

МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ
СЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ПОИСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

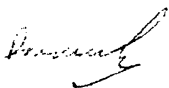
УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ35 110 и 150 кВ

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 6

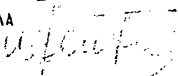
РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР 110-150 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
ИНСТИТУТА



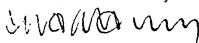
/С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА
ИНСТИТУТА



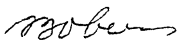
/М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ
ИНСТИТУТА



/А. ЛЕВИН/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
ПО ВЛ



/В. ОВСЕЕНКО/

МОСКВА - 1968 г.

| | |
|-----------|-------------|
| N3078ТМТБ | Лист 153 |
|-----------|-------------|

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

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ 35 110 и 150 кВ

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 6

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР 110-150 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР



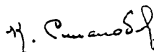
/К. КРЮКОВ /

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА



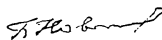
/Н. РУМЯНЦЕВ /

НАЧ. ОТДЕЛА ТИПОВОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ



/К. СИНЕЛОВОВ /

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА



/Б. НОВГОРОДЦЕВ /

ЛЕНИНГРАД 1968 г.

N 3078 ТМ-ТБ / 2/6

Состав проекта

| | Инв. номер |
|--|------------|
| Том 1 Пояснительная записка | 3078ТМ-Т1 |
| Том 2 Расчеты промежуточных опор ВЛ 35 кВ | 3078ТМ-Т2 |
| Том 3 - Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 35 кВ | 3078ТМ-Т3 |
| Том 4 - Расчеты промежуточных опор ВЛ 110 кВ | 3078ТМ-Т4 |
| Том 5 - Расчеты промежуточных опор ВЛ 150 кВ | 3078ТМ-Т5 |
| Том 6 - Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 110-150 кВ | 3078ТМ-Т6 |
| Том 7 - Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 35 кВ | 3078ТМ-Т7 |
| Том 8 - Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 35 кВ | 3078ТМ-Т8 |
| Том 9 - Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 110 и 150 кВ | 3078ТМ-Т9 |
| Том 10 - Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 110-150 кВ | 3078ТМ-Т10 |
| Том 11 - Нагрузки на фундаменты | 3078ТМ-Т11 |

Аннотация

В настоящем томе приводятся расчеты свободно-стоящих анкерно-угловых опор ВЛ 110 кВ: одноцепных У110-1, У110-3 и двухцепных У110-2, У110-4.

Все опоры рассчитаны на нагрузки III района по ветру: мерки проводов по ГОСТ 839-59 и районы по гололеду, принятые в расчетах каждой опоры, указаны на листах нагрузок (см. листы 8 ÷ 11, 24 ÷ 27, 39 ÷ 46).

Расчеты опор выполнены по методу предельных состояний согласно нормам ПУЭ-65, СНиП II-Ц.9-62 с учетом изменений некоторых пунктов ПУЭ-65, утвержденных решением Министерства энергетики и электрификации СССР №113 от 7 сентября 1967г при рассмотрении проекта унифицированных опор.

Секции и элементы опор рассчитаны на наиболее неблагоприятные условия их применения.

Опоры У110-3 и У110-4, являются нормальными, т.е. рассчитанными на обрыв двух проводов, для ВЛ с проводами до АС-120 включительно и облегченными, т.е. рассчитанными на обрыв одного провода, для ВЛ с проводами АС-150. Все опоры применяются в качестве канцевых при предельных углах поворота, указанных на монтажной схеме соответствующей опоры.

Расчетные листы включены в объем томов рабочих чертежей соответствующих опор.

Подсчет нагрузок выполнен с разностью и без разности тяжений. В числителе указаны нагрузки без разности тяжений, в знаменателе - с разностью тяжений.

Содержание тома 6

I. Опора У110-1

| | |
|---|---------|
| 1. Эскиз опоры | 7 |
| 2. Нагрузки на опору | 8 ÷ 11 |
| 3. Давление ветра на конструкцию опоры | 12 |
| 4. Расчет поясов ствóла опоры | 13 |
| 5. Расчет раскосов ствóла опоры | 14 ÷ 15 |
| 6. Расчет трасстайки | 17 ÷ 18 |
| 7. Расчет траверс | 19 ÷ 21 |
| 8. Расчет распорок и диафрагм | 22 |
| 9. Определение усилий в поясе U_1 при $\sigma_T = 45 \text{ кг/мм}^2$ | 23 |

II. Опора У110-2

| | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Эскиз опоры | 24 |
| 2. Нагрузки на опору | 25 ÷ 28 |
| 3. Давление ветра на конструкцию опоры | 29 |
| 4. Расчет поясов ствóла опоры | 30 - 31 ^а |
| 5. Расчет раскосов ствóла опоры | 32 ^а ÷ 35 ^а |
| 6. Определение усилий в поясе U_1 при $\sigma_T = 40 \text{ кг/мм}^2$ | 36 ^а |

III. Опора У110-3

| | |
|--|---------|
| 1. Эскиз опоры | 37 |
| 2. Нагрузки на опору | 39 ÷ 42 |
| 3. Давление ветра на конструкцию опоры | 47 |
| 4. Расчет поясов ствóла опоры | 49 |
| 5. Расчет раскосов ствóла опоры | 51 - 52 |
| 6. Расчет трасстайки | 55 - 56 |
| 7. Расчет траверс | 57 - 58 |
| 8. Расчет распорок и диафрагм. | 59 |
| 9. Проверка поясов опоры по схеме IIк | 60 |
| 10. Проверка раскосов при обрыве 2-х проводов АС-120 | 62 |

IV. Опора У110-4

| | |
|---|---------|
| 1. Эскиз опоры | 38 |
| 2. Нагрузки на опору | 43 ÷ 46 |
| 3. Давление ветра на конструкцию опоры | 48 |
| 4. Расчет поясов ствóла опоры | 50 |
| 5. Расчет раскосов ствóла опоры | 53 - 54 |
| 6. Проверка поясов опоры по схеме IIк | 61 |
| 7. Проверка раскосов при обрыве 2-х проводов АС-120 | 63 |

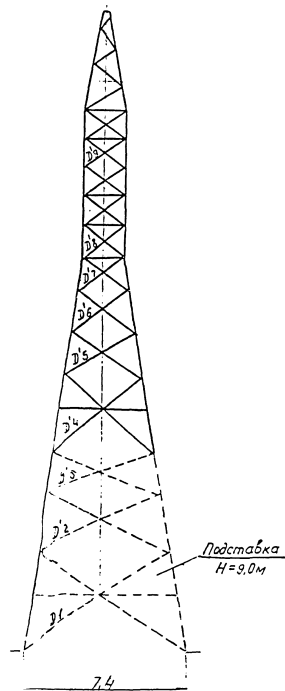
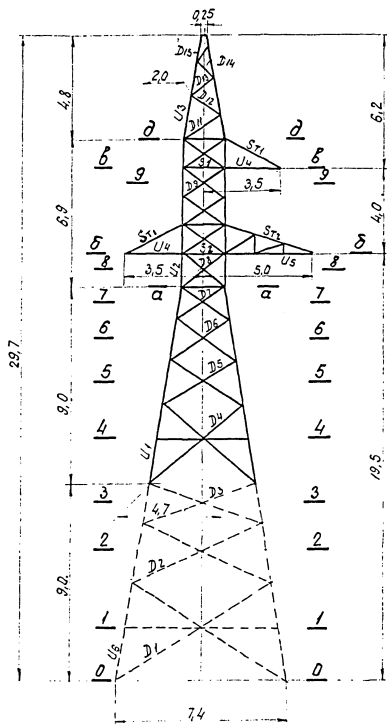
При необходимости комплектования расчёта
какой-либо одной опоры выдавать листы
по нижеследующему перечню:

для опоры У110-1 листы 1-23,
3078 тм - 155

для опоры У110-2 листы 1-6,^а17-22, 24-36^а,
3078 тм - 156

для опоры У110-3 листы 1-6,^а37,39-42, 47, 49,
51, 52, 55-60, 62.

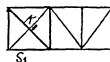
для опоры У110-4 листы 1-6,^а38, 43-46, 48,
50, 53-59, 61, 63.



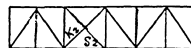
Сечение д-д



Сечение б-б



Сечение б-б



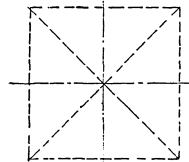
Сечение а-а



Сечение 4-4

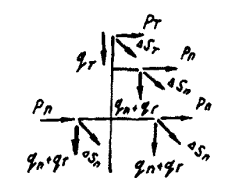
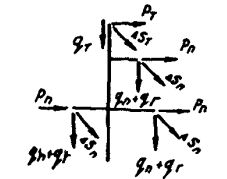


Сечение 1-1



Нагрузки на анкерно-уловые опоры ВЛ 110кВ шифр У110-1

Таблица №1

| М/И с/зем | Расчетные сечения | Расчетные минимальные углы обледения | Схемы нагрузок | Род нагрузок | Обозначения | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|--------------------------------------|----------------|--------------|---|-----|-----|------|------|-------|------------|------|------------|------------|-----|------------|-------------------|------|------------|------------|-----|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|-----|------------|------------|------|------------|------------|-----|------------|------------|-----|------------|------------|-----|------------|
| | | | | | I район гололеда | | | | | | | | | | | | II район гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | ЛС0-240 | | | | | | С-50 | | | | | | ЛС0-240 | | | | | | С-50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверсы.  | | | | | $\epsilon = -5^{\circ}\text{C}; \text{с} = 0; \text{g}_H = 50 \text{ кг/м}; \text{g}_T = 68 \text{ кг/м}^2$ | | | | | P_1 | 365 230 | 1,2 | 440 275 | 360 225 | 1,2 | 430 270 | 320 200 | 1,2 | 385 240 | 210 130 | 1,2 | 250 155 | 205 125 | 1,2 | 245 150 | 180 115 | 1,2 | 215 140 | 365 230 | 1,2 | 440 275 | 360 225 | 1,2 | 430 270 | 320 200 | 1,2 | 385 240 | 210 130 | 1,2 | 250 155 | 205 125 | 1,2 | 245 150 | 180 115 | 1,2 | 215 140 |
| | | | | | P_2 | 0 | 0 | 860 | 735 | 1,3 | 1120 | 2490 | 1,3 | 3240 | 0 | 0 | 475 | 620 | 1370 | 1780 | 0 | 0 | 800 | 1040 | 1,3 | 3000 | 0 | 0 | 325 | 470 | 1040 | 1,3 | 425 | 940 | 1,3 | 1850 | 1220 | | | | | | | | | |
| | | | | | P_n P_T | | 440 | | 1560 | | 3825 | 2940 | | 250 | | 865 | | 1995 | | 440 | | 1470 | | 3385 | | 250 | | 670 | | 1485 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | ΔS_n ΔS_T | 800 | 1,3 | 1040 | 785 | 1,3 | 1020 | 695 | 1,3 | 905 | 220 | 1,3 | 285 | 215 | 1,3 | 280 | 190 | 1,3 | 250 | 625 | 1,3 | 815 | 615 | 1,3 | 800 | 545 | 1,3 | 710 | 210 | 1,3 | 275 | 210 | 1,3 | 275 | 180 | 1,3 | 235 | | | | | |
| | | | | | φ_n φ_T | 480 | 1,1 | 505 | 460 | 1,1 | 505 | 480 | 1,1 | 505 | 200 | 1,1 | 220 | 200 | 1,1 | 220 | 200 | 1,1 | 220 | 440 | 1,1 | 485 | 440 | 1,1 | 485 | 195 | 1,1 | 215 | 195 | 1,1 | 215 | 195 | 1,1 | 215 | 195 | 1,1 | 215 | | | | | |
| | | | | | φ_g | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | |
| | | | | | $\varphi_{n'}$ $\varphi_{T'}$ | | 480 | | 505 | | 505 | 480 | | 505 | 200 | | 220 | 200 | | 220 | 200 | | 220 | 440 | | 485 | 440 | | 485 | 195 | | 215 | 195 | | 215 | 195 | | 215 | 195 | | 215 | | | | | |
| II Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверсы.  | | | | | $\epsilon = -5^{\circ}\text{C}; \text{с} = 5 \text{ мм}; \text{g}_H = 12,5 \text{ кг/м}; \text{g}_T = 170 \text{ кг/м}^2$ | | | | | P_1 | 185 115 | 1,4 | 260 160 | 180 115 | 1,4 | 250 160 | 160 100 | 1,4 | 225 140 | 155 95 | 1,4 | 220 135 | 150 90 | 1,4 | 210 125 | 135 85 | 1,4 | 190 120 | 245 155 | 1,4 | 340 220 | 240 150 | 1,4 | 335 210 | 235 145 | 1,4 | 295 190 | 235 145 | 1,4 | 330 205 | 230 145 | 1,4 | 320 205 | 205 125 | 1,4 | 290 175 |
| | | | | | P_2 | 0 | 0 | 895 | 745 | 1,3 | 1160 | 2590 | 1,3 | 3370 | 0 | 0 | 500 | 650 | 1450 | 1890 | 0 | 0 | 1070 | 1390 | 1,3 | 4000 | 0 | 0 | 500 | 650 | 1450 | 1890 | 0 | 0 | 1070 | 1390 | 1,3 | 4000 | 0 | 0 | 500 | 650 | 1450 | 1890 | 0 | 0 |
| | | | | | P_n P_T | | 260 | | 1410 | | 3595 | 2940 | | 220 | | 860 | | 2080 | | 340 | | 1725 | | 4295 | | 330 | | 970 | | 2180 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | ΔS_n ΔS_T | 865 | 1,3 | 1130 | 855 | 1,3 | 1110 | 750 | 1,3 | 975 | 280 | 1,3 | 365 | 275 | 1,3 | 365 | 245 | 1,3 | 320 | 1100 | 1,3 | 1440 | 1090 | 1,3 | 1420 | 960 | 1,3 | 1260 | 280 | 1,3 | 365 | 275 | 1,3 | 355 | 245 | 1,3 | 320 | | | | | |
| | | | | | φ_n φ_T | 460 | 1,1 | 505 | 460 | 1,1 | 505 | 460 | 1,1 | 505 | 200 | 1,1 | 220 | 200 | 1,1 | 220 | 200 | 1,1 | 220 | 440 | 1,1 | 485 | 440 | 1,1 | 485 | 195 | 1,1 | 215 | 195 | 1,1 | 215 | 195 | 1,1 | 215 | 195 | 1,1 | 215 | | | | | |
| | | | | | φ_g | 190 | 2,0 | 380 | 190 | 2,0 | 380 | 190 | 2,0 | 380 | 100 | 2,0 | 200 | 100 | 2,0 | 200 | 100 | 2,0 | 200 | 425 | 2,0 | 850 | 425 | 2,0 | 850 | 265 | 2,0 | 510 | 265 | 2,0 | 510 | 265 | 2,0 | 510 | 265 | 2,0 | 510 | | | | | |
| | | | | | $\varphi_{n'}$ $\varphi_{T'}$ | | 460 | | 505 | | 505 | 460 | | 505 | 200 | | 220 | 200 | | 220 | 200 | | 220 | 440 | | 485 | 440 | | 485 | 195 | | 215 | 195 | | 215 | 195 | | 215 | 195 | | 215 | | | | | |
| $\varphi_{g'}$ | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | | | | | |

Примечания

1. Разность тяжёний подсчитана при снежном пролёте с. 100м.
2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_T = 30 \text{ кг/мм}^2$.

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 110кВ шифр У 140-1

Продолжение таблицы №1

| МН с/см | Расчетные с/емы | Расчетные климатические условия | С/емы нагрузок | Род нагрузок | Обозначения | I район гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | | II район гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|----------------|---|---------------------------------------|---|------------|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----|
| | | | | | | АСО - 240 | | | | | | | | | С-50 | | | | | | | | | АСО - 240 | | | | | | | | | С-50 | | | | | | | | |
| | | | | | | $\varphi_{стр.} = 395\text{ м}$ $\varphi_{вс.} = 495\text{ м}$ $\varphi_{об.} = 395\text{ м}$ | | | | | | | | | $\varphi_{стр.} = 395\text{ м}$ $\varphi_{вс.} = 475\text{ м}$ $\varphi_{об.} = 380\text{ м}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | | | | | | |
| нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | | | | | | | | | | | | |
| III | Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору | $t = -5^{\circ}\text{C}; C = 5\text{ мм}; C_1 = 10\text{ мм};$ | | Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса | P_n | 0 | 130 | 0 | 855 | 1,17 | 1000 | 2470 | 1,17 | 2900 | 0 | 0 | 445 | 1,17 | 520 | 1290 | 1,17 | 1510 | 0 | 1340 | 0 | 1030 | 1,17 | 1210 | 2980 | 1,17 | 3500 | 0 | 0 | 440 | 1,17 | 515 | 1270 | 1,17 | 1490 | | |
| | | | | Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода | P_{n0} | 0 | 1,17 | 0 | 430 | 1,17 | 505 | 1235 | 1,17 | 1450 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | | | Составляющая L траверсы от размещения тяжения целого провода, троса | ΔS_n | 790 | 1,17 | 925 | 780 | 1,17 | 915 | 685 | 1,17 | 800 | 155 | 1,17 | 180 | 150 | 1,17 | 175 | 135 | 1,17 | 160 | 1040 | 1,17 | 1220 | 1020 | 1,17 | 1200 | 900 | 1,17 | 1050 | 20 | 1,17 | 25 | 20 | 1,17 | 25 | 15 | 1,17 | 20 |
| | | | | Составляющая L траверсы от тяжения при обрыве провода | S_n | 2470 | 1,17 | 2900 | 2430 | 1,17 | 2860 | 2140 | 1,17 | 2510 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | | | Вес пролета провода, троса | φ_n φ_r | 460 190 | 1,1 2,0 | 505 380 | 460 190 | 1,1 2,0 | 505 380 | 460 190 | 1,1 2,0 | 505 380 | 200 100 | 1,1 2,0 | 220 200 | 200 100 | 1,1 2,0 | 220 200 | 200 100 | 1,1 2,0 | 220 200 | 440 425 | 1,1 2,0 | 485 850 | 440 425 | 1,1 2,0 | 485 850 | 440 425 | 1,1 2,0 | 485 850 | 195 255 | 1,1 2,0 | 215 510 | 195 255 | 1,1 2,0 | 215 510 | 1,1 2,0 | 215 510 | |
| | | | | Вес гирлянд изоляторов | φ_r | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | | | IV | Оборван один трос провода не оборваны | $t = -5^{\circ}\text{C}; C = 5\text{ мм}; C_1 = 10\text{ мм};$ | | Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода | P_n | 0 | 130 | 0 | 855 | 1,17 | 1000 | 2470 | 1,17 | 2900 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве | P_{n0} | — | — | | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| Составляющая L траверсы от размещения тяжения целого провода | ΔS_n | 790 | 1,17 | | | | | 925 | 780 | 1,17 | 915 | 685 | 1,17 | 790 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Составляющая L траверсы от тяжения троса при обрыве | S_r | — | — | | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Вес пролета провода, троса | φ_n φ_r | 460 190 | 1,1 2,0 | | | | | 505 380 | 460 190 | 1,1 2,0 | 505 380 | 460 190 | 1,1 2,0 | 505 380 | 200 100 | 1,1 2,0 | 220 200 | 200 100 | 1,1 2,0 | 220 200 | 200 100 | 1,1 2,0 | 220 200 | 440 425 | 1,1 2,0 | 485 850 | 440 425 | 1,1 2,0 | 485 850 | 440 425 | 1,1 2,0 | 485 850 | 195 255 | 1,1 2,0 | 215 510 | 195 255 | 1,1 2,0 | 215 510 | 1,1 2,0 | 215 510 | |
| Вес гирлянд изоляторов | φ_r | 150 | 1,1 | | | | | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

3038.16.4.10

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кВ шифр У110-1

Продолжение таблицы №1

| М.Н. сзем | Расчетные схемы | Расчетные климатические условия | Схемы нагрузок | Род нагрузок | III район гололеда | | | | | | | | | | | | IV район гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|----------------|--|--|------------|-----|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------|--------------|------------|-------------|--|--------------|--------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------|--------------|------------|--------|-------------|------------|--------|-------------|--------------|--------|--------------|-----|--------|--|
| | | | | | АСО-240 | | | | | | С-50 | | | | | | АСО-240 | | | | | | С-50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | С ветр = 330 м С вес = 416 м С лед = 330 м | | | | | | | | | | | | С ветр = 330 м С вес = 360 м С лед = 290 м | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| нормат. | | п | | расчет. | | нормат. | | п | | расчет. | | нормат. | | п | | расчет. | | нормат. | | п | | расчет. | | нормат. | | п | | расчет. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс | $g_n^H = 50 \text{ кг/м}^2$ $g_T^H = 50 \text{ кг/м}^2$ $t = -5^\circ\text{C}; C = 0$ | | Давление ветра на пролет провода, троса | P_1 | 310 200 | 42 | 370 240 | 305 195 | 42 | 365 235 | 270 175 | 42 | 325 210 | 175 110 | 42 | 210 135 | 170 105 | 42 | 205 125 | 150 95 | 42 | 180 115 | 310 200 | 42 | 370 240 | 305 195 | 42 | 365 235 | 270 175 | 42 | 325 210 | 175 110 | 42 | 210 135 | 170 105 | 42 | 205 125 | 150 95 | 42 | 180 115 | | | |
| | | | | Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса | P_2 | 0 0 | - | 0 0 | 600 590 | 43 | 780 770 | 1730 1715 | 43 | 2250 2240 | 0 0 | 43 | 0 0 | 225 300 | 43 | 295 390 | 650 870 | 43 | 845 1130 | 0 0 | 43 | 0 0 | 455 520 | 43 | 590 675 | 1920 1510 | 43 | 1770 1960 | 0 0 | 43 | 0 0 | 160 215 | 43 | 210 280 | 465 625 | 43 | 605 815 | | | |
| | | | | Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы | P_n P_T | | | 370 240 | | 1145 1005 | | 2575 2450 | | 210 185 | | 500 515 | | 1025 1245 | | 370 240 | | 955 910 | | 2045 2170 | | 210 135 | | 415 405 | | 785 930 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Составляющая \perp траверсе от разности тяжения провода, троса | ΔS_n ΔS_T | 30 30 | 1,3 | 40 40 | 30 30 | 1,3 | 40 40 | 25 25 | 1,3 | 35 35 | 445 445 | 1,3 | 580 580 | 440 440 | 1,3 | 575 575 | 385 385 | 1,3 | 500 500 | 370 370 | 1,3 | 480 480 | 365 365 | 1,3 | 475 475 | 320 320 | 1,3 | 415 415 | 310 310 | 1,3 | 405 405 | 305 305 | 1,3 | 395 395 | 270 270 | 1,3 | 350 350 | | | |
| | | | | Вес пролета провода, троса | g_n g_T | 385 385 | 1,1 | 425 425 | 385 385 | 1,1 | 425 425 | 385 385 | 1,1 | 425 425 | 170 170 | 1,1 | 190 190 | 170 170 | 1,1 | 190 190 | 170 170 | 1,1 | 190 190 | 335 335 | 1,1 | 370 370 | 335 335 | 1,1 | 370 370 | 335 335 | 1,1 | 370 370 | 150 150 | 1,1 | 165 165 | 150 150 | 1,1 | 165 165 | 150 150 | 1,1 | 165 165 | | | |
| | | | | Вес гирлянд изоляторов | g_r | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| II | Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс | $t = -5^\circ\text{C}; C = 15 \text{ мм}$ $g_n^H = 14 \text{ кг/м}^2$ $g_T^H = 110 \text{ кг/м}^2$ $C = 60 \text{ мм}$ | | Давление ветра на пролет провода, троса | P_1 | 290 190 | 1,4 | 410 270 | 285 185 | 1,4 | 400 260 | 250 165 | 1,4 | 350 230 | 260 170 | 1,4 | 365 240 | 255 170 | 1,4 | 360 240 | 225 150 | 1,4 | 315 210 | 340 220 | 1,4 | 480 310 | 335 215 | 1,4 | 470 300 | 295 190 | 1,4 | 415 265 | 330 215 | 1,4 | 465 300 | 325 210 | 1,4 | 455 295 | 285 185 | 1,4 | 400 260 | | | |
| | | | | Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса | P_2 | 0 0 | - | 0 0 | 1085 935 | 1,4 | 1500 1310 | 3100 2700 | 1,4 | 4350 3800 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | 500 500 | 1,4 | 700 700 | 1440 1440 | 1,4 | 2020 2020 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | 1075 985 | 1,4 | 1500 1380 | 3100 2880 | 1,4 | 4350 4000 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | 500 500 | 1,4 | 700 700 | 1440 1440 | 1,4 | 2020 2020 | | | |
| | | | | Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы | P_n P_T | | | 410 270 | | 1900 1570 | | 4700 4030 | | 365 240 | | 1060 940 | | 2335 2130 | | 480 310 | | 1970 1680 | | 4765 4265 | | 465 300 | | 1155 995 | | 2420 2280 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Составляющая \perp траверсе от разности тяжения провода, троса | ΔS_n ΔS_T | 800 800 | 1,4 | 1120 785 | 1,4 | 1100 695 | 1,4 | 975 0 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | 430 430 | 1,4 | 600 425 | 1,4 | 600 375 | 1,4 | 525 0 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | 0 0 | 1,4 | 0 0 | |
| | | | | Вес пролета провода, троса | g_n g_T | 385 645 | 1,1 | 425 1290 | 385 645 | 1,1 | 425 1290 | 385 645 | 1,1 | 425 1290 | 170 415 | 1,1 | 190 850 | 170 425 | 1,1 | 190 860 | 170 426 | 1,1 | 190 850 | 335 845 | 1,1 | 370 1690 | 335 845 | 1,1 | 370 1690 | 335 845 | 1,1 | 370 1690 | 150 590 | 1,1 | 165 1180 | 150 590 | 1,1 | 165 1180 | 150 590 | 1,1 | 165 1180 | | | |
| | | | | Вес гирлянд изоляторов | g_r | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

308870/6 п. 14

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кВ шифр У110-1

Продолжение таблицы №1

| МХ схемы | Расчетные схемы | Расчетные климатические условия | Схемы нагрузок | Род нагрузок | III район гололеда | | | | | | | | | | | | IV район гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------------------------------|----------------|--|---|---------------------------------------|-----|--|---------|------|---------|---------|------|---------|---------|------|---|---------|------|---------|---------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | ЛСО - 240 | | | | | | С - 50 | | | | | | ЛСО - 240 | | | | | | С - 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | l ветвь = 330 м l нес = 415 м l таб = 330 м | | | | | | | | | | | | l ветвь = 330 м l нес = 360 м l таб = 290 м | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | 0° | | 20° | | 60° | | | | | | | | | | | | | | |
| нормат. | п | расчет. | нормат. | п | расчет. | нормат. | п | расчет. | нормат. | п | расчет. | нормат. | п | расчет. | нормат. | п | расчет. | нормат. | п | расчет. | нормат. | п | расчет. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III | Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору. | t = -5°C; C = 15 мм; q = 0; C = 20 мм | | Составляющая бдль траверсы от тяжения целого провода, троса | Pn | 0 | 0 | 1030 | 1300 | 2970 | 3760 | 0 | 0 | 445 | 126 | 580 | 1280 | 1620 | 0 | 0 | 1040 | 1310 | 3000 | 3780 | 0 | 0 | 455 | 126 | 585 | 1320 | 1670 | | | | | | | | | | |
| | | | | Составляющая бдль траверсы от тяжения при обрыве провода | Pn0 | 0 | 0 | 515 | 146 | 650 | 1485 | 126 | 1880 | — | — | — | — | — | — | 0 | 0 | 520 | 126 | 655 | 1500 | 126 | 1900 | — | — | — | — | — | | | | | | | | | |
| | | | | Составляющая I траверсы от тяжения целого провода, троса | Sn | 725 | 126 | 915 | 715 | 126 | 900 | 630 | 126 | 795 | 90 | 126 | 115 | 90 | 126 | 115 | 80 | 126 | 100 | 400 | 126 | 505 | 395 | 126 | 500 | 350 | 126 | 440 | -60 | 126 | -75 | -60 | 126 | -75 | -50 | 126 | -65 |
| | | | | Составляющая I траверсы от разности тяжения при обрыве провода | Sn | 2970 | 126 | 3750 | 2930 | 126 | 3690 | 2580 | 126 | 3250 | — | — | — | — | — | — | — | — | 3000 | 126 | 3790 | 2950 | 126 | 3720 | 2600 | 126 | 3280 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | | | Вес пролета провода, троса | gn | 385 | 1,1 | 425 | 385 | 1,1 | 425 | 385 | 1,1 | 425 | 170 | 1,1 | 190 | 170 | 1,1 | 190 | 170 | 1,1 | 190 | 335 | 1,1 | 370 | 335 | 1,1 | 370 | 335 | 1,1 | 370 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 |
| | | | | Вес гирлянд изоляторов | gn | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | | | IV | Оборван один трос. Провода не оборваны. | t = -5°C; C = 15 мм; q = 0; C = 20 мм | | Составляющая бдль траверсы от тяжения целого провода | Pn | 0 | 0 | 1030 | 1300 | 2970 | 3760 | — | — | — | — | — | — | — | 0 | 0 | 1040 | 1310 | 3000 | 3780 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Составляющая бдль траверсы от тяжения троса при обрыве | Pn0 | — | — | | | | | — | — | — | — | 0 | 0 | 240 | 126 | 305 | 695 | 126 | 875 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| Составляющая I траверсы от разности тяжения целого провода | Sn | 725 | 126 | | | | | 915 | 715 | 126 | 900 | 630 | 126 | 795 | — | — | — | — | — | — | — | 400 | 126 | 505 | 395 | 126 | 500 | 350 | 126 | 440 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| Составляющая I траверсы от тяжения троса при обрыве | Sn | — | — | | | | | — | — | — | — | — | — | 1380 | 126 | 1740 | 1360 | 126 | 1720 | 1200 | 126 | 1520 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Вес пролета провода, троса | gn | 385 | 1,1 | | | | | 425 | 385 | 1,1 | 425 | 385 | 1,1 | 425 | 170 | 1,1 | 190 | 170 | 1,1 | 190 | 170 | 1,1 | 190 | 335 | 1,1 | 370 | 335 | 1,1 | 370 | 335 | 1,1 | 370 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 |
| Вес гирлянд изоляторов | gn | 150 | 1,1 | | | | | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |

3022/16-112

Дабление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Таблица №2

| Наименование секции | Эскиз и средняя отметка секции (м) | Коэффициент увеличения скорости ветра по высоте | Нормативный скоростной напор ρ_0 (кг/м ²) Сх. I | Площадь элементов формы Σf_i (м ²) | Площадь по контуру S (м ²) | Коэффициент заполнения $\psi = \frac{\Sigma f_i}{S}$ | Аэродинамич. коэф. плоской формы $C_{x.p} = 1,4 \mu$ | $\mu = 1 \frac{b}{h} = 1$ | Аэродинамич. коэф. пространств. формы $C_{x.p} (1+\mu)$ | Нормативная ветровая нагрузка без коэф. динамичности | | | |
|---------------------|------------------------------------|---|--|--|--|--|--|---------------------------|---|--|----------------------------|--|---------------------|
| | | | | | | | | | | Ветер II траверсе $P = \rho_0 C_{x.p} S$ | | Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамич. $\beta = 1,35$ коэф. перегруз. η (кг) | |
| | | | | | | | | | | Сх. I | Сх. II | $\eta = 1,2$ Сх. I | $\eta = 1,0$ Сх. II |
| Верхняя траверса | | 1,43 | 72 | 0,41 | 1,66 | 0,246 | 0,345 | 0,77 | 0,61 | (33 ²) (73) | 8 ² (18) | 53 | 11 |
| Нижняя траверса | | 1,3 | 65 | 0,79 | 2,66 | 0,297 | 0,417 | 0,68 | 0,7 | 54 ² (121) | 13,5 ² (30) | 87 | 18 |
| Нижняя траверса | | 1,3 | 65 | 0,41 | 1,66 | 0,246 | 0,345 | 0,77 | 0,61 | 30 ² (66) | 7,5 ² (16,5) | 49 | 10 |
| Тростостояк | | 1,5 | 75 | 1,01 | 5,5 | 0,184 | 0,258 | 0,88 | 0,485 | 200 | 50 | 324 | 68 |
| Верхняя секция | | 1,38 | 69 | 3,9 | 13,6 | 0,287 | 0,402 | 0,70 | 0,685 | 640 | 160 | 1035 | 216 |
| Нижняя секция | | 1,0 | 50 | 4,9 | 30,2 | 0,162 | 0,226 | 0,91 | 0,432 | 650 | 162 | 1050 | 220 |
| Подставка | | 1,0 | 50 | 8,73 | 54,5 | 0,16 | 0,224 | 0,91 | 0,428 | 1170 | 293 | 1890 | 395 |
| | | | | | | | | | | 2777 | 694 | 4488 | 938 |

Примечания:

1. Опора сосчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$, указанные в скобках, определены при направлении ветра \perp траверсе. При ветре II траверсе нагрузка составляет 0,45 $P_{тр}$.

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствкола опоры

Таблица № 3

| Сечение, отметка, база | Схема I, I р-н гололеда, α=60°, разность тяжёний | | | | Схема II, III р-н гололеда, α=60°, разность тяжёний | | | | Схема III, II р-н гололеда, α=60° разн. тяжёний | | | Схема IV, IV р-н гололеда, α=60° разн. тяжёний | | |
|--|--|---|--|---|---|--|--|-----------------------------------|---|---|--|--|--|---------------------------------------|
| | Изгибающие моменты (тм) | | | Вертикаль- ные нагрузки θ (т) | Изгибающие моменты (тм) | | | Вертик. нагрузки θ (т) | Изгибающие моменты (тм) | | Вертик. нагрузки θ (т) | Изгибающие моменты (тм) | | Вертик. нагрузки θ (т) |
| | От нагрузок на провода и трос M _п | От нагрузок на провода и трос M _л | От ветра на конструкцию опоры M _{вн} | | От нагрузок на провода и трос M _п | От нагрузок на провода и трос M _л | От ветра на конструкцию опоры M _{вн} | | От нагрузок на провода и трос M _п | От нагрузок на провода и трос M _л | | От нагрузок на провода и трос M _п | От ветра на конструкцию опоры M _{вн} | |
| 8-8 ↓ 18,80 δ = 20 м | 178 × 10,9 = 19,4 294 × 4,7 = 13,7 2,94 × 2 × 0,7 = 4,1 10,6 M _п = 37,2 M _л = 3,4 Σ M _п = 40,6 | 0,25 × 10,9 = 2,73 0,905 × 4,7 = 4,25 0,905 × 2 × 0,7 = 1,27 2,965 Σ M _л = 8,25 | 0,324 × 8,5 = 2,76 0,053 × 4,7 = 0,25 0,087 × 0,7 = 0,06 0,049 × 0,7 = 0,03 1,035 × 6,1 ² / 2 = 2,84 6,8 / 2 1,443 M _{вн} = 5,94 | 0,22 0,67 × 3 = 2,01 0,173 × 14,9 = 2,58 5,2 | 2,23 × 10,9 = 24,3 4,03 × 4,7 = 18,9 4,03 × 2 × 0,7 = 5,7 14,32 M _п = 48,9 M _л = 9,4 Σ M _п = 58,3 | 0 0,976 × 4,7 = 4,58 0,975 × 2 × 0,7 = 1,36 2,925 M _л = 5,94 | M _{вн} = 5,94 / 4 = 1,49 (см. сч. I) | 104 188 × 5,64 2,98 8,66 | 1,69 × 10,9 = 18,4 3,53 × 0,7 = 2,5 3,53 × 0,7 = 2,5 1,9 × 4,7 = 8,9 1,965 M _п = 32,3 M _л = 7,6 Σ M _п = 39,9 | -0,065 × 10,9 = -0,7 0,44 × 0,7 = 0,31 0,44 × 0,7 = 0,31 3,28 × 4,7 = 15,4 4,095 M _л = 18,32 | 1,345 2,225 × 2 = 4,45 1,195 2,98 9,97 | 2,42 × 10,9 = 26,4 4,77 × 4,7 = 22,4 2 × 4,77 × 0,7 = 6,7 16,73 M _п = 55,5 M _л = 11,1 Σ M _п = 66,6 | M _{вн} = 5,94 / 4 = 1,49 (см. сч. I) | 1,345 2,225 × 5,64 2,98 11,0 |
| | U ₂ = (40,6 + 8,25 + 5,94) / 2 × 2,0 + 5,2 / 4 = 13,7 + 1,3 = 15,0 м | | | | U ₂ = (58,3 + 5,94 + 1,49) / 2 × 2,0 + 9,66 / 4 = 16,5 + 2,4 = 18,9 м | | | | U ₂ = (39,9 + 15,32) / 2 × 1,0 + 9,97 / 4 = 13,8 + 2,5 = 16,3 м | | | U ₂ = (66,6 + 1,49) / 2 × 2,0 + 11,0 / 4 = 17,2 + 2,8 = 20,0 м | | |
| 4-4 ↓ 10,5 δ = 4,2 cos γ = 0,989 | 40,6 10,6 × 8,3 = 88,0 10,6 Σ M _п = 128,6 | 8,25 2,965 × 8,3 = 24,65 2,965 Σ M _л = 32,9 | 5,94 1,443 × 8,3 = 11,97 1,035 × 0,7 × 7,95 = 0,85 6,8 1,050 × 7,5 ² / 2 = 3,28 9,0 / 2 2,433 M _{вн} = 22,04 | 5,2 0,173 × 8,3 = 2,3 7,5 | 58,3 14,32 × 8,3 = 119,0 14,32 Σ M _п = 177,3 | 5,94 2,925 × 8,3 = 24,36 2,925 M _л = 30,3 | M _{вн} = 22,04 / 4 = 5,52 | 9,66 2,3 14,96 | 39,9 10,65 × 8,3 = 88,6 M _л = 128,5 | 15,32 4,095 × 8,3 = 33,98 M _л = 49,30 | 9,97 2,3 12,27 | 66,6 16,73 × 8,3 = 138,8 16,73 M _п = 205,4 | M _{вн} = 22,04 / 4 = 5,52 | 11,0 2,3 13,3 |
| | U ₁ = (128,6 + 32,9 + 22,04) / 2 × 4,2 × 0,989 + 7,5 / 4 = 22,1 + 1,9 = 24,0 м | | | | U ₁ = (177,3 + 30,3 + 5,52) / 2 × 4,2 × 0,989 + 11,96 / 4 = 25,6 + 3,0 = 28,6 м | | | | U ₁ = (128,5 + 49,3) / 2 × 4,2 × 0,989 + 12,27 / 4 = 21,4 + 3,1 = 24,5 м | | | U ₁ = (205,4 + 5,52 + 13,3) / 2 × 4,2 × 0,989 + 11,0 / 4 = 26,5 + 3,3 = 29,8 м | | |
| 1-1 ↓ 2,2 δ = 8,8 м cos γ = 0,989 | 128,6 10,6 × 8,3 = 88,0 10,6 Σ M _п = 214,6 | 32,9 2,965 × 8,3 = 24,7 2,965 Σ M _л = 57,6 | 22,04 2,433 × 8,3 = 20,20 1,035 × 1,5 × 0,8 × 8,3 = 1,16 9,0 1,89 × 6,8 ² / 2 = 4,35 9,0 / 2 4,04 M _{вн} = 48,3 | 7,5 0,23 × 8,3 = 2,3 9,8 | 177,3 14,32 × 8,3 = 119,0 14,32 Σ M _п = 296,3 | 80,3 2,925 × 8,3 = 24,3 2,925 M _л = 54,6 | M _{вн} = 48,3 / 4 = 12,1 | 11,96 2,3 14,26 | 128,5 10,65 × 8,3 = 88,6 217,1 | 49,30 4,095 × 8,3 = 34,00 8,30 | 12,27 2,3 14,57 | 205,4 16,73 × 8,3 = 138,8 16,73 M _п = 344,2 | M _{вн} = 48,3 / 4 = 12,1 | 13,3 2,3 15,6 |
| | U ₆ = (214,6 + 57,6 + 48,3) / 2 × 8,8 × 0,989 + 9,8 / 4 = 24,2 + 2,5 = 26,7 м | | | | U ₆ = (296,3 + 54,6 + 12,1) / 2 × 6,8 × 0,989 + 14,26 / 4 = 27,0 + 3,6 = 30,6 м | | | | U ₆ = (217,1 + 83,3) / 2 × 6,8 × 0,989 + 14,57 / 4 = 22,5 + 3,6 = 25,9 м | | | U ₆ = (344,2 + 12,1) / 2 × 8,8 × 0,989 + 15,6 / 4 = 26,6 + 3,9 = 30,5 м | | |

Определенце усилий в раскосах
 Грань II осям траверсы. Схема III. IV р-н гололеда $\alpha=60^\circ$ без разности тяжения

Таблица №4

| Высоте отметка | Узгабающие моменты (тм) | | Попереч. сила Q (т) | Крутящий момент $M_{кр}$ (тм) | Обознач. элемент та | База b (м) | $tg \beta$ | Угол на- клона рас- коса к горизонту β | $\cos \beta$ | $2 \cos \beta$ | $\frac{M_y}{b} tg \beta$ | $4b \cos \beta$ | Усилия в раскосах (т) | | |
|-------------------|--|---|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------|------------|--|--------------|----------------|--------------------------|-----------------|--|--------------------------------------|----------------|
| | От тяжения | От весовой нагрузки | | | | | | | | | | | $D' = \frac{Q - \frac{M_y}{b} tg \beta}{2 \cos \beta}$ | $D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$ | $D = D' + D''$ |
| 9-9 +22.8 | $\frac{1,67 \times 6,75 = 11,3}{1,9 \times 0,65 = 1,2}$ 3,57 | 1,195 × 3,5 = 4,2 | 3,57 | 3,28 × 3,5 = 11,5 | D ₉ | 2,0 | 0 | 30° | 0,866 | 1,73 | 0 | 6,92 | 1,03 | 1,67 | 2,7 |
| 8-8 +18,75 | $\frac{1,67 \times 10,85 = 18,1}{3,78 \times 4,75 = 18,0}$ $\frac{(3,78 \times 1,9) \times 0,75 = 4,2}{11,13}$ 40,3 40,3 6,0 | $\frac{2,225 \times 3,5 = 7,8}{1,195 \times 5,0 = 6,0}$ -2,225 × 3,5 = -7,8 6,0 | 11,13 | 3,28 × 5,0 = 16,4 | D ₈ | 2,0 | 0 | 35° | 0,819 | 1,64 | 0 | 6,55 | 3,41 | 2,5 | 5,91 |
| 7-7 +17,35 | $\frac{40,3}{11,13 \times 1,3 = 14,5}$ 54,8 | 6,0 | 11,13 | 16,4 | D ₇ | 2,2 | 0,15 | 43° | 0,731 | 1,46 | 4,15 | 6,43 | 0,97 | 2,55 | 3,52 |
| 6-6 +15,70 | $\frac{54,8}{11,13 \times 1,65 = 18,4}$ 73,2 | 6,0 | 11,13 | 16,4 | D ₆ | 2,7 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 4,4 | 8,72 | 0,72 | 1,88 | 2,60 |
| 5-5 +13,70 | $\frac{73,2}{11,13 \times 2,0 = 22,3}$ 95,5 | 6,0 | 11,13 | 16,4 | D ₅ | 3,3 | 0,15 | 31° | 0,857 | 1,71 | 4,6 | 11,35 | 0,56 | 1,44 | 2,00 |
| 4-4 +10,5 | $\frac{95,5}{11,13 \times 2,6 = 29,0}$ 124,5 | 6,0 | 11,13 | 16,4 | D ₄ | 4,2 | 0,15 | 37° | 0,799 | 1,6 | 4,7 | 13,42 | 0,54 | 1,22 | 1,76 |
| 3-3 +8,2 | $\frac{124,5}{11,13 \times 2,9 = 32,3}$ 156,8 | 6,0 | 11,13 | 16,4 | D ₃ | 5,1 | 0,15 | 22° | 0,927 | 1,85 | 4,8 | 18,9 | 0,41 | 0,87 | 1,28 |
| 2-2 +5,9 | $\frac{156,8}{11,13 \times 5,1 = 56,9}$ 213,7 | 6,0 | 11,13 | 16,4 | D ₂ | 5,85 | 0,15 | 26° | 0,899 | 1,80 | 5,65 | 21,1 | 0,41 | 0,78 | 0,89 |
| 1-1 +2,2 | $\frac{213,7}{11,13 \times 3,5 = 39,0}$ 252,7 | 6,0 | 11,13 | 16,4 | D ₁ | 7,0 | 0,15 | 35° | 0,819 | 1,64 | 5,4 | 22,9 | 0,40 | 0,72 | 0,82 |

Определение усилий в раскосах
 Грань I оси траверс. Схема II концевая IV р.г. $\alpha = 0^\circ$

Таблица № 5

| сечение, отметка | Узгающие моменты от тяжения (тм) | Попереч. сила Q (т) | Крутящий момент M _{кр} (тм) | Обознач. элемент- та | База (м) | tg α | Угол накло- на рас- коса к горизонту | cos β | 2 cos β | $\frac{M_{кр}}{\delta} \text{tg } \alpha$ | 48 cos β | Усилие в раскосах | | |
|---------------------|---|---|--|----------------------------|-------------|-------------|---|-------------|---------------|---|----------------|--|--|----------------|
| | | | | | | | | | | | | $D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_{кр}}{\delta} \text{tg } \alpha$ | $D'' = \frac{M_{кр}}{48 \text{ cos } \beta}$ | $D = D' + D''$ |
| 9-9 ▽228 | — | $\frac{2,02}{4,35}$ 6,37 | $4,35 \times 3,5 =$ $= 15,2$ | D' ₉ | 2,0 | 0 | 30° | 0,856 | 1,73 | 0 | 6,92 | 1,85 | 2,2 | 4,05 |
| 8-8 ▽187,5 | — | $\frac{6,37}{2 \times 4,35 = 8,7}$ 15,07 | $4,35(3,5+1,5)$ $= 21,75$ | D' ₈ | 2,0 | 0 | 35° | 0,819 | 1,64 | 0 | 6,55 | 4,65 | 3,32 | 7,97 |
| 7-7 ▽177,35 | $\frac{2,02 \times 12,25 = 24,7}{4,35 \times 6,15 = 26,7}$ $\frac{2 \times 4,35 \times 2,15 = 18,7}{7,7}$ 7,7 | 15,07 | 21,75 | D' ₇ | 2,2 | 0,15 | 43° | 0,731 | 1,46 | 4,8 | 6,43 | 1,88 | 3,38 | 5,26 |
| 6-6 ▽157,0 | $\frac{7,91}{15,07 \times 1,55 = 24,9}$ 95,0 | 15,07 | 21,75 | D' ₆ | 2,7 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 5,28 | 8,72 | 1,69 | 2,51 | 4,20 |
| 5-5 ▽137,0 | $\frac{95,0}{15,07 \times 2,0 = 30,14}$ 125,14 | 15,07 | 21,75 | D' ₅ | 3,3 | 0,15 | 31° | 0,857 | 1,71 | 5,70 | 11,35 | 1,08 | 1,92 | 3,00 |
| 4-4 ▽105 | $\frac{125,14}{15,07 \times 2,5 = 37,67}$ 154,34 | 15,07 | 21,75 | D' ₄ | 4,2 | 0,15 | 37° | 0,799 | 1,50 | 5,86 | 13,42 | 1,05 | 1,62 | 2,67 |
| 3-3 ▽82 | $\frac{164,34}{15,07 \times 2,9 = 43,80}$ 208,14 | 15,07 | 21,75 | D' ₃ | 5,1 | 0,15 | 22° | 0,927 | 1,85 | 6,12 | 18,90 | 0,77 | 1,15 | 1,92 |
| 2-2 ▽59 | $\frac{208,14}{15,07 \times 2,3 = 34,72}$ 242,84 | 15,07 | 21,75 | D' ₂ | 5,85 | 0,15 | 26° | 0,899 | 1,80 | 6,25 | 21,1 | 0,72 | 1,03 | 1,75 |
| 1-1 ▽2,2 | $\frac{242,84}{15,07 \times 3,7 = 55,6}$ 298,44 | 15,07 | 21,75 | D' ₁ | 7,0 | 0,15 | 35° | 0,819 | 1,54 | 6,40 | 22,9 | 0,70 | 0,95 | 1,65 |

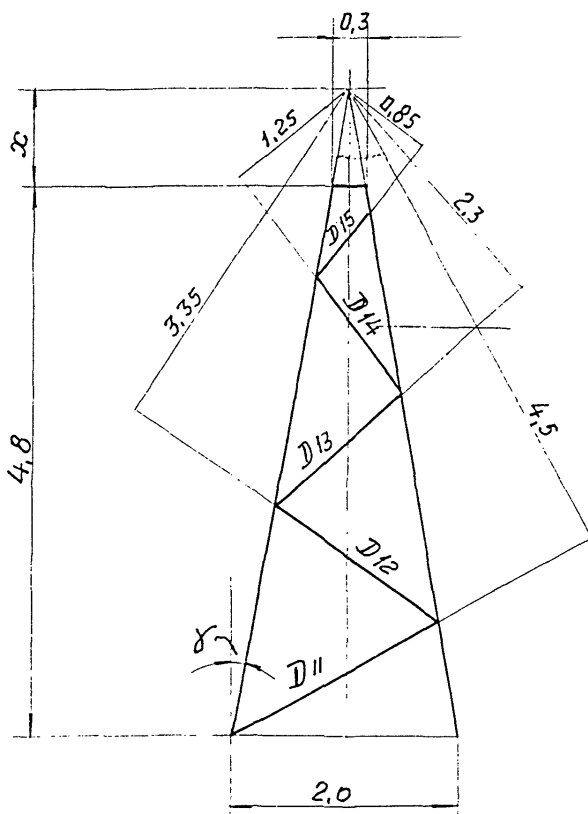
Определение усилий в раскосах

Грань I оси траверсы. Схема III IV р.г. $\alpha = 0^\circ$ без разности тяжения

Таблица № 6

| Узлы от тяжения провода (мм) | Попереч. сила Q (т) | Крутящий момент Mкр (тм) | Обознач. элемен- та | База в (м) | tg γ | Угол наклона раскоса к горизонту β | Усилия в раскосах | | | | | | |
|---|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------|-------------|--|-------------------|--------------|---|----------------|--|--------------------------------------|----------------|
| | | | | | | | cos β | 2cos β | $\frac{M_{кр}}{B} \cdot \text{tg} \gamma$ | 4b cos β | $D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_{кр}}{B} \cdot \text{tg} \gamma$ | $D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$ | $D = D' + D''$ |
| — | 3,79 | $3,79 \times 3,5 = 13,3$ | D ₉ | 2,0 | 0 | 30° | 0,866 | 1,73 | 0 | 6,92 | 1,1 | 1,92 | 3,02 |
| — | 3,79 | $3,79 \times 5,0 = 18,95$ | D ₈ | 2,0 | 0 | 35° | 0,819 | 1,64 | 0 | 6,55 | 1,16 | 2,9 | 4,06 |
| $3,79 \times 2,15 = 8,15$ <u>8,15</u> | 3,79 | 18,95 | D ₇ | 2,2 | 0,15 | 43° | 0,731 | 1,46 | 0,56 | 6,43 | 0,92 | 2,95 | 3,87 |
| $3,79 \times 1,65 = 6,25$ <u>14,40</u> | 3,79 | 18,95 | D ₆ | 2,7 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 0,53 | 6,72 | 0,85 | 2,17 | 3,02 |
| $3,79 \times 2,0 = 7,56$ <u>21,96</u> | 3,79 | 18,95 | D ₅ | 3,3 | 0,15 | 31° | 0,857 | 1,71 | 1,00 | 11,35 | 0,53 | 1,67 | 2,2 |
| $3,79 \times 2,6 = 9,87$ <u>31,83</u> | 3,79 | 18,95 | D ₄ | 4,2 | 0,15 | 37° | 0,799 | 1,6 | 1,14 | 13,42 | 0,48 | 1,41 | 1,89 |
| $3,79 \times 2,9 = 11,0$ <u>42,83</u> | 3,79 | 18,95 | D ₃ | 5,1 | 0,15 | 22° | 0,927 | 1,85 | 1,26 | 18,90 | 0,34 | 1,0 | 1,34 |
| $3,79 \times 2,3 = 8,72$ <u>51,55</u> | 3,79 | 18,95 | D ₂ | 5,85 | 0,15 | 26° | 0,899 | 1,80 | 1,33 | 21,1 | 0,32 | 0,9 | 1,22 |
| $3,79 \times 3,7 = 14,0$ <u>65,55</u> | 3,79 | 18,95 | D ₁ | 7,0 | 0,15 | 35° | 0,819 | 1,64 | 1,41 | 22,9 | 0,30 | 0,83 | 1,13 |

Расчет тросостойки



$$x = \frac{4,8 \times 0,3}{2 - 0,3} = 0,85$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,85}{4,8} = 0,177$$

$$\cos \alpha = 0,985$$

Схема $\bar{\Pi}$ к \bar{IV} р.г $\angle = 0^\circ$ опора концевая

а) Усилия в поясе

$$S_T = 2,02 \text{ м} \quad q_T = 0,67 \text{ м} \quad G_{\text{трое}} \approx 0,25 \text{ м} \quad P_T = 0,25 \text{ м}$$

$$M_{\perp} = 2,02 \times 4,8 = 9,7 \text{ м}$$

$$M_{\parallel} = 0,25 \times 4,8 = 1,2 \text{ м}$$

$$M_{W_{II}} = 0,072 \times 2,4 = 0,17 \text{ мм}$$

$$\Sigma M = 9,7 + 1,2 + 0,17 = 11,07 \text{ мм}$$

$$G = 0,67 + 0,25 = 0,92 \text{ м}$$

$$U_3 = \frac{11,07}{2 \times 2,0 \times 0,985} + \frac{0,92}{4 \times 0,985} = 2,82 + 0,23 = 3,05 \text{ м}$$

б) Усилия в раскосах

$$S_T = 2,02 \text{ м}$$

$$M = S_T \times x = 2,02 \times 0,85 = 1,72 \text{ мм}$$

$$D_{II} = \frac{1,72}{2 \times 4,5} = 0,19 \text{ м}$$

$$D_{12} = \frac{1,72}{2 \times 3,35} = 0,26 \text{ м}$$

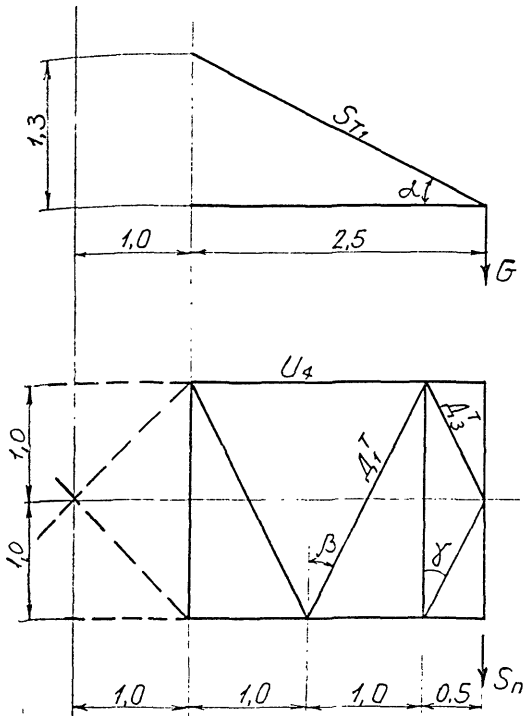
$$D_{13} = \frac{1,72}{2 \times 2,3} = 0,37 \text{ м}$$

$$D_{14} = \frac{1,72}{2 \times 1,25} = 0,69 \text{ м}$$

$$D_{15} = \frac{1,72}{2 \times 0,85} = 1,01 \text{ м}$$

Расчет траверс

1. Траверса $l=3,5$ м



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,3}{2,5} = 0,52$$

$$\cos \alpha = 0,887$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1,0}{2,0} = 0,5$$

$$\cos \beta = 0,894$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0,5}{1,0} = 0,5$$

$$\cos \gamma = 0,894$$

а) Усилие в поясе.

Схема II к.; IV р.г. $\alpha = 0^\circ$, опора концевая

$$S_n = 4,35 \text{ м} \quad g_n = 1,03 \text{ м} \quad G_{TP} \cong 0,2 \text{ м}$$

$$P_n = 0,24 \text{ м} \quad g_r = 0,165 \text{ м.}$$

$$\Sigma G = g_n + 0,5g_r + 0,25G_{TP} = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,2 = 1,16 \text{ м.}$$

$$U_4 = \frac{1,16 \times 2,5}{1,3} + \frac{4,35 \times 2,5}{2,0} + 0,24 = 2,23 + 5,45 + 0,24 = 7,92 \text{ м.}$$

Схема III, IV р.г. $\alpha = 60^\circ$

$$S_n = 3,28 \text{ м} \quad P_{n_0} = 1,9 \text{ м}$$

$$g_n = 1,03 \text{ м} \quad g_r = 0,165 \text{ м} \quad G_{TP} \cong 0,2 \text{ м} \quad g_n = 0,2 \times 1,1 = 0,22 \text{ м}$$

$$\Sigma G = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,2 + 0,5 \times 0,22 = 1,27 \text{ м}$$

$$U_4 = \frac{1,27 \times 2,5}{1,3} + \frac{3,28 \times 2,5}{2,0} + 1,9 = 2,45 + 4,05 + 1,9 = 8,4 \text{ м.}$$

б) Усилия в раскосах нижней грани.

Схема II к, IV р. г. $\alpha = 0^\circ$, опора концевая

$$S_n = 4,35 \text{ м} \quad A_1^T = \frac{4,35}{0,894} = 4,9 \text{ м}$$

$$A_3^T = \frac{4,35}{2 \times 0,894} = 2,45 \text{ м}$$

в) Усилие в тяге.

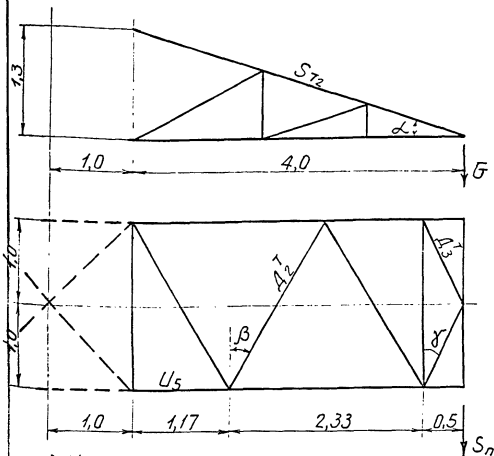
Схема II, IV р. г.

$$g_n = 1,03 \text{ м} \quad g_r = 0,165 \text{ м} \quad G_{TP} \approx 0,2 \text{ м}$$

$$\Sigma G = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,2 = 1,16 \text{ м}$$

$$S_{T1} = \frac{1,16 \times 2,5}{1,3 \times 0,887} = 2,52 \text{ м}$$

2. Траверса $l = 5,0 \text{ м}$.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,3}{4,0} = 0,325$$

$$\cos \alpha = 0,951$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1,16}{2,0} = 0,58$$

$$\cos \beta = 0,865$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0,5}{1,0} = 0,5$$

$$\cos \gamma = 0,894$$

а) Усилие в поясе.

Схема II к, IV р. г., $\alpha = 0^\circ$, опора концевая

$$S_n = 4,35 \text{ м} \quad P_n = 0,24 \text{ м} \quad g_n = 1,03 \text{ м} \quad g_r = 0,165 \text{ м} \quad G_{TP} \approx 0,3 \text{ м}$$

$$\Sigma G = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,3 = 1,19 \text{ м}$$

$$U_5 = \frac{1,19 \times 4,0}{1,3} + \frac{4,35 \times 4,0}{2,0} + 0,24 = 3,66 + 8,7 + 0,24 = 12,6 \text{ м}$$

Схема III. IV р.з. $\alpha = 60^\circ$

$$S_n = 3,28 \text{ м} \quad P_{n_0} = 1,9 \text{ м}$$

$$g_n = 1,03 \text{ м} \quad g_r = 0,165 \text{ м} \quad b_{\text{тр}} \cong 0,3 \text{ м} \quad g_n = 0,2 \times 1,1 = 0,22 \text{ м}$$

$$\Sigma G = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,3 + 0,5 \times 0,22 = 1,30 \text{ м}$$

$$U_5 = \frac{1,3 \times 4,0}{1,3} + \frac{3,28 \times 4,0}{2,0} + 1,9 = 4,0 + 6,56 + 1,9 = 12,46 \text{ м}$$

в) Усилие в раскосах нижней грани.

Схема IIк., IV р.з., $\alpha = 0^\circ$, опора концевая

$$S_n = 4,35 \text{ м}$$

$$A_2^T = \frac{4,35}{0,865} = 5,03 \text{ м}$$

$$A_3^T = \frac{4,35}{2 \times 0,894} = 2,45 \text{ м.}$$

в) Усилие в тяге

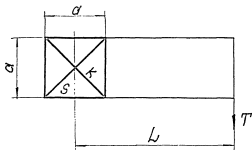
Схема II, IV р.з.

$$g_n = 1,03 \text{ м} \quad g_r = 0,165 \text{ м} \quad b_{\text{тр}} \cong 0,3 \text{ м}$$

$$\Sigma G = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,3 = 1,19 \text{ м}$$

$$S_{T_2} = \frac{1,19 \times 4,0}{1,3 \times 0,951} = 3,86 \text{ м.}$$

Расчет распорок и диафрагм



$$S = \frac{T \left(L - \frac{a}{2} \right)}{a}$$

$$K = \frac{\sqrt{2} T L}{4a}$$

Схема IIк IV р-н гололеда $\alpha = 0^\circ$

$$T = 4,35 \text{ м} \quad a = 2 \text{ м}$$

Распорка S_1

$$L = 3,5 \text{ м} \quad S_1 = \frac{4,35 \times 2,5}{2,0} = 5,43 \text{ м}$$

Диафрагма K_1

$$K_1 = \frac{\sqrt{2} \times 4,35 \times 3,5}{4 \times 2,0} = 2,7 \text{ м}$$

Распорка S_2

$$L = 5,0 \text{ м} \quad S_2 = \frac{4,35 \times 4,0}{2,0} = 8,7 \text{ м}$$

Диафрагма K_2

$$K_2 = \frac{\sqrt{2} \times 4,35 \times 5,0}{4 \times 2,0} = 3,85 \text{ м}$$

Определение усилия в поясе Ц1

при $\sigma_{\text{троса}}^{\text{max}} = 45 \text{ кг/мм}^2$

Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha = 55^\circ$ без разн. тяжения

$$P_{1T} = 410$$

$$P_{1n} = 425$$

$$P_{2T} = 2800$$

$$P_{2n} = 4025$$

$$\Sigma P_T = 3210 \text{ кг}$$

$$\Sigma P_n = 4450$$

$$M = 3,21 \times 19,2 + 4,45 \times 13,0 + 2 \times 4,45 \times 9,0 + 11,1 = \\ = 61,6 + 57,9 + 80,2 + 11,1 = 210,8 \text{ тм}$$

$$M_{\text{вн}} = 5,52 \text{ тм}$$

$$G = 13,3 \text{ т} \quad (\text{см. стр. 13})$$

$$U_2 = \frac{210,8 + 5,52}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{13,3}{4} = 26,1 + 3,3 = 29,4 \text{ т}$$

$$F_{\varphi T} = 14,1 \quad (\text{см. расч. лист})$$

$$\sigma = \frac{29400}{14,1} = 2090 \text{ кг/см}^2$$

Нагрузки на анкерно-узловые опоры ВЛ 110кВ. шифр УНО-2

Продолжение таблицы №1

| Лит. обозн. | Расчетные схемы | Расчетные климатические условия | Схемы нагрузок | Род нагрузок | Обозначения | III район гололеда | | | | | | | | | | | | IV район гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|----------------|---|--|--|------------|---|----------------|-----------|------------|-----------|------------|---------|------------|----------|------------|--|------------|---------|------------|-----------|------------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | АСО-240 | | | | | | С-50 | | | | | | АСО-240 | | | | | | С-50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | L ветр = 330 м. L вес = 415 м. L обв. = 330 м. | | | | | | | | | | | | L ветр = 330 м. L вес = 360 м. L обв. = 290 м. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 0° | | 20° | | 46° | | 0° | | 20° | | 46° | | 0° | | 20° | | 50° | | 0° | | 20° | | 50° | | | | | | | | | | | | | |
| маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | маршт. | п. расчет. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей трассы. | t = -50°С; C = 0; q _н = 50 кг/м ² ; q _л = 74 кг/м ² | | Давление ветра на пролет проводов трассы. | P ₁ | 310/200 | 1,2 | 370/240 | 325/185 | 1,2 | 365/235 | 290/185 | 1,2 | 350/225 | 190/120 | 1,2 | 230/145 | 180/110 | 1,2 | 215/130 | 170/105 | 1,2 | 200/130 | 310/200 | 1,2 | 370/240 | 305/195 | 1,2 | 365/235 | 285/185 | 1,2 | 340/220 | 190/120 | 1,2 | 230/145 | 180/110 | 1,2 | 215/130 | 170/105 | 1,2 | 200/125 |
| | | | | Составляющая вдоль трассы от тяжести проводов трассы. | P ₂ | 0 | 0 | 600/530 | 1,3 | 790/770 | 1330/1330 | 1,3 | 1760/1720 | 0 | 0 | 285/300 | 1,3 | 290/330 | 550/735 | 1,3 | 715/955 | 0 | 0 | 465/525 | 1,3 | 605/685 | 1140/1290 | 1,3 | 1480/1680 | 0 | 0 | 160/210 | 1,3 | 210/225 | 390/515 | 1,3 | 510/670 | | | | |
| | | | | Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль трассы. | P _н | | | 370/240 | | 1145/1005 | | 210/1945 | | 280/145 | | 505/580 | | 915/1085 | | 370/240 | | 370/320 | | 1920/1800 | | 280/145 | | 425/355 | | 710/785 | | | | | | | | | | | |
| | | | | Составляющая L трассы от тяжести проводов трассы. | ΔSn | 45 | 1,3 | 60 | 45 | 1,3 | 60 | 40 | 1,3 | 55 | 490 | 1,3 | 580 | 425 | 1,3 | 550 | 395 | 1,3 | 510 | 370 | 1,3 | 480 | 365 | 1,3 | 475 | 335 | 1,3 | 435 | 295 | 1,3 | 385 | 290 | 1,3 | 380 | 270 | 1,3 | 345 |
| | | | | Вес провода, троса. | q _н | 385 | 1,1 | 425 | 385 | 1,1 | 425 | 385 | 1,1 | 425 | 170 | 1,1 | 190 | 170 | 1,1 | 190 | 170 | 1,1 | 190 | 335 | 1,1 | 370 | 335 | 1,1 | 370 | 335 | 1,1 | 37 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 |
| | | | | Вес стальной изоляторов. | q _г | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | | | II | Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей трассы. | t = -50°С; C = 20 мм; q _н = 14 кг/м ² ; q _л = 18,5 кг/м ² ; C = 20 мм; q _г = 18,5 кг/м ² | | Давление ветра на пролет проводов трассы. | P ₁ | 250/190 | 1,4 | 410/270 | 285/185 | 1,4 | 400/260 | 265/175 | 1,4 | 375/245 | 285/185 | 1,4 | 400/260 | 280/180 | 1,4 | 390/250 | 265/170 | 1,4 | 375/240 | 340/220 | 1,4 | 480/310 | 335/215 | 1,4 | 400/280 | 310/200 | 1,4 | 435/280 | 360/235 | 1,4 | 505/330 | 355/230 | 1,4 |
| Составляющая вдоль трассы от тяжести проводов трассы. | P ₂ | 0 | 0 | | | | | 1075/935 | 1,4 | 1500/1310 | 2450/2110 | 1,4 | 3400/2930 | 0 | 0 | 500/500 | 1,4 | 700/700 | 1130/1130 | 1,4 | 1580/1580 | 0 | 0 | 1075/995 | 1,4 | 1500/1390 | 2810/2410 | 1,4 | 3650/3370 | 0 | 0 | 500/500 | 1,4 | 700/700 | 1210/1210 | 1,4 | 1700/1700 | | | | |
| Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль трассы. | P _н | | | | | | | 410/270 | | 1800/1570 | | 3775/3225 | | 400/260 | | 1080/950 | | 1855/1820 | | 480/310 | | 1970/1690 | | 4035/3650 | | 505/330 | | 1200/1080 | | 2155/2005 | | | | | | | | | | | |
| Составляющая L трассы от тяжести проводов трассы. | ΔSn | 300 | 1,4 | | | | | 1120 | 795 | 1,4 | 1100 | 740 | 1,4 | 1080 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 460 | 1,4 | 645 | 455 | 1,4 | 640 | 420 | 1,4 | 590 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Вес провода, троса. | q _н | 385 | 1,1 | | | | | 425 | 385 | 1,1 | 425 | 385 | 1,1 | 425 | 170 | 1,1 | 190 | 170 | 1,1 | 190 | 170 | 1,1 | 190 | 335 | 1,1 | 370 | 335 | 1,1 | 370 | 335 | 1,1 | 370 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 |
| Вес стальной изоляторов. | q _г | 150 | 1,1 | | | | | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | |

Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Таблица № 2

| Наименование секции | Эскиз и средняя отметка секции | Коеф. увеличен. скорости по высоте | Нормативная скорость напор q_0 кг/м ² | Площадь элементов фермы ΣF_1 (м ²) | Площадь по контуру S (м ²) | Коэффициент заполнения $\mu = \frac{\Sigma F_1}{S}$ | Аэродинамич. коэф. плоской фермы $C_x = C_z \psi = 1,4 \psi$ | η при $\frac{v}{h} = 1$ | Аэродинамич. коэффициент плоской фермы $C_{пр} = C_{пр}(1 + \eta)$ | Норм. ветровая нагрузка без коэф. динамичности | | Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динам. $\beta = 1,35$ и коэф. перегрузки α (кг) | |
|---------------------|--------------------------------|------------------------------------|--|--|--|---|--|---------------------------------|--|--|--------|---|-------------------------|
| | | | | | | | | | | Ветер II траверсе $P = q_0 C_{пр} S$ | | | |
| | | | | | | | | | | Cx I | Cx II | $\alpha = 1,2$ Cx I | $\alpha = 1,0$ Cx II |
| Верхняя траверса | | 1,55 | 78 | 0,41 | 1,66 | 0,246 | 0,345 | 0,76 | 0,608 | 35 × 2 [*] (78) | 9 × 2 | 57 × 2 | 12 × 2 |
| Средняя траверса | | 1,45 | 73 | 0,79 | 2,66 | 0,297 | 0,417 | 0,68 | 0,702 | 61 × 2 [*] (136) | 15 × 2 | 99 × 2 | 20 × 2 |
| Нижняя траверса | | 1,35 | 68 | 0,41 | 1,66 | 0,246 | 0,345 | 0,76 | 0,607 | 31 × 2 [*] (69) | 8 × 2 | 50 × 2 | 11 × 2 |
| Простойка | | 1,60 | 80 | 1,01 | 5,5 | 0,184 | 0,258 | 0,83 | 0,485 | 213 | 53 | 345 | 72 |
| Верхняя секция | | 1,42 | 71 | 5,60 | 21,6 | 0,259 | 0,362 | 0,75 | 0,633 | 973 | 243 | 1580 | 328 |
| Нижняя секция | | 1,0 | 50 | 5,60 | 30,2 | 0,185 | 0,259 | 0,88 | 0,486 | 735 | 184 | 1190 | 249 |
| Подставка | | 1,0 | 50 | 8,73 | 54,5 | 0,16 | 0,224 | 0,91 | 0,428 | 1170 | 292 | 1900 | 395 |

* Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$, указанные в скобках определены при направлении ветра I оси траверсы.
При направлении ветра II оси траверсы нагрузка составляет 0,45 $P_{тр}$.

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах створа опоры.

Таблица №3

| Сечения метки базы | Схема I I р-н гололеда $\alpha = 60^\circ$ разность тяженій | | | | Схема II; IV р-н гололеда $\alpha = 50^\circ$ разность тяженій | | | |
|--|---|--|--|---|---|---|---|--|
| | Изгибающие моменты | | | | Изгибающие моменты | | | |
| | От нагрузок на про- вода и трос M_{II} (тм). | От нагрузок на про- вода и трос M_{\perp} (тм). | От ветра на конструкцию опоры M_{WH} (тм) | Вертикальные нагрузки G (т) | От нагрузок на про- вода и трос M_{II} (тм). | От нагрузок на про- вода и трос M_{\perp} (тм). | От ветра на кон- струкцию опоры M_{WH} (тм) | Вертикальные нагрузки G (т) |
| 4-4 $\nabla 18,8 м.$ $\delta = 2,0 м.$ | $1,84 \times 14,8 = 27,2$ $2,94 \times 2 \times 8,7 = 51,2$ $2,94 \times 2 \times 4,7 = 27,7$ $2,94 \times 2 \times 0,7 = 4,12$ $19,48 \quad M_{II} = 110,22$ | $0,28 \times 14,8 = 4,14$ $0,905 \times 2 \times 8,7 = 15,8$ $0,905 \times 2 \times 4,7 = 8,5$ $0,905 \times 2 \times 0,7 = 1,27$ $5,71 \quad M_{\perp} = 29,70$ | $0,345 \times 12,4 = 4,28$ $0,057 \times 2 \times 9,2 = 1,05$ $0,093 \times 2 \times 5,2 = 1,03$ $0,05 \times 2 \times 1,2 = 0,12$ $1,58 \times 7,1 = 11,2$ $2,34 \quad M_{WH} = 17,68$ | $0,22 \times 1 = 0,22$ $(0,505 + 0,165) \times 6 = 4,06$ $0,317 \times 11,9 = 4,73$ $8,97$ | $2,005 \times 14,8 = 29,6$ $3,65 \times 2 \times 8,7 = 63,5$ $3,65 \times 2 \times 4,7 = 34,3$ $3,65 \times 2 \times 0,7 = 5,1$ $23,9 \quad M_{II} = 132,5$ | $0,59 \times 2 \times 8,7 = 10,3$ $0,59 \times 2 \times 4,7 = 5,6$ $0,59 \times 2 \times 0,7 = 0,83$ $3,54 \quad M_{\perp} = 16,7$ | $0,072 \times 12,4 = 0,89$ $0,012 \times 2 \times 9,2 = 0,22$ $0,02 \times 2 \times 5,2 = 0,21$ $0,011 \times 2 \times 1,2 = 0,03$ $0,328 \times 7,1 = 2,33$ $0,486 \quad M_{WH} = 3,68$ | $1,35 \times 1 = 1,35$ $(2,06 + 0,17) \times 6 = 13,5$ $0,317 \times 11,9 = 4,73$ $19,46$ |
| | $U_2 = \frac{110,22 + 29,7 + 17,68}{2 \times 2,0} + \frac{8,97}{4} = 39,5 + 2,24 = 41,74 м.$ | | | | $U_2 = \frac{132,5 + 16,7 + 3,68}{2 \times 2,0} + \frac{19,46}{4} = 38,1 + 4,85 = 42,95 м.$ | | | |
| 3-3 $\nabla 10,5 м.$ $\delta = 4,2 м.$ | $19,48 \times 8,3 = 162,0$ $19,48 \quad M_{II} = 272,22$ | $5,71 \times 8,3 = 47,5$ $5,71 \quad M_{\perp} = 77,2$ | $2,34 \times 8,3 = 19,4$ $1,19 \times 3,0 = 3,57$ $3,53 \quad M_{WH} = 40,65$ | $0,317 \times 8,3 = 2,63$ $11,60$ | $23,9 \times 8,3 = 198,0$ $23,9 \quad M_{II} = 330,5$ | $3,54 \times 8,3 = 29,4$ $3,54 \quad M_{\perp} = 46,1$ | $0,486 \times 8,3 = 4,03$ $0,849 \times 3,0 = 0,75$ $0,735 \quad M_{WH} = 8,46$ | $3,68$ $19,46$ $0,317 \times 8,3 = 2,63$ $22,09$ |
| $\cos \gamma = 0,989$ | $U_1 = \frac{272,22 + 77,2 + 40,65}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{11,60}{4 \times 0,989} = 47,0 + 2,94 = 49,94 м.$ | | | | $U_1 = \frac{330,5 + 46,1 + 8,46}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{22,09}{4 \times 0,989} = 46,4 + 5,58 = 51,98 м.$ | | | |
| 1-1 $\nabla 2,2 м.$ $\delta = 6,8 м.$ | $19,48 \times 8,3 = 161,8$ $19,48 \quad M_{II} = 434,0$ | $5,71 \times 8,3 = 47,4$ $5,71 \quad M_{\perp} = 124,6$ | $3,53 \times 8,3 = 31,7$ $1,9 \times 0,76 \times 3,4 = 2,48$ $4,98 \quad M_{WH} = 74,83$ | $0,317 \times 8,3 = 2,64$ $14,24$ | $23,9 \times 8,3 = 198,5$ $23,9 \quad M_{II} = 529,0$ | $3,54 \times 8,3 = 29,3$ $3,54 \quad M_{\perp} = 75,4$ | $0,735 \times 8,3 = 6,63$ $0,395 \times 0,76 \times 3,4 = 0,52$ $1,04 \quad M_{WH} = 15,61$ | $0,317 \times 8,3 = 2,64$ $24,73$ |
| $\cos \gamma = 0,989$ | $U_6 = \frac{434,0 + 124,6 + 74,83}{2 \times 6,8 \times 0,989} + \frac{14,24}{4 \times 0,989} = 47,2 + 3,6 = 50,8 м.$ | | | | $U_6 = \frac{529,0 + 75,4 + 15,61}{2 \times 6,8 \times 0,989} + \frac{24,73}{4 \times 0,989} = 45,8 + 6,25 = 52,05 м.$ | | | |

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры У110-2

Продолжение таблицы №3

| сечения отметку базы | Схема II к; IV р.г.; α=0° Опора без подставки (ℓ _{вес} =100м) | | | | Схема II к; IV р.г.; α=0° Опора с подставкой (ℓ _{вес} =180м) | | | |
|---|--|---|---|---|---|--|---|--|
| | Изгибающие моменты (тм) | | | Вертикаль- ные нагрузки G (т) | Изгибающие моменты (тм) | | | Вертикаль- ные нагруз- ки G (т) |
| | От нагрузок на провода и трос M _н | От нагрузок на провода и трос M _л | От ветра на конструкцию опоры M _{вн} | | От нагрузок на провода и трос M _н | От нагрузок на провода и трос M _л | От ветра на конструкцию опоры M _{вн} | |
| 4-4 ▽ 8 м ℓ=2,0 м (γ 9,8) | $0,255 \times 14,8 = 3,8$ $0,24 \times 2 \times 8,7 = 4,2$ $0,24 \times 2 \times 4,7 = 2,3$ $0,24 \times 2 \times 0,7 = 0,3$ <hr/> 1,695 M _н = 10,6 | $2,0 \times 14,8 = 29,6$ $4,35 \times 2 \times 8,7 = 75,8$ $4,35 \times 2 \times 4,7 = 41,0$ $4,35 \times 2 \times 0,7 = 6,1$ <hr/> 28,1 M _л = 152,5 | 0,49 M _{вн} = 3,68 | $0,37 \times 1 = 0,37$ $0,57 \times 5 = 3,42$ $0,16 \times 6 = 0,99$ $0,317 \times 14,9 = 4,73$ <hr/> 9,51 | 1,695 M _н = 10,6 | 28,1 M _л = 152,5 | 0,49 M _{вн} = 3,68 | $0,67 \times 1 = 0,67$ $1,03 \times 6 = 6,18$ $0,165 \times 6 = 0,99$ $0,317 \times 14,9 = 4,73$ <hr/> 12,57 |
| $U_2 = \frac{10,6 + 152,5 + 3,68}{2 \times 2,0} + \frac{9,51}{4} = 41,6 + 2,4 = 44,0 \tau$ | | | | $U_2 = \frac{10,6 + 152,5 + 3,68}{2 \times 2,0} + \frac{2,57}{4} = 41,6 + 3,14 = 44,74 \tau$ | | | | |
| 3-3 ▽ 10,5 м ℓ=4,2 м Cos γ=0,989 (γ 1,5) | $1,695 \times 8,3 = 14,1$ M _н = 24,7 | $28,1 \times 8,3 = 233,5$ M _л = 385,65 | 0,74 M _{вн} = 8,46 | $0,317 \times 8,3 = 2,63$ 12,14 | 1,695 M _н = 24,7 | 28,1 M _л = 385,6 | 0,74 M _{вн} = 8,46 | $0,317 \times 8,3 = 2,63$ 12,57 15,2 |
| $U_1 = \frac{24,7 + 385,65 + 8,46}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{12,14}{4 \times 0,989} = 50,3 + 3,1 = 53,4$ | | | | $U_1 = \frac{24,7 + 385,65 + 8,46}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{15,2}{4 \times 0,989} = 50,3 + 3,85 = 54,15 \tau$ | | | | |
| 1-1 ▽ 2,2 м ℓ=6,8 м Cos γ=0,989 | | | | | $1,695 \times 8,3 = 14,1$ 38,8 | $28,1 \times 8,3 = 233,5$ 619,65 | 1,04 M _{вн} = 15,61 | $0,317 \times 8,3 = 2,63$ 17,83 |
| $U_n = \frac{38,8 + 619,65 + 15,61}{2 \times 6,8 \times 0,989} + \frac{17,83}{4 \times 0,989} = 50,1 + 4,5 = 54,6 \tau$ | | | | | | | | |

Грань II осям траверс; схема III; IV район гелоледя, $\alpha = 50^\circ$. Расчет углов в раскосах створа опоры.

Таблица № 4

| Сечение отметка | Изгибающие моменты M_{II} (мм) | | Попереч. сила Q_{II} (т) | Крутящий момент $M_{кр}$ (мм) | Обознач. элемента | База b (м) | $tg \gamma$ | Угол наклона раскоса к горизонтали β | $\cos \beta$ | $2 \cos \beta$ | $\frac{M_{II}}{b} tg \gamma$ | $4b \cos \beta$ | Усилия в раскосах | | |
|--------------------|---|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------|-------------|---|--------------|----------------|------------------------------|-----------------|---|--------------------------------------|----------------|
| | от тяжения | от весовой нагруз- ки | | | | | | | | | | | $D' = \frac{a}{2} - \frac{M_{II}}{6} tg \gamma$ | $D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$ | $D = D' + D''$ |
| 10-10 126,8 | — | — | 6,16 | $3,45 \times 3,5 = 12,1$ | D_1 | 2,0 | 0 | 33° | 0,838 | 1,68 | 0 | 6,71 | 1,83 | 1,80 | 3,63 |
| 9-9 122,8 | — | — | 12,54 | $3,45 \times 5,0 = 17,3$ | D_2 | 2,0 | 0 | 33° | 0,838 | 1,68 | 0 | 6,71 | 3,75 | 2,57 | 6,32 |
| 4-4 118,8 | — | — | 18,92 | 17,3 | D_3 | 2,0 | 0 | 37° | 0,800 | 1,60 | 0 | 6,40 | 5,95 | 2,71 | 8,66 |
| 8-8 117,2 | $\frac{1,37 \times 16,4 = 22,5}{3,19 \times 2 \times 10,3 = 65,8}$ $\frac{(3,19 + 1,6) 6,3 = 30,2}{3,19 \times 2 \times 2,3 = 14,7}$ 18,92 133,2 | $(2,25 - 1,2) 5 = 5,25$ | 18,92 | 17,3 | D_4 | 2,3 | 0,15 | 40° | 0,766 | 1,53 | 8,7 | 7,03 | 0,50 | 2,46 | 2,96 |
| 7-7 115,2 | $\frac{133,2}{18,92 \times 2,0 = 37,8}$ 18,92 171,0 | 5,25 | 18,92 | 17,3 | D_5 | 2,9 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 8,8 | 9,38 | 0,41 | 1,84 | 2,25 |
| 6-6 113,1 | $\frac{171,0}{18,92 \times 2,1 = 39,8}$ 18,92 210,8 | 5,25 | 18,92 | 17,3 | D_6 | 3,5 | 0,15 | 30° | 0,866 | 1,73 | 9,05 | 12,1 | 0,24 | 1,43 | 1,67 |
| 3-3 110,5 | $\frac{210,8}{18,92 \times 2,4 = 45,5}$ 18,92 256,3 | 5,25 | 18,92 | 17,3 | D_7 | 4,2 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 9,15 | 13,6 | 0,19 | 1,27 | 1,46 |
| 5-5 107,9 | $\frac{256,3}{18,92 \times 2,8 = 53,0}$ 18,92 309,3 | 5,25 | 18,92 | 17,3 | D_8 | 5,0 | 0,15 | 24° | 0,913 | 1,83 | 9,25 | 18,3 | 0,12 | 0,94 | 1,06 |
| 2-2 105,4 | $\frac{309,3}{18,92 \times 2,5 = 47,3}$ 18,92 356,6 | 5,25 | 18,92 | 17,3 | D_9 | 5,8 | 0,15 | 26° | 0,899 | 1,80 | 9,22 | 20,9 | 0,13 | 0,83 | 0,96 |
| 1-1 102,2 | $\frac{356,6}{18,92 \times 3,2 = 60,7}$ 417,3 | 5,25 | 18,92 | 17,3 | D_{10} | 6,8 | 0,15 | 30° | 0,866 | 1,73 | 9,21 | 23,5 | 0,14 | 0,74 | 0,88 |

Грань 1 оси траверс; схема II концевая IV район голаледа, $\alpha = 0^\circ$.
 Расчет усилий в раскосах ствола опоры.

Таблица №5

| Сечение отмет- ка | Изгибающие мо- менты от тяжения M_L (мм) | Поперечн. сила Q (т) | Обознач. элемен- та | База b (м) | $tg\delta$ | Угол на- клона раскоса горизонта- ли β | $\cos\beta$ | $2\cos\beta$ | $\frac{M_L}{b} \cdot tg\delta$ | $D = \frac{Q - \frac{M_L}{b} \cdot tg\delta}{2\cos\beta}$ |
|-------------------------|--|------------------------------|---------------------------|--------------------|------------|--|-------------|--------------|--------------------------------|---|
| 0-10 126,8 | — | 10,72 | D'_1 | 2,0 | 0 | 33° | 0,838 | 1,68 | 0 | 3,2 |
| 9-9 122,8 | — | 19,42 | D'_2 | 2,0 | 0 | 33° | 0,838 | 1,68 | 0 | 5,77 |
| 4-4 118,8 | — | 28,12 | D'_3 | 2,0 | 0 | 37° | 0,800 | 1,60 | 0 | 8,80 |
| 8-8 117,2 | $\frac{2,02 \times 16,4 = 33,2}{4,35 \times 2 \times 10,3 = 89,5}$ $\frac{4,35 \times 2 \times 6,3 = 54,8}{4,35 \times 2 \times 2,3 = 20,0}$ $\frac{28,12}{197,5}$ | 28,12 | D'_4 | 2,3 | 0,15 | 40° | 0,766 | 1,53 | 12,9 | 0,76 |
| 7-7 115,2 | $\frac{197,5}{28,12 \times 2,0 = 56,24}$ $\frac{28,12}{253,74}$ | 28,12 | D'_5 | 2,9 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 13,1 | 0,59 |
| 6-6 113,1 | $\frac{253,74}{28,12 \times 2,1 = 59,0}$ $\frac{28,12}{312,74}$ | 28,12 | D'_6 | 3,5 | 0,15 | 30° | 0,866 | 1,73 | 13,4 | 0,38 |
| 3-3 110,7 | $\frac{312,74}{28,12 \times 2,4 = 67,6}$ $\frac{28,12}{380,34}$ | 28,12 | D'_7 | 4,2 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 13,6 | 0,28 |
| 5-5 107,9 | $\frac{380,34}{28,12 \times 2,8 = 78,8}$ $\frac{28,12}{459,14}$ | 28,12 | D'_8 | 5,0 | 0,15 | 24° | 0,913 | 1,83 | 13,8 | 0,14 |
| 2-2 105,4 | $\frac{459,14}{28,12 \times 2,5 = 70,3}$ $\frac{28,12}{529,44}$ | 28,12 | D'_9 | 5,8 | 0,15 | 26° | 0,899 | 1,80 | 13,7 | 0,20 |
| 1-1 102,2 | $\frac{529,44}{28,12 \times 3,2 = 90,0}$ $\frac{28,12}{619,44}$ | 28,12 | D'_{10} | 6,8 | 0,15 | 30° | 0,866 | 1,73 | 13,7 | 0,21 |

Грань I осей траверс; схема III; IV район гололеда $\alpha=0^\circ$; Расчет усилий в раскосах ствола опоры.

Таблица №6

| Сечение отметка | Изгибающие моменты M_L (тм) | Попереч. сила Q (т) | Крутящий момент $M_{кр}$ (тм) | Обозначен. элемента | База в (м) | $tg\alpha$ | Угол накло- на раскоса к горизон- тали β | $\cos\beta$ | $2\cos\beta$ | $M_L \cdot tg\alpha$ | $4\beta \cos\beta$ | Усилия в раскосах (т) | | |
|--------------------|---|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------|------------|--|-------------|--------------|----------------------|--------------------|---|---|----------------|
| | | | | | | | | | | | | $D' = \frac{Q - M_L \cdot tg\alpha}{2 \cos\beta}$ | $D'' = \frac{M_{кр}}{4\beta \cos\beta}$ | $D = D' + D''$ |
| 10-10 126,8 | — | 4,38 | $3,79 \times 3,5 = 13,2$ | D_1' | 2,0 | 0 | 33° | 0,838 | 1,68 | 0 | 6,71 | 1,31 | 1,97 | 3,28 |
| 9-9 122,8 | — | 5,4 | $3,79 \times 5,0 = 18,9$ | D_2' | 2,0 | 0 | 33° | 0,838 | 1,68 | 0 | 6,71 | 1,61 | 2,81 | 4,42 |
| 4-4 118,8 | — | 6,42 | 18,9 | D_3' | 2,0 | 0 | 37° | 0,800 | 1,60 | 0 | 6,40 | 2,0 | 2,96 | 4,96 |
| 8-8 117,2 | $\frac{0,08 \times 16,4 = 1,3}{0,51 \times 2 \times 10,3 = 10,5}$ $\frac{(3,78 + 0,51) 6,3 = 27,0}{0,51 \times 2 \times 2,3 = 2,3}$ $\frac{6,42}{41,1}$ | 6,42 | 18,9 | D_4' | 2,3 | 0,15 | 40° | 0,766 | 1,53 | 2,7 | 7,03 | 0,33 | 2,69 | 3,02 |
| 7-7 115,2 | $\frac{41,1}{6,42 \times 2,0 = 12,84}$ $\frac{6,42}{53,94}$ | 6,42 | 18,9 | D_5' | 2,9 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 2,76 | 9,38 | 0,38 | 2,01 | 2,39 |
| 6-6 113,1 | $\frac{53,94}{6,42 \times 2,1 = 13,5}$ $\frac{6,42}{67,44}$ | 6,42 | 18,9 | D_6' | 3,5 | 0,15 | 30° | 0,866 | 1,73 | 2,88 | 12,1 | 0,19 | 1,56 | 1,75 |
| 3-3 110,7 | $\frac{67,44}{6,42 \times 2,4 = 15,40}$ $\frac{6,42}{82,84}$ | 6,42 | 18,9 | D_7' | 4,2 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 2,96 | 13,6 | 0,15 | 1,39 | 1,54 |
| 5-5 107,9 | $\frac{82,84}{6,42 \times 2,8 = 18,0}$ $\frac{6,42}{100,84}$ | 6,42 | 18,9 | D_8' | 5,0 | 0,15 | 24° | 0,913 | 1,83 | 3,02 | 18,3 | 0,1 | 1,03 | 1,13 |
| 2-2 105,4 | $\frac{100,84}{6,42 \times 2,5 = 16,0}$ $\frac{6,42}{116,84}$ | 6,42 | 18,9 | D_9' | 5,8 | 0,15 | 26° | 0,899 | 1,80 | 3,02 | 20,9 | 0,1 | 0,91 | 1,01 |
| 1-1 102,2 | $\frac{116,84}{6,42 \times 3,2 = 20,5}$ $\frac{6,42}{137,34}$ | 6,42 | 18,9 | D_{10}' | 6,8 | 0,15 | 30° | 0,866 | 1,73 | 3,03 | 23,5 | 0,1 | 0,81 | 0,91 |

Грань I осям траверс; схема III концевая; IV район гололеда; $\alpha = 0^\circ$; Расчет усилий в раскосах ствoла опоры

таблица 17

| сечение отметка | Изгибающие моменты от тяжения M_L (тм) | Поперечн. сила Q (т) | Крутящий момент $M_{кр}$ (тм) | Обознач. элемента | База b (м) | $tg \gamma$ | Угол наклона раскоса к горизонт. ли β | $\cos \beta$ | $2 \cos \beta$ | $\frac{Mu}{b} tg \gamma$ | $4b \cos \beta$ | Усилия в раскосах | | |
|--------------------|---|------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------|-------------|---|--------------|----------------|--------------------------|-----------------|---|--------------------------------------|----------------|
| | | | | | | | | | | | | $D' = \frac{Q}{2} - \frac{Mu}{b} tg \gamma$ | $D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$ | $D = D' + D''$ |
| 10-10 26,8 | — | 5,41 | $3,78 \times 3,5 = 13,2$ | D'_1 | 2,0 | 0 | 33° | 0,838 | 1,68 | 0 | 6,71 | 1,61 | 1,97 | 3,58 |
| 9-9 22,8 | — | 12,97 | $3,78 \times 5,0 = 18,9$ | D'_2 | 2,0 | 0 | 33° | 0,838 | 1,68 | 0 | 6,71 | 3,87 | 2,82 | 6,69 |
| 4-4 18,8 | — | 20,53 | 18,9 | D'_3 | 2,0 | 0 | 37° | 0,800 | 1,60 | 0 | 6,40 | 6,43 | 2,95 | 9,38 |
| 8-8 17,2 | $\frac{1,63 \times 16,4 = 26,8}{3,78 \times 2 \times 10,3 = 77,5}$ $\frac{3,78 \times 6,3 = 23,8}{3,78 \times 2 \times 2,3 = 17,4}$ $\frac{20,53}{146,5}$ | 20,53 | 18,9 | D'_4 | 2,3 | 0,15 | 40° | 0,766 | 1,53 | 9,47 | 7,03 | 0,52 | 2,69 | 3,21 |
| 4-7 15,2 | $\frac{20,53 \times 2,0 = 41,06}{20,53}$ $\frac{145,5}{186,56}$ | 20,53 | 18,9 | D'_5 | 2,9 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 9,65 | 9,38 | 0,38 | 2,02 | 2,40 |
| 6-6 13,1 | $\frac{20,53 \times 2,1 = 43,2}{20,53}$ $\frac{186,56}{229,76}$ | 20,53 | 18,9 | D'_6 | 3,5 | 0,15 | 30° | 0,866 | 1,73 | 9,85 | 12,1 | 0,24 | 1,56 | 1,80 |
| 3-3 10,7 | $\frac{20,53 \times 2,4 = 49,30}{20,53}$ $\frac{229,76}{279,06}$ | 20,53 | 18,9 | D'_7 | 4,2 | 0,15 | 36° | 0,809 | 1,62 | 9,98 | 13,6 | 0,18 | 1,39 | 1,57 |
| 5-5 7,9 | $\frac{20,53 \times 2,8 = 57,40}{20,53}$ $\frac{279,06}{336,46}$ | 20,53 | 18,9 | D'_8 | 5,0 | 0,15 | 24° | 0,913 | 1,83 | 10,1 | 18,7 | 0,09 | 1,03 | 1,12 |
| 2-2 5,4 | $\frac{20,53 \times 2,5 = 51,30}{20,53}$ $\frac{336,46}{387,76}$ | 20,53 | 18,9 | D'_9 | 5,8 | 0,15 | 26° | 0,899 | 1,80 | 10,05 | 20,9 | 0,12 | 0,91 | 1,03 |
| 1-1 2,2 | $\frac{20,53 \times 3,2 = 65,80}{20,53}$ $\frac{387,76}{453,56}$ | 20,53 | 18,9 | D'_{10} | 6,8 | 0,15 | 30° | 0,866 | 1,73 | 10,0 | 23,5 | 0,16 | 0,81 | 0,97 |

Определение усилий в поясе U_1

$$\text{при } \sigma_{\text{троса}}^{\text{max}} = 40 \text{ кг/мм}^2$$

Схема $\bar{\text{II}}$ $\bar{\text{IV}}$ р-н гололеда $\alpha = 50^\circ$ без разн. тяжения,

$$P_{1T} = 455 \text{ кг.} \quad P_{1n} = 435 \text{ кг.}$$

$$P_{2T} = 1710 \text{ кг.} \quad P_{2n} = 3670 \text{ кг.}$$

$$\sum P_T = 2165 \text{ кг.} \quad \sum P_n = 4105 \text{ кг.}$$

$$\begin{aligned} M &= 2,17 \times 23,1 + 4,1 \times 2 \times 17,0 + 4,1 \times 2 \times 13,0 + 4,1 \times 2 \times 9,0 = \\ &= 50,2 + 139,0 + 107,0 + 74,0 = 370,2 \text{ тм.} \end{aligned}$$

$$M_{W_{II}} = 8,46 \text{ тм.}$$

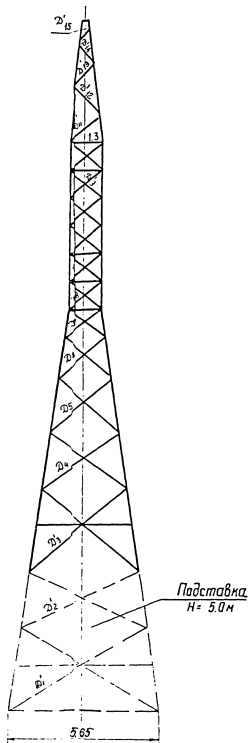
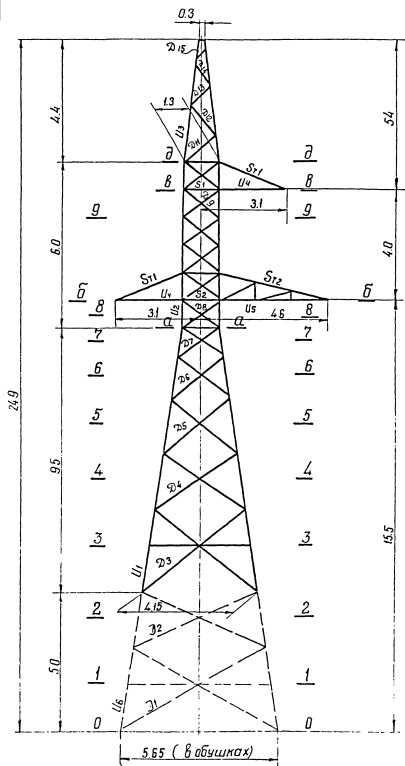
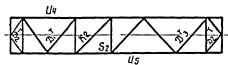
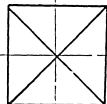
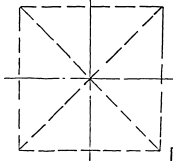
$$G = 22,09 \text{ т.} \quad (\text{см. стр. 30})$$

$$U_1 = \frac{370,2 + 8,46}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{22,09}{4 \times 0,989} = 45,5 + 5,58 = 51,08 \text{ т.}$$

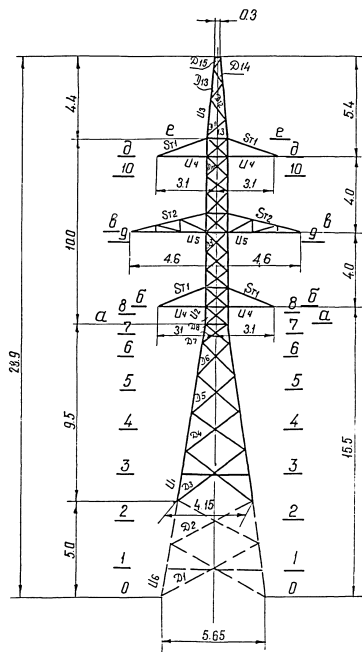
$$F \cdot f_m = 24,8 \text{ см}^2 \quad (\text{см. расчетный лист})$$

$$\sigma = \frac{51,08 \times 10^3}{24,8} = 2060 \text{ кг/см}^2$$

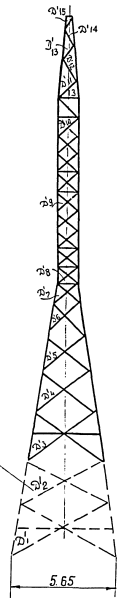
Рассчитал *А. Элькин*. Цейтлин.
Проверил *Элькин*. Элькин.

Сечение $\partial-\partial$ Сечение $\partial-\partial$ Сечение $\partial-\partial$ Сечение $\alpha-\alpha$ Сечение $3-3$ Сечение $1-1$ 

У110-4



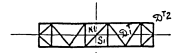
Подставка
H = 5.0 м



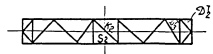
Сечение e-e



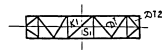
Сечение д-д



Сечение в-в



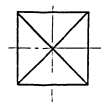
Сечение б-б



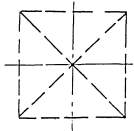
Сечение а-а



Сечение з-з



Сечение 1-1



| Расчетные схемы | Расчетные климатические условия | Схемы нагрузок | Род, нагрузка | Обозначения | III р-н гололеда | | | | | | | | | | | | IV р-н гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------|---|--------------|---|--------|---------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|-----------|---------|--------|---------|---|--------|-----------|-----------|--------|-----------|---------|-----|---------|-----------|-----|-----------|-----------|-----|-----------|---------|-----|---------|---------|-----|-----------|-----------|-----|-----------|-----|
| | | | | | AC-150 | | | | | | C-50 | | | | | | AC-150 | | | | | | C-50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | ϵ ветр = 310 м ϵ вес = 390 м ϵ габ = 310 м | | | | | | | | | | | | ϵ ветр = 310 м ϵ вес = 330 м ϵ габ = 265 м | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 0° | | 40° | | 60° | | 0° | | 40° | | 60° | | 0° | | 40° | | 60° | | 0° | | 40° | | 60° | | | | | | | | | | | | | | |
| нормат | п | расчетн | нормат | п | расчетн | нормат | п | расчетн | нормат | п | расчетн | нормат | п | расчетн | нормат | п | расчетн | нормат | п | расчетн | нормат | п | расчетн | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси тросов | $q^H = 50 \text{ кг/м}^2$ $q^H = 60 \text{ кг/м}^2$ $t = -5^\circ\text{C}; \text{C.O.}$ | | Давление ветра на пролет провода, троса | P_1 | 250/165 | 1,2 | 300/200 | 235/155 | 1,2 | 280/185 | 215/145 | 1,2 | 260/175 | 165/110 | 1,2 | 200/130 | 155/105 | 1,2 | 185/125 | 145/95 | 1,2 | 175/115 | 250/165 | 1,2 | 300/200 | 235/155 | 1,2 | 280/185 | 215/145 | 1,2 | 260/175 | 165/110 | 1,2 | 200/130 | 155/105 | 1,2 | 185/125 | 145/95 | 1,2 | 175/115 | |
| | | | Составляющая вдоль тросов от тяжения провода, троса | P_2 | 0/0 | — | 0/0 | 760/800 | 1,3 | 990/1050 | 1110/1170 | 1,3 | 1450/1520 | 0/0 | — | 0/0 | 44,5/59,5 | 1,3 | 580/775 | 650/870 | 1,3 | 845/1130 | 0/0 | — | 0/0 | 56,5/70,5 | 1,3 | 735/915 | 825/1030 | 1,3 | 1070/1340 | 0/0 | — | 0/0 | 320/430 | 1,3 | 415/560 | 465/625 | 1,3 | 605/815 | |
| | | | Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль тросов | P_n | — | — | 300/200 | — | — | 1270/1235 | — | — | 1710/1655 | — | — | 200/130 | — | — | 765/900 | — | — | 1020/1245 | — | — | 300/200 | — | — | 1015/1100 | — | — | 1330/1515 | — | — | 200/130 | — | — | 600/68,5 | — | — | 780/930 | |
| | | | Составляющая I тросов от разности тяжения провода, троса | ΔS_n | 120 | 1,3 | 155 | 115 | 1,3 | 150 | 105 | 1,3 | 135 | 44,5 | 1,3 | 580 | 420 | 1,3 | 545 | 385 | 1,3 | 500 | 410 | 1,3 | 535 | 385 | 1,3 | 500 | 355 | 1,3 | 460 | 310 | 1,3 | 405 | 290 | 1,3 | 375 | 270 | 1,3 | 350 | |
| | | | Составляющая II тросов от разности тяжения провода, троса | ΔS_p | 120 | 1,3 | 155 | 115 | 1,3 | 150 | 105 | 1,3 | 135 | 44,5 | 1,3 | 580 | 420 | 1,3 | 545 | 385 | 1,3 | 500 | 410 | 1,3 | 535 | 385 | 1,3 | 500 | 355 | 1,3 | 460 | 310 | 1,3 | 405 | 290 | 1,3 | 375 | 270 | 1,3 | 350 | |
| | | | Вес пролета провода, троса | G_n | 240 | 1,1 | 265 | 240 | 1,1 | 265 | 240 | 1,1 | 265 | 160 | 1,1 | 175 | 160 | 1,1 | 175 | 160 | 1,1 | 175 | 205 | 1,1 | 225 | 205 | 1,1 | 225 | 205 | 1,1 | 225 | 205 | 1,1 | 225 | 135 | 1,1 | 150 | 135 | 1,1 | 150 | 135 |
| Вес гирлянд изоляторов | G_p | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси тросов | $q^H = 14 \text{ кг/м}^2$ $q^H = 17 \text{ кг/м}^2$ $t = -5^\circ\text{C}; \text{C} = 15 \text{ мм}; \text{C} = 20 \text{ мм}; \text{C} = 20 \text{ мм}; \text{C} = 20 \text{ мм}$ | | Давление ветра на пролет провода, троса | P_1 | 245/160 | 1,4 | 345/225 | 230/150 | 1,4 | 320/210 | 210/140 | 1,4 | 295/195 | 250/165 | 1,4 | 350/230 | 235/155 | 1,4 | 330/220 | 215/145 | 1,4 | 300/205 | 300/195 | 1,4 | 420/275 | 280/185 | 1,4 | 390/260 | 260/170 | 1,4 | 365/240 | 315/205 | 1,4 | 440/285 | 295/195 | 1,4 | 415/275 | 275/180 | 1,4 | 385/250 | |
| | | | Составляющая вдоль тросов от тяжения провода, троса | P_2 | 0/0 | — | 0/0 | 1460/1320 | 1,3 | 1990/1720 | 2130/1930 | 1,3 | 2770/2510 | 0/0 | — | 0/0 | 98,5/98,5 | 1,3 | 1280/1280 | 1440/1440 | 1,3 | 1870/1870 | 0/0 | — | 0/0 | 1460/1430 | 1,3 | 1990/1860 | 2130/2090 | 1,3 | 2770/2720 | 0/0 | — | 0/0 | 990/990 | 1,3 | 1290/1290 | 1440/1440 | 1,3 | 1870/1870 | |
| | | | Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль тросов | P_n | — | — | 345/225 | — | — | 2220/1930 | — | — | 3015/2705 | — | — | 350/230 | — | — | 1610/1500 | — | — | 2170/2075 | — | — | 420/275 | — | — | 2290/2120 | — | — | 3135/2960 | — | — | 440/285 | — | — | 1705/1565 | — | — | 2255/2120 | |
| | | | Составляющая I тросов от разности тяжения провода, троса | ΔS_n | 390 | 1,3 | 510 | 365 | 1,3 | 475 | 340 | 1,3 | 440 | 0 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 1,3 | 115 | 85 | 1,3 | 110 | 75 | 1,3 | 100 | 0 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | Составляющая II тросов от разности тяжения провода, троса | ΔS_p | 390 | 1,3 | 510 | 365 | 1,3 | 475 | 340 | 1,3 | 440 | 0 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 1,3 | 115 | 85 | 1,3 | 110 | 75 | 1,3 | 100 | 0 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | Вес пролета провода, троса | G_n | 240 | 1,1 | 265 | 240 | 1,1 | 265 | 240 | 1,1 | 265 | 160 | 1,1 | 175 | 160 | 1,1 | 175 | 160 | 1,1 | 175 | 205 | 1,1 | 225 | 205 | 1,1 | 225 | 205 | 1,1 | 225 | 205 | 1,1 | 225 | 135 | 1,1 | 150 | 135 | 1,1 | 150 | 135 |
| Вес гирлянд изоляторов | G_p | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | | |

| № схем | Расчетные схемы | Расчетные климатические условия | Схемы нагрузок | Вид нагрузок | Обозначения | III р-н гололеда | | | | | | | | | | | | IV р-н гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|--|--|------------------------------|-------------|---|------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|---|------|--------|--------|-----|--------|--------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | АС-150 | | | | | | С-50 | | | | | | АС-150 | | | | | | С-50 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | $l \text{ вето} = 310 \text{ м}$ $l \text{ в сс} = 390 \text{ м}$ $l \text{ гоб} = 310 \text{ м}$ | | | | | | | | | | | | $l \text{ вето} = 310 \text{ м}$ $l \text{ в сс} = 330 \text{ м}$ $l \text{ гоб} = 265 \text{ м}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 0 | | 40° | | 60° | | 0° | | 40° | | 60° | | 0° | | 40° | | 60° | | 0° | | 40° | | 60° | | | | | | | | | | | | |
| нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | | | | | | | | | | | | | | |
| Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору | | $t = -5^{\circ}\text{C}$, $C = 15 \text{ мм}$, $C = 20 \text{ мм}$ | Состоящая вдоль тросов от тяжения целого провода, троса | P_n | 0 | 0 | 1370 | 1,17 | 1600 | 2000 | 1,17 | 2340 | 0 | 0 | 875 | 1,17 | 1025 | 1280 | 1,17 | 1500 | 0 | 0 | 1380 | 1,17 | 1615 | 2020 | 1,17 | 2360 | 0 | 0 | 1240 | 1,17 | 1450 | 1320 | 1,17 | 1545 | | | | |
| | | | Состоящая вдоль тросов от тяжения при обрыве провода | P_{no} | 0 | 0 | 685 | 1,17 | 800 | 1000 | 1,17 | 1170 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | |
| | | | Состоящая в тросе от тяжения целого провода, троса | ΔS_n ΔS_r | 330 | 1,17 | 385 | 310 | 1,17 | 365 | 285 | 1,17 | 335 | 90 | 1,17 | 105 | 85 | 1,17 | 100 | 80 | 1,17 | 95 | 65 | 1,17 | 75 | 60 | 1,17 | 70 | 55 | 1,17 | 65 | 60 | 1,17 | -70 | -55 | 1,17 | -65 | -50 | 1,17 | -60 |
| | | | Состоящая в тросе от разности тяжения при обрыве провода | S_n | 2000 | 1,17 | 2340 | 1880 | 1,17 | 2200 | 1730 | 1,17 | 2020 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | | Вес пролета провода, троса | g_n g_r | 240 | 1,1 | 265 | 240 | 1,1 | 265 | 240 | 1,1 | 265 | 160 | 1,1 | 175 | 160 | 1,1 | 175 | 160 | 1,1 | 175 | 205 | 1,1 | 225 | 205 | 1,1 | 225 | 205 | 1,1 | 225 | 135 | 1,1 | 150 | 135 | 1,1 | 150 | 135 | 1,1 | 150 |
| | | | Вес гирлянд изоляторов | g_r | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Оборван один трос. Провода не оборваны | | $t = -5^{\circ}\text{C}$, $C = 15 \text{ мм}$, $C = 20 \text{ мм}$ | Состоящая вдоль тросов от тяжения целого провода | P_n | 0 | 0 | 1370 | 1,17 | 1600 | 2000 | 1,17 | 2340 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | |
| | | | Состоящая вдоль тросов от тяжения троса при обрыве | P_{no} | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | — | 0 | 475 | 1,17 | 555 | 695 | 1,17 | 815 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | 0 | 475 | 1,17 | 555 | 695 | 1,17 | 815 | | |
| | | | Состоящая в тросе от разности тяжения целого провода | ΔS_n | 330 | 1,17 | 385 | 310 | 1,17 | 365 | 285 | 1,17 | 335 | — | — | — | — | — | — | — | — | 65 | 1,17 | 80 | 60 | 1,17 | 75 | 55 | 1,17 | 70 | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| | | | Состоящая в тросе от тяжения троса при обрыве | S_r | — | — | — | — | — | — | — | — | 1380 | 1,17 | 1615 | 1300 | 1,17 | 1520 | 1200 | 1,17 | 1405 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1370 | 1,17 | 1600 | 1290 | 1,17 | 1510 | 1190 | 1,17 | 1390 |
| | | | Вес пролета провода, троса | g_n g_r | 240 | 1,1 | 265 | 240 | 1,1 | 265 | 240 | 1,1 | 265 | 160 | 1,1 | 175 | 160 | 1,1 | 175 | 160 | 1,1 | 175 | 205 | 1,1 | 225 | 205 | 1,1 | 225 | 205 | 1,1 | 225 | 135 | 1,1 | 150 | 135 | 1,1 | 150 | 135 | 1,1 | 150 |
| | | | Вес гирлянд изоляторов | g_r | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | 150 | 1,1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | |

Нагрузки на двухцепную анкерно-угловую опору ВЛ 110кВ. шифр У110-4

Таблица №9

| Расчетные схемы | Расчетные климатические условия | Схемы нагрузок | Род нагрузки | Обозначения | I район гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | | II район гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------|---|--------------|---|--------|---------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|-----------|---------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|--------|-----------|---|--------|---------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|-----------|---------|--------|---------|---------|-----|-----------|-----------|-----|-----------|-----|-----|---|---|
| | | | | | АС-150 | | | | | | | | | С-50 | | | | | | | | | АС-150 | | | | | | | | | С-50 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | В ветр = 310м В вес = 505М В год = 485М | | | | | | | | | | | | | | | | | | В ветр = 310М В вес = 455М В год = 365М | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 0° | | | | 40° | | | | 80° | | | | 0° | | | | 40° | | | | 80° | | | | 0° | | | | 40° | | | | 80° | | | | | | | |
| нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | нормат | п | расчет | | | | | | | | | |
| Провода и трос не обарваны и свободны от гололеда, ветер направлен вдоль осей траверс. | $t = -5^{\circ}C$; $c = 0$; $q_n^H = 50 кг/м^2$; $q_T^H = 7 кг/м^2$ | | Давление ветра на пролет провода, троса. | P_1 | 250/185 | 1.2 | 300/200 | 235/155 | 1.2 | 280/185 | 215/145 | 1.2 | 260/175 | 175/115 | 1.2 | 210/140 | 155/100 | 1.2 | 200/130 | 150/100 | 1.2 | 180/120 | 250/165 | 1.2 | 300/200 | 235/155 | 1.2 | 280/185 | 215/145 | 1.2 | 260/175 | 175/115 | 1.2 | 210/140 | 150/100 | 1.2 | 200/130 | 150/100 | 1.2 | 180/120 | | | | |
| | | | Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса | P_2 | 0/0 | — | 0/0 | 1290/1070 | 1.3 | 1680/1390 | 1880/1560 | 1.3 | 2040/2030 | 0/0 | — | 0/0 | 970/850 | 1.3 | 1265/1155 | 1420/1300 | 1.3 | 1850/0 | 0/0 | — | 0/0 | 1070/955 | 1.3 | 1390/1240 | 1560/1400 | 1.3 | 2030/1820 | 0/0 | — | 0/0 | 655/710 | 1.3 | 850/925 | 955/1040 | 1.3 | 1240/1350 | | | | |
| | | | Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы | P_n | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | | Составляющая 1 траверсы от тяжения провода, троса | ΔS_n | 650 | 1.3 | 845 | 610 | 1.3 | 790 | 565 | 1.3 | 730 | 250 | 1.3 | 325 | 235 | 1.3 | 305 | 215 | 1.3 | 280 | 325 | 1.3 | 425 | 305 | 1.3 | 395 | 280 | 1.3 | 365 | 210 | 1.3 | 275 | 195 | 1.3 | 255 | 180 | 1.3 | 235 | | | | |
| | | | Вес пролета провода, троса | q_n | 310 | 1.1 | 340 | 310 | 1.1 | 340 | 310 | 1.1 | 310 | 240 | 1.1 | 230 | 240 | 1.1 | 230 | 210 | 1.1 | 230 | 280 | 1.1 | 310 | 280 | 1.1 | 310 | 280 | 1.1 | 310 | 185 | 1.1 | 205 | 185 | 1.1 | 205 | 185 | 1.1 | 205 | | | | |
| | | | q_T | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| Провода и трос не обарваны и покрыты гололедом, ветер направлен вдоль осей траверс. | $t = -5^{\circ}C$; $c = 5 мм$; $q_n^H = 12.5 кг/м^2$; $q_T^H = 18.5 кг/м^2$ | | Давление ветра на пролет провода, троса. | P_1 | 125/80 | 1.4 | 175/110 | 120/75 | 1.4 | 170/105 | 110/70 | 1.4 | 155/100 | 130/85 | 1.4 | 180/120 | 120/80 | 1.4 | 170/110 | 115/75 | 1.4 | 160/105 | 170/115 | 1.4 | 240/160 | 160/110 | 1.4 | 225/155 | 150/100 | 1.4 | 210/140 | 195/130 | 1.4 | 275/180 | 185/120 | 1.4 | 260/170 | 170/115 | 1.4 | 240/160 | | | | |
| | | | Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса | P_2 | 0/0 | — | 0/0 | 1290/1070 | 1.3 | 1680/1390 | 1880/1570 | 1.3 | 2040/2040 | 0/0 | — | 0/0 | 990/895 | 1.3 | 1290/1165 | 1450/1310 | 1.3 | 1890/1710 | 0/0 | — | 0/0 | 1450/1230 | 1.3 | 1500/1600 | 2490/1790 | 1.3 | 2770/2390 | 0/0 | — | 0/0 | 980/650 | 1.3 | 1275/1240 | 1430/1380 | 1.3 | 1860/1810 | | | | |
| | | | Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы | P_n | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| | | | Составляющая 1 траверсы от тяжения провода, троса | ΔS_n | 650 | 1.3 | 845 | 610 | 1.3 | 795 | 565 | 1.3 | 735 | 275 | 1.3 | 360 | 260 | 1.3 | 340 | 240 | 1.3 | 310 | 670 | 1.3 | 870 | 630 | 1.3 | 820 | 580 | 1.3 | 690 | 130 | 1.3 | 170 | 125 | 1.3 | 165 | 110 | 1.3 | 145 | | | | |
| | | | Вес пролета провода, троса | q_n | 310 | 1.1 | 340 | 310 | 1.1 | 340 | 310 | 1.1 | 340 | 210 | 1.1 | 230 | 210 | 1.1 | 230 | 210 | 1.1 | 230 | 280 | 1.1 | 310 | 280 | 1.1 | 310 | 280 | 1.1 | 310 | 185 | 1.1 | 205 | 185 | 1.1 | 205 | 185 | 1.1 | 205 | | | | |
| | | | q_T | 155 | 2.0 | 310 | 155 | 2.0 | 310 | 155 | 2.0 | 310 | 100 | 2.0 | 200 | 100 | 2.0 | 200 | 100 | 2.0 | 200 | 100 | 2.0 | 200 | 345 | 2.0 | 690 | 345 | 2.0 | 690 | 345 | 2.0 | 690 | 245 | 2.0 | 490 | 245 | 2.0 | 490 | 245 | 2.0 | 490 | | |
| q_r | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | |

Примечания:

- Разность тяжений подсчитана при смежном пролете $l = 100м$ в числителе даны нагрузки без разности тяжений, в знаменателе с разностью тяжений.
- Максимальное напряжение в тросе $\sigma_{тmax} = 30 кг/мм^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0.9
- Нагрузки округлены до значений таблицы 5%

Нагрузки на двухцепную анкерно-угловую опору ВЛ 110 кВ шифр У110-4

Продолжение таблицы № 9

| Расчетные схемы | Расчетные климатические условия | Схемы нагрузок | Род нагрузок | Обозначения | III район гололеда | | | | | | | | | | | | | | | IV район гололеда | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------|--|-------------|--------------------|---------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|---------|----------|-------------------|---------|-----------|-----------|---------|--------------------|---------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|----------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|---------|----------|-----|---------|
| | | | | | АС-150 | | | | | | | С-50 | | | | | | | | АС-150 | | | | | | | С-50 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | $v_{ветр} = 310 м$ | | | | | | | | | | | | | | | $v_{ветр} = 265 м$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | $v_{вес} = 390 м$ | | | | | | | | | | | | | | | $v_{вес} = 330 м$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $v_{габ} = 310 м$ | | | | | | | | | | | | | | | $v_{габ} = 265 м$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0° | | | 40° | | | 50° | | | 0° | | | 40° | | | 50° | | | 0° | | | 40° | | | 50° | | | 0° | | | 40° | | | 50° | | | | | | | |
| нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | нормат. | п | расчетн. | | |
| Провода и трос не обрваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс. | $t = -5^{\circ}C; C = 0; q_n^H = 50 кг/м^2; q_n^T = 74 кг/м^2$ | | Давление ветра на пролет провода, троса. | P1 | 250/165 | 1.2 | 300/200 | 235/155 | 1.2 | 280/185 | 225/150 | 1.2 | 270/180 | 175/115 | 1.2 | 210/140 | 165/110 | 1.2 | 200/130 | 160/105 | 1.2 | 190/125 | 215/145 | 1.2 | 250/175 | 200/135 | 1.2 | 240/160 | 195/130 | 1.2 | 235/155 | 150/105 | 1.2 | 180/125 | 140/100 | 1.2 | 170/120 | 135/95 | 1.2 | 160/115 |
| | | | Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса. | P2 | 0 | 0 | 760/800 | 1.3 | 990/1040 | 940/990 | 1.3 | 1220/1290 | 0 | 0 | 445/590 | 1.3 | 590/770 | 550/720 | 1.3 | 715/950 | 0 | 0 | 555/705 | 1.3 | 735/915 | 695/870 | 1.3 | 905/1130 | 0 | 0 | 315/415 | 1.3 | 410/540 | 340/515 | 1.3 | 510/670 | | | | |
| | | | Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы. | Pn | — | — | 300 | — | 1270 | — | 1490 | — | 210 | — | 790 | — | 905 | — | 260 | — | 975 | — | 1140 | — | 180 | — | 580 | — | 670 | | | | | | | | | | | |
| | | | Составляющая в траверсе от тяжения провода, троса. | Sst | 120 | 1.3 | 155 | 115 | 1.3 | 150 | 105 | 1.3 | 135 | 430 | 1.3 | 560 | 405 | 1.3 | 525 | 390 | 1.3 | 510 | 410 | 1.3 | 535 | 385 | 1.3 | 500 | 370 | 1.3 | 480 | 295 | 1.3 | 385 | 280 | 1.3 | 365 | 270 | 1.3 | 350 |
| | | | Вес пролета провода, троса. | gn | 240 | 1.1 | 265 | 240 | 1.1 | 265 | 240 | 1.1 | 265 | 160 | 1.1 | 175 | 160 | 1.1 | 175 | 160 | 1.1 | 175 | 205 | 1.1 | 225 | 205 | 1.1 | 225 | 205 | 1.1 | 225 | 205 | 1.1 | 225 | 135 | 1.1 | 150 | 135 | 1.1 | 150 |
| | | | Вес гирлянд изоляторов. | gr | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — |
| Провода и трос не обрваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс. | $t = -5^{\circ}C; C = 15 мм; q_n^H = 140 кг/м^2; q_n^T = 185 кг/м^2$ | | Давление ветра на пролет провода, троса. | P1 | 245/160 | 1.4 | 340/225 | 230/150 | 1.4 | 320/210 | 220/145 | 1.4 | 310/205 | 265/175 | 1.4 | 370/245 | 250/165 | 1.4 | 350/230 | 240/160 | 1.4 | 335/225 | 255/175 | 1.4 | 360/245 | 240/165 | 1.4 | 335/230 | 230/160 | 1.4 | 320/225 | 285/195 | 1.4 | 400/270 | 270/185 | 1.4 | 380/260 | 260/175 | 1.4 | 365/245 |
| | | | Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса. | P2 | 0 | 0 | 1460/1320 | 1.3 | 1900/1720 | 1800/1630 | 1.3 | 2340/2120 | 0 | 0 | 985/985 | 1.3 | 1280/1280 | 1220/1220 | 1.3 | 1590/1590 | 0 | 0 | 1460/1430 | 1.3 | 1900/1860 | 1800/1760 | 1.3 | 2340/2290 | 0 | 0 | 985/985 | 1.3 | 1280/1280 | 1220/1220 | 1.3 | 1590/1590 | | | | |
| | | | Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы. | Pn | — | — | 340 | — | 2220 | — | 2650 | — | 370 | — | 1630 | — | 1925 | — | 360 | — | 2235 | — | 2660 | — | 400 | — | 1660 | — | 1955 | | | | | | | | | | | |
| | | | Составляющая в траверсе от тяжения провода, троса. | Sst | 390 | 1.3 | 510 | 365 | 1.3 | 475 | 355 | 1.3 | 410 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 1.3 | 120 | 85 | 1.3 | 110 | 80 | 1.3 | 105 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | | Вес пролета провода, троса. | gn | 240 | 1.1 | 265 | 240 | 1.1 | 265 | 240 | 1.1 | 265 | 160 | 1.1 | 175 | 160 | 1.1 | 175 | 160 | 1.1 | 175 | 205 | 1.1 | 225 | 205 | 1.1 | 225 | 205 | 1.1 | 225 | 135 | 1.1 | 150 | 135 | 1.1 | 150 | | | |
| | | | Вес гирлянд изоляторов. | gr | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | 150 | 1.1 | 165 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |

Давление ветра на конструкцию опоры У110-3

Таблица № 10

| Наименование секции | Эскиз и средняя отметка секции | Казар, увелич. скорости ветра по высоте | Нормативный показатель q_0 (кг/м ²) | Площадь элементов конструкции $\sum F_i$ (м ²) | Площадь по контуру S (м ²) | Коэффициент загромождения $\psi = \frac{\sum F_i}{S}$ | Аэродинамический коэффициент $C_x = C_y = 1,4$ | h при $\frac{b}{h} = 1,0$ | Аэродинамический коэффициент $C_{pr} = C_{pr}(1+\beta)$ | $P_H = q_0 C_{pr} S$ | | $P_H = q_0 C_{pr} S \beta_n$ | | | | | |
|---------------------|--------------------------------|---|---|--|--|---|--|--------------------------------|---|---|-------|------------------------------|-------------------|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | Нормативная ветровая нагрузка без коэф. динамичн. | | | | Расчетн. ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичн. $\beta = 1,35$ и коэф. перегрузки η | | | |
| | | | | | | | | | | Сх I | Сх II | Сх I; $\eta=1,2$ | Сх II; $\eta=1,0$ | | | | |
| Верхняя траверса | | 1.35 | 67.5 | 0.34 | 1.25 | 0.27 | 0.38 | 0.73 | 0.655 | 25* (55) | 6 | 40 | 8 | | | | |
| Нижняя траверса | | 1.09 | 54.5 | 0.81 | 2.0 | 0.4 | 0.56 | 0.5 | 0.84 | 42* (92) | 11 | 68 | 15 | | | | |
| Нижняя траверса | | 1.09 | 54.5 | 0.34 | 1.25 | 0.27 | 0.38 | 0.73 | 0.655 | 20* (45) | 5 | 32 | 7 | | | | |
| Траверса на опоре | | 1.41 | 70.5 | 0.84 | 3.3 | 0.254 | 0.356 | 0.76 | 0.624 | 145 | 36 | 235 | 49 | | | | |
| Верхняя секция | | 1.19 | 59.5 | 4.52 | 7.8 | 0.58 | 0.813 | 0.19 | 0.97 | 450 | 113 | 730 | 155 | | | | |
| Нижняя секция | | 1.0 | 50.0 | 4.32 | 25.5 | 0.17 | 0.238 | 0.9 | 0.452 | 580 | 145 | 940 | 195 | | | | |
| Подставка | | 1.0 | 50.0 | 3.15 | 24.0 | 0.131 | 0.183 | 0.9 | 0.36 | 435 | 109 | 705 | 150 | | | | |
| Итого: | | | | | | | | | | 1697 | 425 | 2750 | 579 | | | | |

*) Ветровые нагрузки на траверсы P_{Tr} , указанные в скобках определены при направлении ветра \perp оси траверсы. При направлении ветра \parallel оси траверсы нагрузка составляет 0,45 P_{Tr} .

Давление ветра на конструкцию опоры У110-4

Таблица №11

| Наименование секции | Эскиз и средняя отметка секции | Коэффициент увеличения нагрузки по высоте | Нормативный скаредный напор q (кг/м ²) Сх I | Площадь элементов формы ΣF_i (м ²) | Площадь по контуру S (м ²) | Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma F_i}{S}$ | Аэродинамич. коэф. плоской формы $C_x = C_z \varphi = 14\varphi$ | α при $\beta = 10$ | Аэродинамич. коэф. поперек формы $C_{pr} = C_{pr}(1+\alpha)$ | $P_n = q_0 C_{pr} S$ | | $P_n = q_0 C_{pr} S \beta \eta$ | |
|---------------------|--------------------------------|---|---|--|--|---|--|---------------------------|--|--|--------|--|--------------------|
| | | | | | | | | | | Нормативная ветровая нагрузка без коэф. динамичности | | Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динам. $\beta = 1,35$ и коэф. перегрузки η | |
| | | | | | | | | | | Сх I | Сх II | Сх I $\eta = 1,2$ | Сх II $\eta = 1,0$ |
| Верхняя траверса | | 1,44 | 72,0 | 0,34 | 1,25 | 0,27 | 0,378 | 0,73 | 0,655 | 27 × 2 (60) | 7 × 2 | 44 × 2 | 9 × 2 |
| Средняя траверса | | 1,35 | 67,5 | 0,81 | 2,0 | 0,4 | 0,56 | 0,5 | 0,84 | 52 × 2 (115) | 13 × 2 | 84 × 2 | 18 × 2 |
| Нижняя траверса | | 1,1 | 55,0 | 0,34 | 1,25 | 0,27 | 0,378 | 0,73 | 0,655 | 20 × 2 (45) | 5 × 2 | 32 × 2 | 7 × 2 |
| Тросостаяка | | 1,5 | 75,0 | 0,84 | 3,3 | 0,254 | 0,356 | 0,15 | 0,624 | 155 | 39 | 250 | 53 |
| Верхняя секция | | 1,33 | 66,5 | 8,72 | 13,0 | 0,67 | 0,938 | 0,15 | 1,08 | 930 | 230 | 1510 | 310 |
| Нижняя секция | | 1,0 | 50,0 | 4,62 | 25,5 | 0,181 | 0,254 | 0,89 | 0,478 | 610 | 150 | 990 | 200 |
| Подставка | | 1,0 | 50,0 | 3,46 | 24,0 | 0,144 | 0,202 | 0,35 | 0,394 | 475 | 120 | 770 | 160 |
| Итого: | | | | | | | | | | 2368 | 589 | 3840 | 791 |

* Ветровые нагрузки на траверсы P_{tr} , указанные в скобках, определены при направлении ветра \perp оси траверсы. При направлении ветра \parallel оси траверсы нагрузка составляет $0,45 P_{tr}$.

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствoла опоры УНО-3

Таблица №12

| Сечение, отметка, база | Схема I, I р-н гололеда, $\alpha=60^\circ$, разность тяженй | | | Вертикальные нагрузки G (т) | Схема II, II р-н гололеда, $\alpha=60^\circ$, без разности тяжения | | Вертикальные нагрузки G (т) |
|---|--|---|---|--|--|---|--|
| | Изгибающие моменты (тм) | | | | Изгибающие моменты (тм) | | |
| | От нагрузок на провода и трос M_{II} | От нагрузок на провода и трос M_{\perp} | От ветра на конструкцию опоры M_{WH} | От нагрузок на провода и трос M_{II} | От ветра на конструкцию опоры M_{WH} | | |
| 8-8 $\nabla 150M$ $\beta=1.25M$ | $1.79 \cdot 9.9 = 17.7$ $2.26 \cdot 4.5 = 10.2$ $2.26 \cdot 2 \cdot 0.5 = 2.3$ <hr/> 8.57 $M_{II} = 30.2$ $M_{H\gamma} = 2.3$ $\sum M_{II} = 32.5$ | $0.25 \cdot 9.9 = 2.5$ $0.73 \cdot 4.5 = 3.3$ $0.73 \cdot 2 \cdot 0.5 = 0.7$ <hr/> 2.44 6.5 | $0.235 \cdot 7.7 = 1.81$ $0.04 \cdot 5.0 = 0.2$ $0.068 \cdot 1.0 = 0.068$ <hr/> $0.032 \cdot 1.0 = 0.032$ $\frac{0.73 \cdot 5.3^2}{2} = 1.84$ <hr/> 1.045 4.0 | $0.23 \cdot 1 = 0.23$ $0.505 \cdot 3 = 1.52$ $0.185 \cdot 9.9 = 1.83$ <hr/> 3.6 | $2.255 \cdot 9.9 = 22.3$ $3.135 \cdot 4.5 = 14.1$ $3.135 \cdot 2 \cdot 0.5 = 3.1$ <hr/> 11.66 $M_{II} = 39.5$ $M_{H\gamma} = 8.1$ $\sum M_{II} = 47.6$ | $M_{WH} = \frac{4.0}{4.8} = 0.8$ (см. схему I) | $1.23 \cdot 1 = 1.23$ $1.77 \cdot 3 = 5.3$ $0.185 \cdot 9.9 = 1.83$ <hr/> 8.4 |
| $U_2 = \frac{32.5 + 6.5 + 4.0}{2 \cdot 1.25} + \frac{3.6}{4} = 17.2 + 0.9 = 18.1T$ | | | | $U_2 = \frac{47.6 + 0.8}{2 \cdot 1.25} + \frac{8.4}{4} = 19.4 + 2.1 = 21.5$ | | | |
| 3-3 $\nabla 6.8M$ $\beta=3.56M$ $\cos \beta = 0.989$ | $\frac{8.57 \cdot 8.2}{8.51} = \frac{32.5}{102.9}$ | $\frac{2.44 \cdot 8.2}{2.44} = \frac{6.5}{26.5}$ | $1.045 \cdot 8.2 = 8.6$ $\frac{0.73}{6.0} \cdot 0.5 \cdot 8.05 = 0.49$ $\frac{0.94}{9.5} \cdot \frac{7.7^2}{2} = 2.93$ <hr/> 1.87 16.0 | $0.185 \cdot 8.2 = 1.5$ <hr/> 5.1 | $\frac{11.66 \cdot 8.2}{11.66} = \frac{47.6}{143.2}$ | $M_{WH} = \frac{16.0}{4.8} = 3.3$ | $\frac{0.185 \cdot 8.2}{9.9} = 1.5$ <hr/> 9.9 |
| $U_1 = \frac{102.9 + 26.5 + 16.0}{2 \cdot 0.989 \cdot 3.56} + \frac{5.1}{4 \cdot 0.989} = 20.6 + 1.3 = 21.9T$ | | | | $U_1 = \frac{143.2 + 3.3}{2 \cdot 0.989 \cdot 3.56} + \frac{9.9}{4 \cdot 0.989} = 20.8 + 2.5 = 23.3T$ | | | |
| 1-1 $\nabla 1.7M$ $\beta=5.0M$ $\cos \beta = 0.989$ | $8.57 \cdot 5.1 = 43.7$ <hr/> 146.6 | $2.44 \cdot 5.1 = 12.5$ <hr/> 39.0 | $1.87 \cdot 5.1 = 9.54$ $\frac{0.94}{9.5} \cdot 1.8 \cdot 4.2 = 0.75$ $\frac{0.705}{5.0} \cdot \frac{3.32}{2} = 0.77$ <hr/> 27.1 | $0.185 \cdot 5.1 = 0.9$ <hr/> 6.0 | $\frac{11.66 \cdot 5.1}{59.5} = 143.2$ <hr/> 202.7 | $M_{WH} = \frac{27.1}{4.8} = 5.6$ | $\frac{0.185 \cdot 5.1}{9.9} = 0.9$ <hr/> 10.8 |
| $U_6 = \frac{146.6 + 39.0 + 27.1}{2 \cdot 5.08 \cdot 0.989} + \frac{6.0}{4 \cdot 0.989} = 21.2 + 1.5 = 22.7T$ | | | | $U_6 = \frac{202.7 + 5.6}{2 \cdot 5.08 \cdot 0.989} + \frac{10.8}{4 \cdot 0.989} = 20.8 + 2.7 = 23.5T$ | | | |

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах стволы опоры УНО-4

Таблица №13

| Сечения, отметки, базы | Схема I, I район гололеда; $\alpha = 53^\circ; \Delta S = 0$ | | | Схема II, II район гололеда; $\alpha = 52^\circ; \Delta S = 0$ | | | Схема II, III район гололеда; $\alpha = 45^\circ; \Delta S = 0$ | | | Схема II, IV район гололеда; $\alpha = 43^\circ; \Delta S = 0$ | | |
|---|--|---|---|--|--|--|---|--|--|--|--|--|
| | Изгибающие моменты (ТМ) | | | Изгибающие моменты (ТМ) | | | Изгибающие моменты (ТМ) | | | Изгибающие моменты (ТМ) | | |
| | От нагрузок на провода и трос $M_{\text{н}}$ | От ветра на конструкцию опор $M_{\text{вн}}$ | Вертикальная нагрузка G (Т) | От нагрузок на провода и трос $M_{\text{н}}$ | От ветра на конструкцию опор $M_{\text{вн}}$ | Вертикальная нагрузка G (Т) | От нагрузок на провода и трос $M_{\text{н}}$ | От ветра на конструкцию опор $M_{\text{вн}}$ | Вертикальная нагрузка G (Т) | От нагрузок на провода и трос $M_{\text{н}}$ | От ветра на конструкцию опор $M_{\text{вн}}$ | Вертикальная нагрузка G (Т) |
| 8-8 ▽ 15.0 м $\rho = 1.22 \text{ м}$ | $1.84 \cdot 13.9 = 25.6$ $2.45 \cdot 2.85 = 41.6$ $2.45 \cdot 2.45 = 22.0$ $2.45 \cdot 2.05 = 2.45$ 16.54 91.65 | $0.25 \cdot 11.7 = 2.92$ $0.088 \cdot 9.0 = 0.79$ $0.168 \cdot 5.0 = 0.84$ $0.064 \cdot 1.0 = 0.06$ $1.51 \cdot 4.5 = 6.8$ 2.08 11.41 | $0.23 \cdot 1 = 0.23$ $0.475 \cdot 6 = 2.85$ $0.18 \cdot 13.9 = 2.50$ 5.38 | $1.87 \cdot 13.9 = 26.0$ $2.65 \cdot 2.85 = 45.0$ $2.65 \cdot 2.45 = 23.9$ $2.65 \cdot 2.05 = 2.65$ 17.77 97.55 | 11.41 $4.8 = 2.38$ $M_{\text{вн}} = 2.38$ (см. схему I) | $0.69 \cdot 1 = 0.69$ $1.165 \cdot 6 = 6.99$ $0.18 \cdot 13.9 = 2.50$ 10.18 | $1.78 \cdot 13.9 = 24.8$ $2.435 \cdot 2.85 = 41.5$ $2.435 \cdot 2.45 = 22.0$ $2.435 \cdot 2.05 = 2.44$ 16.39 90.74 | $M_{\text{вн}} = 2.38$ | $0.98 \cdot 1 = 0.98$ $1.49 \cdot 6 = 8.94$ $0.18 \cdot 13.9 = 2.5$ 12.42 | $1.78 \cdot 13.9 = 24.4$ $2.36 \cdot 2.85 = 40.1$ $2.36 \cdot 2.45 = 21.2$ $2.36 \cdot 2.05 = 2.4$ 15.92 88.1 | $M_{\text{вн}} = 2.38$ | $1.23 \cdot 1 = 1.23$ $1.77 \cdot 6 = 10.62$ $0.18 \cdot 13.9 = 2.50$ 14.35 |
| | $U_2 = \frac{91.65 + 11.41}{2 \cdot 1.22} + \frac{5.38}{4} = 42.3 + 1.4 = 43.7 \text{ Т}$ | | | $U_2 = \frac{97.55 + 2.38}{2 \cdot 1.22} + \frac{10.18}{4} = 41.0 + 2.55 = 43.55 \text{ Т}$ | | | $U_2 = \frac{90.74 + 2.38}{2 \cdot 1.22} + \frac{12.42}{4} = 38.2 + 3.1 = 41.3 \text{ Т}$ | | | $U_2 = \frac{88.1 + 2.38}{2 \cdot 1.22} + \frac{14.35}{4} = 37.1 + 3.6 = 40.7 \text{ Т}$ | | |
| 3-3 ▽ 6.8 м $\rho = 3.54 \text{ м}$ $\cos \beta = 0.989$ | $16.54 \cdot 8.2 = 136.0$ $16.54 \cdot 227.65$ | $2.08 \cdot 8.2 = 17.1$ $0.99 \cdot 4.1 = 4.06$ 3.07 32.57 | $0.18 \cdot 8.2 = 1.48$ 7.06 | $17.77 \cdot 8.2 = 146.0$ $17.77 \cdot 243.55$ | 32.57 $4.8 = 6.78$ $M_{\text{вн}} = 6.78$ | 10.18 $0.18 \cdot 8.2 = 1.48$ 11.66 | $16.39 \cdot 8.2 = 134.5$ $16.39 \cdot 225.24$ | $M_{\text{вн}} = 6.78$ | 12.42 $0.18 \cdot 8.2 = 1.48$ 13.90 | $15.92 \cdot 8.2 = 131.0$ $15.92 \cdot 219.1$ | $M_{\text{вн}} = 6.78$ | 14.35 $0.18 \cdot 8.2 = 1.48$ 15.89 |
| | $U_1 = \frac{227.65 + 32.57}{2 \cdot 3.54 \cdot 0.989} + \frac{7.06}{4 \cdot 0.989} = 37.2 + 1.8 = 39.0$ | | | $U_1 = \frac{243.55 + 6.78}{2 \cdot 3.54 \cdot 0.989} + \frac{11.66}{4 \cdot 0.989} = 35.8 + 2.95 = 38.7 \text{ Т}$ | | | $U_1 = \frac{225.24 + 6.78}{2 \cdot 3.54 \cdot 0.989} + \frac{13.9}{4 \cdot 0.989} = 33.2 + 3.5 = 36.7 \text{ Т}$ | | | $U_1 = \frac{219.1 + 6.78}{2 \cdot 3.54 \cdot 0.989} + \frac{15.83}{4 \cdot 0.989} = 32.2 + 4.0 = 36.2 \text{ Т}$ | | |
| 1-1 ▽ 1.7 м $\rho = 5.09 \text{ м}$ $\cos \beta = 0.989$ | $16.54 \cdot 5.1 = 84.3$ $16.54 \cdot 31.195$ | $3.07 \cdot 5.1 = 15.7$ $0.77 \cdot 2.55 = 1.98$ 50.24 | $0.18 \cdot 5.1 = 0.92$ 7.98 | $17.77 \cdot 5.1 = 90.4$ $17.77 \cdot 333.95$ | 50.24 $4.8 = 10.48$ $M_{\text{вн}} = 10.48$ | 11.66 $0.18 \cdot 5.1 = 0.92$ 12.58 | $16.39 \cdot 5.1 = 83.5$ $16.39 \cdot 308.9$ | $M_{\text{вн}} = 10.48$ | 13.9 $0.18 \cdot 5.1 = 0.92$ 14.82 | $15.92 \cdot 5.1 = 81.4$ $15.92 \cdot 300.5$ | $M_{\text{вн}} = 10.48$ | 15.89 $0.18 \cdot 5.1 = 0.92$ 16.75 |
| | $U_0 = \frac{311.95 + 50.24}{2 \cdot 5.09 \cdot 0.989} + \frac{7.98}{4 \cdot 0.989} = 36.1 + 2.0 = 38.1 \text{ Т}$ | | | $U_0 = \frac{333.95 + 10.48}{2 \cdot 5.09 \cdot 0.989} + \frac{12.58}{4 \cdot 0.989} = 34.4 + 3.18 = 37.58 \text{ Т}$ | | | $U_0 = \frac{308.9 + 10.48}{2 \cdot 5.09 \cdot 0.989} + \frac{14.82}{4 \cdot 0.989} = 31.7 + 3.76 = 35.46 \text{ Т}$ | | | $U_0 = \frac{300.5 + 10.48}{2 \cdot 5.09 \cdot 0.989} + \frac{16.75}{4 \cdot 0.989} = 30.9 + 4.24 = 35.14 \text{ Т}$ | | |

Примечание.

При подвеске проводов АС-150 опора является односторонней и не может устанавливаться на переходах через ж.д. и автодороги, где возможны малые пролеты. Поэтому схемы с $\Delta S \neq 0$ для $\rho = 100 \text{ м}$ не рассматриваются.

3078 ТМ / 6 л. 51

Определение усилий в раскосах опоры УИВ-3

Гроть II веям троверс. Схема III; IV р-н гололеда $\alpha = 60^\circ$; без разности тяжённости Таблица №14

| Высота откоса | Изгибающие моменты (тм) | | Попереч. сила Q (т) | Крутящий момент Мкр (тм) | Обознач. элемент | Базов В (м) | $\text{tg } \delta$ | Угол наклона раскоса к горизонту β | $\cos \beta$ | $2 \cos \beta$ | $\frac{M_{кр}}{B} \text{tg } \delta$ | $4B \cos \beta$ | Усилия в раскосах (т) | | | |
|---------------|--|---|---------------------|--------------------------|------------------|-------------|---------------------|--|--------------|----------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------------|----------------|--|
| | От тяжённости | От вековой нагрузки | | | | | | | | | | | $D' = \frac{Q}{2 \cos \beta}$ | $D'' = \frac{M_{кр}}{4B \cos \beta}$ | $D = D' + D''$ | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9-9 | $155 \cdot 6,4 = 9,9$ | $0,97 \cdot 3,1 = 3,0$ | | | | | | | | | | | | | | |
| 7-18,5 м | $118 \cdot 1,0 = 1,2$ 2,73 | | 2,73 | $2,05 \cdot 3,1 = 6,4$ | D9 | 1,30 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 0,9 | 1,6 | 2,5 | |
| 8-8 | $155 \cdot 9,2 = 14,3$ $236 \cdot 4,5 = 10,6$ $(2,36 + 1,18) \cdot 0,5 = 1,77$ 7,45 | $0,97 \cdot 3,1 = 5,3$ $0,97 \cdot 4,6 = 4,5$ $1,77 \cdot 3,1 = 5,3$ 4,5 | 7,45 | $2,05 \cdot 4,6 = 9,45$ | D8 | 1,30 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 2,4 | 2,3 | 4,7 | |
| 7-7 | $26,67$ $7,45 \cdot 1,0 = 7,45$ 34,12 | | 7,45 | 9,45 | D7 | 1,38 | 0,15 | 37° | 0,798 | 1,596 | 4,2 | 4,41 | 0,3 | 2,1 | 2,4 | |
| 6-6 | $34,12$ $7,45 \cdot 1,2 = 8,9$ 43,02 | | 7,45 | 9,45 | D6 | 1,80 | 0,15 | 41° | 0,754 | 1,508 | 4,5 | 4,82 | 0,5 | 2,0 | 2,5 | |
| 5-5 | $43,02$ $7,45 \cdot 1,7 = 12,7$ 55,72 | | 7,45 | 9,45 | D5 | 2,12 | 0,15 | 42° | 0,743 | 1,486 | 4,3 | 6,3 | 0,4 | 1,5 | 1,9 | |
| 4-4 | $55,72$ $7,45 \cdot 2,0 = 14,9$ 70,62 | | 7,45 | 9,45 | D4 | 2,71 | 0,15 | 35° | 0,819 | 1,638 | 4,2 | 8,86 | 0,3 | 1,1 | 1,4 | |
| 3-3 | $70,62$ $7,45 \cdot 2,3 = 17,2$ 87,82 | | 7,45 | 9,45 | D3 | 3,47 | 0,15 | 42° | 0,743 | 1,486 | 4,0 | 10,3 | 0,2 | 0,9 | 1,1 | |
| 2-2 | $87,82$ $7,45 \cdot 2,7 = 20,2$ 108,02 | | 7,45 | 9,45 | D2 | 4,28 | 0,15 | 25° | 0,906 | 1,812 | 4,0 | 15,55 | 0,2 | 0,6 | 0,8 | |
| 1-1 | $108,02$ $7,45 \cdot 2,4 = 7,9$ 125,92 | | 7,45 | 9,45 | D1 | 4,99 | 0,15 | 31° | 0,857 | 1,714 | 3,9 | 17,1 | 0,1 | 0,6 | 0,7 | |

Определение усилий в раскосах опоры 9110-3

Греть 1 ось тросовая. Схема III; IV р-н голландс $\alpha = 0$ без разности толщин

Таблица №15

| Сечение | Изгибающий момент от тяжения проводов (тм) | Попереч. сила Q (т) | Крутящий момент Мкв (тм) | Объемный элемент | База B (м) | $\xi g \delta$ | Угол наклона раскоса к горизонт. тм. в | cos β | cos γ | $\frac{H}{B} \xi g \delta$ | tg β cos β | Усилия в раскосах (т) | | |
|---------------|--|---------------------|--------------------------|------------------|------------|----------------|--|-------------|--------------|----------------------------|------------------------|---|--|----------------|
| | | | | | | | | | | | | $D' = \frac{M_{\text{кв}}}{2 \cos \beta}$ | $D'' = \frac{M_{\text{кв}}}{4 \cos \beta}$ | $D = D' + D''$ |
| 99 v11.5m | $2,36 \times 1,0 = 2,36$ | 2,36 | $2,36 \cdot 3,1 = 7,3$ | D_9' | 1,30 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 0,75 | 1,8 | 2,6 |
| 108 v16.0m | $2,36 \times 0,5 = 1,18$ | 2,36 | $2,36 \cdot 4,6 = 10,9$ | D_8' | 1,30 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 0,75 | 2,7 | 3,5 |
| 117 v11.0m | $2,36 \cdot 1,5 = 3,54$ | 2,36 | 10,9 | D_7' | 1,38 | 0,15 | 37° | 0,798 | 1,596 | 0,39 | 4,41 | 0,5 | 2,46 | 3,0 |
| 126 v12.8m | $\frac{3,54}{2,36} \cdot 1,2 = 2,94$ | 2,36 | 10,9 | D_6' | 1,60 | 0,15 | 41° | 0,754 | 1,508 | 0,6 | 4,82 | 0,39 | 2,26 | 2,7 |
| 135 v11.1m | $\frac{6,4}{2,36} \cdot 1,7 = 4,0$ | 2,36 | 10,9 | D_5' | 2,12 | 0,15 | 42° | 0,743 | 1,486 | 0,74 | 6,3 | 0,3 | 1,73 | 2,0 |
| 144 v12.1m | $\frac{10,4}{2,36} \cdot 2,0 = 4,72$ | 2,36 | 10,9 | D_4' | 2,71 | 0,15 | 35° | 0,813 | 1,628 | 0,24 | 8,86 | 0,21 | 1,23 | 1,4 |
| 153 v16.8m | $\frac{15,1}{2,36} \cdot 2,3 = 5,44$ | 2,36 | 10,9 | D_3' | 3,47 | 0,15 | 42° | 0,743 | 1,486 | 0,9 | 10,3 | 0,19 | 1,06 | 1,3 |
| 162 v14.1m | $\frac{20,5}{2,36} \cdot 2,7 = 6,38$ | 2,36 | 10,9 | D_2' | 4,28 | 0,15 | 25° | 0,905 | 1,812 | 0,95 | 15,55 | 0,13 | 0,7 | 0,8 |
| 171 v17.7m | $\frac{26,9}{2,36} \cdot 2,4 = 15,66$ | 2,36 | 10,9 | D_1' | 4,93 | 0,15 | 31° | 0,857 | 1,714 | 1,0 | 17,1 | 0,11 | 0,64 | 0,8 |
| | $\frac{32,8}{2,36}$ | | | | | | | | | | | | | |

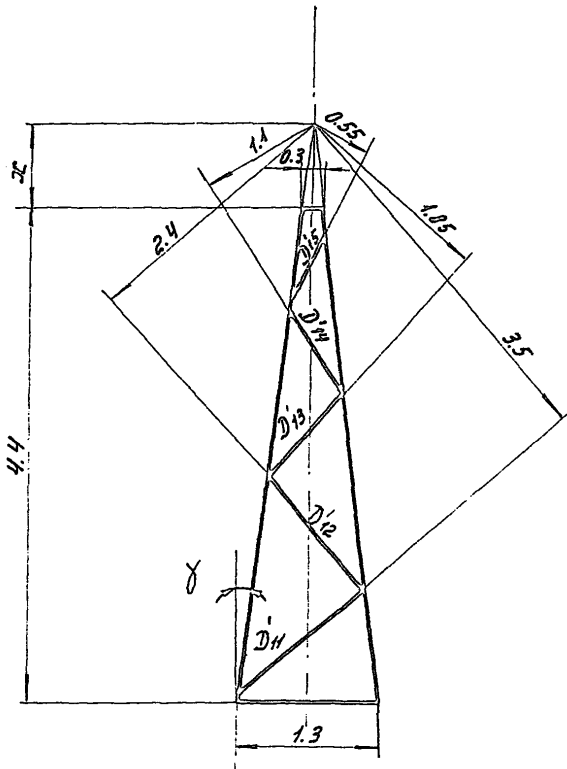
Определение усилий в раскосах ствела опоры У110-4
 Гроть по оси траверс. Схема III; II-й голологод; $\alpha = 52^\circ$ без разности тяжёлый. Таблица №16

| Сечение оплечия | Изгибающие M моменты (тм) | | Поперечн. сила Q (т) | Крутящий момент $M_{кр}$ (тм) | Обозначение элемента | Базис "B" (м) | $\epsilon g \delta$ | Угол наклона на раскосах к горизонту β | $\cos \beta$ | $2 \cos \beta$ | $\frac{M}{B} \epsilon g \delta$ | $4B \cos \beta$ | Усилия в раскосах (т) | | |
|--------------------|---|---------------------------|------------------------------|--|-------------------------|---------------------|---------------------|---|--------------|----------------|---------------------------------|-----------------|--|--------------------------------------|----------------|
| | От тяжёлый | От ветровой нагрузки | | | | | | | | | | | $D' = \frac{Q}{4 \cos \beta}$; $D'' = \frac{Q - \frac{M_{кр}}{B}}{2 \cos \beta}$ | $D'' = \frac{M_{кр}}{4B \cos \beta}$ | $D = D' + D''$ |
| 10-10 ▽22,5 м | $129 \times 6,4 = 8,25$ $15 \times 2,05 \times 1,0 = 3,08$ 4,37 | $0,665 \times 3,1 = 2,06$ | 4,37 | $2,1 \times 3,1 = 6,5$ | D ₁₀ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 1,39 | 1,59 | 2,98 |
| 9-9 ▽19,0 м | $129 \times 9,9 = 12,8$ $2 \times 2,05 \times 4,5 = 18,4$ $1,5 \times 2,05 \times 0,5 = 1,54$ 8,47 | $0,665 \times 4,6 = 3,06$ | 8,47 | $2,1 \times 4,6 = 9,65$ | D ₉ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 2,51 | 2,05 | 4,56 |
| 8-8 ▽15,0 м | $847 \times 4,0 = 33,88$ $2 \times 2,05 \times 0,5 = 2,05$ 12,57 | 3,06 | 12,57 | 9,65 | D ₈ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 3,98 | 2,05 | 6,03 |
| 7-7 ▽11,0 м | $12,57 \times 1,0 = 12,57$ 81,24 | 3,06 | 12,57 | 9,65 | D ₇ | 1,36 | 0,15 | 37° | 0,798 | 1,596 | 8,95 | 4,35 | 1,67 | 2,22 | 3,89 |
| 6-6 ▽12,8 м | $84,24$ $12,57 \times 1,2 = 15,1$ 96,34 | 3,06 | 12,57 | 9,65 | D ₆ | 1,74 | 0,15 | 41° | 0,754 | 1,508 | 8,3 | 5,24 | 1,34 | 1,84 | 3,18 |
| 5-5 ▽11,1 м | $96,34$ $12,57 \times 1,7 = 21,4$ 117,74 | 3,06 | 12,57 | 9,65 | D ₅ | 2,12 | 0,15 | 42° | 0,743 | 1,486 | 8,32 | 6,3 | 1,37 | 1,53 | 2,90 |
| 4-4 ▽9,1 м | $117,74$ $12,57 \times 2,0 = 25,14$ 142,88 | 3,06 | 12,57 | 9,65 | D ₄ | 2,71 | 0,15 | 35° | 0,819 | 1,638 | 7,94 | 8,86 | 1,01 | 1,09 | 2,10 |
| 3-3 ▽6,8 м | $142,88$ $12,57 \times 2,3 = 28,9$ 171,78 | 3,06 | 12,57 | 9,65 | D ₃ | 3,47 | 0,15 | 42° | 0,743 | 1,486 | 7,4 | 10,3 | 0,75 | 0,94 | 1,69 |
| 2-2 ▽4,1 м | $171,78$ $12,57 \times 2,7 = 33,9$ 205,68 | 3,06 | 12,57 | 9,65 | D ₂ | 4,28 | 0,15 | 25° | 0,906 | 1,812 | 7,2 | 15,55 | 0,51 | 0,62 | 1,13 |
| 1-1 ▽1,7 м | $205,68$ $12,57 \times 2,4 = 30,1$ 235,78 | 3,06 | 12,57 | 9,65 | D ₁ | 4,99 | 0,15 | 31° | 0,857 | 1,714 | 7,1 | 17,1 | 0,48 | 0,56 | 1,04 |

Определение углов в раскосах створа опоры У110-У
 Грань 1 оси траверс. Схема III; IV район гололеда; $\alpha = 0^\circ$; без разности тяжений Таблица №17

| Высота отметка | Изгибающие моменты (тм) | | Полная сила в силье В (т) | Крутящий момент M _{кр} (тм) | Обозначение элемента | База "р" (м) | $\xi \gamma \delta$ | Угол наклона на раскосе к горизонту "в" | $\cos \beta$ | $2 \cos \beta$ | $\frac{M_{кр}}{r} \xi \gamma \delta$ | $4 B \cos \beta$ | Усилия в раскосах (т) | | |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|---|-------------------------|-----------------|---------------------|--|--------------|----------------|--------------------------------------|------------------|---------------------------------|---|----------------|
| | От тяжения | От весовой нагрузки | | | | | | | | | | | $D' = \frac{B}{4 \cos \beta}$; | $D'' = \frac{M_{кр}}{4 B \cos \beta}$; | $D = D' + D''$ |
| 10-10 122,5 м | $2,36 \times 1,0 = 2,36$ | — | 2,36 | 7,3 | D' ₁₀ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 0,75 | 1,78 | 2,5 |
| 9-9 120 м | $2,36 \times 0,5 = 1,18$ | — | 2,36 | 10,9 | D' ₉ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 0,75 | 2,66 | 3,4 |
| 8-8 115,0 м | $2,36 \times 4,0 = 9,44$ 11,8 | — | 2,36 | 10,9 | D' ₈ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 0,75 | 2,66 | 3,4 |
| 7-7 114,0 м | $2,36 \times 1,0 = 2,36$ 12,98 | — | 2,36 | 10,9 | D' ₇ | 1,36 | 0,15 | 37° | 0,798 | 1,596 | 1,44 | 4,34 | 0,16 | 2,52 | 2,7 |
| 6-6 112,8 м | $2,36 \times 1,2 = 2,84$ 12,98 | — | 2,36 | 10,9 | D' ₆ | 1,74 | 0,15 | 41° | 0,754 | 1,508 | 1,37 | 5,24 | 0,13 | 2,08 | 2,2 |
| 5-5 111 м | $2,36 \times 1,7 = 4,0$ 12,98 | — | 2,36 | 10,9 | D' ₅ | 2,12 | 0,15 | 42° | 0,743 | 1,486 | 1,4 | 6,3 | 0,15 | 1,73 | 1,9 |
| 4-4 109,1 м | $2,36 \times 2,0 = 4,72$ 24,54 | — | 2,36 | 10,9 | D' ₄ | 2,71 | 0,15 | 35° | 0,819 | 1,638 | 1,36 | 8,86 | 0,11 | 1,23 | 1,3 |
| 3-3 108 м | $2,36 \times 2,3 = 5,44$ 29,98 | — | 2,36 | 10,9 | D' ₃ | 3,47 | 0,15 | 42° | 0,743 | 1,486 | 1,3 | 10,3 | 0,08 | 1,06 | 1,1 |
| 2-2 104 м | $2,36 \times 2,7 = 6,38$ 36,36 | — | 2,36 | 10,9 | D' ₂ | 4,28 | 0,15 | 25° | 0,906 | 1,812 | 1,27 | 15,55 | 0,05 | 0,07 | 0,8 |
| 1-1 101,7 м | $2,36 \times 2,4 = 5,66$ 42,02 | — | 2,36 | 10,9 | D' ₁ | 4,99 | 0,15 | 31° | 0,857 | 1,714 | 1,26 | 17,1 | 0,05 | 0,64 | 0,7 |

Расчет тросостойки



$$X = \frac{4.4 \cdot 0.2}{1.3 - 0.2} = 0.8$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{1.3 - 0.2}{2 \cdot 4.4} = 0.125$$

$$\cos \gamma = 0.992$$

Схема IV; IV р-н расхода; $\alpha = 60^\circ$

Усугуб в поже.

$$S_T = 1,39 \tau; P_{T.0} = 0,815 \tau; g_T = 1,23 \tau; G_{\text{пр.с.}} \approx 0,25 \tau;$$

$$M_L = 1,39 \cdot 4,4 = 6,1 \tau \text{м}; M_K = 0,815 \cdot 4,4 = 3,59 \tau \text{м};$$

$$\Sigma G = 0,5 \cdot 1,23 + 0,25 = 0,87 \tau$$

$$U_T = \frac{6,1 + 3,59}{2 \cdot 1,3 \cdot 0,992} + \frac{0,87}{4 \cdot 0,992} = 3,8 + 0,2 = 4,0 \tau$$

Схема IV; IV р.г.; $\alpha = 0^\circ$;

Усугуб в расходах

$$S_T = 1,6 \tau$$

$$M_{U_3} = S_T \cdot X = 1,6 \cdot 0,8 = 1,3 \tau \text{м};$$

$$D'_{11} = \frac{1,3}{2 \cdot 3,5} = 0,2 \tau$$

$$D'_{12} = \frac{1,3}{2 \cdot 2,4} = 0,3 \tau;$$

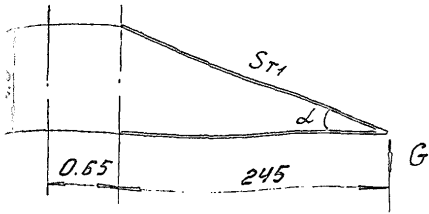
$$D'_{13} = \frac{1,3}{2 \cdot 1,85} = 0,4 \tau;$$

$$D'_{14} = \frac{1,3}{2 \cdot 1,1} = 0,6 \tau;$$

$$D'_{15} = \frac{1,3}{2 \cdot 0,55} = 1,2 \tau$$

Расчет траверса

1. Траверса $\ell = 3,1 \text{ м}$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{2,45} = 0,408,$$

$$\cos \alpha = 0,926;$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{0,975}{1,3} = 0,75;$$

$$\cos \beta_1 = 0,8;$$

$$\cos \beta_2 = 0,788$$

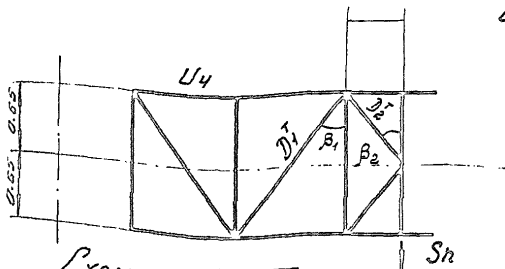


Схема III; IV р-н гололеда; $\alpha = 60^\circ$

а) Усилие в поясе

$$S_H = 2,05 \tau; \quad P_{HO} = 1,18 \tau; \quad g_H = 1,605 \tau; \quad g_T = 0,165 \tau;$$

$$g_H = 0,22 \tau; \quad G_{TP} = 0,1 \tau;$$

$$\Sigma G = 0,5g + 0,5g_H + 0,5g_H + 0,25 G_{TP} =$$

$$= 0,5 \cdot 1,6 + 0,5 \cdot 0,165 + 0,5 \cdot 0,22 + 0,25 \cdot 0,1 =$$

$$= 0,8 + 0,08 + 0,11 + 0,03 = 1,02 \tau;$$

$$U_4 = \frac{1,02 \cdot 2,45}{1,0} + \frac{2,05 \cdot 2,45}{1,3} + 1,18 = 2,5 + 3,86 + 1,18 = 7,54$$

Схема III; IV р-н гололеда; $\alpha = 0^\circ$

б) Усилие в раскосах нижней грани

$$S_H = 2,36 \tau;$$

$$D_1^T = \frac{2,36}{0,8} = 3,0 \tau; \quad D_2^T = \frac{2,36}{2 \cdot 0,788} = 1,5 \tau.$$

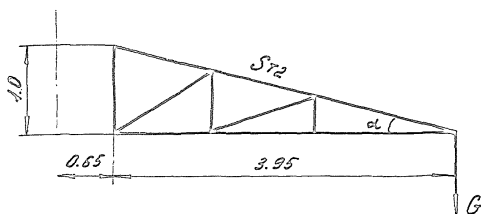
в) Усилие в тяге Схема II; IV р-н гололеда.

$$g_H = 1,6 \tau; \quad g_T = 0,165 \tau; \quad G_{TP} = 0,1 \tau;$$

$$\Sigma G = 0,5g_H + 0,5g_T + 0,25 G_{TP} = 0,5 \cdot 1,6 + 0,5 \cdot 0,165 + 0,25 \cdot 0,1 = 0,9 \tau;$$

$$S_T = \frac{0,9 \cdot 2,45}{1,0 \cdot 0,926} = 2,4 \tau.$$

Траверса $\beta = 4,6^\circ$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1.0}{3.95} = 0.253;$$

$$\cos \alpha = 0.969;$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1.15}{1.3} = 0.884;$$

$$\cos \beta = 0.749$$

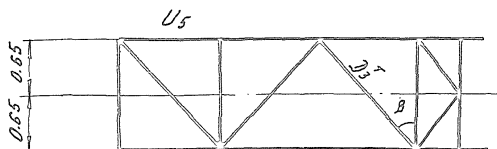


Схема III; IV P-H гололеда; $\alpha = 60^\circ$
Усилия в поясе

$$S_n = 2.05\tau; \quad P_{л.о} = 1.18\tau; \quad g_n = 1.605\tau; \quad g_r = 0.165\tau; \quad g_n = 0.22\tau;$$

$$G_{TP} = 0.2\tau;$$

$$\Sigma G = 0.5g_n + 0.5g_r + 0.5g_n + 0.25 G_{TP} =$$

$$= 0.5 \times 1.6 + 0.5 \times 0.165 + 0.5 \times 0.22 + 0.25 \times 0.2 = 1.04\tau;$$

$$U_5 = \frac{1.04 \cdot 3.95}{1.0} + \frac{2.05 \cdot 3.95}{1.3} + 1.18 = 4.1 + 6.2 + 1.18 = 11.48\tau$$

Схема III; IV P-H гололеда; $\alpha = 0^\circ$

б) Усилия в раскосах нижней грани

$$S_n = 2.36$$

$$D_3^I = \frac{2.36}{0.749} = 3.15\tau.$$

в) Усилия в тяге Схема II; IV P-H гололеда.

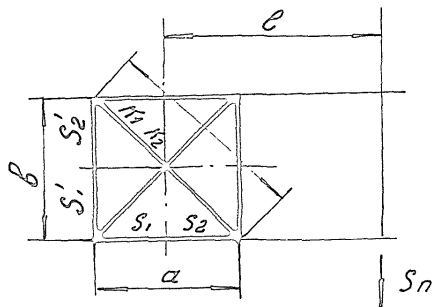
$$g_n = 1.605\tau; \quad g_r = 0.165\tau; \quad G_{TP} = 0.2\tau;$$

$$\Sigma G = 0.5g_n + 0.5g_r + 0.25 G_{TP} = 0.5 \cdot 1.6 + 0.5 \cdot 0.165 + 0.25 \cdot 0.2 =$$

$$= 0.93\tau;$$

$$S_{T2} = \frac{0.93 \cdot 3.95}{1.0 \cdot 0.969} = 3.8\tau$$

Расчет распорок и диафрагм на
отметках траверс



$$S_{1,2} = \frac{S_n}{2b} \left(e \cdot \frac{a}{2} \right);$$

$$S'_{1,2} = \frac{S_n}{2};$$

$$K = \frac{S_n}{4} \times \frac{d}{db} (e - a).$$

Схема III; IV P-н гололеда; $\alpha = 0^\circ$

$$S_n = 2,36 \text{ т};$$

$$d = b = 1,3 \text{ м}; \quad d = 1,84 \text{ м}$$

Верхняя траверса $e = 3,1 \text{ м}$

$$S_1 = \frac{2,36}{1,3 \times 2} \left(3,1 - \frac{1,3}{2} \right) = 2,23 \text{ т}$$

$$\frac{2,36}{2} = 1,18 \text{ т}$$

$$K_1 = \frac{2,36}{4} \times \frac{1,84}{1,3^2} (3,1 - 1,3) = 1,2 \text{ т};$$

Средняя траверса $e = 4,6 \text{ м}$

$$S_2 = \frac{2,36}{2 \cdot 1,3} \left(4,6 - \frac{1,3}{2} \right) = 3,6 \text{ т};$$

$$S'_2 = \frac{2,36}{2} = 1,18$$

$$K_2 = \frac{2,36}{4} \cdot \frac{1,84}{1,3^2} (4,6 - 1,3) = 2,2 \text{ т}$$

Концевая опора

Проверка поясов опоры УМО-3 по сх. II К

Провод АС-120, II Р-Н

$$S_n = 12,2 \times 137 \times 1,3 = 2175 \text{ кг}$$

$$\alpha = 40^\circ \quad \cos 2\alpha = 0,94 \quad \sin 2\alpha = 0,342$$

$$S_n = 2175 \times 0,94 = 2040 \text{ кг} - \text{прямой}$$

$$P_n = 2175 \times 0,342 + 195 = 940 \text{ кг} - \text{контрел}$$

$$S_T = 2360 \times 0,94 = 2220 \text{ кг}$$

$$P_T = 2360 \times 0,342 + 210 = 1020 \text{ кг}$$

Сеч. 8-8 (∇ 15,0)

$$M = (2,22 + 1,02) \times 9,9 + (2,04 + 0,94) \times 4,5 + (2,04 + 0,94) \times 0,5 \times 2 + 0,855 \times 4,6 = \\ = 32,1 + 13,4 + 2,98 + 3,94 = 52,4 \text{ тм}$$

$$Q = 12,2 \text{ т}$$

Сеч. 3-3 (∇ 6,8)

$$M = 52,4 + 12,2 \times 0,2 = 52,4 + 100,0 = 152,4 \text{ тм}$$

$$U = \frac{152,4 + 3,3}{2 \times 3,56 \times 0,989} + \frac{6,5}{4 \times 0,989} = 22,1 + 1,6 = 23,7 \text{ т}$$

$$\sigma = \frac{23,7}{11,4} = 2080 \text{ кг/см}^2$$

Провод АС-120, II Р-Н Сх. II К.

$$S_n = 12,2 \times 137 \times 1,3 = 2175 \text{ кг}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\Sigma (P+S) = 2175 (0,5 + 0,866) + 0,2 = 2,96 + 0,2 = 3,16 \text{ т} < 3,2 \text{ т}$$

Следовательно, $\alpha = 60^\circ$

Проверка поясов опоры УНО-У по сч. II к.

Провод АС-120, II р-н

$$S_n = 12,2 \times 137 \times 1,3 = 2175 \text{ кг}$$

$$\alpha = 20^\circ$$

$$S_n = 2175 \times 0,984 = 2140 \text{ кг}$$

$$P_n = 2175 \times 0,174 + 120 = 500 \text{ кг}$$

$$S_T = 1860 \times 0,984 = 1830 \text{ кг}$$

$$P_T = 1860 \times 0,174 + 70 = 390 \text{ кг}$$

$$G_n = 855 \text{ кг}$$

$$G_T = 700 \text{ кг}$$

Сеч. 3-3 (4 6.8)

$$M = 2,22 \times 22,1 + 2,64 (16,7 + 12,7 + 8,7) \times 2 = \\ = 49,1 + 201 = 267 \text{ тт}$$

$$U = \frac{257}{2 \times 3,54 \times 0,989} + \frac{9,8}{4 \times 0,985} = 36,8 + 2,5 = 39,3 \text{ т}$$

$$G = 855 \times 6 + 700 = 9.83 \text{ т}$$

$$\sigma = \frac{39,3}{18,6} = 2100 \text{ кг/см}^2$$

Провод АС-95, IV р-н

$$S_n = 1520 \text{ кг} \quad \alpha = 60^\circ$$

$$S_n = 1520 \times 0,866 = 1320 \text{ кг}$$

$$S_T = 1730 \times 0,861 = 1490 \text{ кг}$$

$$P_n = 1520 \times 0,5 = 760 + 100 = \frac{860 \text{ кг}}{\Sigma = 2180 \text{ кг}}$$

$$P_T = 1730 \times 0,5 + 70 = \frac{935 \text{ кг}}{\Sigma = 2425 \text{ кг}}$$

$$M = 2,425 \times 22,1 + 2 \times 2,18 \times 38,1 = 54,0 + 166,0 + 7 = 227 \text{ тт} \quad L 257 \text{ тт}$$

Следовательно, $\alpha = 60^\circ$

N3078TM-T6

| |
|-------|
| ЛУСТ |
| 61 63 |

НОРМАЛЬНАЯ ОПОРА
Проверка раскосов опоры УМО-3 на обрыв двух проводов ЛС-120

Таблица №18

| Значение, отметка | Изгибающие моменты | | Попер. сила Q (т) | Крутящий момент ТМ | Разноч. элемент | Базис М | tg α | β | cos β | 2 cos β | Mu / β tg α | 4β cos β | Усилие в раскосах (т) | | | R Фт (см. расч. лист) | Напряжения | | Кол-во болтов | Несущая способность болтов |
|--|--|--|-------------------|-----------------------------------|-----------------|---------|------|-----|-------|---------|-------------|----------|---|--|--------------|-----------------------|------------|------|---------------|----------------------------|
| | От тяжения | От весовой нагрузки | | | | | | | | | | | D' = $\frac{a}{2} \cdot \frac{H}{B} \cdot \frac{tg \alpha}{\cos \beta}$ | D'' = $\frac{1 \cdot K \cdot P}{4 \beta \cos \beta}$ | D = D' + D'' | | б | Р | | |
| Σ П = 1850 кг | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Грань II осям траверс. Схема III, IV Р-Н гололеда. α = 60° без разности тяжения. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9-9 ↓ 18,5 | $\frac{1,545 \times 6,4 = 9,9}{0,925 \times 1,0 = 0,93}$ 2,47 | $\frac{0,855 \times 3,1 = 2,65}{}$ 10,83 | 2,47 | $\frac{1,6 \times 3,1 = 4,96}{}$ | D ₉ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 0,78 | 1,2 | 2,0 | 2,68 | 750 | 2100 | 1М15 | 2,56 |
| 8-8 ↓ 15,0 | $\frac{2,47 \times 3,5 = 8,65}{1,85 \times 1,5 \times 0,5 = 1,39}$ 5,25 | $\frac{2,65}{0,855 \times 4,6 = 3,93}$ $\frac{-1,545 \times 3,1 = -4,8}{4,78}$ 20,87 | 5,25 | $\frac{4,6 (3,1 + 4,6) = 12,3}{}$ | D ₈ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 1,57 | 3,0 | 4,7 | 2,81 | 1670 | 2100 | 2М16 | 5,22 |
| 7-7 ↓ 14,0 | $\frac{5,25 \times 1,0 = 5,95}{26,12}$ | 1,78 | 5,25 | 12,3 | D ₇ | 1,38 | 0,15 | 37° | 0,798 | 1,596 | 3,03 | 4,41 | 0,25 | 2,8 | 3,1 | 3,67 | 850 | 2100 | 1М20 | 3,8 при d=2,0 |
| 6-6 ↓ 12,8 | $\frac{5,25 \times 1,2 = 6,3}{32,42}$ | 1,78 | 5,25 | 12,3 | D ₆ | 1,74 | 0,15 | 41° | 0,754 | 1,508 | 2,94 | 5,24 | 0,21 | 2,35 | 2,6 | 3,0 | 870 | 2100 | 1М20 | 3,2 |
| 5-5 ↓ 11,1 | $\frac{5,25 \times 1,7 = 8,9}{41,32}$ | 1,78 | 5,25 | 12,3 | D ₅ | 2,12 | 0,15 | 42° | 0,743 | 1,486 | 3,05 | 6,3 | 0,28 | 1,95 | 2,2 | 2,33 | 940 | 2100 | 1М20 | 3,2 |
| Грань I осям траверс. Схема II, IV Р-Н гололеда α = 0° | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9-9 ↓ 18,5 | $1,85 \times 1,0 = 1,85$ | — | 1,85 | $1,85 \times 3,1 = 5,75$ | D' ₉ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 0,59 | 1,4 | 2,0 | 2,68 | 750 | 2100 | 1М16 | 2,56 |
| 8-8 ↓ 15,0 | $\frac{1,85 \times 3,5 = 6,5}{1,85 \times 0,5 = 0,93}$ 3,7 | — | 3,7 | $1,85 \times (3,1 + 4,6) = 14,3$ | D' ₈ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 1,2 | 3,5 | 4,7 | 2,81 | 1680 | 2100 | 2М16 | 5,22 |
| 7-7 ↓ 14,0 | $\frac{3,7 \times 1,0 = 3,7}{12,98}$ | — | 3,7 | 14,3 | D' ₇ | 1,38 | 0,15 | 37° | 0,798 | 1,596 | 1,41 | 4,41 | 0,3 | 3,2 | 3,5 | 3,67 | 960 | 2100 | 1М20 | 3,8 при d=2,0 |
| 6-6 ↓ 12,8 | $\frac{3,7 \times 1,2 = 4,45}{17,43}$ | — | 3,7 | 14,3 | D' ₆ | 1,6 | 0,15 | 41° | 0,754 | 1,608 | 1,63 | 5,24 | 0,2 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 970 | 2100 | 1М20 | 3,2 |
| 5-5 ↓ 11,1 | $\frac{3,7 \times 1,7 = 6,3}{23,73}$ | — | 3,7 | 14,3 | D' ₅ | 2,12 | 0,15 | 42° | 0,743 | 1,486 | 1,68 | 6,3 | 0,1 | 2,3 | 2,4 | 2,33 | 1030 | 2100 | 1М20 | 3,2 |

схема (в. п. 62)

Проверка раскосов опоры *Нормальная опора* У110-4 на обрыве двух проводов АС-120

Таблица № 19

| Отметка, сечение | Изгибающие моменты (тм) | | Попер. сила Qt | Крутящий момент ТМ | Обозначен. элемента | База М | tg α | γβ | Cos β | 2Cos β | M _ч / B tg α | 48Cos β | Усилие в раскосе (τ) | | | F _{шт} | Напряжение | | Кал-во болтов | Несущая способность болтов |
|--|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------|--------|------|-----|-------|--------|-------------------------|---------|--|--|--|-----------------|------------|------|---------------|----------------------------|
| | От тяжения | От весовой нагрузки | | | | | | | | | | | D ₁ = $\frac{Q}{2} \frac{M \text{ tg } \alpha}{2 \text{ Cos } \beta}$ | D ₂ = $\frac{M \text{ ч } \tau}{48 \text{ Cos } \beta}$ | D ₃ = D ₁ + D ₂ | | σ | R | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>S_п = 1,81т</i> <i>Грань II осям траверс. Схема III, IV р-н гололеда α = 50° без разности тяжения</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-10 ↓ 22,5 | $\frac{1,16 \times 6,4 = 7,4}{\frac{1,53 \times 1,5 \times 1,0 = 2,3}{3,46}}$ | $0,69 \times 3,1 = 2,2$ | 3,46 | $\frac{1,64 \times 3,1 = 5,1}{5,1}$ | D ₁₀ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 1,1 | 1,2 | 2,3 | 2,68 | 860 | 2100 | 1М16 | 301 при 2д |
| 9-9 ↓ 19,0 | $\frac{3,46 \times 3,5 = 12,1}{\frac{1,53 \times 1,5 \times 0,5 = 1,15}{5,76}}$ | $\frac{2,2}{0,69 \times 4,6 = 3,2}$ | 5,76 | $\frac{1,64(3,1+4,6) = 12,6}{12,6}$ | D ₉ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 1,56 | 3,0 | 4,56 | 5,3 | 860 | 2100 | 1М20 | 4,56 при 2д |
| 8-8 ↓ 15,0 | $\frac{5,76 \times 4,0 = 23,1}{\frac{1,53 \times 2,0 \times 0,5 = 1,53}{8,82}}$ | 5,4 | 8,82 | 12,6 | D ₈ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 2,8 | 3,0 | 5,8 | 3,86 | 1500 | 2100 | 2М20 | 6,8 |
| 7-7 ↓ 14,0 | $\frac{8,82 \times 1,0 = 8,82}{8,82}$ | 5,4 | 8,82 | 12,6 | D ₇ | 1,36 | 0,15 | 37° | 0,798 | 1,596 | 6,8 | 4,34 | 1,5 | 2,9 | 4,4 | 5,1 | 860 | 2100 | 1М20 | 4,56 при 2д |
| 6-6 ↓ 12,8 | $\frac{8,82 \times 1,2 = 10,6}{67,0}$ | 5,4 | 8,82 | 12,6 | D ₆ | 1,74 | 0,15 | 41° | 0,754 | 1,508 | 6,2 | 5,24 | 1,19 | 2,4 | 3,6 | 3,0 | 1200 | 2100 | 1м20 | 3,8 при 2д |
| <i>Грань I осям траверс. Схема III, IV р-н гололеда α = 0° без разности тяжения</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-10 ↓ 22,5 | $1,81 \times 1,0 = 1,81$ | — | 1,81 | $1,81 \times 3,1 = 5,6$ | D ₁₀ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 0,6 | 1,4 | 2,0 | 2,68 | 750 | 2100 | 1М16 | 301 при 2д |
| 9-9 ↓ 19,0 | $\frac{1,81 \times 3,5 = 6,4}{\frac{1,81 \times 0,5 = 0,9}{3,62}}$ | — | 3,62 | $\frac{1,81(3,1+4,6) = 14,0}{14,0}$ | D ₉ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 1,1 | 3,4 | 4,5 | 5,3 | 850 | 2100 | 1М20 | 4,56 при 2д |
| 8-8 ↓ 15,0 | $\frac{3,62 \times 4,0 = 14,5}{23,65}$ | — | 3,62 | 14,0 | D ₈ | 1,3 | 0 | 38° | 0,788 | 1,576 | 0 | 4,1 | 1,1 | 3,4 | 4,5 | 3,86 | 1170 | 2100 | 2М20 | 6,8 |
| 7-7 ↓ 14,0 | $\frac{3,62 \times 1,0 = 3,62}{27,27}$ | — | 3,62 | 14,0 | D ₇ | 1,36 | 0,15 | 37° | 0,798 | 1,596 | 3,0 | 4,34 | 0,75 | 3,2 | 4,0 | 5,1 | 1090 | 2100 | 1М20 | 4,56 при 2д |
| 6-6 ↓ 12,8 | $\frac{3,62 \times 1,2 = 4,35}{31,62}$ | — | 3,62 | 14,0 | D ₆ | 1,74 | 0,15 | 41° | 0,754 | 1,508 | 2,7 | 5,24 | 0,6 | 2,7 | 3,3 | 3,0 | 1100 | 2100 | 1М20 | 3,8 при 2д |