

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

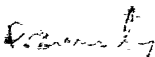
№ 407-4-20

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 6

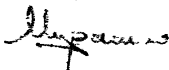
Расчет промежуточных опор
ВЛ 220-330 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
ИНСТИТУТА



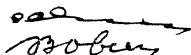
/С. РОКОТЯН/

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

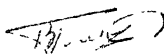
РАСЧЕТ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР
ВЛ 220-330 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР



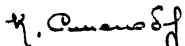
/К. КРЮКОВ/

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 N 3082 ТМ-Т1
- Том 2. Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 110-150 кВ N 3082 ТМ-Т2
- Том 3 Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 220-330 кВ N 3082 ТМ-Т3
- Том 4. Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 110 кВ N 3082 ТМ-Т4
- Том 5 Расчет промежуточных опор ВЛ 110-150 кВ N 3082 ТМ-Т5
- Том 6 Расчет промежуточных опор ВЛ 220-330 кВ N 3082 ТМ-Т6
- Том 7. Расчет анкерно-угловых опор ВЛ 110 кВ N 3082 ТМ-Т7
- Том 8 Калькуляция стоимости N 3082 ТМ-Т8
- Том 9. Патентный формуляр
(хранится в ПК СЗО) N 3082 ТМ-Т9

Содержание тома 6

1. Титульные листы N 3082ТМ-Т6, л 1-3
2. Аннотация N 3082ТМ-Т6, л 4
3. Состав проекта N 3082ТМ-6, л 5
4. Содержание тома N 3082ТМ-Т6, л 6
5. Общая часть N 3082ТМ-Т6, л 7
6. Исходные данные для
расчета опоры ПБ 220-1
на ЭЦВМ N 3082ТМ Т6, л 8-10
7. Таблица расчетных величин и пролетов
по опорному сечению N 3082ТМ-Т6, л 11, 22
8. Нагрузки N 3082ТМ-Т6, л 23-26
9. Расчет опоры ПБ 330-1 N 3082ТМ-Т6, л 12-21
10. Проверка прочности траверс
и металлических деталей N 3082ТМ-Т6, л. 27-38

В.И.Иванов с.30 ЭЛН Экз 188-28. 1.6.82

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 эск. Зад. 1561, 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. ОН | 7,25 | | | | | | | |
| 3. ДВ | 39,80 | | | | | | | |
| 4. ОВ | 5,40 | | | | | | | |
| 5. ОВ | $0,26 \cdot 10^{-2}$ | | | | | | | |
| 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 _T | $0,623 \cdot 10^{-2}$ | | | | | | | |
| 18. q _{п1} ^{тп} | 0 | | | | | | | |
| 19. q _{п2} ^{тп} | 150 | | | | | | | |
| 20. q _{п3} ^{тп} | 70 | | | | | | | |
| 21. q _{п1} ^{тп} | 0 | | | | | | | |
| 22. q _{п2} ^{тп} | 70 | | | | | | | |
| 23. q _{п3} ^{тп} | 0 | | | | | | | |
| 24. C _{век} | 34000 | | 34000 | | 27500 | | | |
| 25. q _{пп} | $1,501 \cdot 10^{-2}$ | | | | | | | |
| 26. q _{пл} | $1,501 \cdot 10^{-2}$ | | | | | | | |
| 27. d _{пп} | 2,72 | | | | | | | |
| 28. d _{пл} | 2,72 | | | | | | | |
| 29. d _T | 1,1 | | | | | | | |
| 30. C _{ветр} | 31500 | | 27000 | | 22500 | | | |
| 31. C _q | 45 | | | | | | | |
| 32. C _{п7} | 0 | | | | | | | |

Рисунки с 30 стр 182-20 4/8 588

Продолжение таблицы №1

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------|-----------------------|---|-------|---|-------|---|---|---|
| 33. ρ_{2n} | 480 | | | | | | | |
| 34. ρ_{3n} | 280 | | | | | | | |
| 35. ρ_{1n} | 0 | | | | | | | |
| 36. $\rho_{2л}$ | 280 | | | | | | | |
| 37. $\rho_{3л}$ | 0 | | | | | | | |
| 38. ν | $0,445 \cdot 10^{-4}$ | | | | | | | |
| 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. φ_r | 90 | | | | | | | |
| 45. $K_{пн}$ | 0,5736 | | | | | | | |
| 46. N | 0 | | | | | | | |
| 47. F_a | 0 | | | | | | | |
| 48. F_H | 21,8 | | | | | | | |
| 49. $E_{a\alpha}$ | $1,8 \cdot 10^6$ | | | | | | | |
| 50. ζ_a | 28,62 | | | | | | | |
| 51. ζ_H | 28,62 | | | | | | | |
| 52. R | 500 | | | | | | | |
| 53. R_0 | 375 | | | | | | | |
| 54. R_α | 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_α | $2,1 \cdot 10^6$ | | | | | | | |

Рисунки с 30 вкл. 304, 184, 201 и 304а

Таблица расчетных величин в опорном сечении

Таблица №2

| Шифр опоры (правая) | Исхемы в опор- ных данных | Расчетный режим | От нормативных нагрузок | | | От расчетных | |
|---------------------------|------------------------------|---|----------------------------|----------------|-------|----------------|-----------|
| | | | M _п | Q _т | Δ | M _п | 1/ρ |
| | | | 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 | 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 _{пп} | M _{пт} | Примечание |
|-----------|-------------|-----------------|-----------------|------------|
| | | тм | тм | |
| 1 | СК - 5 | 47,2 | 11,07 | |
| 2 | СК - 5п | 43,11 | 27,18 | |
| 3 | СК - 5пр | | | |

Рисунки с.30, 30л Вет 192-200 1/10.08.87.

Расчет опоры ПБ330-1

Эскиз опоры

Расчетная схема

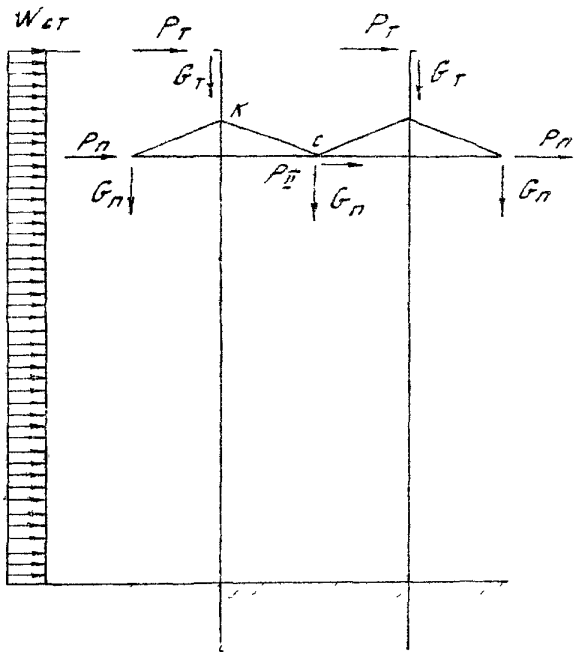


Рис. 1

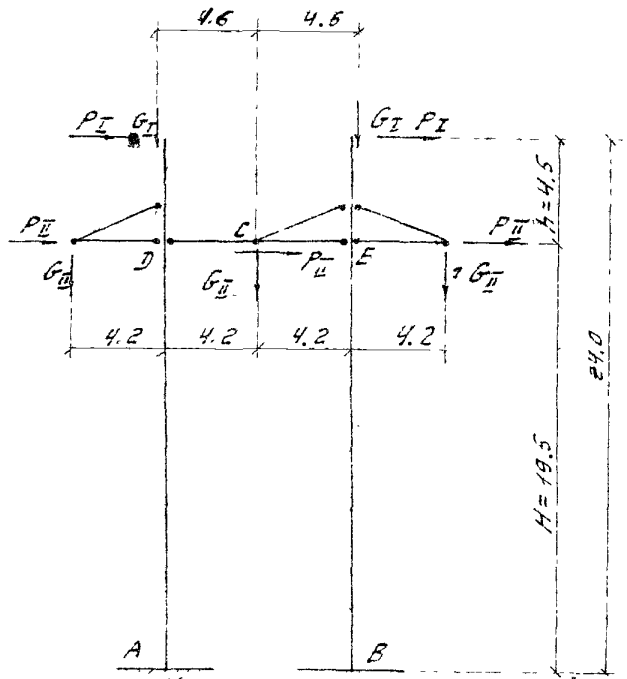


Рис. 2

Загружения основной системы
единичными силами

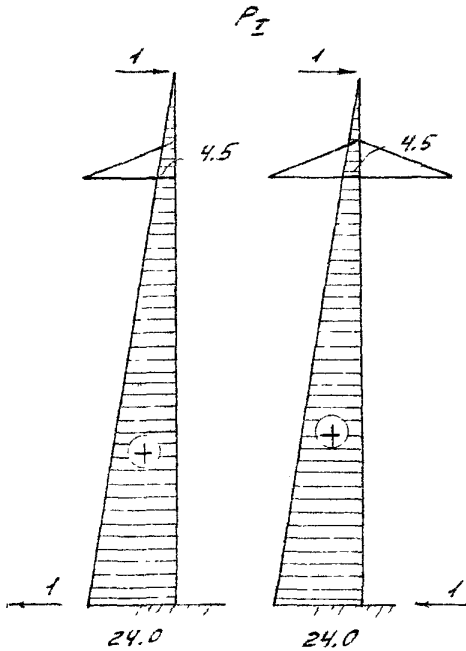


Рис. 3

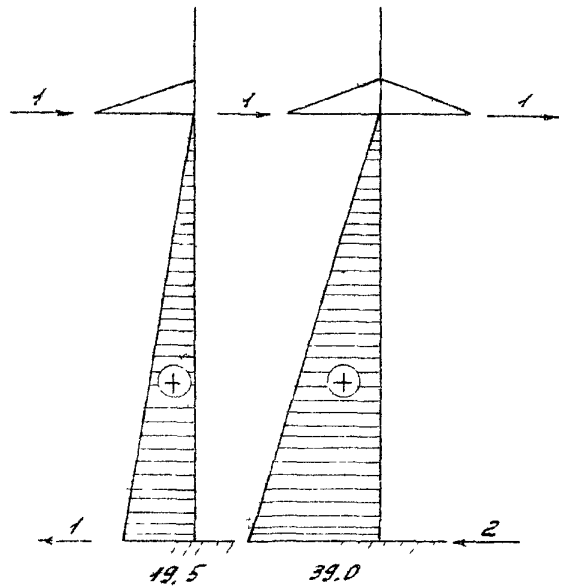


Рис. 4

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

Основная система получена удовлетворением
лишней связи Δ_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

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

$$\Delta_{1P1} = 0$$

$$\Delta_{1P2} = \frac{1}{B} \left(\frac{19,5^3}{3} - \frac{19,5^2 \cdot 39}{3} \right) = - \frac{2473}{B}$$

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

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

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

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 для сил 19,5 и 19,5

Эпюры изгибающих моментов в расчетной
схеме от единичных приведенных сил

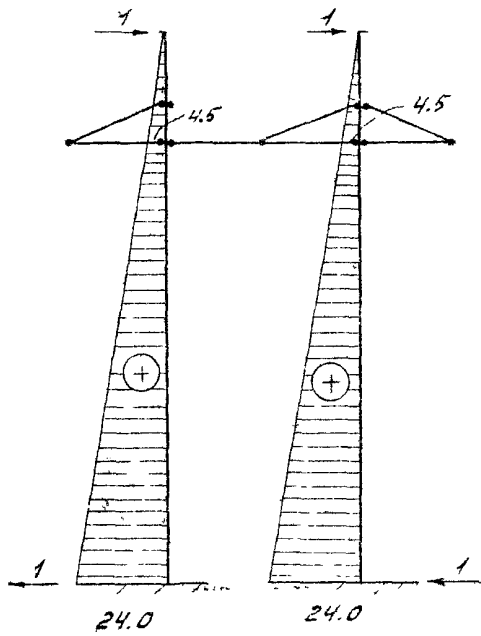


Рис. 8

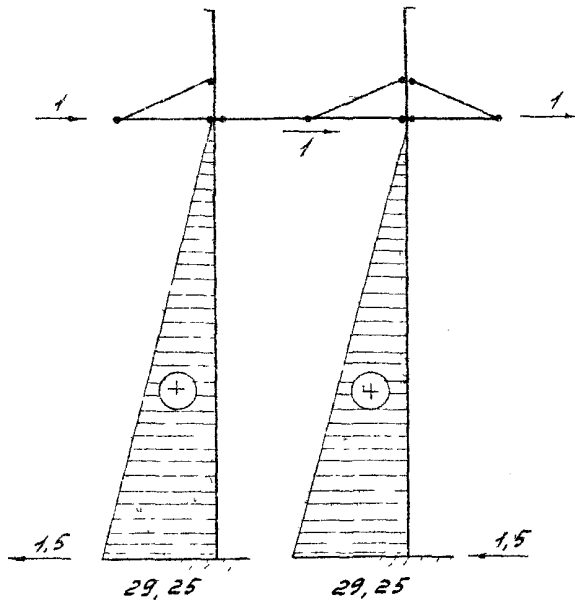
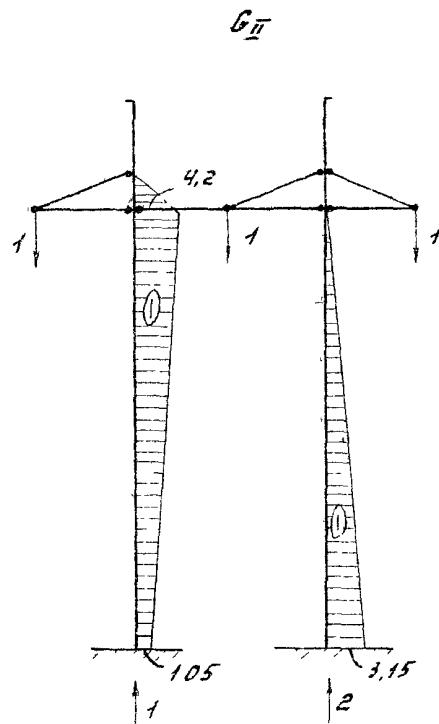
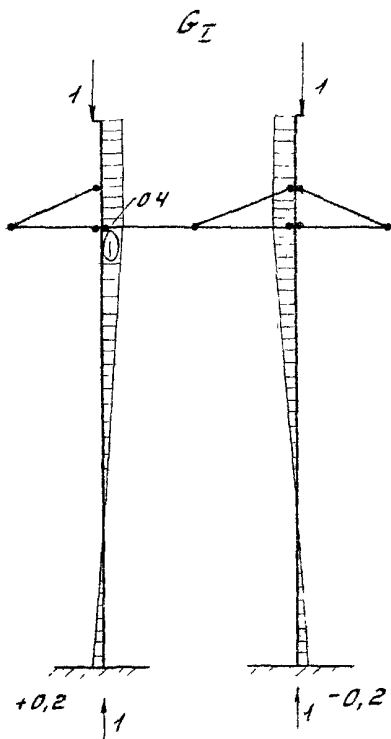


Рис. 9



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

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

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

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

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

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

$$G_I = 1485 \text{ кг}$$

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

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

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

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

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

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

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

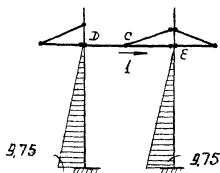
$$= 2,78 \text{ т}$$

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

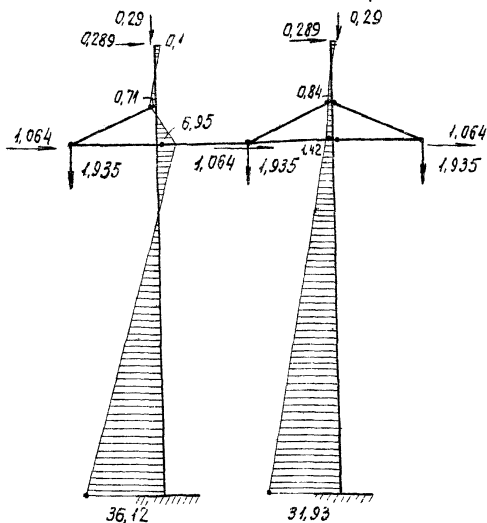
Расчетным для опоры является нормальный режим I.

Определение горизонтального перемещения точки С (D и E) от нагрузок I^{нр} 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 | | | | 2хАСО - 300 | | | | 2хАСО - 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 _{гос} | 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 _{гос} | - | - | - | - | - | - | - | 220 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | | ℓ _{ветр} | - | - | - | - | - | - | - | 225 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | ℓ _{вес} | - | - | - | - | - | - | - | 275 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 330 | ПБ330-1 | 19,5 | 8,6 | ℓ _{гос} | - | - | - | - | - | - | - | - | 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 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. 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

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 _{габ} | 290 | | 290 | | 260 | | 230 | | 290 | | 290 | | 280 | | 220 | |
| | Р _{ветр} | 360 | | 360 | | 280 | | 230 | | 315 | | 315 | | 270 | | 225 | |
| | Р _{вес} | 360 | | 360 | | 325 | | 285 | | 360 | | 360 | | 340 | | 275 | |
| I | Р _н , Р _т | 435 | 275 | 435 | 275 | 355 | 225 | 280 | 175 | 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 | 210 | 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 $\sigma_{т max} = 40 \text{ кг/мм}^2$

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 _{заб} | 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 | | 335 | |
| | $P_n; P_T$ | 875 | 230 | 875 | 230 | 825 | 220 | 720 | 200 | 935 | 210 | 935 | 210 | 895 | 210 | 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 | 165 | 625 | 245 | 860 | 310 | 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 | $0,5g_T$ | — | 145 | — | 145 | — | 125 | — | 115 | — | 145 | — | 145 | — | 130 | — | 120 |

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

Определение σ_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 Г [м] | $f_{пр}^*$ [м] | $\ell_{заб}$ [м] | h_{77} [м] | $f_{тр}^*$ [м] | $h_{у.тяж.троса}$ [м] | κ | q_H кг/м ² | kq_H кг/мм ² | P_1 кг/мм | $P_2 = 0,9 \text{ ЛГ}(d+c) \cdot 10^{-3}$ кг/мм | $R_3 = P_1 + P_2$ | $P_5 = 1,2 \cdot 0,25 \text{ кг}_H(d+2c) \times 10^3$ кг/мм | $R_7 = \sqrt{P_3^2 + P_5^2}$ | $\sigma_T = \frac{R_7}{S}$ |
|------------|---------------------------|------------------------|----------------|------------------|--------------|--|--|-------------|-------------------------|---------------------------|-------------|---|-------------------|--|------------------------------------|---------------------------------|
| 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 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 | 50 | 62,5 | 0,623 | $0,9 \text{ ЛГ } 20(11+20) \cdot 10^{-3} = 1,753$ | 2,376 | $1,2 \cdot 1,25 \cdot 14 \cdot (11+40) \cdot 10^3 = 1,07$ | $\sqrt{2,376^2 + 1,07^2} = 2,606$ | $\frac{2,606}{72,58} = 0,03595$ |

* $f_{тр}^* = f_{тр} - (Г + \alpha + h_{77})$ $h_{у.тяж.троса} = Г + \alpha + h_{77} + \frac{f_{тр}^*}{3}$, где Г - габарит до земли; α - расстояние между траверсами; h_{77} - расстояние между проводом и тросом в 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 $\sigma_T \cdot 10^3 \text{ кг/мм}^2$ | 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 | σ_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 |

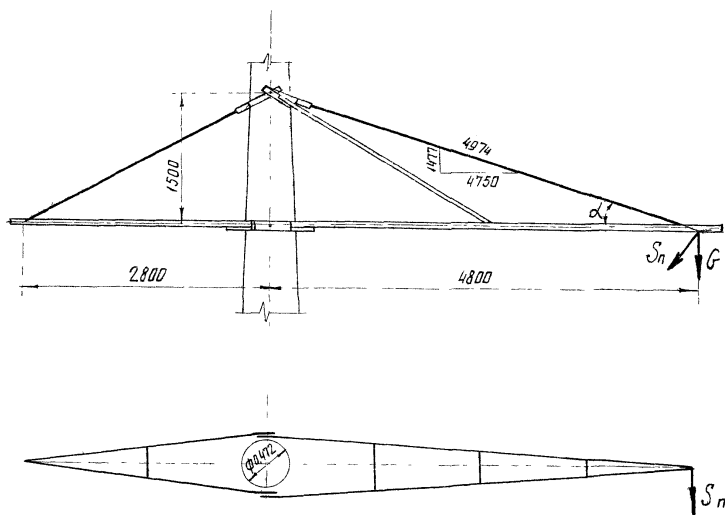
Примечание * При $\Delta f < 0$, принимается $\Delta f = 0$

$\sigma_{тах}$ принято для обеих опор 40 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

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

Л. Михайлов 3-7 3-СГ 3-К 1182-220 1/19-68

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

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

$$= 12700 + 1030 = 13730 \text{ кг}$$

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

$$z_x = 2,77 \text{ см}$$

$$z_{тпн} = 1,78 \text{ см}$$

$$l_n = 240 \text{ см}$$

$$l_n' = 120 \text{ см}$$

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

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

$$\psi = 0,708$$

$$\psi' = 0,825$$

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

Болты в узле крепления „пояс - тяга“

3 болта $\phi 24$ 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“

$\phi 36$ 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) 30 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

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

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

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 ϕ 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“

ϕ 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

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

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

$$\gamma = 0,464$$

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

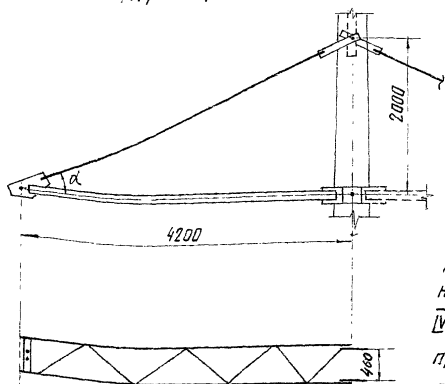
$$\lambda' = \frac{140}{1,78} \cong 79$$

$$\gamma = 0,756$$

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

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

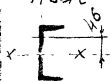
Расчетным является аварийный режим III.
(обрыв 2x АСО-400), II р.г.

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

| | | | | | |
|------------|--|--|--|------|----|
| 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^х 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“ $\phi 42 \text{ мм}$

$$F = 13,85 \text{ см}^2$$

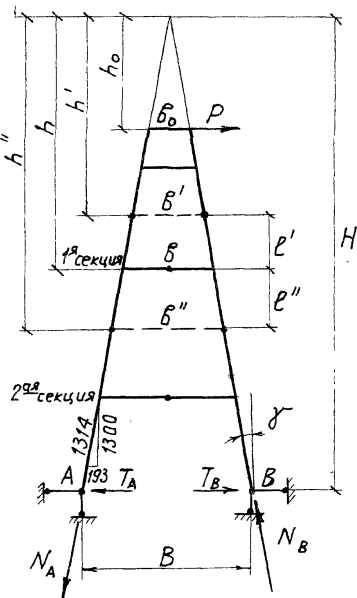
$$\tau_{cp} = \frac{19576}{13,85} = 1410 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2$$

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

Тросостойка БЗ6

Аварийный режим IV (обрыв троса С-70)

$$S_T = 1510 \text{ кг}$$



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

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

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

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

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

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

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

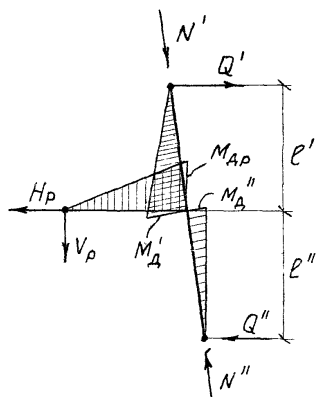
$$M_A' = \frac{P}{2} b_0 \frac{e'}{b'}$$

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

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

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

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



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 | $\frac{e'}{b'}$ | $\frac{e''}{b''}$ | β | $\frac{b_0}{\beta}$ | 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 $\Gamma 12$ $F = 13,3 \text{ см}^2$ $W_y = 8,52 \text{ см}^3$ $\gamma_y = 1,53 \text{ см}$

Проверка пояса в 1^{ой} 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 $\sigma_p = \frac{12800}{8,52} = 1500 \text{ кг/см}^2$

