МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

Унифицированные железобетонные нормальные опоры ВЛ 110-330 кв

N 407-4-20

Рабочие чертежи

ТОМ 6

Расчет промежуточных опор ВЛ 220-330 кв

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ИНСТИТУТА /С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ИНСТИТУТА /М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ ИНСТИТУТА /Л. ЛЕВИН/
/В. ОВСЕЕНКО/

МОСКВА - 1969 г

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

Унифицированные железобетонные нормальные опоры ВЛ 110-330 кв

N 407-4-20

Рабочие чертежи

ТОМ 6

Расчет промежуточных опор ВЛ 220-330 кв

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР /К. К РЮКОВ/

ЗАМ НАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА /В. ГАЛЬПЕРИН/

НАЧ. ОТДЕЛА ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ /К. СИНЕЛОБОВ/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ Т.О /А. КУРНОСОВ/

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА /С. ШТИН/

Ленинград 1969.. г.

Аннотация

Настоящий том содержит расчеты промежуточных свободностоящих опор ВЛ 220 – 330 кв типового проекта „Унифицированные железобетонные нормальные опоры ВЛ 110 – 330 кв."

Опоры рассчитаны на подвеску проводов марок АСО – 300, АСО – 400, 2 х АСО – 300, 2 х АСО – 400 в I – IV районах по гололеду и III районе по ветру, с грозозащитным тросом С-70.

Расчеты выполнены по методу предельных состояний.

Семайор СЗО ЭЦ · Зак 182-200 Муз-89г

Состав проекта

Том 1	Пояснительная записка	N3082тм-т1
Том 2.	Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 110-150кв	N3082тм-т2
Том 3	Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 220-330кв	N3082тм-т3
Том 4.	Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 110кв	N3082тм-т4
Том 5	Расчет промежуточных опор ВЛ 110-150кв	N3082тм-т5
Том 6	Расчет промежуточных опор ВЛ 220-330кв	N3082тм-т6
Том 7.	Расчет анкерно-угловых опор ВЛ 110кв	N3082тм-т7
Том 8	Калькуляция стоимости	N3082тм-т8
Том 9.	Патентный формуляр (хранится в ПК С30)	N3082тм-т9

Рамадор С30 Зсп Зак 182-200 11/II-68г.

Содержание тома 6

1. Титульные листы — N3082тм-т6, л 1–3
2. Аннотация — N3082тм-т6, л 4
3. Состав проекта — N3082тм-6, л 5
4. Содержание тома — N3082тм-т6, л 6
5. Общая часть — N3082тм-т6, л 7
6. Исходные данные для расчета опоры ПБ 220-1 на ЭЦВМ — N3082тм-т6, л 8÷10
7. Таблица расчетных величин и пролетов по опорному сечению — N3082тм-т6, л 11, 22
8. Нагрузки — N3082тм-т6, л 23÷26
9. Расчет опоры ПБ330-1 — N3082тм-т6, л 12÷21
10. Проверка прочности траверс и металлических деталей — N3082тм-т6, л. 27÷38

Розмайор С30 Эсп Зак 182-2с 1/-682

Общая часть

Расчеты опор выполнены по методу предельных состояний в соответствии с указаниями ПУЭ-66, требованиями глав СНиП II-А. 10-62, II-А. 11-62, II-В 1-62, II-В. 3-62*, II-И. 9-62, „Инструкции по расчету железобетонных опор и фундаментов к ним" инв. № 1070 тм и „Инструкции по расчету стальных опор и фундаментов к ним" инв. № 1562 тм.

Статический расчет опоры ПБ 220-1 выполнен на ЭЦВМ типа М20 по „Программе расчета железобетонной свободностоящей опоры на ЭЦВМ типа М20" инв. № 3002 тм-т 19, алгоритм которой разработан в соответствии с инструкцией № 1070 тм. Пояснения к исходным данным для расчета см. общую часть тома № 3082 тм-т 5.

Портальная опора ПБ 330-1 рассчитана по методу сил. За расчетную схему при работе в нормальных режимах принята один раз статически неопределимая система, приведенная на рис. 2. При работе в аварийных режимах опора рассчитана как свободностоящая портальная конструкция с распределением

реакций на стойки при обрыве консольного провода 1,0 и 0.0

Исходные данные для расчета железобетонной свободностоящей опоры на ЭЦВМ типа М-20 по программе N3002 тм-т19

Опора ПБ 220-1 стойка СК-4пр

Таблица N1

Обозначение	Провод АСО-400 Трос С-50	Провод АСО-400 Трос С-50	Провод АСО-400 Трос С-50	Провод АСО-400 Трос С-50	Провод АСО-400 Трос С-50	Провод АСО-400 Трос С-50	Провод АСО-400 Трос С-50	Провод АСО-400 Трос С-50
0	1	2	3	4	5	6	7	8
1. $Д_н$	61,95							
2. $б_н$	7,25							
3. $Д_в$	39,80							
4. $б_в$	5,40							
5 $б_в$	$0,26 \cdot 10^{-2}$							
6. h	100							
7. C	0			1,5	2,0			
8. g_{15}	$0,5 \cdot 10^{-2}$			$0,14 \cdot 10^{-2}$				
9. β	1							
10 h_1	0							
11. h_2	1600				1450			
12. h_3	2150							
13. h_4	2400							
14. h_1'	0							
15 h_2'	1750				1600			
16. h_3'	2250							
17. $g_т$	$0,623 \cdot 10^{-2}$							
18 $g_{п1}^{тр}$	0							
19 $g_{п2}^{тр}$	150							
20 $g_{п3}^{тр}$	70							
21 $g_{л1}^{тр}$	0							
22 $g_{л2}^{тр}$	70							
23 $g_{л3}^{тр}$	0							
24 $l_{вес}$	34000		34000		27500			
25 $g_{пп}$	$1,501 \cdot 10^{-2}$							
26 $g_{пл}$	$1,501 \cdot 10^{-2}$							
27. $d_{пп}$	2,72							
28. $d_{пл}$	2,72							
29 $d_т$	1,1							
30. $l_{ветр}$	31500		27000		22500			
31. l_4	45							
32. $l_{1п}$	0							

Ремонтер сзо зсп Зак 182-20 о. 1/86 68г

Продолжение таблицы N1

0	1	2	3	4	5	6	7	8
33. $\rho_{2л}$	480							
34. $\rho_{3л}$	280							
35. $\rho_{1л}$	0							
36. $\rho_{2л}$	280							
37. $\rho_{3л}$	0							
38. ν	$0{,}145 \cdot 10^{-4}$							
39. V	220кв							
40. $\rho_г$	29000		28000		22000			
41. $\lambda_г$	240							
42. $\lambda_т$	50							
43 $\gamma_г$	$0{,}9 \cdot 10^{-3}$							
44. $g_г$	90							
45. $K_{пн}$	0,5736							
46. N	0							
47. F_a	0							
48. $F_н$	21,8							
49 $E_{аэ}$	$1{,}8 \cdot 10^6$							
50. τ_a	28,62							
51. $\tau_н$	28,62							
52. R	500							
53 R_o	375							
54. R_a	2100							
55. $R_н^в$	10200							
56. $R_и$	290							
57. $R_т$	19,5							
58. $R_{ас}$	2100							
59. $R_{нс}$	3600							
60. $R_{пр}$	232							
61. $R_a^н$	16000							
62. $R_р^н$	28							
63. $R_и^н$	440							
64. E_a	$2{,}1 \cdot 10^6$							

Реактор СЗО ЭСП Зак 1822-20 Н. Ефеба

Продолжение таблицы №1

0	1	2	3	4	5	6	7	8
65. $E_б$	$0{,}38 \cdot 10^6$							
66. $E_н$	$1{,}8 \cdot 10^6$							
67. S	181,0							
68. S'	1,1							
69. η	0,7							
70. σ_1	400							
71. $\psi_б$	0,9							
72. ω_{ac}	0,55							
73. a	2,4							
74. G	2,0							
75. $m_т$	1,0(0,9)							
76. d_x	0,4							
77. R_{ax}	3150							
78. $M_к$	600000	350000	65200	600000				
79. U	3,0							
80. $S_к$	1250		1450	1250				
81. $H_к$	1600	2150	2400	1600				
82. $h_з$	330							
83. φ	0,01							

Примечания: 1 Просчитать схемы по коду

а) 11122 с $m_т = 1{,}0$

б) 11121 с $m_т = 1{,}0$

$m_т = 0{,}9$

2 Характеристики верхнего сечения стойки даны для отметки крепления троса, стойка условно продлена на 1,3м.

Таблица расчетных величин в опорном сечении

Таблица N 2

Шифр опоры (провод)	N схемы в исходных данных	Расчетный режим	От нормативных нагрузок			От расчетных	
			Мп	$a_т$	Δ	Мп	$1/\rho$
			тм	см	см	тм	—
ПБ 220—1 (АСО-400)	1	Нормальный режим I II р.г	34,98	0	93,48	42,81	0,0000611
	3	Норальный режим I III р.г.	30,94	0	—	37,35	—
	4	Нормальный режим II III р.г	31,48	0	93,82	44,23	—
	5	Нормальный режим II IV р.г	30,30	0	86,45	43,79	—
	1	Аварийный режим III (обрыв нижнего провода)	—	0	55,43	23,1	0,0000120
	2	Аварийный режим III (обрыв верхнего провода)	—	0	84,94	31,16	0,0000254
	3	Аварийный режим IV (обрыв троса)	—	0	—	40,4	—

Характеристики железобетонных стоек в опорном сечении

Таблица N3

NN п/п	Шифр стойки	Мпп	Мпт	Примечание
		тм	тм	
1	СК — 5	47,2	11,07	
2	СК — 5п	43,11	27,18	
3	СК — 5пр			

Размер С30.30п Зак 182-200 11/III-68г.

N3082тм-т6	Лист
Литер	11 / 38

Расчет опоры ПБ330-1

Эскиз опоры

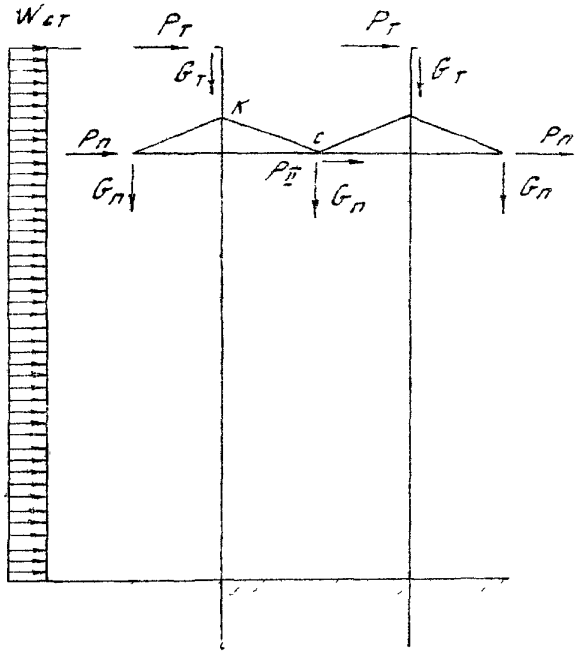


Рис 1

Расчетная схема

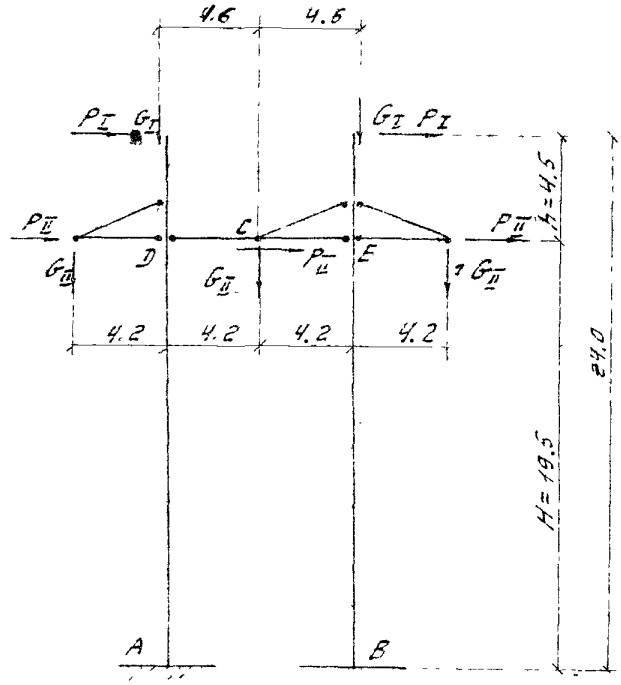


Рис. 2

Загружения основной системы единичными силами

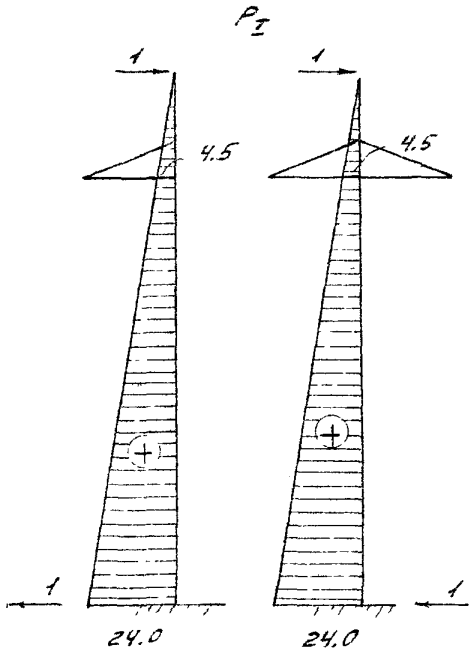


Рис. 3

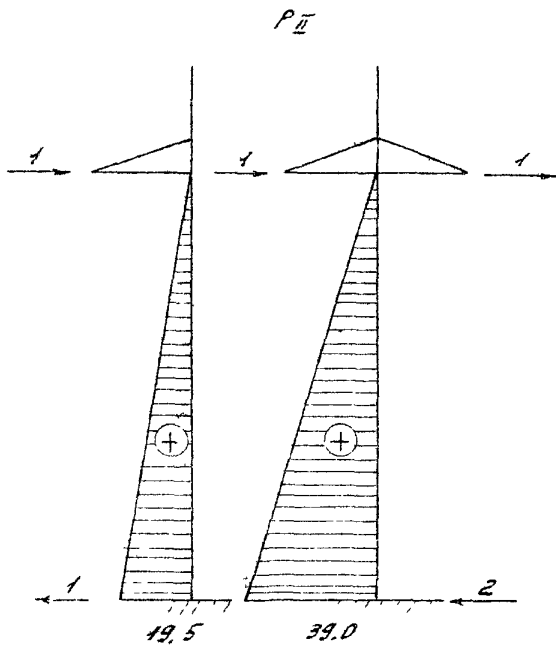


Рис. 4

Размер СЗО эл.п Зак 156-100 зкз. 18/III-85г.

| | | |

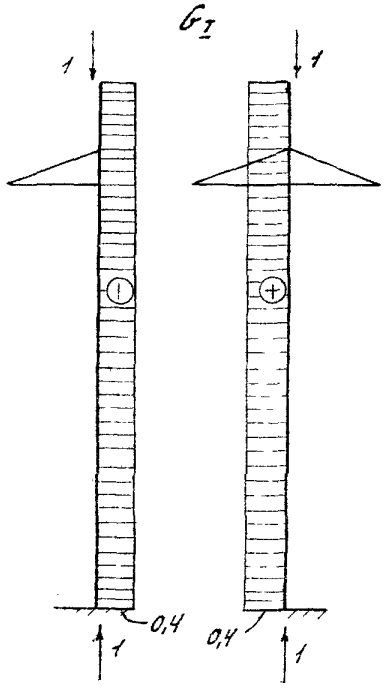


Рис. 5

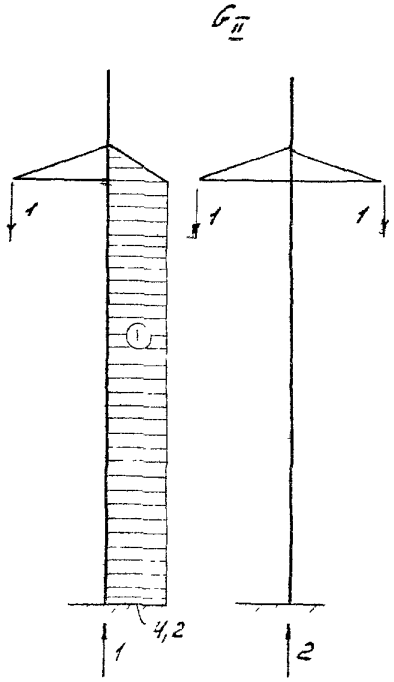


Рис. 6

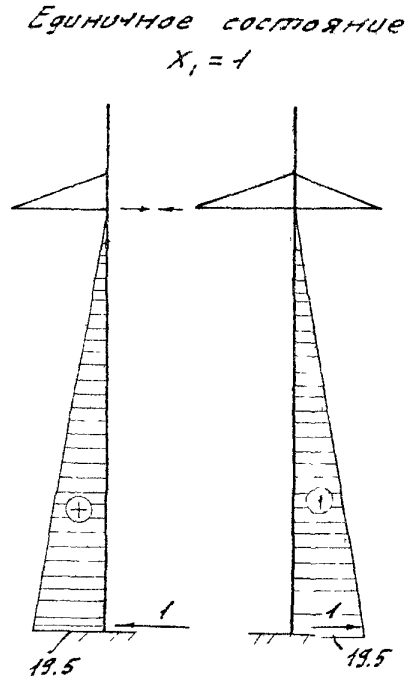


Рис. 7

Расчетная схема рассматривается под действием приведенных нагрузок:

P_I – приведенная горизонтальная нагрузка в точке крепления троса

G_I – —"— вертикальная —"— —"—

P_{II} – —"— горизонтальная нагрузка в точке крепления провода

G_{II} – —"— вертикальная —"— —"—

Ромайор СЗО эсп Зак. 456-100 экз. 19/III 69 г.

Основная система получена удалением лишней связи ДС

Для удобства расчета основная система рассматривается под действием каждой приведенной нагрузки отдельно, а приведенные нагрузки приняты равными 1 (см. рис. 3, 4, 5, 6). На рис. 7 изображено единичное состояние $K_1 = 1$.

В расчете по нормальным схемам принято предположение, что элементы траверсы в расчетной схеме абсолютно жесткие, конечную жесткость В имеют только стойки.

Коэффициенты канонических уравнений

$$\delta_{11} = \frac{1}{B} \cdot 2 \frac{19,5}{3} \cdot 19,5^2 = \frac{4946}{B}$$

$$\Delta_{1P_I} = 0$$

$$\Delta_{1P_{II}} = \frac{1}{B}\left(\frac{19,5^3}{3} - \frac{19,5^2 \cdot 39}{3}\right) = -\frac{2473}{B}$$

$$\Delta_{1G_I} = \frac{1}{B}\left(-\frac{19,5^2}{2} \cdot 0,4 \cdot 2\right) = -\frac{152}{B}$$

$$\Delta_{1G_{II}} = \frac{1}{B}\left(-\frac{19,5^2}{2} \cdot 4,2\right) = -\frac{799}{B}$$

Значения „лишних" неизвестных

$X_{P_I} = 0$

$$X_{P_{II}} = \frac{2473}{4946} = 0,5$$

$$X_{G_I} = \frac{152}{4946} = 0,0307$$

$$X_{G_{II}} = \frac{799}{4946} = 0,1615$$

Опорные моменты в расчетной схеме от сил, равных 1

$M_{A_{P_I}} = 24$

$M_{A_{P_{II}}} = 19,5 + 0,5 \cdot 19,5 = 29,25$

$M_{A_{G_I}} = -0,4 + 0,0307 \cdot 19,5 =$

$= -0,4 + 0,6 = +0,2$

$M_{A_{G_{II}}} = -4,2 + 0,1615 \cdot 19,5 =$

$= -4,2 + 3,15 = -1,05$

$M_{B_{P_I}} = 24$

$M_{B_{P_{II}}} = 39 - 0,5 \cdot 19,5 = 29,25$

$M_{B_{G_I}} = 0,4 - 0,0307 \cdot 19,5 = -0,2$

$M_{B_{G_{II}}} = -0,1615 \cdot 19,5 = -3,15$

Опорные реакции от расчетных приведенных сил определяются зависимостями

Опорные моменты

$$M_A = 24P_I + 0,2G_I + 29,25\,P_{II} - 1,05\,G_{II}$$

$$M_B = 24P_I - 0,2G_I + 29,25\,P_{II} - 3,15G_{II}$$

Эпюры изгибающих моментов в расчетной схеме от единичных приведенных сил

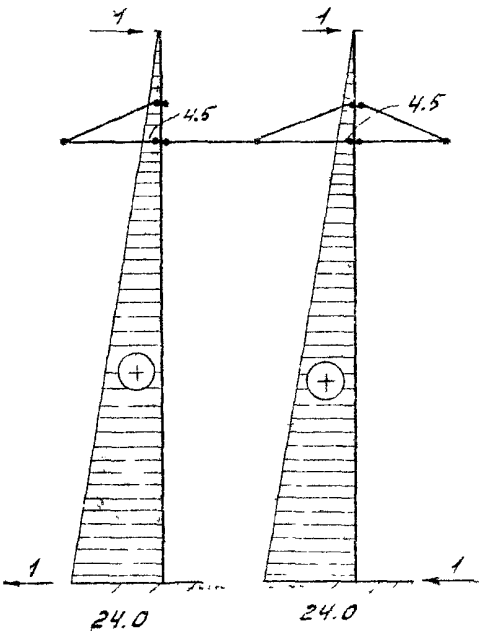


Рис. 8

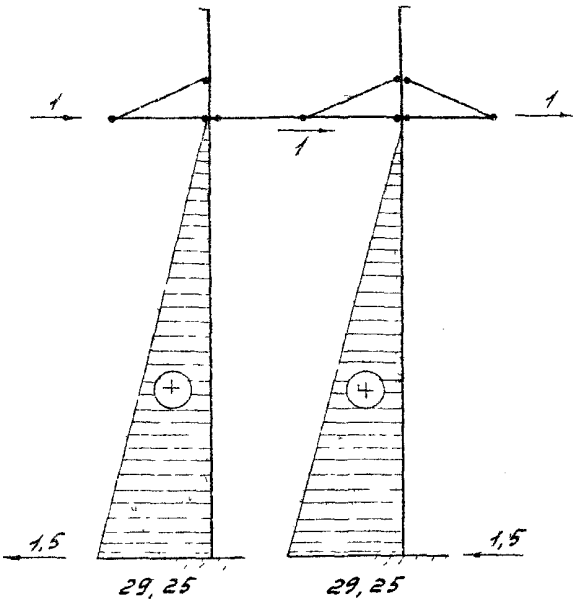
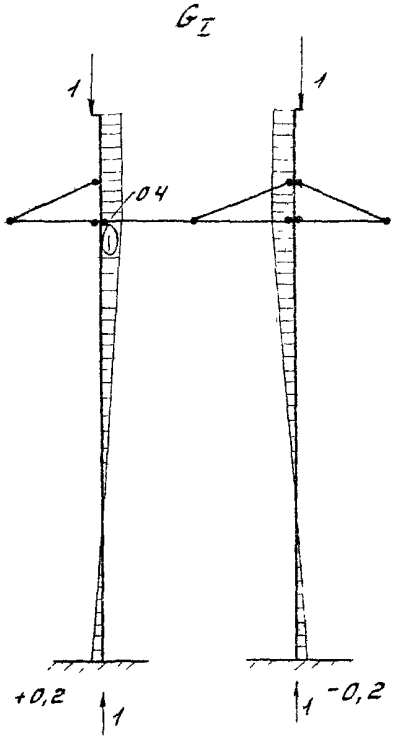
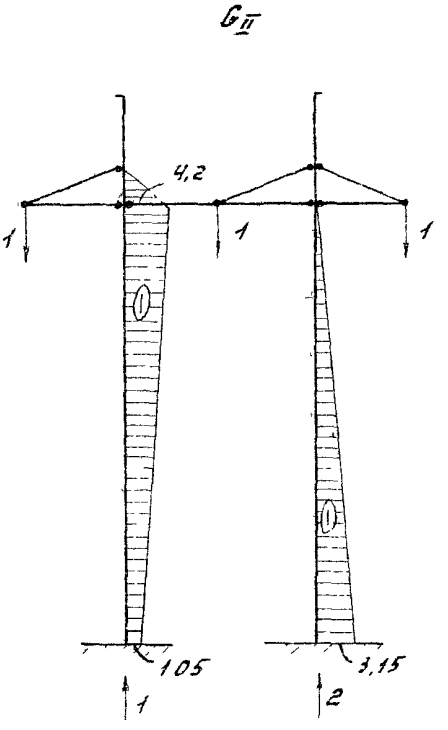


Рис. 9





Размещ. СЭИ зап. 3 ч. 1754-т

N3082 тм - т Б	Лист
литера	16 / 38

Вертикальные опорные реакции

$$N_A = \left(G_I + G_{II}\right) + \frac{G_{оп}}{2}$$

$$N_B = \left(G_I + 2G_{II}\right) + \frac{G_{оп}}{2}$$

Горизонтальные опорные реакции.

$$Q_A = P_I + 1{,}5P_{II} + 0{,}0307 \cdot G_I + 0{,}1615\,G_{II} + W\frac{H}{2} + Wh\left(1 - \frac{H+\frac{h}{2}}{H+h}\right)$$

$$Q_B = P_I + 1{,}5\,P_{II} - 0{,}0307\,G_I - 0{,}1615\,G_{II} + W\frac{H}{2} + Wh\left(1 - \frac{H+\frac{h}{2}}{H+h}\right)$$

Изгибающие моменты под траверсой

$M_{A\,тр} = +4{,}5P_I + 0{\cdot}P_{II} - 0{,}4G_I - 4{,}2G_{II}$

$M_{B\,тр} = +4{,}5P_I + 0{\cdot}P_{II} + 0{,}4G_I + 0{\cdot}G_{II}$

Приведенные нагрузки *

$$P_I = P_T + W_{ст}\,h\,\frac{H+\frac{h}{2}}{H+h} = P_T + W_{ст}\cdot 4{,}5\,\frac{21{,}75}{24{,}0} = P_T + 4{,}08\,W_{ст}$$

$$P_{II} = P_n + \frac{1}{3}P_{тр} + \frac{2}{3}W\frac{H}{2} = P_n + \frac{1}{3}P_{тр} + 6{,}5\,W$$

$$G_{II} = g_n + g_T + 0{,}3\,,$$

$$G_I = g_T$$

Нормальный режим I, II р. г.

провод 2×АСО – 400, трос С-70

$P_T = 220$ кг $\quad P_n = 935$ кг $\quad W_{ст} = 16{,}8$ кг/пм

$g_T = 290$ кг $\quad g_n + g_г = 1635$ кг $\quad P_{тр} = 60$ кг

$$P_I = 220 + 16{,}8 \cdot 4{,}08 = 220 + 69 = 289\ кг$$

$$P_{II} = 935 + \frac{60}{3} + 6{,}5 \cdot 16{,}8 = 935 + 20 + 109 = 1064\ кг$$

$$G_{II} = 1635 + 300 = 1935 кг$$

$$G_I = 290\ кг$$

---

* Приведенные нагрузки получены по моменту в опорном сечении.

Гипропар. 130 экз. Зак. 156. 1967 год. Т. 1.62

$$M_A = 24 \cdot 0{,}289 + 0{,}2 \cdot 0{,}29 + 29{,}25 \cdot 1{,}064 - 1{,}05 \cdot 1{,}935 =$$

$$= 6{,}94 + 0{,}058 + 31{,}15 - 2{,}03 = 36{,}12 \text{ тм}$$

$$M_B = 24 \cdot 0{,}289 - 0{,}2 \cdot 0{,}29 + 29{,}25 \cdot 1{,}064 - 3{,}15 \cdot 1{,}935 =$$

$$= 6{,}94 - 0{,}058 + 31{,}15 - 6{,}1 = 31{,}93 \text{ тм}$$

$$G_{оп} \cong 15{,}0 \text{ т}$$

$$N_A = (0{,}29 + 1{,}935) + \frac{15{,}0}{2} = 2{,}225 + 7{,}5 = 9{,}725 \text{ т}$$

$$N_B = (0{,}29 + 2 \cdot 1{,}935) + \frac{15{,}0}{2} = 4{,}26 + 7{,}5 = 11{,}76 \text{ т}$$

$$Q_A = 0{,}289 + 1{,}5 \cdot 1{,}064 + 0{,}0307 \cdot 0{,}29 + 0{,}1615 \cdot 1{,}935 + \frac{0{,}0168 \cdot 19{,}5}{2} +$$

$$+ 0{,}0168 \cdot 4{,}5 \left(1 - \frac{19{,}5 + \frac{4{,}5}{2}}{19{,}5 + 4{,}5}\right) =$$

$$= 0{,}289 + 1{,}6 + 0{,}009 + 0{,}312 + 0{,}164 + 0{,}0072 = 2{,}38 \text{ т}$$

$$Q_B = 0{,}289 + 1{,}6 - 0{,}009 - 0{,}312 + 0{,}164 + 0{,}0072 = 1{,}74 \text{ т}$$

Нормальный режим II, IV р.г.

провод 2х АСО – 400, трос С-70

$P_т = 355$ кг $\quad P_п = 930$ кг $\quad W_{ст} = 3{,}5$ кг/пм

$g_т = 1485$ кг $\quad g_п + g_г = 5210$ кг $\quad P_{тр} = 15$ кг

$$P_I = 355 \text{ кг} + 4{,}08 \cdot 3{,}5 = 355 + 14 = 369 \text{ кг}$$

$$P_{II} = 930 + \frac{15}{3} + 6{,}5 \cdot 3{,}5 = 930 + 5 + 23 = 958 \text{ кг}$$

Разновар. 1130. зап. зак. 154-100 экз. 19/III 69 г.

$G_{II} = 5210 + 300 = 5510$ кг

$G_{I} = 1485$ кг

$M_A = 24 \cdot 0{,}369 + 0{,}2 \cdot 1{,}485 + 29{,}25 \cdot 0{,}958 - 1{,}05 \cdot 5{,}510 =$

$= 8{,}85 + 0{,}297 + 28{,}1 - 5{,}79 = 31{,}46$ тм

$M_B = 8{,}85 - 0{,}297 + 28{,}1 - 17{,}4 = 19{,}25$ тм

$N_A = 1{,}485 + 5{,}51 + 7{,}5 = 14{,}5$ т

$N_B = 1{,}485 + 11{,}02 + 7{,}5 = 20{,}0$ т

$Q_A = 0{,}369 + 1{,}5 \cdot 0{,}958 + 0{,}0307 \cdot 1{,}485 + 0{,}1615 \cdot 5{,}51 +$

$+ 0{,}0035 \cdot \frac{19{,}5}{2} + 0 = 0{,}369 + 1{,}44 + 0{,}0455 + 0{,}89 + 0{,}034 + 0 =$

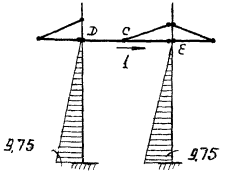
$= 2{,}78$ т

$Q_B = 0{,}369 + 1{,}44 - 0{,}0455 - 0{,}89 + 0{,}034 + 0 = 0{,}91$ т

Расчетным для опоры является нормальный режим I.

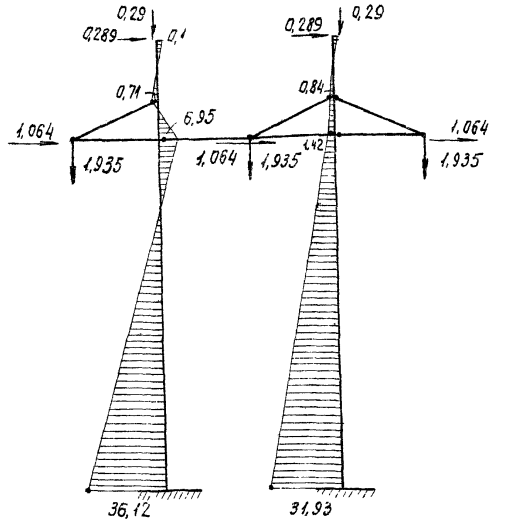
Определение горизонтального перемещения точки C (D и E) от нагрузок I-го нормального режима.

Единичное состояние.



Ролайдер СЗО зап Зак. 156-107 экз. 19/III-59г.

Состояние загружения нагрузками нормального режима I



$$\Delta_{1Pc} = \frac{1}{B_э}\left\{ \frac{19,5}{6}\left[2(36,12\cdot 9,75 - 6,95\cdot 0) + 0 - 6,95\cdot 9,75\right] + \right.$$

$$\left. + \frac{19,5}{6}\left[2(31,93\cdot 9,75 + 0) + 9,75\cdot 1,42 + 0\right]\right\} =$$

$$= \frac{1}{B}(2020 + 2080) = \frac{4100}{B_э}$$

При $B_э = 4\cdot 10^3 тм^2$ $\Delta_{1P} \cong 1,0$ м

Вес стойки на отметке траверсы условно принят $G_{ст.\ прив} = 3,5$ т.

Дополнительный момент для левой стойки

$\Delta M_A \cong 3,5\cdot 1,0 + (1,935 + 0,29)\cdot 1,0 = 3,5 + 2,225 = 5,73$ тм

Тоже для правой

$\Delta M_B = 3,5\cdot 1,0 + (2\cdot 1,935 + 0,29)\cdot 1,0 = 3,5 + 4,16 = 7,66$ тм

Редакция 230 ЭСА Зак 156-100 экз. 19/IV-69г.

Тогда

$M_A = 36,12 + 5,73 = 41,85$ тм $< M_{пп} = 43,11$ тм

$M_B = 31,93 + 7,66 = 39,59$ тм $< M_{пп} = 43,11$ тм

Эти моменты при уточнении за счет перемещения траверсы практически не изменяются и не превышают предельных для стойки

Аварийный режим III

Обрыв консольного провода, $S_п = 2080$ кг

С учетом деформации опоры при обрыве консольного провода распределение обрывного усилия по стойкам принято 1,0 и 0,0, что обеспечивает некоторый запас по прочности. В этом случае изгибающий момент в опорном сечении равен

$$M_{изг} = 2,08 \cdot 1,0 \cdot 19,5 = 40,6 \text{ тм} < 43,11 \text{ тм}.$$

Аварийный режим IV

Обрывное усилие по тросу $S_т = 1510$ кг

Изгибающий момент в опорном сечении равен

$$M_{изг} = 1,51 \cdot 24,0 = 36,2 \text{ тм} < 43,11 \text{ тм}.$$

Ремайор, 030 зсп Зак. 156-100 Экз 19/IV-65г.

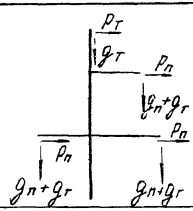
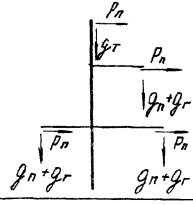
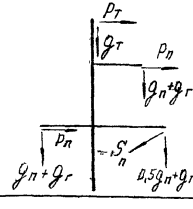
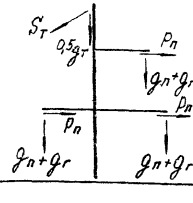
Таблица расчетных пролетов для опор ВЛ 220 ÷ 330 кв

Таблица N 4

Напряжение ВЛ [кв]	Шифр опоры	Высота опоры [м]	Стрела провеса провода [м]	Пролеты	Марки проводов															
					АСО – 300				АСО – 400				2 х АСО – 300				2 х АСО – 400			
					Районы по гололеду															
					I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
220	ПБ220–1	16,0	6,6	$l_{габ}$	290	290	260	230	290	290	280	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				$l_{ветр}$	360	360	280	230	315	315	270	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				$l_{вес}$	360	360	325	285	360	360	340	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		14,5	5,1	$l_{габ}$	—	—	—	—	—	—	—	220	—	—	—	—	—	—	—	—
				$l_{ветр}$	—	—	—	—	—	—	—	225	—	—	—	—	—	—	—	—
				$l_{вес}$	—	—	—	—	—	—	—	275	—	—	—	—	—	—	—	—
330	ПБ330–1	19,5	8,6	$l_{габ}$	—	—	—	—	—	—	—	—	335	335	295	265	335	335	300	285
				$l_{ветр}$	—	—	—	—	—	—	—	—	360	360	340	305	335	335	320	295
				$l_{вес}$	—	—	—	—	—	—	—	—	420	420	370	330	420	420	375	355

Нагрузки на опору от проводов и тросов

Таблица № 5

NN схем	Характеристики схем	Расчетные климатич. условия	Схема нагрузок	Род нагрузок	Обозначение
I	Провода и тросы не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен перпендикулярно оси ВЛ	$q=50\ кг/м^2$, $t=-5°C$, $C=0$		Давление ветра на пролет провода	$P_п$
				Давление ветра на пролет троса	$P_т$
				Вес пролета провода	$g_п$
				Вес гирлянды изоляторов	$g_г$
				Вес пролета троса	$g_т$
II	Провода и тросы не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен перпендикулярно оси ВЛ	$t=-5°$, $q=12,5\ кг/м^2$, $C=5-10\ мм$; $q=14\ кг/м^2$, $C=15-20\ мм$		Давление ветра на пролет провода	$P_п$
				Давление ветра на пролет троса	$P_т$
				Вес пролета провода	$g_п$
				Вес гирлянды изоляторов	$g_г$
				Вес пролета троса	$g_т$
III	Оборваны провода одной фазы, дающие наибольший изгибающий и крутящий моменты на опору. Трос не оборван	$q=0$, $t=-5°C$, $C=0$		Тяжение провода при обрыве	$S_п$
				Вес пролета провода	$g_п$
				Вес гирлянды изоляторов	$g_г$
				Вес пролета троса	$g_т$
IV	Оборван трос, провода не оборваны.	$q=0$, $t=-5°$, $C=0$		Тяжение троса при обрыве	$S_т$
				Вес пролета провода	$g_п$
				Вес гирлянды изоляторов	$g_г$
				Вес пролета троса	$g_т$

Калькир. с/з Эл. Эл. Зак. 162. 200 т/у 68г.

Расчетные нагрузки от проводов и тросов на опору ПБ 220-1

Таблица № 6

Схема	Пролет	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
		АСО-300	С-70	АСО-300	С-70	АСО-300	С-70	АСО-300	С-70	АСО-400	С-70	АСО-400	С-70	АСО-400	С-70	АСО-400	С-70
	$\ell_{наб}$	290		290		260		230		290		290		280		220	
	$\ell_{ветр}$	360		360		280		230		315		315		270		225	
	$\ell_{вес}$	360		360		325		285		360		360		340		275	
I	$P_п$, $P_т$	435	275	435	275	355	225	280	175	440	240	440	240	380	205	315	170
	$g_п$, $g_т$	435	245	435	245	395	225	345	195	595	245	595	245	560	235	455	190
	$g_г$	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—
	$g_п+g_г$, $g_т$	530	245	530	245	490	225	440	195	690	245	690	245	655	235	550	190
II	$P_п$; $P_т$	270	240	335	355	355	365	345	370	245	210	310	310	360	350	355	365
	$g_п$, $g_т$	725	410	1115	675	1455	940	1750	1190	925	410	1350	675	1775	980	1920	1150
	$g_г$	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—
	$g_п+g_г$, $g_т$	820	410	1210	675	1550	940	1845	1190	1020	410	1445	675	1870	980	2015	1150
III	$S_п$	960	—	960	—	960	—	960	—	1300	—	1300	—	1300	—	1300	—
	$g_п$, $g_т$	435	245	435	245	395	225	345	195	595	245	595	245	560	235	455	190
	$g_г$	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—
	$g_п+g_г$; $g_т$	530	245	530	245	490	225	440	195	690	245	690	245	655	235	550	190
	$0{,}5g_п+g_г$	315	—	315	—	290	—	270	—	390	—	390	—	375	—	325	—
IV	$S_т$	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510
	$g_п$, $g_т$	435	245	435	245	395	225	345	195	595	245	595	245	560	235	455	190
	$g_г$	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—
	$g_п+g_г$, $g_т$	530	245	530	245	490	225	440	195	690	245	690	245	655	235	550	190
	$0{,}5g_т$	—	125	—	125	—	110	—	100	—	125	—	125	—	115	—	95

Примечания: 1. Ветровая нагрузка на трос подсчитана с коэффициентом увеличения скоростного напора 1.35

2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_{т\,max} = 40$ кг/мм^2

Расчетные нагрузки от проводов и тросов на опору ПБ 330-1

Таблица № 7

Схема	Пролет	I 2×АСО-300	I С-70	II 2×АСО-300	II С-70	III 2×АСО-300	III С-70	IV 2×АСО-300	IV С-70	I 2×АСО-400	I С-70	II 2×АСО-400	II С-70	III 2×АСО-400	III С-70	IV 2×АСО-400	IV С-70
	$l_{габ}$	335		335		295		265		335		335		300		285	
	$l_{ветр}$	360		360		340		305		335		335		320		295	
	$l_{вес}$	420		420		370		330		420		420		375		355	
I	P_n; P_T	875	230	875	230	825	220	720	200	935	210	935	210	895	210	825	195
	g_n; g_T	1015	290	1015	290	895	255	800	225	1385	290	1385	290	1235	255	1170	245
	g_r	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—
	g_n+g_r, g_T	1265	290	1265	290	1145	255	1050	225	1635	290	1635	290	1485	255	1420	245
II	P_n; P_T	535	180	670	260	855	330	920	365	520	165	625	245	860	310	930	355
	g_n; g_T	1670	480	2610	790	3310	1070	4060	1385	2150	480	3150	790	3930	1080	4960	1485
	g_r	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—
	g_n+g_r, g_T	1920	480	2860	790	3560	1070	4310	1385	2400	480	3400	790	4180	1080	5210	1485
III	S_n	1540	—	1540	—	1540	—	1540	—	2080	—	2080	—	2080	—	2080	—
	g_n; g_T	1015	290	1015	290	895	255	800	225	1385	290	1385	290	1235	255	1170	245
	g_r	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—
	g_n+g_r, g_T	1265	290	1015	290	1145	255	1050	225	1635	290	1635	290	1485	255	1420	245
	$0{,}5g_n+g_r$	760	—	760	—	700	—	650	—	940	—	940	—	870	—	835	—
IV	S_T	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510
	g_n; g_T	1015	290	1015	290	895	255	800	225	1385	290	1385	290	1235	255	1170	245
	g_r	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—	250	—
	g_n+g_r; g_T	1265	290	1265	290	1145	255	1050	225	1635	290	1635	290	1485	255	1420	245
	$0{,}5g_T$	—	145	—	145	—	125	—	115	—	145	—	145	—	130	—	120

Примечания: 1. Ветровая нагрузка на трос подсчитана с коэффициентом увеличения скоростного напора 1,1
2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_{T\,max} = 40$ кг/мм²

Определение σ_7 для троса С-70

$d = 11$ мм $S = 72{,}58$ мм² $g = 0{,}623$ кг/пм (ГОСТ 3063-66)

Таблица №8

Шифр опоры	Провод, район по гололеду	Габарит до земли Г [м]	$f_{пр} = H - Г$ [м]	$l_{габ}$ [м]	$h_{тт}$ [м]	$f^*_{тр}$ [м]	$h^*_{ц.тяж\ троса}$ [м]	κ	$q_н$ кг/м²	$\kappa q_н$ кг/м²	P_1 кг/пм	$P_2 = 0{,}9\sqrt{n}C(d+c)10^{-3}$ кг/пм	$P_3 = P_1 + P_2$	$P_5 = 1{,}2\ 0{,}25\ \kappa q_н (d+2c) \times 10^{-3}$ кг/пм	$P_7 = \sqrt{P_3^2 + P_5^2}$	$\sigma_7 = P_7 / S$
ПБ 220-1	АСО-400 IV	7,0	6,6	250	4,7	$23{,}8 - (7{,}0 + 5{,}5 + 4{,}7) = 6{,}6$	$7{,}0 + 5{,}5 + 4{,}7 + \frac{6{,}6}{3} = 19{,}4$	1,34	50	68,0	0,623	$0{,}9\sqrt{1}\,20(11+20)\cdot10^{-3} = 1{,}753$	2,376	$1{,}2\cdot14\cdot1{,}34\cdot(11+40)\,10^{-3} = 1{,}148$	$\sqrt{2{,}376^2 + 1{,}148^2} = 2{,}639$	$\frac{2{,}639}{72{,}58} = 0{,}0363$
								1,0						$1{,}2\cdot14\cdot1\,(11+40)\cdot10^{-3} = 0{,}855$		
ПБ 330-1	АСО-400 IV	7,5	8,6	285	5,25	$23{,}8 - (7{,}5 + 5{,}25) = 11{,}05$ ** Принято $f_{тр} = 8{,}6$ м	$7{,}5 + 7{,}7^{**} + \frac{8{,}6}{3} = 18{,}07$	1,25		62,5				$1{,}2\cdot1{,}25\cdot14\cdot(11+40)\cdot10^{-3} = 1{,}07$	$\sqrt{2{,}376^2 + 1{,}07^2} = 2{,}606$	$\frac{2{,}606}{72{,}58} = 0{,}03595$

* $f_{тр} = f_{тр} - (Г + a + h_{тт})$ $h_{ц\ тяж\ тр} = Г + a + h_{тт} + \frac{f_{тр}}{3}$, где Г – габарит до земли; a – расстояние между траверсами; $h_{тт}$ – расстояние между проводом и тросом в пролете по ПУЭ-66

** При $f_{тр} > f_{пр}$ принимается $f_{тр} = f_{пр}$, а $h_{тт} = h_т = 7{,}7$

Определение σ_{max} в тросе.

Таблица №9

Задаются проектировщиком									Вычисляются												
											$A = 5{,}34\cdot\frac{f_т^2}{l^2} - 10{,}6\frac{l^2}{f_т} - 4{,}8$							$B = 8{,}34\cdot\sigma_т^2\ 10^6\cdot l^2$			σ_{max}
Шифр опоры	Провод	Трос	Пролет $l_{габ}$ [м]	Район по гололеду	Стрела провеса провода $t° = +15°$ С, $C = 0$, $q = 0$ [м]	Наибольшая приведенная нагрузка на трос $\sigma_т \cdot 10^3$ кг/м·мм²	Превышение троса над верхним проводом на опоре $h_т$ [м]	Превышение троса над верхним проводом в пролете $h_{тт}$ [м] (по ПУЭ п. II-5-77)	$\Delta f^* = ⑨ - ⑧$	$f_т = ⑥ - ⑩$	$f_т^2$ ⑪²	$l^2 \cdot 10^4$ ④²	$\frac{f_т^2}{l^2}$ ⑫/⑬	$5{,}34\frac{f_т^2}{l^2}$ 5,34·⑭	$\frac{l^2}{f_т}$ ⑬/⑪	$10{,}6\frac{l^2}{f_т}$ 10,6·⑯	A ⑮-⑰-4,8	$\sigma_т^2$ ⑦²	$8{,}34\sigma_т^2$ 8,34·⑲	B =⑳×⑬	$\sigma^2_{т.max}(\sigma_{т.max} + A) = B$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ПБ 220-1	АСО-400	С-70	250	IV	5,99	36,3	10,2	4,7	0	5,99	35,85	6,25	5,74	30,6	4,045	11,09	14,71	1319	11000	68700	36,6
ПБ 330-1	АСО-400		285	IV	8,0	35,95	7,7	5,25	0 0	8,00	64,00	8,13	7,88	42,1	1,017	10,79	26,51	1292	10780	87500	37,1

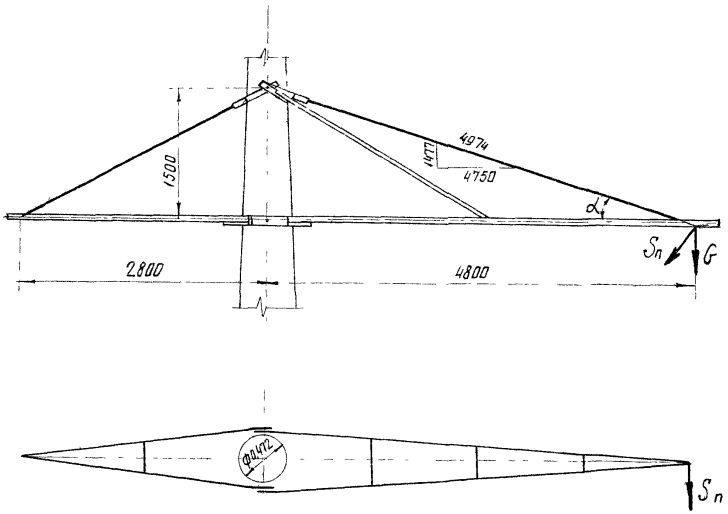
Примечание * При $\Delta f < 0$, принимается $\Delta f = 0$

σ_{max} принято для обеих опор 40 кг/мм²

Проверка прочности траверс и металлических деталей

Размножено [illegible] 19/III-69 г.

Траверса Б 12 (опора ПБ 220-1)



$$tg\,\alpha = \frac{1477}{4750} = 0,3105 \qquad \alpha = 17^{\circ}15' \quad Sin\,\alpha = 0,2966 \quad Cos\,\alpha = 0,9551$$

Расчет тяг траверсы

Расчетным для тяг траверсы является нормальный режим II, IV р г, провод АСО-400

$G_{тр} = 170$ кг $\quad g_{п} = 6,991$ кг/пм $\quad l_{вес} = 310$ м $\quad g_{г} = 95$ кг

Усилие в тяге

$$S_{т} = \frac{85 + 6,991 \cdot 310 + 95}{0,2966} = \frac{180 + 2165}{0,2966} = 7910 \text{ кг}$$

Тяга выполнена из ф 24 мм $F = 4{,}524\ см^2$

$$\sigma = \frac{7910}{4{,}524} = 1750\ кг/см^2 < 2100\ кг/см^2$$

Марка Б 331 выполнена из ф 24 мм

Площадь ослабленного сечения (по резьбе)

$F_{нт} = 3{,}09\ см^2$

$$\sigma = \frac{7910}{2\ 3{,}09} = 1280\ кг/см^2 < 1700\ кг/см^2$$

Болт в узле „тяга - стойка" ф 30 мм $F = 7{,}069\ см^2$

$$\sigma = \frac{7910}{2 \cdot 7{,}069\ 0{,}75} = 746\ кг/см^2 < 1500\ кг/см^2$$

Расчет поясов траверсы

Для поясов траверсы расчетным является аварийный режим III (обрыв провода), провод АСО-400, III район по гололеду

$S_п = 1300\ кг$ $g_п = 1{,}651\ кг/пм$ $g_г = 95\ кг$ $G_{тр} = 170\ кг$

$l_{вес} = 350\ м$ $g_{люльки} = 150 \cdot 1{,}1 = 165\ кг$

Усилие в поясе

$$U_п = \frac{1300 \cdot 4{,}8}{0{,}492} + \frac{(0{,}5 \cdot 1{,}651 \cdot 350 + 95 + 85 + 165)\ 48}{4{,}75 : 2 \cdot 0{,}3105} =$$

$$= 12700 + 1030 = 13730\ кг$$

Пояс выполнен из $\angle$ 90×7 $F = 12{,}3\ см^2$

$r_x = 2{,}77\ см$ $r_{min} = 1{,}78\ см$

Размнор 130 сел Зак 156-ас зш 19/III 69г

$l_n = 240$ см $\qquad l_n' = 120$ см

$\lambda = \frac{240}{2,77} \cong 87 \qquad \lambda' = \frac{120}{1,78} \cong 67$

$\varphi = 0,708 \qquad \varphi' = 0,825$

$$\sigma = \frac{13730}{0,708 \cdot 12,3} = 1580 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

Болты в узле крепления „пояс – тяга"

3 болта ф 24 мм

на срез $F_б = 4,524$ см^2

$$\sigma = \frac{13730}{3 \cdot 4,524} = 1010 \text{ кг/см}^2 < 1300 \text{ кг/см}^2$$

Болт в узле крепления „пояс – стойка

ф 36 мм $\qquad F = 10,18$ см^2

на срез $\sigma = \frac{13730}{10,18} = 1350$ кг/см^2 < 1500 кг/см^2

Проверка поясов траверсы в нормальном режиме II, IV р г

Усилие в поясе

$$U = \frac{(180 + 2165)4,8}{2 \cdot 0,3105 \cdot 4,75} = \frac{2345 \cdot 4,8}{2 \cdot 0,3105 \cdot 4,75} = 3820 \text{ кг}$$

Ромашор 230 эсп 1 ст 156-100 экз 19/IV-79г.

$$\lambda' = \frac{0{,}5\, l_{тр}}{r_{тсп}} = \frac{240}{1{,}78} = 135 < 150 \quad \varphi = 0{,}38$$

$$\sigma = \frac{3820}{0{,}38 \cdot 12{,}3} = 816\ кг/см^2 < 0{,}5 \cdot 2100 = 1050\ кг/см^2$$

Траверса Б 10

$$tp\alpha = \frac{977}{2800} = 0{,}3495 \qquad \alpha = 19°16' \qquad \sin\alpha = 0{,}331 \quad \cos\alpha = 0{,}944$$

Расчет тяг траверсы

Расчетным для тяг траверсы является нормальный режим II, IV район по гололеду, провод АСО-400

$G_{тр} = 80$ кг $\quad g_п = 6{,}991$ кг/пм $\quad l_{вес} = 310$ м $\quad g_г = 95$ кг

Усилие в тяге

$$S_т = \frac{40 + 6{,}991 \cdot 310 + 95}{0{,}331} = \frac{135 + 2165}{0{,}331} = 6950\ кг$$

Разработ. СЗО ССП Зак 156-1 от 3.11 18/IV-68 г.

Тяга выполнена из · ф 24 мм $F = 4,524\ см^2$

$$\sigma = \frac{6950}{4,524} = 1535\ кг/см^2 < 2100\ кг/см^2$$

Болт в узлах „стойка – тяга" и тяга-пояс"
ф 24 мм $F = 4,524\ см^2$

$$\sigma_{среза} = \frac{6950}{2 \cdot 4,524} = 768\ кг/см^2 < 1500\ кг/см^2$$

Расчет поясов траверсы

Для поясов траверсы расчетным является аварий режим III (обрыв провода), провод АСО-400, III район по гололеду

$S_n = 1300\ кг$ $g_n = 1,651\ кг/пм$ $g_г = 95\ кг$ $G_{тр} = 80\ кг$

$l_{вес} = 350\ кг$ $g_{люльки} = 165\ кг$

Усилие в поясе

$$U_n = \frac{1300 \cdot 2,8}{0,421} + \frac{0,5 \cdot 1,651 \cdot 350 + 95 + 40 + 165}{2 \cdot 0,3495} =$$

$$= 8630 + 842 = 9472\ кг$$

Пояс выполнен из ∠ 80 х 6 $F = 9,38\ см^2$

$r_x = 2,47\ см$ $r_{min} = 1,58\ см$

$$\lambda = \frac{280}{2,47} = 113 \qquad \lambda' = \frac{140}{1,58} \cong 89$$

$$\varphi = 0,499 \qquad \varphi' = 0,696$$

N 3082 тм-т 6	Лист	
литера	32	38

Р-майор СЗО ЭСП Зак. 456-100 экз 19/IV-64 г

$$\sigma = \frac{9472}{0,499 \cdot 9,38} = 2030 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

Болты в узле „пояс-тяга"

3 болта ф 20 мм $F = 3,142 \text{ см}^2$

$$\sigma = \frac{9472}{3 \cdot 3,142} = 1005 \text{ кг/см}^2 < 1300 \text{ кг/см}^2$$

Проверка болта в узле „пояс - стойка

ф 36 мм $F = 10,18 \text{ см}^2$

на срез $\sigma = \frac{9472}{10,18} = 930 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2$

Проверка поясов траверсы в нормальном режиме

Усилие в поясе

$$U = \frac{(135 + 2165)2,8}{2 \cdot 0,3495 \cdot 2,75} = 3350 \text{ кг}$$

$$\lambda = \frac{0,75 \cdot 280}{1,78} = 118 \qquad \varphi = 0,464$$

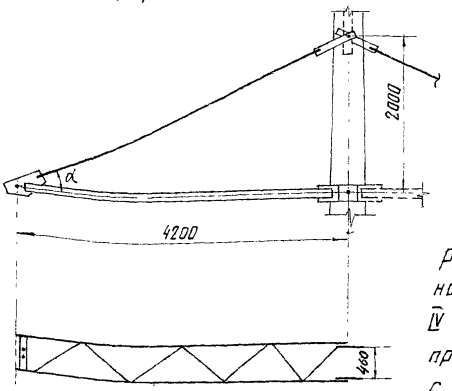
$$\sigma = \frac{3350}{0,464 \cdot 12,3} = 588 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

$$\lambda' = \frac{140}{1,78} \cong 79 \qquad \varphi = 0,756$$

$$\sigma = \frac{3350}{0,756 \cdot 12,3} = 360 \text{ кг/см}^2 < 0,5 \cdot 2100 = 1050 \text{ кг/см}^2$$

Рамов р. 038 зсп Зак 156-100 зна 15/III-69г.

Траверса Б13



$tp\alpha = \frac{2,0}{4,2} = 0,476$

$\alpha = 25° 27'$

$\cos\alpha = 0,9022$

$\sin\alpha = 0,4297$

Расчет тяг траверсы

Расчетным является нормальный режим II, IV район по гололеду, провод 2×АСО-400

$G_{тр} = 200$ кг

$g_п + g_г = 5210$ кг

Усилие в тяге

$$S_т = \frac{5210 + 0,5 \cdot 200}{2 \cdot 0,4297} = \frac{5310}{0,8594} = 6200 \text{ кг}$$

Тяга выполнена из ·ф 20 мм $F = 3,142$ см^2

$$\sigma = \frac{6200}{3,142} = 1970 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

Болт в узле „тяга – стойка" ф36мм $F = 10,18$ см^2

$$\tau_{ср} = \frac{6200}{10,18} = 610 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2$$

Расчет поясов траверсы

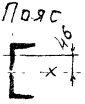
Расчетным является аварийный режим III. (обрыв 2×АСО-400), II р.г.

$S = 2080$ кг $0,5 g_п + g_г = 940$ кг $G_{тр} = 200$ кг

Ленинград СЭП Зап. Зак. 156-100 экз. 19/II-69

$$U_n = \frac{2080 \cdot 4,2}{0,460} + \frac{940 + 0,5 \cdot 200}{2 \cdot 0,9022} = 19000 + 576 = 19576 \text{ кг}$$

Пояс выполнен из 2^х уголков ∟63×5 $F = 2 \cdot 6,13 = 12,26 \text{ см}^2$



$$J_{x-x} = 2 \cdot 23,1 + 2 \cdot 6,13 \cdot 4,6^2 = 46,2 + 260 = 3062 \text{ см}^4$$

$$z_x = \sqrt{\frac{J_{x-x}}{F}} = \sqrt{\frac{306,2}{12,26}} = 5,0 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{356}{5,0} \cdot 1,14 = 81 \qquad \varphi = 0,744$$

$$\sigma = \frac{19576}{0,744 \cdot 12,26} \approx 2100 \text{ кг/см}^2 = 2100 \text{ кг/см}$$

Болт в узле „пояс - стойка" ϕ 42 мм

$$F = 13,85 \text{ см}^2$$

$$\tau_{ср} = \frac{19576}{13,85} = 1410 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{19576}{4,2 \cdot 1,6} = 2920 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2$$

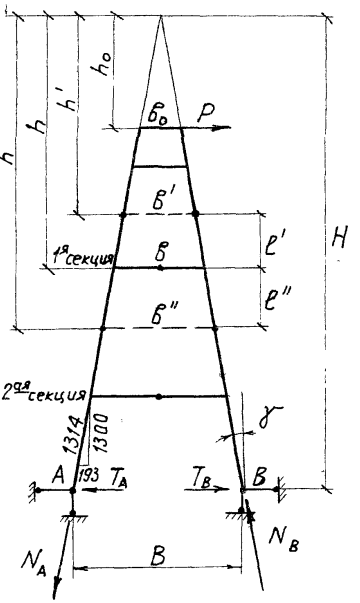
Репринт 030 ЭОМ Зит 1456-030 Вал. 1982-83

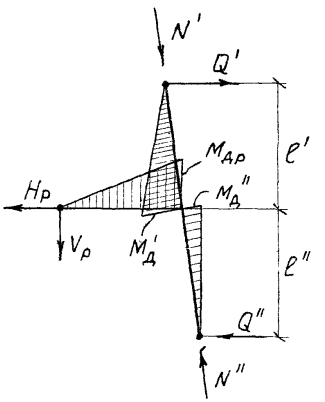
| | | |

Тросостойка Б36

Аварийный режим IV (обрыв троса С-70)

$S_T = 1510$ кг





$$N' = P\left(\frac{h_0}{в_0} - \frac{h_0}{в'}\right)\frac{1}{\cos\gamma}$$

$$Q' = \frac{P}{2}\frac{h_0}{h'} = \frac{P}{2}\frac{в_0}{в'}$$

$$N'' = P\left(\frac{h_0}{в_0} - \frac{h_0}{в''}\right)\frac{1}{\cos\gamma}$$

$$Q'' = \frac{P}{2}\frac{h_0}{h''} = \frac{P}{2}\frac{в_0}{в''}$$

$$H_р = Q' - Q'' = \frac{P}{2}\left(\frac{в_0}{в'} - \frac{в_0}{в''}\right)$$

$$V_р = P\frac{в_0}{в}\left(\frac{\ell'}{в'} + \frac{\ell''}{в''}\right)$$

$$M_{Др} = \frac{P}{2}в_0\left(\frac{\ell'}{в'} + \frac{\ell''}{в''}\right)$$

$$M_Д' = \frac{P}{2}в_0\frac{\ell'}{в'}$$

$$M_Д'' = \frac{P}{2}в_0\frac{\ell''}{в''}$$

$$|N_A| = |N_B| = P\left(\frac{h_0}{в_0} - \frac{h_0}{B}\right)$$

$$T_A = T_B = \frac{P}{2}\frac{в_0}{B}$$

$$\cos\gamma = \frac{1300}{1314} = 0{,}989$$

N 3082тм-т6.	Лист
литера	36 38

Типовой 230 эсп 3.ок 155-100 вып. 19/72-5к

Таблица усилий в элементах тросостойки

$h_0 = 30$ см $b_0 = 9,0$ см $\frac{h_0}{b_0} = 3,34$ $P = 1,51$ т

Таблица №10

Секция	b'	l'	b''	l''	$\frac{h_0}{b'}$	N'	$\frac{b_0}{b'}$	Q'	$\frac{h_0}{b''}$	N''	$\frac{b_0}{b''}$	Q''	H_p	$\frac{l'}{b'}$	$\frac{l''}{b''}$	b	$\frac{b_0}{b}$	V_p	M_{Ap}	M_A'	M_A''
	см	см	см	см	–	т	–	т	–	т	–	т	т	–	–	см	–	т	кгсм	кгсм	кгсм
1	18,3	20,0	31,6	25,0	1,64	2,62	0,49	0,37	0,95	3,65	0,29	0,22	0,15	1,09	0,79	24,2	0,37	1,05	12800	7400	5370
2	31,6	25,0	47,6	28,5	0,95	3,65	0,29	0,22	0,63	4,15	0,19	0,14	0,07	0,79	0,6	39,1	0,23	0,95	9450	5370	4080

Пояса и распорки выполнены из [12 $F = 13,3$ см^2 $W_y = 8,52$ см^3 $r_y = 1,53$ см

Проверка пояса в 1-ой секции (верх)

$M_д = 7400$ кгсм $N' = 2620$ кг $l = 40$ см $\lambda = \frac{40}{1,53} = 26$ $\varphi = 0,938$

$$\sigma = \frac{2620}{13,3 \cdot 0,938} + \frac{7400}{8,52} = 210 + 880 = 1090 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

Напряжение в распорке $\sigma_p = \frac{12800}{8,52} = 1500$ кг/см^2

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	№ 3082 тм-тв	Лист 37	Листов 38

Нормальный режим II, IV район по гололеду.

$P = 355$ кг $= P_т$; $g_т = 1485$ кг ; $\ell_т = 0{,}4$ м

Изгибающий момент, действующий на тросостойку $M_{изг}$

$M_{изг} = 355 \cdot 150 + 1485 \cdot 40 = 53250 + 59500 = 112750$ кг см

Швеллер [12 $W_x = 50{,}6$ см^3

$$\sigma = \frac{112750}{2 \cdot 50{,}6} = 1115 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

Расчет выполнил Иванова

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

gost.e-ecolog.ru