



Общество с ограниченной ответственностью  
«ВОЛЬТ-СПБ» (ООО «ВОЛЬТ-СПБ»)

Митрофаньевское ш., д. 5Е, лит. А, пом. 36  
г. Санкт-Петербург, Россия, 198095  
тел./факс: +7 (812) 407-28-52  
e-mail: info@volt-spb.ru  
web: www.volt-spb.ru  
ОКПО 65897260, ОГРН 1107847080186  
ИНН 7810582416, КПП 783901001

№ РЗК-\_\_\_ от \_\_. \_\_. 2022

**РАСЧЁТ КОЛИЧЕСТВА  
ОБЪЕМНЫХ ГРАФИТОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ  
ОГ-АСПИД-МЗО-А  
для организации заземляющего устройства**

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОБЪЁМНОГО ГРАФИТОВОГО ЭЛЕКТРОДА ОГ-АСПИД-МЗО-А**

Объёмный графитовый электрод – заземлитель, разработанный для организации заземляющего устройства в грунтах, где применение традиционных заземлителей невозможно ввиду высокой крепости грунтов. «АСПИД» обладает повышенной эффективностью по сравнению с традиционными заземлителями.

Электрод «АСПИД» состоит из одного или нескольких стержней длиной 1,5/3/6 м, которые соединены между собой резьбовыми муфтами (по требованию заказчика возможно соединение модулей между собой при помощи фланцевых болтовых соединений). Электрод и околоэлектродное пространство заполняется низкоомной токопроводящей многокомпонентной активной смесью с добавлением морозоустойчивого пластификатора «МАСТ», которая не подвержена вымыванию и растрескиванию на протяжении всего процесса эксплуатации.

Принцип работы графитового заземления основан на увеличении токоотдающей поверхности электрода за счёт локальной замены высокоомного грунта на низкоомную активную смесь «МАСТ» и инъекции её в околоэлектродное пространство. В зависимости от климатического района и условий эксплуатации срок службы составляет до 30 лет.

Объёмный графитовый электрод поставляется в комплекте с расходными материалами и всеми необходимыми компонентами для монтажа: насадка монтажная, электрод трубный модульный\*, муфта резьбовая соединительная\*, коронка стартовая, многокомпонентная активная смесь токопроводящая «МАСТ»\*, насадка на отбойный молоток/перфоратор, инструменты, расходные материалы для монтажа, документация (см. Приложение 1).

Комплектуемые изделия поставляются во влагозащищённых деревянных ящиках, электроды поставляются в обрешётке. При отгрузке в районы Крайнего Севера электроды упаковываются согласно ГОСТ 15846-2002 «Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение».

Для максимально эффективного использования объёмных графитовых электродов минимальное расстояние между ними должно быть больше или равно их длине.

Подключение объёмного графитового электрода к горизонтальному проводнику осуществляется при помощи монтажной насадки (сварное или болтовое соединение).

\* – Количество зависит от длины электрода.

# РАСЧЁТ КОЛИЧЕСТВА ОБЪЕМНЫХ ГРАФИТОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ОГ-АСПИД-МЗО-А ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Наименование объекта: Объект N

Нормируемое сопротивление заземляющего устройства: 30 Ом

Удельное сопротивление грунта: 450 Ом·м

## 1. Сопротивление многоэлектродного заземлителя, выполненного с использованием оборудования типа ОГ-АСПИД-МЗО-А (см. Приложение 2) определяется по формулам:

### 1.1. Сопротивление одиночного объёмного графитового электрода вертикального исполнения (на основании таблицы 7.9 из «Справочника по проектированию электрических сетей и электрооборудования» под ред. Ю.Г. Барыбина):

$$R_{\text{огэ}} = C_{\text{огэ}} \cdot \frac{K \cdot 0,366 \cdot \rho_{\text{гр}}}{L_{\text{в}}} \cdot \left( \lg \left( \frac{2 \cdot L_{\text{в}}}{d_{\text{э}}} \right) + \frac{1}{2} \cdot \lg \left( \frac{4 \cdot t_1 + L_{\text{в}}}{4 \cdot t_1 - L_{\text{в}}} \right) \right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,3 \cdot 0,366 \cdot 450}{3} \cdot \left( \lg \left( \frac{2 \cdot 3}{0,027} \right) + \frac{1}{2} \cdot \lg \left( \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) \right) = 89,85 \text{ Ом},$$

где:

$R_{\text{огэ}}$  – сопротивление одиночного вертикального электрода, Ом;

$C_{\text{огэ}}$  – коэффициент понижения сопротивления объёмного графитового электрода. Для данного типа грунта  $C_{\text{огэ}} = 1/2$  (см. таблицу 1 Приложения 3);

$K$  – климатический коэффициент сезонности. Для III климатического района  $K = 1,3$  (см. таблицу 2 Приложения 3);

$\rho_{\text{гр}}$  – удельное сопротивление грунта, Ом·м;  $\rho_{\text{гр}} = 450 \text{ Ом·м}$ ;

$L_{\text{в}}$  – длина вертикального электрода, м;  $L_{\text{в}} = 3 \text{ м}$ ;

$d_{\text{э}}$  – диаметр электрода, м;  $d_{\text{э}} = 0,027 \text{ м}$ ;

$t_1$  – средняя глубина заложения вертикального электрода от поверхности земли, м;

$t_1 = t_0 + 0,5 \cdot L_{\text{в}}$ ;

$t_0$  – глубина заложения вертикального электрода от поверхности земли, м;  $t_0 = 0,5 \text{ м}$ ;

$t_1 = 0,5 + 0,5 \cdot 3 = 2 \text{ м}$ .

### 1.2. Количество объёмных графитовых электродов:

$$n = \frac{R_{\text{огэ}}}{R_{\text{н}}} = \frac{89,85}{30} = 3,$$

где:

$n$  – количество вертикальных электродов (всегда округляется до большего целого), шт.;

$n = 3 \text{ шт.}$ ;

$R_{\text{н}}$  – нормируемое сопротивление заземляющего устройства, Ом;  $R_{\text{н}} = 30 \text{ Ом}$ .

Зная ориентировочное количество объёмных графитовых электродов, необходимо рассчитать количество электродов с учётом коэффициента использования (влияния соседних электродов друг на друга):

$$n = \frac{R_{\text{огэ}}}{R_{\text{н}} \cdot K_{\text{ив}}} = \frac{89,85}{30 \cdot 0,69} = 4,34,$$

где:

$K_{\text{ив}}$  – коэффициент использования (экранирования) вертикальных заземлителей;

$K_{\text{ив}} = 0,69$  – для вертикальных заземлителей, расположенных по контуру, при количестве 3 шт., отношение расстояния между заземлителями к их длине равно 1 (см. таблицу 2 Приложения 3).

Количество электродов всегда округляется до большего целого, следовательно,  $n = 5$  шт.

**1.3. Суммарное сопротивление многоэлектродного заземлителя, выполненного с использованием оборудования типа ОГ-АСПИД-МЗО-А:**

$$R_{\Sigma \text{огэ}} = \frac{R_{\text{огэ}}}{n \cdot K_{\text{ив}}} = \frac{89,85}{5 \cdot 0,62} = 28,98 \text{ Ом} \leq 30 \text{ Ом} \left( R_{\Sigma \text{огэ}} \leq R_{\text{н}} \right)$$

*Расчётные данные получены при использовании 5 объёмных графитовых электродов длиной 3 метра ОГ-АСПИД-МЗО-А.*

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СПЕЦИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ, ВХОДЯЩИХ В КОМПЛЕКТ ОГ-АСПИД-МЗО-А

Поз.	Наименование	Кол.	Прим.
1.	Объемный графитовый электрод ОГ-АСПИД-МЗО-А ТУ 3418-001-65897260-2012	5	компл.
В один комплект объемного графитового электрода ОГ-АСПИД-МЗО-А входит:			
1.1	Насадка монтажная оцинкованная	1	шт.
1.2	Электрод трубный оцинкованный, L=1500 мм, d=27 мм	2	шт.
1.3	Муфта резьбовая соединительная оцинкованная	1	шт.
1.4	Коронка стартовая оцинкованная	1	шт.
1.5	Многокомпонентная активная смесь токопроводящая «МАСТ»		кг.
1.6	Насадка на отбойный молоток/перфоратор (на партию)	1	шт.
1.7	Расходные материалы для монтажа (на один ящик)	1	компл.
1.8	Паспорт (на партию)	1	шт.
1.9	Инструкция по монтажу (на один ящик)	1	шт.

Возможны 2 способа монтажа объёмного графитового электрода:

- в скважину диаметром 80 мм (рекомендуемый способ);
- погружение электрода с помощью виброинструмента.

При монтаже электрода с помощью виброинструмента необходимо дополнительно подготовить инъекционный насос (не входит в объём поставки ООО «ВОЛЬТ-СПБ») для закачивания токопроводящего раствора «МАСТ».

В случае, если партия оборудования предназначается для нескольких объектов строительства/монтажа, количество насадок (поз. 1.6) должно соответствовать количеству объектов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОДА ОГ-АСПИД-МЗО-А



### ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ТАБЛИЦЫ КОЭФФИЦИЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАСЧЁТЕ

**Таблица 1. Значение коэффициента понижения сопротивления объемного графитового электрода ( $C_{огэ}$ ) в зависимости от категории грунта (на основании таблицы классификация горных пород по крепости (шкала проф. М. М. Протодьяконова)**

$C_{огэ}$	Категория грунта (породы)	Степень крепости	Наименования и характеристики категорий грунтов (пород)
$\frac{1}{1,2}$	I	В высшей степени крепкие	Наиболее крепкие, плотные и вязкие кварциты и базальты. Исключительные по крепости другие породы
	II	Очень крепкие	Очень крепкие гранитные породы. Кварцевый порфир, очень крепкий гранит, кремнистый сланец. Менее крепкие, нежели указанные выше кварциты. Самые крепкие песчаники и известняки
	III	Крепкие	Гранит (плотный) и гранитные породы. Очень крепкие песчаники и известняки. Кварцевые рудные жилы. Крепкий конгломерат. Очень крепкие железные руды
	IIIa	Крепкие	Известняки (крепкие). Некрепкий гранит. Крепкие песчаники. Крепкий мрамор. Доломит. Колчеданы
	IV	Довольно крепкие	Обыкновенный песчаник. Железные руды
	IVa	Довольно крепкие	Песчанистые сланцы. Сланцеватые песчаники
$\frac{1}{1,4}$	V	Средней крепости	Крепкий глинистый сланец. Некрепкий песчаник и известняк, мягкий конгломерат
	Va	Средней крепости	Разнообразные сланцы (некрепкие). Плотный мергель
$\frac{1}{1,6}$	VI	Довольно мягкие	Мягкий сланец, очень мягкий известняк, мел, каменная соль, гипс. Мерзлый грунт, антрацит. Обыкновенный мергель. Разрушенный песчаник, цементированная галька, каменистый грунт
	VIa	Довольно мягкие	Щебенистый грунт. Разрушенный сланец, слежавшаяся галька и щебень. Крепкий каменный уголь. Отвердевшая глина
$\frac{1}{1,8}$	VII	Мягкие	Глина (плотная). Мягкий каменный уголь. Крепкий нанос, глинистый грунт
	VIIa	Мягкие	Легкая песчанистая глина, лесс, гравий
$\frac{1}{2}$	VIII	Землистые	Растительная земля. Торф. Легкий суглинок, сырой песок
	IX	Сыпучие	Песок, осыпи, мелкий гравий, насыпная земля, добытый уголь
	X	Плывучие	Плывуны, болотистый грунт, разжиженный лесс и другие разжиженные грунты

**Таблица 2. Значение климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта, К**

На основании таблицы 7.7 из «Справочника по проектированию электрических сетей и электрооборудования» под ред. Ю.Г. Барыбина.

Характеристика районов и виды применяемых заземлителей	Климатический район			
	I	II	III	IV
Характеристика районов				
Средняя многолетняя низшая температура (январь), °С	от -20 до -15	от -14 до -10	от -10 до 0	от 0 до +5
Средняя многолетняя высшая температура (июль), °С	от +15 до +18	от +18 до +22	от +22 до +24	от +24 до +26
Виды заземлителей и климатические коэффициенты сезонности к величине удельного сопротивления грунта				
Протяжённые заземлители (полоса, круглая сталь)	5,5	3,5	2,5	1,5
Стержневые заземлители (угловая сталь, трубы)	1,65	1,45	1,3	1,1

**Таблица 3. Значение коэффициента использования (экранирования) вертикального заземлителя  $K_{ив}$  в зависимости от расстояния между электродами и от их расположения**

На основании таблиц 7.11 и 7.12 «Справочника по проектированию электрических сетей и электрооборудования» под ред. Ю.Г. Барыбина.

Количество заземлителей в ряду, шт.	Расположение заземлителей в ряд			Количество заземлителей по контуру, шт.	Расположение заземлителей по контуру		
	Отношение расстояния между заземлителями к их длине				Отношение расстояния между заземлителями к их длине		
	1	2	3		1	2	3
2	0,86	0,91	0,94	4	0,69	0,78	0,85
3	0,78	0,87	0,91	6	0,62	0,73	0,80
5	0,70	0,81	0,87	10	0,55	0,69	0,76
10	0,59	0,75	0,81	20	0,47	0,64	0,71
15	0,54	0,71	0,78	40	0,41	0,58	0,67
20	0,49	0,68	0,77	60	0,39	0,55	0,65
				100	0,36	0,52	0,62