МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ССО "СЕЛЬЭЛЕКТРОСЕТЬСТРОЙ"

Всесоюзный государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт

"СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ"

Ленинградское отделение

КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ 35 КВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ БУРИЛЬНЫХ И ОТБРАКОВАННЫХ ОБСАДНЫХ ТРУБ ДЛЯ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Арх.№ 8.0662

Альбом II

Закрепление опор в грунтах

Пояснительная записка. Чертежи фундаментов

Ленинград 1988

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Инв. N 20211385

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ССО "СЕЛЬЭЛЕКТРОСЕТЬСТРОЙ"

Всесоюзный государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт

"СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ"

Ленинградское отделение

КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ 35 КВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ БУРИЛЬНЫХ И ОТБРАКОВАННЫХ ОБСАДНЫХ ТРУБ ДЛЯ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Арх.№ 8.0662

Альбом II

Закрепление опор в грунтах.
Пояснительная записка. Чертежи фундаментов.

Состав проекта:

Альбом I. Пояснительная записка. Чертежи общих видов опор ВЛ. Металлические конструкции опор КМ и КМД

Альбом II. Закрепление опор в грунтах. Пояснительная записка. Чертежи фундаментов.

Альбом III. Обосновывающие материалы. Расчетная часть

Зам.главного инженера института	Б.И.АМЕЛИН
Главный инженер Ленинградского отделения	А.П.ШИЙКО
Главный инженер проекта	Л.Г.ФИЛАТОВ
Начальник отдела	В.И.ИВАНОВ
Главный инженер проекта (альбома II)	Е.И.ТЕТЕРЕВ

12.12.88.

Ленинград 1988

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Содержание альбома II

№№	Обозначение	Наименование	Стр.
I	2	3	4
		Конструкции опор ВЛ 35 кВ из отработанных бурильных и обсадных труб для районов Западной Сибири	
	8.0662-2-ПЗ	Пояснительная записка	
I		Общая часть	3
2		Закрепление промежуточных опор	3
2.I		Нагрузки на фундаменты промежуточных опор	3
2.2		Типы закреплений промежуточных опор в талых грунтах	5
2.3		Общие положения по расчету закреплений промежуточных опор	5
2.4		Подбор закреплений промежуточных опор в талых грунтах	6
3		Закрепление сложных опор	7
3.I		Нагрузки на фундаменты сложных опор	7
3.2		Типы закреплений сложных опор в талых грунтах	I0
3.3		Общие положения по расчету закреплений сложных опор	II
3.4		Подбор закреплений сложных опор в талых грунтах	II
4		Закрепление опор в вечномерзлых грунтах	I2
4.I		Закрепление опор в пластичномерзлых и сыпучемерзлых грунтах	I2
4.2		Закрепление опор в твердомерзлых грунтах	I2
4.3		Подбор закреплений промежуточных опор в вечномерзлых грунтах	I3
4.4		Подбор закреплений сложных опор в вечномерзлых грунтах	I4
5		Защита от коррозии	I5
6		Защита фундаментов от выпучивания	I5
7		Указания по производству работ	I6

I	2	3	4
		Схемы, графики и таблицы	
8		Схемы закрепления опор в талых грунтах	I7
9		Схемы закрепления опор в вечномерзлых грунтах	I8
I0		Таблица I. Опрокидывающие моменты на закрепления промежуточных опор от нагрузок нормального и аварийного режимов	I9
II		Таблица 2. Вертикальные нагрузки на закрепления промежуточных опор	2I
I2		Таблица 3. Характеристики грунтов для расчета свайных закреплений	2I
I3		Таблица 4. Предельный опрокидывающий момент М(I0) закреплений марки Т.TI и Т2	22
I4		Таблица 5. То же закрепления марки Т3	23
I5		Таблица 6. Расчетные нагрузки на фундаменты опор анкерного типа	24
I6		Таблица 7. Предельная вертикальная нагрузка для свай на вырывание и сжатие (в талых грунтах)	25
I7		Таблица 8. Предельная горизонтальная нагрузка на закрепление марки ТА	26
I8		Таблица 9. То же, на закрепление марки ТА2	28
I9		Таблица I0. Расчетные силы морозного пучения грунта для свай	29

8.0662-2-ДО

Н.контр.	Юферов		
ГИП	Тетерев		
Нач.отд.	Иванов		

КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ 35 кВ ИЗ ОБСАДНЫХ ТРУБ

Содержание альбома II

Стадия	Лист	Листов
Р	1	2

СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ
Ленинградское отделение
1988

Формат А3

№№	Обозначение	Наименование	Стр.
20		Таблица II. Предельное усилие на вырывание свай по прочности основания в вечномерзлых грунтах	30
2I		Таблица I2. То же, на сжатие свай	3I
		Ч Е Р Т Е Ж И	
22	8.0662-2 КС-I	Закрепление по схемам Т,ТI,Т2 и Т3	32
23	8.0662-2 КС-2	Закрепление по схеме ТА	33
24	8.0662-2 КС-3	Закрепление по схеме ТА2	34
25	8.0662-2 КС-4	Закрепление по схемам Тм, ТIм, Т2м	35
26	8.0662-2 КС-5	Закрепление по схеме ТАм	36
27	8.0662-2 КС-6	Узлы I-5. Детали	37
28	8.0662-2 КМ-I	Ригель Рт	38
29	8.0662-2 КМ-2	Хомут Хт	38
30	8.0662-2 КМ-3	Затяжка ЗУ	39

I	2	3	4

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Альбом II "Закрепление опор в грунтах. Пояснительная записка. Чертежи фундаментов" является составной частью проекта "Конструкции опор ВЛ 35 кВ из отработанных бурильных и отбракованных обсадных труб для районов Западной Сибири".

Общая пояснительная записка к проекту в целом, указания по материалам опор и их закреплению даны в альбоме I.

В настоящем альбоме приведены конструкции закрепления опор ВЛ 35 кВ из бурильных и обсадных труб в грунтах основания. В соответствии с техническим заданием на проектирование решены вопросы закрепления опор в следующих грунтовых условиях:

I группа – талые (сезоннопромерзающие) грунты с различными прочностными характеристиками, включая:

песок мелкий и пылеватый с коэффициентом пористости $e=0,55+0.8$;

супеси от пластичных до текучих с показателем текучести $0 \leqslant J_L \leqslant 1.1$;

суглинки и глины от полутвердых до текучепластичных с показателем текучести $0 \leqslant J_L \leqslant 1$;

II группа – болота второго и третьего типа (п.9.1 СНиП III-42-80) глубиной до 6 м, подстилаемые приведенными выше минеральными грунтами;

III группа – вечномерзлые грунты:

в районах Среднего Приобья – пластичномерзлые песчаные и глинистые грунты, имеющие температуру в зоне нулевых годовых колебаний температур (на глубине 10 м) $t_0 = -0.3^{\circ}C$, со степенью заполнения пор мерзлого грунта льдом и незамерзшей водой $G \geqslant 0.8$;

в других регионах Западной Сибири – пластичномерзлые и твердомерзлые песчаные и глинистые грунты с температурой $t_0=0+-3^{\circ}C$, представляющие однородное или многослойное основание из слоев различной льдистости и просадочности, перекрытых местами торфом мощностью до 2 м.

Для проектирования закреплений опор ВЛ 35 кВ по данному проекту материалы инженерно-геологических изысканий должны содержать следующие сведения:

наличие, глубина и типы болот по трассе ВЛ;

наличие и уровень грунтовых вод;

вид подстилающего грунта и его физические и прочностные характеристики, в том числе:

наименование грунта;

коэффициент пористости e;

показатель текучести J_L (для глинистых грунтов):

степень влажности S :

угол внутреннего трения φ :

сцепление c_n ;

объемный вес γ или плотность ρ .

По районам залегания вечномерзлых грунтов дополнительно должны представляться следующие данные:

распространение и залегание вечномерзлых грунтов, их состав, сложение, строение;

толщина слоя сезонного оттаивания и промерзания h_T'' ;

температура вечномерзлого грунта на глубине 10 м t_0 ;

дополнительные характеристики грунтов в соответствии с п.2.6 главы СНиП II-18-76.

2. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР

2.1. Нагрузки на фундаменты промежуточных опор

В настоящем проекте предусмотрены следующие типы промежуточных опор:

опоры нормального габарита ПтЗ5-I без грозозащитного троса и ПтЗ5-I^{T} с тросом со стойкой из трубы диаметром 168 мм и аналогичные повышенные переходные опоры ШтЗ5-I и ШтЗ5-I^{T};

опоры нормального габарита ПтЗ5-3 без троса и ПтЗ5-3^{T} с тросом со стойкой из двух труб диаметром 146 мм и аналогичные им повышенные опоры ШтЗ5-3 и ШтЗ5-3^{T};

опора нормального габарита без троса ПтЗ5-IА с составной стойкой из трубы диаметром 146 (верхняя часть) и 168 мм.

Все опоры рассчитаны для применения во II районе по гололедным нагрузкам ($в$ = 10 мм) и во II и III районах по ветровым нагрузкам (q = 40 и 50 даН/м2 соответственно) и предусматривают подвеску про-

				8.0662-2-ПЗ		
Н.контр.	Юферов			КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ 35 кВ ИЗ ОБСАДНЫХ ТРУБ	Стадия	Лист	Листов
ГИП	Тетерев				Р	1	23
Нач.отд.	Иванов			Закрепление опор в грунтах Пояснительная записка	СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ Ленинградское отделение 1988		
Гл.инж.	Шишко						

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

водов марок АСI20/I9; АС95/I6 и АС70/II и грозозащитного троса С35, кроме опоры ПтЗ5-IА, рассчитанной на провода АС95/I6 и АС70/II.

Увеличение габарита повышенных опор осуществляется за счет увеличения на 3 м высоты надземной части сваи.

2.I.I. Нагрузки нормального режима работы ВЛ

Фундаменты промежуточных одностоечных опор ВЛ работают на опрокидывание под действием горизонтальных и вертикальных нагрузок на опору.

Для решения вопроса о способе закрепления опоры в грунте необходимо определить действующий суммарный опрокидывающий момент на уровне поверхности минерального грунта Мо и высоту Но приложения равнодействующей всех горизонтальных нагрузок Рс. Схема внешних нагрузок на опору и расчетная схема представлены на рис.I.

Значения этих величин в общем виде определены по следующим формулам:

$$M_o = 3P_n \cdot (H_3 + h_6) + P_T \cdot (H_T + h_6) + q_o \cdot H \cdot \left(\frac{H}{2} + h_6\right) + 3Q_n \cdot F_n + Q_T \cdot F_T + Q_o \cdot F_o + Q_n \cdot 1{,}5;$$

$$P_c = 3P_n + P_T + q_o \cdot H;$$

$$H_o = \frac{M_o}{P_c}$$

На рис. I и в формулах приняты обозначения:

Рп – нагрузка от давления ветра на провод;

Рт – нагрузка от давления ветра на трос;

q_o – нагрузка от давления ветра на опору;

Q_n – вес провода с гирляндой изоляторов (с гололедом или без гололеда); Q_T – то же троса;

Q_o – вес опоры;

y_o – перемещение фундамента опоры на уровне поверхности минерального грунта;

С – перемещение, вызванное поворотом сваи в грунте на угол ψ;

f – упругий прогиб ствола опоры, определяемый по формулам сопротивления материалов, как для сжато-изогнутого стержня переменного сечения;

h_6 – глубина болота, определяемая в процессе изысканий трассы ВЛ.

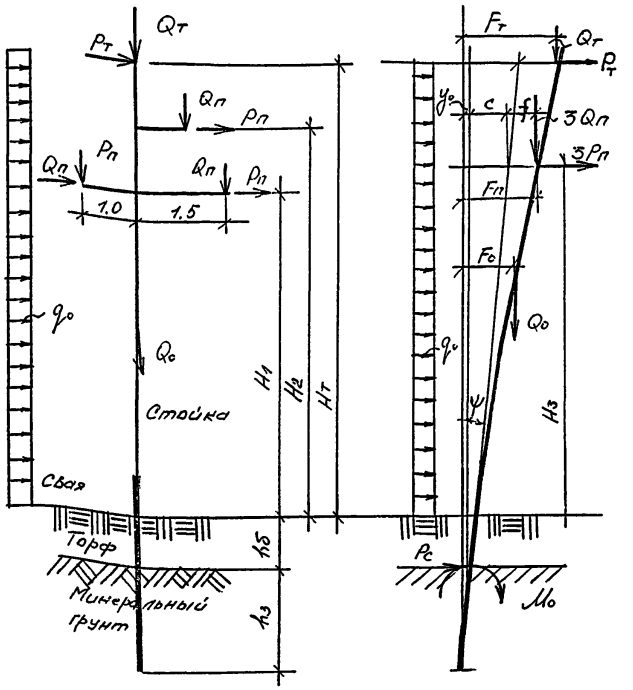


Рис. 1

В результате произведенных систематических расчетов были определены Мо и Но от расчетных нагрузок(в режиме с гололедом и без гололеда).

Значения величин Мо и Но для принятых в проекте типов опор при разных марках проводов во II и III районах по ветру и II районе по гололеду при длинах пролетов, соответствующих маркам проводов, даны в табл.I. (Таблицы помещены в конце пояснительной записки).

2.I.2. Нагрузки аварийного режима работы ВЛ

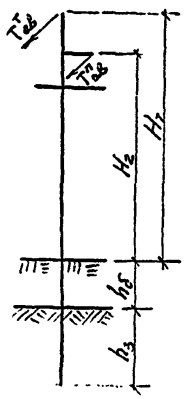
В аварийном режиме промежуточные опоры расчитываются на гори-

зонтальную нагрузку вдоль ВЛ от обрыва одного провода или троса. При этом согласно п.II-5-90 ПУЭ условная нагрузка от тяжения в проводе принята равной $T^{п}_{ав} = 0.3\ T^{п}max$, от тяжения в тросе $T^{т}_{ав} = 0,5\ T^{т}max$.

При этом:

$M_{ав} = T^{п}_{ав} \cdot (H_2 + h_{б})$ или

$M_{ав} = T^{т}_{ав} \cdot (H_т + h_{б})$.



Для разных типов промежуточных опор были определены величины опрокидывающих моментов от расчетных нагрузок аварийного режима работы ВЛ. Результаты расчета приведены в табл.I в графе "аварийный режим".

2.2. Типы закреплений промежуточных опор в талых грунтах

В соответствии с техническим заданием в настоящем проекте приняты свайные закрепления опор в грунтах.

В соответствии с разрешением Госстроя СССР № АЧ-I29-20/7 от 09.0I.86 г. в качестве свай под опоры ВЛ приняты спирально-шовные трубы диаметром 325 мм с толщиной стенки 6 мм по ГОСТ 8696-74. Трубы должны изготавливаться из низколегированной стали класса 45 по ГОСТ I9282-73 или ТУ I4-3-567-76 марки I6I2 АФ-7(I2). Рассмотрен также вариант закрепления промежуточной опоры Пт35-IА на сваях из отработанных бурильных и обсадных труб диаметром I68 мм по ГОСТ 632-80 согласно разрешению Госстроя СССР № АБ-4I45-20/4 от 04.08.8I г.

Промежуточные опоры Пт(ШТ)35-I и Пт(ШТ)35-3 закрепляются с помощью одной сваи из трубы диаметром 325 мм; свая принимается с открытым нижним концом. Закрепление этого типа имеет марку "Т" без указания количества свай.

Промежуточная опора Пт35-IА может закрепляться в грунте в зависимости от нагрузок и вида грунта с помощью одной, двух или трех свай (соответственно в закреплениях марок ТI, Т2 и Т3) из обсадных труб диаметром I68 мм с толщиной стенки не менее 8 мм. Сваи принимаются так же с открытым нижним концом.

В соответствии с этим приняты следующие марки закрепления промежуточных опор:

Т - свайное закрепление на свае из трубы d 325х6;

ТI - то же на одной свае из трубы d I68х8 мм;

Т2 и Т3 - то же соответственно на двух и трех сваях из труб d I68 х 8 мм.

Цифры после обозначения марки означают глубину забивки сваи в минеральный грунт (ниже дна болота) в дециметрах.

Примеры: Т-30 - закрепление на свае из трубы d 325х6, забитой в минеральный грунт на глубину 3,0 м;

Т3-25 - закрепление на трех сваях из труб d I68х8, забитых в минеральный грунт на глубину 2,5 м.

В рассматриваемых грунтовых условиях при наличии болот и распространения слабых водонасыщенных грунтов свайные закрепления являются наиболее простыми, эффективными и экономичными. Эти закрепления выполняются с помощью одной машины (копра) и не требуют выполнения каких-либо земляных работ.

Соединение стойки опоры со сваей d 325 на пикете выполняется следующим образом. Стойка опоры приваренной к ее фланцу гильзой опускается внутрь сваи до упоров на гильзе. После выверки опоры по вертикали и по оси ВЛ гильза и свая по периметру свариваются между собой круговым швом высотой 6 мм.

Стойка опоры Пт35-IА со сваей из трубы d I68 соединяется с ней аналогичным образом. При этом в сваю стойка опускается своей гильзой из трубы d I46, вваренной в нижний конец стойки опоры.

2.3. Общие положения по расчету закрепления промежуточных опор

В соответствии с характером нагрузок на фундамент промежуточной опоры (опрокидывающий момент, горизонтальные и вертикальные нагрузки) расчет свайных закреплений опор в грунтах выполнен по методике, изложенной в приложении к СНиП 2.02.03-85 "Свайные

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

фундаменты" (л.I).

Основным расчетом при определении предельного опрокидывающего момента по грунту в данном случае является расчет по деформациям. При этом допускаемый угол поворота β'' оси сваи в грунте на уровне его поверхности от нормативных нагрузок принят равным 0,02 радиана, от расчетных нагрузок - 0,024 радиана.

Прочностные свойства различных грунтов в этом расчете характеризуются коэффициентом пропорциональности К, значения которого в зависимости от коэффициента пористости e и показателя текучести J_L приведены в табл.3.

Величина предельного (предельнодопускаемого) опрокидывающего момента от расчетных нагрузок Мп(I0) определена систематическими расчетами, в которых высота приложения равнодействующей горизонтальных сил P_c принята равной I0 м над поверхностью минерального грунта.

Значения $M_{п(I0)}$ для закреплений Т, ТI, Т2 и Т3 для всего диапазона рассматриваемых грунтов приведены в табл.4 и 5.

2.4. Подбор закреплений промежуточных опор в талых грунтах

Подбор свайных закреплений выполняется из условия

$$M_o \leq M_{п(I0)} \cdot K_m$$

M_o - действующий на опору опрокидывающий момент на уровне поверхности минерального грунта от расчетных нагрузок в нормальном или аварийном (если последний больше) режиме работы ВЛ, определяемый по табл.I в зависимости от марки опоры, марки провода, района климатических условий и глубины болота;

$M_{п(I0)}$ - предельный опрокидывающий момент по грунту, приведенный в табл.4 или 5.

K_m - коэффициент, учитывающий фактическую высоту приложения суммарной горизонтальной нагрузки Но, определяемую также по табл.I (в знаменателе). Значения K_m в зависимости от величины Но приведены под табл.4.

Расчетный изгибающий момент для сваи из трубы d 325х6 составляет I20 кН.м, сваи из одной трубы d I68х8-5I,2 кН.м, что больше действующих нагрузок на соответствующие закрепления опор, и проверка прочности свай не требуется.

Подбор свайных закреплений в неоднородных основаниях (при напластовании в пределах глубины заделки различных грунтов) следует производить по приведенному грунту в следующем порядке:

I) По прочностным характеристикам К (табл.3) слоев грунта находим средневзвешенный коэффициент пропорциональности $K_{ср}$

$$K_{ср} = \frac{\Sigma K_i \cdot h_i}{\Sigma h_i}$$ где

K_i - коэффициент пропорциональности грунта i -го слоя;

h_i - толщина i -го слоя;

2) По табл.2 по величине $K_{ср}$ находим грунт с наиболее близким значением К.

3) По этому "приведенному" грунту выполняем подбор закрепления, как указано выше.

Примеры подбора закреплений

Пример I.

Исходные данные. Тип опоры Пт35-I^{т}(с тросом). Район по ветру Ш (q = 50 даН/м2). Провод марки АС95/I6. Глубина болота $h_б$ = 3,0 м. Подстилающий грунт - песок пылеватый, e = 0,75.

Решение. По табл.I для опоры Пт35-I^{т} в Ш районе по ветру при $h_б$ = 3 м при проводе АС95/I6 находим Мо = 60,7 кН.м (больше $M_{ав}$ = 57.4 кН.м) и Но = I4.2 м. По табл.4 для песка пылеватого с e = 0.75 находим закрепление с $M_{п(I0)} \geqslant M_o$. Этому условию удовлетворяет закрепление Т-27,5, имеющее $M_{п(I0)}$ = 63.8 кН.м. При этом (при Но = I4.2 м) K_m = I.02.

Условие $M_o \leqslant M_{п(I0)} \cdot K_m$ = 63.8 . I.02 = 65.I кН.м выполняется.

Пример 2.

Исходные данные те же, что в примере I, но подстилающие грунты представлены слоями: песок пылеватый, e = 0.75 - I м; супесь, e = 0.6 - I.5 м; ниже суглинок с J_L = 0.8.

Решение. По табл.2 находим коэффициенты пропорциональности для указанных грунтов: K_I = 825, K_2 = 900, K_3 = 640.

Принимая ожидаемую глубину заделки $h_з$ = 2,75 м (при этом глубина заделки в суглинок составит 2,75-I-I,5=0,25 м) найдем $K_{ср}$:

$$K_{ср} = \frac{825 \cdot I + 900 \cdot I,5 + 640 \cdot 0,25}{I + I,5 + 0,25} = 849$$

В табл.2 грунтом с наиболее близким значением К является песок пылеватый с e = 0.75 (К = 825), который и принимаем в качестве "приведенного" грунта.

Далее подбор закрепления производится, как указано в примере I.

Если фактическая глубина заделки окажется не равной ранее принятой ожидаемой, расчет следует повторить с новой глубиной заделки.

3. ЗАКРЕПЛЕНИЕ СЛОЖНЫХ ОПОР

3.I. Нагрузки на фундаменты сложных опор

К сложным опорам в данном проекте относятся:
концевые опоры КтЗ5-I; ПКтЗ5-I:
анкерные опоры АтЗ5-I; ПАтЗ5-I;
угловые анкерные АУтЗ5-I. ПАУтЗ5-I;
ответвительные АУОтЗ5-I. АУОтЗ5-2.
Эти опоры расчитаны для применения в тех же климатических районах и с теми же марками проводов и тросов. что и промежуточные.

Фундаменты сложных опор приняты свайными; на уровне верха свай предусматривается установка затяжек, благодаря которым горизонтальные нагрузки будут перераспределяться между фундаментами стойки и подкосов.

При одинаковых фундаментах стойки и подкоса горизонтальные нагрузки на них будут одинаковы.

3.I.I. Нагрузки на фундаменты угловых анкерных опор

Нормальный режим работы ВЛ

Основными нагрузками на угловые анкерные опоры в нормальном режиме работы ВЛ являются нагрузки от тяжения проводов.дополнительными – нагрузки от давления ветра на провода и опору.

Эти нагрузки создают вдавливающие усилия в фундаменте подкоса № I и вырывающие-в фундаменте стойки.

Учитывая. что максимальные значения тяжения в проводе и тросе как по П, так и в Ш районе по ветру одинаковы ($T_П$ = I425 даН, $T_Т$ = 870 даН), а нагрузки от тяжения являются определяющими, усилия на фундаменты определены исходя из тяжения и ветровых нагрузок в Ш районе по ветру в режиме максимальных нагрузок (провода покрыты гололедом, $q=0{,}25\,q_{max}$, $T=T_{max}$).

Схема нагрузок на анкерно-угловую опору и на ее фундаменты представлена на рис.3, где приняты следующие обозначения:

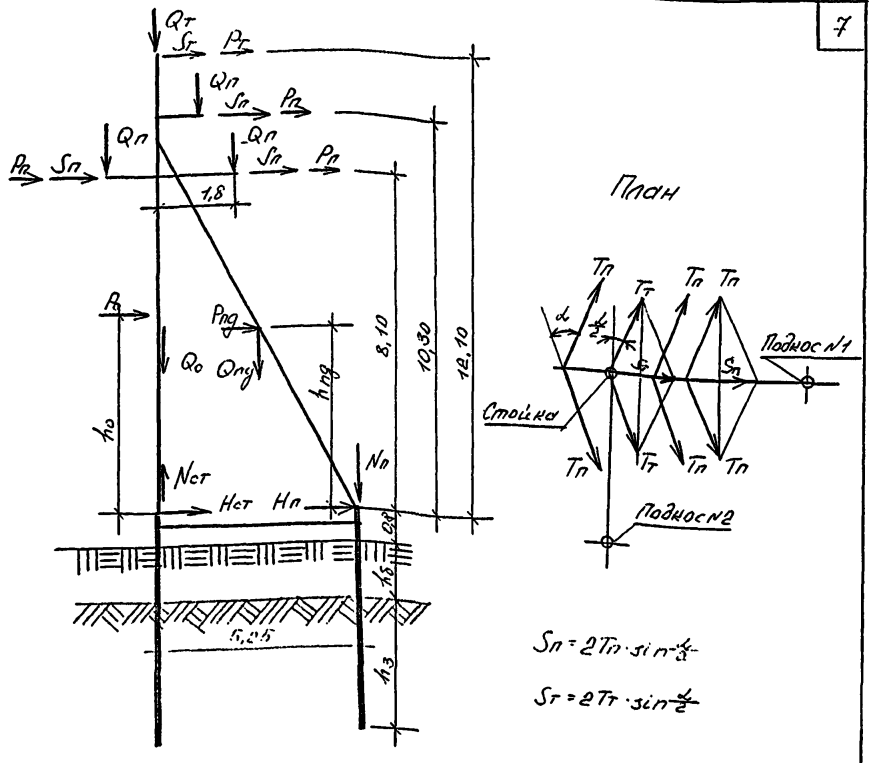


Рис. 3

$P_П, P_Т, q_o, Q_П, Q_Т, Q_o$ – то же. что в п.2.I.I;
α – угол поворота трассы ВЛ;
$T_П$ – тяжение провода;
$T_Т$ – то же троса;
$S_п$ – равнодействующая тяжения провода:
$S_т$ – то же троса;
$Q_{пд}$ – вес подкоса;
$N_{ст}, H_{ст}, N_п, H_п$ – нагрузки на фундамент опоры, ясны из рис.3.

В общем виде нагрузки на фундаменты угловых анкерных опор в нормальном режиме определены по следующим выражениям:

$$N_n = \frac{(2T_n \sin\frac{\alpha}{2} + P_n \cos^2\frac{\alpha}{2})\cdot(2\cdot 8{,}1 + 10{,}3) + (2T_T \sin\frac{\alpha}{2} + P_T \cos^2\frac{\alpha}{2})\cdot 12{,}1 + P_0 h_0 + P_{ng} \cdot h_{ng} + Q_n 1{,}8}{5{,}25} + \frac{Q_{ng}}{2};$$

$$N_{ct} = \frac{(2T_n \sin\frac{\alpha}{2} + P_n \cos^2\frac{\alpha}{2})(2\cdot 8{,}1 + 10{,}3) + (2T_T \sin\frac{\alpha}{2} + P_T \cos^2\frac{\alpha}{2})\cdot 12{,}1 + P_0 h_0 + P_{ng} \cdot h_{ng} - Q_n \cdot 3{,}45}{5{,}25} -$$

$$-2Q_n - Q_T - Q_0 - \frac{2Q_{ng}}{2};$$

$$H_n = H_{ct} = \frac{3\cdot(2T_n \sin\frac{\alpha}{2} + P_n \cos^2\frac{\alpha}{2}) + (2T_T \sin\frac{\alpha}{2} + P_T \cos^2\frac{\alpha}{2}) + P_0 + P_{ng}}{2}$$

Подставляя известные ($T_д$, $T_т$) и найденные расчетом значения входящих в эти выражения величин и преобразуя их, получим:

для опоры с тросом

$$N_n = 18396 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} + 750.7 \cdot \cos^2\frac{\alpha}{2} + 392;$$

$$N_{ct} = 18396 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} + 750.7 \cdot \cos^2\frac{\alpha}{2} - 1060;$$

$$Нп = Нст = 5145 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} + 207 \cdot \cos^2\frac{\alpha}{2} + 29;$$

Для опоры без троса

$$N_n = 14386 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} + 550{,}2 \cdot \cos^2\frac{\alpha}{2} + 383;$$

$$= 14386 \sin\frac{\alpha}{2} + 550.2 \cdot \cos^2\frac{\alpha}{2} - 937;$$

$$Нп = Нст = 4275 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} + 163.5 \cdot \cos^2\frac{\alpha}{2} + 27.$$

Нагрузки на фундаменты угловых опор от расчетных нагрузок при разных углах поворота ВЛ предоставлены в табл.6 в строках "нормальный режим".

Аварийный режим работы ВЛ

В соответствии с п.2-5-92 (Iа и 3) ПУЭ опоры анкерного типа в аварийном режиме расчитываются на обрыв двух проводов или троса. Ветер отсутствует.

Расчет ведем на обрыв двух проводов, так как в этом случае нагрузки имеют большие значения.

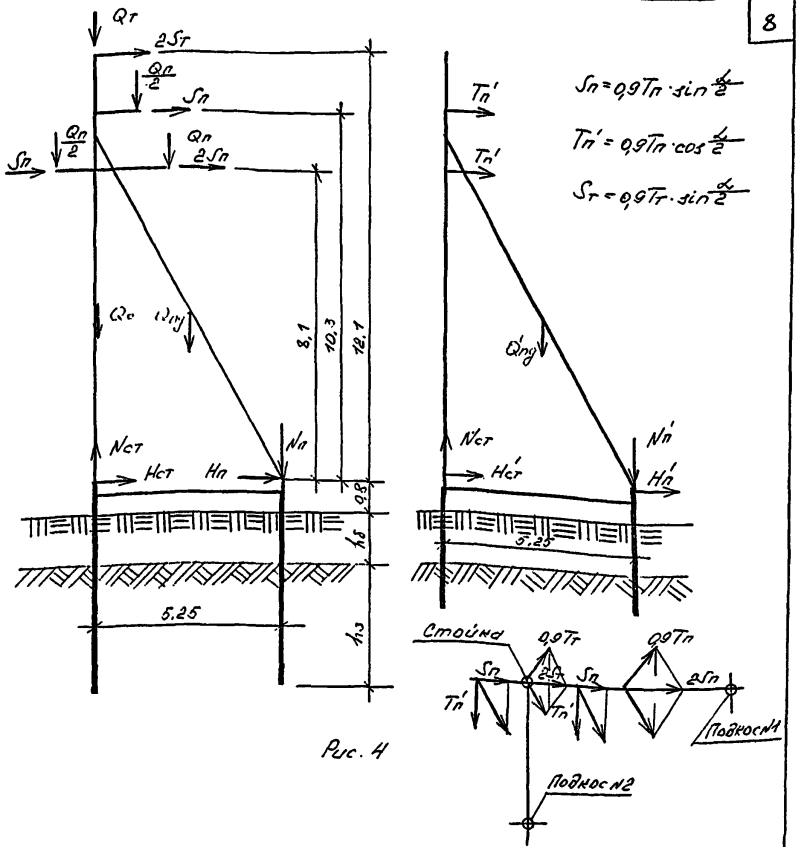


Рис. 4

На рис.4 предоставлена схема нагрузок аварийного режима работы ВЛ при обрыве проводов со стороны противоположной подкосу № 2. В этом случае совместно с горизонтальными нагрузками на фундамент подкоса № 2 действует сжимающая нагрузка, на фундамент стойки - вырывающая.

Нагрузки на фундаменты угловых анкерных опор в аварийном режиме определены по следующим выражениям:

$$N_n=\frac{0,9\,T_n\sin\frac{\alpha}{2}(3\cdot8,1+10,3)+0,9\cdot2\,T_T\sin\frac{\alpha}{2}\cdot12,1+Q_n\cdot1,8}{5,25}+\frac{Q_{ng}}{2};$$

$$N_n'=\frac{0,9\,T_n\cos\frac{\alpha}{2}(8,1+10,3)}{5,25}+\frac{Q_{ng}'}{2};$$

$$N_{cm}=\frac{0,9\,T_n\sin\frac{\alpha}{2}(3\cdot8,1+10,3)+0,9\cdot2\,T_T\sin\frac{\alpha}{2}\cdot12,1+0,9\,T_n\cos\frac{\alpha}{2}(8,1+10,3)-Q_n\cdot3,45}{5,25}-$$

$$-Q_n-Q_T-Q_o-\frac{2Q_{ng}}{2};$$

$$H_n=H_{cT}=\frac{0,9\,T_n\sin\frac{\alpha}{2}\cdot4+0,9\cdot2\,T_T\sin\frac{\alpha}{2}}{2};$$

$$H_n'=H_{cT}'=\frac{2\cdot0,9\,T_n\cos\frac{\alpha}{2}}{2}$$

Подставляя значения и преобразуя эти выражения, получим:

Для опоры с тросом

$N_n = 1206I\cdot\sin\frac{\alpha}{2}+333,$

$N_n' = 4495\cdot\cos\frac{\alpha}{2}+182,$

$N_{cT} = 1206I\cdot\sin\frac{\alpha}{2}+4495\cdot\cos\frac{\alpha}{2}-980,$

$Нп = Нст = 3348\cdot\sin\frac{\alpha}{2},$

$Нп = Нст = 1283\cdot\cos\frac{\alpha}{2}.$

Для опоры без троса

$N_n = 8452\cdot\sin\frac{\alpha}{2}+333,$

$N_n' = 4495\cdot\cos\frac{\alpha}{2}+182,$

$N_{cT} = 8452\cdot\sin\frac{\alpha}{2}+4495\cdot\cos\frac{\alpha}{2}-905,$

$Нп = Нст = 2565\cdot\sin\frac{\alpha}{2},$

$Нп = Нст = 1283\cdot\cos\frac{\alpha}{2}.$

Величина этих нагрузок представлена в табл.6 в строках "аварийный режим" в числителе дробей.

При обрыве проводов со стороны подкоса № 2 вертикальное усилие на его фундамент будет вырывающим, а на фундамент стойки – сжимающим. Величина нагрузок дана там же в знаменателе дробей. Нагрузки определены по выражениям:

Для опоры с тросом

$N_n' = -4495\cdot\cos\frac{\alpha}{2}+182;$

$N_{cT} = 1206I\cdot\sin\frac{\alpha}{2}-4495\cdot\cos\frac{\alpha}{2}-187I.$

Для опоры без троса

$N_n' = -4495\cdot\cos\frac{\alpha}{2}+150;$

$N_{cT} = 8452\cdot\sin\frac{\alpha}{2}-4495\cdot\cos\frac{\alpha}{2}-1594.$

Монтажный режим работы ВЛ

В монтажном режиме опора и ее закрепление в грунте расчитываются на одностороннее тяжение проводов и троса со стороны монтируемого пролета. При этом тяжение в смонтированных проводах согласно п.2-5-93(I) ПУЭ принимается равным $\frac{2}{3}$ Тмакс. Ветровыми нагрузками в данном случае, ввиду их малых величин, можно пренебречь.

Схема нагрузок на опору в монтажном режиме дана на рис.5. (Подкос № 2 следует всегда устанавливать с той стороны, откуда будет производиться монтаж проводов).

Нагрузки монтажного режима определены по следующим выражениям:

$$N_n=\frac{\frac{2}{3}T_n\sin\frac{\alpha}{2}(2\cdot8,1+10,3)+\frac{2}{3}T_T\sin\frac{\alpha}{2}\cdot12,1+Q_n\cdot1,8}{5,25}+\frac{Q_{ng}}{2};$$

$$N_n'=\frac{\frac{2}{3}T_n\cos\frac{\alpha}{2}(2\cdot8,1+10,3)+\frac{2}{3}T_T\cos\frac{\alpha}{2}\cdot12,1}{5,25}+\frac{Q_{ng}'}{2};$$

$$N_{cT}=\frac{\frac{2}{3}T_n\left(\sin\frac{\alpha}{2}+\cos\frac{\alpha}{2}\right)\cdot(2\cdot8,1+10,3)+\frac{2}{3}T_T\left(\sin\frac{\alpha}{2}+\cos\frac{\alpha}{2}\right)\cdot12,1-\frac{1}{2}Q_n\cdot3,45}{5,25}-$$

$$-\frac{2}{2}Q_n\frac{1}{2}Q_T-Q_o-\frac{2Q_{ng}}{2};$$

$$H_n=H_{cT}=\frac{\frac{2}{3}T_n\sin\frac{\alpha}{2}\cdot3+\frac{2}{3}T_T\sin\frac{\alpha}{2}}{2};$$

$$H_n'=H_{cT}'=\frac{\frac{2}{3}T_n\cos\frac{\alpha}{2}\cdot3+\frac{2}{3}T_T\cos\frac{\alpha}{2}}{2}.$$

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

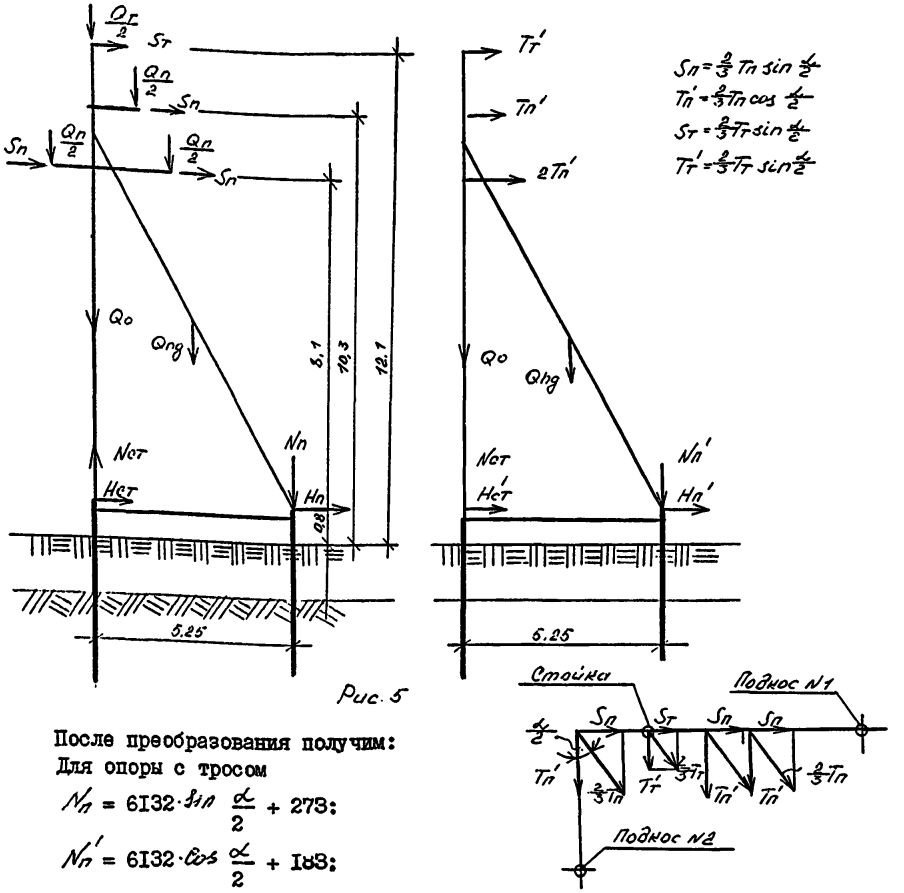


Рис. 5

После преобразования получим:

Для опоры с тросом

$N_n = 6132 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} + 273$;

$N_n' = 6132 \cdot \cos\frac{\alpha}{2} + 183$;

$N_{cr} = 6132 \cdot (\sin\frac{\alpha}{2} + \cos\frac{\alpha}{2}) - 790$;

$Нп = Нст = 1715 \cdot \sin\frac{\alpha}{2}$;

$Нп' = Нст' = 1715 \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$.

Для опоры без троса

$N_n = 4795 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} + 200$;

$N_n' = 4795 \cdot \cos\frac{\alpha}{2} + 183$;

$N_{cr} = 4795(\sin\frac{\alpha}{2} + \cos\frac{\alpha}{2}) - 749$;

$Нп = Нст = 1425 \cdot \sin\frac{\alpha}{2}$;

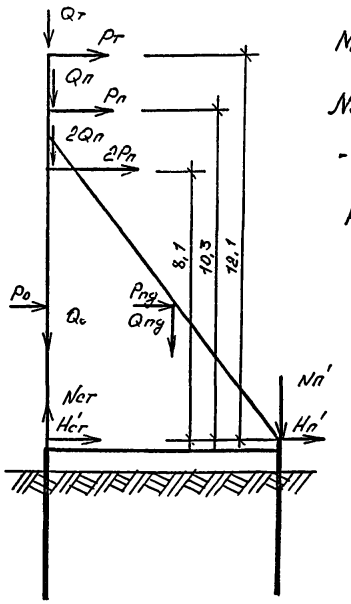
$Нп' = Нст' = 1425 \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$.

В табл.4 в строках "монтажный режим" даны расчетные нагрузки на фундаменты для разных углов поворота ВЛ.

3.1.2. Нагрузки на фундаменты концевых опор

Максимальные нагрузки на фундаменты концевых опор имеют место в нормальном режиме работы ВЛ и создаются в основном нагрузками от тяжения проводов. При максимальном тяжении (гололед, $q = 0.25q$ max).

Нагрузки определены по формулам:



$$N_n' = \frac{T_n \cdot (2 \cdot 8{,}1 + 10{,}3) + T_r \cdot 12{,}1 + P_o \cdot h_o + P_{ng} \cdot h_{ng}}{5{,}25} + \frac{Q_{ng}}{2};$$

$$N_{cr} = \frac{T_n \cdot (2 \cdot 8{,}1 + 10{,}3) + T_r \cdot 12{,}1 + P_o \cdot h_o + P_{ng} \cdot h_{ng}}{5{,}25} - 3Q_n - Q_r - Q_o - \frac{Q_{ng}}{2};$$

$$H_n' = H_{cr}' = \frac{3T_n + T_r + P_o + P_{ng}}{2}.$$

После преобразований будем иметь:

Для опоры с тросом

$N_n' = 5{,}048 Tn + 2{,}305 Tr + 241 = 9440$ даН;

$N_{cr} = 5{,}048 Tn + 2{,}305 Tr - 890 = 8810$ даН;

$Нп = Нст = 1.5 Tn + 0.5 \cdot Tr + 29 = 2602$ даН;

Для опоры без троса

$N_n' = 5.048 \cdot Tn + 231 = 7424$ даН;

$N_{cr} = 5.048 Tn - 830 = 6363$ даН;

$Нп = Нст = 1.5\ Tn + 27 = 2164$ даН.

3.2. Типы закреплений сложных опор в талых грунтах

Согласно техническому заданию в настоящем проекте приняты закрепления сложных опор на сваях из стальных труб d 325х6 мм с закрытым нижним концом. При этом стойка опоры закрепляется внутри сваи также, как стойка промежуточной опоры (см.п.2.2).

Подкос, выполняемый из трубы d I68, нижним концом соединяется со сваей с помощью шарнира через опорную рамку на обечайке, приваренной к верхнему торцу сваи.

Для более равномерного загружения сваи подкоса и сваи стойки горизонтальными нагрузками (в связи с большими горизонтальными нагрузками на сваи подкосов, наличием слабых грунтов оснований и глубоких болот) эти сваи соединены затяжками. Затяжка между сваей стойки и сваей подкоса концевой опоры, а также сваей подкоса № I анкерно-угловой опоры выполнена из уголков; затяжка между сваей стойки и сваей подкоса № 2 – из трубы d I27х7.5, так как последняя должна быть рассчитана и на передачу сжимающего усилия.

В обозначении марок закреплений сложных опор принято:
Т – закрепление на сваях из труб d 325х6 с закрытым нижним концом;
А – опор анкерного типа (сложных опор);
цифра после "А" – количество свай в кусте (при отсутствии цифры – I свая);
цифра после тире – глубина забивки сваи в минеральный грунт (*ниже дна болота*) в дециметрах.

Примеры обозначения: ТА-90 означает закрепление на одной свае, забитой в минеральный грунт на глубину 9.0 м;
ТА2-80 – с помощью куста из двух свай, забитых в минеральный грунт на глубину 8 м.

3.3. Общие положения по расчету закреплений сложных опор

В соответствии с характером нагрузок на фундаменты сложных опор при свайных закреплениях (сжимающая или выдергивающая вертикальная нагрузка, действующая совместно с горизонтальной), расчет свайных закреплений выполнен согласно СНиП 2.02.03-85, а именно: предельные расчетные нагрузки, допускаемые на сваю на сжатие и на вырывание, определены по формулам (2), (8) и (I0) с учетом требований раздела I2, а на действие горизонтальной силы – по приложению I.

При определении расчетной допускаемой горизонтальной нагрузки допускаемый угол поворота сваи в грунте β'' принят равным 0.0I рад, допускаемое горизонтальное перемещение головы сваи-0.I м, что обеспечивает достаточную жесткость опор.

Значения предельной расчетной нагрузки, допускаемой на сваи на вырывание Рв и на сжатие Рс, приведены в табл.7.

Значения предельной расчетной допускаемой горизонтальной нагрузки для разных марок закреплений (при разной глубине забивки свай) даны в табл.8 и 9.

3.4. Подбор закреплений сложных опор в талых грунтах

Подбор свайных закреплений производится поэтапно для стойки и подкосов опоры.

По табл.6 для заданного угла поворота ВЛ и марки опоры находим действующие на фундаменты опоры расчетные нагрузки N и Н.

По табл.8 или 9 по виду грунта находим тип закрепления, имеющий $Рг \geqslant Н$; по табл.7 так же по виду грунта находим глубину забивки свай, при которой соблюдается условие $Рв, (Рс) \geqslant N$. При затруднениях в подборе закрепления по вертикальной или горизонтальной нагрузке (при больших значениях N и Н) следует принимать закрепления с помощью куста из двух свай.

Глубина забивки свай в подстилающий болото грунт должна быть не менее 4.0 м.

Пример подбора закрепления

Исходные данные. Тип опоры АУт35-I. Угол поворота ВЛ $\alpha = 45^{\circ}$. Глубина болота $h_б = 2$ м. Подстилающий грунт – песок пылеватый с коэффициентом пористости $e = 0.8$. Подобрать закрепление.

Решение. По табл.6 находим максимальные значения действующих на фундаменты элементов опоры нагрузок:

стойка – $N_{ст} = 64.9$ кН (вырывание);
$Н_{ст} = I8.0$ кН; $Н'_{ст} = I3.2$ кН;
подкос № I – $N_п = 63.6$ кН (сжатие); $Н_п = I8.0$ кН;
подкос № 2 – $N'_п = 46.2$ кН (сжатие) или $N'_п = -40.0$кН (вырывание);
$Н'_п = I3,2$ кН.

Определение необходимой глубины забивки свай в минеральный грунт основания.

Стойка. По горизонтальной нагрузке Нст = I8.0 кН. По табл.8 для глубины болота $h_б = 2$ м и песка пылеватого с $e = 0.8$ находим: при глубине забивки $h_з = 4.5$ м продольная горизонтальная нагрузка $Рг = I8.4$ кН $> I8.0$ кН. По прочности сваи $Рг = 35.7$ кН $> I8.0$ кН (по последней строке табл.8 при $h_б = 2.0$ м).

По вырывающей нагрузке $N_{ст}$ = 64.9 кН. По табл.7 для песка пылеватого требуемая глубина забивки должна быть 5,5 м

с $P_в = \frac{I}{2}$ (59.0 + 75.I) = 67.05 кН $> N_{ст}$

Таким образом, закрепление стойки можно выполнить по схеме ТА-55.

Подкос № I. По горизонтальной нагрузке Нп = I8.0 кН, как и для стойки, необходима глубина забивки 4,5 м.

По сжимающей нагрузке $N_п$ = 63,6 кН. По табл.7 требуемая глубина забивки сваи в минеральный грунт достаточна 4,0 м, при этом Рс = I24 кН $> N_п$.

Таким образом, для подкоса № I требуется закрепление марки ТА-45.

Подкос № 2. По горизонтальной нагрузке $H'_п$ = I3.2 кН. По табл.8 для данных условий достаточна $h_з$=4.0 м, при этом Рг=I7.6 $> H'_п$.

По сжимающей нагрузке $N'_п$ = 46.2 кН. По табл.7 требуемая глубина забивки достаточна $h_з$ = 4 м при этом Рс = I24 $> N'_п$.

По вырывающей нагрузке $N'_п$ = 40.0 кН. По табл.7, достаточна глубина забивки $h_з$ = 4.0 м с Рв = 43.9 кН $> N'_п$.

Таким образом, для подкоса № 2 требуется закрепление марки ТА-40.

Окончательно принимаем для стойки закрепление марки ТА-55, для подкосов - марки ТА-45.

4. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОПОР В ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Подбор схем закрепления опор в вечномерзлых грунтах производится на те же внешние нагрузки, которые имеют место и в условиях сезоннопромерзающих грунтов.

Исходя из этого, нагрузки на фундаменты промежуточных опор определяются по табл.I и 2, а нагрузки на фундаменты опор подкосного типа - по табл.6 настоящего альбома.

Кроме того, на фундаменты опор в условиях вечномерзлых пучинистых грунтов дополнительно воздействуют повышенные силы морозного пучения грунта, которые необходимо учитывать при решении вопросов закрепления опор.

4.I. Закрепление опор в пластичномерзлых и сыпучемерзлых грунтах

В соответствии с действующими нормами расчет несущей способности фундаментов в пластичномерзлых грунтах выполняется по принципу II (СНиП II-I8-76 п.3.2, 3.9), т.е. с допущением их оттаивания. В связи с этим подбор схем закрепления, глубины погружения фундаментных конструкций в минеральные пластичномерзлые грунты производится так же, как и для условий сезоннопромерзающих грунтов по физико-механическим и прочностным характеристикам этих грунтов в талом состоянии.

При этом в грунтах с температурой в зоне заделки $t_з \geq -0.3^{\circ}C$ глубину заделки фундаментных конструкций следует увеличить против подобранной по таблицам на следующие величины:

на I,0 м в глинистых грунтах при $J_L > 0.5u$ в песках мелких и пылеватых при $G > 0.95$;

на 0,75 м в глинистых грунтах при $0.25 < J_L \leq 0.5u$ в песках мелких и пылеватых при $0.8 < G \leq 0.95$;

на 0.5 м в глинистых грунтах при $J_L \leq 0.25u$ в песках мелких и пылеватых при $G \leq 0.8$.

Это увеличение предусматривается в связи с необходимостью сохранения требуемой прочности (устойчивости) закрепления к концу срока эксплуатации ВЛ при наличии деформаций от пучения.

Сыпучемерзлые грунты, пески средней крупности и крупные, не меняющие своих прочностных свойств при оттаивании и не подверженные пучению, могут использоваться в качестве основания также с допущением их оттаивания. Подбор закреплений в них производится так же, как и для сезоннопромерзающих грунтов по характеристикам в талом состоянии без последующего увеличения глубины заделки на выпучивание.

Погружение свай из труб диаметром 325 мм и I68 мм в пластично-мерзлые грунты должно выполняться, как правило, забивкой в лидерные скважины диаметром соответственно 300 мм и I50 мм, при этом нижний конец сваи d 325 должен быть выполнен в виде конуса. Если по результатам пробных погружений окажется возможной их забивка на расчетную глубину без лидорной скважины, то погружение свай для промежуточных опор целесообразно производить забивкой труб с открытым нижним концом.

При наличии соответствующих механизмов сваи из труб с открытым нижним концом в пластичномерзлые грунты следует погружать вибропогружателем без предварительного бурения скважин.

4.2. Закрепление опор в твердомерзлых грунтах

Закрепление фундаментов опор в твердомерзлых грунтах выполняется по принципу I, т.е. из условия сохранения мерзлого со-

стояния грунта ниже слоя сезонного оттаивания. При этом при определении общей глубины заделки фундамента в грунт должна учитываться расчетная глубина сезонного оттаивания $h_т = h_т^н$, где $h_т^н$ – нормативная глубина сезонного оттаивания.

4.2.I. Типы закрепления опор в твердомерзлых грунтах

Закрепление опор ВЛ в твердомерзлых грунтах по настоящему проекту выполняется принципиально по тем же схемам, что и закрепление их в талых грунтах, то есть на сваях из стальных труб диаметром 325 мм или I68 мм. При этом сваи устанавливаются в пробуренные или сверленые котлованы и после выверки по вертикали и по оси ВЛ заделываются песком крупным или средней крупности с тщательным послойным уплотнением ручными трамбовками или заливаются песчано-глинистым раствором. При наличии необходимого оборудования сваи могут погружаться паровым термомеханическим способом, при котором свая забивается в оттаянную паровой иглой скважину.

Внутренняя полость свай диаметром 325 мм должна быть заполнена песком или местным грунтом.

Обозначение марок закрепления опор в вечномерзлых грунтах принято таким же, что и в сезоннопромерзающих, но с добавлением индекса „м". Примеры обозначения: Тм-35, Там-60.

4.2.2. Общие положения по расчету закреплений в твердомерзлых грунтах

Расчет закреплений опор в твердомерзлых грунтах выполняется в соответствии с требованиями СНиП II-I8-76 (Л.3) из условия недопущения выпучивания фундаментов опор выдергивающими силами морозного пучения, а в опорах подкосного типа-с одновременным воздействием выдергивающих нагрузок нормального режима работы ВЛ.

Силы морозного пучения Тп определены по приложению 5 (Л.3) с учетом глубины сезонного оттаивания $h_т$ для различных по степени пучинистости грунтов.

Сила морозного пучения для принятых в проекте свай определена по выражению:

$$T_п = \tau \cdot П_о \cdot h_т \cdot K_I \cdot K_2$$

где τ – расчетные удельные силы пучения; принимаются по таблице приложения 5 (Л.3):

$П_о$ – периметр сечения сваи или сваи-приставки;

$h_т$ – расчетная глубина сезонного оттаивания;

K_I=0.7 – коэффициент, учитывающий уменьшение сил смерзания с металлическими поверхностями;

K_2=0.7 – то же в связи с устройством противопучинной обмазки.

Значения величин Тп приведены в табл.I0.

Несущая способность свай по прочности заделки на выдергивающую нагрузку обеспечивается силами смерзания поверхности сваи с мерзлым грунтом. При этом напряжения в грунте не должны превышать $R_{см}$ по табл.3 приложения 6 (Л.3).

Несущая способность свай по прочности заделки на выдергивающую нагрузку Рвм определена по выражению:

$$P_{вм} = П_о \cdot h_м \cdot R_{см} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \frac{1}{K_н} + 0{,}9 G_c$$

где G_c – вес сваи; $h_м$ – глубина заделки в мерзлый грунт;

Остальные обозначения те же, что в предыдущей формуле.

Предельное усилие на выдергивание свай по прочности основания Рвм для свай разного сечения и глубины заделки в мерзлый грунт даны в табл.II.

Несущая способность свай на сжатие Рсм обеспечивается как силами смерзания по боковой поверхности свай, так и давлением M на грунт под нижним концом сваи.

Несущая способность Рсм свай определена по формуле:

$$P_{см} = \frac{m}{K_н}\left(R \cdot F + П_о \cdot h_м \cdot R_{см} \cdot K_1 \cdot K_2\right) - 1{,}1 G_c$$

где R – расчетное давление на мерзлые грунты под нижним концом сваи, принимается по табл.I п.6 ($h_м$ = 3-5 м) приложения 6 (Л.3):

F – площадь сечения сваи (нетто):

m = I.I – коэффициент условий работы для буроопускных свай:

Кн = I.2 – коэффициент надежности:

Остальные обозначения указаны выше.

Предельное усилие на сжатие свай по прочности основания Рсм приведено в табл.I2.

4.3. Подбор закреплений промежуточных опор в вечномерзлых грунтах

4.3.I. Подбор закреплений в пластичномерзлых (с $t_м > -0{,}3^0$С) и сыпучемерзлых грунтах

Выполняется так же, как и в талых (сезоннопромерзающих)

грунтах по указаниям п.2.4 настоящей записки по характеристикам грунтов в талом состоянии, при этом глубина заделки свай в пучинистых пластичномерзлых грунтах с температурой в зоне заделки $t_м > -0.3^0C$ увеличивается в соответствии с указаниями п.4.I записки.

4.3.2. Подбор закреплений в пластичномерзлых ($с\ t_м \leqslant -0,3^0C$) и твердомерзлых грунтах

Глубина заделки фундаментов промежуточных опор в вечномерзлый грунт h м (ниже слоя сезонного оттаивания) определяется исходя из соблюдения условия:

$$T_п \leqslant P_{вм}$$

где Тп – сила морозного пучения по табл.I0;
Рвм – предельное (допускаемое) усилие на вырывание по прочности основания определяется по табл.II.

При этом общая глубина заделки в минеральный грунт $h_з$ должна составлять не менее 3.0 м для опор нормального габарита и 3.5 м для повышенных опор.

Пример подбора закрепления

Исходные данные. Опора Пт35-I. Грунты основания глинистые, $J_L = 0,6$; температура в зоне заделки $t_м = -0.5^0C$. Глубина сезонного оттаивания 2.0 м. Глубина болота $h_б = I.0$ м.Торф слабопучинистый. Подобрать закрепление на трубной свае d325.

Решение. По табл.I0 находим силы морозного пучения.Для торфа при $h_б = I$ м Тпт = 40,0 кН. Для грунта Тп гр.=II0,0-65,0=45 кН (сила пучения для слоя грунта, находящегося на глубине от 2.0 до I.0 м, определена как разность между силами пучения при глубине оттаивания 2,0 и I.0 м). Общая сила пучения составляет Тп = 40 + 45 = 85 кН.

По табл.II принимаем закрепление из трубы с глубиной заделки 3,5 м с Рвм = 96 кН > Тп.

Общая глубина заделки в минеральный грунт при этом составит: $h_з = h_{тт} + h_м = I + 3,5 = 4,5$ м > 3,0 м, что соответствует указаниям п.4.3.2.

Окончательно принимаем закрепление марки Тм-45.

4.4. Подбор закреплений сложных опор в вечномерзлых грунтах

4.4.I. Подбор закреплений в пластичномерзлых ($с\ t_м > -0.3^0C$) и сыпучемерзлых грунтах

Выполняется аналогично подбору закреплений опор в сезонномерзающих грунтах по п.3.4 с учетом указаний п.4.3.I.

4.4.2. Подбор закреплений в пластичномерзлых ($с\ t_м \leqslant -0.3^0C$) и твердомерзлых грунтах

Подбор закреплений сложных опор в указанных грунтах заключается в определении требуемой глубины заделки $h_м$ сваи в мерзлый грунт. Подбор выполняется исходя из соблюдения условия: действующая нагрузка должна быть меньше предельной (предельно-допустимой) для принятого типа закрепления.

Подбор производится исходя из соблюдения следующих условий: для вырываемых фундаментов

$$N_в + T_п \leqslant P_{вм}$$

для сжатых фундаментов

$$N_c \leqslant P_{см}$$

с проверкой на вырывание силами пучения

$$Тп - 0.5\,N_c \leqslant Рвм$$

где $N_в$ – расчетная вырывающая нагрузка на фундамент опоры в нормальном режиме работы ВЛ;
N_c – то же, сжимающая; (определяются по табл.4.5);
$P_{вм}$ – предельное усилие на вырывание свай по прочности основания; определяется по табл.II;
$P_{см}$ – то же на сжатие, определяется по табл.I2;
$T_п$ – сила пучения (определяется по табл.I0).

При этом по условиям работы на горизонтальную нагрузку глубина заделки свай в вечномерзлый грунт должна быть не менее 3.0 м при общей глубине заделки в минеральный грунт не менее 4.0 м.

Примеры подбора закреплений

Исходные данные. Опора ПАУт35-I (без троса), угол поворота ВЛ

30°. Грунт основания песок мелкий, G= 0.9; температура в зоне заделки -0.3°С. Глубина сезонного оттаивания I,5 м. С поверхности слой торфа $h_б$ = I.0 м. Торф среднепучинистый. Подобрать закрепление на сваях из труб d.325.

Решение. По табл.6 для этой опоры находим нагрузки на фундаменты. Стойка. $N_{ст}$ = 33,0 кН (вырывание) в нормальном режиме работы ВЛ. Поскольку торф и грунт относятся к одной группе по степени пучения (см.табл.I0), силу пучения принимаем по табл.I0 по $h_т$ = I.5 м: Тп = 7I.3 кН; $N_{ст}$ + Тп = 33,0+7I,3 = I04,3 кН. По табл.II требованию $N_{ст}$ + Тп ⩽ Рвм удовлетворяет закрепление из трубы с глубиной заделки в ВМГ $h_м$ = 5.0 м с Рвм = II3 кН.

При этом глубина заделки в минеральный грунт составит $h_з = h_т - h_б + h_м$ = I,5-I+5,0=5.5 м > 4.0 м, что отвечает требованиям последнего абзаца п.4.4.2.

Подкос № I. $N_п$ = 46.2 кН (сжатие) в нормальном режиме работы ВЛ. Сила пучения та же, что и на сваю стойки, Тп = 7I,3 кН. Проверяем возможность применения сваи из трубы d 325 на вырывающую нагрузку при глубине ее забивки $h_{з\,min}$ = 4.0 м и $h_м = h_з + h_б - h_т$ = 4 + I - I.5 = 3.5 м

$$Тп - 0.5\,N_п = 7I.3 - 0.5 \cdot 46.2 = 48.2 \text{ кН}$$

Для песчаных грунтов при $t_м$ = -0.3°С по табл.II при глубине заделки в ВМГ $h_м$ = 3.5 м, Рвм = 79 кН > 48.2 кН.

По сжимающему усилию $N_п$ при отсутствии сил пучения по табл.I2 находим, что глубина заделки в ВМГ $h_м$ = 3.5 м достаточна.

Подкос № 2. По табл.4 $N'_п$ = I,8 кН (сжатие в нормальном режиме работы ВЛ); $N'_п$ макс. = 48.2 кН (сжатие) в монтажном режиме работы ВЛ; $N'_{пав}$ = -42.0 кН (вырывание) при обрыве проводов со стороны подкоса № 2. Сила пучения будет та же, что и на фундамент стойки Тп = 7I.3 кН.

$$Тп - 0.5\,N'_п = 7I.3 - 0.5 \cdot I.8 = 70.4 \text{ кН}.$$

Учитывая, что эта нагрузка больше, чем $N'_{пав}$ = 42.0 кН, подбор ведем по вырывающему усилию 70.4 кН. По табл.II для сваи d.325 в песчаных грунтах при $t_м$ = -0.3°С достаточна глубина заделки в ВМГ $h_м$ = 3.5 м с Рвм = 79,0 > 70.4 кН. Принимаем $h_м$ = 3.5 м.

Производим проверку по сжимающему усилию $N'_п$ макс.=48,2 кН. По табл.I2 глубина заделки в ВМГ $h_м$ = 3.5 м достаточна, при этом Рсм = 79.0 > 48,2 кН.

Принимаем глубину заделки сваи подкоса № 2 в ВМГ $h_м$ = 3.5 м при общей глубине заделки в минеральный грунт $h_з$=I.5-I+3.5= 4 м. Окончательно принимаем для стойки закрепление марки ТАм-55. для подкосов ТАм-40.

5. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Стальные конструкции фундаментов опор, погружаемые в грунты, должны быть защищены от коррозии путем нанесения защитных покрытий.

Для создания таких покрытий рекомендуется использовать кремнеорганическую эмаль КО-I98 по ТУ 6-02-84I-74. Перед нанесением эмали поверхность очищается от ржавчины пескоструйной обработкой или металлической щеткой. Эмаль наносится в два слоя путем окунания конструкции в корыто с эмалью. Пленка эмали подсыхает в течение I0-I5 мин при положительной температуре воздуха. Работы должны выполняться на производственных базах; на пикете допускается выполнять только восстановление поврежденных участков.

В целях предохранения стальных трубных свай диаметром 325 мм от деформаций при замерзании воды в их полости, а также для улучшения антикоррозионных условий, их внутренние полости должны засыпаться гидрофобным грунтом - песком, пропитанным дизельным топливом.

6. ЗАЩИТА ФУНДАМЕНТОВ ОТ ВЫПУЧИВАНИЯ

При строительстве ВЛ на участках залегания пучинистых грунтов фундаменты опор должны иметь покрытия, обеспечивающие снижение сил смерзания грунта с поверхностью фундамента и уменьшения сил выпучивания.

Стальные трубы, защищенные антикоррозийным покрытием из кремнеорганической эмали КО-I98, дополнительного покрытия не требуют.

Подробные сведения по составу, физико-химическим свойствам, способам нанесения и т.п. эмалей КО-I98 даны в "Рекомендациях по применению кремнийорганических соединений в борьбе с морозным выпучиванием фундаментов" (НИОПС, I974 г.).

7. УКАЗАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

Основным типом закрепления опор в грунтах по данному проекту является свайный с использованием в качестве свай спиральношовных труб диаметром 325 мм.

Для их погружения в грунт следует использовать самоходные копровые установки на базе тракторов или экскаваторов, а так же на автомобилях. Можно рекомендовать копер СП-67 на базе трактора Т-130-1Г-1. копер СА-8 на шасси автомобиля КрАЗ-257К или"Урал-375". В качестве ударной части могут использоваться механические молоты, которые изготавливаются ведомственными заводами или мастерскими, гидромолот СП-70 с массой ударной части 200 кг, дизельмолоты ДМ-58, ДМ-150А, СП-60 с массой ударной части 180-240 кг.Погружение трубных свай методом вдавливания статической нагрузкой не рекомендуется, т.к. погрузить сваю этим методом в грунт на необходимую глубину практически невозможно.

Целесообразно так же использовать вибромолоты ВМ-7у и высокочастотные вибропогружатели ВПП-2А (С-403).

Скважины для погружения свай в вечномерзлых грунтах следует бурить станками ударно-канатного бурения БС-1М, БУ-20-2У,БУ-20-2М с долотами и желонками, усиленными материалами из твердых сплавов. Может быть так же использована буровая машина БМ-801С/802С с глубиной бурения до 8 м и самоходный станок ударновращательного действия УГБХ-150. Диаметр скважины должен быть не менее, чем на 5 см больше наибольшего размера сваи.

Заполнение пазух пробуренных котлованов в условиях твердомерзлых грунтов после установки в них свай следует выполнять песком средней крупности с тщательным послойным уплотнением (ρ = 1.6-1.7 т/м3), в пределах слоя торфа - местным выбуренным грунтом. Песок в пределах слоя вечномерзлого грунта (ниже слоя сезонного оттаивания) для обеспечения смерзания со сваей и стенками скважины при производстве работ в зимнее время и в сухих грунтах необходимо увлажнить из расчета 0.2 м3 воды на 1 м3 песка.

Заполнение пазух скважин может также выполняться заливкой песчано-глинистого раствора. Перед установкой сваи скважина на 1/3 высоты заливается песчано-глинистым раствором с температурой в летний период не ниже 10°С, в зимний период-30 - 40°С.

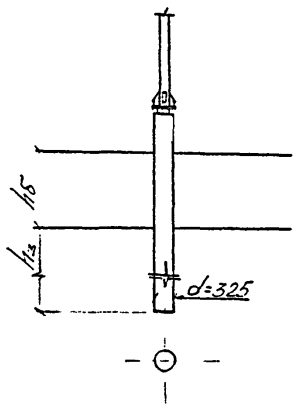
Для приготовления грунтового раствора на 1 часть глины берется 3 - 5 частей мелкого песка. Консистенции раствора принимается по осадке стандартного конуса, которая должна быть в пределах 10-15 см, что соответствует влажности 35-50%.

Свая так же может заливаться песчаным раствором, при этом заливка производится после установки сваи слоями 1-1,5 м с вибрированием. Разрыв во времени между окончанием бурения и установкой сваи в скважину должен быть летом не более трех часов, зимой - не более трех суток. В это время скважина должна быть закрыта переносным щитом.

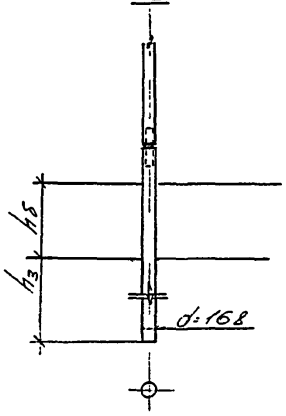
Монтаж проводов ВЛ в районах залегания твердомерзлых грунтов. когда прочность закрепления концевых. угловых и др.опор подкосного типа обеспечивается силами смерзания, следует производить после достижения грунтом в зоне их заделки температур, близких к расчетным (до 0.9 $t_м^о$). В остальных районах монтаж проводов можно выполнять сразу после установки опор.

Схемы закрепления опор в талых грунтах

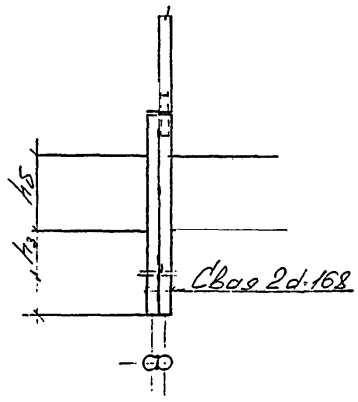
Т



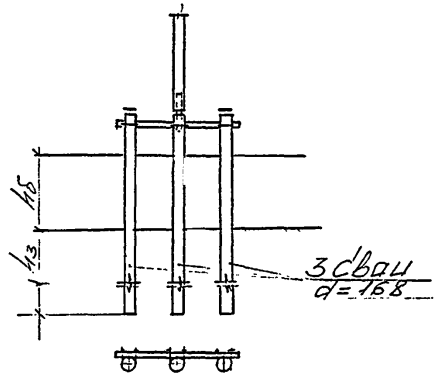
Т1



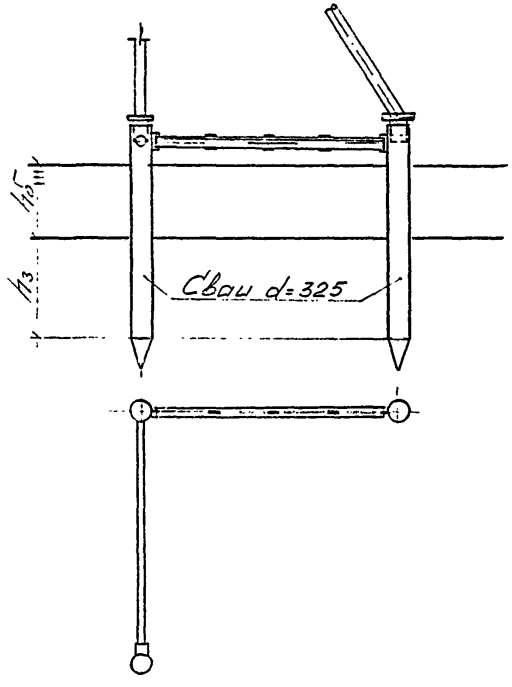
Т2



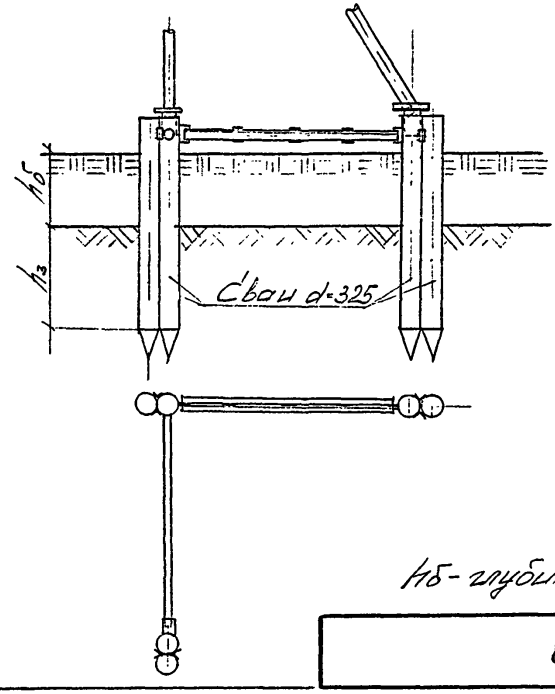
Т3



ТА



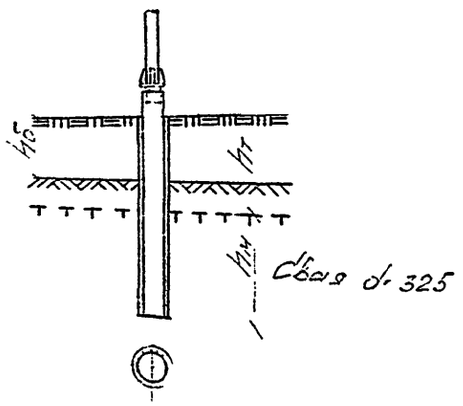
ТА2



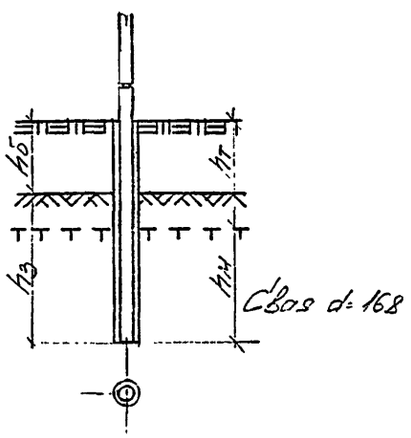
hб - глубина болота (мощность слоя торфа)

Схемы закрепления опор в вечномерзлых грунтах

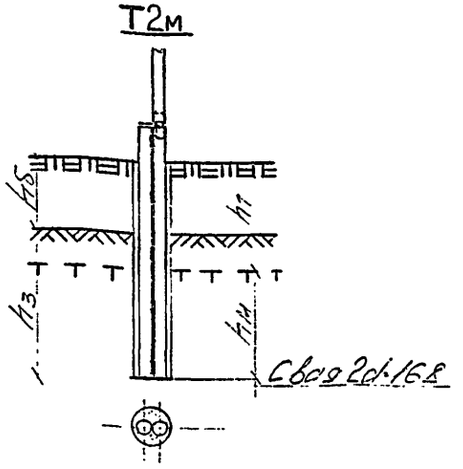
Тм



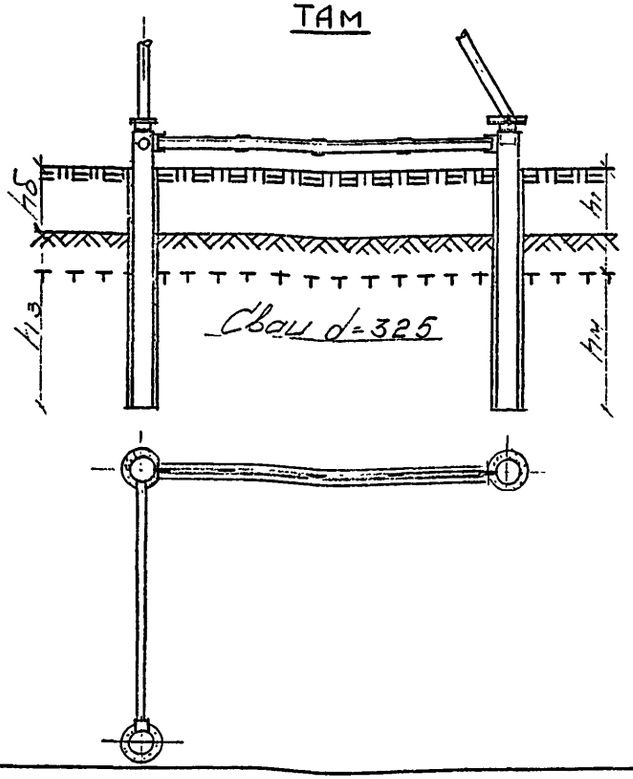
Т1м



Т2м



ТАм



$h_з$ - глубина заделки сваи в минеральный грунт

$h_т$ - мощность слоя сезонного оттаивания

$h_м$ - глубина заделки в вечномерзлый грунт

$h_б$ - глубина болота (мощность слоя торфа)

Таблица I

Марка опоры	Район по ветру	Марка провода	Длина пролета, м	Расчетный опрокидывающий момент Мо, кН.м / Высота приложения равнодействующей Но, м при глубине болота $h_б$, м						
				0	I	2	3	4	5	6
Пт35-I Пт35-IА режим нормальный	II q= 40	АС I20/I9	I25	45.6/I0.9	50.2/I2.0	55.0/I3.I	59.7/I4.3	64.6/I5.4	69.6/I6.6	74.6/I7.8
		АС 95/I6	I35	43.8/I0.8	48.3/II.9	52.8/I3.0	57.5/I4.2	62.2/I5.3	67.0/I6.5	7I.8/I7.7
		АС 70/II	I35	37.8/I0.5	4I.8/II.6	45.8/I2.7	49.9/I3.9	54.0/I5.0	58.2/I6.2	62.5/I7.4
	III q= 50	АС I20/I9	I00	45.0/I0.4	49.7/II.5	54.6/I2.7	59.5/I3.8	64.4/I4.9	69.5/I6.I	74.6/I7.3
		АС 95/I6	II0	43.9/I0.4	48.6/II.5	53.4/I2.6	58.2/I3.7	63.0/I4.9	68.0/I6.0	73.0/I7.2
		АС 70/II	II0	38.3/I0.I	42.5/II.2	46.7/I2.3	5I.0/I3.4	55.3/I4.6	59.8/I5.7	64.3/I6.9
аварийный	-	-	-	4I.I/I2.0	44.5/I3.0	47.9/I4.0	5I.3/I5.0	54.7/I6.0	58.2/I7.0	6I.6/I8.0
ШПт35-I режим нормальный	II q= 40	АС I20/I9	I25	60.3/I3.3	65.6/I4.4	70.9/I5.6	76.4/I6.8	—	—	—
		АС 95/I6	I35	58.0/I3.2	63.I/I4.3	68.3/I5.5	73.6/I6.7	—	—	—
		АС 70/II	I35	50.4/I2.8	55.0/I3.9	59.4/I5.I	64.2/I6.3	—	—	—
	III q= 50	АС I20/I9	I00	60.2/I2.7	65.6/I3.8	7I.2/I5.0	76.8/I6.2	—	—	—
		АС 95/I6	II0	58.9/I2.6	64.2/I3.7	70.0/I4.9	75.2/I6.I	—	—	—
		АС 70/II	II0	5I.7/I2.2	56.5/I3.3	6I.4/I4.5	66.4/I5.7	—	—	—
аварийный	-	-	-	5I.3/I5.0	54.7/I6.0	58.2/ I7.0	6I.6/I8.0	—	—	—
Пт35-I^{т} (с тросом) режим нормальный	II q= 40	АС I20/I9	I00	47.I/II.3	5I.7/I2.4	56.5/I3.5	6I.3/I4.7	66.I/I5.9	7I.I/I7.I	76.2/I8.3
		АС 95/I6	II0	46.7/II.3	5I.4/I2.4	56.I/I3.5	60.8/I4.7	65.7/I5.8	70.6/I7.0	75.6/I8.2
		АС 70/II	II0	4I.7/II.I	45.9/I2.2	50.2/I3.3	54.4/I4.5	58.8/I5.7	63.3/I6.8	67.8/I8.0
	III q= 50	АС I20/I9	80	45.0/I0.8	49.6/II.9	54.3/I3.0	59.0/I4.2	63.9/I5.3	68.8/I6.5	73.8/I7.7
		АС 95/I6	90	46.3/I0.8	5I.0/II.9	55.8/I3.I	60.7/I4.2	65.7/I5.4	70.7/I6.5	75.9/I7.7
		АС 70/II	90	4I.7/I0.7	46.0/II.8	50.4/I2.9	54.9/I4.0	59.4/I5.2	64.0/I6.4	68.7/I7.6
аварийный	-	-	-	47.0/I3.5	50.5/I4.5	54.0/I5.5	57.4/I6.5	60.9/I7.5	64.4/I8.5	67.9/I9.5
ШПТ35-I^{т} (с тросом) режим нормальный	II q = 40	АС I20/I9	I00	6I.8/I3.8	67.I/I4.8	72.5/I6.0	77.9/I7.2	—	—	—
		АС 95/I6	II0	6I.4/I3.7	66.6/I4.8	72.0/I6.0	77.4/I7.2	—	—	—
		АС 70/II	II0	55.0/I3.4	59.8/I4.5	64.6/I5.7	69.5/I6.9	—	—	—
	III q= 50	АС I20/I9	80	60.0/I3.0	65.I/I4.I	70.5/I5.3	76.0/I6.5	—	—	—
		АС 95/I6	90	6I.4/I3.0	66.9/I4.2	72.4/I5.4	78.0/I6.6	—	—	—
		АС 70/II	90	55.6/I2.8	60.6/I3.9	65.7/I5.I	70.8/I6.3	—	—	—
аварийный	-	-	-	57.4/I6.3	60.9/I7.5	64.4/I8.5	67.9/I9.5	—	—	—

Продолжение табл.I

Марка опоры	Район по ветру	Марка провода	Длина пролета, м	Расчетный опрокидывающий момент Мо,кН.м при глубине болота $h_б$, м Высота приложения равнодействующей Но,м						
				0	I	2	3	4	5	6
Пт35-3 режим нормальный	III q= 50	АС I20/I9	I50	66.2/II.4	72.7/I2.5	79.2/I3.6	85.9/I4.7	92.6/I5.9	99.5/I7.I	I06.6/I8.3
		АС 95/I6	I60	63.6/II.3	69.8/I2.4	76.I/I3.5	82.5/I4.6	89.0/I5.8	95.6/I7.0	I02.4/I8.2
		АС 70/II	I60	55.2/II.0	60.7/I2.I	66.2/I3.2	7I.9/I4.3	77.6/I5.5	83.5/I6.6	89.4/I7.8
аварийный		-	-	46.2/I5.0	49.4/I6.0	53.0/I7.0	56.5/I8.0	59.9/I9.0	63.3/20.0	66.7/2I.0
ШТт35-3 режим нормальный	III q= 50	АС I20/I9	I50	86.5/I3.8	93.8/I5.0	I0I.2/I6.I	I08.7/I7.4	—	—	—
		АС 95/I6	I60	83.2/I3.7	90.2/I4.8	97.3/I6.0	I04.5/I7.2	—	—	—
		АС 70/II	I60	72.6/I3.3	78.8/I4.4	85.I/I5.6	9I.5/I6.8	—	—	—
аварийный		-	-	56.5/I8.0	59.9/I9.0	63.3/20.0	66.7/2I.0	—	—	—
Пт35-3^{т} (с тросом) режим нормальный	III q= 50	АС I20/I9	I50	79.9/I2.0	87.4/I3.I	95.0/I4.3	I02.7/I5.4	II0.6/I6.6	II8.7/I7.8	-
		АС 95/I6	I60	78.0/I2.0	85.3/I3.I	92.7/I4.2	I00.2/I5.4	I07.9/I6.6	II5.8/I7.8	-
		АС 70/II	I60	69.5/II.8	76.0/I2.9	82.7/I4.0	89.5/I5.2	96.4/I6.4	I03.4/I7.6	II0.7/I8.8
аварийный		-	-	52.2/I3.5	55.7/I4.5	59.2/I5.5	62.7/I6.5	66.I/I7.5	69.6/I8.5	73.I/I9.5
ШТт35-3^{т} (с тросом) режим нормальный	III q= 50	АС I20/I9	I50	I03.4/I4.6	III.8/I5.8	I20.4/I7.0	-	—	—	—
		АС 95/I6	I60	I00.9/I4.5	I09.I/I5.7	II7.5/I6.9	-	—	—	—
		АС 70/II	I60	90.2/I4.2	97.5/I5.4	I05.I/I6.6	II2.8/I7.8	—	—	—
аварийный		-	-	62.7/I6.5	66.I/I7.5	69.6/I8.5	73.I/I9.5	—	—	—

Таблица 2

Расчетная вертикальная нагрузка, кН, на закрепление				
Марка опоры				
Пт35-I	Пт35-IА	Пт35-I^{т}	ШТ35-I	ШТ35-I^{т}
I6.9	I5.2	I9.6	I8.5	2I.2
Марка опоры				
Пт35-3	Пт35-3^{т}	ШТ35-3	ШТ35-3^{т}	
24.I	27.4	25.7	29.0	

Таблица 3

Характеристика грунта	Коэффициент пористости, e	Показатель текучести, J_L	Коэффициент пропорциональности, К
Пески крупные	0.55	–	3000
	0.65	–	2200
	0.75	–	I400
Пески средней крупности	0.45	–	2400
	0.55	–	2200
	0.65	–	I600
	0.75	–	I200
Пески мелкие	0.55	–	I800
	0.65	–	I600
	0.75	–	I200
	0.80	–	800
Пески пылеватые	0.55	–	I325
	0.65	–	I075
	0.75	–	825
	0.80	–	700

Продолжение таблицы 3

Характеристика грунта	Коэффициент пористости, e	Показатель текучести, J_L	Коэффициент пропорциональности, К
Супеси	–	0	I200
	–	0,2	II00
	–	0,4	I000
	–	0,6	900
	–	0,8	800
	–	I.0	700
	–	I.I	650
Суглинки и глины	–	0	I800
	–	0,2	I560
	–	0,4	I320
	–	0,6	I000
	–	0,7	800
	–	0,8	640
	–	0,9	520
	–	I.0	400

Виды грунтов	Коэффициент пористости, e	Показатель текучести, J_L	Предельный опрокидывающий момент Мп(I0), кН.м, закрепления типа														
			Т-20	Т-22,5	Т-25	Т-27,5	Т-30	Т-32,5	Т-35	Т-37,5	Т-40	Т-45	ТI-30	Т2-30	Т2-35	Т2-40	Т2-45
			Тип свай														
			Свая из трубы d 325 х 6										dI68x8	2 сваи из труб dI68 х 8			
Пески крупные	0.55	-	73.0	97.4	I20.8	-	-	-	-	-	-	-	42.2	70,0	72,7	73.0	73.0
	0.65	-	57.3	79.5	II2.8	-	-	-	-	-	-	-	39.5	65,5	68,0	68.3	68.3
	0.75	-	42.6	6I.6	7I.9	I02.0	II8.9	-	-	-	-	-	-	57,0	59,3	6I.6	6I.9
Пески средней крупности	0.45	-	58,4	92.7	II5.0	-	-	-	-	-	-	-	40.2	66.7	69,3	69.5	69.5
	0.55	-	57.3	79.5	II2.8	-	-	-	-	-	-	-	39.5	65.5	68,0	68.3	68.3
	0.65	-	43.9	63.5	84.7	I05.I	I22.5	-	-	-	-	-	-	58,7	63,4	63.7	63.7
	0.75	-	-	50,0	69.4	79.4	98.5	II4.8	-	-	-	-	-	5I.5	57,4	59,6	59.8
Пески мелкие	0.55	-	45.0	65.2	87.0	I07.9	I25.7	-	-	-	-	-	37.8	60,2	65.I	65.3	65.3
	0.65	-	43.9	63.5	84.7	I05.I	I22.5	-	-	-	-	-	-	58,7	63,4	63.7	63.7
	0.75	-	-	50.0	69.4	79.4	98.5	II4.8	-	-	-	-	-	5I.6	57,4	59,6	59.8
	0.80	-	-	-	45.7	63.4	72.5	89.9	I04.8	II6.4	-	-	-	42,5	50,4	54,5	54,5
Пески пылеватые	0.55	-	-	5I.I	7I.0	I00.7	II7.4	-	-	-	-	-	-	56.3	58,6	60,9	6I.I
	0.65	-	-	48.8	58.I	77,5	96,I	II2.I	I24.4	-	-	-	-	50.3	56,0	58.I	58.4
	0.75	-	-	-	54.7	63,8	90.5	90.5	I05.6	II7.2	-	-	-	42.8	50,7	54,8	54,8
	0.80	-	-	-	44.3	6I.5	70,3	87,2	I0I.7	II2.9	I20.8	-	-	4I.2	48.9	50.9	52.9
Супеси	-	0	-	50,0	69,4	79,4	98.5	II4.8	-	-	-	-	-	5I,6	57,4	59,6	59,8
	-	0,2	-	49.I	68.I	77,9	96,6	II2,6	-	-	-	-	-	50,6	56,3	58,4	58.7
	-	0,4	-	-	57.2	76,2	94,5	II0,2	I22,4	-	-	-	-	49,5	55.I	57,2	57,5
	-	0,6	-	-	55.8	74,4	92,3	I07.7	I07.7	II9.5	-	-	-	48,4	53,9	55,9	56,2
	-	0,8	-	-	45.7	63,4	72.5	89,9	I04.8	II6.4	-	-	-	42,5	50,4	54,5	54,5
	-	I,0	-	-	44,3	6I,5	70,3	87,2	I0I.7	II2.9	I20,8	-	-	4I,2	48,9	50,9	52,9
	-	I.I	-	-	43,6	5I,9	69,2	85,7	I00.0	III.0	III.0	I23.8	-	40,6	48.I	50,I	52,0
Суглинки и глины	-	0	45.0	65,2	87.0	I07.9	I25.7	-	-	-	-	-	37.8	60,2	65.I	65.3	65.3
	-	0.2	43,6	63.I	84.2	I04.5	I2I.8	-	-	-	-	-	-	58,4	63,I	63.I	63.3
	-	0.4	-	5I.I	7I.0	I00.6	II7.3	-	-	-	-	-	-	56.3	58,6	60,8	6I.I
	-	0.6	-	-	57,2	76,2	94,5	II0,2	I22.4	-	-	-	-	49,5	55.I	57,2	57,5
	-	0.7	-	-	45.7	63,4	72.5	89,9	I04.8	II6.4	-	-	-	42,5	50,4	54,5	54,5
	-	0.8	-	-	43,4	5I.7	68,9	85,4	99,7	99.7	II0,6	I23,3	-	40,4	47,9	49,9	5I.9
	-	0.9	-	-	-	49,3	57.5	65,7	8I.5	95.I	I05,6	II2.9	-	-	42,8	47.7	49.5
	-	I.0	-	-	-	-	46.4	6I.9	76.7	76.7	89,5	I06,4	-	-	-	43,2	45,0

Но	I0	I2	I4	I6	I8	20
K_m	I	I.0I	I.02	I.03	I.04	I.05

Виды грунтов	Коэффициент пористости, e	Показатель текучести, J_L	Предельный опрокидывающий момент Мп(I0), кН.м, для закрепления типа Т3 при глубине болота, м													
			0	I.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	0	I.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
			Глубина забивки сваи в минеральный грунт 2,0 м							Глубина забивки сваи в минеральный грунт 2,5 м						
Пески мелкие	0.55	–	68.2	87.0	99.8	I08.3	II3.5	II6.6	II8.3	–	–	–	–	–	–	–
	0.65	–	66.2	84.2	96.6	I04.8	I09.9	II3.0	II4.7	–	–	–	–	–	–	–
	0.75	–	50.6	6I.6	68.9	73.9	77.3	79.5	80.9	–	–	–	–	–	–	–
	0.80	–	–	–	–	–	–	–	–	63.2	8I.8	95.3	I04.5	II0.5	II4.0	II6.0
Пески пылеватые	0.55	–	5I.9	63.2	70.8	75.9	79.3	8I.6	83.0	–	–	–	–	–	–	–
	0.65	–	49.2	59.8	66.9	7I.7	75.0	77.2	78.6	–	–	–	–	–	–	–
	0.75	–	–	–	–	–	–	–	–	63.7	82.5	96.2	I05.5	III.4	II5.0	II7.0
	0.80	–	–	–	–	–	–	–	–	53.5	66.9	76.5	83.I	87.5	90.4	92.2
Супеси	–	0	50.6	6I.6	68.9	73.9	77.3	79.5	80.9	–	–	–	–	–	–	–
	–	0.2	49.5	60.2	67.3	72.2	75.5	77.7	79.I	–	–	–	–	–	–	–
	–	0.4	48.3	58.6	65.6	70.3	73.6	75.8	77.2	–	–	–	–	–	–	–
	–	0.6	4I.6	49.4	54.6	58.I	60.6	62.3	63.5	65.I	84.6	98.6	I08.2	II4.2	II7.8	II9.7
	–	0.8	–	–	–	–	–	–	–	63.2	8I.8	95.3	I04.5	II0.5	II4.0	II6.0
	–	I.0	–	–	–	–	–	–	–	53.5	66.9	76.5	83.I	87.5	90.4	92.2
	–	I.I	–	–	–	–	–	–	–	52.5	65.6	74.9	8I.4	85.8	88.6	90.4
Суглинки и глины	–	0	68.2	87.0	99.8	I08.3	II3.5	II6.6	II8.3	–	–	–	–	–	–	–
	–	0.2	65.7	83.6	95,9	I04.0	I09,2	II2.2	II3.9	–	–	–	–	–	–	–
	–	0.4	5I.8	63.I	70.7	75.8	79.3	8I.5	82.9	–	–	–	–	–	–	–
	–	0.6	48.3	58.6	65.6	70.3	73.6	75.8	77.2	–	–	–	–	–	–	–
	–	0.7	–	–	–	–	–	–	–	63.2	8I.8	95.3	I04.5	II0.5	II4.0	II6.0
	–	0.8	–	–	–	–	–	–	–	52.3	65.3	74.6	8I.0	85.4	88.2	90.0
	–	0.9	–	–	–	–	–	–	–	49.6	6I.7	70.3	76.5	80.6	83.4	85.2
	–	I.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Глубина забивки в минеральный грунт 3,0 м													
			52,8	67,I	78.0	85,6	90,8	94,2	96.3	–						

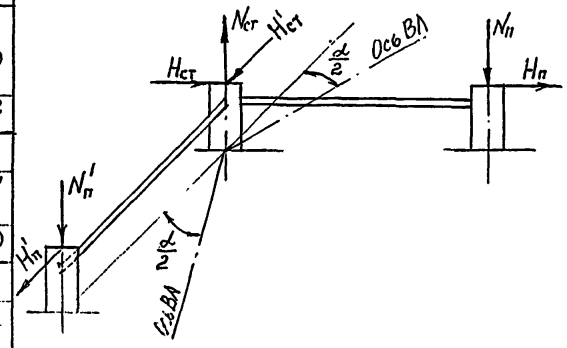
Расчетные нагрузки на фундаменты опор анкерного типа, кН

Таблица 6

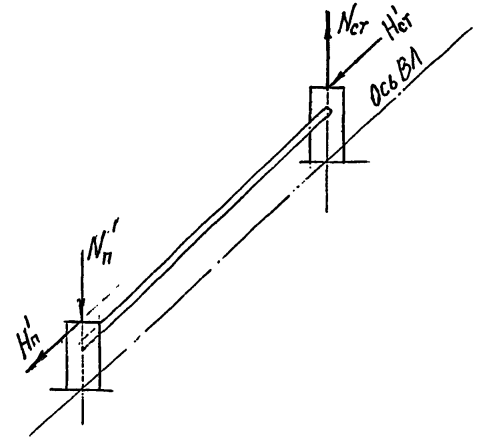
Угол поворота ВЛ α°	Режим	Вид опоры									
		Без грозозащитного троса					С грозозащитным тросом				
		$N_{ст}$	$N_п$	$N_п'$	$H_{ст}=H_п$	$H_{ст}'=H_п'$	$N_{ст}$	$N_п$	$N_п'$	$H_{ст}=H_п$	$H_{ст}'=H_п'$
0	нормальный	-3,9	9,4	I,9	I,9	0	-3,I	II,5	I,9	-	0
	аварийный	36,0 / -60,9	I,9	46,8 / -43,5	0	I2,9	35,2 / -63,7	3,4	46,8 / -43,2	-	I2,9
	монтажный	40,5	I,2	49,8	0	I4,3	53,5	2,8	63,2	-	I7,2
I5	нормальный	I4,9	28,I	I,9	7,5	0	20,8	35,3	I,9	9,I	0
	аварийный	46,6 / -49,5	I4,2	46,4 / -43,I	8,4	I2,8	50,6 / -47,6	I9,I	46,4 / -42,8	5,6	I2,7
	монтажный	46,8	8,8	49,4	I,9	I4,2	60,9	I0,8	62,7	2,8	I7,0
30	нормальный	33,0	46,2	I,9	I2,9	0	44,0	58,6	I,9	I5,6	0
	аварийный	56,3 / -37,5	25,0	45,3 / -42,0	6,7	I2,4	64,9 / -30,9	34,6	45,3 / -4I,6	II,0	I2,4
	монтажный	5I,3	I4,4	48,2	8,7	I3,8	67,2	I8,6	6I,I	4,5	I6,6
45	нормальный	50,4	63,6	I,9	I8,0	0	66,2	80,8	I,9	2I,8	0
	аварийный	64,9 / -25,2	35,5	43,4 / -40,0	9,9	II,9	77,9 / -I4,I	49,5	43,4 / -39,8	I6,3	II,9
	монтажный	55,2	20,4	46,2	5,5	I3,2	72,3	26,2	58,5	6,6	I5,9
60	нормальный	66,7	79,9	I,9	22,9	0	87,I	I0I,6	I,9	27,6	0
	аварийный	72,2 / -I2,6	45,4	40,8 / -37,5	I2,9	II,I	89,5 / 2,7	63,7	40,8 / -37,2	2I,2	II,I
	монтажный	58,I	26,0	43,4	7,2	I2,4	75,9	33,4	55,0	8,6	I4,9
Анкерная 0	нормальный	-3,9	-	I,9	-	0	-3,I	-	I,9	-	0
	аварийный	36,0 / -60,9	-	46,8 / -43,5	-	I2,9	35,2 / -63,7	-	46,8 / -43,2	-	I2,9
	монтажный	40,5	-	49,8	-	I4,3	54,9	-	63,2	-	I7,2
0	концевой, норм.	63,7	-	74,3	-	2I,7	88,I	-	94,4	-	26,0

Схемы нагрузок

Анкерно-угловая опора



Концевая и анкерная опора



1. В таблицах даны нагрузки на фундаменты нормальных опор на уровне 0,8 м выше поверхности земли. Для повышенных опор эти нагрузки имеют место на высоте 3,8 м от поверхности земли.
2. При промежуточных значениях угла поворота ВЛ нагрузки следует принимать по интерполяции.
3. Нагрузки на фундаменты ответвительных анкерных опор АУОт35-I(2) в сторону ответвления принимать по нагрузкам для концевой опоры, вдоль магистрали - по нагрузкам анкерно-угловых опор.
4. В знаменателе дробей указаны аварийные нагрузки, возникающие при обрыве проводов со стороны подкоса № 2.
5. Знак (-) означает, что нагрузка имеет направление обратное указанному на схеме.

Виды грунтов		Предельная вертикальная нагрузка для свай, кН, при глубине забивки в минеральный талый грунт, м												
		4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	I0.0	II.0	I2.0	8.0	9.0	I0.0	II.0	I2.0
		d 325 x 6 с закрытым нижним концом									две опоры d 325х6 с закр.нижн.концом				
на вырывание, Рв															
Пески	крупные и средней крупности	88.0	II6.6	I46.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	мелкие	62.2	82.9	I04.7	I27.2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	пылеватые	43.9	59.0	75.I	92.0	I24.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Супеси, суглинки, глины	$J_L \leq 0.2$	II2.I	I48.6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.3$	79.0	I05.4	I33.I	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.4$	68.3	92.I	II7.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.5$	55.7	75.3	96.2	II7.8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.6$	39.7	54.0	69.2	85.0	III.7	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.7$	–	3I.9	40.9	49.9	64.7	74.7	84.6	94.5	I04.9	I08.5	–	–	–	–
	$J_L = 0.8$	–	–	36.0	43.4	55.6	63.7	7I.8	80.0	88.I	93.6	I07.0	–	–	–
	$J_L = 0.9$	–	–	–	37.7	48.4	55.5	62.7	69.9	77.I	8I.7	93.8	I02.9	II5.0	
	$J_L = I.0$	–	–	–	3I.5	40.6	46.9	53.2	59.5	65.8	69.0	79.6	90.2	I0I.0	III.0
на сжатие, Рс															
пески	крупные	5I5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	средней крупности	302	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	мелкие	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	пылеватые	I24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Супеси, суглинки, глины	$J_L \leq 0.2$	338	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.3$	224	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.4$	I59	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.5$	I24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.6$	85.9	I0 5	I2I	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.7$	6I.8	7I.6	79.0	89.3	99.6	II0	I20	–	–	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.8$	56.5	65.0	70.6	79.I	87.5	96.0	I04	II3	II8	–	–	–	–	–
	$J_L = 0.9$	49.9	57.5	65.I	69.7	77.3	84.9	92.5	I00	I05	–	–	–	–	–
	$J_L = I.0$	46.3	52.5	56.2	62.9	69.6	76.2	79.9	86.6	93.3	–	–	–	–	–

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Предельная горизонтальная нагрузка Рг, кН, на закрепления марки ТА

Таблица 8

Вид опор			Нормальные					Повышенные		Нормальные					Повышенные	
Глубина болота, м			0	1.0	2.0	3.0	4.0	0	1.0	0	1.0	2.0	3.0	4.0	0	1.0
Сечение сваи, мм			Свая из трубы d 325 х 6													
Глубина забивки свай в минеральный грунт, м			4.0							4.5						
Виды грунтов	e	J_L	Предельная горизонтальная нагрузка, кН													
Пески крупные	055	-	58.9	38.1	28.2	22.3	18.5	22.3	18.5	59.4	38.4	28.3	22.4	18.6	22.4	18.6
	065	-	53.5	35.0	26.0	20.7	17.2	20.7	17.2	53.9	35.2	26.2	20.8	17.3	20.8	17.3
	075	-	43.8	29.4	22.1	17.7	14.8	17.7	14.8	46.3	30.9	23.2	18.5	15.4	18.5	15.4
Пески средней крупности	045	-	55.0	35.9	26.6	21.1	17.5	21.1	17.5	55.4	36.1	26.8	21.3	17.6	21.3	17.6
	055	-	53.5	35.0	26.0	20.7	17.2	20.7	17.2	53.9	35.2	26.2	20.8	17.3	20.8	17.3
	065	-	45.8	30.5	22.9	18.3	15.3	18.3	15.3	48.3	32.0	24.0	19.1	15.9	19.1	15.9
	075	-	41.7	28.2	21.3	17.1	14.3	17.1	14.3	44.1	29.6	22.2	17.8	14.9	17.8	14.9
Пески мелкие	055	-	50.2	33.1	24 7	19.7	16.4	19.7	16.4	50.2	33.1	24.7	19.7	16.4	19.7	16.4
	065	-	45.8	30.5	22.9	18.3	15.3	18.3	15.3	48.3	32 0	24.0	19.1	15.9	19.1	15.9
	075	-	41.7	28.2	21.3	17.1	14.3	17.1	14.3	44.1	29.6	22.2	17.8	14.9	17.8	14.9
	080	-	34.7	23.9	18.2	14.7	12.4	14.7	12.4	36.6	25.1	19.1	15.4	12.9	15.4	12.9
Пески пылеватые	055	-	43.1	29.0	21.8	17.5	14.6	17.5	14.6	45.5	30.4	22.8	18.3	15.2	18.3	15.2
	065	-	40.2	27.3	20.7	16.6	13.9	16.6	13.9	42.6	28.7	21.6	17.3	14.5	17.3	14.5
	075	-	35.0	24.1	18.4	14.9	12.5	14.9	12.5	36.9	25.3	19.3	15.5	13.0	15.5	13.0
	080	-	33.2	23.0	17.6	14.3	12.0	14.3	12.0	35.0	24.1	18.4	14.9	12.5	14.9	12.5
Супеси	-	0	41.7	28.2	21.3	17.1	14.3	17.1	14.3	44.1	29.6	22.2	17.8	14.9	17.8	14.9
	-	0.2	40.6	27.5	20.8	16.7	14.0	16.7	14.0	42.9	28.9	21.7	17.4	14.6	17.4	14.6
	-	0.4	39.3	26.7	20.3	16.3	13.7	16.3	13.7	41.6	28.1	21.2	17.0	14.2	17.0	14.2
	-	0.6	36.0	24.7	18.8	15.2	12.7	15.2	12.7	38.0	26.0	19.7	15.9	13.3	15.9	13.3
	-	0.8	34.7	23.9	18.2	14.7	12.4	14.7	12.4	36.6	25.1	19.1	15.4	12.9	15.4	12.9
	-	1.0	33.2	23.0	17.6	14.3	12.0	14.3	12.0	35.0	24.1	18.4	14.9	12.5	14.9	12.5
	-	1.1	29.8	20.9	16.0	13.0	11.0	13.0	11.0	34.2	23.6	18.1	14.6	12.3	14.6	12.3
Суглинки и глины	-	0	50.2	33.1	24.7	19.7	16.4	19.7	16.4	50.2	33.1	24.7	19.7	16.4	19.7	16.4
	-	0.2	45.4	30.3	22.8	18.2	15.2	18.2	15.2	48.0	31.8	23.8	19.0	15.8	19.0	15.8
	-	0.4	43.0	28.9	21.8	17.5	14.6	17.5	14.6	45.5	30.4	22.8	18.3	15.2	18.3	15.2
	-	0.6	39.3	26.7	20.3	16.3	13.7	16.3	13.7	41.6	28.1	21.2	17.0	14.2	17.0	14.2
	-	0.7	34.7	23.9	18.2	14.7	12.4	14.7	12.4	36.6	25.1	19.1	15.4	12.9	15.4	12.9
	-	0.8	29.7	20.8	16.0	13.0	10.9	13.0	10.9	34.0	23.5	18.0	14.6	12.2	14.6	12.2
	-	0.9	27.7	19.5	15.1	12.3	10.4	12.3	10.4	30.1	21.1	16.2	13.2	11.1	13.2	11.1
	-	1.0	22.5	16.1	12.6	10.3	-	10.3	-	27.6	19.5	15.1	12.3	10.4	12.3	10.4
[Pr] по прочности сваи			125	55.6	35.7	26.3	20.8	26.3	20.8	125	55.6	35.7	26.3	20.8	26.3	20.8

Предельная горизонтальная нагрузка Рг, кН, на закрепление марки ТА

Продолжение табл.8

Вид опор			Нормальные					Повышенные		Нормальные					Повышенные	
Глубина болота, м			0	I,0	2,0	3,0	4,0	0	I,0	0	I,0	2,0	3,0	4,0	0	I,0
Сечение сваи, мм			Свая из трубы d 325 х 6													
Глубина забивки свай в минеральный грунт, м			5,0							5,5 и более						
Виды грунтов	e	J_L	Продольная горизонтальная нагрузка, кН													
Пески крупные	055		59,4	39,4	28,3	22,4	18,6	22,4	18,6	59,4	39,4	28,3	22,4	18,6	22,4	18,6
	065	-	53,9	35,2	26,2	20,8	I7,3	20,8	I7,3	53,9	35,2	26,2	20,8	I7,3	20,8	I7,3
	075	-	46,7	3I,I	23,3	I8,6	I5,5	I8,6	I5,5	46,7	3I,I	23,3	I8,6	I5,5	I8,6	I5,5
Пески средней крупности	045	-	55,4	36,I	26,8	2I,3	I7,6	2I,3	I7,6	55,4	36,I	26,8	2I,3	I7,6	2I,3	I7,6
	055	-	53,9	35,2	26,2	20,8	I7,3	20,8	I7,3	53,9	35,2	26,2	20,8	I7,3	20,8	I7,3
	065	-	48,8	32,3	24,I	I9,2	I6,0	I9,2	I6,0	48,8	32,3	24,I	I9,2	I6,0	I9,2	I6,0
	075	-	44,5	29,8	22,4	I7,9	I4,5	I7,9	I4,5	44,5	29,8	22,4	I7,9	I4,5	I7,9	I4,5
Пески мелкие	055	-	50,6	33,3	24,9	I9,8	I6,5	I9,8	I6,5	50,6	33,3	24,9	I9,8	I6,5	I9,8	I6,5
	065	-	48,8	32,3	24,I	I9,2	I6,0	I9,2	I6,0	48,8	32,3	24,I	I9,2	I6,0	I9,2	I6,0
	075	-	44,5	29,8	22,4	I7,9	I4,5	I7,9	I4,5	44,5	29,8	22,4	I7,9	I4,5	I7,9	I4,5
	080	-	38,7	26,4	20,0	I6,I	I3,5	I6,I	I3,5	39,0	26,5	20,I	I6,2	I3,6	I6,2	I3,6
Пески пылеватые	055	-	45,9	30,6	23,0	I8,4	I5,3	I8,4	I5,3	45,9	30,6	23,0	I8,4	I5,3	I8,4	I5,3
	065	-	42,6	28,7	2I,6	I7,3	I4,5	I7,3	I4,5	42,9	28,9	2I,7	I7,4	I4,6	I7,4	I4,6
	075	-	39,I	26,6	20,2	I6,2	I3,6	I6,2	I3,6	39,4	26,8	20,3	I6,3	I3,7	I6,3	I3,7
	080	-	37,0	25,4	I9,3	I5,6	I3,0	I5,6	I3,0	37,0	25,4	I9,3	I5,6	I3,0	I5,6	I3,0
Супеси	-	0	44,5	29,8	22,4	I7,9	I4,9	I7,9	I4,9	44,5	29,8	22,4	I7,9	I4,9	I7,9	I4,9
	-	0,2	42,9	28,9	2I,7	I7,4	I4,6	I7,4	I4,6	43,2	29,I	2I,9	I7,5	I4,6	I7,5	I4,6
	-	0,4	4I,6	28,I	2I,2	I7,0	I4,2	I7,0	I4,2	4I,9	28,3	2I,3	I7,I	I4,3	I7,I	I4,3
	-	0,6	40,2	27,3	20,6	I6,6	I3,9	I6,6	I3,9	40,5	27,5	20,8	I6,7	I3,9	I6,7	I3,9
	-	0,8	38,7	26,4	20,0	I6,I	I3,5	I6,I	I3,5	39,0	26,5	20,I	I6,2	I3,6	I6,2	I3,6
	-	I,0	37,0	25,4	I9,3	I5,6	I3,0	I5,6	I3,0	37,0	25,4	I9,3	I5,6	I3,0	I5,6	I3,0
	-	I,I	36,I	24,8	I8,9	I5,3	I2,8	I5,3	I2,8	36,I	24,8	I8,9	I5,3	I2,8	I5,3	I2,8
Суглинки и глины	-	0	50,6	33,3	24,9	I9,8	I6,5	I9,8	I6,5	50,6	33,3	24,9	I9,8	I6,5	I9,8	I6,5
	-	0,2	48,4	32,0	24,0	I9,I	I5,9	I9,I	I5,9	48,4	32,0	24,0	I9,I	I5,9	I9,I	I5,9
	-	0,4	45,9	30,6	22,9	I8,4	I5,3	I8,4	I5,3	45,9	30,6	22,9	I8,4	I5,3	I8,4	I5,3
	-	0,6	4I,6	28,I	2I,2	I7,0	I4,2	I7,0	I4,2	4I,9	28,3	2I,3	I7,I	I4,3	I7,I	I4,3
	-	0,7	39,7	26,4	20,0	I6,I	I3,5	I6,I	I3,5	39,0	26,5	20,I	I6,2	I3,6	I6,2	I3,6
	-	0,8	36,0	24,7	I8,8	I5,2	I2,8	I5,2	I2,8	36,0	24,7	I8,8	I5,2	I2,8	I5,2	I2,8
	-	0,9	3I,7	22,2	I7,0	I3,8	II,6	I3,8	II,6	33,6	23,3	I7,8	I4,4	I2,I	I4,4	I2,I
	-	I,0	29,I	20,5	I5,8	I2,9	I0,9	I2,9	I0,9	30,8	2I,6	I6,6	I3,5	II,4	I3,5	II,4
[Рг] по прочности сваи			I25	55,6	35,7	26,3	20,8	26,3	20,8	I25	55,6	35,7	26,3	20,8	26,3	20,8

Предельная горизонтальная нагрузка Рг, кН, на закрепление марки ТА2

Таблица 9

Вид опор			Нормальные					Повышенные		Нормальные				Повышенные		Нормальные		Повышенные	
Глубина болота, м			0	I.0	2.0	3.0	4.0	0.0	I.0	I.0	2.0	3.0	4.0	0	I.0	3.0	4.0	0.0	I.0
Сечение сваи, мм			Две сваи из труб ⌀ 325 х 6																
Глубина забивки свай в минеральный грунт, м			4.0							5.0						6.0 и более			
Виды грунтов	e	J_L	Предельная горизонтальная нагрузка, кН																
Пески крупные	0.55	-	-	-	-	36.I	26.2	36.I	26.2	-	-	-	27.0	-	27.0	-	27.0	-	27.0
	0.65	-	-	-	4I.5	33.4	24.9	33.4	24.9	-	-	-	25.6	-	25.6	-	25.7	-	25.7
	0.75	-	-	-	35.2	28.5	22.4	28.5	22.4	-	-	-	23.8	-	23.8	-	23.9	-	23.9
Пески средней крупности	0.45	-	-	-	42.5	34.I	25.3	34.I	25.3	-	-	-	26.0	-	26.0	-	26.I	-	26.I
	0.55	-	-	-	4I.5	33.4	24.9	33.4	24.9	-	-	-	25.6	-	25.6	-	25.7	-	25.7
	0.65	-	-	-	36.5	29.5	22.9	29.5	22.9	-	-	-	24.3	-	24.3	-	24.4	-	24.4
	0.75	-	-	-	3I.4	25.5	20.8	25.5	20.8	-	-	29.9	23.I	29.9	23.I	-	23.2	-	23.2
Пески мелкие	0.55	-	-	-	37.6	30.4	23.4	30.4	23.4	-	-	-	24.8	-	24.8	-	24.9	-	24.9
	0.65	-	-	-	36.5	29.5	22.9	29.5	22.9	-	-	-	24.3	-	24.3	-	24.4	-	24.4
	0.75	-	-	-	3I.4	25.5	20.8	25.5	20.8	-	-	29.9	23.I	29.9	23.I	-	23.2	-	23.2
	0.80	-	-	32.2	25.I	20.6	I7.8	20.6	I7.8	-	-	25.8	20.8	25.8	20.8	27.0	2I.4	27.0	2I.4
Пески пылеватые	0.55	-	-	-	32.2	26.2	2I.2	26.2	2I.2	-	-	30.7	23.5	30.7	23.5	-	23.6	-	23.6
	0.65	-	-	39.4	30.4	24.8	20.3	24.8	20.3	-	-	27.9	22.0	27.9	22.0	-	22.8	-	22.8
	0.75	-	-	32.6	25.3	20.7	I7.9	20.7	I7.9	-	32.0	26.0	20.9	26.0	20.9	27.2	2I.6	27.2	2I.6
	0.80	-	-	3I.0	24.2	I9.9	I7.3	I9.9	I7.3	-	30.6	24.9	20.2	24.9	20.2	26.0	20.9	*26.0*	20.9
Супеси	-	0	-	-	3I.4	25.5	20.8	25.5	20.8	-	-	29.9	23.I	29.9	23.I	-	23.2	-	23.2
	-	0.2	-	39.7	30.6	24.9	20.4	24.9	20.4	-	-	28.0	22.I	28.0	22.I	29.4	22.9	29.4	22.9
	-	0.4	-	38.6	29.8	24.3	20.0	24.3	20.0	-	-	27.3	2I.7	27.3	2I.7	28.7	22.5	28.7	22.5
	-	0.6	-	33.4	25.9	2I.2	I8.0	2I.2	I8.0	-	32.7	26.6	2I.3	26.6	2I.3	27.8	2I.9	27.8	2I.9
	-	0.8	-	32.3	25.I	20.6	I7.4	20.6	I7.4	-	3I.7	25.8	20.8	25.8	20.8	27.0	2I.5	27.0	2I.5
	-	I.0	-	3I.0	24.2	I9.9	I6.9	I9.9	I6.9	-	30.6	24.9	20.2	24.9	20.2	26.I	20.9	26.I	20.9
	-	I.I	-	30.3	23.7	I9.5	I6.5	I9.5	I6.5	-	29.9	24.5	20.0	24.5	20.0	25.6	20.6	25.6	20.6
Суглинки и глины	-	0	-	-	37.6	30.4	23.4	30.4	23.4	-	-	33.2	24.8	33.2	24.8	-	24.9	-	24.9
	-	0.2	-	-	36.2	29.3	22.8	29.3	22.8	-	-	32.0	24.2	32.0	24.2	-	24.3	-	24.3
	-	0.4	-	-	32.2	26.I	2I.2	26.I	2I.2	-	-	30.7	23.5	30.7	23.5	-	23.6	-	23.6
	-	0.5	-	38.6	29.8	24.3	20.0	24.3	20.0	-	33.7	27.3	2I.7	27.3	2I.7	28.7	22.5	28.7	22.5
	-	0.7	-	32.2	25.I	20.6	I7.4	20.6	I7.4	-	3I.7	25.8	20.8	25.8	20.8	27.0	2I.5	27.0	2I.5
	-	0.8	-	30.2	23.6	I9.4	I6.5	I9.4	I6.5	-	29.8	24.4	I9.9	24.4	I9.9	25.5	20.5	25.5	20.5
	-	0.9	33.I	24.I	I9.0	I5.7	I3.4	I5.7	I3.4	34.3	26.9	22.0	I8.4	22.0	I8.4	24.I	I9.7	24.I	I9.7
	-	I.0	30.2	22.3	I7.7	I4.6	I2.5	I4.6	I2.5	29.4	23.2	I9.I	I6.5	I9.I	I6.5	2I.5	I8.0	2I.5	I8.0

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Таблица 10

Степень морозной пучинистости	Грунты и степень водонасыщенности	Расчетная сила морозного пучения Тп, кН, свай									
		из трубы d 325 х 6					из трубы d 168 х 8				
		при толщине слоя сезонного оттаивания, $h_т$, м									
		1	1.5	2	2.5	3	1	1.5	2	2.5	3
Сильно-пучинистые	Глинистые при показателе консистенции $J_L > 0.5$; пески мелкие и пылеватые при степени влажности $G > 0.95$.	65.0	90.0	110.0	125.0	135.0	33.8	46.8	57.2	65.0	70.2
Средне-пучинистые	Глинистые при $0.25 < J_L \leq 0.5$; пески мелкие и пылеватые $0.8 < G \leq 0.95$.	50.0	71.3	90.0	100.0	105.0	26.0	37.1	46.8	52.0	54.6
Слабо-пучинистые	Глинистые при $J_L \leq 0.25$; пески мелкие и пылеватые $0.6 < G \leq 0.8$.	40.0	56.3	70.0	75.0	75.0	20.1	29.3	36.4	39.0	39.0

При отсутствии противопучинного покрытия поверхности свай данные таблицы увеличить путем умножения на коэффициент к = 1,43.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Предельное усилие на вырывание свай по прочности основания Рвм, кН, в вечномерзлых грунтах

Таблица II

Тип сваи		из трубы d 325 х 6 с открытым нижним концом													из трубы d I68 х 8						
Температура грунта в зоне заделки, $t°C$		-0.3	-0.5	-I.0	-I.5	-2.0	-2.5	-3.0	-0.3	-0.5	-I.0	-I.5	-2.0	-2.5	-3.0	-0.3	-0.5	-I.0	-I.5	-2.0	-2.5	-3.0
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		I.0							5.0							I.0						
Грунты	песчаные	-	36.I	59	73	9I	I04	II8	II3	I8I	295	-	-	-	-	-	20	32	39	48	55	63
	глинистые	-	-	45	59	68	82	9I	9I	I36	227	-	-	-	-	-	-	25	32	36	44	48
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		I.5							6.0							2.0						
Грунты	песчаные	34	54	88	I09	I36	I56	I77	I36	2I7	-	-	-	-	-	25	39	62	77	96	I09	-
	глинистые	-	4I	67	88	I02	I23	I36	I09	I64	272	-	-	-	-	20	29	48	62	72	86	96
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		2.0							7.0							3.0						
Грунты	песчаные	45	73	II9	I45	I82	209	236	I59	254	-	-	-	-	-	37	59	94	II5	-	-	-
	глинистые	36	54	9I	II8	I36	I63	I8I	I27	I9I	3I8	-	-	-	-	3I	45	73	94	I09	I30	-
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		2.5							8.0							4.0						
Грунты	песчаные	56	9I	I49	I8I	227	26I	-	I82	290	-	-	-	-	-	48	76	I23	-	-	-	-
	глинистые	45	67	II4	I47	I70	204	226	I45	2I9	363	-	-	-	-	39	58	95	I24	-	-	-
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		3.0							9.0							5.0						
Грунты	песчаные	68	I09	I77	2I8	272	-	-	204	326	-	-	-	-	-	59	95	-	-	-	-	-
	глинистые	54	82	I36	I77	204	245	272	I64	245	-	-	-	-	-	49	72	II7	-	-	-	-
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		3.5							I0.0							6.0						
Грунты	песчаные	79	I27	206	254	-	-	-	227	-	-	-	-	-	-	70	I04	-	-	-	-	-
	глинистые	63	96	I58	206	235	-	-	I82	273	-	-	-	-	-	59	86	I39	-	-	-	-
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		4.0							II.0							7.0						
Грунты	песчаные	9I	I45	236	29I	-	-	-	250	-	-	-	-	-	-	8I	I23	-	-	-	-	-
	глинистые	73	I09	I82	236	273	-	-	200	300	-	-	-	-	-	70	I00	-	-	-	-	-

При отсутствии противопучинного покрытия поверхности свай данные таблицы увеличить путём умножения на коэффициент I.43.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

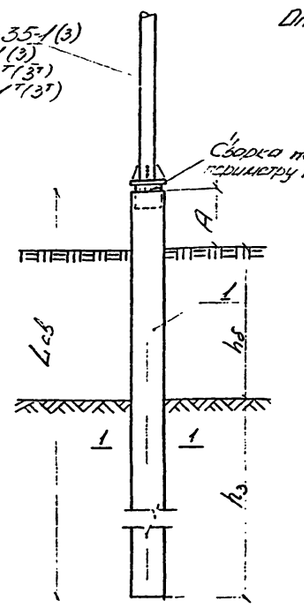
Предельное усилие на сжатие по прочности основания Рсм, кН, в вечномерзлых грунтах с льдистостью Лс ≤ 0.4

Таблица I2

Тип сваи		из трубы d 325 х 6 с открытым нижним концом													из трубы d I68 х 8						
Температура грунта в зоне заделки, $t°C$		-0.3	-0.5	-I.0	-I.5	-2.0	-2.5	-3.0	-0.3	-0.5	-I.0	-I.5	-2.0	-2.5	-3.0	-0.3	-0.5	-I.0	-I.5	-2.0	-2.5	-3.0
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		I.0							4.0							I.0						
Грунты	песчаные	22	36	59	73	9I	I04	II8	9I	I45	-	-	-	-	-	I2.8	I9.9	3I.7	38.8	48.3	55.4	62.5
	глинистые	I8	32	45	59	68	82	9I	73	I09	-	-	-	-	-	I0.5	I5.2	24.6	3I.7	36.5	43.5	48.3
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		I.5							4.5							I.5						
Грунты	песчаные	34	54	88	I09	I36	-	-	I02	-	-	-	-	-	-	I9.2	29.8	47.5	58.2	72.5	-	-
	глинистые	27	4I	67	88	I02	I23	-	82	II7	-	-	-	-	-	I5.7	22.8	36.9	47.5	54.7	65.2	-
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		2.0							5.0							2.0						
Грунты	песчаные	45	73	II9	-	-	-	-	II3	-	-	-	-	-	-	25.6	39.8	63.4	77.6	96.6	-	-
	глинистые	36	54	9I	II8	-	-	-	9I	I36	-	-	-	-	-	2I.0	30.4	49.2	63.4	73.0	87.0	-
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		2.5							5.5							2.5						
Грунты	песчаные	56	9I	I49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.0	49.7	79.2	-	-	-	-
	глинистые	45	67	II4	-	-	-	-	I00	-	-	-	-	-	-	26.2	38.0	6I.5	77.5	-	-	-
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		3.0							6.0							3.0						
Грунты	песчаные	68	I09	I77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.4	59.7	95.I	-	-	-	-
	глинистые	54	82	I36	-	-	-	-	I09	-	-	-	-	-	-	3I.5	45.6	73.8	-	-	-	-
Глубина заделки в ВМГ, h м, м		3.5																				
Грунты	песчаные	79	I27	206	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	глинистые	63	96	I58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

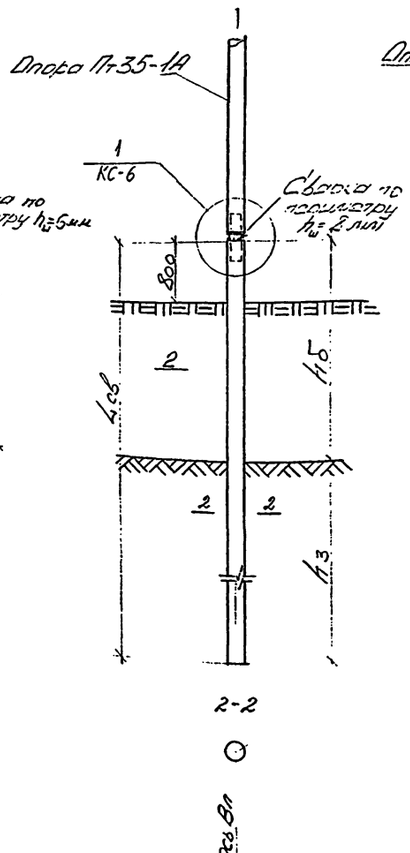
Т

Опоры Пт35-1(3)
ППт35-1(3)
Пт35-1Т(3Т)
ППт35-1Т(3Т)

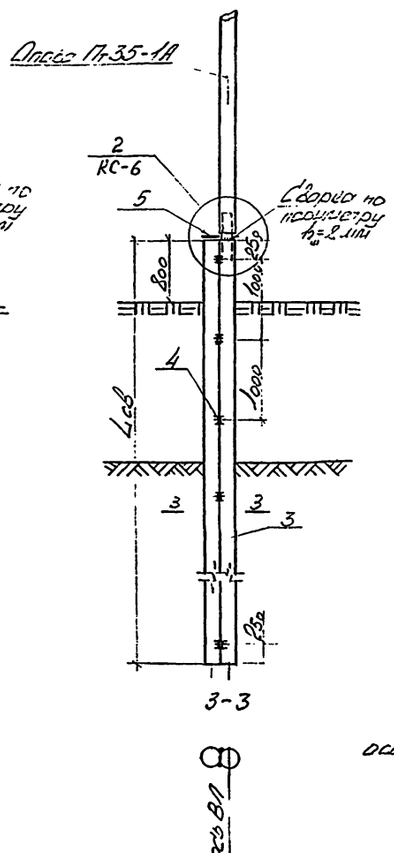


Тип опоры	Пт35	ППт35
Размер А м	0,8	3,8

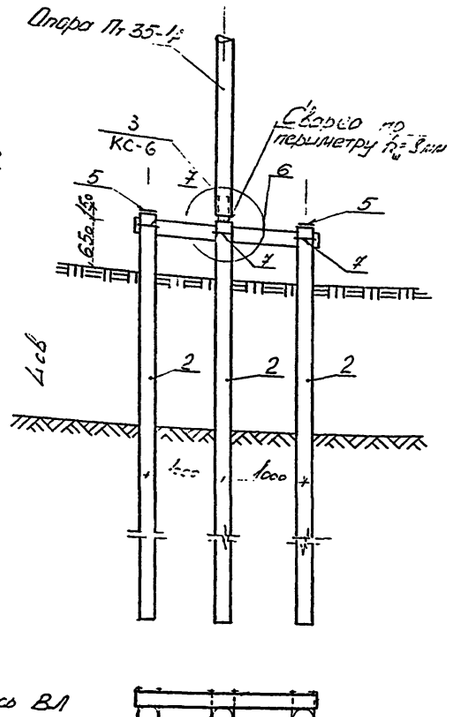
Т1



Т2



Т3



Марка, поз.	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
		Закрепление марки Т			
1	ГОСТ 8696-74	Свая из трубы d=325×6	1		$L_{cв}$=
		Закрепление марки Т1			
2	ГОСТ 632-80	Свая из трубы d=168×8	1		$L_{cв}$=
		Закрепление марки Т2			
3	ГОСТ 632-80	Свая из двух труб d=168×8	1		$L_{cв}$=
4	ГОСТ 2590-71	Круг ⌀24 l=1100		0,35	
5	ГОСТ 103-76	Крышка свои D=200, б4	1	1,8	
		Закрепление марки Т3			
2	ГОСТ 632-80	Свая из трубы d=168×8	3		$L_{cв}$=
5	ГОСТ 103-76	Крышка свои D=200, б4	2	1,8	
6	8.0662-2 КМ-1	Ригель Рт	1	66,7	
7	8.0662-2 КМ-2	Хомут ХР	3	1,45	

1. Длину сваи определять по выражениям:
   для закрепления марки Т $L_{cв}=h_3+h_5+A$ (м)
   для закреплений марок Т1, Т2 и Т3 $L_{cв}=h_3+h_5+0,8$ (м)
2. Масса одного метра трубы d=325×6 – 47,2 кг, d=168×8 – 31,6 кг.

Н.контр.	Юферов				
ГИП	Тотеров				
Нач.отд.	Иванов				
Исполн.					

8.0662-2 КС-1

КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ 35 кВ ИЗ ОБСАДНЫХ ТРУБ

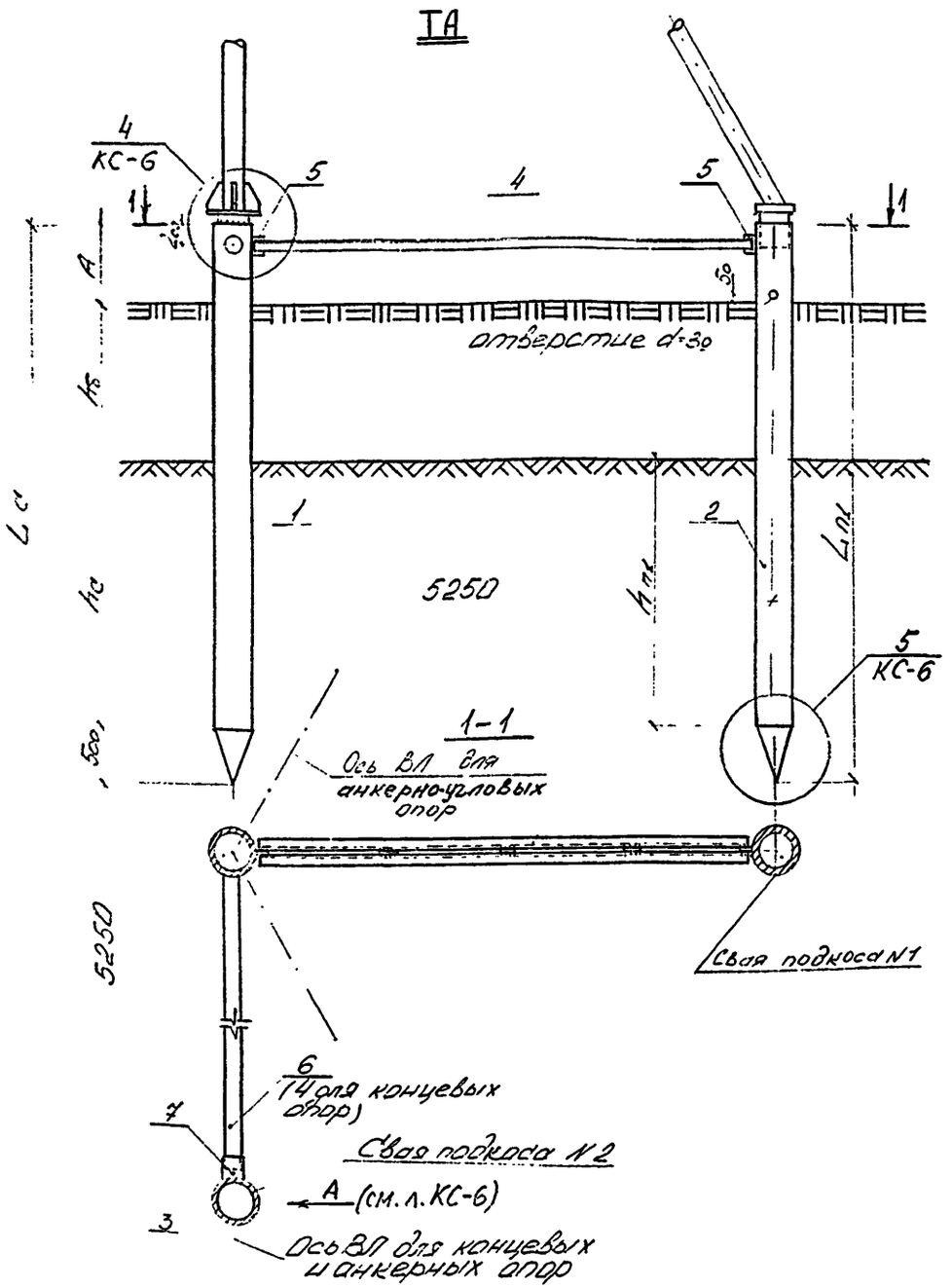
ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОПОР В ГРУНТАХ

Стадия	Лист	Листов
Р		1

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПО СХЕМАМ Т, Т1, Т2 и Т3

СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ
Ленинградское отделение
1983

Формат А4х3



Тип опоры	Бт 35 Ат 35 АУт 35	ПАт 35 ПАУт 35 ПКт 35
Размер А	0,8	3,8

Марка, поз.	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
		Закрепление анкерных и анкерно-угловых опор			
1	ГОСТ 8696-74	Свая стойки d=325×6	1		L_c =
2*	ГОСТ 8696-74	Свая подкоса №1 d=325б	1		$L_{п1}$ =
3	ГОСТ 8696-74	Свая подкоса №2 d=325б	1		$L_{п2}$ =
4*	8.0662-2 КМ-3	Затяжка ЗУ	1	47,7	
5*	ГОСТ 103-76	Полоса 100×8,	2	1,0	l=150
6	ГОСТ 632-80	Затяжка из трубы d=127×7,5	1	106,6	l=4825
7	ГОСТ 632-80	Патрубок d=146×7	1	4,6	l=200
		Закрепление концевых опор			
1	ГОСТ 8696-74	Свая стойки d=325×6	1		L_c =
3	ГОСТ 8696-74	Свая подкоса №2 d=325б	1		$L_{п2}$ =
4	8.0662-2 КМ-3	Затяжка ЗУ	1	47,7	
5	ГОСТ 103-76	Полоса 100×8	2	1,0	l=150

1. Необходимую длину сваи определять по выражениям. $L_c = h_c + h_5 + A + 0{,}5$ м,
   $L_{пi} = h_{пi} + h_5 + A + 0{,}5$ м
2. Масса одного метра трубы d=325×6 – 47,2 кг

* При закреплении анкерных опор позиции 2, 4 и 5 отсутствуют.

Н.контр.	Юферов	
ГИП	Тетерев	
Нач.отд.	Иванов	
Исполн.		

8.0662-2 КС-2

КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ 35 кВ ИЗ ОБСАДНЫХ ТРУБ

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОПОР В ГРУНТАХ

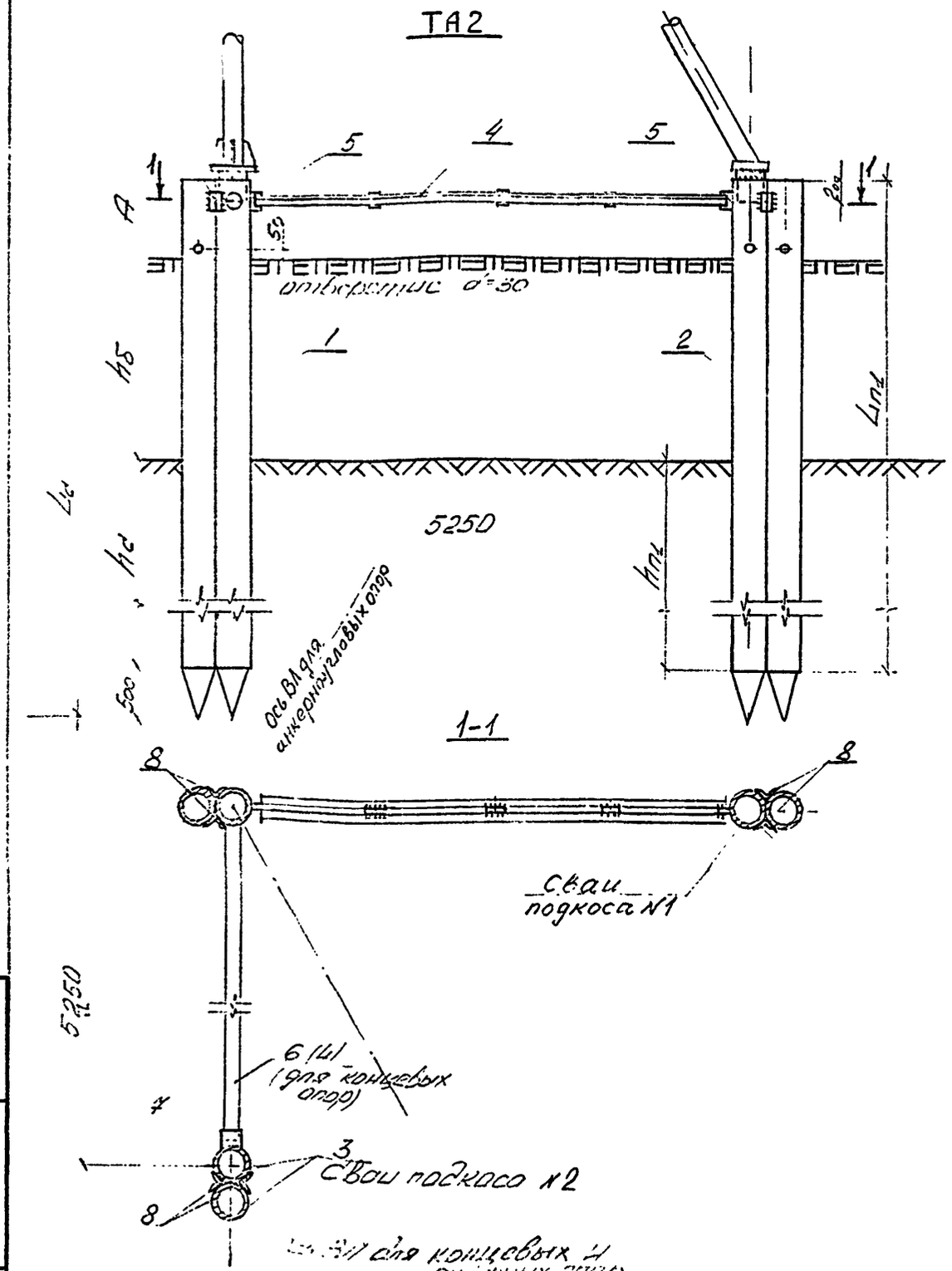
Стадия	Лист	Листов
Р		1

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПО СХЕМЕ ТА

СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ
Ленинградское отделение
1988

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Формат А3



Тип опоры	КТ 35 АТ 35 АУТ 35	ПКТ 35 ПА-35 ПАУТ 35
Глубина А	0.8	3.8

Марка, поз.	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
		Закрепление анкерных и анкерно-угловых опор			
1	ГОСТ 8696-74	Сваи стойки d=325×6	2		L_c=
2*	ГОСТ 8696-74	Сваи подкоса №1 d=325×6	2		$L_{п1}$=
3	ГОСТ 8696-74	Сваи подкоса №2 d=325×6	2		$L_{п2}$=
4*	8.0662-2 КМ-3	Затяжка 3Б	1	47.7	
5*	ГОСТ 103-76	Полоса 120×8	2	1.1	l=150
6	ГОСТ 632-80	Затяжка из трубы d=127×5	1	46.6	l=4350
7	ГОСТ 632-80	Патрубок d=146×7	1	4.6	l=200
8	ГОСТ 8509-72	Уголок 40×6	6	0,64	l=100
		Закрепление концевых опор			
1	ГОСТ 8696-74	Сваи стойки d=325×6	2		L_c
3	ГОСТ 8696-74	Сваи подкоса №2 d=325×6	2		$L_{п2}$
4	8.0662-2 КМ-3	Затяжка 3Б	1	47.7	
5	ГОСТ 103-76	Полоса 100×8	2	1.0	l=150
8	ГОСТ 8509-72	Уголок 70×6	4	0,64	l=100

1. Необходимую длину свай определять по выражениям: $L_c = h_a + h_б + A + 0{,}5$ м, $L_{пi} = h_{пi} + h_б + A + 0{,}5$ м
2. Масса одного метра трубы d=325×6 – 47.2 кг. При закреплении анкерных опор позиции 2, 4 и 5 отсутствуют, количество уголков (поз. 8*) меняется на 4.

Н.контр.	Юферов		
ГИП	Тетерев		
Нач.отд.	Иванов		
Исполн.			

8.0662-2 КС-3

КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ 35 кВ ИЗ ОБСАДНЫХ ТРУБ

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОПОР В ГРУНТАХ

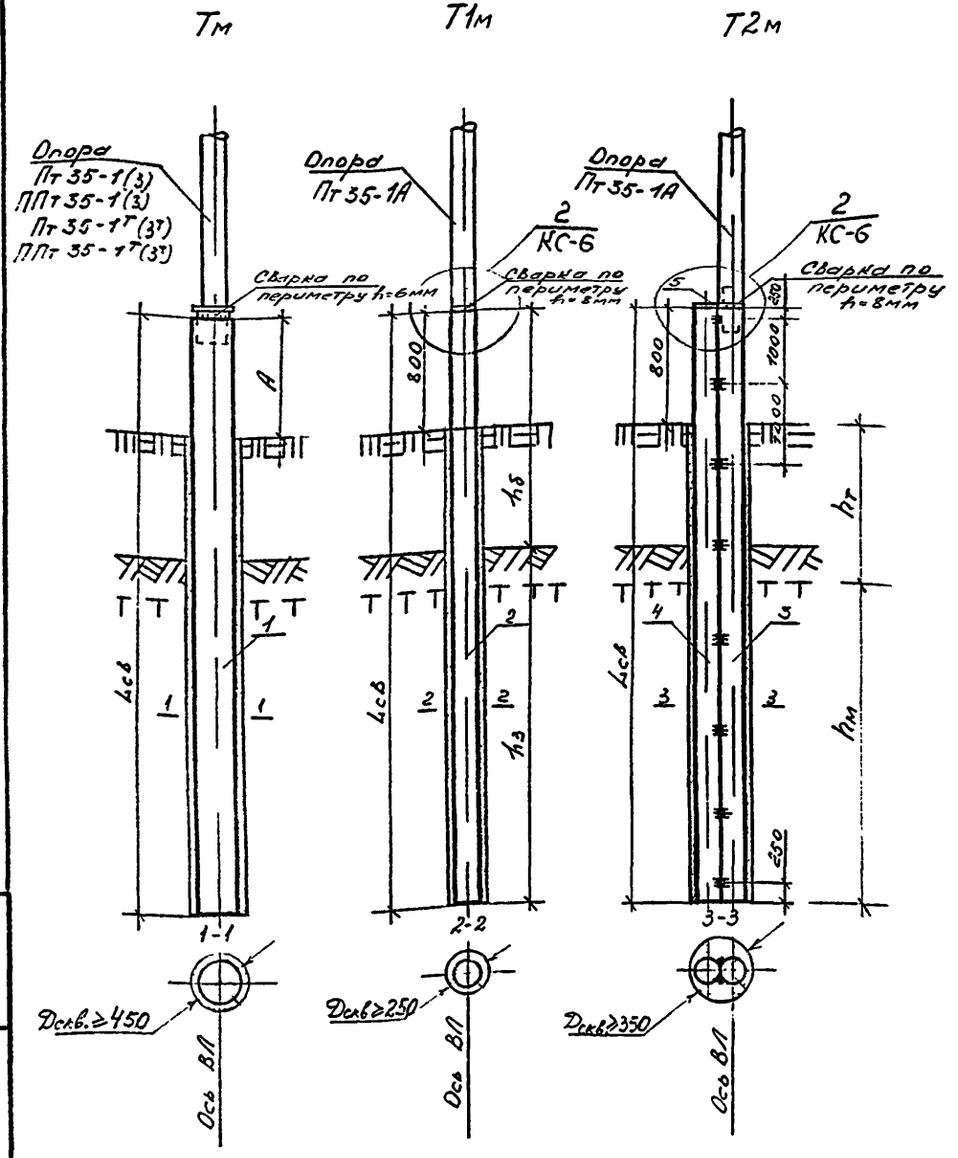
Стадия	Лист	Листов
Р		1

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПО СХЕМЕ ТА2

СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ Ленинградское отделение 1988

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Формат А3



Тип опоры	Пт 35	ППт 35
Размер А, м	0.8	3,8

Марка, поз.	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
		Закрепление марки Тм			
1	ГОСТ 8696-74	Свая из трубы d=325×6	1		Lсв=
		Закрепление марки Т1м			
2	ГОСТ 632-80	Свая из трубы d=168×8	1		Lсв=
		Закрепление марки Т2м			
3	ГОСТ 632-80	Свая из двух труб d=168×8	1		Lсв=
4.	ГОСТ 2590-71	Круг d=24; l=100		0.35	
5	ГОСТ 103-76	Крышка сваи D=200; δ=4	1	1,8	

1 Длину свай определять по выражениям:
для закрепления марки Тм $L_{св} = h_з + h_б + A$(м)
для закреплений марок Т1м, Т2м $L_{св} = h_з + h_б + 0,8$ (м)

2. Масса одного метра трубы d=325×6 – 47,2,
d=168×8 – 31,6 кг.

Н.контр.	Юферов	
ГИП	Тетерев	
Нач.отд.	Иванов	
Исполн.	Плотникова	

8.0662-2 КС-4

КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ 35 кВ ИЗ ОБСАДНЫХ ТРУБ

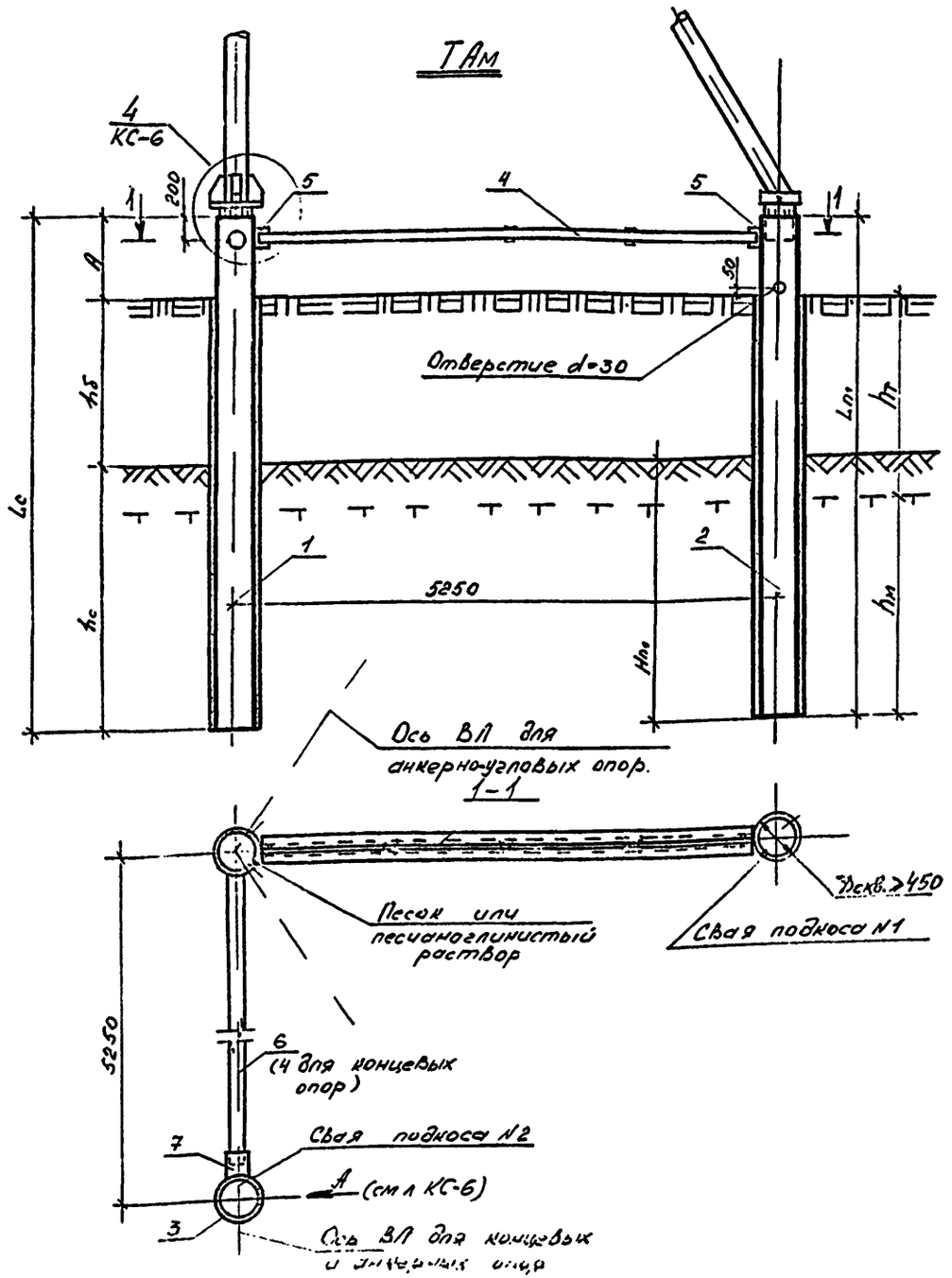
ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОПОР В ГРУНТАХ

Стадия	Лист	Листов
Р		1

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПО СХЕМАМ Тм, Т1м и Т2м

СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ Ленинградское отделение 1988

Формат А3



Тип опоры	ПТ 35 АТ 35 АУТ35	ПАТ 35 ПАУТ 35 ПКТ 35
Размер А	0,8	3,8

Марка, поз.	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
Закрепление анкерных и анкерно-угловых опор					
1	ГОСТ 8696-74	Свая стойки d=325×6	1		Lc=
2*	ГОСТ 8696-74	Свая подноса N1 d=325×6	1		Lп1=
3	ГОСТ 8696-74	Свая подноса N2 d=325×6	1		Lп2=
4*	8.0662-2 КМ-3	Затяжка ЗУ	1	47,7	
5*	ГОСТ 103-76	Полоса 100×8	2	1,0	ℓ=150
6	ГОСТ 632-80	Затяжка из трубы d=127×7,5	1	106,6	ℓ=4825
7	ГОСТ 632-80	Патрубок d=146×7	1	4,6	ℓ=200
Закрепление концевых опор					
1	ГОСТ 8696-74	Свая стойки d=325×6	1		Lc=
3	ГОСТ 8696-74	Свая подноса N2 d=325×6	1		Lп2=
4	8.0062-2 КМ-3	Затяжка ЗУ	1	47,7	
5	ГОСТ 103-76	Полоса 100×8	2	1,0	ℓ=150

1. Необходимую длину свай определить по выражениям: $L_c = h_c + h_5 + A + 0{,}5$ м
$L_{пi} = h_{пi} + h_5 + A + 0{,}5$ м
2. Масса одного метра трубы d=325×6 - 47,2 кг.
* При закреплении анкерных опор позиции 2; 4 и 5 отсутствуют.

Н.контр.	Юферов	
ГИП	Тетерев	
Нач.отд.	Иванов	
Исполн.	Плотникова	

8.0662-2 КС-5

КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ 35 кВ ИЗ ОБСАДНЫХ ТРУБ

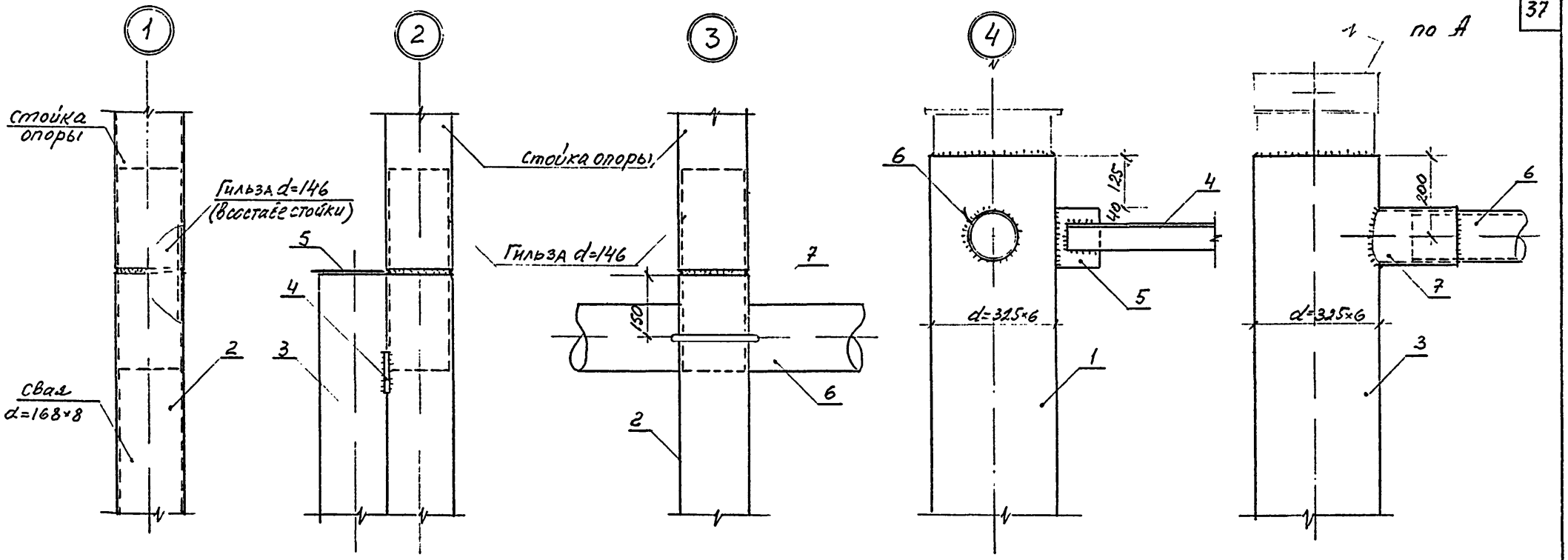
ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОПОР В ГРУНТАХ

Стадия	Лист	Листов
Р		1

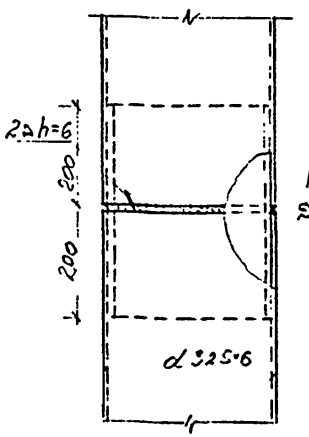
ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПО СХЕМЕ ТАм

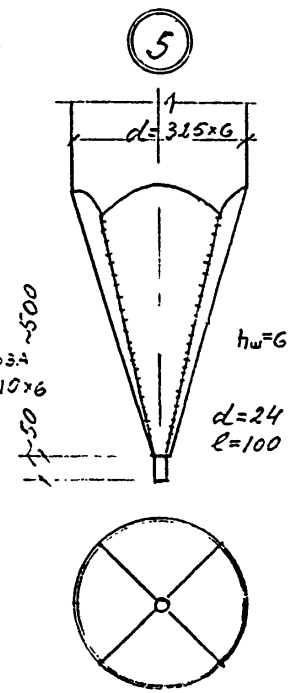
СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ
Ленинградское отделение
1988

Формат А3

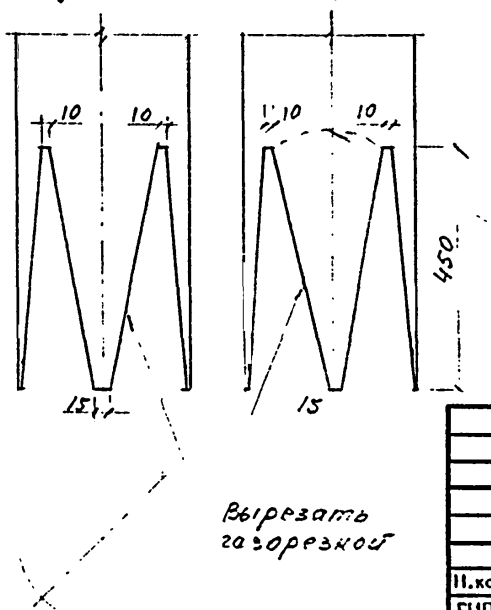


Узел соединения при наращивании свай

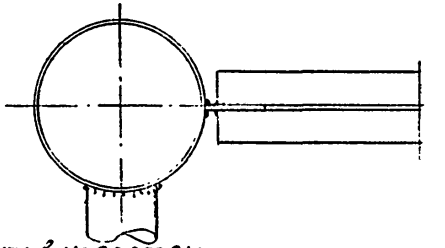




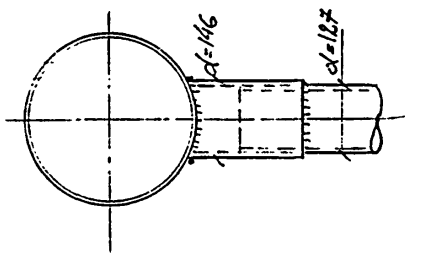
Разделка заготовки конца сваи



Вырезать газорезкой



Гнуть в нагретом состоянии

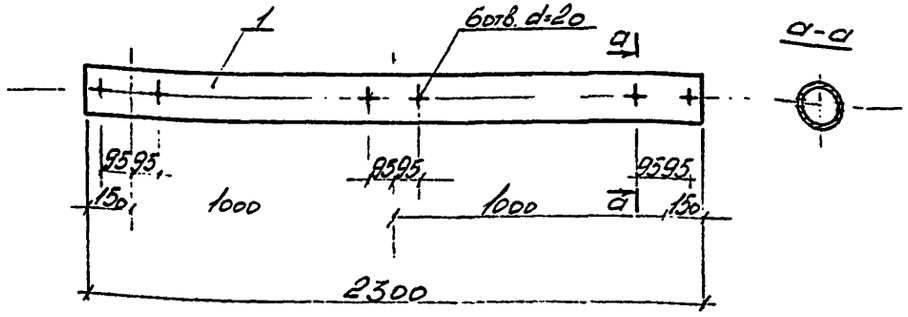


Сварку производить электродами марки Э46А по ГОСТ 9467-75.

				8.0662-2 КС-6		
				КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ 35 кВ ИЗ ОБСАДНЫХ ТРУБ		
				ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОПОР В ГРУНТАХ	Стадия	Лист	Листов
					Р		1
Н.контр.	Юферов			Узлы 1-5 Детали.	СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ Ленинградское отделение 1988		
ГИП	Тетерев						
Нач.отд.	Иванов						
Исполн.	Тетерев						

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Формат А3



Марка	№ дет.	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Масса, кг			Примечание
				дет.	всех	марки	
Рг	1	Труба 168×7,3-Д ГОСТ 632-80 ℓ=2300	1	66,7	66,7	66,7	

Н.контр.	Юферов		
ГИП	Тетеров		
Нач.отд.	Иванов		
Исполн.	Семенова		

8.0662-2 КМ-1

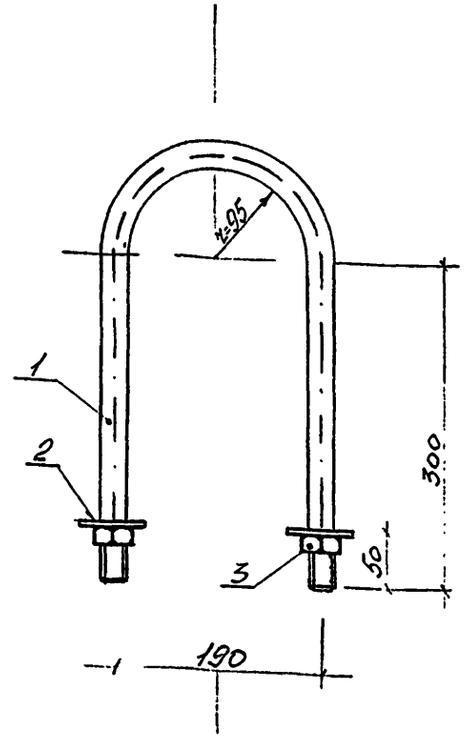
КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Стадия	Масса	Масштаб
Р	66,7	1:20
Лист	Листов	

Дигель Рг

СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ Ленинградское отделение

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№



Марка	№ дет.	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Масса, кг			Примечание
				дет.	всех	марки	
Хт	1	Круг В16 ГОСТ 2590-71 / 09Г2С-12 ТУ14-1-3023-80 ℓ=900	1	1,4	1,4	1,49	
	2	Шайба 16 ГОСТ 11371-78	2	0,011	0,022		
	3	Гайка М16 ГОСТ 5915-70	2	0,033	0,066		

Н.контр.	Юферов		
ГИП	Тетеров		
Нач.отд.	Иванов		
Исполн.	Семенова		

8.0662-2 КМ-2

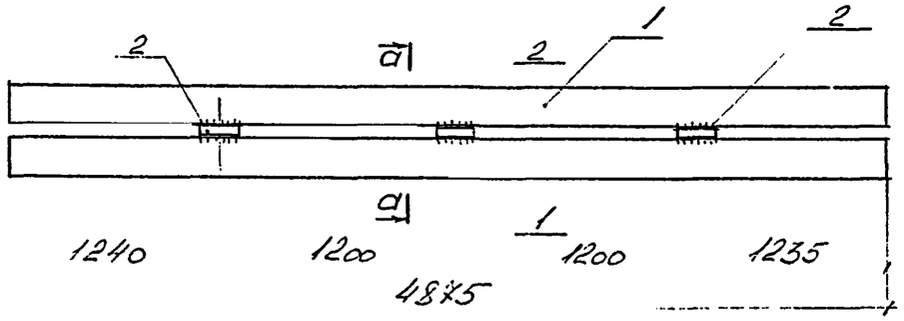
КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Стадия	Масса	Масштаб
Р	1,49	1:5
Лист	Листов 1	

Хомут Хт

СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ Ленинградское отделение 1988

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№



Марка	дет.	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Масса, кг дет.	Масса, кг всех	Масса, кг марки	Примечание
ЗУ	1	Уголок Б63×63×5 ГОСТ 8509-72 / Ф9Г2С-6 ГОСТ 19281-73 l=4875	2	23,45	46,9	47,66	
	2	Полоса Б-2 8×50 ГОСТ 103-76 / Ф9Г2С-12 ТУ 14-1-3023-80 l=80	3	0,25	0,76		

Сварку производить электродами марки Э-6А по ГОСТ 9467-75, $h_{шва}$ = 5 мм.

Н.контр.	Юферов		
	Тетерев		
Нач.отд.	Иванов		
Исполн.			

8.0662-2 КМ-3

КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Стадия	Масса	Масштаб
Р	47,7	1:10

Лист | Листов

Затяжка ЗУ

СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ Ленинградское отделение 1988

Формат А4

Взам.инв.№ | Подпись и дата | Инв.№ подл.

gost.e-ecolog.ru

Марка	№ дет.	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Масса, кг дет.	Масса, кг всех	Масса, кг марки	Примечание

Н.контр.	Юферов		
ГИП	Тетерев		
Нач.отд.	Иванов		
Исполн.			

8.0662-2 КМ-

КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Стадия	Масса	Масштаб

Лист | Листов

СЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ Ленинградское отделение 1988

Взам.инв.№ | Подпись и дата | Инв.№ подл.