

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

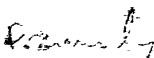
№ 407-4-20

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 6

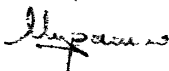
Расчет промежуточных опор  
ВЛ 220-330 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР  
ИНСТИТУТА



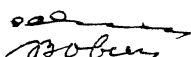
/С. РОКОТЯН/

НАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА  
ИНСТИТУТА



/М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ  
ИНСТИТУТА



/А. ЛЕВИН/  
/В. ОВСЕНКО/

МОСКВА - 1969 г

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

№ 407-4-20

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 6

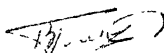
РАСЧЕТ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР  
ВЛ 220-330 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР



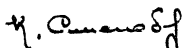
/К. КРЮКОВ/

ЗАМ НАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОТДЕЛА



/В. ГАЛЬПЕРИН/

НАЧ. ОТДЕЛА ТИПОВОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ



/К. СИНЕЛОВОВ/

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

Расчеты выполнены по методу предельных состояний.

## 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 СЗО) N3082ТМ-Т9

## Содержание тома 6

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. Титульные листы   | N 3082TM-T6, л 1-3    |
| 2. Аннотация   | N 3082TM-T6, л 4      |
| 3. Состав проекта  | N 3082TM-6, л 5       |
| 4. Содержание тома   | N 3082TM-T6, л 6      |
| 5. Общая часть   | N 3082TM-T6, л 7      |
| 6. Исходные данные для<br>расчета опоры ПБ 220-1<br>на ЭЦВМ    | N 3082TM-T6, л 8-10   |
| 7. Таблица расчетных величин и пролетов<br>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<br>и металлических деталей      | N 3082TM-T6, л 27-38  |

В. майер с.30 э.п. Эмк 1982 г. л. 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. № 3082 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 одна раз статически неопределяемая система, приведенная на рис. 2. При работе в аварийных режимах опора рассчитана как свободностоящая портальная конструкция с распределенной реакцией на стойки при обрыве консольного провода 1.0 и 0.0

Рамочный СЗО для ЗЛС 156, т. 66

Исходные данные для расчета железобетонной свободностоящей  
опоры на ЭЦВМ типа М-20 по программе N3002тм-т19  
Опора ПБ 220-1 стойка СК-4пр

Таблица N1

Обозначение	Провод	Провод	Провод	Провод	Провод	Провод	Провод	Провод
	АСО-400	АСО-400	АСО-400	АСО-400	АСО-400	АСО-400	АСО-400	АСО-400
	Трос С-50	Трос С-50	Трос С-50	Трос С-50	Трос С-50	Трос С-50	Трос С-50	Трос С-50
0	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Дн	61,85							
2. Об	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 <sub>15</sub>	$0,5 \cdot 10^{-2}$			$0,14 \cdot 10^{-2}$				
9. B	1							
10. h <sub>1</sub>	0							
11. h <sub>2</sub>	1600				1450			
12. h <sub>3</sub>	2150							
13. h <sub>4</sub>	2400							
14. h <sub>1</sub>	0							
15. h <sub>2</sub>	1750				1600			
16. h <sub>3</sub>	2250							
17. q <sub>T</sub>	$0,623 \cdot 10^{-2}$							
18. q <sub>п1</sub> <sup>тп</sup>	0							
19. q <sub>п2</sub> <sup>тп</sup>	150							
20. q <sub>п3</sub> <sup>тп</sup>	70							
21. q <sub>п1</sub> <sup>тп</sup>	0							
22. q <sub>п2</sub> <sup>тп</sup>	70							
23. q <sub>п3</sub> <sup>тп</sup>	0							
24. C <sub>век</sub>	34000		34000		27500			
25. q <sub>пп</sub>	$1,501 \cdot 10^{-2}$							
26. q <sub>пл</sub>	$1,501 \cdot 10^{-2}$							
27. d <sub>пп</sub>	2,72							
28. d <sub>пл</sub>	2,72							
29. d <sub>T</sub>	1,1							
30. C <sub>ветр</sub>	31500		27000		22500			
31. C <sub>q</sub>	45							
32. C <sub>п7</sub>	0							

Рисунки с 30 стр 182-20 4/8-88г

Продолжение таблицы №1

0	1	2	3	4	5	6	7	8
33. $\rho_{2n}$	480							
34. $\rho_{3n}$	280							
35. $\rho_{1n}$	0							
36. $\rho_{2л}$	280							
37. $\rho_{3л}$	0							
38. $\nu$	$0,445 \cdot 10^{-4}$							
39. $\nu$	220кВ							
40. $\rho_{г}$	29000		28000		22000			
41. $\lambda_{г}$	240							
42. $\lambda_{т}$	50							
43. $\delta_{г}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$							
44. $\delta_{т}$	90							
45. $K_{пн}$	0,5736							
46. $N$	0							
47. $F_{a}$	0							
48. $F_{н}$	21,8							
49. $E_{a\alpha}$	$1,8 \cdot 10^6$							
50. $\zeta_{a}$	28,62							
51. $\zeta_{н}$	28,62							
52. $R$	500							
53. $R_{o}$	375							
54. $R_{a}$	2100							
55. $R_{н}$	10200							
56. $R_{u}$	290							
57. $R_{т}$	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. $E_{a}$	$2,1 \cdot 10^6$							

Рисунки с 30 вкл 30к 18к 20- и 30к







# Расчет опоры ПБ330-1

## Эскиз опоры

## Расчетная схема

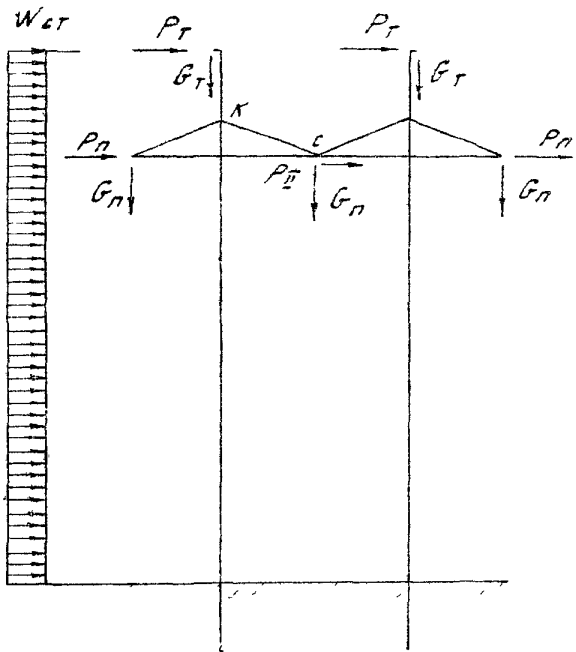


Рис. 1

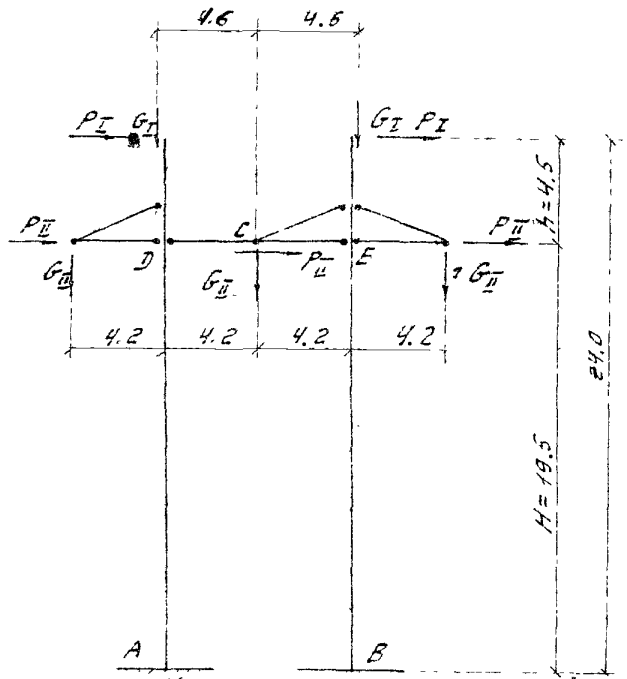


Рис. 2

### Загружения основной системы единичными силами

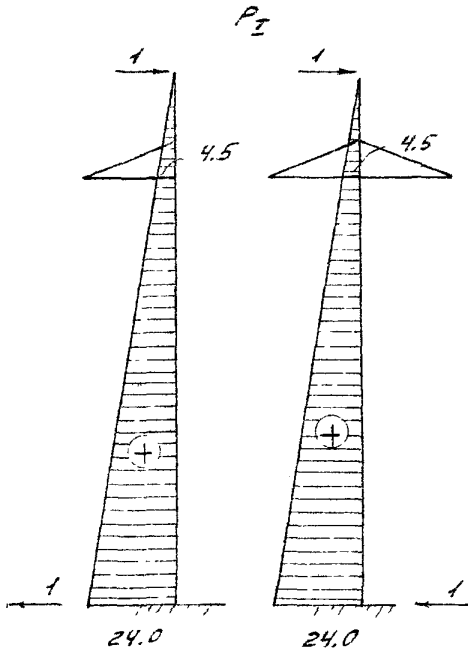


Рис. 3

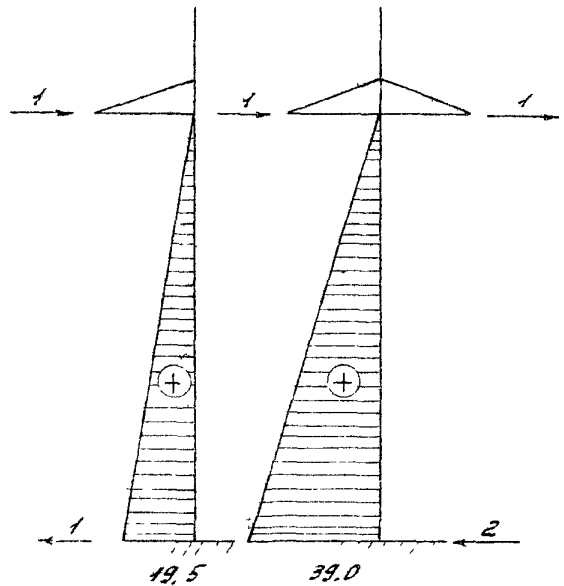


Рис. 4

Ромашов С.В. Зад. 156-160 стр. 18/11-69.



Основная система получена удовлетворением  
лишней связи  $\Delta_0$

Для удобства расчета основная система рассматривается по воздействию 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  $B$  имеют только стойки.

Коэффициенты канонических уравнений

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

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

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

$$\Delta_{16I} = \frac{1}{B} \left( - \frac{19,5^2}{2} \cdot 0,4 \cdot 2 \right) = - \frac{152}{B}$$

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

Формулы для расчета:  $\Delta_{1PI} = 0$ ,  $\Delta_{1P_{II}} = \frac{1}{B} \left( \frac{19,5^3}{3} - \frac{19,5^2 \cdot 39}{3} \right) = - \frac{2473}{B}$ ,  $\Delta_{16I} = \frac{1}{B} \left( - \frac{19,5^2}{2} \cdot 0,4 \cdot 2 \right) = - \frac{152}{B}$ ,  $\Delta_{16II} = \frac{1}{B} \left( - \frac{19,5^2}{2} \cdot 4,2 \right) = - \frac{799}{B}$

Значения „лишних“ неизвестных

$$X_{PI} = 0$$

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

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

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

Опорные моменты в расчетной схеме  
от сил, равных 1

$$M_{AP_I} = 24$$

$$M_{BP_I} = 24$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Опорные реакции от расчетных приведенных  
сил определяются зависимостями

Опорные моменты

$$M_A = 24P_I + 0,26I + 29,25 P_{II} - 1,05 B_{II}$$

$$M_B = 24P_I - 0,26I + 29,25 P_{II} - 3,15 B_{II}$$

Решено с помощью ЭОМ на 19.11.82

Эпюры изгибающих моментов в расчетной  
схеме от единичных приведенных сил

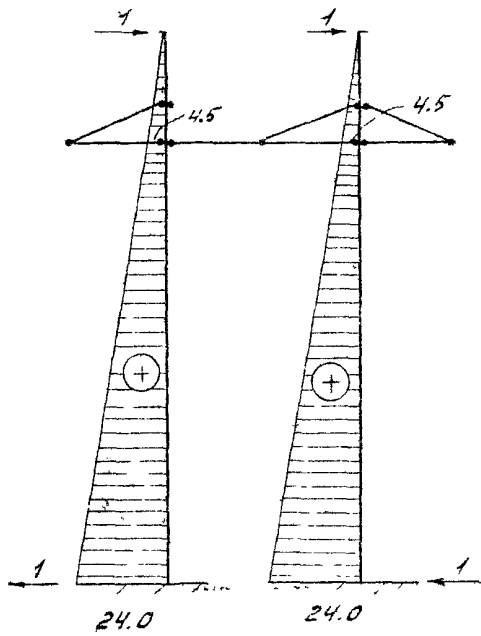


Рис. 8

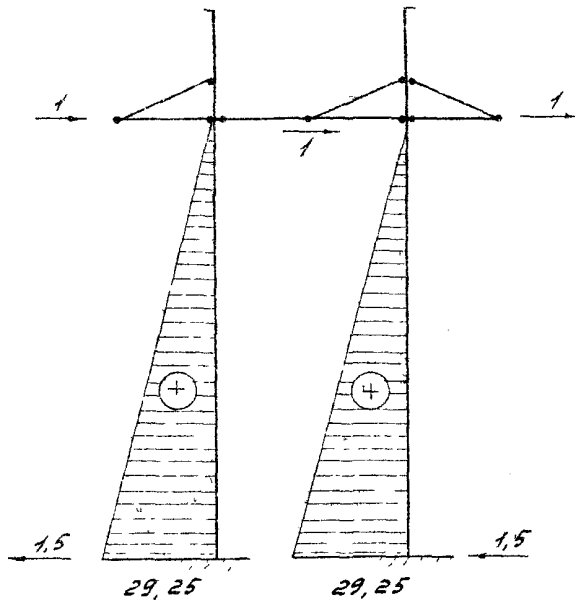
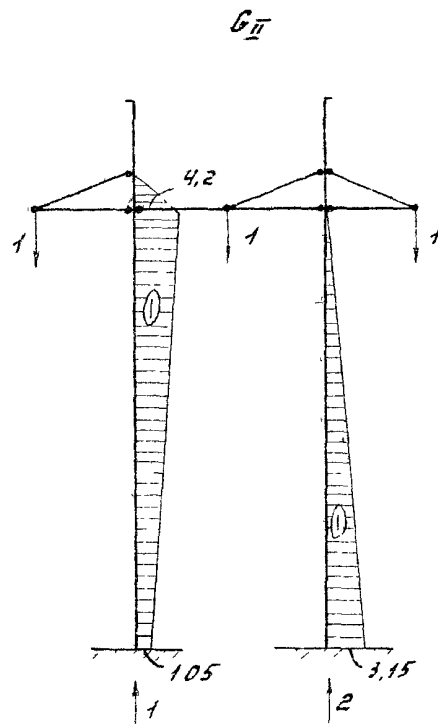
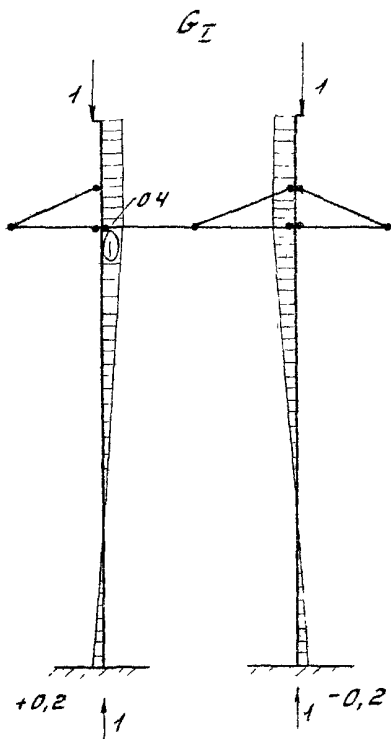


Рис. 9



Рольвар 2311 3011 3-4. 1916-111

Вертикальные опорные реакции

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

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

Горизонтальные опорные реакции.

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

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

Изгибающие моменты под траверсой

$$M_{ЛТР} = +4,5P_I + 0P_{II} - 0,4G_I - 4,26P_{II}$$

$$M_{ВТР} = +4,5P_I + 0P_{II} + 0,4G_I + 0,6P_{II}$$

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 2х АСО - 400, трос С-70

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

$$g_T = 290 \text{ кг} \quad g_n + g_T = 1635 \text{ кг} \quad P_{ТР} = 60 \text{ кг}$$

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

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

$$G_{II} = 1635 + 300 = 1935 \text{ кг}$$

$$G_I = 290 \text{ кг}$$

\* Приведенные нагрузки получены по моменту в опорном сечении.



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

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

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

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

$$G_{on} \approx 15,0 \text{ м}$$

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

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

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

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

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

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

Нормальный режим II, IV р.г.

провод 2х АСО - 400, трас С-70

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

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

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

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

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

$$G_I = 1485 \text{ кг}$$

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

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

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

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

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

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

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

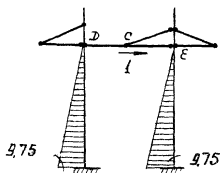
$$= 2,78 \text{ т}$$

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

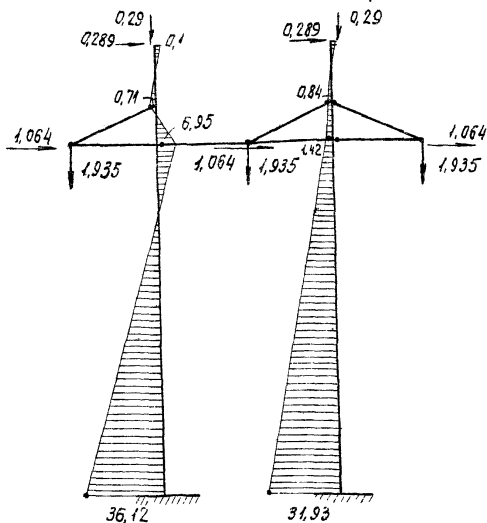
Расчетным для опоры является нормальный режим I.

Определение горизонтального перемещения точки С (D и E) от нагрузок I<sup>н</sup> нормального режима.

Единичное состояние.



Состояние загрузки нагрузками  
нормального режима I



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

При  $B_3 = 4 \cdot 10^3 \text{ м}^2$   $\Delta_{1P} \approx 1.0 \text{ м}$

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

Дополнительный момент для левой стайки

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

То же для правой

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



## 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	ПБ220-1	16,0	6,6	ℓ <sub>год</sub>	290	290	260	230	290	290	280	-	-	-	-	-	-	-		
				ℓ <sub>ветр</sub>	360	360	280	230	315	315	270	-	-	-	-	-	-	-		
				ℓ <sub>вес</sub>	360	360	325	285	360	360	340	-	-	-	-	-	-	-	-	
		14,5	5,1	ℓ <sub>год</sub>	-	-	-	-	-	-	-	220	-	-	-	-	-	-	-	
				ℓ <sub>ветр</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	225	-	-	-	-	-	-	-
				ℓ <sub>вес</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	275	-	-	-	-	-	-
330	ПБ330-1	19,5	8,6	ℓ <sub>год</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	335	335	295	265	335	335	300	285
				ℓ <sub>ветр</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				ℓ <sub>вес</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				ℓ <sub>год</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				ℓ <sub>ветр</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				ℓ <sub>вес</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ИЭ082ГМ-ТВ  
 Лист  
 24/38

# Нагрузки на опоры от проводов и тросов

Таблица № 5

№ схем	Характеристики схем	Расчетные климатические условия	Схема нагрузок	Ряд 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	$G_n$
				Вес гирлянды изоляторов	$G_r$
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	$P_n$
				Давления ветра на пролет троса	$P_T$
				Вес пролета провода	$G_n$
				Вес гирлянды изоляторов	$G_r$
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 провода при обрыве	$S_n$
				Вес пролета провода	$G_n$
				Вес гирлянды изоляторов	$G_r$
				Вес пролета троса	$G_T$
IV	Оборван трос, провода не оборваны.	$q = 0$ $t = -5^\circ$ $C = 0$		Тяжение троса при обрыве	$S_T$
				Вес пролета провода	$G_n$
				Вес гирлянды изоляторов	$G_r$
				Вес пролета троса	$G_T$

Рисунки с. 30 стр. 34, 162-230 л. 1-88г.

# Расчетные нагрузки на проводах и тросах на опору ЛБ 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
Схема	Р <sub>габ</sub>	290		290		260		230		290		290		280		220	
	Р <sub>ветр</sub>	360		360		280		230		315		315		270		225	
	Р <sub>вес</sub>	360		360		325		285		360		360		340		275	
I	Р <sub>н</sub> , Р <sub>т</sub>	435	275	435	275	355	225	280	175	440	240	440	240	380	205	315	170
	g <sub>н</sub> , g <sub>т</sub>	435	245	435	245	395	225	345	195	595	245	595	245	560	235	455	190
	g <sub>г</sub>	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—
	g <sub>н+г<sub>г</sub></sub> , g <sub>т</sub>	530	245	530	245	490	225	440	195	690	245	690	245	655	235	550	190
II	Р <sub>н</sub> , Р <sub>т</sub>	270	240	335	355	355	365	345	370	245	210	310	310	360	350	355	365
	g <sub>н</sub> , g <sub>т</sub>	725	410	1115	675	1455	940	1750	1190	925	410	1350	675	1775	980	1920	1150
	g <sub>г</sub>	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—
	g <sub>н+г<sub>г</sub></sub> , g <sub>т</sub>	820	410	1210	675	1550	940	1845	1190	1020	410	1445	675	1870	980	2015	1150
III	S <sub>н</sub>	960	—	960	—	960	—	960	—	1300	—	1300	—	1300	—	1300	—
	g <sub>н</sub> , g <sub>т</sub>	435	245	435	245	395	225	345	195	595	245	595	245	560	235	455	190
	g <sub>г</sub>	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—
	g <sub>н+г<sub>г</sub></sub> , g <sub>т</sub>	530	245	530	245	490	225	440	195	690	245	690	245	655	235	550	190
	0,5g <sub>н+г<sub>г</sub></sub>	315	—	315	—	290	—	270	—	390	—	390	—	375	—	325	—
IV	S <sub>т</sub>	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510	—	1510
	g <sub>н</sub> , g <sub>т</sub>	435	245	435	245	395	225	345	195	595	245	595	245	560	235	455	190
	g <sub>г</sub>	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—	95	—
	g <sub>н+г<sub>г</sub></sub> , g <sub>т</sub>	530	245	530	245	490	225	440	195	690	245	690	245	655	235	550	190
0,5g <sub>т</sub>	—	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  $\sigma_{т max} = 40 \text{ кг/мм}^2$

Расчетные нагрузки  
от проводов и тросов на опору ПБ 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
I	l <sub>заб</sub>	335		335		295		265		335		335		300		285	
	l <sub>ветр</sub>	360		360		340		305		335		335		320		295	
	l <sub>вес</sub>	420		420		370		330		420		420		375		335	
	$P_n; P_T$	875	230	875	230	825	220	720	200	935	240	935	240	895	240	825	195
II	$g_n; g_T$	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
	$P_n; P_T$	535	180	670	260	855	330	920	365	520	465	625	245	860	340	930	355
III	$g_n; g_T$	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
	$S_n$	1540	—	1540	—	1540	—	1540	—	2080	—	2080	—	2080	—	2080	—
IV	$g_n; g_T$	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
	$0,5g_n+g_r$	760	—	760	—	700	—	650	—	940	—	940	—	870	—	835	—
V	$S_T$	—	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
VI	$0,5g_T$	—	445	—	445	—	425	—	415	—	445	—	445	—	430	—	420

Примечания: 1. Ветровая нагрузка на трос подсчитана с коэффициентом увеличения скоростного напора 1,4  
2. Максимальное натяжение в тросе  $S_T \max = 40 \text{ кг/м}^2$



Определение  $\sigma_T$  для троса С-70

$\alpha = 11 \text{ мм}$

$S = 72,58 \text{ мм}^2$

$g = 0,623 \text{ кг/мм}$

(ГОСТ 3063-66)

Таблица №8

Шифр опоры	Провод, район по гололеду	Габарит до земли $\Gamma$ [м]	$f_{пр}^*$ [м]	$\ell_{заб}$ [м]	$h_{77}$ [м]	$f_{тр}^*$ [м]	$h_{у.тяж.троса}$ [м]	$\kappa$	$q_H$ $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$	$q_{гн}$ $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$	$\rho_i$ $\frac{\text{кг}}{\text{мм}}$	$P_2 = 0,9 \text{ ЛГ}(d+c) \cdot 10^{-3}$ $\frac{\text{кг}}{\text{мм}}$	$R_3 = P_2 + P_3$	$P_3 = 1,2 \cdot 0,25 \text{ кг}_H(d+2c) \times 10^3$ $\frac{\text{кг}}{\text{мм}}$	$R_3 = \sqrt{P_3^2 + P_2^2}$	$\sigma_T = \frac{R_3}{S}$
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 1,0	50	68,0	0,623	$0,9 \text{ ЛГ } 20(11+20) \cdot 10^{-3} = 1,753$	2,376	$1,2 \cdot 14 \cdot 1,34 \cdot (11+40) \cdot 10^3 = 1,2 \cdot 14 \cdot 1,34 \cdot 51 \cdot 10^3 = 0,855$	$\sqrt{2,376^2 + 1,148^2} = 2,639$	$\frac{2,639}{72,58} = 0,0363$
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		62,5		$0,9 \text{ ЛГ } 20(11+20) \cdot 10^{-3} = 1,753$	2,376	$1,2 \cdot 1,25 \cdot 14 \cdot (11+40) \cdot 10^3 = 1,07$	$\sqrt{2,376^2 + 1,07^2} = 2,606$	$\frac{2,606}{72,58} = 0,03595$

\*  $f_{тр}^* = f_{тр} - (\Gamma + \alpha + h_{77})$   $h_{у.тяж.троса} = \Gamma + \alpha + h_{77} + \frac{f_{тр}^*}{3}$ , где  $\Gamma$  - габарит до земли;  $\alpha$  - расстояние между траверсами;  $h_{77}$  - расстояние между проводом и тросом в пролете по ПУЭ-66  
 \*\* При  $f_{тр}^* > f_{пр}$  принимается  $f_{тр}^* = f_{пр}$ , а  $h_{77} = h_T = 7,7$

Определение  $\sigma_{тах}$  в тросе.

Таблица №9

Задаются проектировщиком									Вычисляются												
Шифр опоры	Провод	Трос	Пролет $\ell_{заб}$ [м]	Район по гололеду	Стрела провеса провода $t = +15^\circ\text{C}$ $C=0, g=0$ [м]	Наибольшая нагрузка на трос $\sigma_T \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	Превышение троса над верхним проводом на опоре $h_T$ [м]	Превышение троса над верхним проводом в пролете $h_{77}$ [м] (по ПУЭ п.5-77)	$\Delta f = \textcircled{9} - \textcircled{8}$	$f_T = \textcircled{6} - \textcircled{10}$	$A = 5,34 \cdot \frac{f_T^2}{\rho^2} - 10,6 \cdot \frac{\rho^2}{f_T} - 4,8$						$B = 8,34 \cdot \sigma_T^2 \cdot 10^6 \cdot \rho^2$				$\sigma_{тах}$
											$f_T^2$	$\rho^2 \cdot 10^4$	$\frac{f_T^2}{\rho^2}$	$5,34 \cdot \frac{f_T^2}{\rho^2}$	$\frac{\rho^2}{f_T}$	$10,6 \cdot \frac{\rho^2}{f_T}$	A	$\sigma_T^2$	$8,34 \sigma_T^2$	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	10,45	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	8,00	64,00	8,13	7,88	42,1	1,017	10,79	26,51	1292	10780	87500	37,1

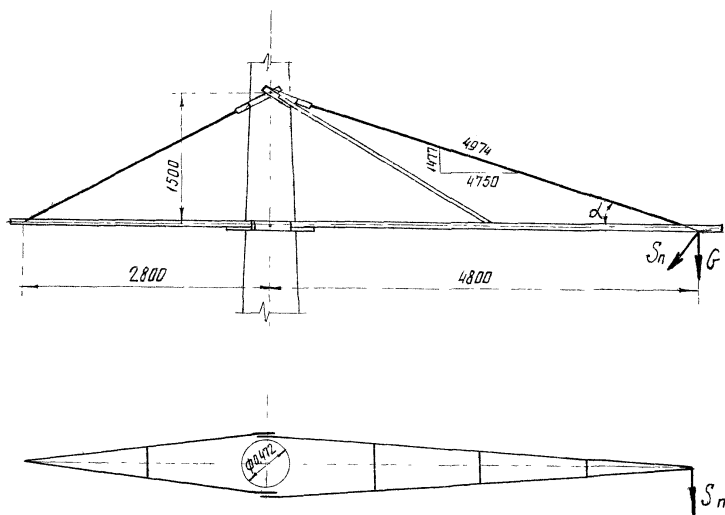
Примечание \* При  $\Delta f < 0$ , принимается  $\Delta f = 0$

$\sigma_{тах}$  принято для обеих опор  $40 \text{ кг/мм}^2$

Проверка прочности траверс и  
металлических деталей

Рисунки (130 экз) 200 экз. 19/11-69

Траверса Б 12 (опора ПБ 220-1)



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

Расчет тяг траверсы

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

$$G_{\text{тр}} = 170 \text{ кг} \quad g_n = 6,991 \text{ кг/пм} \quad L_{\text{вес}} = 310 \text{ м} \quad g_r = 95 \text{ кг}$$

Усилие в тяге

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

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

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

$$L_{врс} = 350 \text{ м} \quad g_{ляльки} = 150 \cdot 1,1 = 165 \text{ кг}$$

Усилие в поясе

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

$$= 12700 + 1030 = 13730 \text{ кг}$$

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

$$\sigma_x = 2,77 \text{ см}$$

$$\sigma_{тпн} = 1,78 \text{ см}$$

$$l_n = 240 \text{ см}$$

$$l_n' = 120 \text{ см}$$

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

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

$$\psi = 0,708$$

$$\psi' = 0,825$$

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

Болты в узле крепления „пояс - тяга“

3 болта  $\phi 24 \text{ мм}$

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

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

Болт в узле крепления „пояс - стойка“

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

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

Усилие в поясе

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

Рольмер 130 051 191/192

$$\lambda' = \frac{0,5 \text{ мр}}{2 \text{ мсп}} = \frac{240}{1,78} = 135 < 150 \quad \psi = 0,38$$

$$\sigma = \frac{3820}{0,38 \cdot 12,3} = 816 \text{ кг/см}^2 < 0,5 \cdot 2400 = 1050 \text{ кг/см}^2$$

Траверса Б 10

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

### Расчет тяг траверсы

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

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

Усилие в тяге

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

Результат 230 с.д. Зур (56-100) 300 19/10/18

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 тяга-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 галаледу

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

$$\text{Вес} = 350 \text{ кг} \quad \text{Гюльки} = 165 \text{ кг}$$

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

$$z_x = 2,47 \text{ см} \quad z_{\text{min}} = 1,58 \text{ см}$$

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

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

$$\varphi = 0,499$$

$$\varphi' = 0,696$$

7.9.84, 9.1.85, 10.01.85, 12.01.85, 13.01.85, 14.01.85, 15.01.85, 16.01.85, 17.01.85, 18.01.85, 19.01.85, 20.01.85, 21.01.85, 22.01.85, 23.01.85, 24.01.85, 25.01.85, 26.01.85, 27.01.85, 28.01.85, 29.01.85, 30.01.85, 31.01.85, 1.02.85, 2.02.85, 3.02.85, 4.02.85, 5.02.85, 6.02.85, 7.02.85, 8.02.85, 9.02.85, 10.02.85, 11.02.85, 12.02.85, 13.02.85, 14.02.85, 15.02.85, 16.02.85, 17.02.85, 18.02.85, 19.02.85, 20.02.85, 21.02.85, 22.02.85, 23.02.85, 24.02.85, 25.02.85, 26.02.85, 27.02.85, 28.02.85, 29.02.85, 30.02.85, 31.02.85, 1.03.85, 2.03.85, 3.03.85, 4.03.85, 5.03.85, 6.03.85, 7.03.85, 8.03.85, 9.03.85, 10.03.85, 11.03.85, 12.03.85, 13.03.85, 14.03.85, 15.03.85, 16.03.85, 17.03.85, 18.03.85, 19.03.85, 20.03.85, 21.03.85, 22.03.85, 23.03.85, 24.03.85, 25.03.85, 26.03.85, 27.03.85, 28.03.85, 29.03.85, 30.03.85, 31.03.85, 1.04.85, 2.04.85, 3.04.85, 4.04.85, 5.04.85, 6.04.85, 7.04.85, 8.04.85, 9.04.85, 10.04.85, 11.04.85, 12.04.85, 13.04.85, 14.04.85, 15.04.85, 16.04.85, 17.04.85, 18.04.85, 19.04.85, 20.04.85, 21.04.85, 22.04.85, 23.04.85, 24.04.85, 25.04.85, 26.04.85, 27.04.85, 28.04.85, 29.04.85, 30.04.85, 31.04.85, 1.05.85, 2.05.85, 3.05.85, 4.05.85, 5.05.85, 6.05.85, 7.05.85, 8.05.85, 9.05.85, 10.05.85, 11.05.85, 12.05.85, 13.05.85, 14.05.85, 15.05.85, 16.05.85, 17.05.85, 18.05.85, 19.05.85, 20.05.85, 21.05.85, 22.05.85, 23.05.85, 24.05.85, 25.05.85, 26.05.85, 27.05.85, 28.05.85, 29.05.85, 30.05.85, 31.05.85, 1.06.85, 2.06.85, 3.06.85, 4.06.85, 5.06.85, 6.06.85, 7.06.85, 8.06.85, 9.06.85, 10.06.85, 11.06.85, 12.06.85, 13.06.85, 14.06.85, 15.06.85, 16.06.85, 17.06.85, 18.06.85, 19.06.85, 20.06.85, 21.06.85, 22.06.85, 23.06.85, 24.06.85, 25.06.85, 26.06.85, 27.06.85, 28.06.85, 29.06.85, 30.06.85, 31.06.85, 1.07.85, 2.07.85, 3.07.85, 4.07.85, 5.07.85, 6.07.85, 7.07.85, 8.07.85, 9.07.85, 10.07.85, 11.07.85, 12.07.85, 13.07.85, 14.07.85, 15.07.85, 16.07.85, 17.07.85, 18.07.85, 19.07.85, 20.07.85, 21.07.85, 22.07.85, 23.07.85, 24.07.85, 25.07.85, 26.07.85, 27.07.85, 28.07.85, 29.07.85, 30.07.85, 31.07.85, 1.08.85, 2.08.85, 3.08.85, 4.08.85, 5.08.85, 6.08.85, 7.08.85, 8.08.85, 9.08.85, 10.08.85, 11.08.85, 12.08.85, 13.08.85, 14.08.85, 15.08.85, 16.08.85, 17.08.85, 18.08.85, 19.08.85, 20.08.85, 21.08.85, 22.08.85, 23.08.85, 24.08.85, 25.08.85, 26.08.85, 27.08.85, 28.08.85, 29.08.85, 30.08.85, 31.08.85, 1.09.85, 2.09.85, 3.09.85, 4.09.85, 5.09.85, 6.09.85, 7.09.85, 8.09.85, 9.09.85, 10.09.85, 11.09.85, 12.09.85, 13.09.85, 14.09.85, 15.09.85, 16.09.85, 17.09.85, 18.09.85, 19.09.85, 20.09.85, 21.09.85, 22.09.85, 23.09.85, 24.09.85, 25.09.85, 26.09.85, 27.09.85, 28.09.85, 29.09.85, 30.09.85, 31.09.85, 1.10.85, 2.10.85, 3.10.85, 4.10.85, 5.10.85, 6.10.85, 7.10.85, 8.10.85, 9.10.85, 10.10.85, 11.10.85, 12.10.85, 13.10.85, 14.10.85, 15.10.85, 16.10.85, 17.10.85, 18.10.85, 19.10.85, 20.10.85, 21.10.85, 22.10.85, 23.10.85, 24.10.85, 25.10.85, 26.10.85, 27.10.85, 28.10.85, 29.10.85, 30.10.85, 31.10.85, 1.11.85, 2.11.85, 3.11.85, 4.11.85, 5.11.85, 6.11.85, 7.11.85, 8.11.85, 9.11.85, 10.11.85, 11.11.85, 12.11.85, 13.11.85, 14.11.85, 15.11.85, 16.11.85, 17.11.85, 18.11.85, 19.11.85, 20.11.85, 21.11.85, 22.11.85, 23.11.85, 24.11.85, 25.11.85, 26.11.85, 27.11.85, 28.11.85, 29.11.85, 30.11.85, 31.11.85, 1.12.85, 2.12.85, 3.12.85, 4.12.85, 5.12.85, 6.12.85, 7.12.85, 8.12.85, 9.12.85, 10.12.85, 11.12.85, 12.12.85, 13.12.85, 14.12.85, 15.12.85, 16.12.85, 17.12.85, 18.12.85, 19.12.85, 20.12.85, 21.12.85, 22.12.85, 23.12.85, 24.12.85, 25.12.85, 26.12.85, 27.12.85, 28.12.85, 29.12.85, 30.12.85, 31.12.85

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

Болты в узле „пояс-тяга“

3 болта  $\phi$  20 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 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

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

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

$$\gamma = 0,464$$

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

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

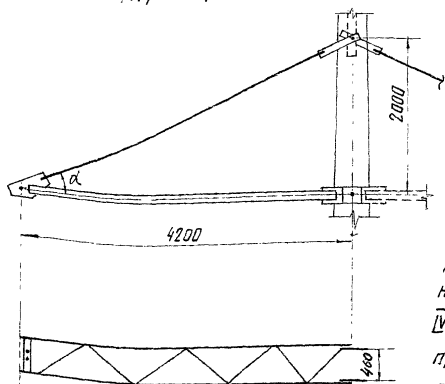
$$\gamma = 0,756$$

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

Рисунки в 3-й сер. зан. 150-160 стр. 15/10-68г.



# Траверса Б13



$$\text{tg} \alpha = \frac{2000}{4200} = 0,476$$

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

$$\cos \alpha = 0,9022$$

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

Расчет тяг  
траверсы

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

$$G_{тр} = 200 \text{ кг}$$

$$G_{п+г} = 5210 \text{ кг}$$

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

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

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

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

Расчет поясов траверсы

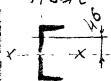
Расчетным является аварийный режим III.  
(обрыв 2x АСО-400), II р.г.

$$S = 2080 \text{ кг} \quad 0,5 G_{п+г} = 940 \text{ кг} \quad G_{тр} = 200 \text{ кг}$$

N3082ТМ-ТБ				Лист	
литера				34	38

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

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



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

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

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

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

Болт в узле „пояс - стóйка“  $\phi 42 \text{ мм}$

$$F = 13,85 \text{ см}^2$$

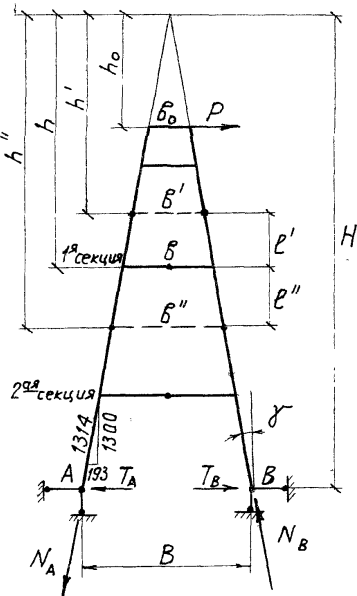
$$\tau_{cp} = \frac{19576}{13,85} = 1410 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2$$

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

# Тросостойка БЗ6

Аварийный режим IV (обрыв троса С-70)

$$S_T = 1510 \text{ кг}$$



$$N' = \rho \left( \frac{h_0}{b_0} - \frac{h_0}{b'} \right) \frac{1}{\cos \gamma}$$

$$Q' = \frac{P}{2} \frac{h_0}{h'} = \frac{P}{2} \frac{b_0}{b'}$$

$$N'' = \rho \left( \frac{h_0}{b_0} - \frac{h_0}{b''} \right) \frac{1}{\cos \gamma}$$

$$Q'' = \frac{P}{2} \frac{h_0}{h''} = \frac{P}{2} \frac{b_0}{b''}$$

$$H_P = Q' - Q'' = \frac{P}{2} \left( \frac{b_0}{b'} - \frac{b_0}{b''} \right)$$

$$V_P = P \frac{b_0}{b} \left( \frac{e'}{b'} + \frac{e''}{b''} \right)$$

$$M_{AP} = \frac{P}{2} b_0 \left( \frac{e'}{b'} + \frac{e''}{b''} \right)$$

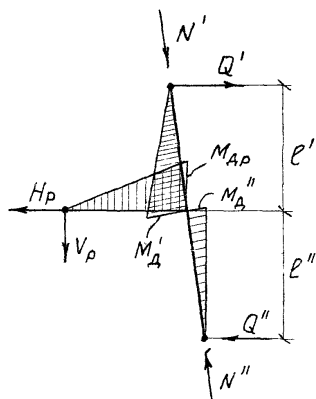
$$M_A' = \frac{P}{2} b_0 \frac{e'}{b'}$$

$$M_A'' = \frac{P}{2} b_0 \frac{e''}{b''}$$

$$|N_A| = |N_B| = \rho \left( \frac{h_0}{b_0} - \frac{h_0}{b} \right)$$

$$T_A = T_B = \frac{P}{2} \frac{b_0}{b}$$

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



Результат 0310 от 31.08.1991 г. № 181/1-53.

Таблица усилий в элементах тросостойки

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

Таблица №10

Секция	$b'$	$e'$	$b''$	$e''$	$\frac{h_0}{b'}$	$N'$	$\frac{b_0}{b'}$	$Q'$	$\frac{h_0}{b''}$	$N''$	$\frac{b_0}{b''}$	$Q''$	$H_p$	$\frac{e'}{b'}$	$\frac{e''}{b''}$	$\beta$	$\frac{b_0}{\beta}$	$V_p$	$M_{Ap}$	$M'_A$	$M''_A$
	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  $\Gamma 12$   $F = 13,3 \text{ см}^2$   $W_y = 8,52 \text{ см}^3$   $\zeta_y = 1,53 \text{ см}$

Проверка пояса в 1<sup>ой</sup> секции (вверх)

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

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

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

№ 3082 т.т.в  
Лист  
37/38

