

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

# ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

ОПОР ВЛ 35-750 кВ

## СОСТАВ ПРОЕКТА

Альбом I Пояснительная записка и указания по проектированию  
Альбом II Чертежи заземляющих устройств

## Альбом II

РАЗРАБОТАН

Отделением Дальних Передач и

Северо-Западным отделением

института „Энергосетьпроект“

Минэнерго СССР

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ

ИНСТИТУТОМ ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ

Приказ № 71 от 7 мая 1975 г. 25-14.

Э602тм-0.И

Наименование листа	Номер листа	Страница	1	2	3
1	2	3			
Титульный лист		1	Трехстоечные железобетонные опоры ВЛ 35 кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродаб.	ВЛ-1-58	18
Перечень листов	1-3	2-4	То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-1-59	19
Порядок и выбор конструкций заземляющих устройств опор ВЛ.	4-6	5-7	То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-1-60	20
Эквивалентное удельное сопротивление грунта для заземляющего устройства из вертикальных электродаб.	ВЛ-1-1	8	Одностоечные анкерно-угловые металлические опоры ВЛ 35 кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродаб	ВЛ-1-8	21
Эквивалентное удельное сопротивление грунта для заземляющего устройства из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-1-2	9	То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-1-9	22
Эквивалентное удельное сопротивление грунта для заземляющего устройства из протяженных заземлителей.	ВЛ-1-3	10	То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-1-10	23
Фундаменты, используемые в качестве заземлителей.	ВЛ-1-4	11	Деревянные порталные опоры ВЛ 35-220 кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродаб.	ВЛ-1-11	24
Одностоечные металлические промежуточные опоры ВЛ 35 кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродаб.	ВЛ-1-5	12	Деревянные порталные опоры ВЛ 35-220 кв. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-1-12	25
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-1-6	13	То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-1-13	26
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-1-7	14	Деревянные анкерно-угловые опоры ВЛ 15-220 кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродаб.	ВЛ-1-14	27
Одностоечные железобетонные опоры с оттяжкой ВЛ 35 кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродаб.	ВЛ-1-55	15	То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-1-15	28
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-1-56	16	То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-1-16	29
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	ВЛ-1-57	17			



3602 тм-14

Энергосетьпроект  
отделение Дальних  
Передач  
г. Москва

Без учета  
в. ш. м. г. С  
Сборная

Начальник  
С. С

И. И. Иванов  
Инженер

Козырева  
Инженер

С. С

Наименование листа	Номер листа	Страница	2	3
1	2	3		
То же. Заземляющее устройства из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-II-39	52	ВЛ-II-51	64
То же. Заземляющее устройства из протяженных заземлителей	ВЛ-II-40и	53	ВЛ-II-52	65
Антенно-угловые металлические трехствечные опоры ВЛ 500-750 кВ. Заземляющее устройства: фундаменты, объединенные перемычками.	ВЛ-II-41	54	ВЛ-II-53	66
То же. Заземляющее устройства из вертикальных электрода	ВЛ-II-42	55	ВЛ-II-54	67
То же. Заземляющее устройства из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-II-43	56	ВЛ-II-61	68
То же. Заземляющее устройства из протяженных заземлителей	ВЛ-II-44и	57	ВЛ-II-62	69
Присоединение заземлителей к металлическим опорам и соединение их между собой.	ВЛ-II-45	58	ВЛ-II-63	70
Присоединение заземлителей к железобетонным опорам и соединение их между собой.	ВЛ-II-46	59	ВЛ-II-64	71
Присоединение заземлителей к спускам на деревянных опорах и соединение их между собой.	ВЛ-II-47	60	ВЛ-II-65	72
Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей	ВЛ-II-48	61		
Обобщенные значения удельных сопротивлений грунтов.	ВЛ-II-49	62		
Коэффициенты формы и импульсные коэффициенты для расчета фундаментных заземлителей опор ВЛ (Рис 1-4)	ВЛ-II-50	63		
			Коэффициенты формы и импульсные коэффициенты для расчета фундаментных заземлителей опор ВЛ (рис 5-8)	
			Импульсные коэффициенты для дв,х-лучевых заземлителей.	
			Импульсные коэффициенты для четырех-лучевых заземлителей.	
			Импульсные коэффициенты для вертикальных заземлителей.	
			Изменения к чертежам заземляющих устройств в связи с учетом естественной проводимости фундаментов в грунтах с $\rho = (500-1000) \text{ ом.м.}$	
			Портальные железобетонные опоры ВЛ 500кВ. Заземляющее устройства: подземная часть стоек - вертикальные электроды.	
			То же. Заземляющее устройства из вертикальных электрода.	
			То же. Заземляющее устройства из вертикальных и протяженных заземлителей.	
			То же. Заземляющее устройства из протяженных заземлителей.	

Порядок и выбор конструкций заземляющих устройств опор ВЛ.

Конструкции заземляющих устройств опор разработаны для нормированных значений сопротивлений в зависимости от эквивалентного удельного сопротивления грунта  $\rho_2$ .

Эквивалентное удельное сопротивление грунта; $\rho_2$ , Ом.м	Сопротивление заземляющего устройства; $R_{\text{гол}}, \text{Ом}$
До 100	10
Более 100 до 500	15
Более 500 до 1000	20
Более 1000 до 5000	30
Более 5000	$6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_2$

**I. Порядок выбора конструкций заземляющих устройств.**

**I.1.** В соответствии со значениями удельного сопротивления грунта ( $\rho$ ) и толщинами его слоев ( $h$ ) имеется электрическая структура грунта  $\rightarrow \rho_1, \rho_2 \dots h_1, h_2 \dots$

**I.2.** Исходя из характера электрической структуры выбирается предварительная конструкция заземляющего устройства.

**I.3.** Для предварительно выбранной конструкции выполняется приведение многослойной структуры к эквивалентной двухслойной и определяется  $\rho_2$ .

**I.4.** Для найденного  $\rho_2$  производится проверка соответствия предварительно выбранной конструкции заземляющего устройства для конкретного типа опоры и типовой конструкции по чертежам Альбома П.

**I.5.** В том случае, если выбранная конструкция не соответствует типовой, производится корректировка предварительно выбранной конструкции (размеров и количества электродов), и все указанные выше действия повторяются.

**II. Выбор конструкций заземляющих устройств опор ВЛ.**

**II.1.** В качестве исходной многослойной электрической структуры грунта принимается структура, полученная путем прямых измерений, или структура, полученная на основании геологического

разреза по трассе ВЛ с использованием обобщенных значений удельных сопротивлений грунтов ( $\rho$ ) по чертежу В 3602тп-ВЛ-П-49.

**П.2.** Если исходная многослойная электрическая структура грунта получена путем непосредственных измерений на трассе ВЛ, то ее следует привести с помощью сезонных коэффициентов  $K_c$  к расчетным условиям. Сезонные коэффициенты вводятся на слой сезонных изменений толщиной  $h_c = 1,5 + 1,8$  м (п.2.2 Альбома I). Каждая из типовых конструкций заземляющих устройств, представленных на чертежах, разработана для средних по влажности условий грунта и обеспечивает нормированное сопротивление заземления при удельных сопротивлениях грунта  $\rho_2$ , увеличенных в 1,4+1,5 раза по сравнению с указанными в таблицах на чертежах (для каждой конструкции в таблице указан диапазон  $\rho_2$ , в котором может быть использована данная конструкция). Это учитывает возможность увеличения измеренного в условиях средней влажности удельного сопротивления грунта в результате его высыхания (п.2.2 Альбома I). Поэтому, если измерения удельных сопротивлений грунта выполнялись в условиях средней влажности, уточнение удельных сопротивлений с помощью сезонных коэффициентов не требуется; в случаях, если грунт при измерениях был сильно-влажный или сухой, величины поправочных коэффициентов составляет соответственно 1,2+1,3 и 0,7+0,8.

Если исходная многослойная электрическая структура грунта получена по обобщенным значениям удельных сопротивлений, то введение сезонных коэффициентов не требуется.

**П.3.** Исходя из характера электрической структуры грунта выбирается предварительная конструкция заземлителя, и многослойная электрическая структура грунта приводится к эквивалентной двухслойной (п.2.3. Альбома I).

Если исходная расчетная структура является двухслойной, то приведение ее к эквивалентной не производится.

**П.4.** При выборе конструкции заземляющего устройства для опор ВЛ 110 кВ и выше прежде всего должна быть проверена возможность использования естественной проводимости фундаментов.

Если естественной проводимости фундаментов достаточно (при  $\rho_2 \leq 60+350$  Ом.м, чертеж № 3602тп-ВЛ-П-4), искусственные заземлители не предусматриваются.

При оценке достаточности естественной проводимости величина  $\rho_3$  должна быть определена в пределах Нрасч.

Если в пределах Нрасч. имеется однородный грунт, то величина  $\rho_3$  принимается равной действительному удельному сопротивлению грунта. В случае двух и более слоев и при удельном сопротивлении хотя бы одного слоя  $\rho < 500$  Ом.м, следует выполнить эквивалентирование грунта и в соответствии с величиной  $\rho_3$  установить возможность использования фундаментов в качестве заземлителей.

При этом эквивалентирование следует производить по графикам чертежа № 3602ти ВЛ-П-1, принимая  $\epsilon_2 = \Pi$ , где  $\Pi$  - глубина заложения фундамента.

П.б. Если удельное сопротивление (действительное в случае однородного или эквивалентное в случае многослойного грунта) находится в пределах  $(60+350) < \rho < 500$  Ом.м, т.е. когда одной естественной проводимости не достаточно, следует пользоваться чертежами заземляющих устройств "фундамент - вертикальные электроды" и чертежами заземляющих устройств на протяженных заземлителях, в которых для грунтов с  $\rho < 500$  Ом.м учтена естественная проводимость фундаментов. В этих случаях при выборе конструкции искусственного заземлителя (вертикального или протяженного) следует иметь в виду следующие:

а) В грунтах с убывающим по глубине удельным сопротивлением и однородных грунтах в качестве искусственных заземлителей следует использовать вертикальные электроды (за исключением тех случаев, когда отсутствует возможность их заглубления). Задавшись длиной вертикального электрода  $\ell_2$  (в соответствии с п.11.7 настоящих указаний), определяется  $\rho_3$  по графикам чертежа № 3602ти ВЛ-П-1. Для полученного  $\rho_3$  проверяется соответствие заданной величины  $\ell_2$  длине, приведенной на чертежах "Фундамент-вертикальные электроды". Если заданная длина не совпадает с приведенной на чертеже, принимается другая длина, производится повторное эквивалентирование и выбор конструкции заземлений.

При этом следует иметь в виду, что система "фундамент - вертикальные электроды" рассматривается как условный вертикальный электрод длиной, равной длине вертикального электрода

(от поверхности земли).

Заземляющие устройства "фундамент - вертикальные электроды" представлены на чертежах №3602ти-ВЛ-П-17, 22, 27, 31, 32, 37.

б) В грунтах с возрастающим по глубине удельным сопротивлением, а также в тех грунтах, где не возможно заглубить вертикальные электроды, в дополнение к фундаментным следует использовать протяженные заземлители. Задавшись длиной и количеством протяженных заземлителей определяется  $\rho_3$  по графикам чертежа № 3602ти-ВЛ-П-2 и аналогично предыдущему пункту проверяется соответствие заданной длины и количества протяженных заземлителей для найденного  $\rho_3$ , тем длинам, которые приведены на чертежах заземляющих устройств с протяженными заземлителями.

Заземляющие устройства из протяженных заземлителей с использованием естественной проводимости фундаментов представлены на чертежах №3602ти-ВЛ-П-21, 26, 30, 35, 36, 40.

Для трехстоечных анкерно-угловых опор ВЛ 500-750 кВ расчет заземляющих устройств производился с учетом объединения стоек между собой посредством перемычек. Это позволило расширить область использования естественной проводимости фундаментов и уменьшить расход металла на устройство искусственных заземлителей (чертеж № 3602ти-ВЛ-П-41).

П.6. В грунтах с  $\rho > 500$  Ом.м и для ВЛ 35 кВ естественная проводимость фундаментов не учитывается, и заземляющее устройство выполняется в виде искусственных заземлителей:

и) из вертикальных электродов; эквивалентирование производится по чертежу № 3602ти-ВЛ-П-1.

Для разных типов опор предельное значение удельного сопротивления грунтов, в которых достаточно вертикальных заземлителей без протяженных, составляет 250-1200 Ом.м (чертежи № 3602ти-ВЛ-П-5, 8, 11, 14, 18, 23, 28, 33, 38, 55).

Для трехстоечных опор ВЛ расчет вертикальных заземлителей производился с учетом перемычек между стойками (чертежи № 3602ти-ВЛ-П-42, 58).

б) Из вертикальных и протяженных заземлителей (в грунтах с  $\rho$ , превышающим значения, приведенные в п.П.6.а).



С.И. Кривоша

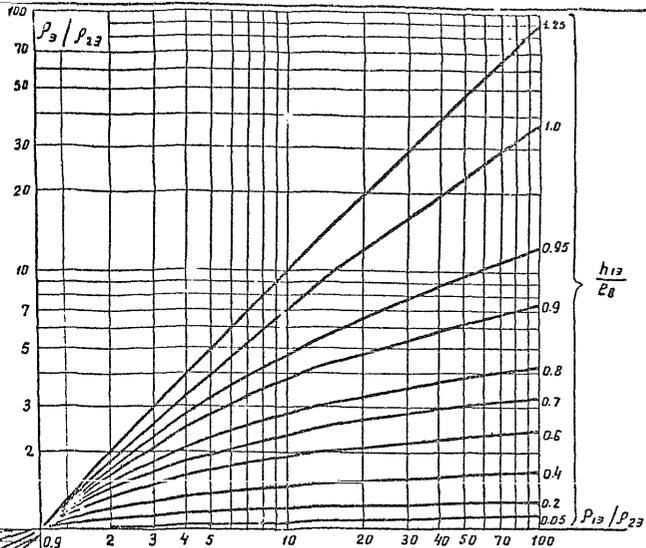
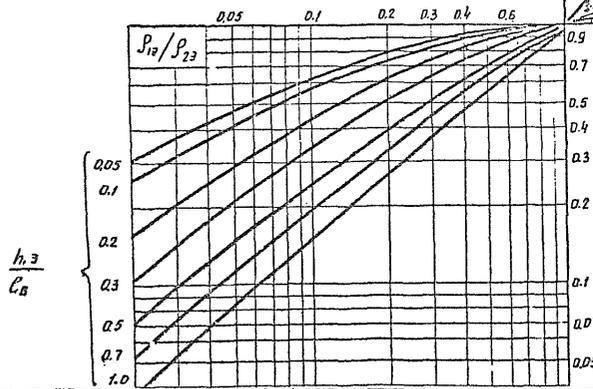
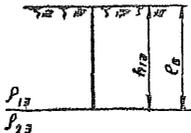
С.В. Шихов

В.И. Шихов

С.И. Кривоша

В.И. Шихов

Экспертный проект  
Исполнение Данных  
Передачу  
г. Москва



Примечания:

1. Приведенные графики эквивалентирования являются обобщенными для заземляющих устройств из одного, двух, трёх и четырёх вертикальных электродов.
2. Представленные зависимости используются также в случае фундаментных заземлителей.
3. Для реального двухслойного грунта
 
$$h_{13} = h_1$$

$$\rho_{13} = \rho_1$$

$$\rho_{23} = \rho_2$$

1974г.

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35-750кВ.

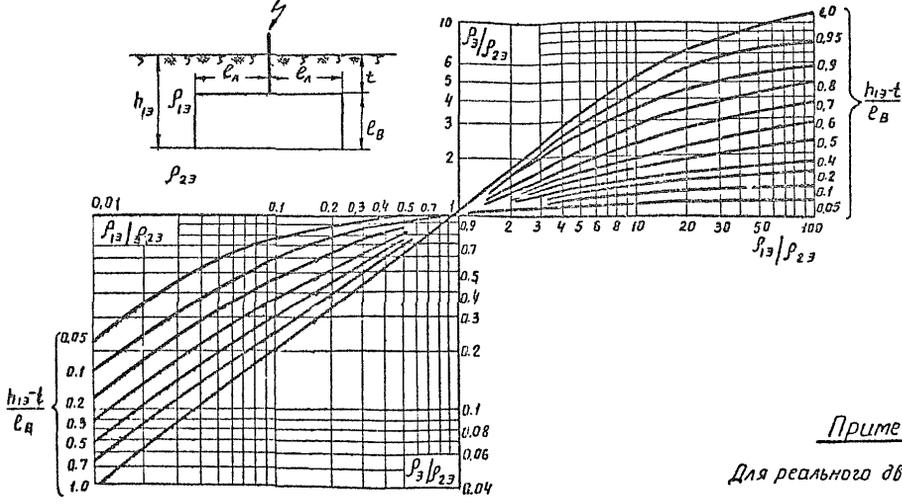
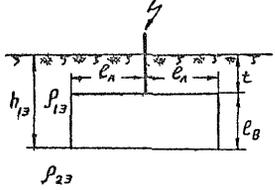
Эквивалентное удельное сопротивление грунта для заземляющего устройства из вертикальных электродов.

Типовой проект  
№3602 тг

Альбом  
II

ВА-ІІ-1

С. С. Сидоров  
 И. И. Иванов  
 М. М. Петров  
 А. А. Сидоров  
 В. В. Иванов  
 К. К. Петров  
 Л. Л. Сидоров  
 О. О. Иванов  
 П. П. Петров  
 Р. Р. Сидоров  
 С. С. Иванов  
 Т. Т. Петров  
 У. У. Сидоров  
 Ф. Ф. Иванов  
 Х. Х. Петров  
 Ц. Ц. Сидоров  
 Ч. Ч. Иванов  
 Ш. Ш. Петров  
 Щ. Щ. Сидоров  
 Ъ. Ъ. Иванов  
 Ы. Ы. Петров  
 Э. Э. Сидоров  
 Ю. Ю. Иванов  
 Я. Я. Петров



Примечание:  
 Для реального двухслойного грунта:  
 $h_{13} = h,$   
 $\rho_{13} = \rho_1,$   
 $\rho_{23} = \rho_2$

Исполнение Дильных  
 Перебач  
 в. Москва

1974г.

Заземляющие устройства опор  
 ВЛ 35 - 750 кв.

Эквивалентное удельное сопротивление грунта  
 для заземляющего устройства из вертикальных и  
 протяженных заземлителей.

Типовой проект  
 N 3602 тм

Альбом  
 II

ВА-II-2

3602 тн-ІІ-10

Энергосетьпроект  
Дальних  
Передач  
г. Москва

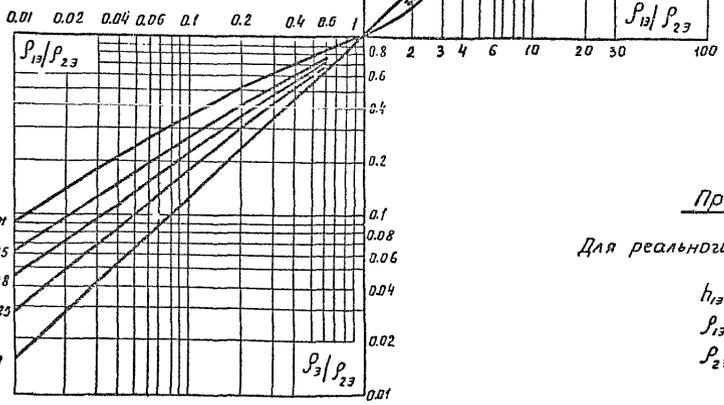
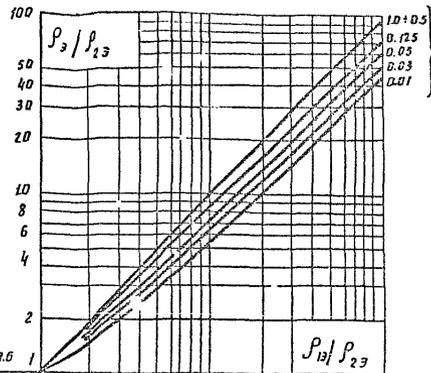
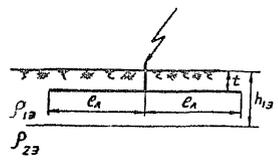
1974г.

Исполнитель: Мухомов В.И.  
С.И. Шибанов  
С.И. Шибанов

Проверил: Шибанов С.И.  
С.И. Шибанов

Специальное  
проектирование

Назначение: Расчет  
устройства



Примечание:

Для реального двухслойного грунта:

$h_{13} = h_1$

$\rho_{13} = \rho_1$

$\rho_{23} = \rho_2$

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35-750 кВ.

Эквивалентное удельное сопротивление грунта  
для заземляющего устройства из протяженных  
заземлителей.

Тыловой проект  
N3602тн.

Льбом  
ІІ

ВЛ-ІІ-3

Напря- жение ВЛ, кВ.	Тип опор	План расположения фундаментов	Норми- руемое сопротив- ление заземле- ния. R <sub>норм. [Ом]</sub>	Наибольшее значение R <sub>з</sub> , при ка- тором ф-т обеспечи- вает R <sub>норм. [Ом·м]</sub>
110-220	Одностоеч- ные опоры на аттяжках металличес- кие и желез- обетонные		15	180
110-220	Одностоеч- ные железо- бетонные		10	60
110-330	Порталь- ные железо- бетонные		15	150

Напря- жение ВЛ, кВ.	Тип опор	План расположения фундаментов	Норми- руемое сопро- тивле- ние заземле- ния R <sub>норм. [Ом]</sub>	Наибольшее значение R <sub>з</sub> , при катором фундамент обеспечи- вает R <sub>норм. [Ом·м]</sub>
110-150	Односто- ечные металли- ческие		15	230
220			15	300
330-500			15	350
500-750	Порталь- ные с аттяжками; металличес- кие и желе- зобетонные		15	300
500-750	Якорно- угловые трехстоеч- ные металли- ческие		15	350

1974г.

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35-750кВФундаменты, используемые в качестве зазем-  
лителей.Типовой проект  
№ 3602ТМR<sub>норм</sub>  
II

ВЛ-II-4

Исполнение Дарьных  
Передача  
г. МоскваНач. отдела Смирнов  
Ин. инж. пр. Горюхиной

С

Ст. инженер

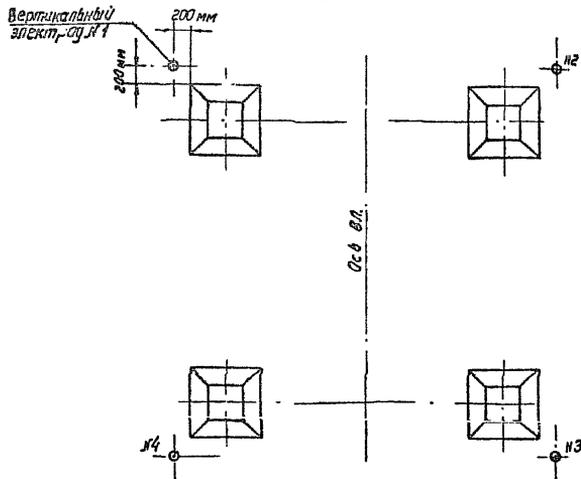
Ст. инженер

Инж. Кочина  
Инж. Фромушев

Инж.

3602ТМ-I

## План



## Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от  $\rho_3$  приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тп-ВЛ-II-45
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_3$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов ИИ	Расход металла и объем работ на 1 опору		Ирригуемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
					Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Забивка вертикальных электродов [шт]	
					м	кг	
1	$\leq 50$	5	1	1	7	6,3	1
2	50-100	5	2	1,3	14	12,6	2
3		10	1	1	12	10,8	1
4	100-150	5	3	1,2,3	21	18,9	3
5		15	1	1	17	15,3	1
6	150-200	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4
7		10	2	1,3	24	21,6	2
8	200-250	10	3	1,2,3	36	32,4	3
9		15	2	1,3	34	30,6	2
10	250-350	10	4	1,2,3,4	48	43,2	4
11		20	2	1,3	44	39,6	2
12	350-500	15	4	1,2,3,4	68	61,2	4
13		20	3	1,2,3	66	59,4	3
14	500-650	20	4	1,2,3,4	88	79,2	4

3602 тм-II-13

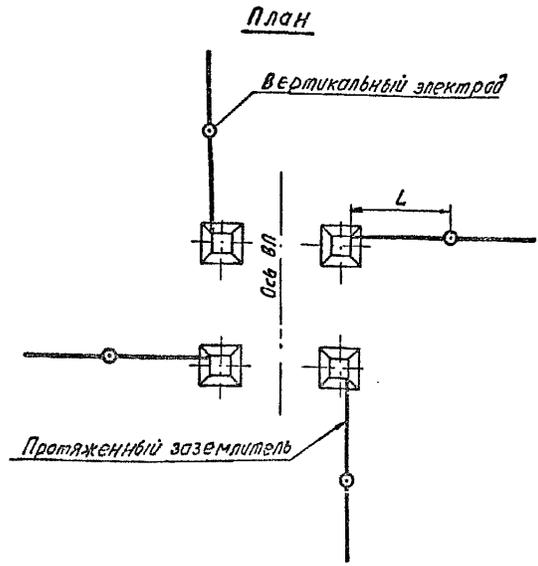
С.И. Шенкер

Крыжова  
Г.И. Шенкер

Смирнов

Смирнов  
Г.И. Шенкер

Энергосетьпроект  
Офисные Давыдов  
г. Москва.



Примечания:

1. Длины вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от  $R_z$  приведены в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей - 0,5 м, а в пахотных землях - 1,0 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу и 3602 тм - вл-II-45
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу и 3602 тм - вл-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление грунта $R_z$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного электрода [м]	L - расстояние от фундамента до вертикального электрода [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору		Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормированное сопротивление заземляющего устройства [Ом]	
					Сталь круглая $\phi 12$ мм	Прокладка протяженных заземлителей [м]			
—	$\leq 650$	Заземляющее устройство выполняется по черт. и 3602 тм - вл-II-5							
1	650-900	5	15	10	88	79,2	60	4	20
2		10	10	10 <sup>*)</sup>	88	79,2	40	4	20
3	900-1000	5	20	10	108	97,2	80	4	20
4		10	15	15 <sup>*)</sup>	108	97,2	60	4	20
5	1000-1400	5	20	10	108	97,2	80	4	30
6		10	15	15 <sup>*)</sup>	108	97,2	60	4	30
7	1400-1600	10	20	10	128	115,2	80	4	30
8		15	15	15 <sup>*)</sup>	128	115,2	60	4	30
9	1600-1900	10	25	15	148	133,2	100	4	30
10		15	20	20 <sup>*)</sup>	148	133,2	80	4	30
11	1900-2100	15	25	15	168	151,2	100	4	30
12		20	20	20 <sup>*)</sup>	168	151,2	80	4	30
13	2100-2400	20	25	25 <sup>*)</sup>	188	169,2	100	4	30
14	2400-2600	20	30	20	208	187,2	120	4	30
15	2600-3000	20	40	20	248	223,2	160	4	30

\*) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя

137Уч.

Заземляющие устройства опор вл 35-750 кВ

Одноступенчатые металлические промежуточные опоры вл 35кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.

Типовой проект и 3602 тм

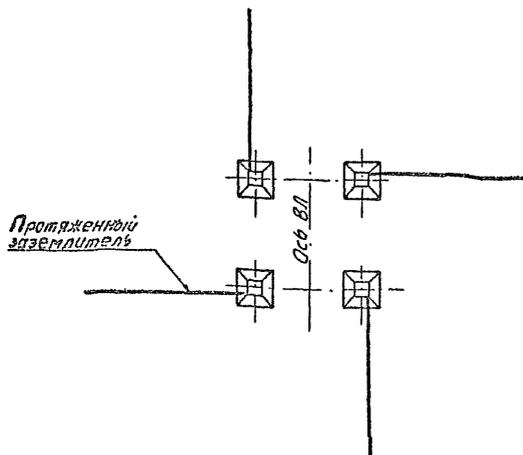
Яльбом II

вл-II-6

3602 тм-1

Л.С.

## План



## Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_{\Sigma}$  приведена в таблице
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тм-ВЛ-И-45.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602 тм-ВЛ-И-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление грунта $\rho_{\Sigma}$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на опору		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
			Сталь круглая $\phi 12$ мм м	Прокладка протяженных заземлителей [м]	
1	$\leq 100$	5	28	25,2	20
2	100-250	10	48	43,2	15
3	250-350	15	68	61,2	15
4	350-450	20	88	79,2	15
5	450-500	25	108	97,2	100
6	500-700				20
7	700-800	30	128	115,2	120
8	800-1000	40	168	151,2	160
9	1000-1400				30
10	1400-1800	50	208	187,2	200
И	1800-2100	60	248	223,2	240

Энергостройпроект  
Управление Дальних  
Передач.  
г. Москва

1974г.

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35 - 750 кВ.

Одностаечные металлические промежуточные опоры ВЛ 35кВ  
Заземляющее устройство из протяженных заземлителей

Туповой проект  
№ 3602 тм

Альбом  
II

ВЛ-И-7

ЗБ02-тм-1

*М.И. Кривоша*

Ст. инженер. Кривоша  
Ст. инженер. Фроличев

*С.И. Иванов*

Инж. отдела  
П. инж. пр. Виноградова

Эксплуатационный проект  
Отделочные Дальних  
Передач  
с. Москва.

1974г.

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35 - 750 кВ.

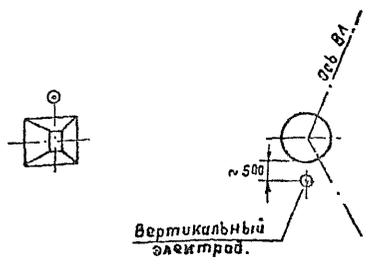
Одноствоечные железобетонные опоры с оттяжкой ВЛ 35кВ  
Заземляющее устройство из вертикальных электродов

Типовой проект  
N ЗБ02-тм.

Альбом  
1

ВЛ-1-55

План



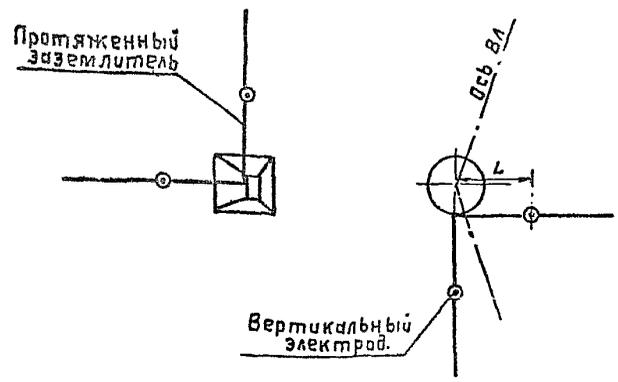
Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_s$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Количество вертикальных электродов [шт]	Расход металла и объем работ на 1 опору.		Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
				Сталь круглая $\phi 12$			
				м	кг		
1	$\leq 100$	5	2	14	12,6	2	10
2		10	1	12	10,8	1	10
3	100 - 180	15	1	17	15,3	1	15
4	180 - 250	10	2	24	21,6	2	15
5		20	1	22	19,8	1	15
6	250 - 350	15	2	34	30,6	2	15
7	350 - 450	20	2	44	39,6	2	15

Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количества и длина в зависимости от  $\rho_s$  приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N ЗБ02-тм-вл-1-46.
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

З602тм-п-16

План



Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_z$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей 0,5м, а в пахотных землях - 1,0м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу № З602тм-ВЛ-п-4б.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № З602тм-ВЛ-п-4в.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_z$ [Ом.м]	Длина вертикального заземлителя [м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расстояние от фундамента до вертикального электрода [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору.		Нормируемые материалы		
					Сталь Круглая $\phi$ 12 мм	Прокладка протяженных заземлителей	Забивка вертикальных электродов	Сыпучие материалы для заземляющего устройства [0 м]	
	$\leq 450$	Заземляющее устройство № З602тм-ВЛ-п-55				выполняется по чертежу			
1	450-500	5	15	10	88	79,2	60	4	15
2		10	10	10 <sup>к)</sup>	88	79,2	40	4	15
3	500-700	5	15	10	88	79,2	60	4	20
4		10	10	10 <sup>к)</sup>	88	79,2	40	4	20
5	700-1000	10	15	15 <sup>к)</sup>	108	97,2	60	4	20
6	1000-1250	5	20	10	108	97,2	80	4	30
7		10	15	15 <sup>к)</sup>	108	97,2	60	4	30
8	1250-1500	10	20	10	128	115,2	80	4	30
9		15	15	15 <sup>к)</sup>	128	115,2	60	4	30
10	1500-1700	10	25	15	148	133,2	100	4	30
11		15	20	20 <sup>к)</sup>	148	133,2	80	4	30
12	1700-1900	15	25	15	168	151,2	100	4	30
13		20	20	20 <sup>к)</sup>	168	151,2	80	4	30
14	1900-2250	20	25	25 <sup>к)</sup>	188	169,2	100	4	30
15	2250-2800	20	40	20	248	223,2	160	4	30

к) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

Энергосетпроект  
Отделение Дальних  
Передач  
г. Москва

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Одноствочные железобетонные опоры с оттяжкой ВЛ 35кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	Типовой проект № З602тм.	Альбом II	ВЛ-п-56
---------	---	--	--------------------------	-----------	---------

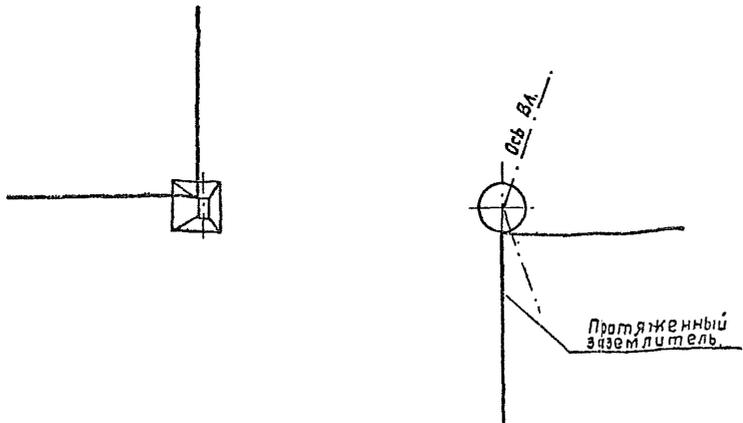
3602 тм-л-л

Ст. инженер. Кривокоба  
Ст. инженер. Фомичев

Науч. сотрудник Смирнов  
Гл. инженер-проектировщик  
Гл. инженер-проектировщик

Энергосетьпроект  
Отделение Дальних  
Передач  
г. Москва

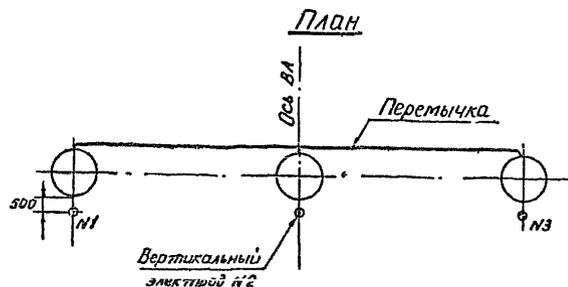
План



Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $R_{\Sigma}$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу н 3602 тм-вл-л-46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу н 3602 тм-вл-л-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление $R_{\Sigma}$ (Ом.м)	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору		Прокладка протяженных заземлителей [м]	Формируемое сопротивление заземляющего устройства (Ом)
			Сталь круглая ф 12 мм м	кг		
1	$\leq 100$	5	28	25,2	20	10
2	100-250	10	48	43,2	40	15
3	250-350	15	68	61,2	60	15
4	350-450	20	88	79,2	80	15
5	450-500	25	108	97,2	100	15
6	500-700					20
7	700-800	30	128	115,2	120	20
8	800-1000	40	168	151,2	160	20
9	1000-1400					30
10	1400-1800	50	208	187,2	200	30
11	1800-2100	60	248	223,2	240	30



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_3$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Количество вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов №	Расход металла и объем работ на 1 опору		Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
					Сталь круглая $\varnothing 12$ мм [кг]	Прокладка перемычек [см]		
1	$\leq 100$	5	1	2	21	18,9	8	10
2	100-180	5	2	1,3	28	25,2	8	15
3		10	1	2	26	23,4	8	15
4	180-220	15	1	2	31	27,9	8	15
5	220-300	10	2	1,3	38	34,2	8	15
6		20	1	2	36	32,4	8	15
7	300-350	15	2	1,3	48	43,2	8	15
8	350-450	20	2	1,3	58	52,2	8	15

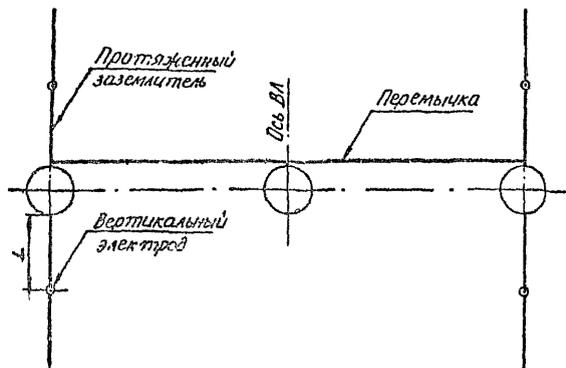
### Примечания.

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от  $\rho_3$  приведены в таблице.
2. Глубина укладки перемычек - 0,5 м, а в пакотных землях - 1,0 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3602 тм-ВА-ІІ-46.
4. Объем земляных работ по прокладке перемычек определяются по чертежу №3602 тм-ВА-ІІ-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

3602 тм-II-12

Ст. инженер-проектировщик  
С. И. КочуркоСт. инженер-проектировщик  
С. И. КочуркоЭнергопроект  
Отделение  
Передача  
г. Москва

План



## Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от  $R_3$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей и перемычек 0,5 м, а в пахотных землях - 1,0 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-46.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление при контакте с грунтом $R_3$ (Ом.м)	Длина вертикального электрода (См.)	Длина протяженного электрода (См.)	Глубина от фундамента до вертикального электрода (См.)	Расход металла и объем работ на 1 опору.			Нормируемые затраты на земляные работы (СДМ)
					Сталь $\phi$ 12 мм	Прокладка протяженных заземлителей $\phi$ 12 мм	Забивка вертикальных электродов $\phi$ 12 мм	
					М	Кг	См <sup>3</sup>	См <sup>3</sup>
Заземляющее устройство выполняется по чертежу № 3602-тм-ВЛ-II-58								
—	$\leq 450$							
1	450-500	5	15	10	102	91,8	68	4
2		10	10	10 <sup>*)</sup>	102	91,8	48	4
3	500-700	5	15	10	102	91,8	68	4
4		10	10	10 <sup>*)</sup>	102	91,8	48	4
5	700-1000	10	15	15 <sup>*)</sup>	122	109,8	68	4
6	1000-1250	5	20	10	122	109,8	88	4
7		10	15	15 <sup>*)</sup>	122	109,8	68	4
8	1250-1500	10	20	10	142	127,8	88	4
9		15	15	15 <sup>*)</sup>	142	127,8	68	4
10	1500-1700	10	25	15	162	145,8	108	4
11		15	20	20 <sup>*)</sup>	162	145,8	88	4
12	1700-1900	15	25	15	182	163,8	108	4
13		20	20	20 <sup>*)</sup>	182	163,8	88	4
14	1900-2250	20	25	25 <sup>*)</sup>	202	181,8	108	4
15	2250-2800	20	40	20	262	235,8	168	4

\*) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

\* \*) - в том числе перемычек.

1974г. Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.

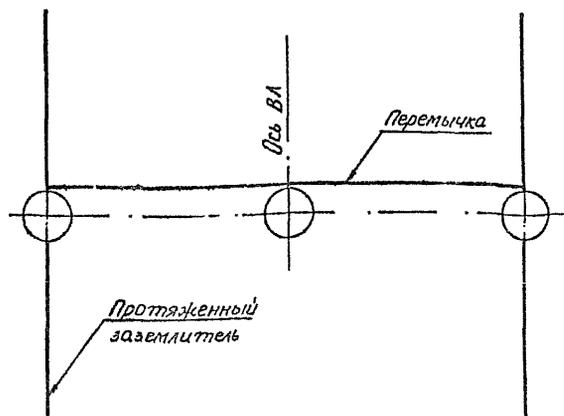
Трехстоечные железобетонные опоры ВЛ 35 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.

Типовой проект № 3602 тм.

Альбом II

ВЛ-II-59

План



## Примечания:

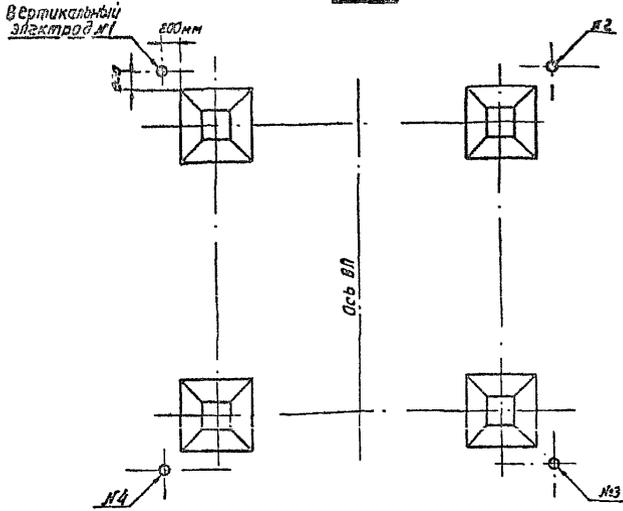
1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_3$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей и перемычек в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3602ТМ-ВЛ-II-46.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602ТМ-ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление $\rho_3$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору		Нормируемые затраты на заземляющее устройство [См]
			Сталь круглая $\phi 12$ мм.	Прокладка протяженных заземлителей [м <sup>2</sup> ]	
			м	кг	
1	$\leq 100$	5	42	37,8	28
2	100-250	10	62	55,8	48
3	250-350	15	82	73,8	68
4	350-450	20	102	91,8	88
5	450-500	25	122	109,8	108
6	500-700				20
7	700-800	30	142	127,8	128
8	800-1000	40	182	163,8	168
9	1000-1400				30
10	1400-1800	50	222	199,8	208
11	1800-2100	60	262	235,8	248

\*) в том числе перемычек.

3602-тп-В

План



Примечания:

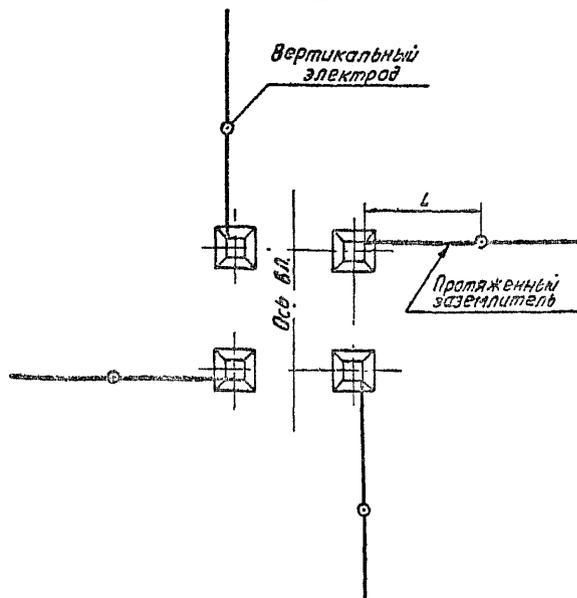
1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от  $R_{\Sigma}$  приведены в таблице
2. Подсоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602-тп-ВЛ-Д-45
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $R_{\Sigma}$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Номер вертикального электрода	Расход металла и объем работ на опоры		Нормируемое годовое потребление электроэнергии [Оч]	
					Сталь круглая $\phi 12$ мм	Забивка вертикальных электродов [шт]		
					м	кг		
1	≤ 100	5	2	1,3	14	12,6	2	10
2		10	1	1	12	10,8	1	10
3	100-180	5	3	1,2,3	21	18,9	3	15
4		15	1	1	17	15,3	1	15
5	180-250	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
6		10	2	1,3	24	21,6	2	15
7		20	1	1	22	19,8	1	15
8	250-350	10	3	1,2,3	36	32,4	3	15
9		15	2	1,3	34	30,6	2	15
10	350-500	10	4	1,2,3,4	48	43,2	4	15
11		15	3	1,2,3	51	45,9	3	15
12		20	2	1,3	44	39,6	2	15
13	500-850	15	4	1,2,3,4	60	54,0	4	20
14		20	3	1,2,3	66	59,4	3	20
15	850-1000	20	4	1,2,3,4	88	79,2	4	20
16								1000-1200

Энергосеть проекта  
Отделение Дальних  
Передач  
г. Москва

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Одностаечные анкерно-угловые металлические опоры ВЛ 35кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов	Титловой проект № 3602 тп	Львов И	ВЛ-Д-В
--------	--	---	---------------------------	---------	--------

## План



## Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_z$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей - 0,5 м, а в пахотных землях - 1,0 м.
3. Присоединение заземлений к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тп-ВЛ-II-45
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602 тп-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление грунта $\rho_z$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного электрода заземлителя [м]	L расстояние от фундамента до вертикального электрода [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору.		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]		
					Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Прокладка протяженных заземлителей	Глубина вертикального электрода [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]	
—	$\leq 1200$	Заземляющее устройство выполняется по чертежу № 3602 тп-ВЛ-II-8							
1	1200-1400	5	20	10	108	97,2	60	4	30
2		10	15	15 <sup>*)</sup>	108	97,2	60	4	30
3	1400-1600	10	20	10	128	115,2	80	4	30
4		15	15	15 <sup>*)</sup>	128	115,2	60	4	30
5	1600-1800	10	25	15	148	133,2	100	4	30
6		15	20	20 <sup>*)</sup>	148	133,2	80	4	30
7	1800-2100	15	25	15	168	151,2	100	4	30
8		20	20	20 <sup>*)</sup>	168	151,2	80	4	30
9	2100-2400	20	25	25 <sup>*)</sup>	188	169,2	100	4	30
10	2400-2600	20	30	20	208	187,2	120	4	30
11	2600-3000	20	40	20	248	223,2	160	4	30

\*) - Вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

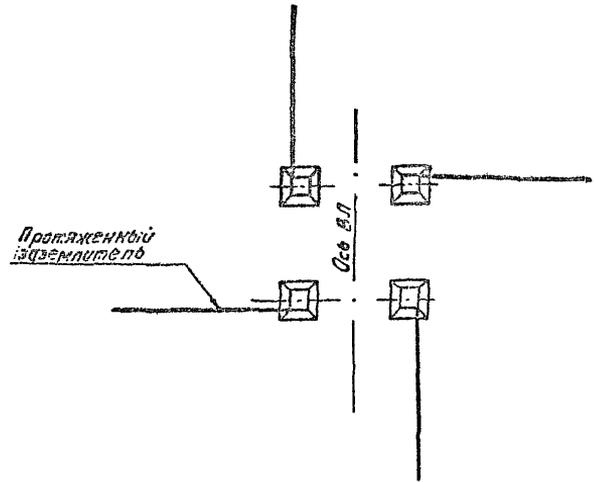
3602 тм-П-23

Ст. инженер: Кривошея  
Ст. инженер: Фомин

Над. инженер: Смирнов  
Ин. инж. пр.: Гаврилова

Энергосетьпроект  
Отделение: Асфальтных  
Перевоз  
г. Москва

План



Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_z$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,4 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняются по чертежу № 3602 тм-ВЛ-П-45
4. Объемы земляных работ по проработке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602 тм-ВЛ-П-46
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_z$ (Ом·м)	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на опору		Нормированное сопротивление заземляющего устройства $R_z$ (Ом)	
			Сталь круглая $\phi$ 12 мм			Праклада круглых заземлителей (м)
			м	кг.		
1	$\leq 100$	5	28	25,2	20	
2	100-300	10	48	43,2	40	
3	300-400	15	68	61,2	60	
4	400-500	20	88	79,2	15	
5	500-600				20	
6	600-700	25	108	97,2	100	
7	700-800	30	128	115,2	120	
8	800-1000	35	148	133,2	20	
9	1000-1300				30	
10	1300-1500				40	
11	1500-1800	50	208	187,2	200	
12	1800-2200	60	248	223,2	240	

1974г.

Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ

Одностаечные анкерно-упорные металлические опоры ВЛ 35 кВ. Заземляющее устройства из протяженных заземлителей

Типовой проект № 3602 тм

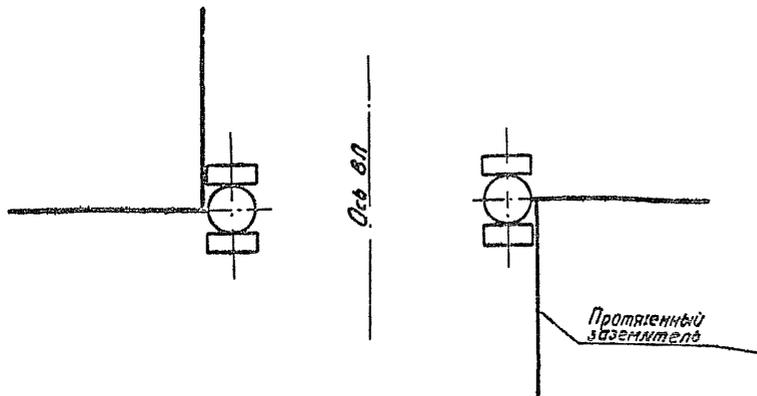
Лист № 1

ВЛ-П-10





План



## Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_3$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу и 3602-тм-ВЛ-И-47.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу и 3602-тм-ВЛ-И-43.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентная удельная сопротивляемость грунта $\rho_3$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на опору		Число стержней сепарационных заземлителей этого класса (шт)
			Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Прокладка прокладочная заземлителя (м <sup>2</sup> )	
			м	кг	
1	< 100	5	28	25,2	10
2	100-250	10	48	43,2	15
3	250-350	15	68	61,2	15
4	350-450	20	88	79,2	15
5	450-500	25	108	97,2	15
6	500-700				20
7	700-800	30	128	115,2	20
8	800-1000	40	168	151,2	20
9	1000-1400				30
10	1400-1800	50	208	187,2	30
11	1800-2400	60	248	223,2	30

3602-тм-В-26

Ст. инженер Кочетков  
Ст. инженер ФоминИнж. А. В. Смирнов  
Инж. пр. Г. В. ОрловЭнергоинженер  
О. В. Смирнов  
Перевод  
г. Москва

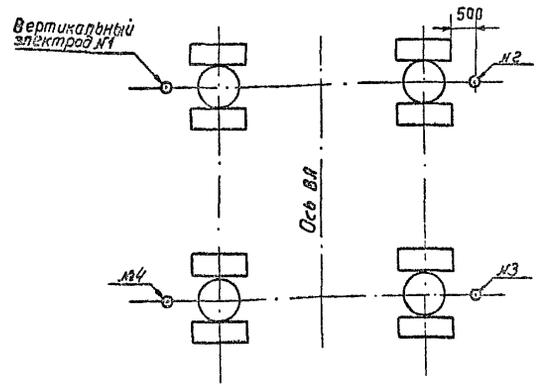
1974г.

Электрическое устройство опор  
ВЛ 35-750 кВДеревянные порталные опоры ВЛ 35-220 кВ  
Заземляющее устройство из протяженных заземлителейТепловой проект  
№ 3602-тмЛистом  
II

ВЛ-И-13

3602 тм-л-27

План



Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от  $R_3$  приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тм-вл-л-47.
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта, $R_3$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Количество вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов М	Расход металла и объем работ на 1 опору		Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормированное сопротивление заземляющего устройства [Ом]
					Сталь круглая $\phi$ 12 мм	м		
1	≤ 100	5	2	1,3	14	12,6	2	10
2		10	1	1	12	10,8	1	10
3	100-180	5	3	1,2,3	21	18,9	3	15
4		15	1	1	17	15,3	1	15
5	180-250	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
6		10	2	1,3	24	21,6	2	15
7		20	1	1	22	19,8	1	15
8	250-350	10	3	1,2,3	36	32,4	3	15
9		15	2	1,3	34	30,6	2	15
10	350-500	10	4	1,2,3,4	48	43,2	4	15
11		15	3	1,2,3	51	45,9	3	15
12		20	2	1,3	44	39,6	2	15
13	500-850	15	4	1,2,3,4	68	61,2	4	20
14		20	3	1,2,3	66	59,4	3	20
15	850-1000	20	4	1,2,3,4	88	79,2	4	20
16	1000-1200							30

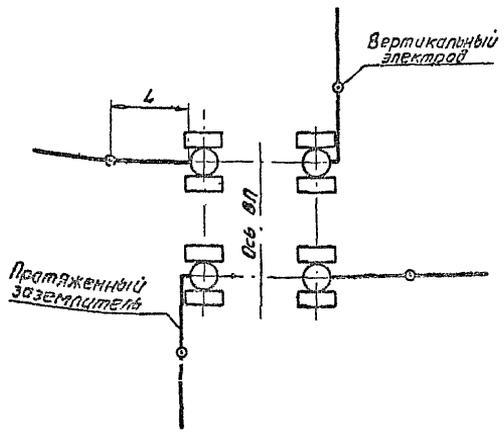
Энергосетьпроект  
Ольга Евгеньевна  
Перевод  
г. Москва

Исполнитель: Смирнов С.И., Шенников С.В.  
Проверено: Крюкова Л.В., Романов С.В.  
Исполнитель: Шенников С.В.

3602-тм-л-28

Л.С. Шендеров

План



Примечания:

1. Длина вертикальных, протяженных заземлителей в зависимости от  $R_z$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей - 0,5 м, а в пахотных землях - 1,0 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу № 3602-тм-ВЛ-л-47
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602-тм-ВЛ-л-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $R_z$ [Ом.м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного заземлителя [м]	L-часть стержня [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]		
					Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Покраска протяженных заземлителей [кг]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Сопротивление [Ом]	
Заземляющее устройство выполняется по чертежу № 3602-тм-ВЛ-л-14									
1	$\leq 100$	5	20	10	108	97,2	80	4	30
2	100-100	10	15	15 <sup>*)</sup>	108	97,2	60	4	30
3	100-100	10	20	10	128	115,2	80	4	30
4	100-100	15	15	15 <sup>*)</sup>	128	115,2	60	4	30
5	100-100	10	25	15	178	133,2	100	4	30
6	100-100	15	20	20 <sup>*)</sup>	178	133,2	80	4	30
7	100-100	15	25	15	168	151,2	100	4	30
8	100-100	20	20	20 <sup>*)</sup>	168	151,2	80	4	30
9	200-200	20	25	25 <sup>*)</sup>	188	169,2	100	4	30
10	200-200	20	30	20	208	187,2	120	4	30
11	200-200	20	40	20	248	223,2	160	4	30

\*) - Вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

Энергопроект  
Инженер Давыд  
Перевод  
с Москва

1974.

Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв

Деревянные анкерно-угловые опоры ВЛ 35-220 кв. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей

Типовой проект № 3602-тм

Людом II

ВЛ-л-15

3602 тм-II-29

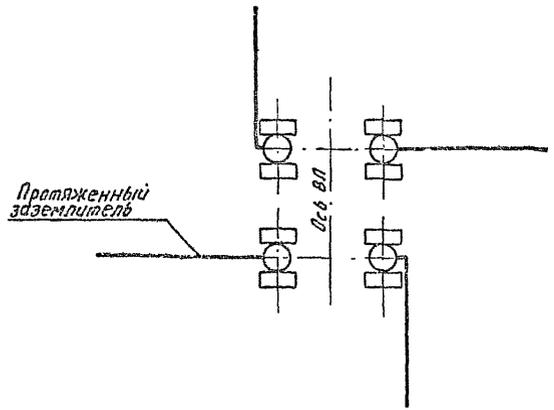
Ст. инженер Кривоносова  
Ст. инженер Воронцов

С. М. Мухоморов

Нач. отдела Смирнов  
Тл. электр. ла. Писарев

Энергосетевое предприятие  
Дальних районов  
Перевод  
С. Москва

План



Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $R_{\Sigma}$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-47
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно

Тип заземляющего устройства	Эквивалентная удельная сопротивляемость грунта $R_{\Sigma}$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на опоре		Нормируемое количество заземляющих устройств [шт.]
			Сталь круглая $\phi 12$ мм	Изоляторы	
			м	кг	шт.
1	$\leq 100$	5	28	25,2	10
2	100-300	10	48	43,2	15
3	300-400	15	68	61,2	15
4	400-500	20	88	79,2	15
5	500-600			80	20
6	600-700	25	108	97,2	20
7	700-800	30	128	115,2	20
8	800-1000	35	148	133,2	20
9	1000-1300			140	30
10	1300-1500	40	168	151,2	30
11	1500-1800	50	208	187,2	30
12	1800-2200	60	248	223,2	30

1974г.

Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв.

Деревянные анкерно-угловые опоры ВЛ 35-220 кв. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.

Типовой проект № 3602 тм

Львов И

ВЛ-II-16

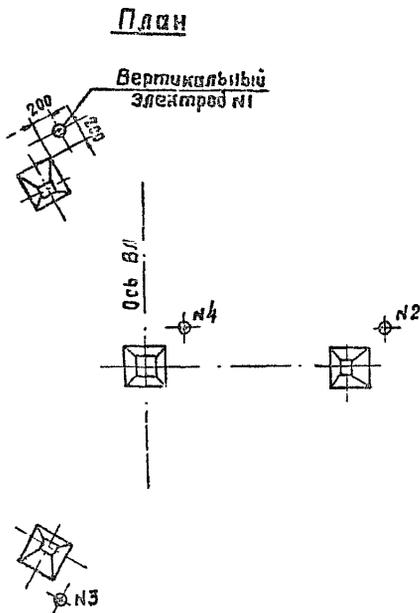
362тм-й - 30

Ст. инженер. Дригачев  
Ст. инженер. РоманцевИнж. отдела  
Смирнов  
Горюшкин  
Нач. отдела  
Гл. инж. пр.Энергосетьпроект  
Отделение Дальних  
Передат  
г. Москва

1974 г.

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35 - 750 кВ.Одноствечные опоры на оттяжках ВЛ 110 - 220 кВ  
Заземляющее устройство: фундамент-верти-  
кальные электроды.Типовой проект  
N 3602тмАльбом  
II

ВЛ-II-17

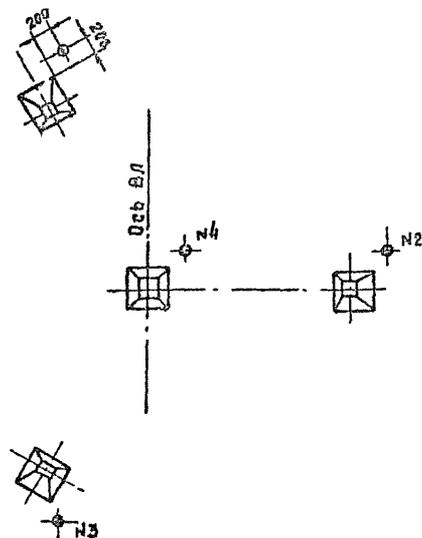


Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление грунта $R_z$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов N:N	Расход металла и объем работ на 1 опору		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]	
					Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Забивка вертикальных электродов [шт]	Заземляющее устройство [Ом]	
	$\leq 180$	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей						
1	180 - 300	5	3	1, 2, 3	21	18,9	3	15
2	300 - 400	5	4	1, 2, 3, 4	28	25,2	4	15
3		10	2	1, 3	24	21,6	2	15
4	400 - 500	8	4	1, 2, 3, 4	40	36,0	4	15
5		15	2	1, 3	34	30,6	2	15

**Примечания:**

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от  $R_z$  приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам N3602тм-ВЛ-II-45, 46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

План



## Примечания:

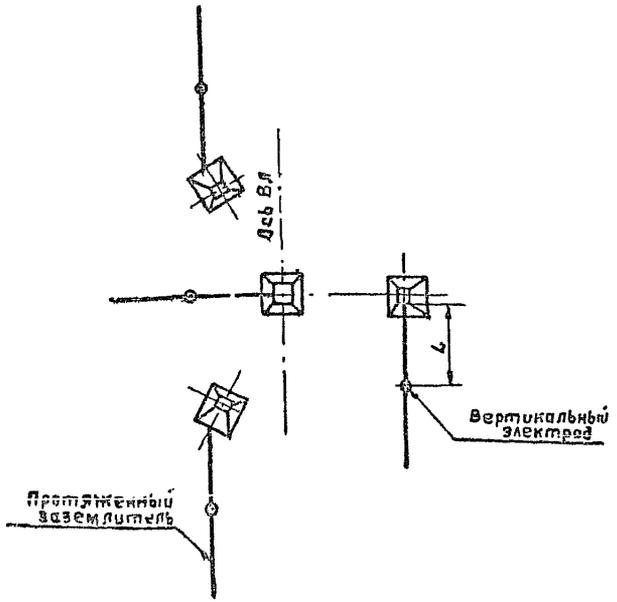
1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от  $\rho_{\text{э}}$  приведены в таблице.

2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам МЗ602тм-ВЛ-II-45,46

3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_{\text{э}}$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Номер вертикальных электродов	Расход металла и объем работ на опору		Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
					Сталь круглая $\phi$ 12 мм	К2		
1	≤ 100	5	2	1,3	14	12,6	2	10
2		10	1	1	12	10,8	1	10
3	100 - 180	5	3	1,2,3	21	18,9	3	15
4		15	1	1	17	15,3	1	15
5	180 - 250	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
6		10	2	1,3	24	21,6	2	15
7		20	1	1	22	19,8	1	15
8	250 - 350	10	3	1,2,3	36	32,4	3	15
9		15	2	1,3	34	30,6	2	15
10	350 - 500	10	4	1,2,3,4	48	43,2	4	15
11		15	3	1,2,3	51	45,9	3	15
12		20	2	1,3	44	39,6	2	15
13	500 - 850	15	4	1,2,3,4	68	61,2	4	20
14		20	3	1,2,3	66	59,4	3	20
15	850 - 1000	20	4	1,2,3,4	88	79,2	4	20
16								1000 - 1200

ПЛАН



Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_z$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей - 0,5 м, а в пахотных землях - 1,0 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежам № 3602 тм-ВЛ-В-45, 46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602 тм-ВЛ-В-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление $R_z$ (Ом)	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного электрода [м]	Расстояние от центра электрода до заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору		Нормируемые затраты		
					Сталь $\Phi$ 12 мм	Прокладка на прокладочных тельерах	Земельные работы	Земельные работы	
					м	кв. м	м	кв. м	
-	41200	Заземляющее устройство выполняется по чертежу № 3602 тм-ВЛ-В-13							
1	1200-1400	5	20	10	100	97,2	80	4	30
2		10	15	15 <sup>1/2</sup>	100	97,2	60	4	30
3		10	20	10	120	115,2	80	4	30
4	1400-1600	15	15	15 <sup>1/2</sup>	128	115,2	60	4	30
5	1600-1900	10	25	15	140	133,2	100	4	30
6		15	20	20 <sup>1/2</sup>	140	133,2	80	4	30
7	1900-2100	15	25	15	150	151,2	100	4	30
8		20	20	20 <sup>1/2</sup>	160	151,2	80	4	30
9	2100-2400	20	25	25 <sup>1/2</sup>	180	169,2	100	4	30
10	2400-2600	20	30	20	200	187,2	120	4	30
11	2600-3000	20	40	20	240	223,2	150	4	30

\*) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

3602 тм-В-32  
 От. С. Ивсен. Кр. Чкава  
 От. Инжен. Формичев  
 От. Смирнов  
 От. Инжен. Прошусин  
 Инж. Фед. Пл. Инжен. Прошусин  
 Проект  
 Отделение Дальних  
 Передач  
 г. Москва

3602 тм- II-33

Лоп.

Крюкова

Ст. инж.н.

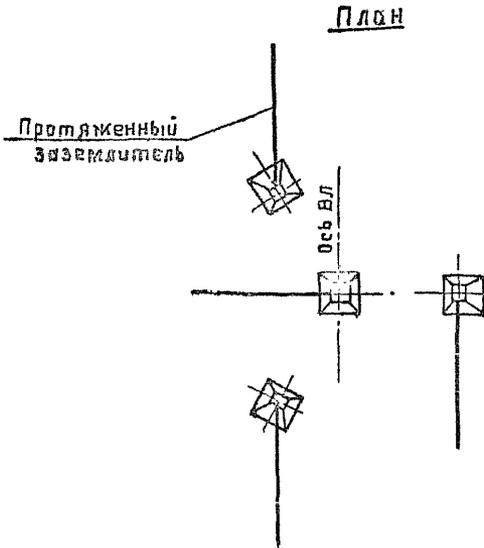
Ст. инж.н.

Смирнов

Иван. пр.

Смирнов

Иван. пр.

Энергосеть треста  
отделение Дальних  
Передат.  
г. Москва.Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_z$  приведена в таблице.

2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.

3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам №3602 тм-ВЛ-II-45, 46

4. Объемы земляных работ по укладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602 тм-ВЛ-II-48.

5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

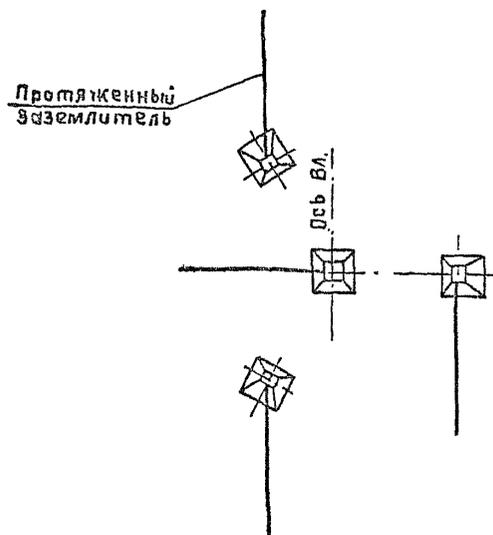
Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_z$ (Ом·м)	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору		Нормированное количество заземляющего устройства (0 м <sup>2</sup> )
			Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Прокладка протяженных заземлителей [м]	
			м	кг	
1	$\leq 100$	5	28	25,2	20
2	100-300	10	48	43,2	40
3	300-400	15	68	61,2	60
4	400-500	20	88	79,2	80
5	500-600				
6	600-700	25	108	97,2	100
7	700-800	30	128	115,2	120
8	800-1000	35	148	133,2	140
9	1000-1300				
10	1300-1500	40	168	151,2	160
11	1500-1900	50	208	187,2	200
12	1900-2200	60	248	223,2	240

1974 г.

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35-750 кВ.Одноствольные опоры на оттяжках ВЛ 35 кВ  
Заземляющее устройство из протяженных заземлителейТиповой проект  
№ 3602 тмАльбом  
II

ВЛ-II-20

## План



## Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $r_{\Sigma}$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам №3602тм-ВЛ-й-45, 46
4. Объемы земляных работ по укладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602 тм - ВЛ - й - 48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах с  $r_{\Sigma} \geq 500 \text{ ом}\cdot\text{м}$  учтена естественная проводимость фундаментов.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентная удельная сопротивленность грунта $r_{\Sigma}$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя $L$ [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору		Нормируемое сопротивление	
			Сталь круглая $\phi 12 \text{ мм}$	Правильные заземляющие устройства	н	к2
-	$\leq 180$	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.				
1	180-400	5	28	25,2	20	15
2	400-500	10	48	43,2	40	15
3	500-600	20	88	79,2	80	20
4	600-700	25	108	97,2	100	20
5	700-800	30	128	115,2	120	20
6	800-1000	35	148	133,2	140	20
7	1000-1300					30
8	1300-1500	40	168	151,2	160	30
9	1500-1900	50	208	187,2	200	30
10	1900-2200	60	248	223,2	240	30

Энергетический проект.  
Отделение Дальних  
Передач  
г. Москва.

1974 г.

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35 - 1750 кВ.

Одногосечные опоры на оттяжках ВЛ 110 - 220 кВ  
Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.

Типовой проект  
№3602тм

Альбом  
й

ВЛ-й-2

3602тм-й-34

Ст. инженер. Иорданова  
Ст. инженер. Фамичев

Иск. инженер. Владимир  
И. Шенк. нар. (проектировщик)

3602 тм-II-35

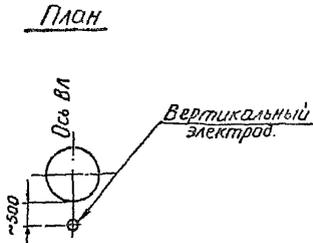
И.И.И.

Ст. инженер  
Коробочка  
И.И.И.

И.И.И.

Инженер  
Смирнов  
Коробочка  
И.И.И.

Энергопроект  
Отделение Дальних  
Передач  
г. Москва



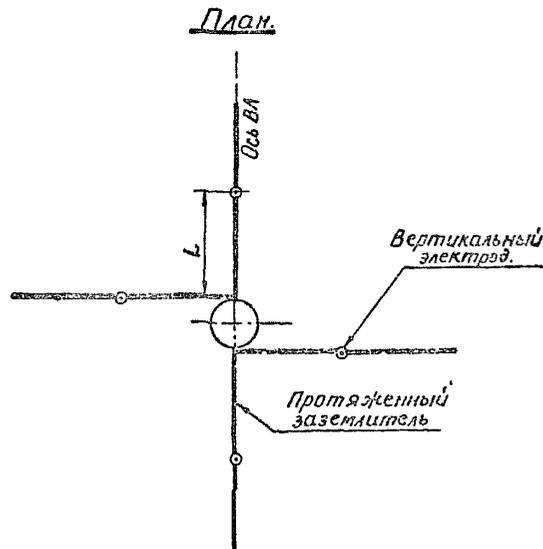
Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_z$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Расход металла и объём работ на 1 опору		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]	
			Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Заливка вертикальных электродов [шт.]	м	кв
	$\leq 60$	Нормируемое сопротивление обеспечивается подземной частью стойки без устройства заземлителей.				
1	60-100	5	7	6,3	1	10
2	100-140					15
3	140-200	10	12	10,8	1	15
4	200-250	15	17	15,3	1	15
5	250-320	20	22	19,8	1	15

Примечания:

1. Длина вертикального электрода в зависимости от  $\rho_z$  приведена в таблице.
2. Присоединение заземлителя к опоре и соединение его частей между собой выполняется по чертежу N3602тм-ВА-И-46
3. Фундамент на чертеже показан условно.

1974г.	Заземляющие устройства опор ВА 35-750 кв	Однофазные железобетонные опоры ВА 110-220 кв. Заземляющее устройство: подземная часть стойки = вертикальный электрод.	Типовой проект N3602 тм	Альбом II	И-И-22
--------	---	--	----------------------------	--------------	--------



Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от  $R_{\Sigma}$  приведена в таблице.

2. Глубина укладки протяженных заземлителей - 0,5 м, а в пахотных землях - 1,0 м.

3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу №3602 тп-ВА-II-46.

4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602 тп-ВА-II-46.

5. Фундамент на чертеже показан условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $R_{\Sigma}$ Ом·м	Длина вертикального электрода С.м	Длина протяженного заземлителя С.м	L рас-стойка от нулевой точки до вертикального электрода С.м	Расход металла и объем работ на 1 опору.		Защита вертикальных заземляющих устройств	Нормируемое сопротивление $R_{\Sigma}$ Ом·м	
					Сталь круглая $\Phi$ 12 мм м	Кладка про-тяжен-ных за-землите-лей С.м			
Заземляющее устройства выполняются по чертежу №3602 тп-ВА-II-23									
1	≤ 250	5	5	5 <sup>*)</sup>	4,8	43,2	20	4	15
2	300-500	5	10	10 <sup>*)</sup>	6,8	61,2	40	4	15
3	500-600	5	10	10 <sup>*)</sup>	6,8	61,2	40	4	20
4	600-750	5	15	10 <sup>*)</sup>	8,8	79,2	60	4	20
5		10	10	10 <sup>*)</sup>	8,8	79,2	40	4	20
6	750-1000	5	20	10 <sup>*)</sup>	10,8	97,2	80	4	20
7		10	15	15 <sup>*)</sup>	10,8	97,2	60	4	20
8	1000-1300	5	20	10 <sup>*)</sup>	10,8	97,2	80	4	30
9		10	15	15 <sup>*)</sup>	10,8	97,2	60	4	30
10	1300-1600	10	20	10 <sup>*)</sup>	12,8	115,2	80	4	30
11		15	15	15 <sup>*)</sup>	12,8	115,2	60	4	30
12	1600-1900	10	25	15 <sup>*)</sup>	14,8	133,2	100	4	30
13		15	20	20 <sup>*)</sup>	14,8	133,2	80	4	30
14	1900-2100	15	25	15 <sup>*)</sup>	16,8	151,2	100	4	30
15		20	20	20 <sup>*)</sup>	16,8	151,2	80	4	30
16	2100-2400	20	25	25 <sup>*)</sup>	18,8	169,2	100	4	30
17	2400-2600	20	30	20 <sup>*)</sup>	20,8	187,2	120	4	30
18	2600-3000	20	40	20 <sup>*)</sup>	24,8	223,2	160	4	30

\*) Вертикальный электрод забивается с конца протяженного заземлителя.

Заземляющие устройства опор  
ВА 35-750 кв.

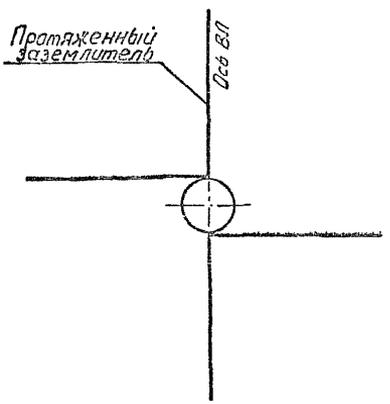
Одноствечные железобетонные опоры  
Заземляющие устройства из вертикальных и протя-  
женных заземлителей.

Типовой проект  
№3602 тп

Льбом  
II

ВА-II-24

План



Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_z$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу № 3602тм-ВЛ-Д-46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602тм-ВЛ-Д-46
5. Фундаменты на чертеже показан условно.

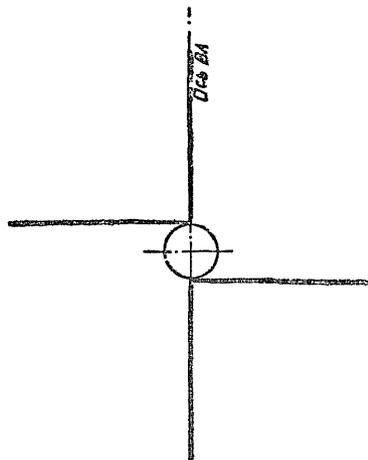
Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_z$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору		Н.применяемое с/противление заземляющего устройства [Ом]
			Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Прокладка протяженных заземлителей [м]	
			м	кг	
1*)	$\leq 50$	5	14	12,6	10
2	50-100	5	28	25,2	20
3	100-200	10	48	43,2	40
4	200-300	15	68	61,2	60
5	300-400	20	98	79,2	80
6	400-500	25	108	97,2	100
7	500-650				20
8	650-800	30	128	115,2	120
9	800-1000	40	168	151,2	160
10	1000-1400				30
11	1400-1800	50	208	187,2	200
12	1800-2000	60	248	223,2	240

\*) заземляющее устройство типа 1 выполняется из двух протяженных заземлителей, направленных вдоль оси ВЛ.

Энергосетьпроект  
 Инженеры: Дольных  
 Перегач  
 г. Москва  
 Нах. отдела  
 Т. Шаж. пр.  
 С. С.  
 Ст. инженер  
 Кривошва  
 Ст. инженер  
 Фоминев  
 3602 тм-Д-38

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Удностоячные железобетонные опоры ВЛ 35кВ Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	Типовой проект № 3602 тм	Альбом II	ВЛ-Д-25
--------	--	---	--------------------------	-----------	---------

План.

Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $R_{\Sigma}$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу №3602тм-вЛ-И-46
4. Объемы земляных работ по прикладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602тм-вЛ-И-46
5. Фундамент на чертеже показан условно.
6. В грунтах с  $R_{\Sigma} < 500$  Ом·м учтена естественная проводимость подземной части стойки.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление $R_{\Sigma}$ (Ом·м)	Длина протяженного заземлителя м	Расход металла и объем работ на 1 опору.		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства Ом·м	
			Сталь круглая $\phi 12$ мм.	Прикладная проволока из стали.	М	кг.
	$\leq 60$	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.				
1*)	60-100	5	14	12,6	10	10
2	100-200	5	28	25,2	20	15
3	200-300	10	48	43,2	40	15
4	300-400	15	68	61,2	60	15
5	400-500	20	88	79,2	80	15
6	500-650	25	108	97,2	100	20
7	650-800	30	128	115,2	120	20
8	800-1000	40	168	151,2	160	20
9	1000-1400					30
10	1400-1800	50	208	187,2	200	30
11	1800-2000	60	248	223,2	240	30

\*) заземляющее устройство типа 1 выполняется из двух протяженных заземлителей, направленных вдоль оси вЛ.

3602 тм-И

И.И. Кошечкина

Издательство  
Передатчик  
г. Москва

1974г.

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35-750 кв.

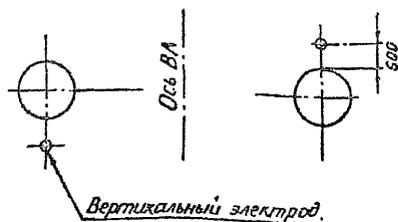
Однофазные железобетонные опоры ВЛ 110-220 кв  
Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.

Типовой проект  
№3602 тм

Альбом  
И

ВЛ-И-26

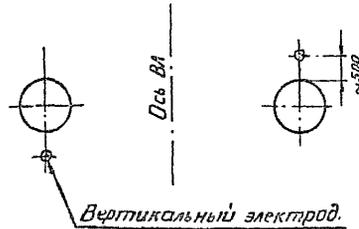
Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $R_z$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Расход металла и объем работ на 1 опору		Нормируемое сопротивление	
				Сталь круглая $\varnothing 12$ мм	Забивка вертикальных электродов [шт]	заземляющего устройства [Ом]	заземляющего устройства [Ом]
				М	кз		
	$\leq 150$	Нормируемое сопротивление подземной части стойки без устройства заземлителей.					
1	150-350	10	2	24	21,6	2	15
2		15	1	17	15,3	1	15
3	350-500	20	2	44	39,6	2	15

ПЛАН.Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от  $R_z$  приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3602 тм-ВЛ-II-46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

3602 тм-Д-41

ЛС

План

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_3$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Расход металла и объем работ на голару.		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]	
				Сталь круглая $\varnothing 12$ мм.	Забивка вертикальных электродов [шт]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Забивка вертикальных электродов [шт]
				м	кг		
1	$\leq 100$	5	2	14	126	2	10
2		10	1	12	10,8	1	10
3	100-150	15	1	17	15,3	1	15
4	150-250	10	2	24	21,6	2	15
5		20	1	22	19,8	1	15
6	250-350	15	2	34	30,6	2	15
7	350-450	20	2	44	39,6	2	15

Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количества и длина в зависимости от  $\rho_3$  приведены в таблице.

2. Присоединение заземлителей к аппарату и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3602 тм-ВЛ-И-46

3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Энергетический проект  
операции (дальних  
передач)  
г. Москва

1974г.

Заземляющее устройство опор  
ВЛ 35-750 кв.

Портальные железобетонные опоры ВЛ 110-330 кв.  
Заземляющее устройство из вертикальных электродов.

Типовой проект  
№3602 тм.

Альбом  
II

ЛС-И-28

3602 тм-й-42

С. П. Шенников

Инженер

С. П. Шенников

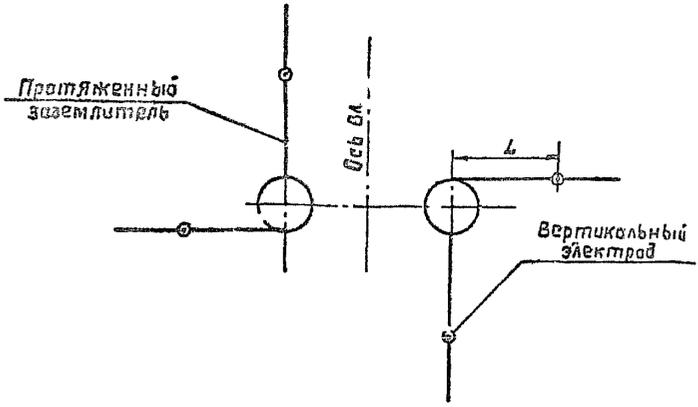
Инженер

С. П. Шенников

Инженер

Энергетический проект  
отделение Дальней  
передачи  
г. Москва

План



Примечания

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от  $R_3$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей 0,5м, а в пахатных землях - 1,0м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертёнку №3602 тм-вЛ-й-46
4. Объёмы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертёнку №3602 тм-вЛ-й-46
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $R_3$ (Ом м)	Длина вертикального заземлителя (См)	Длина протяженного заземлителя (См)	L-расстояние от фундамента до вертикального электрода (См)	Расход металла и объём работ на опору		Нормируемые затраты на земляные работы (См)		
					Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Прокладка протажных заземлителей (См)			
-	$\leq 450$	Заземляющее устройство выполняется по чертёнку №3602 тм-вЛ-й-28							
1	450-500	5	15	10	88	79,2	60	4	15
2		10	10	10 <sup>х)</sup>	88	79,2	40	4	15
3	500-700	5	15	10	88	79,2	60	4	20
4		10	10	10 <sup>х)</sup>	88	79,2	40	4	20
5	700-1000	10	15	15 <sup>х)</sup>	108	97,2	60	4	20
6	1000-1250	5	20	10	108	97,2	80	4	30
7		10	15	15 <sup>х)</sup>	108	97,2	60	4	30
8	1250-1500	10	20	10	128	115,2	80	4	30
9		15	15	15 <sup>х)</sup>	128	115,2	60	4	30
10	1500-1700	10	25	15	148	133,2	100	4	30
11		15	20	20 <sup>х)</sup>	148	133,2	80	4	30
12	1700-1900	15	25	15	168	151,2	100	4	30
13		20	20	20 <sup>х)</sup>	168	151,2	80	4	30
14	1900-2250	20	25	25 <sup>х)</sup>	188	169,2	100	4	30
15	2250-2800	20	40	20	248	223,2	160	4	30

х) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

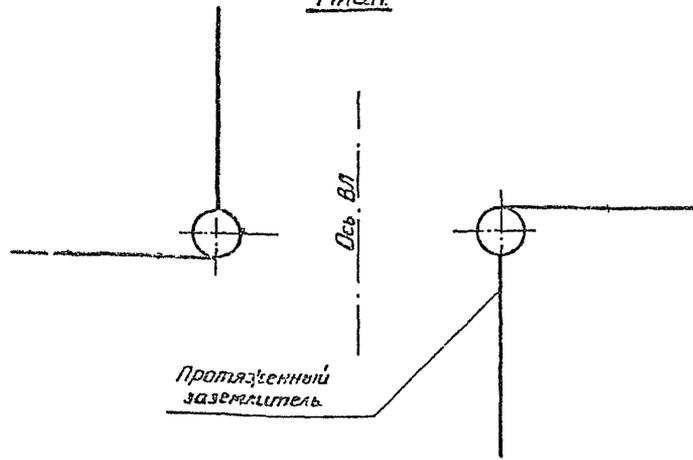
1974г.	Заземляющее устройство опор вЛ 35-750 кВ.	Портальные железобетонные опоры вЛ 110-330 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	Типовой проект №3602 тм	Альбом II	вЛ-й-29
--------	---	--	-------------------------	-----------	---------

36D2 тм-II-43

Л.С. Шайкина  
 О.И. Шайкина  
 С.И. Шайкина  
 Н.А. Шайкина  
 Л.И. Шайкина

Энергостройпроект  
 Станция Дальних  
 Передач  
 в. Москва

План



Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $R_3$  приведена в таблице.
2. Глубина укладка протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N 36D2 тм-вл-II-46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 36D2 тм-вл-II-48
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах с  $R_3 < 500$  ом·м учтена естественная проводимость подземной части стоек.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление грунта $R_3$ (Ом·м)	Длина протяженного заземлителя (м)	Расход металла и объем работ на опору		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства (Ом)	
			Сталь круглая $\phi 12$ мм	Прокладка протяженных заземлителей	затраты	затраты
			м	кв	м	м
-	$\leq 150$	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей				
1	150-300	5	28	25,2	20	15
2	300-400	10	48	43,2	40	15
3	400-500	15	68	61,2	60	15
4	500-700	25	108	97,2	100	20
5	700-800	30	128	115,2	120	20
6	800-1000	40	168	151,2	160	20
7	1000-1400					30
8	1400-1800	50	208	187,2	200	30
9	1800-2100	60	248	223,2	240	30

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ	Портальные железобетонные опоры ВЛ ИД-330 кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	Типовой проект N 36D2 тм	Льбом II	вл-II-30
--------	--	---	--------------------------	----------	----------

3602 тм-Д-44

Илт. личн. Дальний  
Передат  
г. Москва

Максимова  
А. Ивк. пр.

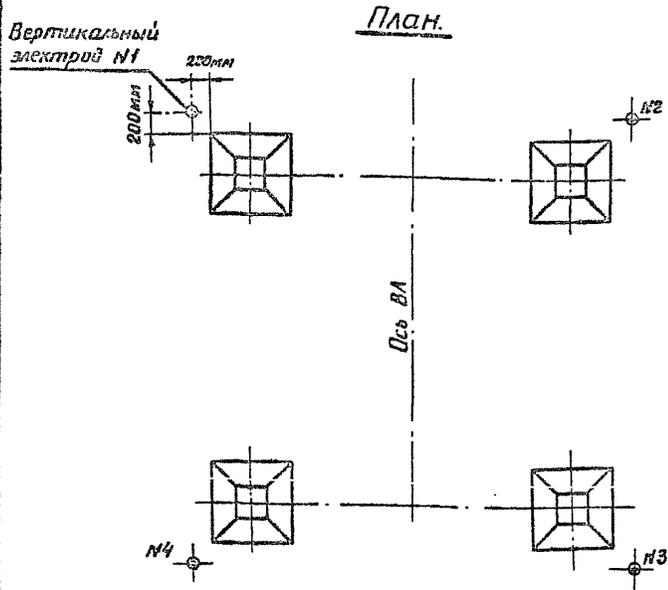
Смирнов  
Горошкина

С. И. Шкатула  
С. И. Шкатула

К. К. К.

М. И. М.

М. И. М.



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление грунта $R_z$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	кол-во вертикальных электродов [шт.]	Номера вертикальных электродов НН	Расход металла и объем работ на 1опору.		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]		
					Сталь круглая $\phi$ в мм	Забивка вертикальных электродов [шт.]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]		
					Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.				
*) $\leq 230/300$									
1	230/300-400	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15	
2		10	2	1,3	24	21,6	2	15	
3	400-500	8	4	1,2,3,4	40	36,0	4	15	
4		15	2	1,3	34	30,6	2	15	

\*) 230 - для опор 110 кв.  
300 - для опор 220 кв.

Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от  $R_z$  приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3602 тм-ВА-Д-45
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв.	Одностаечные металлические опоры ВЛ 110-220 кв. Заземляющее устройство: фундамент - вертикальные электроды.	Тиловой проект №3602 тм.	Альбом II	ВА-Д-31
--------	---	--	--------------------------	-----------	---------

3302 тм II-45

Лит

Лисина

Степанова

Степанов

Степанов

Степанов

Степанов

Степанов

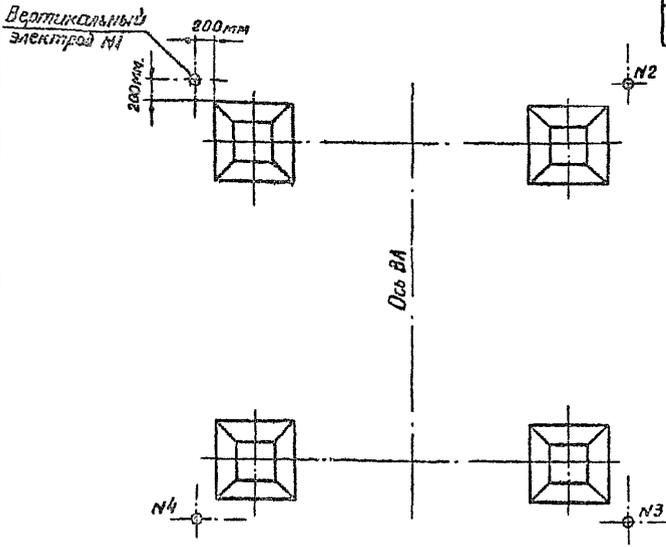
Степанов

Степанов

Степанов

Энергосветпроект  
Отделение Дальний  
Перевод  
г. Москва

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление $R_z$ [Ом]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов [№№]	Расход металла и объем работ на 1 опору.		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]	
					Сталь круглая $\phi 12$ мм м	кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	нормируемое сопротивление [Ом]
	$\leq 350$	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителя.						
1	350-500	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
2		10	2	1,3	24	21,6	2	15

Примечания:

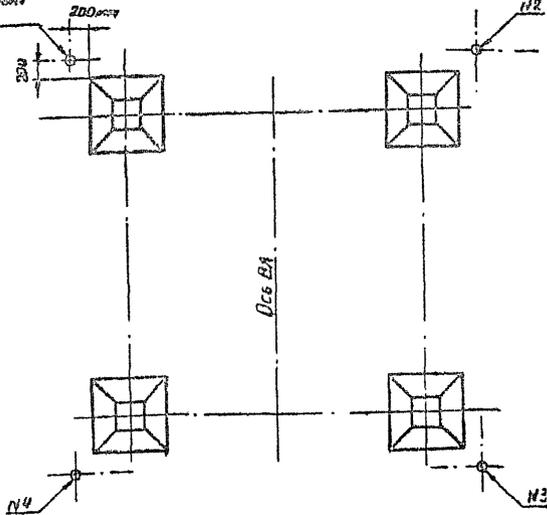
1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина, в зависимости от  $R_z$ , приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3302 тм-ВА II-45
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв	Однострочные металлические опоры ВЛ 330-500 кв. Заземляющее устройство: фундамент-вертикальные электроды.	Типовой проект №3302 тм.	Альбом II	3А-II-32
--------	---	--	-----------------------------	--------------	----------

3602 тп-II-46

ПАСМ.

Вертикальный  
электрод №1



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от  $R_3$  приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к створу и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3602тп-ВА-II-46.
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземлителя по устройству	Эквивалентное удельное сопротивление грунта, $R_3$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Потребная вертикальная электропроводность [нн]	Расход металла и объем работ на 1 створ.		Нормируемое сопротивление заземлительного устройства [Ом]	
					Сталь круглая $\phi$ 12мм.	Бетонная забивка для электрода [см <sup>3</sup> ]		
1	$\leq 100$	5	2	13	14	12,6	2	10
2		10	1	1	12	10,8	1	10
3	100-180	5	3	12,3	21	13,9	3	15
4		15	1	1	17	13,3	1	15
5	180-250	5	4	12,3,4	23	25,2	4	15
6		10	2	1,3	24	21,5	2	15
7		20	1	1	22	19,8	1	15
8	250-350	10	3	12,3	35	32,4	3	15
9		15	2	1,3	34	30,6	2	15
10		10	4	1,2,3,4	48	43,2	4	15
11	350-500	15	3	1,2,3	51	45,9	3	15
12		20	2	1,3	44	39,6	2	15
13	500-850	15	4	1,2,3,4	68	61,2	4	20
14		20	3	1,2,3	65	59,4	3	20
15	850-1000	20	4	1,2,3,4	88	79,2	4	20
16	1000-1200							30

Энергопроект  
Отделение Дачных  
Передач  
в Москве

1974г.

Заземляющие устройства опор  
ВА-35-750 кВ.

Одноствольные металлические опоры ВА 110-500 кВ.  
Заземляющие устройства вертикальных электродов.

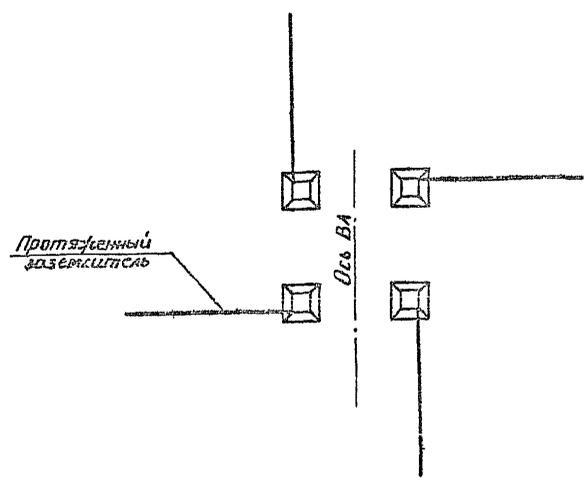
Тепловой проект  
№3602тп

Льбов И

ВА-II-33



План



Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $R_3$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Приведенные заземлители к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежку N3602тм-ВА-II-45
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежку N3602тм-ВА-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах с  $R_3 \leq 500$  Ом·м учтена естественная проводимость фундаментов.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $R_3$ (Ом·м)	Длина протяженного заземлителя (м)	Расход металла и объём работ на 1 опору		Удельный расход металла на заземлитель	
			Сталь $\phi 12$ мм (кг)	Кр. сталь $\phi 12$ мм (кг)	м	Ем <sup>3</sup>
			Нормируемые сопротивления обеспечиваются фундаментами без устройств заземлителей.			
1	$\frac{220}{300-400}$	5	28	25,2	20	15
2	400-500	10	48	43,2	40	15
3	500-600	20	86	79,2	80	20
4	600-700	25	108	97,2	100	20
5	700-800	30	128	115,2	120	20
6	800-1000	35	148	133,2	140	20
7	1000-1300					30
8	1300-1500	40	168	151,2	160	30
9	1500-1900	50	208	187,2	200	30
10	1900-2200	60	248	223,2	240	30

1) в числителе - для опор 110 кВ.  
 2) в знаменателе - для опор 220 кВ.

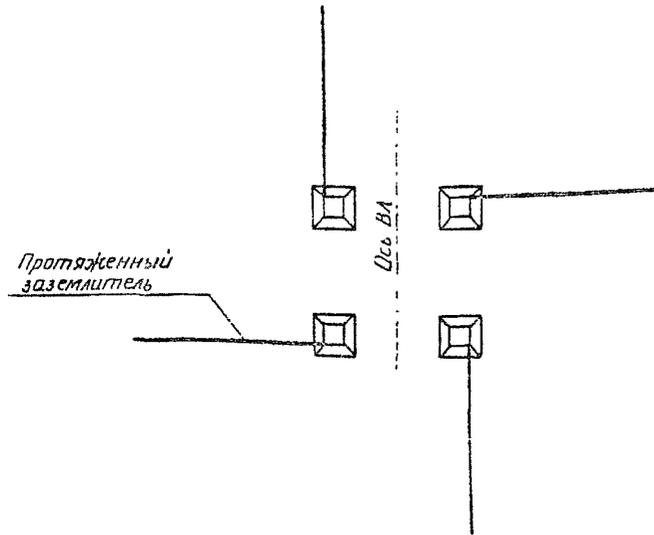
Энергопроект  
 Отделение Ланских  
 Передач  
 г. Москва  
 1974г.

Заземляющие устройства опор  
 ВЛ 35-150 кВ.

Одноствольные металлические опоры ВЛ 110-220 кВ.  
 Заземляющее устройства из протяженных заземлителей.

Тиловой проект  
 N3602 тм  
 Альбом  
 II  
 ВА-II-35

План



## Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_3$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3602тм-ВЛ-II-45
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах с  $\rho_3 < 500 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  учтена естественная проводимость фундаментов.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление $\rho_3$ [Ом·м]	Длина протяженных заземлителей [м]	Расход металла и объем работ на Голору.		Нормируемое сопротивление после заземления [Ом]
			Сталь круглая $\phi 12 \text{ мм}$ М	Приклад-ка протя-женных зазем-лителей [м]	
			Нормируемое сопротивление абес-печивается фундаментом без устройства заземлителей		
			$\leq 350$		
1	350-500	5	28	25,2	20
2	500-600	20	88	79,2	80
3	600-700	25	108	97,2	100
4	700-800	30	128	115,2	120
5	800-1000	35	148	133,2	140
6	1000-1300				30
7	1300-1500	40	168	151,2	160
8	1500-1900	50	208	187,2	200
9	1900-2200	60	248	223,2	240

3602тм-II-49

Линейно-опорный

Линейно-опорный

Линейно-опорный

Линейно-опорный

Линейно-опорный

чертеж проектной документации  
Передать  
в Москва.

1074.

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35-750 кВОдноствечные металлические опоры ВЛ 330-500 кВ.  
Заземляющее устройство из протяженных зазем-Типовой проект  
№3602 тмАльбом  
II

ВЛ-II-36

3602 тм - II - 50

Крыжова  
Филичев  
Ст. инж.н.  
Смирнов  
Горюшкин  
Нахвалда  
И. инж. пр.

Энергопроект  
Впадение Дальних  
Передач  
Москва.  
г.

1974 г.

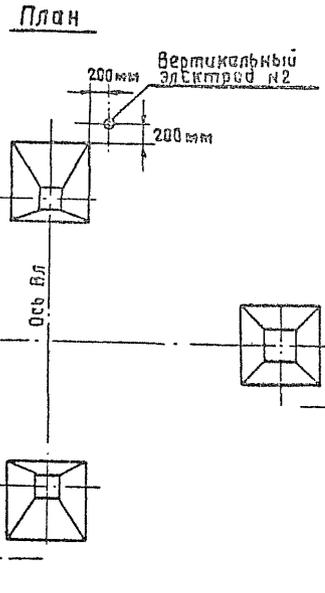
Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35 - 750 кВ.

Портальные опоры с оттяжками ВЛ 500 - 750 кВ.  
Заземляющее устройство: фундамент - вертикаль-  
ные электроды.

Типовой проект  
N 3602 тм

Альбом  
II

ЭП-II-37

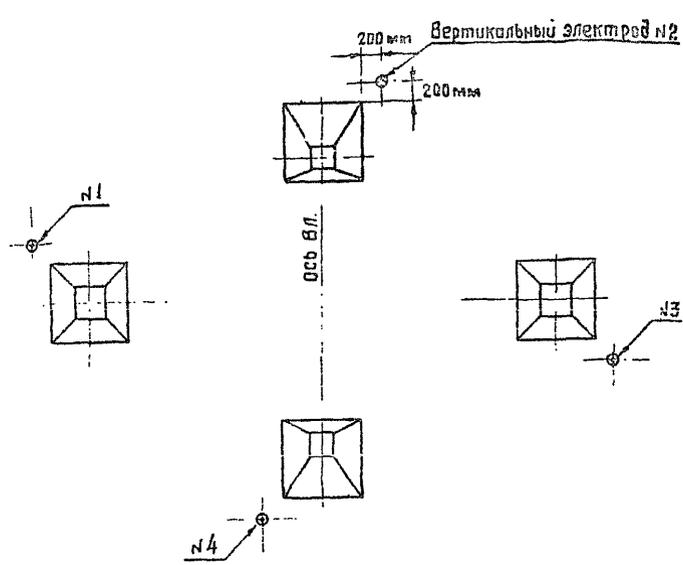


Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_{\Sigma}$ (Ом·м)	Длина вертикального электрода (см)	Кол-во вертикальных электродов (шт)	Номера вертикальных электродов. NN	Расход металла и съём работ на 1 опору.		Нормируемое сопротивление заземляющего устройства (Ом)	
					Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Забивка вертикальных электродов (шт)	Забивка вертикальных электродов (шт)	Забивка вертикальных электродов (шт)
	$\leq 300$	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментами без устройства заземлителей.						
1	300 - 500	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
2		10	2	1,3	24	21,6	2	15

Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количества и длина в зависимости от  $\rho_{\Sigma}$  приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам э. N 3602 тм - ВЛ-II - 45,46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

**План**



**Примечания:**

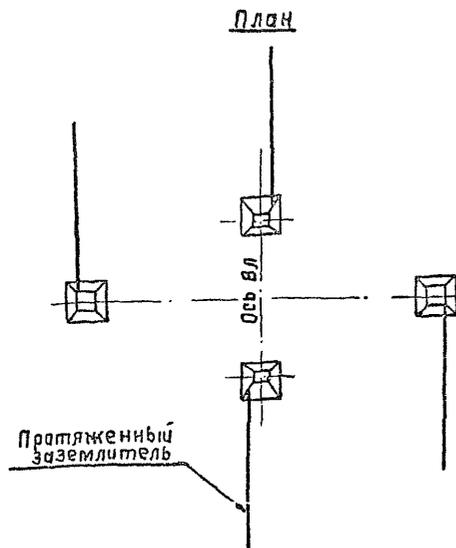
1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количества и длина в зависимости от  $\rho_{\Sigma}$  приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам НЗ602.тм-ВЛ-II-46,46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_{\Sigma}$ (Ом·м)	Длина вертикального электрода [м]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Диаметр вертикального электрода мм	Расход металла и объем работ на 1 опору		Нормируемое сопоставление затрат в устройстве [Ом]	
					Сталь круглая $\phi$ 12 мм			
					м	кг		
1	≤ 100	5	2	1,3	14	12,6	2	10
2		10	1	1	12	10,8	1	10
3	100 - 180	5	3	1,2,3	21	18,9	3	15
4		15	1	1	17	15,3	1	15
5	180 - 250	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
6		10	2	1,3	24	21,6	2	15
7		20	1	1	22	19,8	1	15
8	250 - 350	10	3	1,2,3	36	32,4	3	15
9		15	2	1,3	34	30,6	2	15
10	350 - 500	10	4	1,2,3,4	48	43,2	4	15
11		15	3	1,2,3	51	45,9	3	15
12		20	2	1,3	44	39,6	2	15
13	500 - 850	15	4	1,2,3,4	68	61,2	4	20
14		20	3	1,2,3	66	59,4	3	20
15	850 - 1000	20	4	1,2,3,4	88	79,2	4	20
16	1000 - 1200							30

Энергетический институт Дальнего Востока г. Москва



ЗБ02 тм-й-53

В.М. Аннен.  
Ст. инженер.  
Кривошапа  
Ф.А. Мичур.Н.С. Степанов  
Т.И. Шенк. пр.  
Инженер-проектировщикЭнергопроект  
Отделение Дальних  
Передач  
г. Москва.Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $R_{\Sigma}$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам № ЗБ02 тм-ВЛ-й-45, 46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № ЗБ02 тм-ВЛ-й-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах с  $R_{\Sigma} < 530$  ом·м учтена естественная проводимость фундаментов.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное увеличение сопротивления грунта $R_{\Sigma}$ (ом·м)	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на опору		Нормируемое сопротивление	
			Сталь круглой ф 12 мм м	Прокладка протяженных заземлителей [м]	заземлительное устройство [ом]	заземлительное устройство [ом]
	$\leq 300$	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментами без устройства заземлителей.				
1	300-500	5	28	25,2	20	15
2	500-700	20	88	79,2	80	20
3	700-800	25	108	97,2	100	20
4	800-1000	30	120	115,2	120	20
5	1000-1300					30
6	1300-1500	40	160	151,2	160	30
7	1500-1900	50	200	187,2	200	30
8	1900-2200	60	248	223,2	240	30

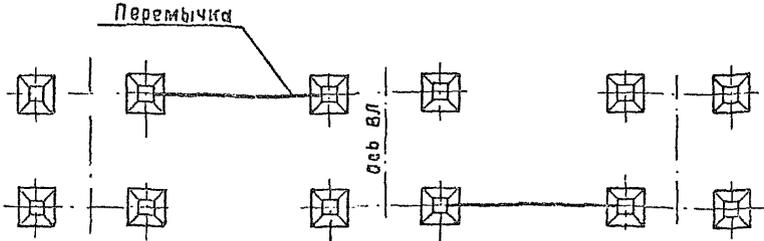
1974г.

Заземляющие устройства опор  
ВЛ 35-750 кВ.Портальные опоры с тросовыми ВЛ 500-750 кВ.  
Заземляющее устройство из протяженных  
заземлителейТиповой проект  
№ ЗБ02 тмАяльбом  
II

ВЛ-й-40

3602 тм II-54

План



Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_{\Sigma}$ [Ом·м]	Расход металла и объем работ на 1 опору*		Нормированное сопротивление для заземлителей без учета устройства заземлителей	
	Сталь круглая $\phi$ 12 мм	Прокладка перемычек		
	м	кг	л	
$\leq 350$	Нормированное сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.			
350 - 500	$\frac{28}{61}$	$\frac{25,2}{54,9}$	$\frac{18}{46}$	15

\* в числителе - для опор 500 кВ  
в знаменателе - для опор 750 кВ.

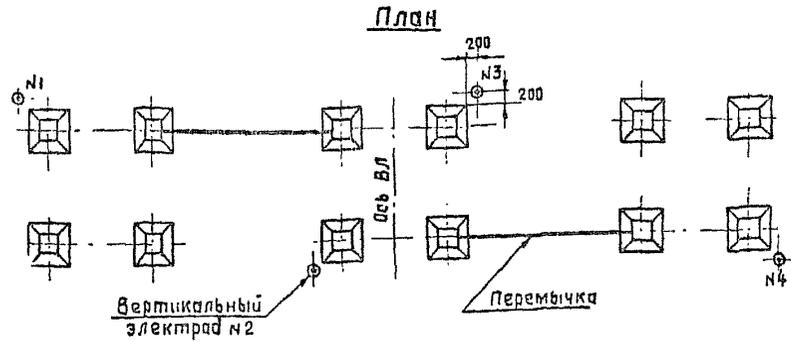
Примечания:

1. Глубина укладки перемычек - 0,5 м, а в пахотных землях - 1,0 м.
2. Заземление дополнительной стойки для обводки шлейфа на опорах 750 кВ должно выполняться путем прокладки перемычки между основной и дополнительной стойками.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тм - ВЛ-II-45
4. Объемы земляных работ по прокладке перемычек определяются по чертежу № 3602 тм - ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Энергетический проект  
отделение Дальних  
передач  
с. Москва.

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Яккерно-угловые металлические трехстоечные опоры ВЛ 500-750 кВ. Заземляющее устройство: фунда- менты, объединенные перемычками.	Типовой проект № 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-41.
---------	---	---	-----------------------------	--------------	-----------

3602тм-II-55



**Примечания:**

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от  $R_{\Sigma}$  приведены в таблице.
2. Длина укладке перемычек - 0.5 м, а в пахотных землях - 1.0 м.
3. Заземление дополнительной стойки для обводки шлейфа на опорах 750 кВ должно выполняться путем прокладки перемычки между основной и дополнительной стойками.
4. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-45
5. Объемы земляных работ по прокладке перемычек определяются по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-48
6. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Пил. заземляющее устройство	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $R_{\Sigma}$ [Ом·м]	Длина вертикальных электродов [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Номер вертикальных электродов	Расход металла и объем работ на фазу *)		Правильность забивки вертикальных электродов [шт]	Нормированное сопротивление заземляющего устройства [Ом]
					Сталь: трубка ф 12 мм	Правильность перемычек [м]		
1	≤ 100	5	3	1,2,4	49	44.1	18	15
					82	73.8	46	
2	100-180	15	1	2	45	40.5	18	15
					78	70.2	46	
3	180-250	5	4	1,2,3,4	50	50.4	18	15
					80	80.1	46	
4	250-350	10	2	1,4	52	46.8	18	15
					85	76.5	46	
5	350-500	20	1	2	50	45	18	15
					83	74.7	46	
6	500-850	10	3	1,2,4	64	57.6	18	15
					97	87.3	46	
7	850-1000	15	2	1,4	62	55.8	18	15
					95	85.5	46	
8	1000-1200	10	4	1,2,3,4	76	68.4	18	15
					109	98.1	46	
9		15	3	1,2,4	79	71.1	18	15
					112	100.8	46	
10		20	2	1,4	70	64.8	18	15
					105	94.5	46	
11		15	4	1,2,3,4	96	86.4	18	20
					129	116.1	46	
12		20	3	1,2,4	94	84.6	18	20
					127	114.3	46	
13		20	4	1,2,3,4	116	104.4	18	20
					149	134.1	46	
14								30

\*) В числителе - для опор 500 кВ  
В знаменателе - для опор 750 кВ.

Исполнитель: [подпись]  
Инженер-проект  
Инженер-дальних  
Передат  
г. Москва.

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.	Анкерно-узловые металлические трехстоечные опоры ВЛ 500-750 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	Типовой проект N 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-42
--------	---	--	-------------------------	-----------	----------

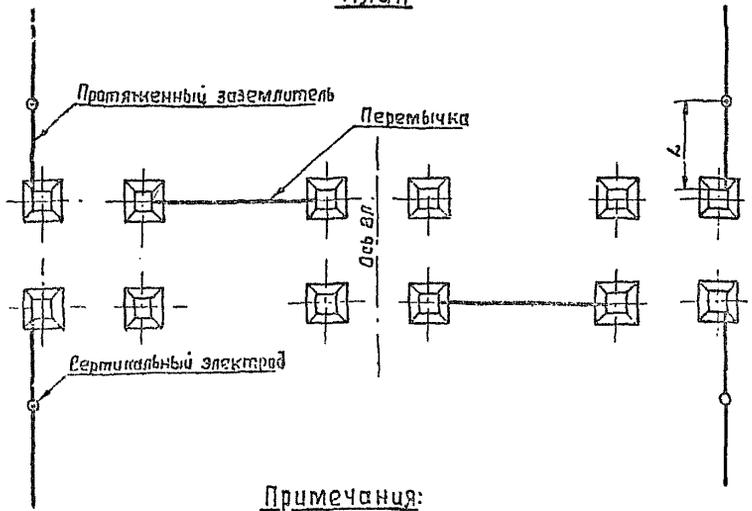
3602 т- II - 56

От. инженер Крашinsky  
От. инженер Фомичев

Смирнов  
Барышкова

Энергосетьразвит  
Виделение Дальних  
Пересел  
2. Москва.

План



Примечания:

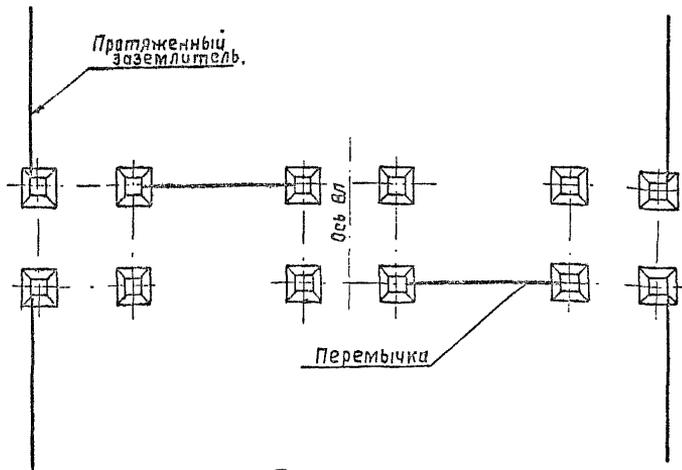
1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_z$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей и перемычек - 0,5 м, а в пахотных землях - 1,0 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу N 3602 т- ВЛ- II - 45
4. Заземление дополнительной стойки для обводки шлейфа на опорах 750 кВ должна выполняться путем прокладки перемычки между основной и дополнительной стойками.
5. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602 т- ВЛ- II - 48
6. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Поп. заземлительное устройство	Эквивалентное сопротивление $\rho_z$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного электрода [м]	У-расстояние от фундамента до вертикального электрода [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору		нормирование, ление заземляющего устройства [Ом]		
					Сталь кр. ст. $\phi$ 12 мм	пр.к. пр.к. ст. $\phi$ 12 мм			
-	$\leq 1200$	Заземляющие устройства N 3602 т- ВЛ- II - 42					Выполняется по чертежу		
1	1200-1400	5	15	10	116	104,4	78/106	4	30
2		10	10	10 <sup>*)</sup>	149	134,1	58/86	4	30
3	1400-1600	10	15	15 <sup>*)</sup>	136	122,4	78/106	4	30
4		15	10	10 <sup>*)</sup>	163	152,1	58/86	4	30
5	1600-1800	10	20	10	155	140,4	98/126	4	30
6		15	15	15 <sup>*)</sup>	189	170,1	78/106	4	30
7	1900-2100	15	20	20 <sup>*)</sup>	176	158,4	98/126	4	30
8		20	15	15 <sup>*)</sup>	209	188,1	78/106	4	30
9	2100-2400	20	20	20 <sup>*)</sup>	196	176,4	98/126	4	30
10		2400-2600	20	25	25 <sup>*)</sup>	216	194,4	118/146	4
11	2600-3000	20	30	20	256	230,4	158/186	4	30
						289	260,1		

- \*) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.
- \*\*) - в числителе - для опор 500 кВ. в знаменителе - для опор 750 кВ.
- xxx) - в том числе перемычек.

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.	Якерна-установки: металлические трехстоечные опоры ВЛ 500-750 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	Типовой проект N 3602 т- II	Альбом II	Л- II - 43
---------	---	--	-----------------------------	-----------	------------

## План



## Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $\rho_z$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей и перемычек в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №ЗБ02-тм-ВЛ-И-45
4. Заземление дополнительной стойки для обводки шлейфа на опорах 750 кВ должно выполняться путем прокладки перемычки между основной и дополнительной стойками.
5. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей и перемычек определяются по чертежу №ЗБ02-тм-ВЛ-И-48
6. Фундаменты на чертеже показаны условно.
7. В грунтах с  $\rho_z < 500 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  учтена естественная проводимость фундаментов.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление $\rho_z$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору, кг		Нормируемое сопротивление $R_{\text{за}} = \frac{\rho_z}{L}$ [Ом]	
			Сталь круглая $\phi 12$ мм	Прокладки пруты $\phi 12$ мм		
	$\leq 350$		Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.			
1	350-500	-*)	$\frac{28}{61}$	$\frac{25,2}{54,9}$	$\frac{18}{45}$	15
2	500-650	15	$\frac{96}{129}$	$\frac{86,4}{116,1}$	$\frac{78}{106}$	20
3	650-800	20	$\frac{115}{145}$	$\frac{104,4}{137,1}$	$\frac{98}{126}$	20
4	800-1000	25	$\frac{136}{169}$	$\frac{122,4}{152,1}$	$\frac{118}{146}$	20
5	1000-1500					30
6	1500-1700	30	$\frac{156}{189}$	$\frac{140,4}{176,1}$	$\frac{138}{166}$	30
7	1700-2100	40	$\frac{196}{229}$	$\frac{176,4}{206,1}$	$\frac{178}{206}$	30
8	2100-2300	50	$\frac{236}{269}$	$\frac{212,4}{242,1}$	$\frac{218}{246}$	30
9	2300-2700	60	$\frac{276}{309}$	$\frac{248,4}{278,1}$	$\frac{258}{286}$	30

- \*) прокладываются только перемычки между стойками.  
 \*\*) в числителе - для опор 500 кВ  
 в знаменателе - для опор 750 кВ  
 \*\*\*) в том числе перемычек.

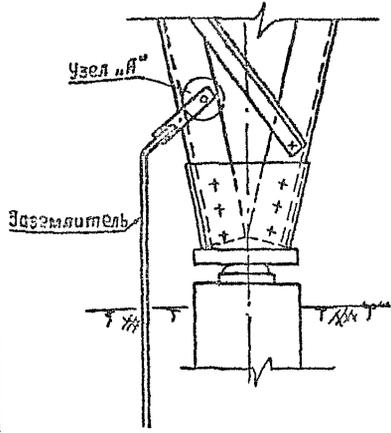
1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.	Ринкерно-угловые металлические трехстачные опоры ВЛ 500 - 750 кВ. Заземляющие устройства из протяженных заземлителей.	Типовой проект №ЗБ02-тм	Албб:м И	ВЛ-И-44
---------	---	---	-------------------------	-------------	---------

3602тм-І-58

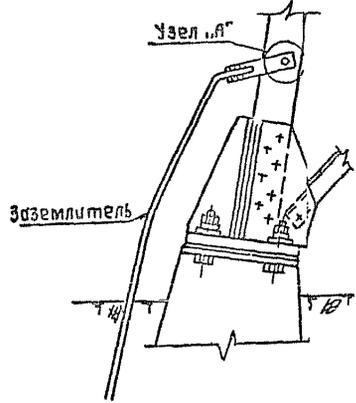
Ст. анкеры / Кронштейн / Ст. анкеры / Формуляр /  
 Инж. отдела / Смирнов / Горюшкин / Гл. инж. пр.

Энергосеть проект  
 Отделение Дальних  
 Передач  
 г. Москва

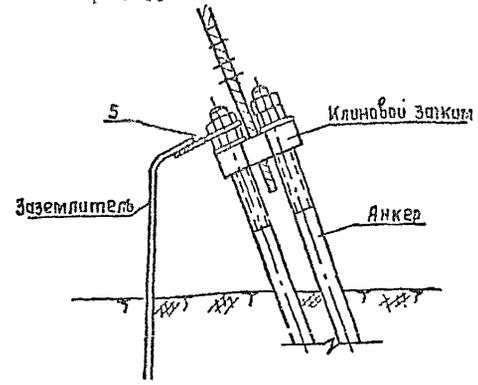
**Фигура 1**  
 Присоединение к стойкам опор на оттяжках.



**Фигура 2**  
 Присоединение к стойкам свободностоящих опор.

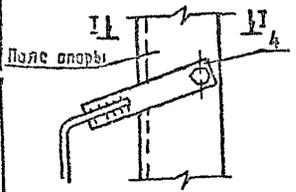


**Фигура 3**  
 Присоединение к оттяжкам опор.

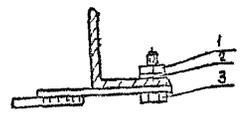


По фиг.1.2

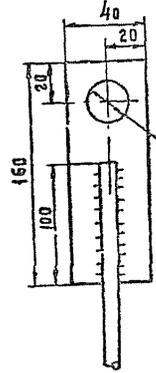
Узел „А“



По I-I

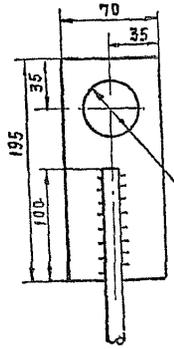


Планка (поз.4)



По фиг.3

Планка (поз.5)



Диаметр отверстия на 2мм больше диаметра стержневого болта.

Спецификация стали на 1 присоединение заземлителей к стойкам и оттяжкам.

Детали для присоединения заземлителей к стойкам	№ п/п	Наименование	Марка	Длина [мм]	Кол-во [шт]	Вес [кг]	Гост
1	1	Гайка	М-16	-	1	0,03	5915-70
2	2	Пружинная шайба	Ф 17	-	1	0,01	6402-70
3	3	Болт	М-16	60	1	0,13	7798-70
4	4	Планка	Сталь прясавая 40x6	160	1	0,3	103-57*
5	5	Планка	Сталь прясавая 70x6	195	1	0,65	103-57*

**Примечания:**

1. При использовании оцинкованных опор все детали для присоединения заземлителей должны быть оцинкованы.
2. При соединении заземлителей из круглой стали длина сварного шва должна быть не менее шести диаметров.

1974г.

Заземляющие устройства опор  
 вл 35-750 кВ

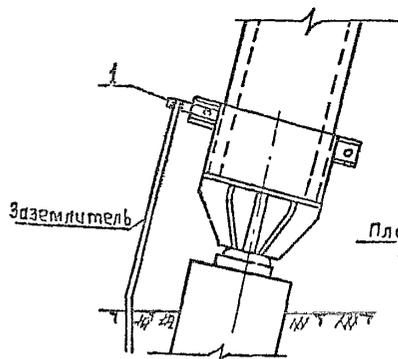
Присоединение заземлителей к металлическим опорам  
 и соединение их между собой.

Типовой проект  
 N 3602тм

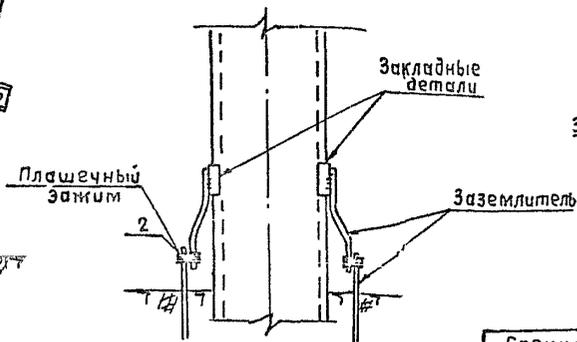
Альбом  
 II

вл-ІІ-45

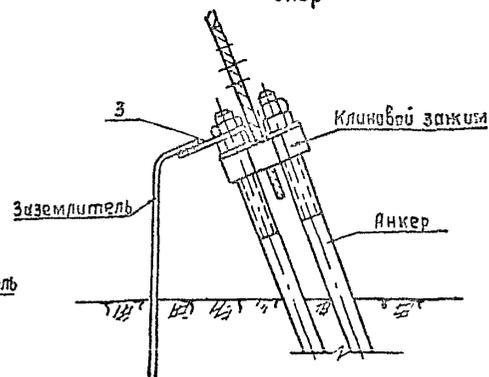
**Фигура 1**  
Присоединение к башмаку (ниж. стальной части) опоры.



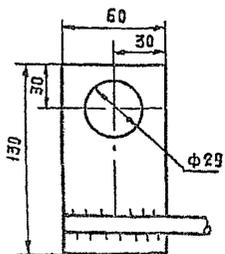
**Фигура 2**  
Присоединение к закладным деталям стойки (см. прим. 2)



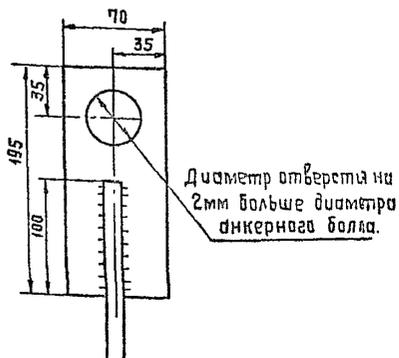
**Фигура 3**  
Присоединение к оттяжкам опор



По Фиг. 1  
Планка (поз. 1).



По Фиг. 3  
Планка (поз. 3)



Детали для присоединения заземлителей к ст. т. к. ст. т. к. ст. т. к.	№ п/п	Наименование	Марка	Длина [мм]	Кол-во [шт]	Вес [кг]	ГОСТ
1	1	Планка	сталь полосовая 60x6	130	1	0,45	103-57*
2	2	Плоскочный зажим	пс-3-1А	110	1	1,0	-
3	3	Планка	сталь полосовая 70x6	195	1	0,65	103-57*

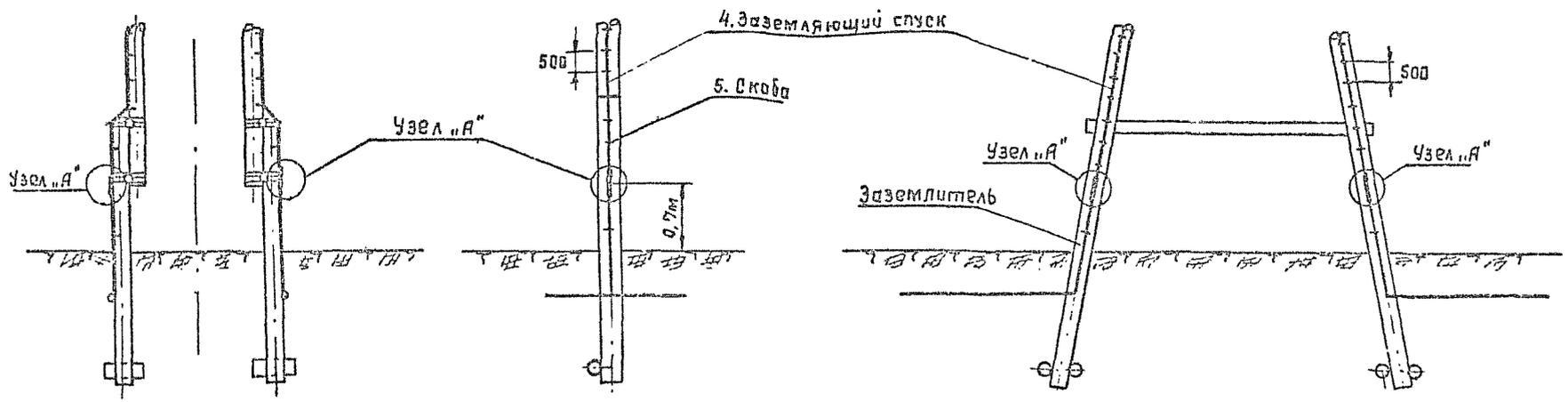
**Примечания:**

1. При соединении заземлителей из круглой стали длина сварного шва должна быть не менее шести диаметров.
2. При отсутствии необходимости в разъемном присоединении, заземлитель приваривается непосредственно к закладным деталям стойки (фиг. 2).
3. При использовании на опорах оцинкованных элементов все детали присоединения заземлителей должны быть оцинкованы.

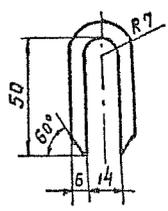
3602 ТМ-II-60

Промежуточная опора

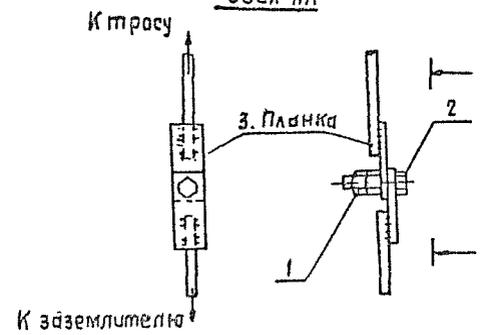
Анкерная опора



5. Скоба



Узел "А"



Спецификация стали на 1 присоединение заземлителей

№ п/п	Наименование	Марка	Длина	Кол-во [шт]	Вес [кг]	гост.
1	Гайка	М-16	-	2	0,06	5915-70
2	Болт	М-16	60мм	1	0,13	7798-70
3	Планка	сталь полосовая 40x6	120мм	2	0,45	103-57 <sup>x</sup>
4 <sup>x</sup>	Заземляющий спуск	сталь круглая ф10	15м / 18м	1	9,25 / 11,1	2590-71
5 <sup>x</sup>	скоба для крепления заземл. спуска.	сталь круглая ф6	120мм	30 / 36	0,9 / 1,08	2590-71

Примечание:

При соединении заземлителей из круглой стали длина сварного шва должна быть не менее шести диаметров.

<sup>1)</sup> В числителе - для опор 35-110 кВ, в знаменателе - для опор 220 кВ.

Энергосетьпроект  
Отделение Дальних  
Передат.  
г. Москва

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Присоединение заземлителей к спускам на деревянных опорах и соединение их между собой.	Типовой проект N 3602ТМ	Альбом II	ВЛ-II-47
--------	--	---	----------------------------	--------------	----------



№№ п/п	Грунты	Значения удельных сопротивлений различных грунтов [Ом.м]						Усредненное <sup>*)</sup> значение, рекомендуемое при проектировании
		Справочник инженера геолога	Харьковский политехнический институт	геофонд	Трест Стройэлектромонтаж.	Северо-Западное отделение ин-та Энергосетьпроект.	Львовский политехнический институт	
1	Глина.	1-10	8-95	5-50	—	1-30	8-70	50
2	Глина влажная.	—	—	—	20	1-30	—	
3	Глина с примесью щебня, известняка.	—	50-150	—	—	—	100	150
4	Глина с примесью песка.	—	—	25-140	—	70-200	—	
5	Суглинок.	10-100	30-90	20-150	—	20-40	20-120	100
6	Торф.	—	20	—	—	—	20	20
7	Супесь.	—	230-310	—	—	50-150	150-400	300
8	Супесь влажная.	—	—	10-23	—	20-70	—	150
9	Песок сухой.	1000	—	1000-1500	1200	—	400-1000	1000
10	Песок сухой сыпучий.	10000	—	1500-42000	—	5000-20000	1000 и более	15000
11	Песок влажный.	100-1000	100-1100	—	—	150-2000	400-1000	600
12	Песок водоносный.	10-100	—	—	270	80-100	—	150
13	Песок с агрессивными водами.	0,1-10	—	—	20-100	—	—	70
14	Выветренный песчаник, известняк.	10-100	—	—	—	30-400	—	400
15	Разрушенные скальные породы (сланцы, граниты и т.п.)	—	—	220-1800	—	—	800-1000	1000
16	Скальные породы (не выветренные)	1000-10000	—	—	—	300-∞	1000-4000	5000
17	Галечник, гравий сухой	1000-10000	—	—	—	500-10000	—	5000
18	Галечник водоносный	—	—	—	—	200-1000	—	1000
19	Валуно-галечные отложения с песчаным заполнением	—	—	—	—	2000-5000	1000-2000	3000
20	То же, влажные	—	—	—	—	100-1000	—	1000

\*) Рекомендуется при отсутствии других данных.

1974г.

Защитающие устройства опор  
ВЛ 35-750 кв.Обобщенные значения удельных сопротивлений  
грунтов.Типовой проект  
№3602 тм.Альбом  
II

ВЛ-II-49



3602 ТМ II-64

Рис. 5

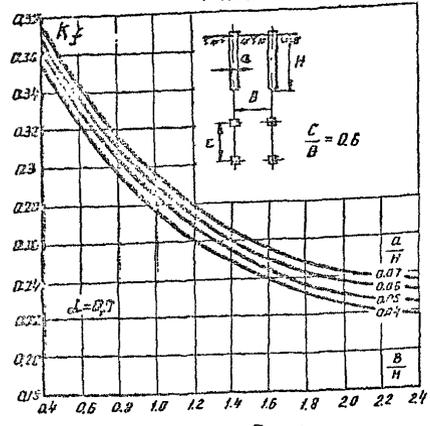


Рис. 8

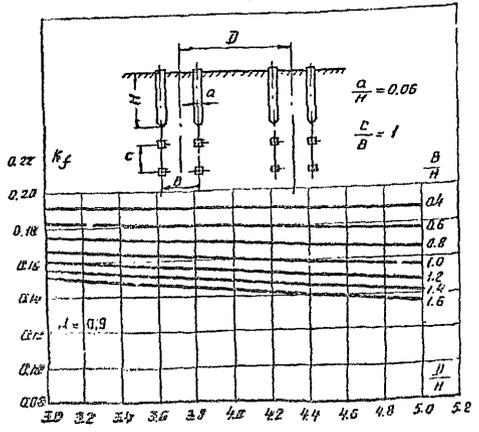


Рис. 6

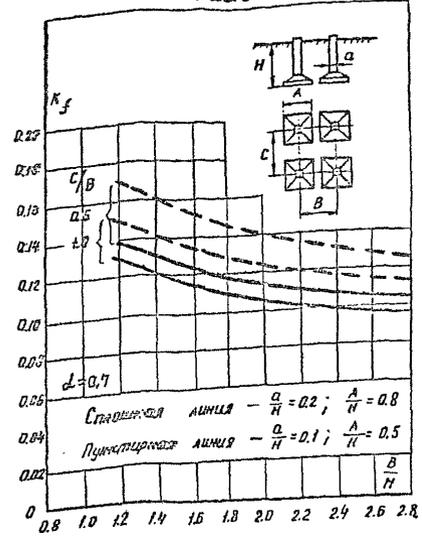
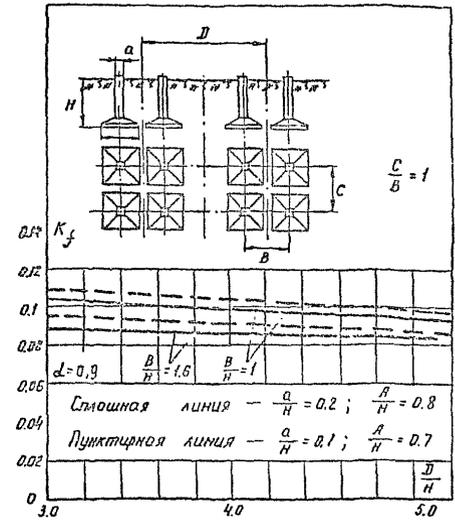


Рис. 7



Сопротивление заземления сварных железобетонных фундаментов и свай при токе промышленной частоты определяется по формуле:

$$R = K_f \frac{\rho_s}{H}$$

Импulseное сопротивление заземления железобетонных фундаментов и свай определяется по формуле:

$$R_{имп} = \lambda \cdot R$$

В формулах обозначено:  $K_f$  - коэффициенты формы, приведенные на графиках  $H$  - глубина заделки фундамента или свай  $\lambda$  - импульсный коэффициент, при  $J_n = 26$  кА.

Энергопроект  
С.Э. О.Д.И.

Заземляющие устройства свар  
ОЛ 35-150 кВ

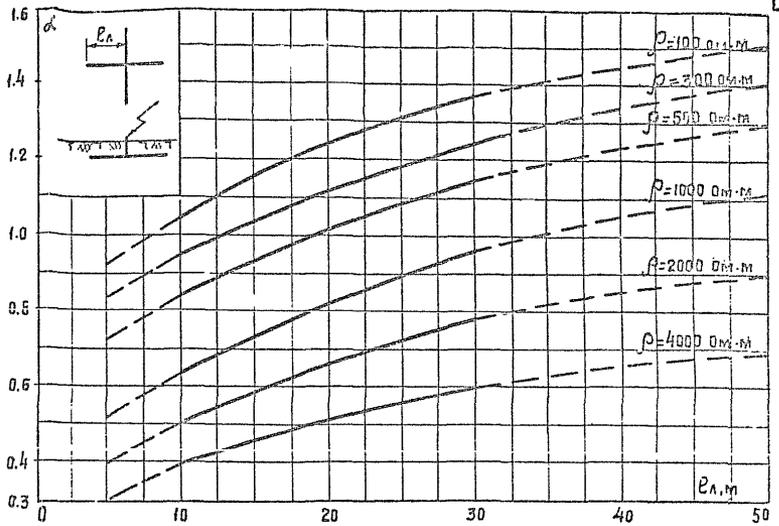
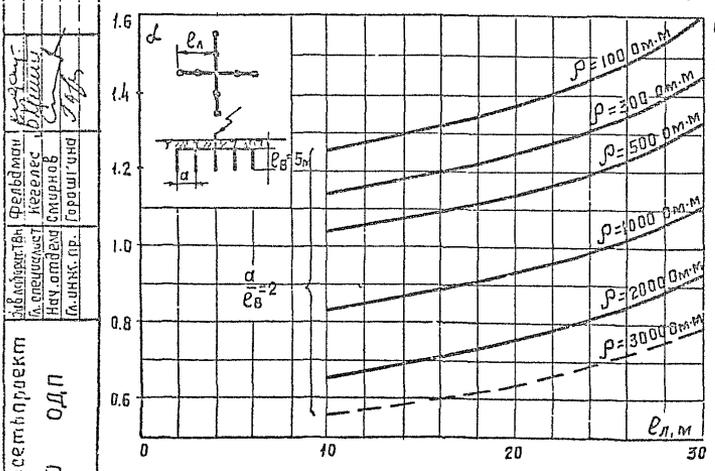
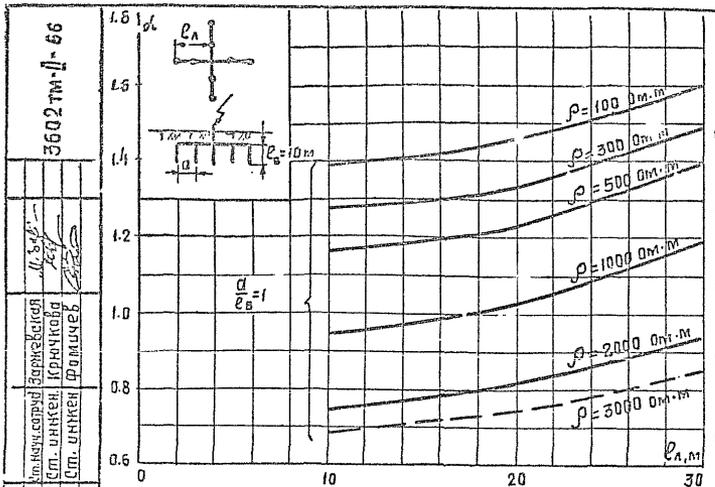
Коэффициенты формы и импульсные коэффициенты для  
расчета фундаментных заземлителей опор ОЛ (Рис. 5-8)

Тиловой проект  
N3602 ТМ

Альбом  
II

ВА-II-51





**Примечания:**

- Импульсные коэффициенты искусственных заземлителей даны при среднем значении амплитуды тока молнии 26 кА и длине фронта 3 мксек (по данным ВИАЭХ)
- Части кривых  $\alpha = f(E_L)$ , показанные пунктиром, получены экстраполяцией данных ВИАЭХ.

Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.

Импульсные коэффициенты для четырехлучевых заземлителей.

Типовой проект  
N 3602ТМ

Альбом  
№

ВЛ-И-53



3602 тм-ii-68

Э. П. Шенк. Крылатка шифр  
 Издательство «Энергоатомиздат»  
 М. 1978 г.

Примечания:

- 1 В таблицу не включены одноствоечные железобетонные опоры 110-220кВ, так как учет их подземной части в грунтах с  $\rho = 500-1000$  ом.м практически не влияет на величину сопротивления растеканию.
2. Приведенные на типовых чертежах расход металла и объем работ должны быть соответственно скорректированы
- 3 На чертеже приведены изменения к чертежам заземляющих устройств - фундамент - протяженные заземлители. Рекомендации по конструкции "фундамент - вертикальные электроды" будут выданы на стадии корректировки типовых работ

Напряж- ные ВЛ, кВ	Тип опор	N типового чертежа	Тип заземляющего устройства (по чертежу)	Эквивалентное удельное сопротивление $\rho$ [Ом.м]	Длина одного протя- женного заземлителя м.	
					металл с учетом фундамента	сталь без учета фундамента
110 - 220	Одноствоечные опоры на оттяжках	ВЛ-II-21	3	500 - 600	10	20
			4	600 - 700	15	25
			5	700 - 800	20	30
			6	800 - 1000	30	35
110 - 330	Портальные железобетонные	ВЛ-II-30	4	500 - 700	20	25
			5	700 - 800	25	30
			6	800 - 1000	35	40
110 - 220	Одноствоечные металлические	ВЛ-II-35	3	500 - 600	10	20
			4	600 - 700	15	25
			5	700 - 800	20	30
			6	800 - 1000	30	35
330 - 500		ВЛ-II-36	2	500 - 600	5	20
			3	600 - 700	10	25
			4	700 - 800	15	30
			5	800 - 1000	20	35
500 - 760	Портальные опоры на оттяжках	ВЛ-II-40	2	500 - 700	10	10
			3	700 - 800	15	15
			4	800 - 1000	20	10
500 - 760	Якорно-угловые трехствоечные	ВЛ-II-44	2	500 - 650	Проклады ваются тавромк перемычки между стойками	5
			3	650 - 800		20
			4	800 - 1000		25

к) см. примечание 2

Энергоатомиздат  
 Отделение для  
 Передачи  
 Марки

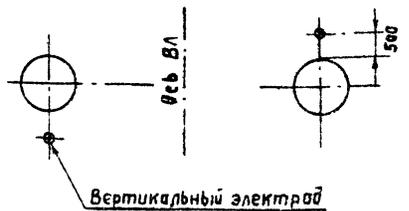
1978 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.	Изменения к чертежам заземляющих устройств в связи с учетом естественной проводимости фундаментов в грунтах с $\rho = (500-1000)$ Ом.м	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-61
---------	---	--	--------------------------	-----------	----------

3602ТМ-П-69

Ст. инженер Кривошапкин  
 Инженер Яковлевич  
 Ст. инженер Сидоров  
 Инженер Заруцкий  
 Инженер Давыдов  
 Инженер Сидоров  
 Инженер Заруцкий  
 Инженер Давыдов

Энергосетьпроект  
 Отделение Дальних  
 передач  
 г. Москва

План



Тип заем- ля- щих устрой- ства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_z$ (Ом.м)	Длина верти- кальных электро- дов (м)	Количес- тво верти- кальных электро- дов (шт)	Расход металла и объем работ на 1 опору		Нормиру- емое количе- ство желе- зобетон- ных электростоек (шт)	Нормиру- емое количе- ство электростоек (шт)
				Сталь, круглая $\phi 12$ мм т	Железо м		
	$\leq 200$	Нормируемое сопротивление обеспечивается подземной частью стоек без устройств заземления.					
1	200 - 300	6	2	16	14,4	2	15
2		10	1	12	10,8	1	15
3	300 - 500	20	2	44	39,5	2	15
4	500 - 700	20	2	44	39,5	2	20

Примечания:

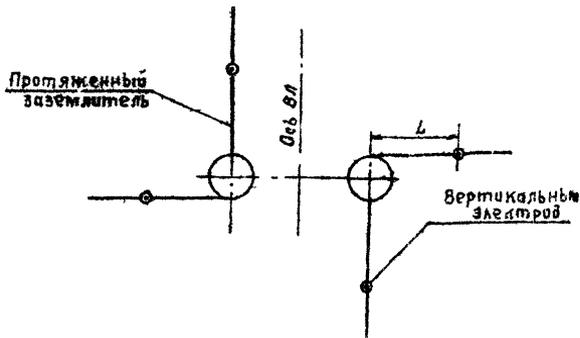
1. На чертеже показаны места заливки вертикальных электро-  
дов. Их количества и длина в зависимости от  $\rho_z$  приведе-  
ны в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей  
между собой выполняется по чертежу №3602ТМ-ВЛ-П-46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

1984 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Портальные железобетонные опоры ВЛ 500 кВ Заземляющее устройство подземной часть стоек. Верти- кальные электроды.	Типовой проект №3602ТМ.	ЛДБФМ И	1-П-62
---------	---	---	----------------------------	------------	--------



3602 тм-й-71

Пл.н



Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от  $R_{\Sigma}$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей 0,5 м, а в ленточных - 1,0 м.
3. Присоединение заземлителей и опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу №3602 тм-ВЛ-й-4б.
4. Объемы земляных работ на площадке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602 тм-ВЛ-й-4а.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземлителя	Эквивалентное сопротивление $R_{\Sigma}$ (Ом.м)	Длина ленты кабельной заземлительной электродов (См)	Длина протяженного заземлителя (См)	L-расстояние между вертикальными электродами (См)	Расход металла и объем работ на 1 опору		Нормированные затраты на 1 опору		
					Сталь $\Phi$ 12 мм (м)	Прокладка прокатной заземлительной электродов (См)			
1	700-1000	10	15	15 <sup>х)</sup>	108	97,2	60	4	20
2	1000-1250	5	20	10	108	97,2	80	4	30
3		10	15	15 <sup>х)</sup>	108	97,2	60	4	30
4	1250-1500	10	20	10	128	115,2	80	4	30
5		15	15	15 <sup>х)</sup>	128	115,2	60	4	30
6	1500-1700	10	25	15	148	132,2	100	4	30
7		15	20	20 <sup>х)</sup>	148	133,2	80	4	30
8	1700-1900	15	25	15	168	151,2	100	4	30
9		20	20	20 <sup>х)</sup>	168	151,2	80	4	30
10	1900-2250	20	25	25 <sup>х)</sup>	188	168,2	100	4	30
11	2250-2800	20	40	20	248	223,2	160	4	30

х) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя

Эксплуатационные работы и измерения вальных переводов  
г. Москва

1964г.

Заземляющие устройства опора  
ВЛ 35-750 кВ

Нормальные железобетонные опоры ВЛ 500 кВ  
Заземляющие устройства из вертикальных протяжен  
ных заземлителей

Типовой проект  
№ 3602 тм.

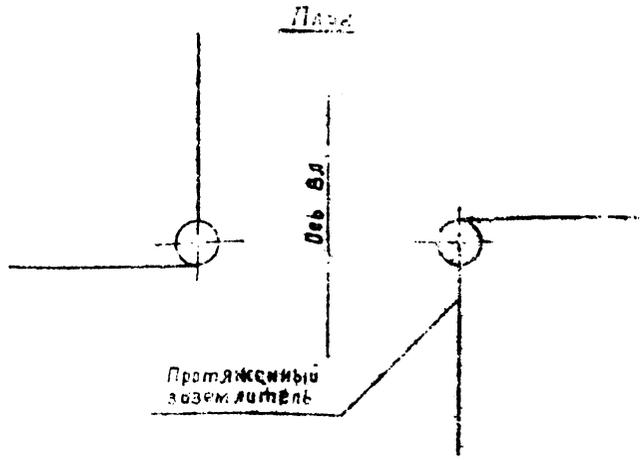
Альбом  
II

ВЛ-й-64

31-11-72  
5502 ТМ-46

Исполнитель: [blank]  
Проверено: [blank]  
С. Лобанов  
Инженер  
И. Чичков  
Инженер

ЭЛЕКТРОПРОЕКТ  
Одобрено  
Передат  
г. Москва



Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от  $R_3$  приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в плотных землях - 4.0 м, в скальных грунтах - 0.1 м, в обычных - 0.5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3802ТМ-ВЛ-П-46.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3802ТМ-ВЛ-П-46.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах  $R_3 < 1000$  Ом.м. учтена естественная проводимость подземной части стоек.

№л заземлительного устройства	Ширина защитной ленте грунта (мм)	Длина протя- женного заземлителя (м)	Масса металла и связи работ на опоре		Нормиру- емое сгора- тельное покрытие	
			Сталь круглая φ 2 мм кг	Древесина протяженного заземлителя (м)	Сгора- тельное покрытие (мм)	Нормиру- емое сгора- тельное покрытие (мм)
-	≤ 200	Нормируемое сгораемое покрытие обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей				
1	200-300	5	28	25,2	20	15
2	300-400	10	48	43,2	40	15
3	400-500	13	68	61,2	60	15
4	500-700	20	88	79,2	80	20
5	700-800	25	108	97,2	100	20
6	800-1000	35	148	133,2	140	20
7	1000-1400	40	158	151,2	160	30
8	1400-1800	50	203	187,2	200	30
9	1800-2000	60	246	223,2	240	30

1984г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-110 кВ	Ленточные жерд Заземляющие устрой	Остаточные опоры: вл 500 кВ либо из протяженных заземлителей	Типовой проект № 3802ТМ	Альбом II	ВА-П-65
--------	---	--------------------------------------	---	----------------------------	--------------	---------