

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

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

Унифицированные стальные опоры
ВЛ 35 - 330 кв
/ РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ /

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 2
РАСЧЕТЫ ОПОР

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР	<i>[Signature]</i>	/К.Крюков/
/ НАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА	<i>[Signature]</i>	/В.Гальперин/
НАЧ ОТДЕЛА ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	<i>[Signature]</i>	/К.Синелобов/
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА	<i>[Signature]</i>	/Б.Новгородцев/

ЛЕНИНГРАД - 1973

№5736ТМ-Т 2 Лист
387

Аннотация

В настоящем томе приводятся проверочные расчеты промежуточных и анкерно-угловых опор при подвесе проводов большого сечения на ВЛ 110, 150, 220 и 330 кВ, расчет промежуточных опор, применяемых в качестве промежуточных угловых, и расчеты подставок высотой 5 м для анкерно-угловых опор 35 и 110-150 кВ

Расчеты опор и подставок выполнены для ветровых и гололедных районов, принятых в расчетах отдельных типов опор Висходных проектах.

Расчеты выполнены по методу предельных состояний согласно нормам ПУЭ-66, СН и ПП-Н.9-62, с учетом изменений некоторых пунктов ПУЭ-66, утвержденных решением Министерства энергетики и электрификации СССР №113 от 7 сентября 1967г при рассмотрении проекта унифицированных опор

Состав проекта

	Инвентарный номер
1. Том 1 Пояснительная записка	5736ТМ-Т1
2. Том 2 Расчеты опор	5736ТМ-Т2
3. Том 3 Рабочие чертежи опор	5736ТМ-Т3
4. Том 4 Патентный формуляр (хранить в СЗО ин-та "Энергосетьпроект"	5736ТМ-Т4

литера "Д" присвоена в связи с изменением
состава проекта

12.2.74 *ГМЧ*

ЭСП	N5736ТМ-Т2	Лист 52/87
-----	------------	---------------

Содержание тома 4

- | | |
|---|---------|
| 1. Применение опор для подвески проводов большего сечения | 7 ÷ 33 |
| 2. Применение промежуточных опор в качестве промежуточных угловых | 34 ÷ 59 |
| 3. Расчет подставок высотой 5 м для анкерно-угловых опор 35 и 110-150 кВ. | 60 ÷ 79 |
| 4. Расчет подставки С71 высотой 5 м для анкерно-угловой опоры 330 кВ У330-1 | 80 ÷ 83 |
| 5. Расчет подставки Р13 высотой 5 м для промежуточной опоры ПС 330-7 | 84 ÷ 87 |

1. Одноцепные ВЛ 110кВ, провод АСО-300

1.1. Опора П110-3, I-II район гололедности.

Промежуточная опора П110-3 для I-II районов гололедности (см. расчетный лист №3078тм-113) в аварийном режиме рассчитана на расчетное тяжение $S_n = 1,29т$, которому соответствует нормативное тяжение $\frac{1,29}{1,04} = 1,24т$

По прочности наиболее загруженного элемента (раскоса D_7^T) можно допустить несколько большее тяжение: $S = \frac{1,24 \times 205}{2,0} = 1,27т$, которому соответствует напряжение в проводе АСО-300 $\sigma_r = \frac{1270}{0,4 \times 328,2} = 9,65 \text{ кг/мм}^2$

В I р.г. наибольшее напряжение в проводе при пролетах 360-400 м $< 9,65 \text{ кг/мм}^2$ (№ 1950тм-т5, лист 31). Поэтому монтаж проводов можно производить с нормальным тяжением по типовому расчету №1950тм-т5.

При стреле провеса $f = 11,8 м$ находим $l_{доб} = 400 м$
Принимаем: $l_{ветр} = 400 м$; $l_{вес} = 1,25 l_{доб} = 500 м$

Во II р.г. наибольшее напряжение в проводе при пролетах 360-400 м превышает $9,65 \text{ кг/мм}^2$.

Поэтому провод необходимо монтировать с ослабленным тяжением из расчета провода, выполненного на базе $\sigma_r = 9,65 \text{ кг/мм}^2$, находим для стрелы провеса $f = 11,8 м$

значение $V_{\text{год}} = 360 \text{ м}$

Принимаем: $V_{\text{ветр.}} = 400 \text{ м}$; $V_{\text{вес.}} = 1,25 \times V_{\text{год}} = 450 \text{ м}$;

Проверка усилий в поясах ствала опоры при подвесе провода АСО-300 с вышеуказанными пролетами в I-II р.г. дана в таблице №4

Нагрузки определены путем умножения пролетов на единичные нагрузки, указанные в работе № 3363 тп

1.2. Опора П110-5, III-IV район гололедности

Промежуточная опора П110-5 для III и IV р.г. (см. расчетный лист № 3078 тп-145) в аварийном режиме рассчитана на расчетное тяжение $S_{\text{п}} = 1,29 \text{ т}$, которому соответствует нормативное тяжение $\frac{1,29}{1,04} = 1,24 \text{ т}$

По прочности наиболее загруженного элемента (раскоса D_7^T) можно допустить несколько большее тяжение: $S = \frac{1,24 \times 205}{2,0} = 1,27 \text{ т}$, которому соответствует напряжение в проводе АСО-300 $\sigma_{\text{г}} = \frac{1270}{0,4 \times 328,2} = 9,65 \text{ кг/мм}^2$

В III р.г. наибольшее напряжение при пролетах 300-360 м превышает $9,65 \text{ кг/мм}^2$

Поэтому провод необходимо монтировать с ослабленным тяжением. Из расчета провода, выполненного на базе $\sigma_{\text{г}} = 9,65 \text{ кг/мм}^2$, находим для стрелы провеса $f = 11,8 \text{ м}$

значение $l_{\text{греб.}} = 320 \text{ м}$

Принимаем: $l_{\text{ветр.}} = 320 \text{ м}$; $l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{греб.}} = 400 \text{ м}$

В IV р.г. наибольшее напряжение при пролетах 250-300 м, также превышает $9,65 \text{ кг/мм}^2$

Поэтому провود необходимо монтировать с ослабленным тяжением. Из расчёта провуда, выполненного на базе $\sigma_r = 9,65 \text{ кг/мм}^2$ находим для стрелы провеса $f = 11,8 \text{ м}$ значение $l_{\text{греб.}} = 280 \text{ м}$

Принимаем: $l_{\text{ветр.}} = 320 \text{ м}$, $l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{греб.}} = 350 \text{ м}$;

Проверка усилий в поясах ствoла опоры при подвеске провуда АСО-300 с вышеуказанными пролетами в III-IV р.г. дана в таблице №2

Нагрузки определены путем умножения пролетов на единичные нагрузки указанные в работе №3363 тм

2. Двухцепные ВЛ 110 кВ, провуд АСО-300

2.1. Опора П110-4, I-II район гололедности

Соотношения тяжений и пролетов у двухцепной опоры П110-4 такие же, как у опоры П110-3 (см выше 1.1)

Принимаем пролёты: в I р.г.

$l_{\text{габ.}} = 400 \text{ м}$; $l_{\text{ветр.}} = 400 \text{ м}$; $l_{\text{вес.}} = 1,25 \cdot l_{\text{габ.}} = 500 \text{ м}$

Во II р.г. $l_{\text{габ.}} = 360 \text{ м}$; $l_{\text{ветр.}} = 400 \text{ м}$; $l_{\text{вес.}} = 1,25 \cdot l_{\text{габ.}} = 450 \text{ м}$

Опора ПНО-6, III-IV районы гололедности

в III р.г.

$l_{\text{габ.}} = 320 \text{ м}$; $l_{\text{ветр.}} = 320 \text{ м}$; $l_{\text{вес.}} = 1,25 \cdot l_{\text{габ.}} = 400 \text{ м}$,

в IV р.г.

$l_{\text{габ.}} = 280 \text{ м}$; $l_{\text{ветр.}} = 320 \text{ м}$; $l_{\text{вес.}} = 1,25 \cdot l_{\text{габ.}} = 350 \text{ м}$;

Проверка усилий в поясах ствола опоры ПНО-4 при подвеске провода АСО-300 с вышеуказанными пролетами в I-II р.г. дана в таблице 3.

Проверка усилий в поясах ствола опоры ПНО-6 при подвеске провода АСО-300 с вышеуказанными пролетами в III-IV р.г. дана в таблице 4

Нагрузки определены путем умножения пролетов на единичные нагрузки, указанные в работе №3363 тм

3. Одноцепные ВЛ 150 кВ, провод АСО-300

3.1. Опора П150-1, I-IV районы гололедности

Промежуточная опора П150-1 для I-IV районов гололедности (см. расчетный лист №3078 тм-151) в аварийном режиме рассчитана на расчетное тяжение $S_p = 1,29 \text{ т}$,

которому соответствует нормативное
тяжение $\frac{1,29}{1,04} = 1,24 \text{ т}$

По прочности наиболее загруженного
элемента (раскоса \mathcal{D}_7) можно допустить
несколько большее тяжение $S = \frac{1,24 \cdot 2,05}{2,0} = 1,27 \text{ т}$, которому
соответствует напряжение в проводе ЯГО-300;

$$\sigma_r = \frac{1270}{0,4 \times 328,2} = 9,65 \text{ кг/мм}^2$$

В I р.г. наибольшее напряжение в проводе
при пролетах 300-380 м $< 9,65 \text{ кг/мм}^2$

(1950т-т5, лист 31). Поэтому монтаж проводов
можно производить с нормальным тяже-
нием по типовому расчету №1950т-т5.

При стреле провеса $f = 10,9 \text{ м}$ находим
 $l_{\text{год}} = 380 \text{ м}$, однако расчет опоры на нагрузки,
соответствующие $l_{\text{ветр.}} = 380 \text{ м}$, показывает, что

прочность опоры недостаточна, поэтому принимаем:

$$l_{\text{ветр.}} = 350 \text{ м}; \quad l_{\text{вес}} = 1,25 \times l_{\text{год}} = 475 \text{ м};$$

Во II, III и IV р.г. наибольшее напряжение
при пролетах 300-380 м превышает
 $9,65 \text{ кг/мм}^2$, поэтому провод необходимо
монтировать с ослабленным тяжением.

Из расчета провода, выполненного на базе
 $\sigma_r = 9,65 \text{ кг/мм}^2$, находим для стрелы провеса
 $f = 10,9 \text{ м}$, соответственно для II, III и IV районов
гололедности, значения габаритных пролетов:

$l_{\text{год.}} = 345 \text{ м}; l_{\text{год.}} = 300 \text{ м}$ и $l_{\text{год.}} = 270 \text{ м}$

Принимаем: $l_{\text{ветр.}} = 350 \text{ м}$ для II, III и IV р.г.

$l_{\text{год.}} = 345 \text{ м}; l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{год.}} = 430 \text{ м}$

$l_{\text{год.}} = 305 \text{ м}; l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{год.}} = 380 \text{ м}$

$l_{\text{год.}} = 270 \text{ м}; l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{год.}} = 340 \text{ м}$

Проверка усилий в поясах ствола опоры, при подвеске провода АСО-300 с вышеуказанными пролетами в I-IV районах гололедности, дана в таблице №5

4. Двухцепные ВЛ 150 кВ, провод АСО-300

4.1. Опора П150-2, I-IV районы гололедности

Промежуточная опора П150-2 для I-IV районов гололедности (см. расчетный лист №3078ТМ-152) в аварийном режиме рассчитана на расчетное тяжение $S_n = 1,29 \text{ т}$, которому соответствует нормативное тяжение $\frac{1,29}{1,04} = 1,24 \text{ т}$

По прочности наиболее загруженного элемента (раскоса D_7) можно допустить несколько большее тяжение $S = \frac{1,24 \cdot 2,05}{2,0} = 1,27 \text{ т}$, которому соответствует напряжение в проводе АСО-300:

$$\sigma_{\text{г}} = \frac{1270}{0,4 \times 328,2} = 9,65 \text{ кг/мм}^2$$

т.е. такое же, как у одноцепной опоры П150-1 (см. выше п. 3)

Поэтому значения габаритных пролетов получаются такие же, как у одноцепной опоры.

Принимаем: $l_{ветр} = 350$ м в I; II; III и IV р. г. и соответственно:

$$l_{габ.} = 380 \text{ м} \quad l_{вес.} = 1,25 \times l_{габ.} = 475 \text{ м}$$

$$l_{габ.} = 345 \text{ м} \quad l_{вес.} = 1,25 \times l_{габ.} = 430 \text{ м}$$

$$l_{габ.} = 305 \text{ м} \quad l_{вес.} = 1,25 \times l_{габ.} = 380 \text{ м}$$

$$l_{габ.} = 270 \text{ м} \quad l_{вес.} = 1,25 \times l_{габ.} = 340 \text{ м}$$

Проверка поясов ствóла опоры П150-2 выполнена в таблице №6

5. Одноцепные ВЛ 220 кВ, провод АСО-500

5.1. Опора П220-3, I-IV районы гололедности

Промежуточная опора П220-3 для I-IV районов гололедности (см. расчетный лист № 3080 тн-тб-15) в аварийном режиме рассчитана на расчетное тяжение $S_n = 2,08$ т, которому соответствует нормативное тяжение $\frac{2,08}{1,04} = 2,0$ т

По прочности наиболее загруженных элементов (раскос D_6 и раскос D_2) тяжение в проводе не может быть больше 2,0 т, которому соответствует напряжение в проводе АСО-500

$$\sigma_r = \frac{2000}{0,4 \times 544,9} = 9,23 \text{ кг/мм}^2$$

В I р.г. наибольшее напряжение в проводе при пролетах 400-480 м меньше $9,23 \text{ кг/мм}^2$ (№ 1950 тм-т5 лист 39). Поэтому монтаж проводов можно производить с нормальным тяжением по типовому расчёту № 1950 тм-т5.

При стреле провеса $f = 16,1 \text{ м}$ находим $l_{\text{греб.}} = 475 \text{ м}$, принимаем:

$$l_{\text{ветр.}} = 475 \text{ м}; \quad l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{греб.}} = 595 \text{ м}$$

Во II, III и IV районах гололёда наибольшее напряжение при пролетах 400-480 м превышает $9,23 \text{ кг/мм}^2$, поэтому провод необходимо монтировать с ослабленным тяжением.

Из расчёта провода, выполненного на базе $\sigma_r = 9,23 \text{ кг/мм}^2$, находим для стрелы провеса $f = 16,1 \text{ м}$, соответственно для II, III и IV районов гололедности, значения габаритных пролетов:

$$l_{\text{греб.}} = 445 \text{ м}; \quad l_{\text{греб.}} = 400 \text{ м} \text{ и } l_{\text{греб.}} = 365 \text{ м}$$

Принимаем: $l_{\text{ветр.}} = 475 \text{ м}$ для II, III и IV р.г.

$$l_{\text{греб.}} = 445 \text{ м}; \quad l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{греб.}} = 555 \text{ м}$$

$$l_{\text{греб.}} = 400 \text{ м}; \quad l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{греб.}} = 500 \text{ м}$$

$$l_{\text{греб.}} = 365 \text{ м}; \quad l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{греб.}} = 455 \text{ м}$$

Проверка усилий в поясах ствола опоры, при подвеске провода АСО-500 с вышеуказанными пролетами в I-IV районах гололедности, дана в таблице №7.

б. Двухцепные ВЛ 220кВ, провод АСО-500

б.1. Опора П220-2, I-IV район гололедности

Промежуточная опора П220-2 для I-IV районов гололедности (см. расчетный лист №3080 тм-тб-16) в аварийном режиме рассчитана на расчетное тяжение $S_p=2.08т$, которому соответствует нормативное тяжение $\frac{2.08}{1.04} = 2.0т$

По прочности наиболее загруженного элемента (раскос траверсы ДЗ) тяжение в проводе не может быть больше 2.0т, которому соответствует напряжение в проводе АСО-500:

$$\sigma_f = \frac{2000}{0.4 \times 541.7} = 9,23 \text{ кг/мм}^2$$

В I р.г. наибольшее напряжение в проводе при пролетах 400-480 м меньше 9,23 кг/мм² (№1950 тм-т5 лист 39)

Поэтому монтаж проводов можно производить с нормальным тяжением. по типовому расчету №1950 тм-т5

При стреле провода $f=13,1м$ находим

$l_{\text{гав.}} = 425 \text{ м}$, принимаем:

$l_{\text{ветр.}} = 425 \text{ м}$; $l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{гав.}} = 530 \text{ м}$

Однако, расчет опоры на нагрузки, соответствующие $l_{\text{ветр.}} = 425 \text{ м}$ и $l_{\text{вес.}} = 530 \text{ м}$, показывает, что прочность опоры недостаточно, поэтому принимаем:

$l_{\text{ветр.}} = 375 \text{ м}$; $l_{\text{вес.}} = 430 \text{ м}$

Во II, III и IV районах гололеда наибольшее напряжение в проводе при пролетах 400-480 м превышает $9,23 \text{ кг/мм}$, поэтому провод необходимо монтировать с ослабленным натяжением

Из расчёта провода, выполненного на базе $\sigma_r = 9,23 \text{ кг/мм}^2$, находим для стрелы провеса $f = 13,1 \text{ м}$ соответственно для II, III и IV районов гололедности, значения габаритных пролётов:

$l_{\text{гав.}} = 400 \text{ м}$; $l_{\text{гав.}} = 360 \text{ м}$ и $l_{\text{гав.}} = 325 \text{ м}$

Принимаем:

$l_{\text{ветр.}} = 375 \text{ м}$ для II, III и IV районов гололедности.

$l_{\text{гав.}} = 400 \text{ м}$; $l_{\text{вес.}} = 430 \text{ м}$

$l_{\text{гав.}} = 360 \text{ м}$; $l_{\text{вес.}} = 430 \text{ м}$

$l_{\text{гав.}} = 325 \text{ м}$; $l_{\text{вес.}} = 1,25 \times 325 = 405 \text{ м}$.

Проверка усилий в тросах ствола опоры П220-3 при подвеске провода АСО-500 с вышеуказанными пролётами в I-II р. г. дана в таблице 3.

7. Одноцепные ВЛ 330кВ, провод 2хАСО-500

7.1. Опора ПЗЗ0-3, I-II районы гололедности

Промежуточная опора ПЗЗ0-3 для I-II районов гололедности (см расчетный лист №3080тм-т8-15) в аварийном режиме, рассчитана на расчетное тяжение $S_p = 3,2$, которому соответствует нормативное тяжение $\frac{3,2}{1,04} = 3,08$ т

По прочности наиболее загруженного элемента (раскосы D_{10} , D_{18}) тяжение в проводе не может быть больше 3,08 т которому соответствует напряжение в проводе 2хАСО-500:

$$\sigma_T = \frac{3080}{0,4 \times 2 \times 541,7 \times 0,8} = 8,9 \text{ кг/мм}^2$$

В I р.г. наибольшее напряжение в проводе при пролетах 400-450 м меньше $8,9 \text{ кг/мм}^2$ (№1950тм-т5 лист 39). Поэтому монтаж проводов можно производить с нормальным тяжением по типовому расчету №1950тм-т5.

При стреле провеса $f = 14,5$ м находим $l_{\text{греб.}} = 450$ м, принимаем:

$$l_{\text{веса}} = 450 \text{ м}; \text{ вес} = 1,25 \times l_{\text{греб.}} = 560 \text{ м}$$

Однако, расчет опоры на нагрузки, соответствующие $l_{ветр} = 450 \text{ м}$ и $l_{вес} = 560 \text{ м}$ показывает, что прочность опоры недостаточна, поэтому принимает $l_{ветр} = 405 \text{ м}$; $l_{вес} = 505 \text{ м}$;

Во II р.г. наибольшее напряжение в проводе, при пролетах 400-450 м, превышает $8,9 \text{ кг/мм}^2$, поэтому провод необходимо монтировать с ослабленным тяжением

Из расчета провода, выполненного на базе $\sigma_r = 8,9 \text{ кг/мм}^2$, находим для стрелы провеса $f = 14,5 \text{ м}$ значение габаритного пролёта. $l_{габ} = 415 \text{ м}$

Принимает:

$l_{ветр} = 405 \text{ м}$ для I и II районов гололедности

$l_{габ} = 450 \text{ м}$; $l_{вес} = 505 \text{ м}$

$l_{габ} = 415 \text{ м}$; $l_{вес} = 455 \text{ м}$

Проверка поясов ствѐла опоры П330-3 выполнена в табл. №9

в. Двухцепные ВЛ 330 кВ, провод 2ХАЭС-500

в. Опора П330-2, I-IV районы гололедности

Промежуточная опора П330-2 для I-IV районов гололедности (см. расчетный лист №3080 тм-тв-16) в аварийном режиме рассчитана на расчетное тяжение $S_n = 3,32 \text{ т}$, которому соответствует нормативное тяжение $\frac{3,32}{1,04} = 3,19 \text{ т}$

По прочности наиболее загруженного элемента (раскос ствoла опоры Д44) тяжение в проводе не может быть больше 3,19 т, которому соответствует напряжение в проводе $2 \times \text{АСО} = 500$:

$$\sigma_r = \frac{3190}{0,8 \times 0,4 \times 2 \times 5407} = 9,23 \text{ кг/мм}^2$$

В I р.г. наибольшее напряжение в проводе при пролётах 400-450 м меньше $9,23 \text{ кг/мм}^2$ (1950 тм - т 5 лист 39). Поэтому монтаж проводов можно производить с нормальным тяжением по типовому расчету №1950 тм - т 5

При стреле провеса $f = 14,5 \text{ м}$ находим $l_{\text{гoд.}} = 395 \text{ м}$, принимаем: $l_{\text{ветр.}} = 395 \text{ м}$;
 $l_{\text{вес.}} = 1,25 \times l_{\text{гoд.}} = 495 \text{ м}$

Во II, III и IV р.г. наибольшее напряжение в проводе, при пролётах 400-450 м, превышает $9,23 \text{ кг/мм}^2$, поэтому провод необходимо монтировать с ослабленным тяжением.

Из расчёта провода, выполненного на базе $\sigma_r = 9,23 \text{ кг/мм}^2$, находим для стрелы провеса $f = 14,5 \text{ м}$ значения габаритных пролётов, соответственно для II, III и IV р.г.

$l_{\text{греб.}} = 370 \text{ м}$; $l_{\text{греб.}} = 340 \text{ м}$ и $l_{\text{греб.}} = 305 \text{ м}$

Принимаем:

$l_{\text{ветр.}} = 395 \text{ м}$ для I, II, III и IV р.г.

$l_{\text{греб.}} = 395 \text{ м}$ $l_{\text{вес.}} = 1,25 \times 395 = 495 \text{ м}$

$l_{\text{греб.}} = 370 \text{ м}$ $l_{\text{вес.}} = 1,25 \times 370 = 465 \text{ м}$

$l_{\text{греб.}} = 340 \text{ м}$ $l_{\text{вес.}} = 1,25 \times 340 = 425 \text{ м}$

$l_{\text{греб.}} = 305 \text{ м}$ $l_{\text{вес.}} = 1,25 \times 305 = 380 \text{ м}$

Проверка подсоединения створа опоры ПЗЗ0-2 выполнена в табл. N 10

9. Анкерно-угловые опоры 110 кВ, провод АС0-300

9.1. Одноцепная У110-1, I-IV районы гололедности,
угол поворота ВЛ $\alpha = 60^\circ$,

По схеме II максимальная составляющая
вдоль трассы от тяжения провода:

$$P_2 = 9,65 \times 328,2 \times 1,4 = 4450 \text{ кг}$$

От давления ветра на провода:

$$P_1 = 1,07 \times 300 \times 0,866 \times 1,4 = 390 \text{ кг}$$

$$P_n = 4450 + 390 = 4840 \text{ кг}$$

Расчет опоры выполнен на нагрузку
4765 кг (см. черт. N 3078 тм-155). Так как
полученная нагрузка превышает принятую
только на 1%, то выполнение поверач-
ного расчета не требуется.

9.2. Двухцепная У110-2; I-IV районы гололедности,
угол поворота ВЛ $\alpha = 50^\circ$

По схеме II максимальная составляющая вдоль траверсы от тяжения провода:

$$P_2 = 9,65 \times 2 \times 328,2 \times 0,423 \times 1,4 = 3770 \text{ кг}$$

От давления ветра на провода:

$$P_1 = 1,11 \times 320 \times 0,906 \times 1,4 = 450 \text{ кг}$$

$$P_n = 3770 + 450 = 4220 \text{ кг}$$

Расчет опоры выполнен на нагрузку $3650 + 590 = 4240 \text{ кг}$ (см. черт. №3078тм-156). Так как полученная нагрузка не превышает принятую, то выполнение поверочного расчета не требуется.

10. Анкерно-угловые опоры 220кВ, провод АСО-500

10.1. Одноцепная 4/220-3, I-II районы гололедности, угол поворота ВЛ $\alpha = 60^\circ$

По схеме II максимальная составляющая вдоль траверсы от тяжения провода:

$$P_2 = 9,23 \times 2 \times 541,7 \times 0,5 \times 1,4 = 7010 \text{ кг}$$

От давления ветра на провода:

$$P_1 = 1,18 \times 475 \times 0,866 \times 1,4 = 680 \text{ кг}$$

$$P_n = 7010 + 680 = 7690 \text{ кг}$$

Расчет опоры выполнен на нагрузку 7590 кг (см. черт. 3080тм-т7-б). Так как полученная нагрузка превышает принятую только на 1%, то выполнение

поворотного расчета не требуется.

10.2. Двухцепная 4220-2, I-IV районы гололедности,
угол поворота ВЛ $\alpha = 50^\circ$

По схеме II максимальная составляющая
вдоль траверсы от тяжения провода:

$$P_2 = 9,23 \times 2 \times 541,7 \times 0,5 \times 1,4 = 7010 \text{ кг}$$

От давления ветра на провода:

$$P_1 = 1,34 \times 375 \times 0,866 \times 1,4 = 610$$

$$P_n = 7010 + 610 = 7620 \text{ кг}$$

Расчет опоры выполнен на нагрузку
7565 кг (см. черт. № 3080ТМ-Т7-5). Так как
полученная нагрузка превышает принятую
только на 0,5%, то выполнение пове-
ротного расчета не требуется.

11. Якорно-угловые опоры 330кВ, провод 2хАС-500

11.1. Одноцепная 4330-1, I-II районы гололедности,
угол поворота ВЛ $\alpha = 60^\circ$

По схеме II максимальная составляющая
вдоль траверсы от тяжения провода:

$$P_2 = 8,9 \times 2 \times 541,7 \times 2 \times 0,5 \times 1,4 = 13500 \text{ кг}$$

От давления ветра на провода:

$$P_1 = 0,75 \times 2 \times 405 \times 0,866 = 525 \text{ кг}$$

$$P_n = 13500 + 525 = 14025 \text{ кг}$$

Расчет опоры выполнен на нагрузку 15150 кг (см. черт. №3080 тм-т9-4). Так как полученная нагрузка не превышает принятую, то выполнение поверочного расчета не требуется.

н.2. Двухцепная 4330-2; I-IV районы гололедности, угол поворота ВЛ $\alpha = 60^\circ$

По схеме II максимальная составляющая вдоль трюверсы от тяжения провода.

$$P_2 = 9,23 \times 2 \times 54,7 \times 2 \times 0,5 \times 1,4 = 14000 \text{ кг}$$

От давления ветра на провода:

$$P_1 = 1,34 \times 395 \times 2 \times 0,866 \times 1,4 = 1290 \text{ кг}$$

$$P_n = 14000 + 1290 = 15290 \text{ кг}$$

Расчет опоры выполнен на нагрузку 15060 кг (см. черт. №3080 тм-т9-5) Так как полученная нагрузка превышает принятую только на 1,5%, то выполнение поверочного расчета не требуется.

Проверка поясов ствoла опоры ПНО-3 (см. расчет №3078 тм-г4 лист 32)
Таблица №1

Сечения, отметки и базы	Схема I; I _p -н гололеда			Схема I ⁰ ; I _p -н гололеда				Схема II; II _p -н гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки Б (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки Б (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провода и тросы М _и и от ветра на конструкцию опоры (тм)		Вертикальные нагрузки Б (т)	
	От нагрузок на провода и трос	От ветра на конструкцию опоры		От нагрузок на провода и трос М _и	От ветра на конструкцию опоры II _{вн} и II _{вл}		От нагрузок на провода и тросы М _и	От ветра на конструкцию опоры (тм)		
3-3 ▽ 18,0 м В = 1,0 м	0,25 × 7,0 = 1,75 0,485 × 5,0 = 2,42 0,485 × 2 × 1,0 = 0,97		0,225 × 1 = 0,225 0,6 × 3 = 1,8 0,104 × 7,0 = 0,73	0,18 × 7,0 = 1,26 0,345 × 5,0 = 1,73 0,345 × 2 × 1,0 = 0,69			0,225 × 1 = 0,225 0,6 × 3 = 1,8 0,104 × 7,0 = 0,73	0,335 × 7,0 = 2,45 0,365 × 5,0 = 1,83 0,365 × 2 × 1,0 = 0,73	0,695 × 1,0 = 0,695 1,455 × 3 = 4,365 0,104 × 7,0 = 0,73	
	1,705 М _и = 5,14 М _{н.у.} = 2,84 Σ М _и = 7,98		2,76	1,215 М _и = 3,68 М _{н.у.} = 2,84 Σ М _и = 6,52			2,76	1,43 М _и = 5,01 М _{н.у.} = $\frac{1,93}{4,8} = 0,4$ М _{н.у.} = 6,1 Σ М _и = 11,51	5,79	
	$U_3 = \frac{7,98 + 1,93}{2 \times 1,0} + \frac{2,76}{4,0} = 4,95 + 0,69 = 5,64$			$U_3 = \frac{6,52 + 1,6 + 1,72}{2 \times 1,0} + \frac{2,76}{4,0} = 4,91 + 0,69 = 5,6$				$U_3 = \frac{11,51}{2 \times 1,0} + \frac{5,79}{4,0} = 7,2$ т		
2-2 ▽ 7,0 м В = 2,1 м cos δ = 0,998	$\frac{7,98}{1,705 \times 1,0} = 18,78$		$\frac{2,76}{0,104 \times 1,0} = 1,14$	$\frac{6,52}{1,215 \times 1,0} = 13,3$			$\frac{2,76}{0,104 \times 1,0} = 1,14$	$\frac{11,51}{1,43 \times 1,0} = 15,8$	$\frac{5,79}{0,104 \times 1,0} = 1,14$	
	1,705 М _и = 26,76	М _{н.у.} = 11,97	3,9	1,215 М _и = 19,82	М _{н.у.} = 9,89	М _{н.у.} = 10,54	3,9	1,43 М _и = 27,31	6,93	
	$U_2 = \frac{26,76 + 11,97}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{3,9}{4 \times 0,998} = 9,25 + 0,98 = 10,23$ т			$U_2 = \frac{19,82 + 9,89 + 10,54}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{3,9}{4 \times 0,998} = 9,6 + 0,98 = 10,58$				$U_2 = \frac{27,31 + 2,49}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,93}{4 \times 0,998} = 8,83$ т		
1-1 ▽ 1,0 м В = 2,7 м cos δ = 0,998	$\frac{26,76}{1,705 \times 6,0} = 10,2$		$\frac{3,9}{0,104 \times 6,0} = 0,62$	$\frac{19,82}{1,215 \times 6,0} = 7,3$			$\frac{3,9}{0,104 \times 6,0} = 0,62$	$\frac{29,8}{1,43 \times 6,0} = 8,6$	$\frac{6,93}{0,104 \times 6,0} = 0,62$	
	1,705 М _и = 36,96	М _{н.у.} = 20,9	4,52	1,215 М _и = 27,12	М _{н.у.} = 17,19	М _{н.у.} = 18,14	4,52	1,43 М _и = 38,4	7,55	
	$U_1 = \frac{36,96 + 20,9}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{4,52}{4 \times 0,998} = 10,8 + 1,13 = 11,93$ т			$U_1 = \frac{27,12 + 17,19 + 18,14}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{4,52}{4 \times 0,998} = 11,6 + 1,13 = 12,73$ т				$U_1 = \frac{38,4 + 5,2}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{7,55}{4 \times 0,998} = 9,99$ т		

Напряжения в поясах ствoла опоры:
(см. расчетный лист №3078 тм-г4)

$$U_3 = 7,2 \text{ т} \quad \sigma_3 = \frac{7200}{6,5} = 1110 \text{ кг/см}^2$$

$$U_2 = 10,58 \text{ т} \quad \sigma_2 = \frac{10580}{6,3} = 1680 \text{ кг/см}^2$$

$$U_1 = 12,73 \text{ т} \quad \sigma_1 = \frac{12730}{9,09} = 1400 \text{ кг/см}^2$$

Проверка поясов ствoла опоры П110-5 (см расчет № 3078 тм - т 4 лист 33)

Таблица № 2

Сечения, отметки и базы	Схема I; III район гололеда			Схема I ^д ; III район гололеда			Схема II; IV район гололеда		
	Изгибающие моменты (тм) от нагрузок на провода и тросы M _{II}	От ветра на конструкцию опоры MW _{II}	Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм) от нагрузок на провода и тросы M _{II}	От ветра на констр. опоры II траверсе MW _{II}	I траверсе MW _I	Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провода и тросы M _{II} и от ветра на констр. опоры (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
3-3 ▽ 18,0 м b = 1,0 м	$0,21 \times 10,0 = 2,1$ $0,39 \times 7,0 = 2,73$ $0,39 \times 2 \times 1,0 = 0,78$		$0,18 \times 1 = 0,18$ $0,535 \times 3 = 1,6$ $0,1 \times 10,0 = 1,0$	$0,15 \times 10,0 = 1,50$ $0,275 \times 7,0 = 1,92$ $0,275 \times 2 \times 1,0 = 0,55$				$0,445 \times 10,0 = 4,45$ $0,48 \times 7,0 = 3,36$ $0,48 \times 2 \times 1,0 = 0,96$	$1,31 \times 1 = 1,31$ $2,2 \times 3 = 6,6$ $0,1 \times 10,0 = 1,0$
	1,38 M _{II} = 5,61 M _{н.у.} = 2,24 Σ M = 7,85	MW _{II} = 3,7	2,78	0,975 M _{II} = 3,97 M _{н.у.} = 2,24 Σ M _{II} = 6,21	MW _{II} = 3,02	MW _I = 3,16	2,78	1,885 M _{II} = 8,77 M _{н.у.} = $\frac{3,2}{4,8} = 0,77$ M _{н.у.} = 10,5 Σ M = 19,27	8,91
	$U_3 = \frac{7,85 + 3,7}{2 \times 1,0} + \frac{2,78}{4,0} = 5,77 + 0,69 = 6,46 \text{ т}$			$U_3 = \frac{6,21 + 3,02 + 3,16}{2 \times 1,0} + \frac{2,78}{4} = 6,2 + 0,69 = 6,89 \text{ т}$			$U_3 = \frac{19,27}{2 \times 1,0} + \frac{8,91}{4} = 11,86 \text{ т}$		
2-2 ▽ 7,0 м b = 2,1 м	$1,38 \times 11,0 = 15,2$		$0,1 \times 11,0 = 1,1$	$0,975 \times 11,0 = 10,7$				$1,885 \times 11,0 = 20,7$	$0,1 \times 11,0 = 1,1$
	1,38 M _{II} = 23,05	MW _{II} = 15,91	3,88	0,975 M _{II} = 16,31	MW _{II} = 13,08	MW _I = 13,77	3,88	M _{н.у.} = 39,97	10,01
cos γ = 0,998	$U_2 = \frac{23,05 + 15,91}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{3,88}{4 \times 0,998} = 9,3 + 0,97 = 10,27 \text{ т}$			$U_2 = \frac{16,31 + 13,08 + 13,77}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{3,88}{4 \times 0,998} = 10,4 + 0,97 = 11,37 \text{ т}$			$U_2 = \frac{39,97 + 3,32}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{10,01}{4 \times 0,998} = 12,71 \text{ т}$		
1-1 ▽ 1,0 м b = 2,7 м	$1,38 \times 6,0 = 8,27$		$0,1 \times 6,0 = 0,6$	$0,975 \times 6,0 = 5,85$				$1,885 \times 6,0 = 11,3$	$0,1 \times 6,0 = 0,6$
	M _{II} = 31,32	MW _{II} = 26,03	4,48	M _{II} = 22,7	MW _{II} = 21,35	MW _I = 22,34	4,48	M _{н.у.} = 54,59	10,61
cos γ = 0,998	$U_1 = \frac{31,32 + 26,03}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{4,48}{4 \times 0,998} = 10,6 + 1,12 = 11,72 \text{ т}$			$U_1 = \frac{22,7 + 21,35 + 22,34}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{4,48}{4 \times 0,998} = 12,3 + 1,12 = 13,42 \text{ т}$			$U_1 = \frac{54,59 + 5,4}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{10,61}{4 \times 0,998} = 13,76 \text{ т}$		

Напряжение в поясах ствoла опоры:

(см. р. лист № 3078 тм - 145)

$$U_3 = 11,86 \text{ т} \quad \sigma_3 = \frac{11860}{6,5} = 1830 \text{ кг/см}^2$$

$$U_2 = 12,71 \text{ т} \quad \sigma_2 = \frac{12710}{6,3} = 2020 \text{ кг/см}^2$$

$$U_1 = 13,760 \text{ т} \quad \sigma_1 = \frac{13760}{9,09} = 1520 \text{ кг/см}^2$$

Проверка поясов ствола опоры ПНО-4 (см. расчет 3078 тт-т4, лист 35)

Таблица №3

Сечения, отметки и базы	Схема I; I район гололеда			Схема I ^а ; I район гололеда				Схема II; II район гололеда	
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальн. нагрузки Б (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикаль- ные нагрузки Б (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провода и тросы от ветра на лангет опоры (тм)	Вертикальн. нагрузки Б (т)	
	От нагрузок на провода и тросы М _п	От ветра на лангет опоры М _{вп}		От нагрузок на провода и тросы М _п	От ветра на лангет опоры II траверсе М _{впII}				От ветра на лангет опоры I траверсе М _{впI}
3-3 ▽ 18,0 м β = 1,0 м	0,865 × 13,0 = 3,42 0,485 × 2 × 9,0 = 8,74 0,485 × 2 × 5,0 = 4,85 0,485 × 2 × 1,0 = 0,97		0,225 × 1 = 0,225 0,6 × 6 = 3,6 0,109 × 13,0 = 1,42	0,19 × 13,0 = 2,47 0,345 × 2 × 9,0 = 6,21 0,345 × 2 × 5,0 = 3,45 0,345 × 2 × 1,0 = 0,69			0,355 × 13,0 = 4,6 0,365 × 2 × 9,0 = 6,57 0,365 × 2 × 5,0 = 3,65 0,365 × 2 × 1,0 = 0,73	0,695 × 1 = 0,695 1,455 × 6 = 8,73 0,109 × 13,0 = 1,42	
	3,175 М _п = 17,98	М _{вп} = 6,82	5,245	2,26 М _п = 12,82	М _{впII} = 5,7	М _{впI} = 6,32	5,245	2,545 М _п = 15,55 М _{вп} = 1,4 Σ М _п = 16,94	
	$U_3 = \frac{17,98 + 6,82}{2 \times 1,0} + \frac{5,245}{4} = 12,4 + 1,3 = 13,7 \tau$			$U_3 = \frac{12,82 + 5,7 + 6,32}{2 \times 1,0} + \frac{5,245}{4} = 18,42 + 1,3 = 13,72 \tau$				$U_3 = \frac{16,94}{2 \times 1,0} + \frac{10,845}{4,0} = 11,19 \tau$	
2-2 ▽ 7,0 м β = 2,1 м cos γ = 0,998	17,98 3,175 × 11,0 = 35,00		5,245 0,109 × 11,0 = 1,2	12,82 2,26 × 11,0 = 24,8				16,94 2,545 × 11,0 = 28,0	10,845 0,109 × 11,0 = 1,2
	3,175 М _п = 52,98	М _{вп} = 22,67	6,445	2,26 М _п = 37,62	М _{впII} = 18,86	М _{впI} = 20,63	6,445	2,545 М _п = 44,94 М _{вп} = 4,74	12,045
	$U_2 = \frac{52,98 + 22,67}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,445}{4 \times 0,998} = 18,1 + 1,6 = 19,7 \tau$			$U_2 = \frac{37,62 + 18,86 + 20,63}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,445}{4 \times 0,998} = 18,3 + 1,6 = 19,9 \tau$				$U_2 = \frac{44,94 + 4,74}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{12,045}{4 \times 0,998} = 14,87$	
1-1 ▽ 1,0 м β = 2,7 м cos γ = 0,998	52,98 3,175 × 6,0 = 19,0		6,445 0,109 × 6,0 = 0,65	37,62 2,26 × 6,0 = 13,6				49,68 2,545 × 6,0 = 15,3	12,045 0,109 × 6,0 = 0,65
	М _п = 71,98	М _{вп} = 35,03	7,095	М _п = 51,22	М _{впII} = 29,0	М _{впI} = 31,42	7,095	М _п = 64,98 М _{вп} = 7,3	12,695
	$U_1 = \frac{71,98 + 35,03}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{7,095}{4 \times 0,998} = 19,8 + 1,8 = 21,6 \tau$			$U_1 = \frac{51,22 + 29,0 + 31,42}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{7,095}{4 \times 0,998} = 20,7 + 1,8 = 22,5 \tau$				$U_1 = \frac{64,98 + 7,3}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{12,695}{4 \times 0,998} = 16,58 \tau$	

Напряжение в поясах ствола опоры:

(см. расч. лист №3078 тт-144)

$$U_3 = 13,72 \tau \quad \sigma_3 = \frac{13,72}{6,5} = 2100 \text{ кг/см}^2$$

$$U_2 = 19,9 \tau \quad \sigma_2 = \frac{19,9}{10,86} = 1830 \text{ кг/см}^2$$

$$U_1 = 22,5 \tau \quad \sigma_1 = \frac{22,5}{10,86} = 2070 \text{ кг/см}^2$$

Проверка поясов ствoла опоры П110-6 (см. расчет 3078 тм-т4 лист 36)

Таблица №4

Сечения, отметки и базы	Схема I; III район гололеда			Схема I ^д ; III район гололеда				Схема II; IV район гололеда	
	Изгибающие моменты (ТМ) от нагрузки на провода и трос M _{II}	От ветра на конструкцию опоры M _{WII}	Вертикальные нагрузки G (Т)	Изгибающие моменты (ТМ) от нагрузок на провода и трос M _{II}		От ветра на конструкцию опоры II траверсе M _{WII} I траверсе M _{WI}		Вертикальные нагрузки G (Т)	Изгибающие моменты от нагрузки на провода и трос и от ветра на конструкцию опоры (ТМ)
4-4 ▽24,0 м β=1,0 м	$\frac{0,23 \times 11,0 = 2,53}{0,4 \times 2 \times 6,0 = 4,8}$ $\frac{0,4 \times 2 \times 1,0 = 0,8}{}$		$0,18 \times 1 = 0,18$ $0,535 \times 4 = 2,14$ $0,109 \times 11,0 = 1,2$	$\frac{0,18 \times 11,0 = 1,98}{0,28 \times 2 \times 6,0 = 3,36}$ $\frac{0,28 \times 2 \times 1,0 = 0,56}{}$				$0,5 \times 11,0 = 5,5$ $0,5 \times 2 \times 6,0 = 6,0$ $0,5 \times 2 \times 1,0 = 1,0$	$1,31 \times 1 = 1,31$ $2,195 \times 4 = 8,78$ $0,109 \times 11,0 = 1,2$
	1,83 M _{II} = 2,13	M _{WII} = 4,85	3,52	1,3 M _{II} = 5,9	M _{WII} = 4,0	M _{WI} = 4,26	3,52	M _{II} = 12,5 2,5 M _{WII} = 1,01	11,28
	$U_3^I = \frac{8,13 + 4,85}{2 \times 1,0} + \frac{3,52}{4} = 6,5 + 0,88 = 7,38 \text{ Т}$			$U_3^I = \frac{5,9 + 4,0 + 4,26}{2 \times 1,0} + \frac{3,52}{4} = 7,08 + 0,88 = 7,96 \text{ Т}$				$U_3^I = \frac{12,5 + 1,01}{2 \times 1,0} + \frac{11,28}{4} = 9,58 \text{ Т}$	
3-3 ▽18,0 м β=1,0 м	$\frac{1,83 \times 6,0 = 11,0}{0,4 \times 2 \times 1,0 = 0,8}$		$0,535 \times 2 = 1,07$ $0,109 \times 6,0 = 0,65$	$\frac{1,3 \times 6,0 = 7,8}{0,28 \times 2 \times 1,0 = 0,56}$				$\frac{2,5 \times 6,0 = 15,0}{0,5 \times 2 \times 1,0 = 1,0}$	$\frac{11,28}{2,195 \times 2 = 4,39}$ $0,109 \times 6,0 = 0,65$
	2,63 M _{II} = 19,93	M _{WII} = 11,97	5,24	1,86 M _{II} = 14,26	M _{WII} = 9,95	M _{WI} = 10,76	5,24	3,5 M _{II} = 29,51 M _{WII} = 2,49	16,32
	$U_3 = \frac{19,93 + 11,97}{2 \times 1,0} + \frac{5,24}{4} = 15,9 + 1,31 = 17,21 \text{ Т}$			$U_3 = \frac{14,26 + 9,95 + 10,76}{2 \times 1,0} + \frac{5,24}{4} = 17,5 + 1,31 = 18,81 \text{ Т}$				$U_3 = \frac{29,51 + 2,49}{2 \times 1,0} + \frac{16,32}{4} = 20,08 \text{ Т}$	
2-2 ▽7,0 м β=2,1 м. cos γ=0,998	$\frac{2,63 \times 11,0 = 28,9}{}$		$0,109 \times 11,0 = 1,2$	$\frac{1,86 \times 11,0 = 20,4}{}$				$\frac{3,5 \times 11,0 = 38,5}{}$	$\frac{16,32}{0,109 \times 11,0 = 1,2}$
	2,63 M _{II} = 48,83	M _{WII} = 31,59	6,44	1,86 M _{II} = 34,66	M _{WII} = 26,26	M _{WI} = 28,27	6,44	3,5 M _{II} = 70,5 M _{WII} = 6,58	17,52
	$U_2 = \frac{48,83 + 31,59}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,44}{4 \times 0,998} = 19,1 + 1,61 = 20,71 \text{ Т}$			$U_2 = \frac{34,66 + 26,26 + 28,27}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,44}{4 \times 0,998} = 21,2 + 1,61 = 22,81 \text{ Т}$				$U_2 = \frac{70,5 + 6,58}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{17,52}{4 \times 0,998} = 22,78 \text{ Т}$	
1-1 ▽1,0 м. β=2,7 м. cos γ=0,998	$\frac{2,63 \times 6,0 = 15,8}{}$		$0,109 \times 6,0 = 0,65$	$\frac{1,86 \times 6,0 = 11,1}{}$				$\frac{3,5 \times 6,0 = 21,0}{}$	$\frac{17,52}{0,109 \times 6,0 = 0,65}$
	M _{II} = 64,63	M _{WII} = 46,0	7,09	M _{II} = 45,76	M _{WII} = 38,09	M _{WI} = 40,78	7,09	M _{II} = 98,08 M _{WII} = 9,6	18,17
	$U_1 = \frac{64,63 + 46,0}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{7,09}{4 \times 0,998} = 20,5 + 1,77 = 22,27$			$U_1 = \frac{45,76 + 38,09 + 40,78}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{7,09}{4 \times 0,998} = 23,1 + 1,77 = 24,87 \text{ Т}$				$U_1 = \frac{98,08 + 9,6}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{18,17}{4 \times 0,998} = 24,54 \text{ Т}$	

Напряжение в поясах ствoла опоры:
(см. расч. лист № 3078 тм-146)

$$U_3^I = 9,58 \text{ Т} \quad \sigma_3 = \frac{9580}{6,5} = 1470 \text{ кг/см}^2$$

$$U_3 = 20,08 \text{ Т} \quad \sigma_3 = \frac{20080}{10,73} = 1870 \text{ кг/см}^2$$

$$U_2 = 22,81 \text{ Т} \quad \sigma_2 = \frac{22810}{14,2} = 1610 \text{ кг/см}^2$$

$$U_1 = 24,87 \text{ Т} \quad \sigma_1 = \frac{24870}{14,2} = 1750 \text{ кг/см}^2$$

Проверка поясов ствола опоры П150-1 (см. расчет 3078тм-т5, лист 19)

Таблица №5

Сечения, отметки и базы	Схема I, I район гололеда			Схема I ⁰ , I район гололеда:				Схема II; II район гололеда		
	Изгибающие моменты (ТМ) От нагрузок на провода и трос П _н		Вертикальн. нагрузки, G (Т)	Изгибающие моменты (ТМ) От нагрузок на провода и трос П _н		От ветра на конструкцию II тросовсе I тросовсе		Вертикальн. нагрузки G (Т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провода и трос и от ветра на конструкцию (ТМ)	
3-3 H=18.00м B=1.0м	0,22×10,0=2,2 0,425×7,0=2,98 0,425×2×1,0=0,85		0,215×1 = 0,215 0,63×3 = 1,89 0,098×10 = 0,98	0,16×10,0 = 1,6 0,300×7,0 = 2,1 0,300×2×1,0 = 0,60			0,215×1,0 = 0,215 0,53×3 = 1,59 0,098×10 = 0,98	0,505×10,0 = 5,05 0,524×7,0 = 3,66 0,524×2×1,0 = 1,048	1,2×1 = 1,2 2,09×3 = 6,27 0,045×3 = 0,135 0,098×10,0 = 0,98	
	1,495 M _н = 6,03		3,09	1,06 M _н = 4,3			3,09	2,077 M _н = 9,76		
	M _{н.у.} = 2,23			M _{н.у.} = 2,23				M _{н.у.} = 2,135×4,2 = 8,96		8,59
	ΣM _н = 8,26	M _{W_н} = 3,77		ΣM _н = 6,53	M _{W_н} = 3,09	M _{W_л} = 3,27		M _{W_н} = 0,79		
	$U_3 = \frac{8,26 + 3,77}{2 \times 1,0} + \frac{3,09}{4} = 6,02 + 0,78 = 6,94 \tau$			$U_3 = \frac{6,53 + 3,09 + 3,27}{2 \times 1,0} + \frac{3,09}{4} = 6,45 + 0,78 = 7,23 \tau$				$U_3 = \frac{9,76 + 8,96 + 0,79}{2 \times 1,0} + \frac{8,59}{4} = 11,91 \tau$		
2-2 H=7.0 м B=2.1 м cos δ = 0,998	8,26 1,495×11,0 = 16,45		3,09 0,098×11,0 = 1,08	6,53 1,06×11,0 = 11,68			3,09 0,098×11,0 = 1,08	18,72 2,077×11,0 = 22,8	8,59 0,098×11,0 = 1,08	
	1,495 M _н = 24,75	M _{W_н} = 16,16	4,17	M _н = 18,21	M _{W_н} = 13,27	M _{W_л} = 14,09	4,17	2,077 M _н = 44,52		9,67
	$U_2 = \frac{24,75 + 16,16}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{4,17}{4 \times 0,998} = 9,72 + 1,04 = 10,76 \tau$			$U_2 = \frac{18,21 + 13,27 + 14,09}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{4,17}{4 \times 0,998} = 10,9 + 1,04 = 11,94 \tau$				$U_2 = \frac{44,52 + 3,36}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{9,67}{4 \times 0,998} = 13,11 \tau$		
1-1 H=1.0 м B=2.7 м cos δ = 0,998	24,75 1,495×6,0 = 8,97		4,17 0,098×6,0 = 0,58	18,21 1,06×6,0 = 6,36			4,17 0,098×6,0 = 0,59	41,52 2,077×6,0 = 12,45	9,67 0,098×6,0 = 0,58	
	M _н = 33,72	M _{W_н} = 26,38	4,75	M _н = 24,57	M _{W_н} = 21,59	M _{W_л} = 22,76	4,75	M _н = 53,97		10,25
	$U_1 = \frac{33,72 + 26,38}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{4,75}{4 \times 0,998} = 11,11 + 1,19 = 12,3 \tau$			$U_1 = \frac{24,57 + 21,59 + 22,76}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{4,75}{4 \times 0,998} = 16,4 + 1,19 = 17,59 \tau$				$U_1 = \frac{53,97 + 5,49}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{10,25}{4 \times 0,998} = 13,56 \tau$		

Напряжение в поясах ствола опоры:
(см. р. лист №3078тм-151)

$$U_3 = 11,91 \tau; \quad \sigma_3 = \frac{11910}{6,5} = 1830 \text{ кг/см}^2$$

$$U_2 = 13,11 \tau \quad \sigma_2 = \frac{13110}{6,3} = 2080 \text{ кг/см}^2$$

$$U_1 = 17,59 \tau \quad \sigma_1 = \frac{17590}{9,09} = 1940 \text{ кг/см}^2$$

Проверка поясов ствoла опоры П150-2 (см. расчет 3078 тм-т5, лист 20)

Таблица №6

Сечения, отметки, высоты	Схема I; I район гололеда			Схема I'; I район гололеда				Схема II; II район гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провода и трос Пн и от ветра на конструкцию опоры ПШн (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос Пн	От ветра на конструкцию опоры ПШн		От нагрузок на провода и трос Пн	От ветра на конструкцию опоры ПШн			От ветра на ПШн	От ветра на ПШЛ	
4-4 ▽ 24,0 м β = 1,0 м	0,25 × 11,0 = 2,75 0,45 × 2 × 7,0 = 6,3 0,45 × 2 × 1,0 = 0,9		0,215 × 1 = 0,215 0,625 × 4 = 2,5 0,107 × 11,0 = 1,18	0,175 × 11,0 = 1,93 0,320 × 2 × 7,0 = 4,49 0,320 × 2 × 1,0 = 0,64			0,215 × 1 = 0,215 0,625 × 4 = 2,5 0,107 × 11,0 = 1,18	0,548 × 11,0 = 6,03 0,545 × 2 × 7,0 = 7,64 0,545 × 2 × 1,0 = 1,09	1,2 × 1 = 1,2 2,035 × 4 = 8,14 0,107 × 11,0 = 1,18	
	2,05 M _н = 9,95	M _{Шн} = 5,14	3,895	1,455 M _н = 7,06	M _{Шн} = 4,29	M _{ШЛ} = 4,65	3,895	2,728 M _н = 14,76	10,52	
	$U_3' = \frac{9,95 + 5,14}{2 \times 1,0} + \frac{3,895}{4} = 7,55 + 0,98 = 8,53 \text{ т}$			$U_3' = \frac{7,06 + 4,29 + 4,65}{2 \times 1,0} + \frac{3,895}{4} = 8,0 + 0,98 = 8,98 \text{ т}$			$U_3' = \frac{14,76 + 1,07}{2 \times 1,0} + \frac{10,52}{4} = 10,53 \text{ т}$			
3-3 ▽ 18,0 м β = 1,0 м	9,95 0,45 × 2 × 1,0 = 0,9 2,05 × 6,0 = 12,3		3,895 0,625 × 2 = 1,25 0,107 × 6,0 = 0,64	7,06 0,32 × 2 × 1,0 = 0,64 1,455 × 6,0 = 8,75			3,895 0,625 × 2 = 1,25 0,107 × 6,0 = 0,64	14,76 2,728 × 6,0 = 16,4 0,545 × 2 × 1,0 = 1,09	10,52 2,035 × 2 = 4,07 0,107 × 6,0 = 0,64	
	2,95 M _н = 23,15	M _{Шн} = 12,45	5,79	2,095 M _н = 16,45	M _{Шн} = 10,46	M _{ШЛ} = 11,42	5,79	3,818 M _н = 32,25	15,24	
	$U_3 = \frac{23,15 + 12,45}{2 \times 1,0} + \frac{5,79}{4} = 17,8 + 1,45 = 19,25 \text{ т}$			$U_3 = \frac{16,45 + 10,46 + 11,42}{2 \times 1,0} + \frac{5,79}{4} = 19,16 + 1,45 = 20,61 \text{ т}$			$U_3 = \frac{32,25 + 2,6}{2 \times 1,0} + \frac{15,24}{4} = 21,21 \text{ т}$			
2-2 ▽ 7,0 м β = 2,1 м cos γ = 0,998	23,15 2,95 × 11,0 = 32,4		5,79 0,107 × 11,0 = 1,18	18,45 2,095 × 11,0 = 23,0			5,79 0,107 × 11,0 = 1,18	32,25 3,818 × 11,0 = 42,0	15,24 0,107 × 11,0 = 1,18	
	2,95 M _н = 55,55	M _{Шн} = 32,72	6,97	2,095 M _н = 39,45	M _{Шн} = 27,37	M _{ШЛ} = 29,65	6,97	3,818 M _н = 74,25	17,04	
	$U_2 = \frac{55,55 + 32,72}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,97}{4 \times 0,998} = 24,0 + 1,74 = 22,74 \text{ т}$			$U_2 = \frac{39,45 + 27,37 + 29,65}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,97}{4 \times 0,998} = 23,0 + 1,74 = 24,74 \text{ т}$			$U_2 = \frac{74,25 + 6,74}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{17,04}{4 \times 0,998} = 23,57 \text{ т}$			
1-1 ▽ 1,0 м β = 2,7 м cos γ = 0,998	55,55 2,95 × 6,0 = 17,7		6,97 0,107 × 6,0 = 0,64	12,6 39,45			6,97 0,107 × 6,0 = 0,64	74,25 3,818 × 6,0 = 22,9	17,04 0,107 × 6,0 = 0,64	
	M _н = 73,25	M _{Шн} = 47,53	7,61	M _н = 52,05	M _{Шн} = 39,57	M _{ШЛ} = 42,60	7,61	M _н = 97,15	17,68	
	$U_1 = \frac{73,25 + 47,53}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{7,61}{4 \times 0,998} = 22,4 + 1,9 = 24,3 \text{ т}$			$U_1 = \frac{52,05 + 39,57 + 42,60}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{7,61}{4 \times 0,998} = 25,0 + 1,9 = 26,9 \text{ т}$			$U_1 = \frac{97,15 + 9,92}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{17,68}{4 \times 0,998} = 24,32 \text{ т}$			

Напряжения в поясах ствoла опоры:
(см. расчётный лист № 3078 тм-152)

$U_3' = 10,53 \text{ т}$ $\sigma_3' = \frac{10330}{6,5} = 1630 \text{ кг/см}^2$
 $U_3 = 21,21 \text{ т}$ $\sigma_3 = \frac{21210}{10,73} = 1980 \text{ кг/см}^2$
 $U_2 = 24,74 \text{ т}$ $\sigma_2 = \frac{24740}{14,2} = 1740 \text{ кг/см}^2$
 $U_1 = 26,90 \text{ т}$ $\sigma_1 = \frac{26900}{14,2} = 1900 \text{ кг/см}^2$

Проверка поясов ствола опоры П220-3 (см. расчёт №3080 тм-г 2, лист 16)

Таблица №7

Сечения, отметки, высоты	Схема I; I район гололеда;			Схема I ^а , I район гололеда;				Схема II; II район гололеда;		
	Изгибающие моменты (ГМ)		Вертикальн. нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (ГМ)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающ. моменты от нагрузок на провод и трос M _н и от ветра на конструкцию опоры M _в (ГМ)		Вертикальные нагрузки G (т)	
	От нагрузок на провод и трос M _н	От ветра на констр. опоры M _в		От нагрузок на провод и трос M _н	От ветра на лангет опоры M _{в1}		От тросов M _т	От тросов M _{т2}		
3-3 ▽21,6 м	0,400×14,4=5,76 0,74×10,4=7,7 0,74×2×3,9=5,76		0,400×1=0,4 1,295×3=3,885 0,137×14,4=1,98	0,29×14,4=4,17 0,525×10,4=5,46 0,525×2×3,9=4,1		0,400×1=0,4 1,295×3=3,885 0,137×14,4=1,98	0,765×14,4=11,0 0,785×10,4=8,16 0,785×2×3,9=6,13	1,9×1=1,9 3,505×3=10,785 0,137×14,4=1,98		
3'-3' ▽21,3 м	2,62 M _н =19,22 M _{н.у.} =7,4 M _в =10,8		6,265	1,865 M _н =19,73 M _{н.у.} =7,4 M _в =9,42 M _{в2} =11,0		6,265	3,12 M _н =25,29 M _{н.у.} =2,05 M _в =2,25	14,665		
в _ш =8,43 м в _г =8,82 м cos δ=0,998	$U_3 = \frac{19,22 + 7,4 + 10,8}{2 \times 2,43 \times 0,998} + \frac{6,265}{4 \times 0,998} = 8,4 + 1,57 = 9,97 \tau$			$U_3 = \frac{19,73 + 7,4 + 9,42}{2 \times 2,43 \times 0,998} + \frac{11,0}{2 \times 1,82 \times 0,998} + \frac{6,265}{4 \times 0,998} = 10,94 \tau$			$U_2 = \frac{25,29 + 2,05 + 2,25}{2 \times 2,43 \times 0,998} + \frac{14,665}{4 \times 0,998} = 13,57 \tau$			
2-2 ▽10,1 м	2,62×11,5=30,2 2,62 M _н =56,42 M _в =34,78		0,137×11,5=1,58 7,845	21,13 1,865×11,5=21,45 1,865 M _н =42,58 M _в =30,58 M _{в2} =35,57		6,265 0,137×11,5=1,58 7,845	45,79 3,12×11,5=35,8 14,665 0,137×11,5=1,58 16,25 3,12 M _н =81,59 M _в =7,25	14,665 16,25		
2'-2' ▽9,1 м	2,62 M _н =56,42 M _в =34,78		7,845	1,865 M _н =42,58 M _в =30,58 M _{в2} =35,57		7,845	3,12 M _н =81,59 M _в =7,25	16,25		
в _ш =3,74 м в _г =2,51 м cos γ=0,998	$U_2 = \frac{56,42 + 34,78}{2 \times 3,74 \times 0,998} + \frac{7,845}{4 \times 0,998} = 12,2 + 1,96 = 14,16 \tau$			$U_2 = \frac{42,58 + 30,58}{2 \times 3,74 \times 0,998} + \frac{35,57}{2 \times 2,51 \times 0,998} + \frac{7,845}{4 \times 0,998} = 12,86 \tau$			$U_2 = \frac{81,59 + 7,25}{2 \times 3,74 \times 0,998} + \frac{16,25}{4 \times 0,998} = 15,96 \tau$			
1-1 ▽1,3 м	2,62×8,8=23,1 M _н =79,52 M _в =60,11		7,845 0,137×8,8=1,21 9,055	42,58 1,865×8,8=16,42 1,865 M _н =59,0 M _в =53,38 M _{в2} =57,26		7,845 0,137×8,8=1,21 9,055	81,59 3,12×8,8=27,5 16,25 0,137×8,8=1,21 17,46 3,12 M _н =109,09 M _в =12,5	16,25 17,46		
в _ш =4,78 м в _г =2,97 м cos γ=0,998	$U_1 = \frac{79,52 + 60,11}{2 \times 4,78 \times 0,998} + \frac{9,055}{4 \times 0,998} = 14,6 + 2,26 = 16,86 \tau$			$U_1 = \frac{59,0 + 53,38}{2 \times 4,78 \times 0,998} + \frac{57,26}{2 \times 2,97 \times 0,998} + \frac{9,055}{4 \times 0,998} = 23,71 \tau$			$U_1 = \frac{109,09 + 12,5}{2 \times 4,78 \times 0,998} + \frac{17,46}{4 \times 0,998} = 17,06 \tau$			

Напряжения в поясах ствола опоры: $U_3 = \frac{13570}{7,28} = 1860 \text{ кг/см}^2$

(см. расчётный лист №3080 тм-г 6-15)

$$U_2 = \frac{18860}{9,31} = 2030 \text{ кг/см}^2$$

$$U_1 = \frac{23710}{13,1} = 1810 \text{ кг/см}^2$$

Проверка поясов ствoла опоры П220-2 (см. расчет №3080ГМ-Т2 лист 17)

Таблица №8

Сечения, отметки, высоты	Схема I; I район гололеда			Схема I ⁰ ; I район гололеда				Схема II; II район гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провол и трос от ветра на конструкцию опоры (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провол и трос от ветра на конструкцию опоры (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на про- волы и трос M _{II}	От ветра на конструк- цию опоры M _{WII}		От нагрузок на про- волы и трос M ₀	От ветра на конструкцию опоры II тросовсе M _{WII}					
3-3 ▽25,1 м 3'-3' ▽24,8 м в _ш = 2,42 м в _{уз} = 1,79 м cos γ = 0,998	0,340 × 15,9 = 5,4 0,670 × 2 × 10,4 = 13,9 0,670 × 2 × 3,9 = 5,22		0,29 × 1 = 0,29 0,965 × 4 = 3,86 0,165 × 15,9 = 2,62	0,24 × 15,9 = 3,82 0,475 × 2 × 10,4 = 9,88 0,475 × 2 × 3,9 = 3,7			0,29 × 1 = 0,29 0,965 × 4 = 3,86 0,165 × 15,9 = 2,62	0,65 × 15,9 = 10,3 0,70 × 2 × 10,4 = 14,6 0,70 × 2 × 3,9 = 5,45	1,69 × 1 = 1,69 3,215 × 4 = 12,86 0,165 × 15,9 = 2,63	
	3,02 M _{II} = 24,52	M _{WII} = 13,45	6,77	2,14 M ₀ = 17,4	M _{WII} = 11,91	M _{W1} = 13,62	6,77	3,45 M _{II} = 30,35	17,18	
	$U_3 = \frac{24,52 + 13,45}{2 \times 2,42 \times 0,998} + \frac{6,77}{4 \times 0,998} = 7,85 + 1,69 = 9,54 \text{ т}$			$U_3 = \frac{17,4 + 11,91}{2 \times 2,42 \times 0,998} + \frac{13,62}{2 \times 1,79 \times 0,998} + \frac{6,77}{4 \times 0,998} = 6,1 + 3,82 + 1,7 = 11,62 \text{ т}$				$U_3 = \frac{30,35 + 2,8}{2 \times 2,42 \times 0,998} + \frac{17,18}{4 \times 0,998} = 11,15 \text{ т}$		
2-2 ▽13,6 м 2'-2' ▽12,6 м в _ш = 3,75 м в _{уз} = 2,52 м cos γ = 0,998	24,52 3,02 × 11,5 = 35,1 0,67 × 2 × 8,9 = 11,9		6,77 0,965 × 2 = 1,93 0,165 × 11,5 = 1,9	17,4 2,14 × 11,5 = 24,6 0,475 × 2 × 8,9 = 8,45			6,77 0,965 × 2 = 1,93 0,165 × 11,5 = 1,9	30,35 3,45 × 11,5 = 39,7 0,70 × 2 × 8,9 = 12,5	17,18 3,215 × 2 = 6,43 0,165 × 11,5 = 1,9	
	4,36 M _{II} = 71,52	M _{WII} = 43,15	10,6	3,09 M ₀ = 50,45	M _{WII} = 38,71	M _{W1} = 45,31	10,6	4,85 M _{II} = 82,55	25,523	
	$U_2 = \frac{71,52 + 43,15}{2 \times 3,75 \times 0,998} + \frac{10,6}{4 \times 0,998} = 15,3 + 2,66 = 17,96 \text{ т}$			$U_2 = \frac{50,45 + 38,71}{2 \times 3,75 \times 0,998} + \frac{45,31}{2 \times 2,52 \times 0,998} + \frac{10,6}{4 \times 0,998} = 11,63 + 9,0 + 2,66 = 23,29 \text{ т}$				$U_2 = \frac{82,55 + 9,0}{2 \times 3,75 \times 0,998} + \frac{25,523}{4 \times 0,998} = 18,6 \text{ т}$		
1-1 ▽1,7 м 1'-1' ▽3,0 м в _ш = 5,13 м в _{уз} = 3,08 м cos γ = 0,998	71,52 4,36 × 11,9 = 52,0		10,6 0,165 × 11,9 = 1,97	50,45 3,09 × 11,9 = 36,8			10,6 0,165 × 11,9 = 1,97	82,55 4,85 × 11,9 = 57,77	25,523 0,165 × 11,9 = 1,97	
	M _{II} = 123,52	M _{WII} = 87,74	12,57	M ₀ = 87,25	M _{WII} = 78,98	M _{W1} = 79,64	12,57	M _{II} = 140,32	27,493	
	$U_1 = \frac{123,52 + 87,74}{2 \times 5,13 \times 0,998} + \frac{12,57}{4 \times 0,998} = 20,6 + 3,14 = 23,74 \text{ т}$			$U_1 = \frac{87,25 + 78,98}{2 \times 5,13 \times 0,998} + \frac{79,64}{2 \times 3,08 \times 0,998} + \frac{12,57}{4 \times 0,998} = 16,25 + 12,95 + 3,14 = 32,34 \text{ т}$				$U_1 = \frac{140,32 + 18,3}{2 \times 5,13 \times 0,998} + \frac{27,493}{4 \times 0,998} = 22,4 \text{ т}$		

Напряжения в поясах ствoла опоры: $U_3 = 11,62 \text{ т}$ $G_3 = \frac{11620}{7,27} = 1600 \text{ кг/см}^2$
 (см. расчетный лист №3080ГМ-Т6-16) $U_2 = 23,29 \text{ т}$ $G_2 = \frac{23290}{11,1} = 2100 \text{ кг/см}^2$
 $U_1 = 32,34 \text{ т}$ $G_1 = \frac{32340}{15,5} = 2090 \text{ кг/см}^2$

Проверка поясов ствoла опоры П330-3 (см. расчет 3080ТМ-Т4 лист 17/86)

Таблица №9

Бечення, отметки, высы	Схема I; I район гололеда			Схема I ^а ; I район гололеда				Схема II; II район гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты		Вертикаль- ные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M _{II}	От ветра на конструкцию опоры M _{вн}		От нагрузок на провода и трос M _{II}	От ветра на конструкцию опоры M _{вн}			II трoвeрce M _{вн}	I трoвeрce M _{вн}	
3-3 ▽ 23,35 м выс = 2,5 м	0,342 × 14,35 = 4,91 1,260 × 9,65 = 12,2 1,260 × 2 × 2,15 = 5,41		0,340 × 1 = 0,340 2,18 × 3 = 6,54 1,7	0,242 × 14,35 = 3,48 0,891 × 9,65 = 8,6 0,891 × 2 × 2,15 = 3,83			0,340 × 1 = 0,340 2,18 × 3 = 6,54 1,7	0,400 × 14,35 = 5,75 0,85 × 9,65 = 8,17 0,85 × 2 × 2,15 = 3,66	0,845 × 1 = 0,845 1,64 × 3 = 4,92 1,7	
3'-3' ▽ 24,0 м выс = 1,82 м cos δ = 0,998	4,122 M _{II} = 22,52 M _{вн} = 2,18 × 7,3 = 15,9	M _{вн} = 12,4	8,58	2,915 M _{II} = 15,9 M _{вн} = 15,9	M _{вн} = 10,4	M _{вн} = 10,8	8,58	2,95 M _{II} = 17,58 M _{вн} = 1,64 × 7,3 = 12,0 M _{вн} = 2,6	7,465	
	$U_3 = \frac{22,52 + 15,9 + 12,4}{2 \times 2,5 \times 0,998} + \frac{8,58}{4 \times 0,998} = 10,2 + 2,15 = 12,35 \tau$			$U_3 = \frac{31,81 + 10,4}{2 \times 2,5 \times 0,998} + \frac{10,8}{2 \times 1,82 \times 0,998} + \frac{8,58}{4 \times 0,998} = 8,46 + 2,96 + 2,15 = 13,57 \tau$				$U_3 = \frac{29,58 + 2,6}{2 \times 2,5 \times 0,998} + \frac{7,465}{4 \times 0,998} = 8,32 \tau$		
2-2 ▽ 21,7 м выс = 3,92 м	38,42 4,122 × 11,65 = 48,0		8,58 2,2	31,81 2,915 × 11,65 = 34,8			8,58 2,2	29,58 2,95 × 11,65 = 34,4	7,465 2,2	
2'-2' ▽ 12,6 м выс = 2,5 м cos δ = 0,998	4,122 86,42 M _{II} = 43,0	M _{вн} = 43,0	10,78	2,915 66,61 M _{II} = 36,3 M _{вн} = 40,85	M _{вн} = 36,3	M _{вн} = 40,85	10,78	2,95 63,98 M _{II} = 9,0	9,665	
	$U_2 = \frac{86,42 + 43,0}{2 \times 3,92 \times 0,998} + \frac{10,78}{4 \times 0,998} = 16,6 + 2,7 = 19,3 \tau$			$U_2 = \frac{66,61 + 36,3}{2 \times 3,92 \times 0,998} + \frac{40,85}{2 \times 2,5 \times 0,998} + \frac{10,78}{4 \times 0,998} = 13,15 + 8,15 + 2,7 = 24,0 \tau$				$U_2 = \frac{63,98 + 9,0}{2 \times 3,92 \times 0,998} + \frac{9,665}{4 \times 0,998} = 11,72 \tau$		
1-1 ▽ 3,3 м выс = 4,92 м	86,42 4,122 × 8,4 = 34,6		10,78 2,2	66,61 2,915 × 8,4 = 24,5			10,78 2,2	63,98 2,95 × 8,4 = 24,8	9,665 2,2	
1'-1' ▽ 2,2 м выс = 3,12 м cos δ = 0,998	121,02 M _{II} = 73,4	M _{вн} = 73,4	12,98	91,11 M _{II} = 61,6 M _{вн} = 78,95	M _{вн} = 61,6	M _{вн} = 78,95	12,98	88,78 M _{II} = 15,2	11,865	
	$U_1 = \frac{121,02 + 73,4}{2 \times 3,3 \times 0,998} + \frac{12,98}{4 \times 0,998} = 29,5 + 3,24 = 32,74 \tau$			$U_1 = \frac{91,11 + 61,6}{2 \times 4,92 \times 0,998} + \frac{78,95}{2 \times 3,12 \times 0,998} + \frac{12,98}{4 \times 0,998} = 15,5 + 12,7 + 3,24 = 31,44 \tau$				$U_1 = \frac{88,78 + 15,2}{2 \times 4,92 \times 0,998} + \frac{11,865}{4 \times 0,998} = 13,51 \tau$		

Напряжения в поясах ствoла опоры:
(см. расчетный лист № 3080ТМ-Т8-15)

$$U_3 = 13,57 \tau \quad \sigma_3 = \frac{13570}{7,6} = 1790 \text{ кг/см}^2$$

$$U_2 = 24,0 \tau \quad \sigma_2 = \frac{24000}{11,48} = 2090 \text{ кг/см}^2$$

$$U_1 = 31,44 \tau \quad \sigma_1 = \frac{31440}{16,45} = 1910 \text{ кг/см}^2$$

Проверка поясов ствола опоры ПЗ30-2 (см. расчет 3080 тм-т4 лист 18/86)

Таблица №10

Сечения, отметка, база	Схема I; I район гололеда			Схема I ⁰ ; I район гололеда				Схема II; II район гололеда;	
	Изгибающие моменты (тм) От нагрузок на провод и трос П _н	От ветра на конструкцию опоры П _{вн}	Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм) От нагрузок на провод и трос П _н	От ветра на конструкцию опоры П _{вн}	От ветра на провода и тросы П _{вп} и тросов I тросов П _{вп}	Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провод и трос П _н и от ветра на конструкцию опоры П _{вн} (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
3-3 ▽24,0 м в _ш =2,79 м	0,35×19,5 = 6,84 1,38×2×12,5=34,5 1,38×2×5,0=13,8		0,33×1 = 0,33 2,12×4 = 8,48 0,212×19,5=4,14	0,25×19,5 = 4,88 0,98×2×12,5=24,6 0,98×2×5,0 = 9,8			0,33×1 = 0,33 2,12×4 = 8,48 0,212×19,5=4,14	0,675×19,5 = 13,2 1,46×2×12,5=36,5 1,46×2×5,0 = 14,6	1,59×1 = 1,59 6,0×4 = 24,0 0,212×19,5 = 4,14
3'-3' ▽24,1 м в _ш =2,11 м	5,87 M _н =55,14 M _{вн} =24,94		12,95	4,17 M _н =39,28 M _{вн} =23,49 M _{вл} =26,51			12,95	6,515 M _н =64,3 M _{вн} =5,2	29,73
cos δ=0,998	$U_3 = \frac{55,14+24,94}{2 \times 2,79 \times 0,998} + \frac{12,95}{4 \times 0,998} = 14,5 + 3,24 = 17,74 \text{ т}$			$U_3 = \frac{39,28+23,49}{2 \times 2,11 \times 0,998} + \frac{26,51}{2 \times 2,11 \times 0,998} + \frac{12,95}{4 \times 0,998} = 11,25 + 6,3 + 3,24 = 20,79 \text{ т}$				$U_2 = \frac{64,3+5,2}{2 \times 2,79 \times 0,998} + \frac{29,73}{4 \times 0,998} = 12,5 + 7,4 = 19,9 \text{ т}$	
2-2 ▽12,9 м в _ш =4,08 м	55,14 5,87×11,1 = 65,2 1,38×2×9,6 = 26,5		12,95 2,12×2 = 4,24 0,212×11,1 = 2,36	39,28 4,17×11,1 = 46,4 0,98×2×9,6 = 18,8			12,95 2,12×2 = 4,24 0,212×11,1 = 2,36	64,3 6,515×11,1 = 72,4 1,46×2×9,6 = 28,1	29,73 6,0×2 = 12,0 0,212×11,1 = 2,36
2'-2' ▽11,9 м в _ш =2,83 м	8,63 M _н =146,84 M _{вн} =71,12		19,55	6,13 M _н =104,48 M _{вн} =65,52 M _{вл} =68,28			19,55	9,435 M _н =164,8 M _{вн} =14,8	44,09
cos δ=0,998	$U_2 = \frac{146,84+71,12}{2 \times 4,08 \times 0,998} + \frac{19,55}{4 \times 0,998} = 26,7 + 4,9 = 31,6 \text{ т}$			$U_2 = \frac{104,48+65,52}{2 \times 4,08 \times 0,998} + \frac{68,28}{2 \times 0,998 \times 2,83} + \frac{19,55}{4 \times 0,998} = 20,8 + 12,1 + 4,9 = 37,8 \text{ т}$				$U_2 = \frac{164,8+14,8}{2 \times 4,08 \times 0,998} + \frac{44,09}{4 \times 0,998} = 22,0 + 11,0 = 33,0 \text{ т}$	
L-L ▽1,7 м в _ш =5,54 м в _ш =3,46 м	146,84 8,63×11,2 = 96,6		19,55 0,212×11,2 = 2,38	104,48 6,13×11,2 = 68,6			19,55 0,212×11,2 = 2,38	164,8 9,435×11,2 = 106,0	44,09 0,212×11,2 = 2,38
cos δ=0,998	M _н =243,44 M _{вн} =136,84		21,93	M _н =173,08 M _{вн} =124,47 M _{вл} =127,0			21,93	M _н =270,8 M _{вн} =28,5	46,47
	$U_1 = \frac{243,44+136,84}{2 \times 5,54 \times 0,998} + \frac{21,93}{4 \times 0,998} = 34,4 + 5,47 = 39,87 \text{ т}$			$U_1 = \frac{173,08+124,47}{2 \times 5,54 \times 0,998} + \frac{127,0}{2 \times 3,46 \times 0,998} + \frac{21,93}{4 \times 0,998} = 26,9 + 18,4 + 5,47 = 50,77 \text{ т}$				$U_1 = \frac{270,8+28,5}{2 \times 5,54 \times 0,998} + \frac{46,47}{4 \times 0,998} = 27,1 + 11,6 = 38,7 \text{ т}$	

Напряжения в поясах ствола опоры:
(см. расчетный лист №3080 тм-т8-16)

$$U_3 = 20,79 \text{ т} \quad \sigma_3 = \frac{20790}{11,4} = 1830 \text{ кг/см}^2$$

$$U_2 = 37,8 \text{ т} \quad \sigma_2 = \frac{37800}{22,0} = 1720 \text{ кг/см}^2$$

$$U_1 = 50,77 \text{ т} \quad \sigma_1 = \frac{50770}{27,2} = 1870 \text{ кг/см}^2$$

Применение опоры П150-1 в качестве промежуточно-угловой ВЛ 110кВ

Расчет предельных углов поворота ВЛ, определяемых условиями прочности опоры.

Расчет прочности опоры производится для пояса средней секции U_2 , имеющего наибольшие напряжения (см. №3078ТМ-151)

ГР-Н гололеда

Угол поворота

$$\alpha = 3^\circ$$

$$P_{\text{гоб.}} = P_{\text{вес.}} = P_{\text{ветер.}} = 395 \text{ н}$$

Г схема Провода и тросы не оборваны и свободны от гололеда.

Ветер направлен вдоль оси траверса.

$$t = -5^\circ \text{С}; c = 0; q_n^H = 50 \text{ кг/м}^2;$$

$$q_T^H = 69 \text{ кг/м}^2.$$

Давление ветра на пролет провода, троса

$$P_n = 0,93 \cdot 395 \cdot 1,2 = 441 \text{ кг}$$

$$P_T = \frac{240 \cdot 395}{380} = 250 \text{ кг (см. №3078ТМ-Т5, лист 9)}$$

Вес пролёта провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 395 \cdot 1,1 = 404 \text{ кг}$$

$$G_T = 0,411 \cdot 395 \cdot 1,1 = 178 \text{ кг}$$

Вес гирлянды изоляторов

$$Q_r = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$B_n + Q_r = 404 + 64 = 468 \text{ кг}$$

Составляющая вдоль траверсы от
тяжения провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 9,03 \cdot 274,7 \cdot 0,0262 \cdot 1,3 = 169 \text{ кг}$$

$$T_r = 1780 \cdot 2 \cdot 0,0262 = 93 \text{ кг (см. №3078 тм-тб, лист 8)}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка
вдоль траверсы

$$P_n + T_n = 444 + 169 = 610 \text{ кг}$$

$$P_r + T_r = 250 + 93 = 343 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок на
провода и трос M_{II} (см. №3078 тм-т5, лист 19)

$$\text{Сечение 2-2} \quad 0,343 \times 10 = 3,43$$

$$\Delta 7,00 \text{ м} \quad 0,61 \times 7,0 = 4,27$$

$$b = 2,1 \text{ м} \quad \frac{0,61 \times 2 \times 1,0}{2} = 1,22$$

$$\cos \gamma = 0,998 \quad \begin{array}{r} 2,17 \\ 8,92 \end{array}$$

$$M_{н.ч.} = 0,468 \cdot 4,2 = \frac{1,97}{10,89}$$

$$\begin{array}{r} 2,17 \times 11,0 = 23,8 \\ \hline \Sigma M_{II} = 34,69 \text{ тм} \end{array}$$

Изгибающий момент от ветра на конструкцию опоры

$$M_{WII} = 16,16 \text{ тм (см. № 3078 тм-т5, лист 19)}$$

Вертикальные нагрузки

$$0,178 \times 1 = 0,178$$

$$0,468 \times 3 = 1,41$$

$$0,098 \times 10 = 0,98$$

$$0,098 \times 11 = 1,08$$

$$G = 3,65 \text{ т}$$

Усилие в поясе

$$U_2 = \frac{34,69 + 16,16}{2 \cdot 2,1 + 0,998} + \frac{3,65}{4 \cdot 0,498} = 12,2 + 0,92 = 13,12 \text{ т}$$

Напряжение в поясе U_2

$$\sigma = \frac{U_2}{F\psi} = \frac{13,12}{6,3} = 2090 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

$$F\psi = 6,3 \text{ (см. черт. № 3078 тм-т5)}$$

Пр-н гололеда $l_{\text{гоб.}} = l_{\text{ветр.}} = l_{\text{вес.}} = 380 \text{ м}$

Угол поворота ВЛ $\alpha = 4^\circ$

Т схема Провода и тросы не оборваны и свободны от гололеда.

Ветер направлен вдоль оси тросов

$$t = -5^\circ \text{C}; c = 0; q_n^H = 50 \text{ кг/м}^2$$

$$q_T^H = 69 \text{ кг/м}^2$$

Давление ветра на пролет провода,
троса

$$P_n = 0,93 \cdot 380 \cdot 1,2 = 424 \text{ кг}$$

$$P_T = 240 \text{ кг (см. №3078 тт-т5, лист 9)}$$

Вес пролета провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 380 \cdot 1,1 = 390 \text{ кг}$$

$$G_T = 0,411 \cdot 380 \cdot 1,1 = 172 \text{ кг}$$

Вес гирлянды изоляторов

$$Q_T = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$G_n + Q_T = 390 + 64 = 454 \text{ кг}$$

Составляющая вдоль траверсы от тяжё-
лая провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 8,41 \cdot 274,7 \cdot 0,0349 \cdot 1,3 = 210 \text{ кг}$$

$$T_T = 1220 \cdot 2 \cdot 0,0349 = 85 \text{ кг (см. №3078 тт-т6, лист 8)}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка
вдоль траверсы

$$P_n + T_n = 424 + 210 = 634 \text{ кг}$$

$$P_T + T_T = 240 + 85 = 325 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок на
провода и трос M_n (см. №3078 тт-т5, лист 19)

Сеч. 2-2

$\Delta 7,00 \text{ м}$

$\rho = 2,1 \text{ м}$

$\cos \delta = 0,998$

$$0,325 \times 10 = 3,25$$

$$0,634 \times 7,0 = 4,45$$

$$0,634 \times 2 \times 1,0 = 1,27$$

$$\begin{array}{r} 2,23 \\ \hline 8,97 \end{array}$$

$$M_{\text{н.у.}} = 0,45 \cdot 4,2 = \frac{1,89}{10,86}$$

$$2,23 \times 11,0 = 24,6$$

$$\Sigma M_{\text{н.}} = 35,46 \text{ тм}$$

Изгибающий момент от ветра на конструкцию опоры

$$M_{\text{н.}} = 16,16 \text{ тм (см. № 3078 тм-т5, лист 19)}$$

Вертикальные нагрузки

$$0,17 \times 1 = 0,17$$

$$0,454 \times 3 = 1,36$$

$$0,098 \cdot 10 = 0,98$$

$$0,098 \cdot 11 = 1,08$$

$$\underline{G = 3,59 \text{ т}}$$

Усилие в поясе

$$U_2 = \frac{35,46 + 16,16}{2 \cdot 2,1 \cdot 0,998} + \frac{3,59}{4,0,99} = 12,3 + 0,9 = 13,2 \text{ т}$$

Напряжение в поясе U_2

$$\sigma = \frac{U_2}{F_{\psi}} = \frac{13,2}{6,3} = 2100 \text{ кг/см}^2 [2100]$$

$$F_{\psi} = 6,3 \text{ (см. № 3078 тм - 151)}$$

II схема Провода и тросы обертаны и покрыты гололедом.

Ветер направлен вдоль оси траверс
 $t = -5^{\circ}\text{C}$; $c = 10\text{ м}$; $q_n^H = 12,5 \text{ кг/м}^2$
 $q_T^H = 17 \text{ кг/м}^2$

Давление ветра, на пролёт провода,
троса

$$P_n = 0,62 \cdot 380 \cdot 1,4 = 330 \text{ кг}$$

$$P_T = 315 \text{ кг (см. №3078 тп-т5, лист 9)}$$

Вес пролёта, провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 380 \cdot 1,1 + 0,89 \cdot 380 \cdot 2,0 = 390 + 676 = 1066 \text{ кг}$$

$$G_T = 0,44 \cdot 380 \cdot 1,1 + \frac{490 \cdot 380}{460} = 173 + 404 = 577 \text{ кг (см.}$$

№3078 тп-т5, лист 9)

Вес гирлянды изоляторов

$$G_r = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$G_n + G_r = 1066 + 64 = 1130 \text{ кг}$$

Составляющая вдоль траверсы от
тяжения провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 113 \cdot 274,7 \cdot 0,0349 \cdot 1,3 = 282 \text{ кг}$$

$$T_T = 1890 \cdot 2 \cdot 0,0349 = 132 \text{ кг}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка
вдоль траверсы.

$$P_n + T_n = 330 + 282 = 612 \text{ кг}$$

$$P_T + T_T = 315 + 132 = 447 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок на про-
вод и трос M_n (см. №3078 тп-т5, лист 19)

Сеч. 2-2

$$0,447 \times 10 = 4,47$$

$\Delta 7,00 \text{ м}$

$$0,612 \times 70 = 4,29$$

$$0,612 \times 2 \times 1,0 = 1,22$$

$\beta = 2,1 \text{ м}$

$$\frac{2,28}{9,98}$$

$\cos \chi = 0,998$

$$M_{н.ч.} = 1,13 \cdot 4,2 = 4,75$$

$$\frac{14,73}{2,28 \cdot 11 = 25,1}$$

$$\Sigma M_{н.ч.} = 39,83 \text{ тм}$$

Изгибающий момент от ветра на конструкцию опоры

$$M_{н.ч.} = 3,36 \text{ тм (см. №3078 тм-т5, лист 19)}$$

Вертикальные нагрузки

$$0,58 \cdot 1 = 0,58$$

$$1,13 \cdot 3 = 3,39$$

$$0,098 \cdot 10 = 0,98$$

$$0,098 \cdot 11 = 1,08$$

$$G = 6,03 \text{ т}$$

Усилие в поясе

$$U_2 = \frac{39,83 + 3,36}{2 \cdot 2,1 \cdot 0,998} + \frac{6,03}{4 \cdot 0,998} = 10,3 + 1,51 = 11,81 \text{ т}$$

Напряжение в поясе U_2

$$\sigma = \frac{U_2}{F\varphi} = \frac{11,81}{6,3} = 1880 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

$F\varphi = 6,3$ (см. №3078 тм-151)

Схема не является расчетной

III-Н гололеда Угол поворота ВЛ $\alpha = 3^\circ$
 $R_{\text{гол.}} = R_{\text{ветр.}} = R_{\text{вес.}} = 330 \text{ м}$

Т-схема Провода и тросы не оборваны и свободны от гололеда

Ветер направлен вдоль оси троса
 $t = -5^\circ \text{C}$; $c = 0$; $q_n^H = 50 \text{ кг/м}^2$;
 $q_T^H = 69 \text{ кг/м}^2$.

Давление ветра на пролет провода, троса

$$P_n = 0,93 \cdot 330 \cdot 1,2 = 368 \text{ кг}$$

$$P_T = \frac{205 \cdot 330}{320} = 212 \text{ кг (см. №3078ТМ-Т5, лист 11)}$$

Вес пролета провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 330 \cdot 1,1 = 338 \text{ кг}$$

$$G_T = 0,44 \cdot 330 \cdot 1,1 = 149 \text{ кг}$$

Вес гирлянды изоляторов

$$q_T = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$G_n + q_T = 338 + 64 = 402 \text{ кг}$$

Составляющая вдоль троса от
тяжения провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 6,31 \cdot 274,7 \cdot 0,0262 \cdot 1,3 = 118 \text{ кг}$$

$$T_T = 845 \cdot 2 \cdot 0,0262 = 44 \text{ кг (см. №3078ТМ-Т6, лист 10)}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль
траверсы

$$P_n + T_n = 368 + 118 = 486 \text{ кг}$$

$$P_T + T_T = 212 + 44 = 256 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок на
провода и трос M_{II} (см. №3078ТМ-Т5, лист 19)

Сечение 2-2

$$\Delta 7.00 \text{ м}$$

$$b = 2.1 \text{ м}$$

$$\cos \gamma = 0.998$$

$$0.256 \times 10 = 2.56$$

$$0.486 \times 7.0 = 3.40$$

$$0.486 \times 2 \times 10 = 9.72$$

$$\hline 1.71 \qquad 6.93$$

$$M_{н.у.} = 4.02 \cdot 4.2 = 1.69$$

$$\hline 8.62$$

$$1.71 \times 11 = 18.9$$

$$\Sigma M_{II} = 27.52 \text{ тм}$$

Изгибающий момент от ветра на
конструкцию опоры

$$M_{wII} = 16.16 \text{ тм (см. №3078ТМ-Т5, лист 19)}$$

Вертикальные нагрузки

$$0.15 \times 1 = 0.15$$

$$0.402 \times 3 = 1.21$$

$$0.098 \times 10 = 0.98$$

$$0.098 \times 11 = 1.08$$

$$\hline G = 3.42 \text{ т}$$

Усилие в поясе

$$U_2 = \frac{27.52 + 16.16}{2 \cdot 2.1 \cdot 0.998} + \frac{3.42}{4 \cdot 0.998} = 10.4 + 0.85 = 11.25 \text{ т}$$

Напряжение в поясе U_2

$$\sigma = \frac{U_2}{F\varphi} = \frac{11,25}{6,3} = 1780 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

$F\varphi = 6,3$ (см. № 3078 тм-151)

Схема не является расчетной

II схема Провода и трос не оборваны
и покрыты гололедом
Ветер направлен вдоль оси трассы
 $t = -5^\circ\text{C}$; $\rho = 15 \text{ мм}$; $q_n^H = 14,0 \text{ кг/м}^2$
 $q_T^H = 17 \text{ кг/м}^2$

Давление ветра на пролет провода,
троса

$$P_n = 0,87 \cdot 330 \cdot 1,4 = 401 \text{ кг}$$

$$P_T = \frac{360 \cdot 330}{320} = 371 \text{ кг (см. № 3078 тм-т 5, лист 11)}$$

Вес пролета провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 330 \cdot 1,1 + 1,55 \cdot 330 \cdot 2 = 338 + 1022 = 1360 \text{ кг}$$

$$G_T = 0,4 \cdot 330 \cdot 1,1 + \frac{2 \cdot 330}{400} = 149 + 676 = 825 \text{ кг}$$

(см. № 3078 тм-т 5, лист 11)

Вес гирлянды изоляторов

$$q_T = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка

$$G_n + q_T = 1360 + 64 = 1424 \text{ кг}$$

Составляющая вдоль траверсы от тяжения
провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 11,3 \cdot 274,7 \cdot 0,0262 \cdot 1,4 = 228 \text{ кг}$$

$$T_r = 2020 \cdot 2 \cdot 0,0262 = 106 \text{ кг (см. № 3078 ГМ-ТБ, лист 10)}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка
вдоль траверсы

$$P_n + T_n = 401 + 228 = 629 \text{ кг}$$

$$P_r + T_r = 371 + 106 = 477 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок на
провода и трос M_{II} (см. № 3078 ГМ-ТБ, лист 19)

Сечение 2-2

$$D = 7,00 \text{ м}$$

$$r = 2,1 \text{ м}$$

$$\cos \delta = 0,998$$

$$0,477 \cdot 10 = 4,77$$

$$0,629 \cdot 7,0 = 4,40$$

$$0,629 \cdot 2,10 = 1,26$$

$$2,36$$

$$10,43$$

$$M_{II} = 1,42 \cdot 4,2 = 5,96$$

$$16,38$$

$$2,36 \cdot 11,0 = 26,0$$

$$\Sigma M_{II} = 42,38 \text{ тм}$$

Вертикальные нагрузки

$$0,825 \cdot 1 = 0,82$$

$$1,42 \cdot 3 = 4,26$$

$$0,098 \cdot 10 = 0,98$$

$$0,098 \cdot 11 = 1,08$$

$$G = 7,14 \text{ т}$$

Усилие в поясе

$$U_2 = \frac{42,38 + 3,36}{2 \cdot 2,1 \cdot 0,998} + \frac{7,14}{4 \cdot 0,998} = 10,9 + 1,79 = 12,69 \text{ т}$$

Напряжение в поясе U_2

$$\sigma = \frac{U_2}{F\varphi} = \frac{12,69}{6,3} = 2010 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

$F\varphi = 6,3$ (см. № 3078 тт-151)

IV Р-Н гололёда

Угол поворота вл $\alpha = 2^\circ$

II схема

Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси траверс

$$t = -5^\circ\text{C}; c = 20 \text{ мм}; q_n^M = 14,0 \text{ кг/м}^2$$

$$q_T^M = 17 \text{ кг/м}^2$$

$$l_{\text{габ.}} = l_{\text{ветр.}} = l_{\text{вес.}} = 290 \text{ м}$$

Давление ветра на пролет провода, троса

$$P_n = 1,03 \cdot 290 \cdot 1,4 = 418 \text{ кг}$$

$$P_T = \frac{450 \cdot 290}{350} = 408 \text{ кг (см. № 3078 тт-15, лист 11)}$$

Вес пролета провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 290 \cdot 1,1 + 2,35 \cdot 290 \cdot 2,0 = 1657 \text{ кг}$$

$$G_T = \frac{160 \cdot 290}{350} + \frac{1170 \cdot 290}{350} = 128 + 968 = 1096 \text{ кг}$$

(см. № 3078 тт-15, лист 11)

Вес гирлянды изоляторов

$$q_r = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$1657 + 64 = 1721 \text{ кг}$$

Составляющая вдоль траверсы от тяжёлая провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 11,3 \cdot 274,7 \cdot 0,0175 \cdot 1,4 = 152 \text{ кг}$$

$$T_r = 2020 \cdot 2 \cdot 0,0175 = 71 \text{ кг (см. №3078ГН-ГБ, лист 10)}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы

$$P_n + T_n = 418 + 152 = 570 \text{ кг}$$

$$P_r + T_r = 408 + 71 = 479 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок на провода и трос M_n (см. №3078ГН-ГБ, лист 19)

Сечение 2-2

$$\Delta 7,00 \text{ м}$$

$$b = 2,1 \text{ м}$$

$$\cos \gamma = 0,998$$

$$0,479 \times 10 = 4,79$$

$$0,57 \times 7,0 = 3,98$$

$$0,57 \times 2 \times 1,0 = 1,14$$

$$\frac{2,19}{9,91}$$

$$M_{n.y} = 1,66 \cdot 4,2 = \frac{6,96}{16,87}$$

$$2,19 \cdot 11,0 = \frac{24,1}{\underline{\hspace{1cm}}}$$

$$\Sigma M_n = 40,97 \text{ тм}$$

Вертикальные нагрузки

$$1,1 \cdot 1 = 1,10$$

$$1,72 \cdot 3 = 5,16$$

$$0,098 \cdot 10 = 0,98$$

$$0,098 \cdot 11 = 1,08$$

$$G = 8,32 \text{ т}$$

Усилие в поясе

$$U_2 = \frac{40,97 + 3,36}{2 \cdot 21 \cdot 0,998} + \frac{8,32}{4 \cdot 0,998} = 10,6 + 2,06 = 12,66 \tau$$

Напряжение в поясе U_2

$$\sigma = \frac{U_2}{F\varphi} = \frac{12,66}{6,3} = 2010 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

$F\varphi = 6,3$ (см. №3078 тт-151)

Применение опоры П 150-2 в качестве
промежуточно - угловой ВЛ 110кВ

Расчет предельных углов поворота ВЛ,
определяемых условиями прочности опоры.

Расчет прочности опоры производится для пояса нижней секции Ц₁, имеющего наибольшие напряжения (см. Н 3078ТМ-152).

Провод АСО-240

I р-н гололеда.

Угол поворота ВЛ $\alpha = 3^\circ$

$$l_{\text{вес}} = l_{\text{ветр.}} = 260 \text{ м} \quad l_{\text{габ}} = 395 \text{ м}$$

Исхема Провода и тросы не обрваны и свободны от гололеда

Ветер направлен вдоль оси тросов

$$t = -5^\circ \text{С}; c = 0; q_n^H = 53 \text{ кг/м}^2; q_T^H = 77 \text{ кг/м}^2$$

Давление ветра на пролет провода, троса.

$$P_n = 0,985 \cdot 260 \cdot 1,2 = 307 \text{ кг}$$

$$P_T = \frac{225 \cdot 260}{320} = 183 \text{ кг (см. Н 3078 ТМ-Т5, лист 13)}$$

Вес пролета провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 260 \cdot 1,1 = 266 \text{ кг}$$

$$G_T = 0,411 \cdot 260 \cdot 1,1 = 117 \text{ кг}$$

Вес гирлянды изоляторов

$$q_G = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$G_n + q_G = 266 + 64 = 330 \text{ кг}$$

Составляющая вдоль траверсы от тяжения
провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 9,04 \cdot 274,7 \cdot 0,0262 \cdot 1,3 = 169 \text{ кг}$$

$$T_T = 18,50 \cdot 2 \cdot 0,0262 = 97 \text{ кг (см. № 3078 ТМ-Т6, лист 25)}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль
траверсы

$$P_n + T_n = 307 + 169 = 476 \text{ кг}$$

$$P_T + T_T = 183 + 97 = 280 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок на
провода и трос M_{II} (см. № 3078 ТМ-Т5, лист 20)

Сечение 1-1

$\nabla 1,0 \text{ м}$

$b = 2,7 \text{ м}$

$\cos \gamma = 0,998$

$$0,280 \cdot 34,0 = 9,5$$

$$0,476 \cdot 2 \cdot 30,0 = 28,6$$

$$0,476 \cdot 2 \cdot 24,0 = 22,8$$

$$0,476 \cdot 2 \cdot 18,0 = 17,1$$

$$\Sigma M_{II} = 78,0 \text{ тм}$$

Изгибающий момент от ветра на
конструкцию опоры

$$M_{WII} = 47,53 \text{ тм (см. № 3078 ТМ-Т5, лист 20)}$$

Вертикальные нагрузки

$$0,117 \cdot 1 = 0,117$$

$$0,33 \cdot 6 = 1,973$$

$$3,90$$

$$G = 5,99 \text{ т}$$

Усилие в поясе

$$U_1 = \frac{78,0 + 47,53}{2 \cdot 2,7 \cdot 0,998} + \frac{5,99}{4 \cdot 0,998} = 23,1 + 1,4 = 24,5 \text{ т.}$$

Напряжение в поясе U_1

$$\sigma = \frac{U_1}{F_{\text{У}}} = \frac{24,5}{14,2} = 1730 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

$F_{\text{У}} = 14,2$ (см. № 3078 ТМ-152)

6 болтов $\phi 20$ имеют несущую способность $6 \times 4,08 = 24,48 \text{ т.}$

II р-н галопеда

Угол поворота ВЛ $\alpha = 3^\circ$

$l_{\text{вес}} = l_{\text{ветр}} = 260 \text{ м}$ $l_{\text{габ}} = 380 \text{ м}$

I схема. Провода и тросы не оборваны и свободны от галопеда.

Ветер направлен вдоль оси траверс

$t = -5^\circ \text{C}$; $C = 0$ $q_n^H = 53 \text{ кг/м}^2$; $q_T^H = 77 \text{ кг/м}^2$

Давление ветра на пролет провода, троса

$$P_n = 0,985 \cdot 260 \cdot 1,2 = 308 \text{ кг}$$

$$P_T = \frac{225 \cdot 260}{320} = 183 \text{ кг (см. Н 3078ТМ - Т5, лист 13)}.$$

Вес пролета провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 260 \cdot 1,1 = 267 \text{ кг}$$

$$G_T = 0,41 \cdot 260 \cdot 1,1 = 118 \text{ кг}$$

Вес гирлянды изоляторов

$$q_r = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$G_n + q_r = 267 + 64 = 331 \text{ кг}$$

Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 8,4 \cdot 274,7 \cdot 0,0262 \cdot 1,3 = 159 \text{ кг}$$

$$T_T = 2 \cdot 1040 \cdot 0,0262 = 55 \text{ кг}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.

$$P_n + T_n = 308 + 159 = 467 \text{ кг}$$

$$P_T + T_T = 183 + 55 = 238 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок на пробода и трос

M_{II} (см. N 3078 ТМ-Т5, лист 20)

Сечение 1-1

$$\nabla 1,0 \text{ м}$$

$$b = 2,7 \text{ м}$$

$$\cos \gamma = 0,998$$

$$0,238 \cdot 34,0 = 8,1$$

$$0,467 \cdot 2 \cdot 30,0 = 28,0$$

$$0,467 \cdot 2 \cdot 24,0 = 22,4$$

$$0,467 \cdot 2 \cdot 18,0 = 16,8$$

$$\Sigma M_{II} = 75,3 \text{ тм}$$

Изгибающий момент от ветра на конструкцию опоры

$M_{wII} = 47,53 \text{ тм}$ (см. N 3078 ТМ-Т5, лист 20)

Вертикальные нагрузки

$$0,118 \cdot 1 = 0,118$$

$$0,267 \cdot 6 = 1,6$$

$$3,90$$

$$G = 5,618$$

Усилие в поясе

$$C_1 = \frac{75,3 + 47,53}{2 \cdot 2,7 \cdot 0,998} + \frac{5,618}{4 \cdot 0,998} = 22,7 + 1,4 = 24,1 \text{ т}$$

Напряжение в поясе C_1

$$\sigma = \frac{C_1}{F_{\text{Ф}}} = \frac{24,1}{14,2} = 1700 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

$F_{\text{Ф}} = 14,2$ (см. N 3078 ТМ-152)

6 болтов $\phi 20$ имеют несущую способность

$$6 \times 4,08 = 24,48 > 24,1 \text{ т}$$

II р-н гололеда

Угол поворота вл $\alpha = 3^\circ$

$l_{\text{аб.}} = l_{\text{вес.}} = l_{\text{ветр.}} = 260 \text{ м}$

II схема. Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом: ветер направлен вдоль оси траверсы $t = -5^\circ\text{C}$; $c = 10 \text{ мм}$; $q_{\text{л}}^{\text{н}} = 13,0 \text{ кг/м}^2$; $q_{\text{т}}^{\text{н}} = 19,0 \text{ кг/м}^2$

Давление ветра на пролет провода, троса

$$P_{\text{л}} = 0,66 \cdot 260 \cdot 1,4 = 240 \text{ кг}$$

$$P_{\text{т}} = \frac{290 \cdot 260}{320} = 240 \text{ кг}$$

Вес пролета провода, троса

$$G_{\text{л}} = 0,93 \cdot 260 \cdot 1,1 + 0,89 \cdot 260 \cdot 2,0 = 267 + 463 = 730 \text{ кг}$$

$$G_{\text{т}} = 0,411 \cdot 260 \cdot 1,1 + \frac{490 \cdot 260}{480} = 118 + 277 = 395 \text{ кг}$$

(см. N 3078-т5, лист 13)

Вес гирлянды изоляторов

$$q_{\text{г}} = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$G_{\text{л}} + q_{\text{г}} = 730 + 64 = 794 \text{ кг}$$

Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса

$$T_{\text{л}} = 2 \cdot 11,3 \cdot 274,7 \cdot 0,0262 \cdot 1,3 = 211 \text{ кг}$$

$$T_{\text{т}} = \frac{1580 \cdot 0,0262}{0,423} = 98 \text{ кг (см. N 3078тм-т6, лист 25)}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка

вдоль траверсы

$$P_{\text{л}} + T_{\text{л}} = 240 + 211 = 451 \text{ кг}$$

$$P_{\text{т}} + T_{\text{т}} = 240 + 98 = 338 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок на провода
и трос M_{II} (см. н 3078 тм-т 5 лист 20)

Сечение 1-1

$\nabla 1,0 \text{ м}$

$b = 2,7 \text{ м}$

$\cos \gamma = 0,998$

$$0,338 \cdot 34,0 = 11,5$$

$$0,451 \cdot 2 \cdot 30,0 = 27,0$$

$$0,451 \cdot 2 \cdot 24,0 = 21,6$$

$$0,451 \cdot 2 \cdot 18,0 = 16,3$$

$$\Sigma M_{II} = 76,4 \text{ тм}$$

Изгибающий момент от ветра на
конструкцию опоры

$$M_{wII} = 9,92 \text{ тм (см. н 3078 тм-т 5, лист 20)}$$

Вертикальные нагрузки

$$0,395 \cdot 1 = 0,395$$

$$0,794 \cdot 6 = 4,76$$

$$3,9$$

$$G = 9,055 \text{ т}$$

Усилie в поясе

$$U_1 = \frac{76,4 + 9,92}{2 \cdot 2,7 \cdot 0,998} + \frac{9,055}{4 \cdot 0,998} = 16,0 + 2,3 = 18,3 \text{ т}$$

Схема не является расчетной

III р-н галоледя

Угол поворота $\alpha = 5^\circ$

$l_{вес} = l_{ветр} = 220 м$, $l_{габ} = 330 м$

I схема Провода и тросы не оборваны
и свободны от галоледя

Ветер направлен вдоль оси траверс

$t = -5^\circ c$; $c = 0$; $q_n^H = 53 кг/м^2$; $q_T^H = 77 кг/м^2$

Давление ветра на пролет провода, троса

$$P_n = 0,985 \cdot 220 \cdot 1,2 = 260 кг$$

$$P_T = \frac{225 \cdot 220}{320} = 155 кг \text{ (см. н 3078 тм-т5, лист 15)}$$

Вес пролета провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 220 \cdot 1,1 = 226 кг$$

$$G_T = 0,41 \cdot 220 \cdot 1,1 = 100 кг$$

Вес гирлянды изоляторов

$$q_G = 58 \cdot 1,1 = 64 кг$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$G_n + q_G = 226 + 64 = 290 кг$$

Составляющая вдоль траверсы от
тяжения провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 6,3 \cdot 274,7 \cdot 0,0436 \cdot 1,3 = 200 кг$$

$$T_T = \frac{1760 \cdot 0,0436}{0,72} = 107 кг$$

Суммарная горизонтальная нагрузка
вдоль траверсы

$$P_n + T_n = 260 + 200 = 460 кг$$

$$P_T + T_T = 155 + 107 = 262 кг$$

Изгибающий момент, от нагрузок
на провода и трос M_{II} (см. N 3078 тм - т.5, лист 20)
Сечение 1-1

$$\begin{array}{r} \nabla 1,0 \text{ м} \\ b = 2,7 \text{ м} \\ \cos \varphi = 0,998 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,262 \cdot 34,0 = 8,9 \\ 0,46 \cdot 2 \cdot 30,0 = 27,6 \\ 0,46 \cdot 2 \cdot 24,0 = 22,1 \\ 0,46 \cdot 2 \cdot 18,0 = 16,5 \\ \hline \Sigma M_{II} = 75,2 \text{ тм} \end{array}$$

Изгибающий момент от ветра на
конструкцию опоры

$$M_{wII} = 47,53 \text{ тм (см. N 3078 тм - т.5, лист 20)}$$

Вертикальные нагрузки

$$\begin{array}{r} 0,1 \cdot 1 = 0,1 \\ 0,28 \cdot 6 = 1,74 \\ \hline 3,90 \\ G = 5,74 \text{ т} \end{array}$$

Усилие в поясе

$$C_1 = \frac{75,2 + 47,53}{2 \cdot 2,7 \cdot 0,998} + \frac{5,74}{4 \cdot 0,998} = 22,7 + 1,45 = 24,15 \text{ т}$$

Напряжение в поясе C_1 ,

$$\sigma = \frac{C_1}{F_{\varphi}} = \frac{24,15}{14,2} = 1700 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

$$F_{\varphi} = 14,2 \text{ (см. N 3078 тм - 152)}$$

Схема не является расчетной.

6 болтов $\phi 20$ имеют несущую способность

$$6 \times 4,08 = 24,48 \text{ т.} > 24,15 \text{ т.}$$

II Схема. Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.

$$t = -5^{\circ}\text{C}; c = 15 \text{ мм}; q_n^H = 14 \text{ кг/м}^2; q_T^H = 19,0 \text{ кг/м}^2$$

Давление ветра на пролет провода, троса

$$P_n = 0,87 \cdot 220 \cdot 1,4 = 268 \text{ кг}$$

$$P_T = \frac{400 \cdot 220}{330} = 267 \text{ кг (см. № 3078ТМ-Т5, лист 15)}$$

Вес пролета провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 220 \cdot 1,1 + 1,55 \cdot 220 \cdot 2 = 225 + 682 = 907 \text{ кг}$$

$$G_T = 0,41 \cdot 220 \cdot 1,1 + \frac{820 \cdot 220}{400} = 100 + 450 = 550 \text{ кг}$$

(см. № 3078ТМ-Т5, лист 15)

Вес гирлянды изоляторов

$$q_g = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг.}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$G_n + q_g = 907 + 64 = 971 \text{ кг.}$$

Составляющая вдоль траверсы от тяжения
провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 11,3 \cdot 274,7 \cdot 0,0436 \cdot 1,4 = 382 \text{ кг}$$

$$T_T = \frac{1580 \cdot 0,0436}{0,391} = 176 \text{ кг (см. № 3078ТМ-Т6, лист 27)}$$

Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы

$$P_n + T_n = 268 + 382 = 650 \text{ кг}$$

$$P_T + T_T = 267 + 176 = 443 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок
на провода и трос M_{II} (см. N 3078 ТМ-Т5, лист 20)

Сечение 1-1	$0,443 \cdot 34,0 = 15,4$
$\nabla 1,0 \text{ м}$	$0,65 \cdot 230,0 = 39,0$
$b = 2,7 \text{ м}$	$0,65 \cdot 2 \cdot 24,0 = 31,2$
$\cos \gamma = 0,998$	$0,65 \cdot 2 \cdot 18,0 = 23,3$
	$\Sigma M_{II} = 108,9 \text{ тм}$

Изгибающий момент от ветра на
конструкцию опоры

$$M_{wII} = 9,92 \text{ тм (см. N 3078 ТМ-Т5, лист 20)}$$

Вертикальные нагрузки

$$\begin{aligned} 0,55 \cdot 1 &= 0,55 \\ 0,91 \cdot 6 &= 5,45 \\ \hline &3,9 \\ G &= 9,9 \text{ т} \end{aligned}$$

Усилие в поясе

$$U_1 = \frac{108,9 + 9,92}{2 \cdot 2,7 \cdot 0,998} + \frac{9,9}{4 \cdot 0,998} = 22,0 + 2,5 = 24,5 \text{ т}$$

Напряжение в поясе U_1

$$\sigma = \frac{U_1}{F\varphi} = \frac{24,5}{14,2} = 1730 \text{ кг/см} < [2100]$$

$$F\varphi = 14,2 \text{ (см. N 3078 ТМ - 152)}$$

6 болтов $\phi 20$ имеют несущую способность $24,48 \cong 24,5 \text{ т}$.

IV р-н гололеда

Угол поворота $\alpha = 4^\circ$ $l_{\text{габ}} = 290 \text{ м}$.

$$l_{\text{вес}} = l_{\text{ветр}} = 220 \text{ м}$$

II схема. Провода и трос не обрваны и покрыты гололедом ветер направлен вдоль оси траверс $t = -5^\circ \text{C}$; $c = 20 \text{ мм}$; $q_n^H = 14,0 \text{ кг/м}^2$; $q_T^H = 19,0 \text{ кг/м}^2$.

Давление ветра на пролет провода, троса

$$P_n = 1,03 \cdot 220 \cdot 1,4 = 317 \text{ кг}$$

$$P_T = \frac{495 \cdot 220}{350} = 310 \text{ кг (см. Н 3078 тм - Т5, лист 15)}$$

Вес пролета провода, троса

$$G_n = 0,93 \cdot 220 \cdot 1,1 + 2,35 \cdot 220 \cdot 2,0 = 1260 \text{ кг}$$

$$G_T = \frac{160 \cdot 220}{350} + \frac{1170 \cdot 220}{350} = 102 + 735 = 837 \text{ кг}$$

(см. Н 3078 тм - Т5, лист 15)

Вес гирлянд изоляторов

$$q_g = 58 \cdot 1,1 = 64 \text{ кг}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$G_n + q_g = 1260 + 64 = 1324 \text{ кг}$$

Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса

$$T_n = 2 \cdot 113 \cdot 274,7 \cdot 0,0349 \cdot 1,4 = 304 \text{ кг}$$

$$T_T = \frac{1700 \cdot 0,0349}{0,423} = 140 \text{ кг (см. Н 3078 тм - Т6, лист 27)}.$$

Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.

$$P_n + T_n = 317 + 304 = 621 \text{ кг.}$$

$$P_T + T_T = 310 + 140 = 450 \text{ кг}$$

Изгибающий момент от нагрузок на провода и трос M_{II} (см. № 3078ТМ-Т5, лист 20)

Сечение 1-1

$$\nabla 1.0\text{м} \quad 0,45 \cdot 34,0 = 15,3$$

$$b=2,7\text{м} \quad 0,621 \cdot 2 \cdot 30,0 = 37,2$$

$$0,621 \cdot 2 \cdot 24,0 = 29,8$$

$$\cos \gamma = 0,998 \quad 0,621 \cdot 2 \cdot 18,0 = 22,3$$

$$\Sigma M_{II} = 104,6\text{ТМ.}$$

Изгибающий момент от ветра на конструкцию опоры

$$M_{WII} = 9,92\text{ТМ} \quad (\text{см. № 3078ТМ-Т5, лист 20})$$

Вертикальные нагрузки

$$0,837 \cdot 1 = 0,837$$

$$1,324 \cdot 6 = 7,95$$

3,9

Усилие в поясе $G = 12,69\text{Т}$

$$C_1 = \frac{104,6 + 9,92}{2 \cdot 2,7 \cdot 0,998} + \frac{12,69}{4 \cdot 0,998} = 21,2 + 3,2 = 24,5\text{Т}$$

Напряжение в поясе C_1

$$\delta = \frac{C_1}{F\varphi} = \frac{24,5}{14,2} = 1730\text{КГ/СМ}^2 < [2100]$$

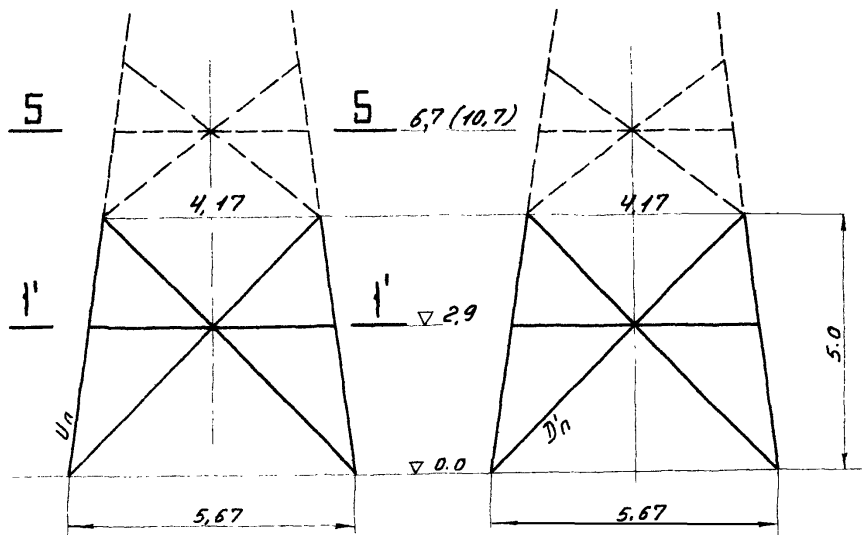
$F\varphi = 14,2$ (см. № 3078ТМ-152)

6 болтов $\varnothing 20$ имеют несущую способность

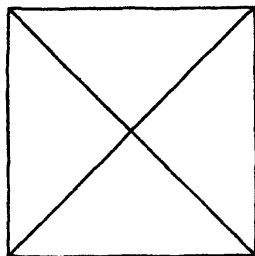
$$6 \times 4,08 = 24,48 \approx 24,5\text{Т}$$

*Расчет подставок
для анкерно-угловых
и промежуточных опор.*

Расчет подставки
под опору 435-1



Разрез 1'-1'



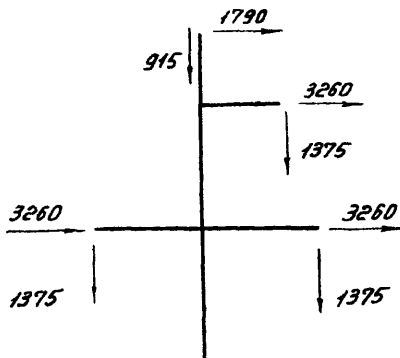
(10.7) - отметка, указанная в расчёте опоры

Расчет пояса подставки

Усилия в поясах нижней секции опоры УЗ5-1 определены по схеме II IV р-н гололёда, $\alpha = 60^\circ$

(без разности тяжёний)

(см. расчёт № 3078 тп-т 3 лист 13/31)



Изгибающие моменты и перерезывающие силы на $\nabla 6,7$ м (10,7)

От нагрузок на провода и трос		От ветра на конструкцию опоры		Вертикальная нагрузка
Q_{II}	M_{II}	Q_{wII}	M_{wII}	G

На $\nabla 6,7$

11,57 т	124,56 тм	0,381 т	2,55 тм	8,435 т
---------	-----------	---------	---------	---------

На $\nabla 2,9$

	124,56		2,55	8,435
$11,57 \cdot 3,8 =$	44,00	$0,381 \cdot 3,8 =$	1,45	$0,21 \cdot 3,8 = 0,8$
	168,56		4,00	9,235

Усилия в поясе подставки

$$U_n = \frac{168,56 + 4,0}{2 \cdot 4,8 \cdot 0,989} + \frac{9,235}{4 \cdot 0,989} = 18,25 + 2,33 = 20,58 \text{ т}$$

$$l = 290 \text{ см} \quad \angle 140 \times 9 \quad \beta = \frac{290}{2,79} = 104;$$

$$\varphi = 0,568$$

$$\sigma = \frac{20,58}{24,7 \cdot 0,568 \cdot 0,9} = 1630 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

Расчет раскосов подставки

Грань \perp осям траверс

Усилия в раскосах опоры определены по схеме III , IV р-н гололеда, $\alpha = 0^\circ$
(см. расчет 3078 тм-т3 лист 16/31)

изгибающий момент M_{\perp} но $\nabla 6,7$	перерезывающая сила Q_{\perp}	крутящий момент $M_{кр}$
49,86 тм но $\nabla 2,9$	5,1 т	16,0 т
49,86 $5,1 \cdot 3,8 = \frac{19,40}{69,26 \text{ тм}}$	5,1 т	16,0 т

$$D'_n = \frac{\frac{5,1}{2} - \frac{69,26}{4,8} \cdot 0,15}{2 \cdot 0,713} + \frac{16,0}{4 \cdot 4,8 \cdot 0,713} = 0,27 + 1,17 = 1,44 \text{ т}$$

$$L = 410 \text{ см}$$

$$L = 110 \times 8$$

$$\lambda = \frac{410}{2,18} = 188;$$

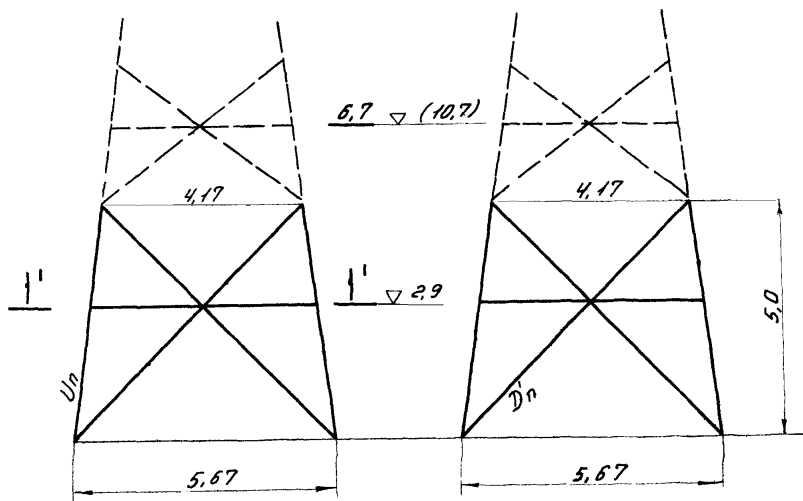
$$\mu_p = 0,774;$$

$$\lambda = 188 \cdot 0,774 = 146 < [150]$$

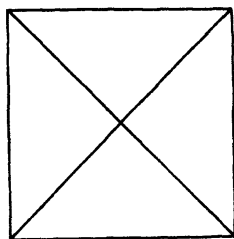
$$\gamma = 0,336;$$

$$\sigma = \frac{1440}{17,2 \cdot 0,336 \cdot 0,75} = 330 \text{ кг/см}^2$$

Расчёт подставки
под опору 435-2

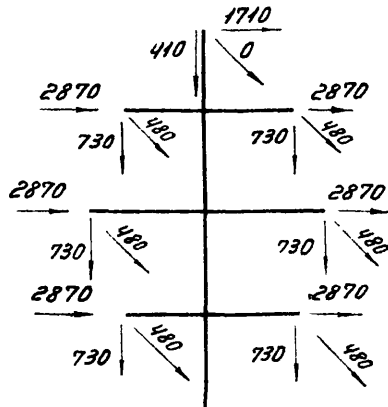


Разрез 1'-1'



Расчет пояса подставки

Усилия в поясах нижней секции опоры УЗ5-2 определены по схеме II III р-н гололеда, $\alpha = 60^\circ$ (с разностью тяженей) (см. расчет № 3078 тп-т3 лист 29/31).



Изгибающие моменты и перерезывающие силы.

От нагрузок на провода и трос				От ветра на конструкцию опоры		Вертикальная нагрузка
$Q_{ }$	Q_{\perp}	$M_{ }$	M_{\perp}	$Q_{w }$	$M_{w }$	G
на ∇ 6,7						
18,93 т	2,88 т	236,9 тм	34,02 тм	0,534 т	4,66 тм	10,11 т
на ∇ 2,9						
		236,9			4,66	10,11
		34,02		0,534 · 3,8 = 2,03		0,27 · 3,8 = 1,03
(18,93 + 2,88) · 3,8 = 83,00						
		353,92 тм			6,69 тм	11,14 т

Усилие в поясе подставки

$$U_n = \frac{353,92 + 6,69}{2 \cdot 4,8 \cdot 0,989} + \frac{11,14}{4 \cdot 0,989} = 38,2 + 2,82 = 41,2 \text{ т}$$

$$L = 285 \text{ см} \quad L \ 160 \times 10 \quad \lambda = \frac{285}{3,19} = 89; \quad \varphi = 0,696$$

$$\sigma = \frac{41,2}{31,4 \cdot 0,9 \cdot 0,696} = 2100 \text{ кг/см}^2$$

Расчет раскосов подставки

Грань \perp осям таврера

Усилия в раскосах опоры нижней секции определены по схеме III к, IV р-н голландца, $\alpha = 0^\circ$ (см. расчеты № 3078 тм - т 3 лист 31/31)

изгибающий момент M_{\perp}	перерезывающая сила Q_{\perp}	крутящий момент $M_{кр}$
на ∇ 6,7 155 тм		
на ∇ 2,9 155,0	11,6 т	16,2 тм
$11,6 \cdot 3,8 = 44,0$ 199,0 тм	11,6 т	16,2 тм

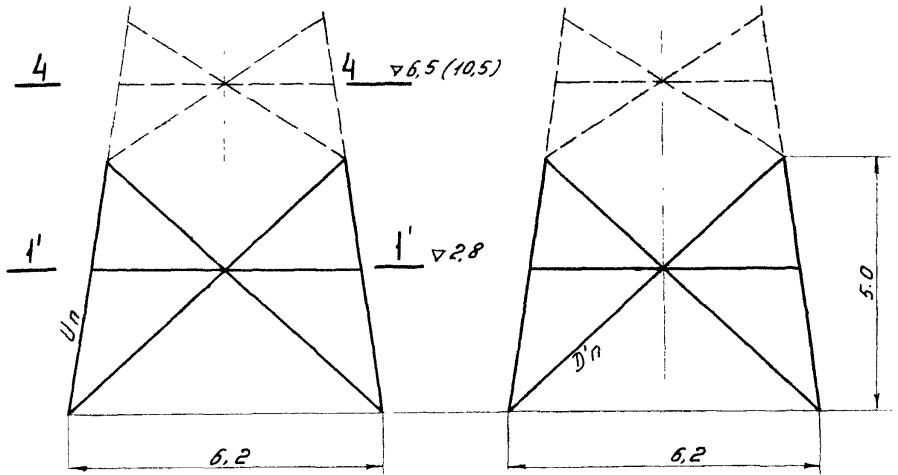
$$D'_n = \frac{\frac{11,6}{2} - \frac{199,0}{4,8} \cdot 0,15}{2 \cdot 0,713} \pm \frac{16,2}{4 \cdot 4,8 \cdot 0,713} = 1,47 \text{ т}$$

$$L \ 110 \times 8 \quad L = 410 \text{ см} \quad \lambda = \frac{410}{2,18} = 188;$$

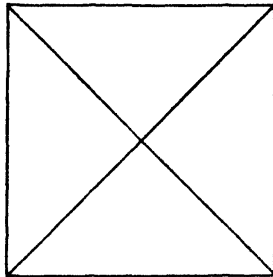
$$\mu_p = 0,776; \quad \lambda = 188 \cdot 0,776 = 146 < [150]$$

$$\varphi = 0,336; \quad \sigma = \frac{1470}{17,2 \cdot 0,336 \cdot 0,75} = 340 \text{ кг/см}^2$$

Расчет подставки
 под опору У110-1

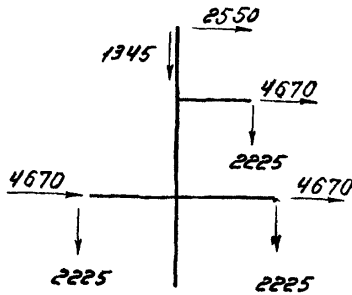


Разрез 1'-1'



Расчет пояса подставки

Усилия в поясах нижней секции опоры У110-1 определены по схеме II, IV р-н гололеда, $\alpha = 55^\circ$ (без разности тяжений) (см. расчёт № 3078 тм-гб лист 13/35)



Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От нагрузок на провода и трос		От ветра на конструкцию опоры		Вертикальная нагрузка
Q_{II}	M_{II}	Q_{wII}	M_{wII}	G
на $\nabla 6,5$				
15,58 т	191,6 тм	0,6 т	5,52 тм	13,3
на $\nabla 2,8$				
	191,6		5,52	13,3
$15,58 \cdot 3,7 =$	57,6	$0,6 \cdot 3,7 =$	2,22	$0,27 \cdot 3,7 =$ 1,0
	<u>249,2 тм</u>		<u>7,74</u>	<u>14,3</u>

Усилие в поясе подставки

$$U_n = \frac{249,2 + 7,74}{2 \cdot 5,4 \cdot 0,989} + \frac{14,3}{4 \cdot 0,989} = 24,0 + 3,6 = 27,6 \text{ т}$$

$$L = 280 \text{ см.} \quad L \ 140 \times 9 \quad \lambda = \frac{280}{2,79} = 100; \quad \varphi = 0,6;$$

$$G = \frac{27,6}{24,7 \cdot 0,6 \cdot 0,9} = 2080 \text{ кг/см}^2$$

Расчёт раскосов подставки

Грань \perp осям траверс

Усилия в раскосах опоры определены по схеме IIк, IIр-н голаледа, $\alpha = 0^\circ$

(см. расчёт № 3078 тм-тб лист 15/35)

изгибающий момент	перерезывающая сила	крутящий момент
M_{\perp}	Q_{\perp}	$M_{кр}$
на $\nabla 6,5$		
164,34 тм	15,07 т	21,7 тм
на $\nabla 2,8$		
164,34		
$15,07 \cdot 3,7 = 55,60$	15,07	21,7
219,94 тм		

$$D'_n = \frac{\frac{15,07}{2} - \frac{219,94}{5,3} \cdot 0,15}{2 \cdot 0,737} + \frac{21,7}{4 \cdot 5,3 \cdot 0,737} =$$

$$= 0,87 + 1,4 = 2,28 \text{ т}$$

$$L = 420 \text{ см}$$

$$\angle 110 \times 8$$

$$\lambda = \frac{420}{2,18} = 193$$

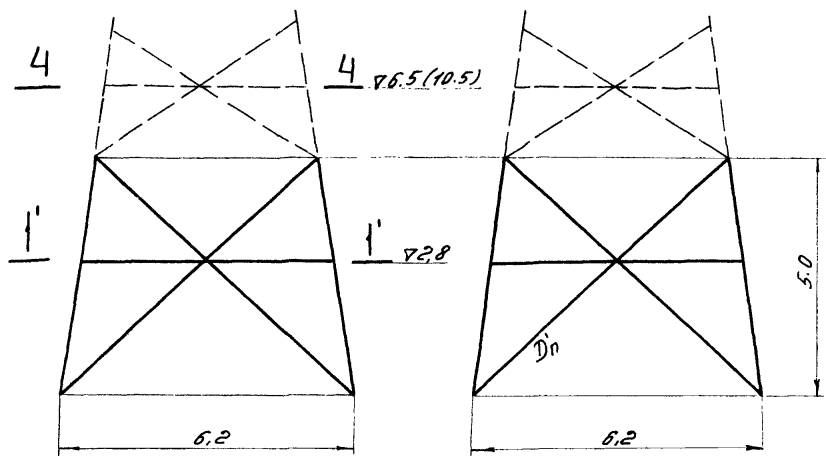
$$\mu_n = 0,774;$$

$$\lambda_p = 193 \cdot 0,774 = 149$$

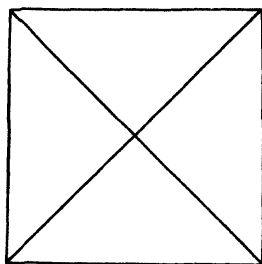
$$\varphi = 0,324$$

$$\sigma = \frac{2280}{17,2 \cdot 0,324 \cdot 0,75} = 545 \text{ кг/см}^2 < 2400$$

Расчёт подставки
под опору УИД-2



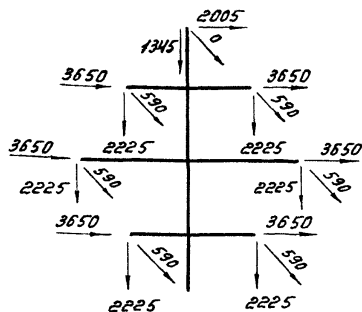
Разрез 1'-1'



Расчёт пояса подставки

Усилия в поясах нижней секции опоры 4410-2 определены по схеме II, IV р-н гололёда $\alpha = 50^\circ$ (с разностью тяжёлый)

(с.п. расчёт № 3078 тм-тб лист 30/85)



Изгибающие моменты и перерезывающие силы от нагрузок на провода и трос от ветра на конструкцию опоры вертикальная нагрузка

$Q_{ }$	Q_{\perp}	$M_{ }$	M_{\perp}	$Q_{w }$	$M_{w }$	G
на $\nabla 6,5$						
23,9т	3,54т	330,5тм	46,1тм	0,735т	8,46тм	22,09т
на $\nabla 2,8$						
		330,5	46,1		8,46	22,09
		$(23,9 + 3,54) \cdot 3,7 = 103,0$		$0,735 \cdot 3,7 = 2,72$		$0,317 \cdot 3,7 = 1,17$
		479,6тм			11,18тм	23,26т

Усилия в поясе подставки

$$U_n = \frac{479,6 \cdot 11,18}{2 \cdot 5,3 \cdot 0,989} + \frac{23,26}{4 \cdot 0,989} = 47,0 + 5,9 = 52,9т$$

$$P = 280 \text{ см} \quad L 180 \times 11; \quad \lambda = \frac{280}{3,59} = 78; \quad \varphi = 0,762$$

$$G = \frac{52,9}{38,8 \cdot 0,9 \cdot 0,762} = 1980 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

Расчет раскосов подставки

Грань \perp осям траверс

Усилия в раскосах опоры нижней секции
определены по схеме III, IV р-н гололеда,
 $\alpha = 0^\circ$ (см. расчет №3078 тм - тб лист 33/35)

изгибающий момент M_{\perp}	перерезывающая сила Q_{\perp}	крутящий момент $M_{кр}$
на $\nabla 6,5$ 82,84 тм	6,42 т	18,9 тм
на $\nabla 2,8$ 82,84		
<u>$6,42 \cdot 3,7 = 23,80$</u>	6,42 т	18,9 тм
106,64 тм		

$$D'_{п} = \frac{\frac{6,42}{2} - \frac{106,64}{5,3} \cdot 0,15}{2 \cdot 0,737} + \frac{18,9}{4 \cdot 5,3 \cdot 0,737} =$$

$$= 0,1 + 1,2 = 1,3 \text{ т}$$

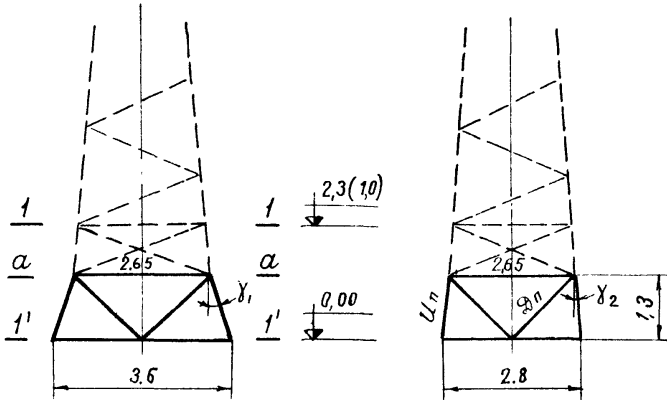
$$P = 420 \text{ см} \quad L 110 \times 8 \quad \lambda = \frac{420}{2,18} = 193 ;$$

$$\beta_{р} = 0,774; \quad \lambda = 193 \cdot 0,774 = 149 < [150]$$

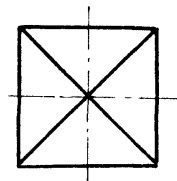
$$\varphi = 0,324$$

$$\sigma = \frac{1300}{17,2 \cdot 0,324 \cdot 0,75} = 320 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

Расчет подставки Р5
под опору ПС 110-10



Разрез по а-а



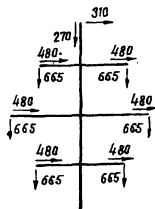
$\cos \gamma_1 = 0,945$

$\cos \gamma_2 = 0,998$

√ 1,0 - отметка, указанная в расчете опоры
(см. № 3079ТМ - т 3 л. 30/84)

Расчет пояса подставки.

Усилия в поясах нижней секции опоры ПС 110-10 определены по сх. I^а, III р-н гололеда (см. расчет № 3079 тм-т.3 л. 38/84).



Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От нагрузок на провода и трос		От ветра на конструкции опоры				Вертикальная нагрузка	
Q_{II}	M_{II}	Q_{WII}	M_{WII}	Q_{WL}	M_{WL}	G	
<u>На ↓ 2,3 (1,0 м)</u>							
8,62	79,53	3,77	66,42	3,95	70,83	8,62	
<u>на ↓ 0,00</u>							
	79,53		66,42		70,83	8,62	
8,62 + 2,3	10,87	3,77 × 2,3 =	8,68	3,951 × 2,3 =	9,07	0,128 + 2,3 = 0,28	
$M_{II} =$	99,4	$M_{WII} =$	75,10	$M_{WL} =$	79,9	$G =$	8,9

Усилие в тясе подставки

$$U_{II} = \frac{99,4 + 75,1}{2 \times 3,6 \times 0,945} + \frac{79,9}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{8,9}{4 \times 0,998}$$

$$= 25,6 + 14,3 + 2,2 = 42,1 \text{ т.}$$

Напряжение в поясе подставки

$$L 140 \times 9 \quad \ell = 130 \text{ см} \quad \gamma_y = 2,79 \text{ см} \quad F = 24,7 \text{ см}^2$$

$$\lambda = \frac{130}{2,79} = 47 \times 1,13 = 53 \quad \varphi = 0,881$$

$$\sigma = \frac{42100}{24,7 \times 0,881} = \frac{42100}{21,8} = 1930 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

Расчет раскосов подставки.

Зань \perp оси траверс

$$S_n = 1290 \text{ кг.}$$

$$M_{кр} = 1,29 \times 4,2 = 5,42 \text{ тм.}$$

$$b_0 = 1,0 \text{ м} \quad b = 2,8 \text{ м} \quad \cos \beta = 0,707$$

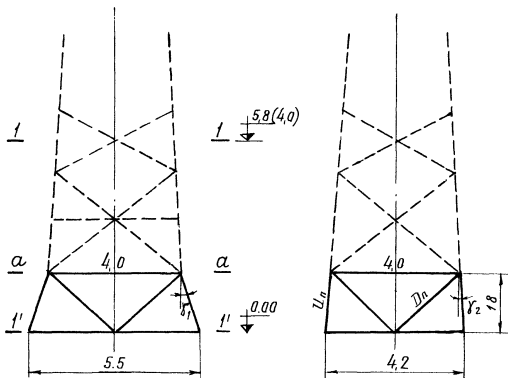
$$D_n = \frac{5,42}{4 \times 2,8 \times 0,707} + \frac{1,29 \times 1,0}{4 \times 2,8 \times 0,707} = 0,6 + 0,12 = 0,72 \text{ т}$$

$$L 70 \times 6 \quad F = 8,15 \text{ см}^2 \quad \gamma_y = 1,38 \text{ см} \quad \ell = 180 \text{ см.}$$

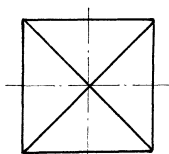
$$\lambda = \frac{180}{1,38} = 131 \quad \varphi = 0,396$$

$$\sigma = \frac{720}{8,15 \times 0,396 \times 0,75} = \frac{720}{2,42} = 300 \text{ кг/см}^2$$

Расчет подставки Р6
пог. опоры ПС 220-6



Разрез по а-а



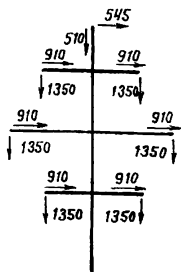
$$\cos \gamma_1 = 0,922$$

$$\cos \gamma_2 = 0,998$$

↓ 4,0 - отметка, указанная в расчете опоры
(см. № 3081 тм-тЗ стр. 18)

Расчет пояса подставки.

Усилия в поясах нижней секции опоры ПС 220-6 определены по сх. I^а, III р-н гололеда (см. расчет № 3081 тм - т 3 л. 18/75).



Изгибающие моменты и перерезывающие силы от нагрузок на от ветра на конструкцию опоры Вертикальная нагрузка

	Q_{II}	M_{II}	Q_{WII}	M_{WII}	$Q_{W\perp}$	$M_{W\perp}$	G	
На \downarrow 5,8 (4,0)								
	6,005	156,91	7,39	136,41	7,8	148,14	15,73	
На \downarrow 0,00								
		156,91		136,41		148,14	15,73	
	$6,005 \times 5,8 =$	34,79	$7,39 \times 5,8 =$	42,79	$7,8 \times 5,8 =$	45,16	$0,19 \times 5,8 =$	1,07
	<u>$M_{II} =$</u>	191,7	<u>$M_{WII} =$</u>	179,2	<u>$M_{W\perp} =$</u>	193,3	<u>$G =$</u>	16,80

Усилие в поясе подставки

$$U_{II} = \frac{191,7 + 179,2}{2 \times 5,5 \times 0,922} + \frac{193,3}{2 \times 4,2 \times 0,998} + \frac{16,8}{4 \times 0,998} =$$

$$= 36,6 + 23,0 + 4,2 = 63,8 \text{ т.}$$

Напряжение в поясе подставка

$$l = 180 \text{ см}; L 180 \times 11 \quad \gamma_y = 3,59 \quad F = 98,8 \text{ см}^2$$

$$\lambda = \frac{180}{3,59} = 50 \times 1,13 = 57 \quad \varphi = 0,869$$

$$\sigma = \frac{63800}{38,8 \times 0,869} = \frac{63800}{33,7} = 1890 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

Расчет раскосов подставки
Грань \perp оси траверс.

$$S_n = -2080 \text{ кг}$$

$$M_{кр} = 2,08 \times 6,0 = 12,48 \text{ тм}$$

$$b_0 = 1,13 \text{ м} \quad b = 4,2 \quad \cos \beta = 0,743$$

$$D_n = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta} + \frac{S_n b_0}{4b \cos \beta}$$

$$D_n = \frac{12,48}{4 \times 4,2 \times 0,743} + \frac{2,08 \times 1,13}{4 \times 4,2 \times 0,743} = 1,0 + 0,19 = 1,19 \text{ т}$$

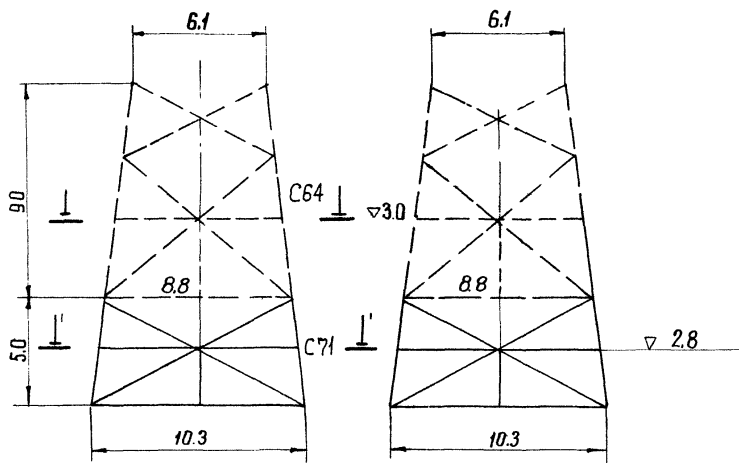
Напряжение в раскосе

$$L 90 \times 7 \quad F = 12,3 \text{ см}^2 \quad \gamma = 1,79 \text{ см} \quad l = 270 \text{ см}$$

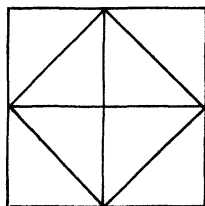
$$\lambda = \frac{270}{1,79} = 151 \quad \varphi = 0,317$$

$$\sigma = \frac{1190}{12,3 \times 0,317 \times 0,75} = \frac{1190}{2,93} = 410 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

Расчет подставки С71



1'-1'



Расчет подставки С71 под опору У330-1

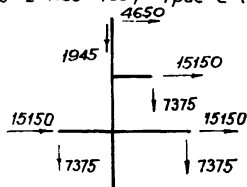
Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры У330-1.

(см. расчет №3080ТМ-Т5 лист 14/53)

Расчет пояса подставки

Схема II; IV р.г; $\alpha = 60^\circ$; без разности тяжения;

провод 2x АСО-400, трос С-70,



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры $K = 1,41$; при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до $K = 1,525$

Таким образом ветровое давление на нормальную опору, установленную на подставке, увеличивается в $\frac{1,525}{1,41} = 1,08$ раза, что и учтено в расчете.

Изгибающие моменты и перерывающие силы

От нагрузок на провода и трос		От ветра на конструкцию опоры		Вертикальные нагрузки
Q_{II}	M_{II}	$Q_{W_{II}}$	$M_{W_{II}}$	G
На отметке 3,0 + 5,0 м				
50,14	1058,9	$\frac{6,67}{4,8} \times 1,08 = 1,5$	$21,8 \times 1,08 = 23,6$	42,96
На отметке 2,8 м				
$50,14 \times 5,2 =$	$\frac{1058,9}{5,2} = 262,0$	$1,5 \times 5,2 =$	$\frac{23,6}{5,2} = 7,8$	$0,57 \times 5,2 = 2,97$
	1320,9	$\frac{0,248 \times 2,6 =$	$\frac{0,65}{2,6} = 0,25$	45,93
		321		

Усилие в поясе подставки

$$C_n = \frac{1320,9 + 32,1}{2 \times 9,49 \times 0,989} + \frac{45,93}{4 \times 0,989} = 72,1 + 11,6 = 83,7 \tau$$

$$l = 276 \text{ см} \quad L 200 \times 16 \quad \gamma_y = 3,96$$

$$\lambda = \frac{276}{3,96} = 70 \quad \rho = 0,81$$

$$G = \frac{83700}{62,0 \times 0,81 \times 0,9} = 1850 \text{ кг/см}^2$$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены по формуле:

$$D = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{из}}{b} \operatorname{tg} \gamma}{2 \cos \beta} + \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta};$$

Грань II осям проверь

Схема III; IV р.г.; $\alpha = 60^\circ$; без разности тяжений
(см. расчет № 3080ТМ-Г 2 лист 15/53)

Исгибающие моменты $M_{из}$ от вертикальн. нагрузки	Поперечная сила $Q_{п}$	Крутящий момент $M_{кр}$
--	-------------------------	--------------------------

На отметке 3,0 + 5,0 м

33,6	700,9	12,57	33,6	84,0
------	-------	-------	------	------

На отметке 2,8

33,6 × 5,2 = 175,0	700,9	12,57	33,6	84,0
875,9				

$$\operatorname{tg} \gamma = 0,15; \quad \beta = 27^\circ 30' \quad \cos \beta = 0,887$$

$$D_n = \frac{\frac{33,6}{2} - \frac{875,9 + 12,57}{9,49} \times 0,15}{2 \times 0,887} + \frac{84,0}{4 \times 9,49 \times 0,887} =$$

$$= \frac{16,8 - 14,1}{1,774} + 2,32 = 1,52 + 2,49 = 4,01 \text{ Т}$$

$$L 160 \times 10 \quad \ell = 580 \text{ см}; \quad \eta_y = 3,19 \text{ см},$$

$$J = \frac{580}{3,19} = 182 \quad \mu_p = 0,779 \quad J_0 = 182 \times 0,779 = 142 < 150$$

$$J = 0,352$$

$$\sigma = \frac{4010}{31,4 \times 0,352 \times 0,75} = 490 \text{ кг/см}^2$$

Зрань 1 осям траверс

Схема IIIк; канцевая; IVrg; $\alpha = 0^\circ$

(См расчет № 3080ТМ - Т 5 лист 17/53)

Изгибающие моменты от тяжения M_1 (ТМ)	Поперечная сила Q_1 (Т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (ТМ)
На отметке $30 + 5,0 \text{ м}$		
27,55	27,55	158,5
На отметке 28 м		
599,8		
$27,55 \times 5,2 = 143,3$	27,55	158,5
743,1		

$$D_n^1 = \frac{\frac{27,55}{2} - \frac{743,1}{9,49} \times 0,15}{2 \times 0,953} + \frac{158,5}{4 \times 9,49 \times 0,953} =$$

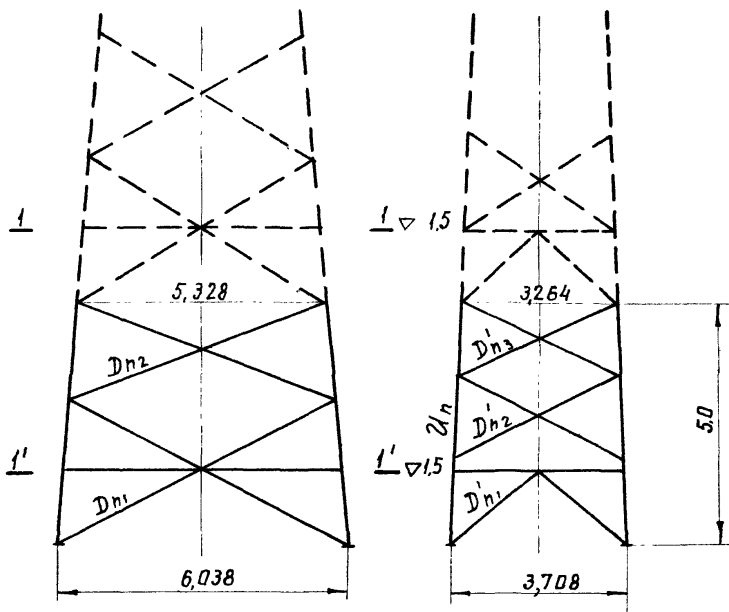
$$= \frac{13,78 - 11,7}{1,906} + 4,36 = 1,09 + 4,36 = 5,45 \text{ Т}$$

$$L 160 \times 10$$

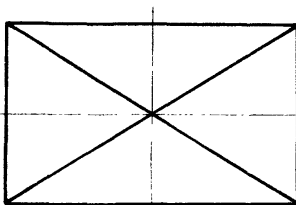
$$\sigma = \frac{5450}{31,4 \times 0,352 \times 0,75} = 660 \text{ кг/см}^2$$

Расчет подставки

Р13.



по 1-1

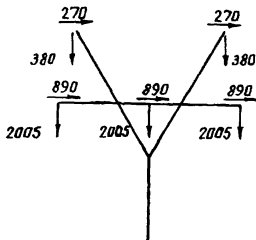


Расчёт подставки, Р 13 под опору ПС 330-7.

Расчёт выполнен по схеме I^а являющейся расчётной для поясов нижней секции опоры ПС 330-7. (см. расчёт № 3081ТМ-Т 2, лист 110/178).

Расчёт пояса подставки.

Схема I^а; I район гололёда, провод 2хАСО-400; трос С-70.



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры $K=1,32$. при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до $K=1,44$.

Таким образом ветровое давление на нормальную опору, установленную на подставке увеличивается в $\frac{1,44}{1,32} = 1,09$ раза, что и учтено в расчёте.

Изгибающие моменты и перерезывающие силы.

От ветра на провода и тросы		От ветра на конструкцию опоры				Вертик. нагрузки
Q_{II}	M_{II}	Q_{WII}	M_{WII}	Q_{WL}	M_{WL}	
На отметке		$\nabla 1,5 + 5,0$				
3,21	79,9	$3,355 \times 1,09 = 3,657$	$56,19 \times 1,09 = 61,25$	$4,21 \times 1,09 = 4,59$	$58,39 \times 1,09 = 63,65$	12,38
На отметке		$\nabla 1,5$				
	79,9		61,25		63,65	12,38
$3,21 \times 5,0 = 16,05$		$3,657 \times 5,0 = 18,29$	18,29	$4,59 \times 5,0 = 22,95$	22,95	$0,19 \times 5,0 = 0,95$
		$0,415 \times 2,5 = 1,04$	1,04	$0,625 \times 2,5 = 1,56$	1,56	
3,21	95,95	4,072	80,58	5,215	88,16	13,33

Усилие в поясе подставки:

$$D_n = \frac{95,95 + 80,58}{2 \times 5,8 \times 0,997} + \frac{88,16}{2 \times 3,5 \times 0,998} + \frac{13,33}{4 \times 0,997} =$$
$$= 15,25 + 12,65 + 3,35 = 31,25 \tau$$

$$l = 190 \text{ см} \quad L 125 \times 8$$

$$\lambda = \frac{190 \times 1,14}{3,87} = 56 \quad \varphi = 0,872$$

$$\sigma = \frac{31250}{19,7 \times 0,872} = 1830 \text{ кг/см}^2$$

Расчёт раскосов подставки.

Усилия в раскосах определены по формуле:

$$D = \frac{Q}{2} - \frac{M_{uz}}{8} \operatorname{tg} \gamma + \frac{M_{кр}}{4B \cos \beta};$$

Грань II осям траверс.

Схема III; IV район галопеда; провод 2хАСО-400; трас С-70.

$$S_n = 3,32 \tau$$

$$M_{кр} = 3,32 \times 8,7 = 28,8 \text{ тм},$$

$$b_{уз} = 3,3 \text{ м}, \quad \cos \beta = 0,933$$

$$b_{уз} = 3,5 \text{ м}, \quad \cos \beta = 0,891$$

$$D_{n_2} = \frac{28,8}{4 \times 3,3 \times 0,933} = 2,33 \tau$$

$$D_{n_1} = \frac{28,8}{4 \times 3,5 \times 0,891} = 2,31 \tau.$$

$$M_{уз}^{D_{n_3}} = 3,32 \times 26,25 = 87,0 \text{ тм}, \quad b_{ш} = 5,35 \text{ м}, \quad b_{уз} = 3,3 \text{ м}, \quad \cos \beta = 0,906$$

$$M_{уз}^{D_{n_2}} = 3,32 \times 27,85 = 92,5 \text{ тм}, \quad b_{ш} = 5,6 \text{ м}, \quad b_{уз} = 3,4 \text{ м}, \quad \cos \beta = 0,891$$

$$M_{уз}^{D_{n_1}} = 3,32 \times 29,00 = 96,4 \text{ тм}, \quad b_{ш} = 5,8 \text{ м}, \quad b_{уз} = 3,5 \text{ м}, \quad \cos \beta = 0,7826$$

$$\operatorname{tg} \gamma = 0,044$$

$$D'_{n_3} = \frac{3,32}{2} - \frac{87,0}{3,3} \cdot 0,044 + \frac{28,8}{4 \cdot 5,35 \cdot 0,906} = 0,278 + 1,48 = 1,76 \tau$$

$$D'_{n_2} = \frac{1,66 - \frac{92,5}{3,4} \cdot 0,044}{2 \cdot 0,891} + \frac{28,8}{4 \cdot 5,6 \cdot 0,891} = 0,258 + 1,45 = 1,71 \tau$$

$$D'_{n_1} = \frac{1,66 - \frac{96,4}{3,5} \cdot 0,044}{2 \cdot 0,7826} + \frac{28,8}{4 \cdot 5,8 \cdot 0,7826} = 0,288 + 1,59 = 1,88 \tau$$

$$D_{n_1} = 2,31 \tau \quad \angle 90 \times 7 \quad \ell = 340 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{340}{1,78} = 191; \quad \mu_p = 0,775; \quad \lambda_0 = 191 \times 0,775 = 148$$

$$\psi = 0,328$$

$$G = \frac{2310}{12,3 \times 0,328 \times 0,75} = 765 \text{ кг/см}^2$$

$$D'_{n_1} = 1,88 \tau \quad \angle 63 \times 5 \quad \ell = 240 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{240}{1,25} = 192; \quad \mu_p = 0,774; \quad \lambda_0 = 192 \cdot 0,774 = 149$$

$$\psi = 0,324$$

$$G = \frac{1880}{6,13 \times 0,324 \times 0,75} = 1260 \text{ кг/см}^2$$

Раскосы D_{n_2} - выполнены из $\angle 80 \times 6$

Раскосы D'_{n_2} и D'_{n_3} - выполнены из $\angle 63 \times 5$