

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

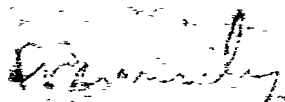
№ 407-4-20

Рабочие чертежи

ТОМ 6

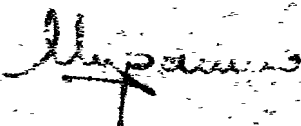
Расчет промежуточных опор
ВЛ 220-330 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
ИНСТИТУТА



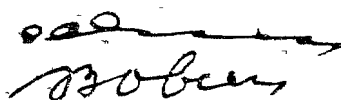
/С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА
ИНСТИТУТА



/М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ
ИНСТИТУТА



/А. ЛЕВИН/

/В. ОБСЕЕНКО/

№3082тм - Т6
Листов (форматов) 38(42)

МОСКВА - 1969 г.

МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
Г А А В Т Е Х С Т Р О Й П Р О Е К Т
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
« Э Н Е Р Г О С Е Т Ъ П Р О Е К Т »
СЕВЕРО - ЗАПАДНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
НОРМАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ 110-330 кВ

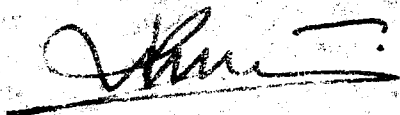
№ 407-4-20

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 6

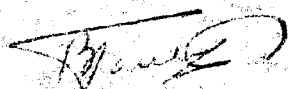
РАСЧЕТ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР
ВЛ 220-330 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР



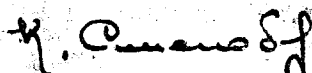
/К. КРЮКОВ/

ЗАМ. НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО
ОТДЕЛА



/В. ГАЛЬПЕРИН/

НАЧ. ОТДЕЛА ТИПОВОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ



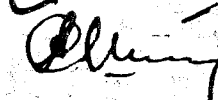
/К. СИНЕЛОБОВ/

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, 2х АСО–300, 2х АСО–400 в I–IV районах по гололеду и III районе по ветру, с грозозащитным тросом С–70.

Расчеты выполнены по методу предельных состояний.

Ремейко С.З. эсп. Зам. 182-200 11/15-69г.

Состав проекта

- | | |
|--|------------|
| Том 1. Пояснительная записка | N3082TM-T1 |
| Том 2. Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 110-150кВ | N3082TM-T2 |
| Том 3. Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 220-330кВ | N3082TM-T3 |
| Том 4. Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 110кВ | N3082TM-T4 |
| Том 5. Расчет промежуточных опор ВЛ 110-150кВ | N3082TM-T5 |
| Том 6. Расчет промежуточных опор ВЛ 220-330кВ | N3082TM-T6 |
| Том 7. Расчет анкерно-угловых опор ВЛ 110кВ | N3082TM-T7 |
| Том 8. Калькуляция стоимости | N3082TM-T8 |
| ✓ Том 9. Патентный формуляр
(хранится в ПК С.З.О) | N3082TM-T9 |

Рамки с 30 эсп. Зак. 182-200 11/12-88г.

Содержание тома 6

1. Титульные листы N 3082TM-T6, л 1÷3
2. Аннотация N 3082TM-T6, л 4
3. Состав проекта N 3082TM-T6, л 5
4. Содержание тома N 3082TM-T6, л 6
5. Общая часть N 3082TM-T6, л 7
6. Исходные данные для
расчета опоры ПБ 220-1
на ЭЦВМ N 3082TM-T6, л 8÷10
7. Таблица расчетных величин и пролетов
по опорному сечению N 3082TM-T6, л 11, 22
8. Нагрузки N 3082TM-T6, л 23÷26
9. Расчет опоры ПБ 330-1 N 3082TM-T6, л 12÷21
10. Проверка прочности траверс
и металлических деталей N 3082TM-T6, л 27÷38

Регистр с 30 357 Зап 182-200 1/2-68г.

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, "Инструкций по расчету железобетонных опор и фундаментов к ним" инв. № 1070 тм и "Инструкций 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 принято 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 ЛБ 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. Дн	61,95							
2. Дн	7,25							
3. Дв	39,80							
4. Дв	5,40							
5. Дв	$0,26 \cdot 10^{-2}$							
6. h	100							
7. C	0			1,5	2,0			
8. q ₁₅	$0,5 \cdot 10^{-2}$			$0,14 \cdot 10^{-2}$				
9. B	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. q _т	$0,623 \cdot 10^{-2}$							
18. q _{т1}	0							
19. q _{т2}	150							
20. q _{т3}	70							
21. q _{т1}	0							
22. q _{т2}	70							
23. q _{т3}	0							
24. P _{вс}	34000		34000		27500			
25. q _{пн}	$1,501 \cdot 10^{-2}$							
26. q _{пл}	$1,501 \cdot 10^{-2}$							
27. d _{пн}	2,72							
28. d _{пл}	2,72							
29. d _т	1,1							
30. P _{ветр.}	31500		27000		22500			
31. P ₄	45							
32. P _{1п}	0							

Результат с 30 стр 344.182-210 11.10.88г.

Продолжение таблицы №1

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. $\bar{V}$	$0,145 \cdot 10^{-4}$							
39. V	220 км							
40. ρ_r	29000		28000		22000			
41. λ_r	240							
42. λ_T	50							
43. δ_r	$0,9 \cdot 10^{-3}$							
44. g_r	90							
45. $K_{лн}$	0,5736							
46. N	0							
47. F_a	0							
48. F_H	21,8							
49. E_{a3}	$1,8 \cdot 10^6$							
50. γ_a	28,62							
51. γ_H	28,62							
52. R	500							
53. R_0	375							
54. R_a	2100							
55. R_H	10200							
56. R_u	290							
57. R_T	19,5							
58. R_{ac}	2100							
59. R_{nc}	3600							
60. R_{np}	232							
61. R_a^H	16000							
62. R_p^H	28							
63. R_u^H	440							
64. E_a	$2,1 \cdot 10^6$							

Ремонт с 30 эсп. Зак 182-201 11.06.00

Продолжение таблицы №1

0	1	2	3	4	5	6	7	8
65. $E\sigma$	$0,38 \cdot 10^6$							
66. $E\eta$	$1,8 \cdot 10^6$							
67. S	181,0							
68. S'	1,1							
69. ζ	0,7							
70. σ_1	400							
71. $\psi\sigma$	0,9							
72. W_{ac}	0,55							
73. α	2,4							
74. C	2,0							
75. m_T	1,0(0,9)							
76. α_x	0,4							
77. R_{ax}	3150							
78. M_K	600000	350000	65200	600000				
79. U	3,0							
80. S_K	1250		1450	1250				
81. H_K	1600	2150	2400	1600				
82. h_z	330							
83. φ	0,01							

Примечания: 1. Просчитать схемы по коду

а) 11122 с $m_T = 1,0$

б) 11121 с $m_T = 1,0$

$m_T = 0,9$

2. Характеристики верхнего сечения стойки

даны для отметки крепления троса,

стойка условно продлена на 1,3 м.

Рис. 182. 2. 11122

Таблица расчетных величин в опорном сечении

Таблица №2

Шифр опоры (провод)	исхемы в исход- ных данных	Расчетный режим	От нормативных нагрузок			От расчетных	
			M_n	α_T	Δ	M_n	$1/\rho$
			мм	см	см	мм	—
ПБ 220-1 (АСО - 400)	1	Нормальный режим I II р.г.	34,98	0	93,48	42,81	0,0000611
	3	Нормальный 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 №3

NN п/п	Шифр стойки	M_{np}	$M_{пт}$	Примечание
		мм	мм	
1	СК - 5	47,2	11,07	
2	СК - 5п	43,11	27,18	
3	СК - 5пр			

Размер 330х330х180-250 мм

Расчетная схема

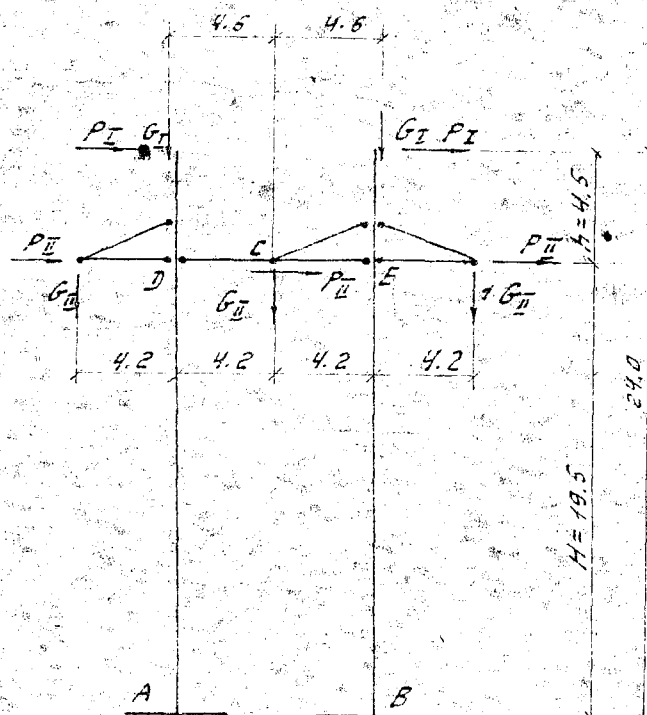


Рис. 2

P. II

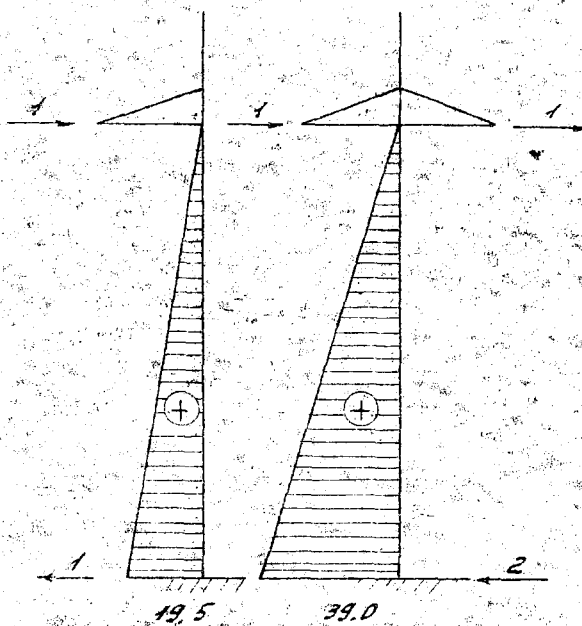


Рис. 4

265-4614 THE OFFICE OF

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

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

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

$$\Delta, P_{II} = \frac{1}{B} \left(\frac{19.5^3}{3} - \frac{19.5^2 \cdot 39}{3} \right) = - \frac{2473}{B}$$

$$\Delta_{16I} = \frac{1}{B} \left(- \frac{19.5^2}{2} \cdot 0.4 \cdot 2 \right) = - \frac{152}{B}$$

$$\Delta_{16\pi} = \frac{1}{8} \left(-\frac{19,5^2}{2} - 4,2 \right) = -\frac{799}{8}$$

Значения "лишних" неизвестных

$$X_{PI} = 0$$

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

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

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

Опорные моменты в расчетной схеме
от сил, равных 1

$$M_{API} = 24$$

$$M_{BPI} = 24$$

$$M_{APII} = 19,5 + 0,5 \cdot 19,5 = 29,25$$

$$M_{BPII} = 39 - 0,5 \cdot 19,5 = 29,25$$

$$\begin{aligned} M_{AGI} &= -0,4 + 0,0307 \cdot 19,5 = \\ &= -0,4 + 0,6 = +0,2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} M_{AGII} &= -4,2 + 0,1615 \cdot 19,5 = \\ &= -4,2 + 3,15 = -1,05 \end{aligned}$$

$$M_{BGI} = -0,1615 \cdot 19,5 = -3,15$$

Опорные реакции от расчетных приведенных
сил определяются зависимостями

Опорные моменты

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

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

Решено 23.03.88 Зав. 156-100 323 19/10-692

Эпюры изгибающих моментов в расчетной
схеме от единичных приведенных сил

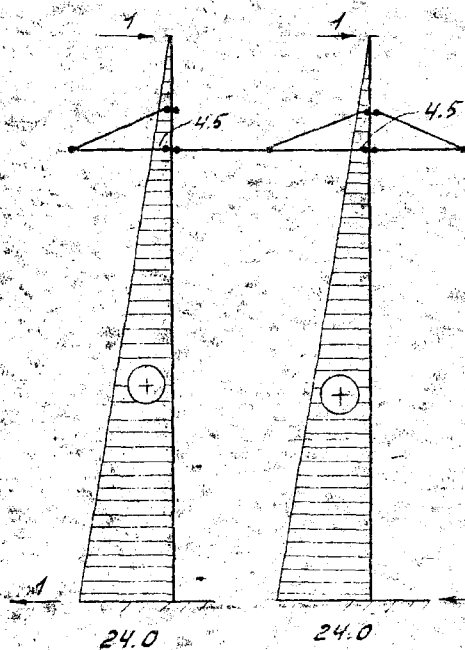


Рис. 8

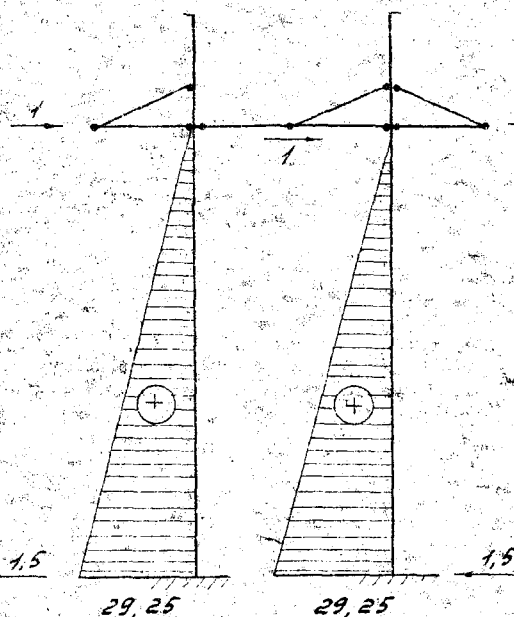
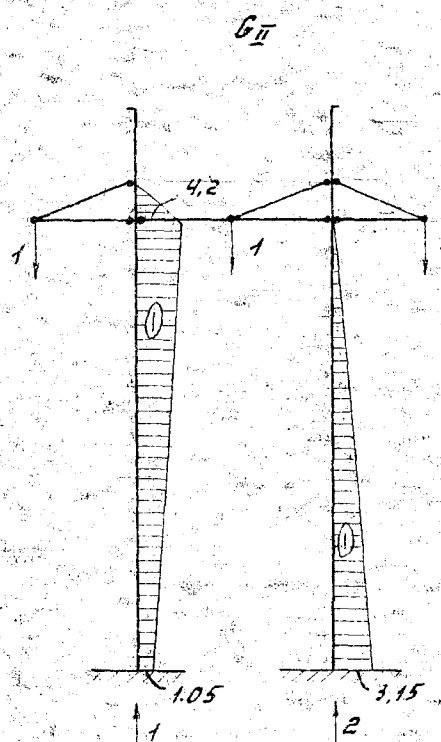
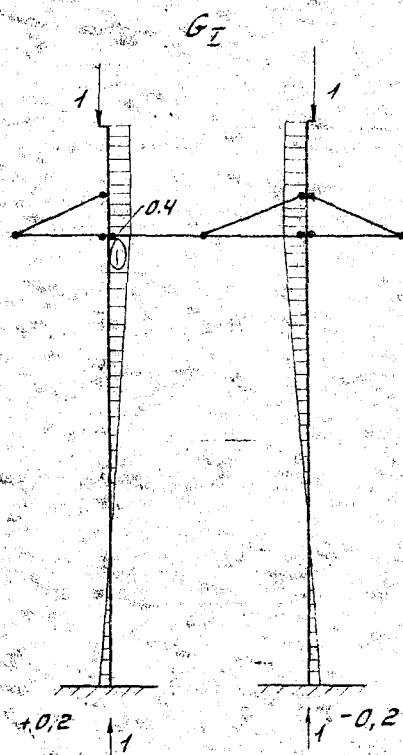


Рис. 9



Рисунки 8-9 и 10-11 в масштабе 1:100

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

$$= 6,94 + 0,058 + 31,15 - 2,03 = 35,12 \text{ mm}$$

$$M_B = 24 \cdot 0,289 - 0,2 \cdot 0,29 + 29,25 \cdot 1,064 - 3,15 \cdot 1,935 = 6,94 - 0,058 + 31,15 - 6,1 = 31,93 \text{ mm}$$

$$G_{on} \cong 15,0 m$$

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

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

$$Q_A = 0.289 + 1.5 \cdot 1.064 + 0.0307 \cdot 0.29 + 0.1615 \cdot 1.935 + \frac{0.0168 \cdot 19.5}{2} + 0.0168 \cdot 4.5 \left(1 - \frac{19.5 + \frac{4.5}{2}}{19.5 + 4.5} \right) =$$

$$= 0,289 + 1,6 + 0,009 + 0,312 + 0,164 + 0,0072 = 2,38m$$

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

Нормальный режим $\underline{\text{II}}, \underline{\text{IV}}$ р.г.

провод 2х АСО - 400, трас С-70

$$P_T = 355 \text{ кг} \quad P_n = 930 \text{ кг} \quad W_{CT} = 3,5 \text{ кг/мм}$$

$$g_T = 1485 \text{ кг} \quad g_n + g_r = 5210 \text{ кг} \quad P_{TP} = 15 \text{ кг}$$

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

$$P_{II} = 930 + \frac{15}{3} + 6.5 \cdot 3.5 = 930 + 5 + 23 = 958 \text{ КГ}$$

$$G_{II} = 5210 + 300 = 5510 \text{ кг}$$

$$G_I = 1485 \text{ кг}$$

$$M_A = \overset{4,5}{24} \cdot \overset{0,4}{0,369} + \overset{0}{0,2} \cdot \overset{0}{1,485} + \overset{0}{29,25} \cdot \overset{-4,2}{0,958} - \overset{-4,2}{1,05} \cdot 5,510 =$$

$$= \overset{1,71}{8,85} + \overset{-0,6}{0,297} + \overset{0}{28,1} - \overset{-2,51}{5,79} = \underline{31,46 \text{ мм}}$$

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

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

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

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

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

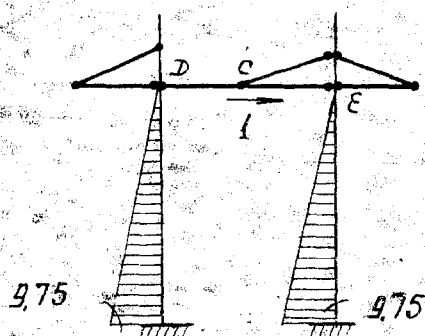
$$= 2,78 \text{ т}$$

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

Расчетным для опоры является нормальный режим I.

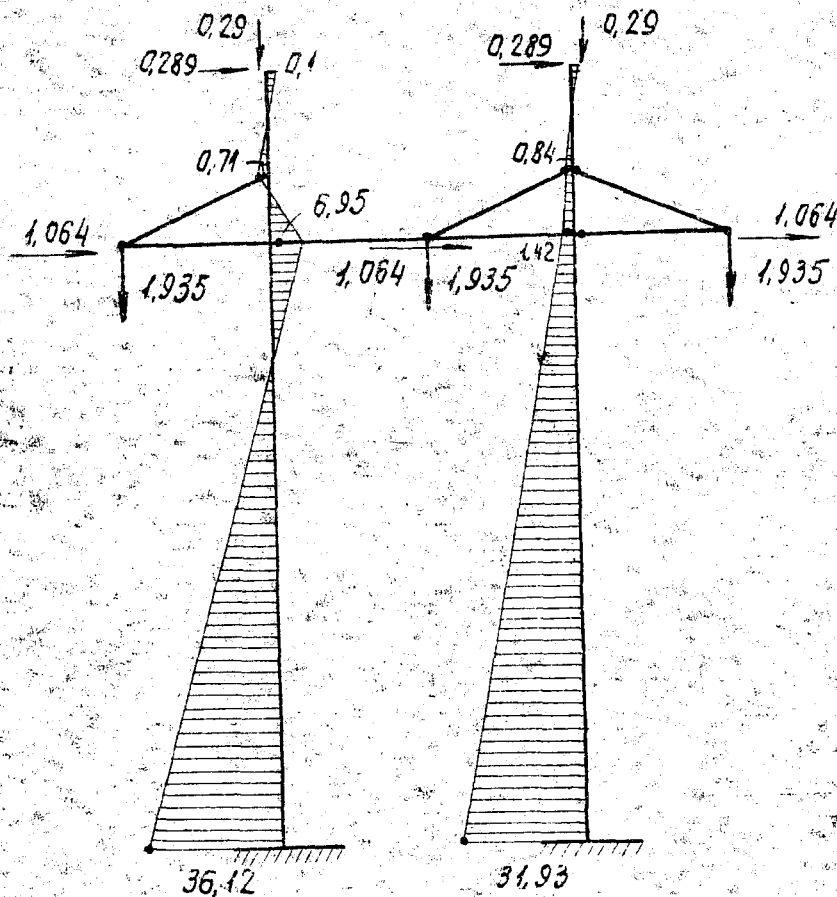
Определение горизонтального перемещения точки С (D и E) от нагрузок I^{го} нормального режима.

Единичное состояние.



N3082ТМ-Т6				Лист	
Литера				19	38

Состояние загрузки нагрузками
нормального режима I



$$\Delta_{Pc} = \frac{1}{B_3} \left\{ \frac{19.5}{6} [2(36.12 \cdot 9.75 - 6.95 \cdot 0) + 0 - 6.95 \cdot 9.75] + \right. \\ \left. + \frac{19.5}{6} [2(31.93 \cdot 9.75 + 0) + 9.75 \cdot 1.42 + 0] \right\} = \\ = \frac{1}{B} (2020 + 2080) = \frac{4100}{B_3}$$

При $B_3 = 4 \cdot 10^3 \text{ тм}^2$ $\Delta_{Pc} \approx 1.0 \text{ м}$

Вес стойки на отметке траверсы условно
принят $G_{ст. прив} = 3.5 \text{ т}$.

Дополнительный момент для левой стойки

$$\Delta M_A \approx 3.5 \cdot 1.0 + (1.935 + 0.29) \cdot 1.0 = 3.5 + 2.225 = 5.73 \text{ тм}$$

То же для правой

$$\Delta M_B = 3.5 \cdot 1.0 + (2 \cdot 1.935 + 0.29) \cdot 1.0 = 3.5 + 4.16 = 7.66 \text{ тм}$$

N3082 тм т б				Лист	
литера				20	38

Тогда

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

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

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

Аварийный режим III

Обрыв консольного провода, $S_n = 2080 \text{ кг}$

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

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

Аварийный режим IV

Обрывное усилие по тросу $S_T = 1510 \text{ кг}$

Изгибающий момент в опорном сечении равен

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

N 3082-ТМ-Т 6				Лист	
литера				21	38

Таблица расчетных пролетов для опор ВЛ 220 ÷ 330 кВ

Таблица № 4

Напряжение ВЛ [кВ]	Шифр опоры	Высота опоры [м]	Стрела провеса провода [м]	Пролеты	Марки проводов															
					АСО - 300				АСО - 400				2х АСО - 300				2х АСО - 400			
					Районы по гололеду															
					I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
220	ПБ 220-1	16,0	6,6	ℓ _{гид.}	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 _{гид.}	—	—	—	—	—	—	—	220	—	—	—	—	—	—	—	
				ℓ _{ветр.}	—	—	—	—	—	—	—	225	—	—	—	—	—	—	—	
				ℓ _{вес.}	—	—	—	—	—	—	—	275	—	—	—	—	—	—	—	
330	ПБ 330-1	19,5	8,6	ℓ _{гид.}	—	—	—	—	—	—	—	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 опоры от проводов и тросов

Таблица № 5

№ 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	$q = 50 \text{ кг/м}^2$ $t = -5^\circ\text{C}$ $C = 0$		Давление ветра на пролет провода	P_n
				Давление ветра на пролет троса	P_T
				Вес пролета провода	q_n
				Вес гирлянды изоляторов	q_r
				Вес пролета троса	q_T
II	Провода и тросы не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен перпендикулярно оси ВЛ	$t = -5^\circ$ $q = 12,5 \text{ кг/м}^2$ $C = 5-10 \text{ мм}$ $q = 14 \text{ кг/м}^2$ $C = 15-20 \text{ мм}$		Давление ветра на пролет провода	P_n
				Давление ветра на пролет троса	P_T
				Вес пролета провода	q_n
				Вес гирлянды изоляторов	q_r
				Вес пролета троса	q_T
III	Оборваны провода одной фазы, дающие наибольший изгибающий и крутящий моменты на опору. Трос не оборван	$q = 0$ $t = -5^\circ\text{C}$ $C = 0$		Тяжения проводов при обрыве	S_n
				Вес пролета провода	q_n
				Вес гирлянды изоляторов	q_r
				Вес пролета троса	q_T
IV	Оборван трос, провода не оборваны.	$q = 0$ $t = -5^\circ$ $C = 0$		Тяжение троса при обрыве	S_T
				Вес пролета провода	q_n
				Вес гирлянды изоляторов	q_r
				Вес пролета троса	q_T

Ремонт с 30 357. Зап. 182-200 1/14-682

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

Таблица № 6

		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
Схема	Пролет																
	ℓ _{наб.}	290		290		260		230		290		290		280		220	
	ℓ _{ветр.}	360		360		280		230		315		315		270		225	
	ℓ _{вес.}	360		360		325		285		360		360		340		275	
I	Р _н , Р _т	435	275	435	275	355	225	280	195	440	240	440	240	380	205	315	170
	g _н , 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 _н +g _г , g _т	530	245	530	245	490	225	440	195	690	245	690	245	655	235	550	190
II	Р _н , Р _т	270	240	335	355	355	365	345	370	245	240	310	310	360	350	355	365
	g _н , 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 _н +g _г , g _т	820	410	1210	675	1550	940	1845	1190	1020	410	1445	675	1870	980	2015	1150
III	S _н	960	—	960	—	960	—	960	—	1300	—	1300	—	1300	—	1300	—
	g _н , 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 _н +g _г , g _т	530	245	530	245	490	225	440	195	690	245	690	245	655	235	550	190
	0,5g _н +g _г	315	—	315	—	290	—	270	—	390	—	390	—	375	—	325	—
IV	S _т	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510
	g _н , 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 _н +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 $\sigma_{т\max} = 40 \text{ кН/мм}^2$

Расчетные нагрузки
от проводов и тросов на опоры ЛБ 330-1

Таблица № 7

Схема	Пролет	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
		2хАСО-300	С-70	2хАСО-300	С-70	2хАСО-300	С-70	2хАСО-300	С-70	2хАСО-400	С-70	2хАСО-400	С-70	2хАСО-400	С-70	2хАСО-400	С-70
	$l_{греб}$	335		335		295		265		335		335		300		285	
	$l_{ветра}$	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 $\sigma_{Tmax} = 40 \text{ кг/мм}^2$

№ 3082ТМ-Б
Литера

Лист
25/38

Определение σ_7 для троса С-70

$d = 11 \text{ мм}$

$S = 72,58 \text{ мм}^2$

$g = 0,623 \text{ кг/мм}$

(ГОСТ 3063-66)

Таблица № 8

Шифр опоры	Провод, район, гололёду	Габарит до земли Г [м]	$f_{пр}$ [м]	$\ell_{габ}$ [м]	h_{77} [м]	$f_{тр}^*$ [м]	$h_{у.тяж.троса}$ [м]	κ	q_H кг/м ²	q_H кг/м ²	P_1 кг/мм	$P_2 = 0,9 \cdot \pi \cdot (d+c) \cdot 10^{-3}$ кг/мм	$P_3 = P_1 + P_2$	$P_5 = 1,2 \cdot 0,25 \cdot q_H \cdot (d+2c) \times 10^3$ кг/мм	$P_7 = \sqrt{P_3^2 + P_5^2}$	$\sigma_7 = \frac{P_7}{S}$
ПБ 220-1	АСО-400 IV	7,0	6,6	250	4,7	$23,8 - (7,0 + 5,5 + 4,7) = 6,6$ $17,0 - (7,0 + 3,0 + 3,52) = 3,48$	$7,0 + 5,5 + 4,7 + \frac{6,6}{3} = 19,4$ $7,0 + 3,0 + 3,52 + \frac{3,48}{3} = 14,68$	1,34 1,0	50	68,0	0,623	$0,9 \cdot \pi \cdot 20 \cdot (11 + 20) \cdot 10^{-3} = 1,753$	2,376	$1,2 \cdot 14 \cdot 1,34 \cdot (11 + 40) \cdot 10^{-3} = 1,148$ $1,2 \cdot 14 \cdot 1,1 \cdot (11 + 40) \cdot 10^{-3} = 0,855$	$\sqrt{2,376^2 + 1,148^2} = 2,639$ 2,52	$\frac{2,639}{72,58} = 0,0363$ $\frac{2,52}{72,58} = 0,0347$
ПБ 330-1	АСО-400 IV	7,5	8,6	285	5,25	$23,8 - (7,5 + 5,25) = 11,05$ ** Принято $f_{пр} = 8,6 \text{ м}$	$7,5 + 7,7 + \frac{8,6}{3} = 18,07$	1,25						$1,2 \cdot 12,5 \cdot 14 \cdot (11 + 40) \cdot 10^{-3} = 1,07$	$\sqrt{2,376^2 + 1,07^2} = 2,606$	$\frac{2,606}{72,58} = 0,03595$

* $f_{тр} = h_{тр} - (Г + \alpha + h_{77})$, $h_{у.тяж.троса} = Г + \alpha + h_{77} + \frac{f_{тр}}{3}$, где Г - габарит до земли; α - расстояние между траверсами;

h_{77} - расстояние между проводом и тросом в пролёте по ПУЭ-66.

** При $f_{тр} > f_{пр}$ принимается $f_{тр} = f_{пр}$, а $h_{77} = h_{тр} = 7,7$.

Определение σ_{max} в тросе

Таблица № 9

Задаются проектировщиком									Вычисляются												
Шифр опоры	Провод	Трос	Пролет $\ell_{габ}$ [м]	Район по гололёду	Стрела провеса провода $t = +15^\circ\text{C}$ $c = 0, q = 0$ [м]	Наибольшая прибеденная нагрузка на трос $\sigma_T \cdot 10^3 \text{ кг/мм}^2$	Превышение троса над верхним про- водом на опоре h_T [м]	Превышение троса над верхним проводом в пролёте h_{77} [м] (по ПУЭ п. 5-77)	$\Delta f = 9 - 8$	$f_T = 6 - 10$	$A = 5,34 \cdot \frac{f_T^2}{\ell^2} - 10,6 \cdot \frac{\ell^2}{f_T} - 4,8$						$B = 8,34 \cdot \sigma_T^2 \cdot 10^6 \cdot \ell^2$			$\sigma_{\text{ток}}$	
											f_T^2 11^2	$\ell^2 \cdot 10^4$ 4^2	$\frac{f_T^2}{\ell^2}$ $\frac{12}{13}$	$5,34 \cdot \frac{f_T^2}{\ell^2}$ $5,34 \cdot 14$	$\frac{\ell^2}{f_T}$ $\frac{13}{11}$	$10,6 \cdot \frac{\ell^2}{f_T}$ $10,6 \cdot 16$	A $15 - 17 \cdot 4,8$	σ_T^2 7^2	$8,34 \cdot \sigma_T^2$ $8,34 \cdot 19$		$B =$ $20 \cdot 13 = B$
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 Ан.чш	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	10,45	11,09	14,71	1319	11000	68700	36,6
			140	V	2,5	35,68	3,52	4,11	0	4,25	18,1	4,41	4,1	21,9	1,04	11,21	6,11			48340	38,6
ПБ 330-1	АСО-400		140	IV	2,5	34,7	3,5	3,52	0	2,5	6,25	2,89	2,16	11,5	1,16	12,3	-5,6	1205	10030	31800	32,4
			285	IV	8,0	35,95	7,7	5,25	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 $\Delta f = 0$.

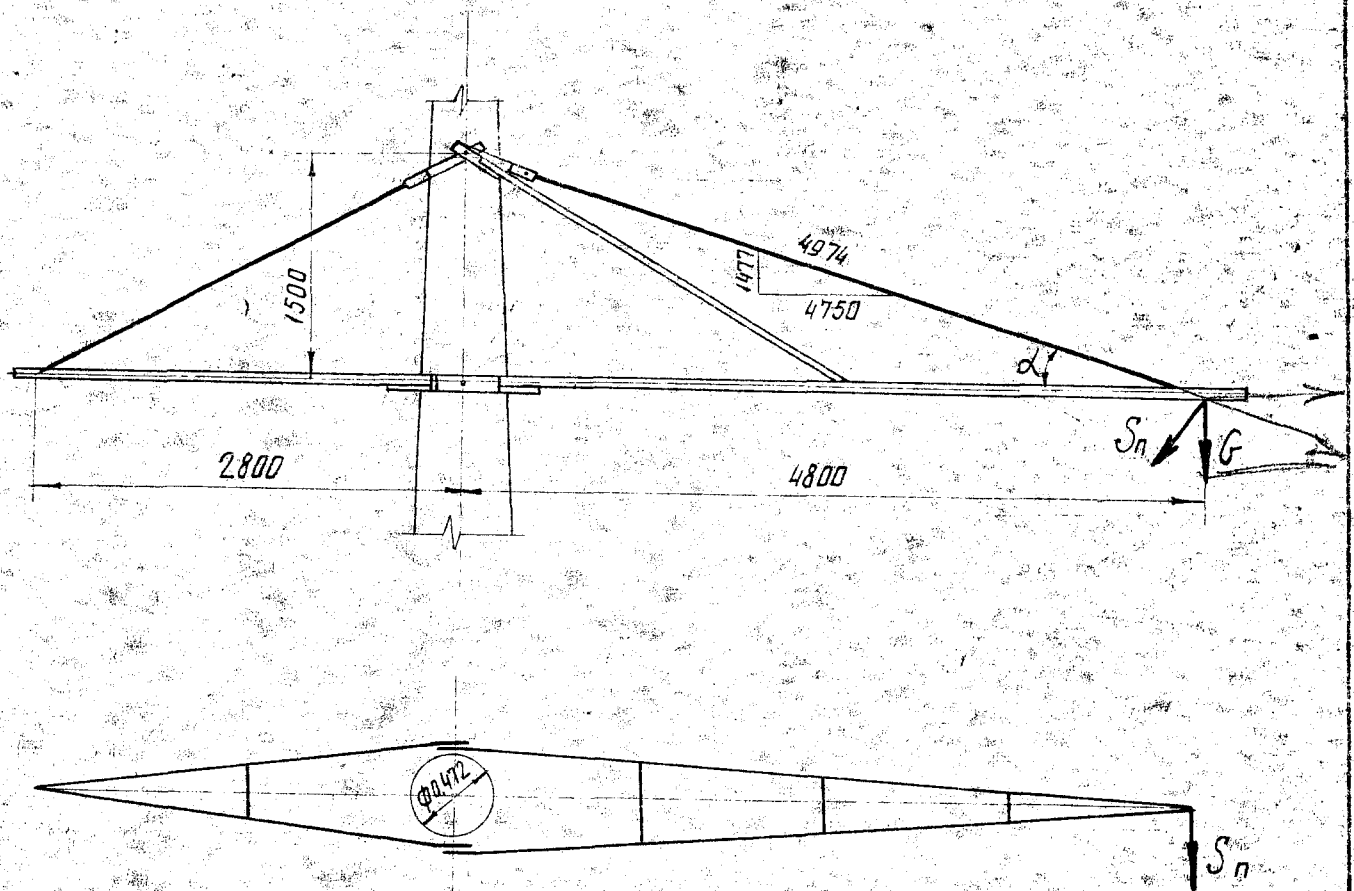
σ_{max} принято для обеих опор 40 кг/мм^2 .

Проверка прочности траверс и
металлических деталей

Рамки 030 30.9 30.9 155-100 30.9 19/10-692

N3082 _{TM} -T6				Лист	
литера				27	38

Траверса Б 12 (опора ПБ 220-1)



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1477}{4750} = 0,3105 \quad \alpha = 17^{\circ} 15' \quad \sin \alpha = 0,2966 \quad \cos \alpha = 0,9551$$

Расчет тяг траверсы

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

$$G_{\text{тр}} = 170 \text{ кг} \quad g_n = 6,991 \text{ кг/м} \quad L_{\text{вс}} = 310 \text{ м} \quad g_{\Gamma} = 95 \text{ кг}$$

Усилие в тяге

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

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

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

Марка Б 331 выполнена из $\phi 24$ мм

Площадь ослабленного сечения (по резьбе)

$$F_{нт} = 3,09 \text{ см}^2$$

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

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

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

Расчет поясов траверсы

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

$$S_n = 1300 \text{ кг} \quad g_n = 1,651 \text{ кг/м} \quad g_r = 95 \text{ кг} \quad G_{тр} = 170 \text{ кг}$$

$$L_{врс} = 350 \text{ м}$$

$$G_{ляльки} = 150 \cdot 1,1 = 165 \text{ кг}$$

Усилие в поясе

$$U_n = \frac{1300 \cdot 4,8}{0,492} + \frac{(0,5 \cdot 1,651 \cdot 350 + 95 + 85 + 165) 4,8}{4,75 \cdot 2 \cdot 0,3105} = 12700 + 1030 = 13730 \text{ кг}$$

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

$$z_x = 2,77 \text{ см}$$

$$z_{min} = 1,78 \text{ см}$$

$$l_n = 240 \text{ см}$$

$$l_n' = 120 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{240}{2,77} \approx 87$$

$$\lambda' = \frac{120}{1,78} \approx 67$$

$$\psi = 0,708$$

$$\psi' = 0,825$$

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

Болты в узле крепления „пояс - тяга“

3 болта $\phi 24 \text{ мм}$

$$\text{на срез } F_b = 4,524 \text{ см}^2$$

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

Болт в узле крепления „пояс - стойка“

$$\phi 36 \text{ мм} \quad F = 10,18 \text{ см}^2$$

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

Проверка поясов траверсы в
нормальном режиме II, IV р. з

Усилия в поясе

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

Рамкор 330 9500 Зак 155-100 323. 19/11/69г.

N3082 _{TM-TB}				Лист	
литера				30	38

$$\lambda' = \frac{0,5 \ell_{тр}}{z_{min}} = \frac{240}{1,78} = 135 \angle 150 \quad \psi = 0,38$$

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

Траверса Б 10

$$t_{pd} = \frac{977}{2800} = 0,3495 \quad \alpha = 19^\circ 16' \quad \sin \alpha = 0,331 \quad \cos \alpha = 0,944$$

Расчет тяг траверсы

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

$$b_{тр} = 80 \text{ кг} \quad g_n = 6,991 \text{ кг/м} \quad \ell_{вес} = 310 \text{ м} \quad g_r = 95 \text{ кг}$$

Усилие в тяге

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

Ректор О.З.О. З.О. З.О. 156-100-300 19/10-600

N3082ТМ-ТБ				Лист	
литера				31	38

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

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

Болт в узлах "стойка - тяга" и "тяги - пояс"
 $\phi 24$ мм $F = 4,524 \text{ см}^2$

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

Расчет поясов траверсы

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

$$S_n = 1300 \text{ кг} \quad g_n = 1,651 \text{ кг/мм} \quad g_r = 95 \text{ кг} \quad G_{\text{тр}} = 80 \text{ кг}$$

$$P_{\text{вес}} = 350 \text{ кг} \quad g_{\text{ляльки}} = 165 \text{ кг}$$

Усилие в поясе

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

$$= 8630 + 842 = 9472 \text{ кг}$$

Пояс выполнен из $\angle 80 \times 6$ $F = 9,38 \text{ см}^2$

$$Z_x = 2,47 \text{ см} \quad Z_{\text{min}} = 1,58 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{280}{2,47} = 113$$

$$\lambda' = \frac{140}{1,58} \approx 89$$

$$\varphi = 0,499$$

$$\varphi' = 0,696$$

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

Болты в узле „пояс-тяга“

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

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

Проверка болта в узле „пояс-стойка“

$\phi 36 \text{ мм}$ $F = 10,18 \text{ см}^2$

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

Проверка поясов траверсы в нормальном режиме

Усилие в поясе

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

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

$$\varphi = 0,464$$

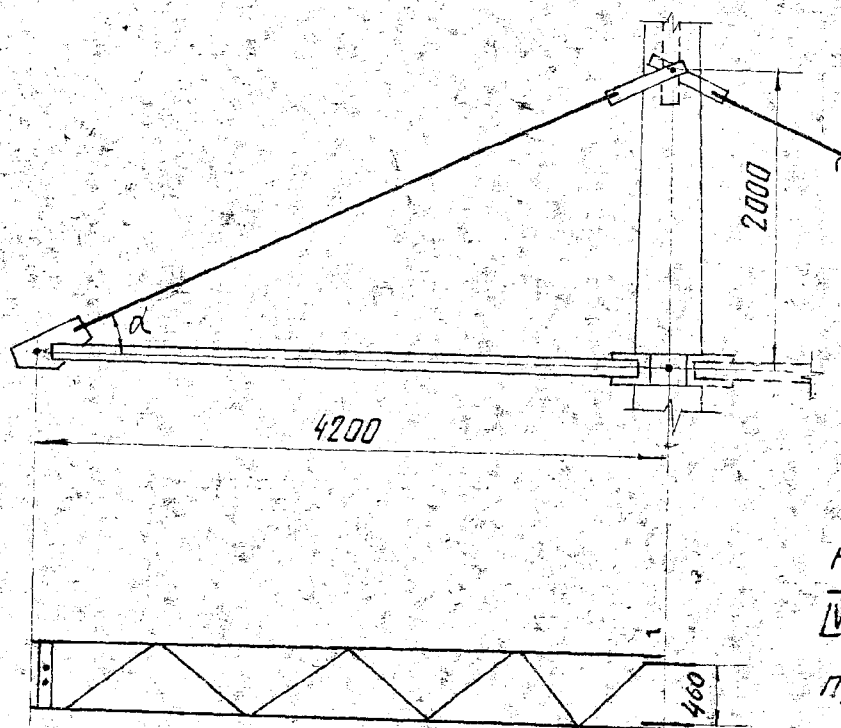
$$\sigma = \frac{3350}{0,464 \cdot 12,3} = 588 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

$$\lambda' = \frac{140}{1,78} \approx 79$$

$$\varphi = 0,756$$

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

Траверса Б 13



$$t_{pd} = \frac{2.0}{4.2} = 0.476$$

$$\alpha = 25^{\circ} 27'$$

$$\cos \alpha = 0.9022$$

$$\sin \alpha = 0,4297$$

Расчет тяг
траверсы

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

$$G_{TP} = 200 \text{ кг}$$

$$g_n + g_r = 5210 \text{ кг}$$

Усилие в тяге

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

Тяга выполнена из $\phi 20$ мм $F = 3,142 \text{ см}^2$

$$G = \frac{6200}{3,142} = 1970 \text{ кг/см}^2 < 2400 \text{ кг/см}^2$$

Болт в узле "тяга - стойка" $\phi 36 \text{ мм}$ $F = 10,18 \text{ см}^2$

$$\tau_{cp} = \frac{6200}{10.18} = 610 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2$$

Расчет поясов траверсы

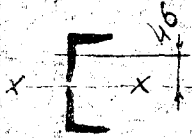
Расчетным является аварийный режим III
(обрыв 2х ЯСО-400), II р.г.

$$S = 2080 \text{ кг} \quad 0,5 g_n + g_r = 940 \text{ кг}$$

$$G_{TD} = 200 \text{ кг}$$

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

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



$$J_{x-x} = 2 \cdot 23,1 + 2 \cdot 6,13 \cdot 4,6^2 = 46,2 + 260 = 306,2 \text{ см}^4$$

$$Z_x = \sqrt{\frac{J_{x-x}}{F}} = \sqrt{\frac{306,2}{12,26}} = 5,0 \text{ см} \quad (\eta_n = 1,14 \text{ т.к. раскосы крепятся к поясу одним болтом})$$

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

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

Болт в узле "пояс - стойка" $\phi 42 \text{ мм}$

$$F = 13,85 \text{ см}^2$$

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

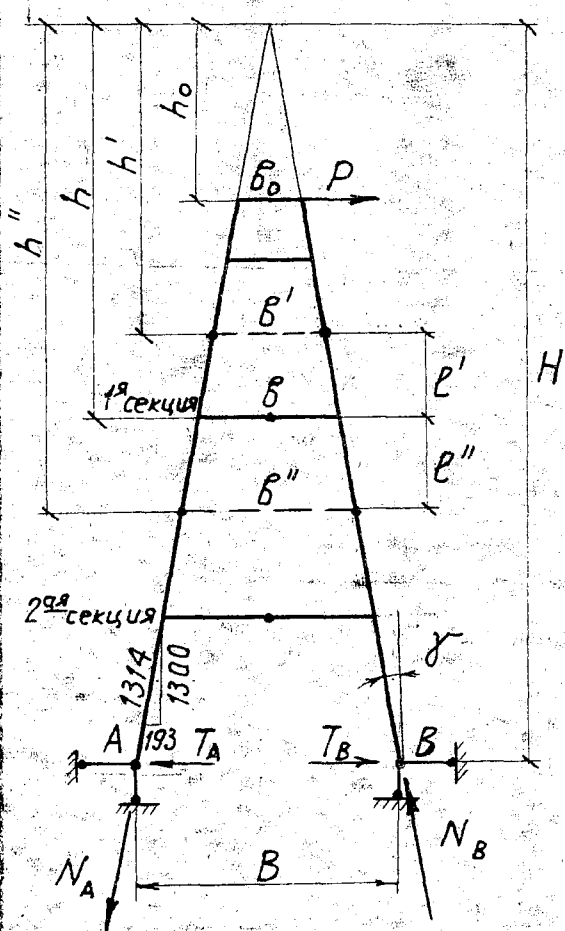
$$\sigma_{cm} = \frac{19576}{4,2 \cdot 1,6} = 2920 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2$$

Результат от 3082 ТМ-Т6 от 19.05.01. 13/10-01.

Аварийный режим IV (обрыв троса С-70)

Аварийный режим IV (обрыв троса С-70)

$$S_T = 1510 \text{ кг}$$



$$N' = \rho \left(\frac{h_0}{\rho_0} - \frac{h_0}{\rho'} \right) \frac{1}{\cos \gamma}$$

$$Q' = \frac{\rho}{2} \frac{h_0}{h'} = \frac{\rho}{2} \frac{\beta_0}{\beta'}$$

$$N'' = \rho \left(\frac{h_0}{\delta_0} - \frac{h_0}{\delta''} \right) \frac{1}{\cos \gamma}$$

$$Q'' = \frac{P}{2} \frac{h_0}{h''} = \frac{P}{2} \frac{60}{8''}$$

$$H_p = Q' - Q'' = \frac{P}{2} \left(\frac{\delta_0}{\delta'} - \frac{\delta_0}{\delta''} \right)$$

$$V_p = \rho \frac{\beta_0}{\beta} \left(\frac{\ell'}{\beta'} + \frac{\ell''}{\beta''} \right)$$

$$M_{Ap} = \frac{\rho}{2} B_0 \left(\frac{\rho'}{\rho'} + \frac{\rho''}{\rho''} \right)$$

$$M_A' = \frac{\rho}{2} B_0 \frac{\rho'}{\delta'}$$

$$M_A'' = \frac{\rho}{2} B_0 \frac{e''}{B''}$$

$$|N_A| = |N_B| = p \left(\frac{h_0}{\delta_0} - \frac{h_0}{B} \right)$$

$$T_A = T_B = \frac{\rho}{2} \frac{D_0}{B}$$

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

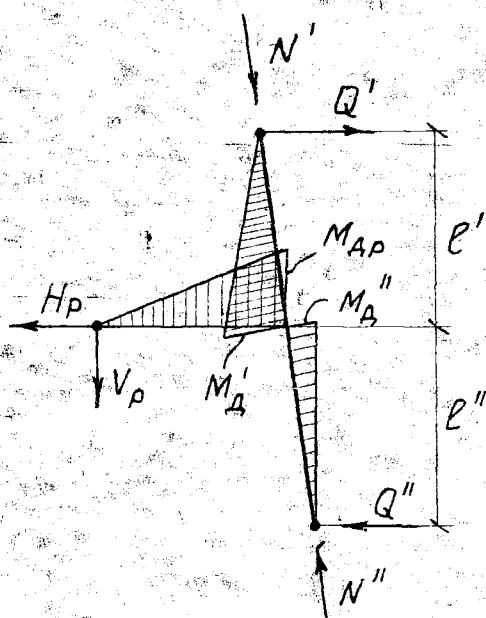


Таблица усилий в элементах тросостойки

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

Таблица №10

Секция	b'	e'	b''	e''	$\frac{h_0}{b'}$	N'	$\frac{b_0}{b'}$	Q'	$\frac{h_0}{b''}$	N''	$\frac{b_0}{b''}$	Q''	H_p	$\frac{e'}{b'}$	$\frac{e''}{b''}$	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 $\angle 12$ $F = 13,3 \text{ см}^2$ $W_y = 8,52 \text{ см}^3$ $\gamma_y = 1,53 \text{ см}$

Проверка пояса в 1^{ой} секции (верх)

$$M_d = 7400 \text{ кгсм} \quad N' = 2620 \text{ кг} \quad e = 40 \text{ см} \quad \lambda = \frac{40}{1,53} = 26 \quad \gamma = 0,938$$

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

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

№3082 ГМ-ТБ
Лист
37 38

Нормальный режим II, IV район по гололеду.

$$P = 355 \text{ кг} = P_T; \quad q_T = 1485 \text{ кг}; \quad l_T = 0,4 \text{ м}$$

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

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

Швеллер С12 $W_x = 50,6 \text{ см}^3$

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

Расчет выполнил

В.И.Иванова

Решение 230 эсн 30к 198-100 эсн. 15/1-1984