАНШЕЮ ПОСЛЕ ЗАСЫПКИ ГАК-1» - 7 мешков (84 кг);
- грунтовый катализатор «ГАК-30» № 3 с надписью «ЗАСЫПАТЬ В СКВАЖИНУ/ТРАНШЕЮ ПОСЛЕ ЗАСЫПКИ ГАК-2» - 10 мешков (120 кг);
- соляной наполнитель «СНАП-24» № 1 с надписью «РАСТВОРИТЬ В ВОДЕ» - 1 мешок (15 кг);
- соляной наполнитель «СНАП-24» № 2 с надписью «ЗАСЫПАТЬ В ЭЛЕКТРОД» - 1 мешок (16 кг);
- соляной наполнитель «СНАП-24» с надписью «СНЯТЬ ВЕРХНИЙ ЗАЩИТНЫЙ ПАКЕТ. РАЗРЕЗАТЬ СТРОГО ПО ЛИНИИ ОТРЕЗА!» - 1 пакет (7,5 кг), в котором находятся 3 мешочка по 2,5 кг каждый.
- В месте монтажа электрода разработать траншею шириной 400 мм, длиной 3 300 мм, глубиной 1 050 мм.
- При работах, связанных с монтажом, следует руководствоваться положениями следующих нормативных документов:
- СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;
- ПТЭЭП «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Работы по монтажу электрода проводятся в следующей последовательности:

1. В траншее разработать три углубления, глубиной 200 мм (для всех типов грунтов, кроме скального), равномерно распределив их по всей длине, отступив 800 мм от края траншеи, где будет установлен соляной модуль;
2. Засыпать 1 мешок (15 кг) «СНАП-24» № 1 в емкость с водой в пропорции 15 кг на 20 литров и тщательно размешать до полного растворения. Равномерно пролить 20-ю литрами приготовленного раствора дно траншеи;
3. Предварительно извлечь 3 мешочка по 2,5 кг «СНАП-24» (поз. 14) из защитного пакета при помощи ножа с выдвижным лезвием, входящего в комплект поставки (1 шт. на 1 ящик);
4. Опустить 3 мешочка по 2,5 кг «СНАП-24» (поз. 14) в емкость с водой на 10 секунд;
5. Уложить 3 мешочка по 2,5 кг «СНАП-24» в разработанные углубления. Углубления засыпать обратным грунтом (в скальном грунте мешочки уложить на дно траншеи, равномерно распределив их по всей длине, отступив 800 мм от края траншеи, где будет установлен соляной модуль);
6. Равномерно засыпать на дно траншеи 3 мешка грунтового катализатора «ГАК-30» № 1 (поз. 15);
7. Равномерно засыпать в траншею 7 мешков «ГАК-30» № 2 (поз. 16);
8. Достать прозрачный защитный пакет с воронкой, входящий в комплект поставки (1 шт. на 1 ящик). Извлечь воронку, разрезав пакет ножом с выдвижным лезвием. Снять транспортировочную пленку с электрода. При помощи воронки засыпать в горизонтальную часть электрода соляной наполнитель «СНАП-24» № 2 (поз. 13). Заглушку нижнюю (поз. 19, входит в комплект поставки) закрыть при помощи киянки (находится в ящике № 1). Далее открыть заглушку верхнюю (поз. 1). При помощи воронки засыпать в вертикальную часть электрода соляной наполнитель «СНАП-24» № 2 (поз. 13) до уровня заглушки верхней. Заглушку верхнюю закрыть. Остаток «СНАП-24» № 2 засыпать в соляной модуль (см. п. 10);
9. Установить соляной модуль (поз. 4) на шпильки (поз. 6) и закрепить на пластине для крепления модуля (поз. 8) с помощью гаек и шайб, входящих в комплект поставки. Резиновую прокладку (поз. 7) с пластины для крепления модуля (поз. 8) не снимать, устанавливать соляной модуль на прокладку. Для монтажа использовать торцевой ключ, входящий в комплект поставки (1 шт. на 1 ящик);
10. На дно соляного модуля засыпать остатки «СНАП-24» № 2 до уровня заглушки (поз. 1). В соляной модуль поместить пакет с соляным накопителем № 1, затем «СНАП-24» № 2 засыпать в пустоты между соляным модулем и соляным накопителем № 1. Сверху уложить пакет с накопителем № 2, затем оставшийся «СНАП-24» № 2 засыпать в пустоты между соляным модулем и соляным накопителем № 2. Установить крышку соляного модуля (поз. 5) и закрепить ее с помощью 4-х саморезов, вкрутив их в имеющиеся в крышке отверстия. Для монтажа использовать отвертку крестообразную, входящую в комплект поставки (1 шт. на 1 ящик);
11. Установить собранный электрод (поз. 3) с соляным модулем (поз. 4) в проектное положение так, чтобы верх крышки соляного модуля (поз. 5) был на 300 мм ниже уровня земли. В процессе установки в проектное положение активный соляной электрод необходимо держать с одной стороны за приварную пластину, с другой стороны, за горизонтальную часть электрода (поз. 3);

ЗАПРЕЩАЕТСЯ держать собранную конструкцию за корпус соляного модуля в процессе установки!

12. Выровнять электрод с соляным модулем по оси траншеи;
13. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ использовать медный отвод для укладки заземлителя в проектное положение!**
14. Медный отвод (поз. 2) уложить так, чтобы исключить его повреждение и обеспечить последующее подключение к горизонтальному заземлителю (поз. 18);
15. Снять термоусаживаемую трубку с конца медного отвода при помощи ножа с выдвижным лезвием для подключения к горизонтальному заземлителю (поз. 18);
16. Перед сборкой и на протяжении всего процесса подключения электрода к горизонтальному заземлителю (поз. 18) проводить визуальный контроль качества контактных соединений. Контактные соединения должны быть чистыми, без пыли, грязи и частиц грунта, плотно прилегать друг к другу. Горизонтальный заземлитель «зачистить» (за исключением заземлителей из черной стали с антикоррозионным покрытием) в месте соединения с зажимом универсальным крестообразным (поз. 11) для улучшения электрического контакта. Перед сборкой соединения на контактные поверхности нанести контактную проводящую пасту. Соединить медный отвод и горизонтальный заземлитель зажимом универсальным крестообразным, затянуть болты при помощи рожковых ключей 13х17, входящих в комплект поставки (2 шт. на 1 ящик). Обеспечить крутящий момент затяжки 30±1,5 Нм, контроль осуществить динамометрическим ключом. Заизолировать соединение лентой гидроизоляционной (поз. 12), а также горизонтальный заземлитель на расстояние тройной ширины ленты (150 мм) в обе стороны. На каждое контактное соединение «медный отвод-зажим-горизонтальный заземлитель» предусмотрена одна упаковка ленты гидроизоляционной. Герметизацию соединения осуществить всей длиной ленты;
17. Равномерно засыпать в траншею 10 мешков «ГАК-30» № 3 (поз. 17);

ЗАПРЕЩАЕТСЯ проливать солевым раствором грунтовый катализатор «ГАК-30» № 3!

18. Выполнить окончательную засыпку траншеи мелким просеянным обратным грунтом, тщательно утрамбовывая его.

Смотреть совместно с листом 12.

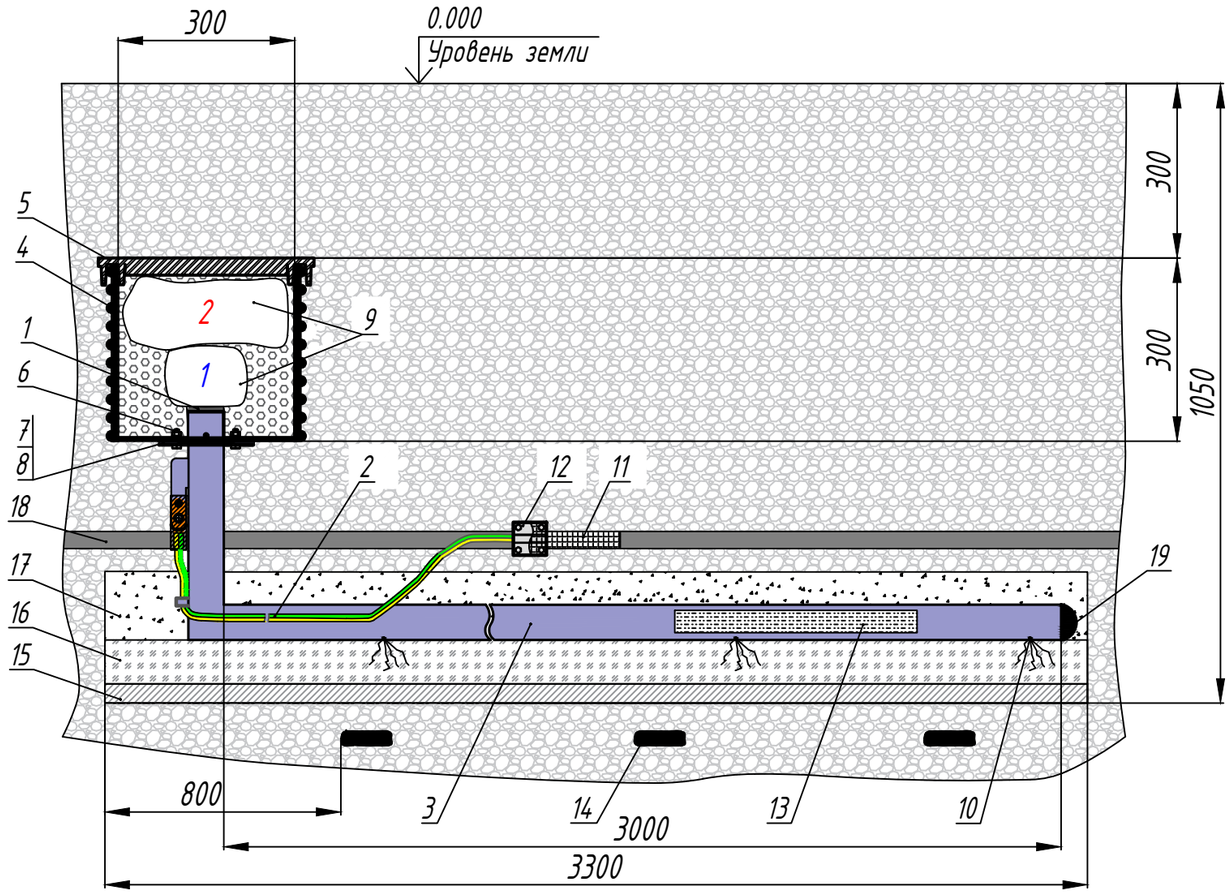
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.И2		
Разраб.		Васильев		11.22	Инструкция по монтажу необслуживаемого активного соляного электрода АС-3НГ-Н-УДАВ	Лит.	Лист 1 / Листов 2
Пров.		Шеремета		11.22			
Н.контр		Паламарчук		11.22		ООО «ВОЛЬТ-СПБ»	
Утв.		См.тит.лист					

Копировал Формат А3

Перв. примен.

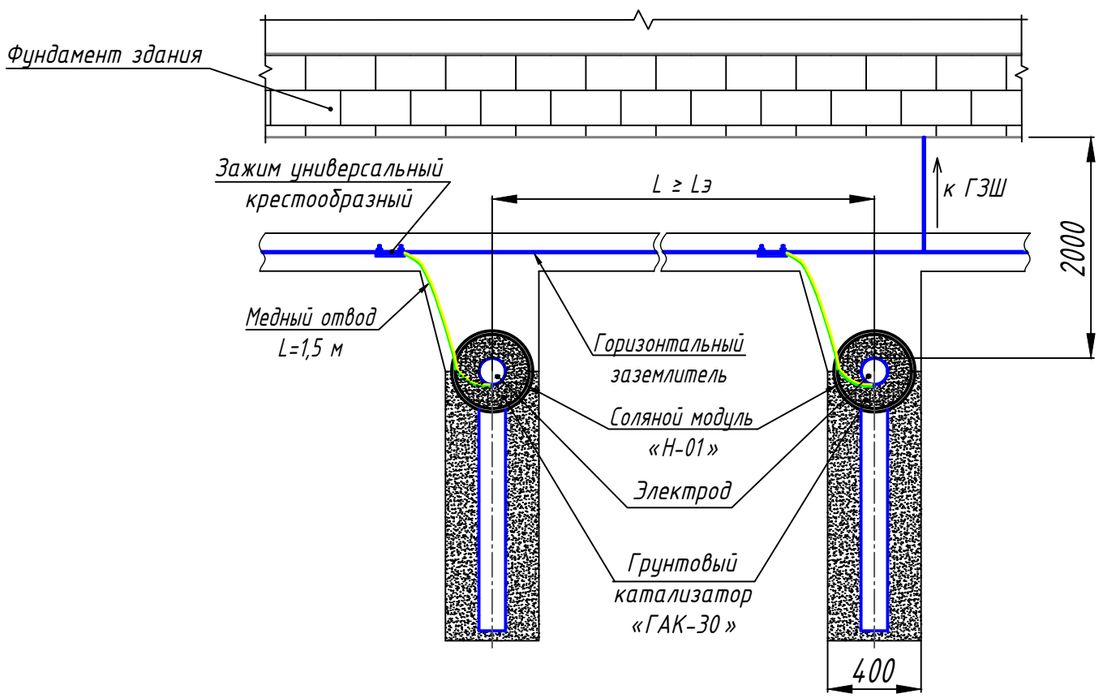
Справ. №

Внешний вид и основные элементы АС-ЗНГ-Н-УДАВ



1. Заглушка
2. Медный отвод
3. Электрод
4. Соляной модуль
5. Крышка соляного модуля
6. Шпилька для крепления модуля (4 шт.)
7. Прокладка резиновая
8. Пластина для крепления модуля
9. Соляные накопители
10. Перфорация
11. Зажим универсальный крестообразный
12. Лента гидроизоляционная
13. «СНАП-24» № 2
14. «СНАП-24» в мешочках по 2,5 кг (3 шт.)
15. «ГАК-30» № 1
16. «ГАК-30» № 2
17. «ГАК-30» № 3
18. Горизонтальный заземлитель
19. Заглушка нижняя

Схема монтажа



1. Для максимально эффективного использования активных соляных электродов минимальное расстояние (L) между ними должно быть больше или равно их длине.
2. Расстояние от активных соляных электродов до фундаментов зданий, сооружений должно составлять не менее 2-х метров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.И2	Лист 2

Копировал Формат А3

Пример расчета заземления ПС с использованием электродов «Н-УДАВ»

Пример расчета заземления ПС с использованием электродов «Н-УДАВ».
Рассмотрим пример расчета контура заземления подстанции 10/0,4 кВ.

Исходные данные:

Удельное сопротивление грунта - 1 050 Ом·м. Климатическая зона - II.

Задача: обеспечить сопротивление контура 4 Ом горизонтальными необслуживаемыми активными соляными электродами длиной 3 м.

Решение: используя формулы на стр. 8, рассчитаем сопротивление заземляющего устройства ПС. Предполагается применить необслуживаемый активный соляной электрод АС-ЗНГ-Н-УДАВ.

Выполняем расчет:

$$R_{асэ} = C_{асэ} \cdot \frac{0{,}366 \cdot \rho_{гр}}{L_э} \cdot \lg\left(\frac{L_э^2}{d_э \cdot t_0}\right); \quad R_{асэ} = \frac{1}{8} \cdot \frac{0{,}366 \cdot 1050}{3} \cdot \left(\lg \frac{3^2}{0{,}06 \cdot 1}\right) = 34{,}85 \text{ Ом};$$

Считаем ориентировочное количество необходимых электродов и расчетное сопротивление многоэлектродного вертикального заземлителя. Расстояние между электродами должно быть больше или равно их длине.

$$n = \frac{R_{асэ}}{R_н}; \quad n = \frac{34{,}85}{4} = 8{,}71.$$ Округляем в большую сторону до целого числа - 9.

Количество необходимых электродов, учитывая коэффициент использования:

$$n = \frac{R_{асэ}}{R_н \cdot K_и}; \quad n = \frac{34{,}85}{4 \cdot 0{,}95} = 9{,}17.$$

Округляем в большую сторону до целого числа - 10.

$$R_{\Sigma в} = \frac{R_{асэ}}{n \cdot K_и}; \quad R_{\Sigma в} = \frac{34{,}85}{10 \cdot 0{,}9} = 3{,}87 \text{ Ом}.$$

Далее считаем сопротивление горизонтального заземлителя.

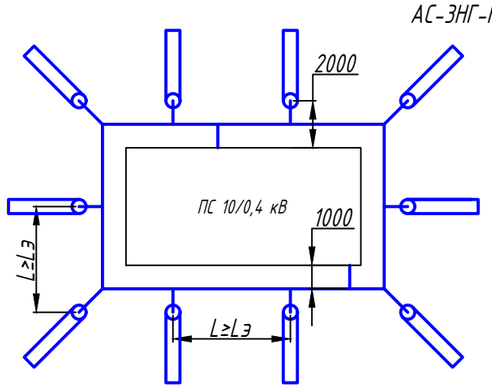
Длина горизонтального заземлителя (сталь полосовая 4х40 мм) в соответствии с чертежом составляет 50 м. Коэффициент сезонности для второй климатической зоны равен 3 (см. таблицу 2).

$$R_г = \left(\frac{0{,}366 \cdot \rho_{гр} \cdot K}{L_г}\right) \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot L_г^2}{b \cdot t_0}\right); \quad R_г = \left(\frac{0{,}366 \cdot 1050 \cdot 3{,}5}{50}\right) \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 50^2}{0{,}04 \cdot 0{,}6}\right) = 143{,}08 \text{ Ом};$$

$$R_{\Sigma г} = \frac{R_г}{K_{иг}}; \quad R_{\Sigma г} = \frac{143{,}08}{0{,}27} \approx 529{,}93 \text{ Ом}; \quad R_\Sigma = \frac{R_{\Sigma асэ} \cdot R_{\Sigma г}}{R_{\Sigma асэ} + R_{\Sigma г}}; \quad R_\Sigma = \frac{3{,}87 \cdot 529{,}93}{3{,}87 + 529{,}93} = 3{,}84 \text{ Ом}.$$

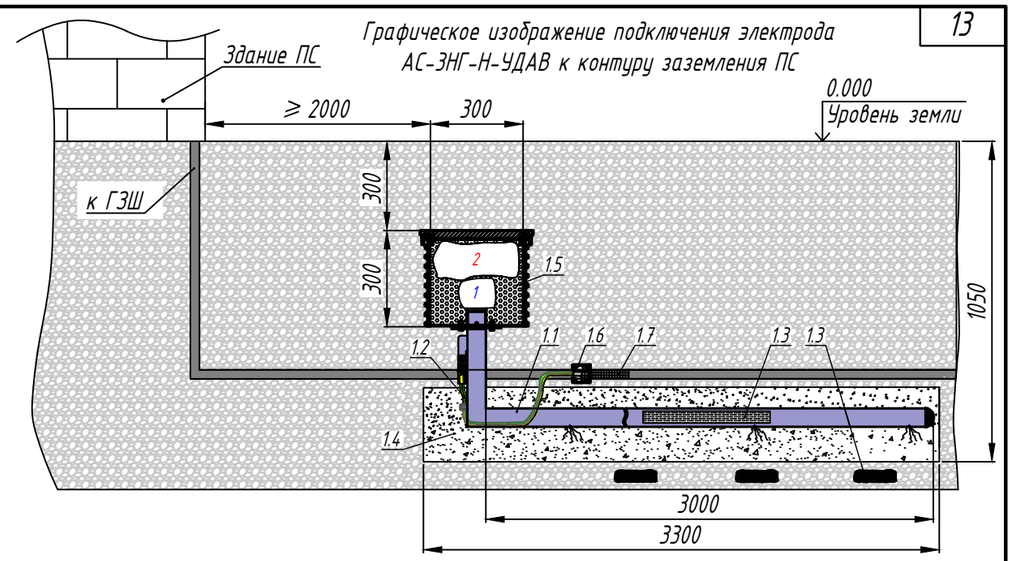
Расчет необходимого количества электродов можно выполнить с помощью онлайн-калькулятора на сайте https://www.volt-spb.ru/calc/

Пример подключения активных соляных электродов АС-ЗНГ-Н-УДАВ к контуру заземления ПС



- необслуживаемый активный соляной электрод АС-ЗНГ-Н-УДАВ (10 шт.);
- горизонтальный заземлитель (сталь полосовая 50 м).

Графическое изображение подключения электрода АС-ЗНГ-Н-УДАВ к контуру заземления ПС



Спецификация материалов, необходимых для заземления ПС

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
1	ТУ 3418-001-65897260-2012	Необслуживаемый активный соляной электрод АС-ЗНГ-Н-УДАВ	10	компл.
В один комплект необслуживаемого активного соляного электрода АС-ЗНГ-Н-УДАВ входит:				
1.1		Электрод из нержавеющей стали горизонтального исполнения, L=3 000 мм, d=60 мм, толщина стенки 4 мм	1	шт.
1.2		Медный отвод для подключения к контуру заземления, L=1 500 мм, сечение 95 мм² (закреплен на электроде)	1	шт.
1.3		Соляной наполнитель «СНАП-24»	38,5	кг
1.4		Грунтовый катализатор «ГАК-30»	240	кг
1.5		Соляной модуль «Н-01» с соляными накопителями, D=300 мм, h=300 мм	1	шт.
1.6		Зажим универсальный крестообразный, 80х80 мм, толщина пластин 2 мм	1	шт.
1.7		Лента гидроизоляционная, длина 10 м, ширина 50 мм	1	шт.
1.8		Паста контактная проводящая, 100 г (на один ящик)	1	шт.
1.9		Инструменты, расходные материалы для монтажа:	1	компл.
		- воронка (на один ящик)	1	шт.
		- ключ рожковый (на один ящик)	2	шт.
		- ключ торцевой (на один ящик)	1	шт.
		- нож с выдвижным лезвием (на один ящик)	1	шт.
		- отвертка крестообразная (на один ящик)	1	шт.
		- пара перчаток (на один ящик)	1	шт.
		- киянка (на партию)	1	шт.
1.10		Паспорт (на партию)	1	шт.
1.11		Инструкция по монтажу (на один ящик)	1	шт.
2		Сталь полосовая *	50	м

Примечание:
*- Сталь полосовая не входит в объем поставки (поставляется отдельно от электрода).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РРЗ		
Разраб.		Васильев		11.22	Пример расчета заземления ПС с использованием электродов «Н-УДАВ»	Лит.	Лист: 1 / Листов: 2
Пров.		Шеремета		11.22			
Н.контр		Паламарчук		11.22		ООО «ВОЛЬТ-СПБ»	
Утв.		См.тит.лист					

Перв. примен. | Справ. №

Копировал | Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Необходимое количество необслуживаемых активных соляных электродов «Н-УДАВ» при нормируемом сопротивлении заземляющего устройства 4 Ом

Значение удельного сопротивления грунта, Ом·м	Нормируемое сопротивление, Ом (согласно ПУЭ, п. 1.7.101)	Количество электродов АС-3НВ-УДАВ (АС-3НГ-УДАВ)	Количество электродов АС-6НВ-УДАВ (АС-6НГ-УДАВ)	Количество электродов АС-9НВМ-УДАВ	Количество электродов АС-12НВМ-УДАВ
100	4	1	1	1	1
200	4	2	1	1	1
300	4	3	2	2	1
400	4	4	2	2	2
500	4	5	3	2	2
1 000	4	9	6	4	3
2 000	4	19	11 (12)	8	6
3 000	4	30	16 (18)	12	9
4 000	4	40	23 (26)	16	12
5 000	4	52	29 (32)	19	15
6 000	4	63	35 (38)	25	18
7 000	4	73	40 (45)	29	23
8 000	4	83	46 (53)	33	26
9 000	4	94	54 (60)	37	29
10 000	4	104	60 (67)	41	32
15 000	4	156	90 (100)	64	48
20 000	4	207 (208)	120 (133)	86	67
30 000	4	311 (312)	179 (199)	128	101
40 000	4	414 (415)	239 (265)	171	134
50 000	4	518 (519)	298 (331)	213	168

Необходимое количество необслуживаемых активных соляных электродов «Н-УДАВ», при нормируемом сопротивлении заземляющего устройства 4 Ом, учитывая поправку п. 1.7.101 ПУЭ (п.1.7.101 - при удельном сопротивлении грунта ρ>100 Ом·м допускается увеличивать указанные нормы в 0,01ρ раз, но не более десятикратного)

Значение удельного сопротивления грунта, Ом·м	Нормируемое сопротивление, Ом (согласно ПУЭ, п. 1.7.101)	Количество электродов АС-3НВ-УДАВ (АС-3НГ-УДАВ)	Количество электродов АС-6НВ-УДАВ (АС-6НГ-УДАВ)	Количество электродов АС-9НВМ-УДАВ	Количество электродов АС-12НВМ-УДАВ
100	4	1	1	1	1
200	8	1	1	1	1
300	12	1	1	1	1
400	16	1	1	1	1
500	20	1	1	1	1
1 000	40	1	1	1	1
2 000	40	2	1 (2)	1	1
3 000	40	3	2	2	1
4 000	40	4	2 (3)	2	2
5 000	40	5	3	2	2
6 000	40	6	3 (4)	3	2
7 000	40	7	4	3	2
8 000	40	7	4 (5)	3	3
9 000	40	8	5 (6)	4	3
10 000	40	9	6	4	3
15 000	40	14	8 (9)	6	5
20 000	40	19	11 (12)	8	6
30 000	40	30	16 (18)	12	9
40 000	40	40	23 (26)	16	12
50 000	40	52	29 (32)	19	15

Примечание: 1. ρ - эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м;
2. В скобках указано количество электродов горизонтального исполнения, если оно отличается от количества электродов вертикального исполнения.

Необходимое количество необслуживаемых активных соляных электродов «Н-УДАВ» при нормируемом сопротивлении заземляющего устройства 0,5 Ом

Значение удельного сопротивления грунта, Ом·м	Нормируемое сопротивление, Ом (согласно ПУЭ, п. 1.7.90)	Количество электродов АС-3НВ-УДАВ (АС-3НГ-УДАВ)	Количество электродов АС-6НВ-УДАВ (АС-6НГ-УДАВ)	Количество электродов АС-9НВМ-УДАВ	Количество электродов АС-12НВМ-УДАВ
100	0,5	7	4 (5)	3	3
200	0,5	15	9	6	5
300	0,5	24	13 (15)	9	7
400	0,5	32	17 (19)	13	10
500	0,5	40	23 (26)	16	12
1 000	0,5	83	46 (53)	33	26
2 000	0,5	166	96 (106)	69	54
3 000	0,5	249	143 (159)	103	81
4 000	0,5	332	191 (212)	137	108
5 000	0,5	414 (415)	239 (265)	171	134
6 000	0,5	497 (498)	286 (318)	205	161
7 000	0,5	580 (581)	334 (371)	240	188
8 000	0,5	663 (664)	382 (424)	273	215
9 000	0,5	745 (747)	429 (477)	307	242
10 000	0,5	828 (830)	477 (530)	341	268
15 000	0,5	1242 (1245)	715 (795)	511	402
20 000	0,5	1656 (1660)	954 (1060)	681	536
30 000	0,5	2484 (2489)	1430 (1589)	1022	804
40 000	0,5	3312 (3319)	1907 (2119)	1362	1072
50 000	0,5	4139 (4149)	2383 (2648)	1702	1340

Необходимое количество необслуживаемых активных соляных электродов «Н-УДАВ», при нормируемом сопротивлении заземляющего устройства 0,5 Ом, учитывая поправку п.1.7.108 ПУЭ (при удельном сопротивлении грунта более 500 Ом·м допускается увеличивать указанные нормы в 0,002ρ раз, но не более десятикратного)

Значение удельного сопротивления грунта, Ом·м	Нормируемое сопротивление, Ом (согласно ПУЭ, п. 1.7.90)	Количество электродов АС-3НВ-УДАВ (АС-3НГ-УДАВ)	Количество электродов АС-6НВ-УДАВ (АС-6НГ-УДАВ)	Количество электродов АС-9НВМ-УДАВ	Количество электродов АС-12НВМ-УДАВ
600	0,6	40	23 (26)	16	12
700	0,7	40	23 (26)	16	12
800	0,8	40	23 (26)	16	12
900	0,9	40	23 (26)	16	12
1 000	1	40	23 (26)	16	12
2 000	2	40	23 (26)	16	12
3 000	3	40	23 (26)	16	12
4 000	4	40	23 (26)	16	12
5 000	5	40	23 (26)	16	12
6 000	5	48	28 (31)	19	15
7 000	5	58 (59)	32 (36)	23	17
8 000	5	67	37 (41)	26	21
9 000	5	75	41 (46)	30	23
10 000	5	83	46 (53)	33	26
15 000	5	125	72 (80)	49	39
20 000	5	166	96 (106)	69	54
30 000	5	249	143 (159)	103	81
40 000	5	332	191 (212)	137	108
50 000	5	414 (415)	239 (265)	171	134

Перв. примен.

Справ. №

Пример расчета заземления опоры ВЛ 35 кВ с использованием электродов «Н-УДАВ»

Рассмотрим пример расчета заземления опоры ВЛ 35 кВ:

Исходные данные:

Удельное сопротивление грунта - 850 Ом·м.

Задача: достичь сопротивления заземления опоры ВЛ, равного 15 Ом, вертикальными необслуживаемыми активными соляными электродами длиной 3 м.

Решение: используя формулы со стр. 8, рассчитаем сопротивление заземляющего устройства ВЛ. Длину электрода выбираем 3 м. Применить предполагается необслуживаемый активный соляной электрод вертикального исполнения АС-ЗНВ-Н-УДАВ.

$$R_{асэ} = C_{асэ} \cdot \frac{0{,}366 \cdot \rho_{гр}}{L_э} \cdot \left(\lg\left(\frac{2 \cdot L_э}{d_э}\right) + \frac{1}{2}\lg\left(\frac{4 \cdot t_1 + L_э}{4 \cdot t_1 - L_э}\right)\right); \quad R_в = \frac{1}{8} \cdot \frac{0{,}366 \cdot 850}{3} \cdot \left(\lg\left(\frac{2 \cdot 3}{0{,}06}\right) + \frac{1}{2}\lg\left(\frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3}\right)\right) = 28{,}14 \text{ Ом};$$

$$n = \frac{R_{асэ}}{R_н}; \quad n = \frac{28{,}14}{15} = 1{,}88.$$

Округляем в большую сторону до ближайшего целого числа - 2. Необходимо 2 электрода.

$$R_\Sigma = \frac{R_{асэ}}{n \cdot K_и}; \quad R_{\Sigma в} = \frac{28{,}14}{2 \cdot 1} = 14{,}07 < 15 \text{ Ом}.$$

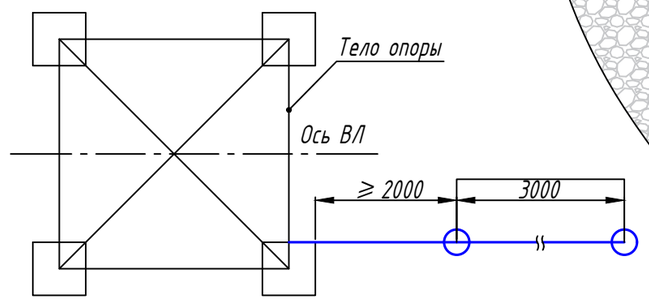
Сопротивление заземляющего устройства ВЛ - 14,07 Ом. В расчете не учтено растекание тока в горизонтальном заземлителе.

Расчет необходимого количества электродов можно выполнить с помощью онлайн-калькулятора на сайте https://www.volt-spb.ru/calc/

Спецификация материалов, необходимых для заземления опоры ВЛ

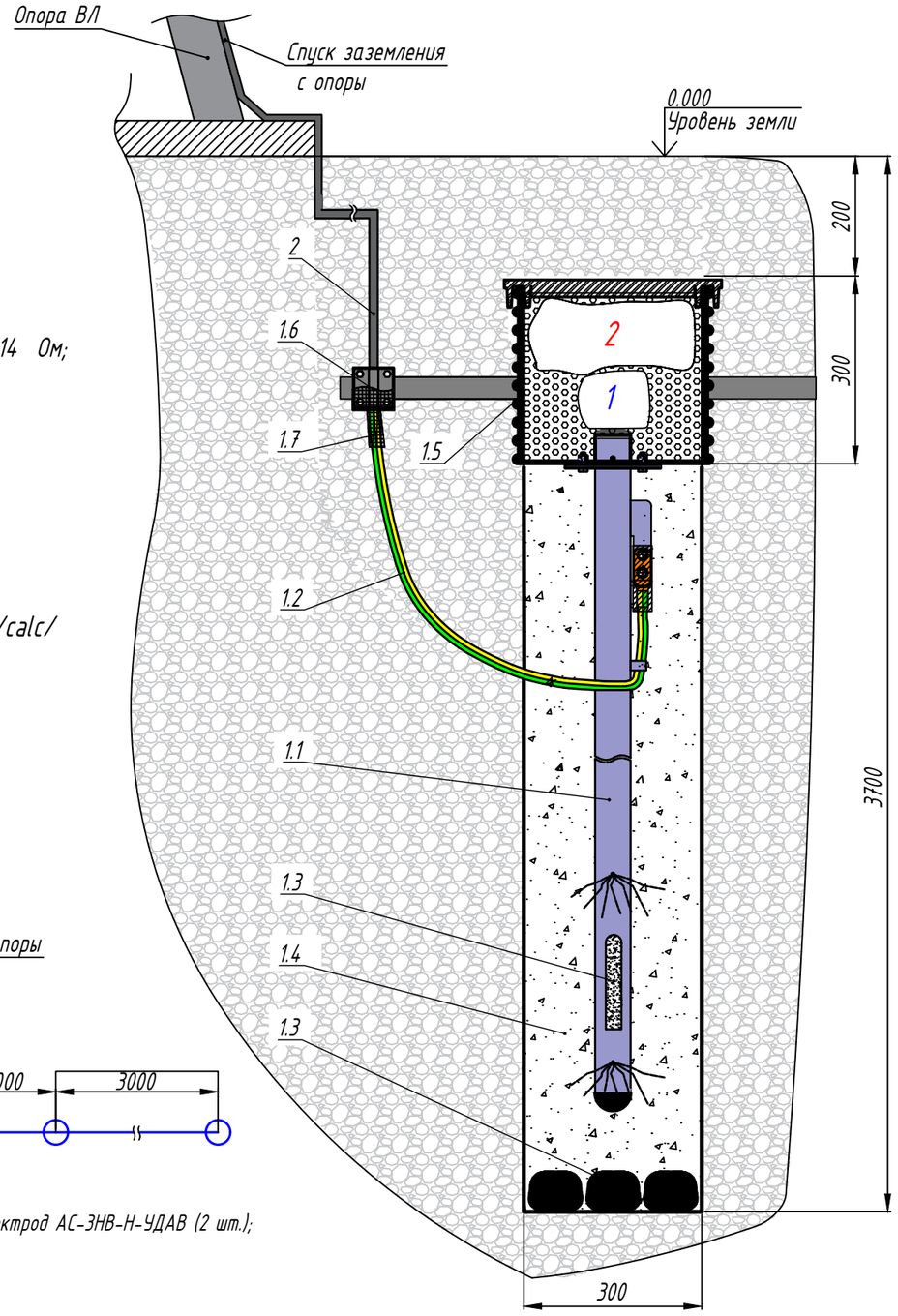
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
1	ТУ 3418-001-65897260-2012	Необслуживаемый активный соляной электрод АС-ЗНВ-Н-УДАВ	2	компл.
В один комплект необслуживаемого активного соляного электрода АС-ЗНВ-Н-УДАВ входит:				
1.1		Электрод из нержавеющей стали вертикального исполнения, L=3 000 мм, d=60 мм, толщина стенки 4 мм	1	шт.
1.2		Медный отвод для подключения к контуру заземления, L=1 500 мм, сечение 95 мм^2 (закреплен на электроде)	1	шт.
1.3		Соляной наполнитель «СНАП-24»	37,5	кг
1.4		Грунтовый катализатор «ГАК-30»	180	кг
1.5		Соляной модуль «Н-01» с соляными накопителями, D=300 мм, h=300 мм	1	шт.
1.6		Зажим универсальный крестообразный, 80х80 мм, толщина пластин 2 мм	1	шт.
1.7		Лента гидроизоляционная, длина 10 м, ширина 50 мм	1	шт.
1.8		Паста контактная проводящая, 100 г (на один ящик)	1	шт.
1.9		Инструменты, расходные материалы для монтажа:	1	компл.
		- воронка (на один ящик)	1	шт.
		- ключ рожковый (на один ящик)	2	шт.
		- ключ торцевой (на один ящик)	1	шт.
		- нож с выдвижным лезвием (на один ящик)	1	шт.
		- отвертка крестообразная (на один ящик)	1	шт.
		- пара перчаток (на один ящик)	1	шт.
1.10		Паспорт (на партию)	1	шт.
1.11		Инструкция по монтажу (на один ящик)	1	шт.

Пример подключения электродов к опоре ВЛ



- необслуживаемый активный соляной электрод АС-ЗНВ-Н-УДАВ (2 шт.);
- горизонтальный заземлитель.

Графическое изображение подключения электрода АС-ЗНВ-Н-УДАВ к контуру заземления опоры ВЛ



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Васильев		11.22
Пров.		Шеремета		11.22
Н.контр.		Паламарчук		11.22
Утв.		См.тит.лист		

ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР4

Пример расчета заземления опоры ВЛ 35 кВ с использованием электродов «Н-УДАВ»

Лит.	Лист	Листов
		1

ООО «ВОЛЬТ-СПБ»

Копировал

Формат А3

Наибольшее сопротивление заземляющих устройств опор ВЛ (выше 1 кВ) * (ПУЭ, таблица 2.5.19)

Удельное эквивалентное сопротивление грунта, Ом*м	Наибольшее сопротивление заземляющего устройства, Ом
До 100	10
Более 100 до 500	15
Более 500 до 1000	20
Более 1 000 до 5 000	30
Более 5 000	$6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho$

* - Более подробные требования см. ПУЭ 2.5.129-2.5.131.

Заземление опор ВЛ до 1 кВ

Заземление проектируемых опор ВЛ до 1 кВ выполняется согласно гл. 2.4 ПУЭ .
Сопротивление единичного заземляющего устройства должно быть не более 30 Ом.

Примеры схем подключения электродов к опоре ВЛ

- необслуживаемый активный соляной электрод;
- горизонтальный заземлитель.

Размещение электродов по контуру

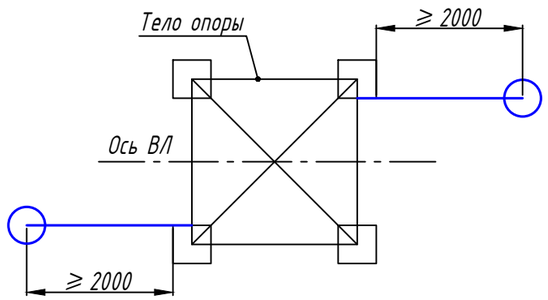


Схема 1

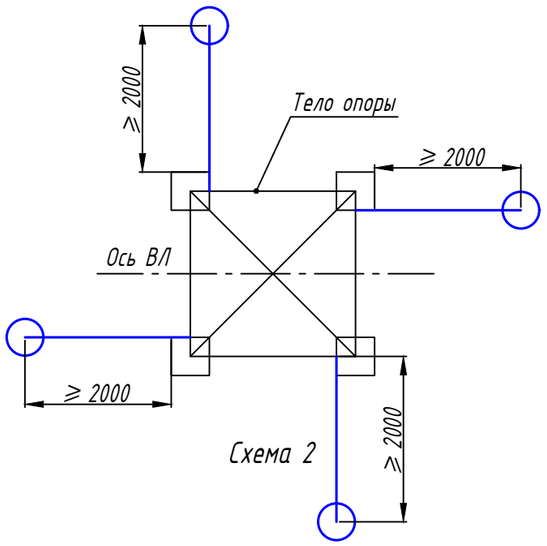


Схема 2

Размещение электродов в ряд

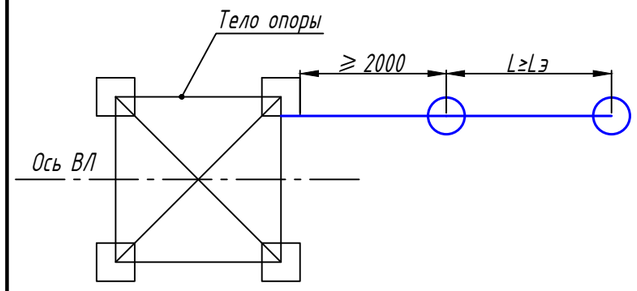


Схема 3

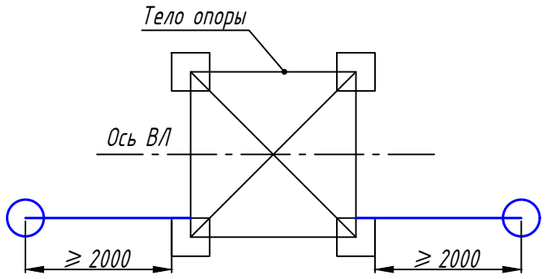


Схема 4

Необходимое количество необслуживаемых активных соляных электродов «Н-УДАВ» в зависимости от нормируемого сопротивления ЗУ ВЛ и удельного сопротивления грунта

Значение удельного сопротивления грунта, Ом·м	Нормируемое сопротивление, Ом (согласно ПУЭ, табл. 2.5.19)	Количество электродов АС-3НВ-УДАВ (АС-3НГ-УДАВ)	Количество электродов АС-6НВ-УДАВ (АС-6НГ-УДАВ)	Количество электродов АС-9НВМ-УДАВ	Количество электродов АС-12НВМ-УДАВ
100	10	1	1	1	1
200	15	1	1	1	1
300	15	1	1	1	1
400	15	1	1	1	1
500	15	2	1	1	1
1 000	20	2	1 (2)	1	1
2 000	30	3	2	1	1
3 000	30	4	2 (3)	2	2
4 000	30	5	3	2	2
5 000	30	6	4	3	2
6 000	36	6	4	3	2
7 000	42	6	4	3	2
8 000	48	6	4	3	2
9 000	54	6	4	3	2
10 000	60	6	4	3	2
15 000	90	6	4	3	2
20 000	120	6	4	3	2
30 000	180	6	4	3	2
40 000	240	6	4	3	2
50 000	300	6	4	3	2

Примечание: В скобках указано количество электродов горизонтального исполнения, если оно отличается от количества электродов вертикального исполнения.

Объединенное заземляющие устройство для 2-х и более опор ВЛ

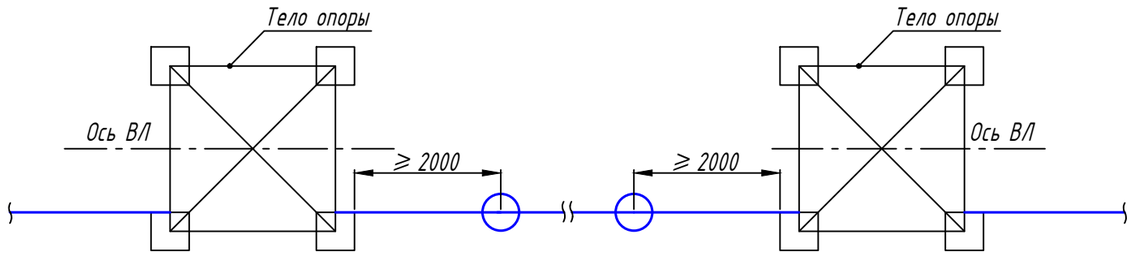


Схема 5

1. Расстояние от активного соляного электрода до фундаментов зданий, сооружений должно составлять не менее 2 м;
2. Расстояние между электродами должно быть больше либо равно их длине (L ≥ Lэ);
3. Медный отвод с зажимом позволяют подключить электрод к круглой стали/меди диаметром до 16 мм или к полосовой стали шириной до 50 мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР5		
Разраб.		Васильев		11.22	Примеры схем подключения электродов к опоре ВЛ	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Шеремета		11.22				1
Н.контр.		Паламарчук		11.22		ООО «ВОЛЬТ-СПБ»		
Утв.		См.тит.лист						

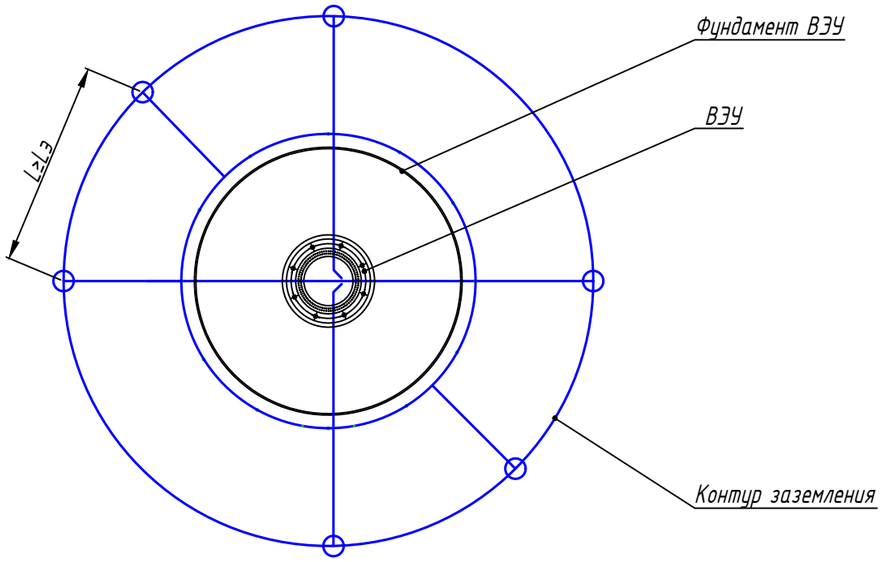
Перв. примен.

Справ. №

Копировал

Формат А3

Пример заземления ветроэлектрической установки (ВЭУ)

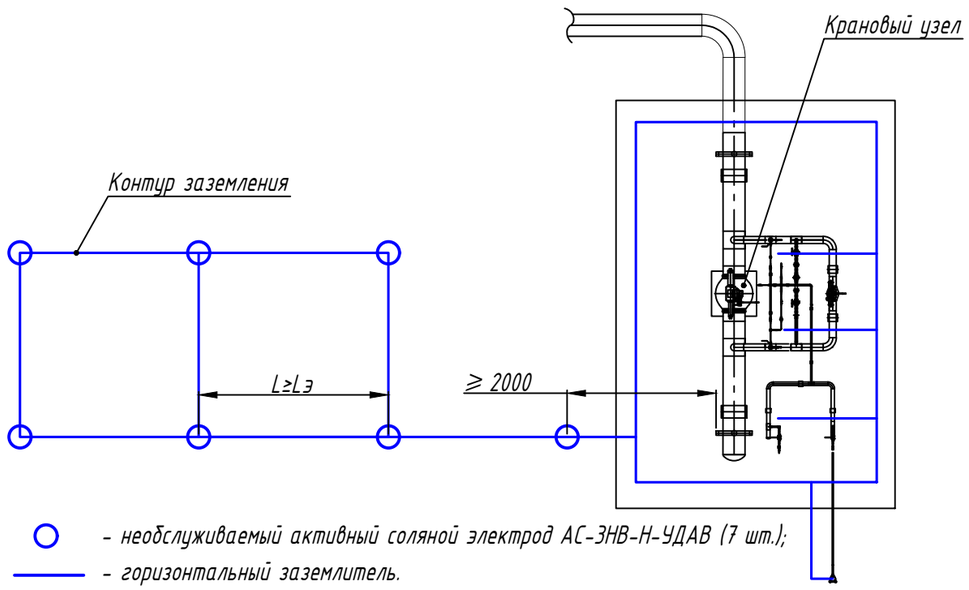


○ - необслуживаемый активный соляной электрод АС-12НВМ-Н-УДАВ (6 шт.);

—— - горизонтальный заземлитель.

Наименование показателя, ед. изм.	Значение
Удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м	250
Нормируемое сопротивление контура заземления, Ом	0,56
Расчетное сопротивление контура заземления, Ом	0,47

Пример заземления кранового узла

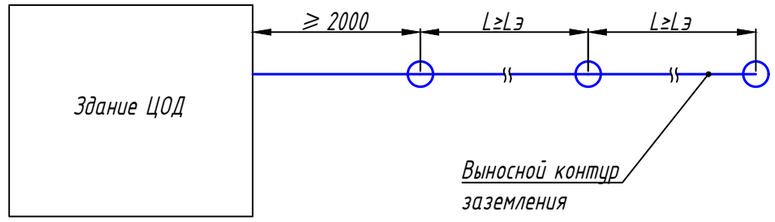


○ - необслуживаемый активный соляной электрод АС-3НВ-Н-УДАВ (7 шт.);

—— - горизонтальный заземлитель.

Наименование показателя, ед. изм.	Значение
Удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м	2 000
Нормируемое сопротивление контура заземления, Ом	10
Расчетное сопротивление контура заземления, Ом	9,96

Пример заземления центра обработки данных (ЦОД)

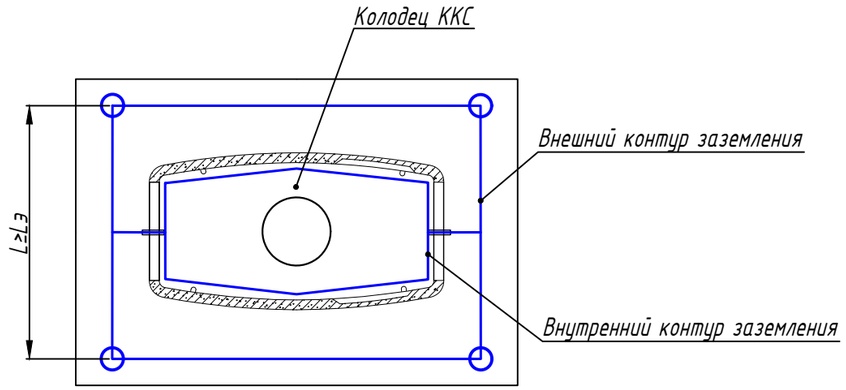


○ - необслуживаемый активный соляной электрод АС-6НВМ-Н-УДАВ (3 шт.);

—— - горизонтальный заземлитель.

Наименование показателя, ед. изм.	Значение
Удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м	300
Нормируемое сопротивление контура заземления, Ом	2
Расчетное сопротивление контура заземления, Ом	1,91

Пример заземления кабельного колодца связи (ККС)



○ - необслуживаемый активный соляной электрод АС-9НВМ-Н-УДАВ (4 шт.);

—— - горизонтальный заземлитель.

Наименование показателя, ед. изм.	Значение
Удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м	130
Нормируемое сопротивление контура заземления, Ом	0,5
Расчетное сопротивление контура заземления, Ом	0,44

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВОЛЬТ-СПБ.АТР1-АСЭ-11/22.ЭС.РР6			
Разраб.		Васильев		11.22	Примеры заземления объектов, выполненных электродами «Н-УДАВ»	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Шеремета		11.22				1
Н.контр.		Паламарчук		11.22		ООО «ВОЛЬТ-СПБ»		
Утв.		См.тит.лист						

Перв. примен.

Справ. №

Копировал

Формат А3

Приложение А

Таблица усредненных значений удельных сопротивлений грунтов

№ п/п	Тип грунта	Усредненное значение удельного сопротивления грунта, рекомендуемое при проектировании, Ом·м
1	Базальт	5 000
2	Валунно-галечные отложения с песчаным заполнением	3 000
3	Валунно-галечные отложения влажные	1 000
4	Выветренный песчаник, известняк	400
5	Галечник, гравий сухой	5 000
6	Галечник водоносный	1 000
7	Глина	50
8	Глина влажная	50
9	Глина с примесью песка	150
10	Глина с примесью щебня, известняка	150
11	Гранит	5 400
12	Гранитное основание	22 500
13	Доломит	500
14	Дресва	5 500
15	Известняк плотный	65
16	Мергель	50
17	Песок влажный	600
18	Песок водоносный	150
19	Песок с агрессивными водами	70
20	Песок сухой	1 000
21	Песок сухой сыпучий	15 000
22	Разрушенные скальные породы	1 000
23	Скальные породы (не выветренные)	5 000
24	Сланец глинистый	550
25	Суглинок	100
26	Супесь	300
27	Супесь влажная	150
28	Торф	20
29	Щебень мокрый	3 000
30	Щебень сухой	5 000

Усредненные значения удельных сопротивлений основных типов грунтов взяты из следующих источников:

1. Таблица 3.7 (стр. 81): Карякин Р.Н. Заземляющие устройства электроустановок: справочник. 2-е изд. – М.: Энергосервис, 2006. 518 с.: ил.
2. Таблица 7.5 (стр. 325): Маньков В. Д., Заграничный С. Ф. Защитное заземление и защитное зануление электроустановок: Справочник. – СПб.: Политехника, 2005. – 400 с: ил.
3. Таблица на стр. 62: Типовой проект № 3602тм (альбом 2) «Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ». – М.: АО «Энергосетьпроект», 1975. – 72 с.

Обращаем внимание, что представленные в таблице данные являются справочными.
Для получения точных значений необходимо выполнить замеры удельного сопротивления грунта в ходе инженерно-геологических изысканий в месте планируемого монтажа электродов.

ООО «ВОЛЬТ-СПБ»

Адрес:
198095, г. Санкт-Петербург,
Митрофаньевское ш., д. 5Е,
лит. А, пом. 36.

Телефон:
+7 812 407-28-52

Сайт:
www.volt-spb.ru

Электронная почта:
info@volt-spb.ru

График работы:
С 8.00 до 17.00
по московскому времени

Адрес для почтовой корреспонденции:
198095, г. Санкт-Петербург,
Митрофаньевское ш., д. 5Е, лит. А, пом. 36.

Регистрационная информация:
ОГРН – 1107847080186
ИНН – 7810582416
КПП – 783901001