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

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

Унифицированные стальные специальные опоры ВЛ 35, 110 и 150 кв

3.407-94

Рабочие чертежи

ТОМ 2

Расчеты подставок, опор для городских условий и ответвительных опор

/Корректировка 1973 г./

№ 3079 тм-т 2
страниц
листов (форм.) 52 (71)
чертеж (форм.)

МОСКВА - 1969 г.

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

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ 35, 110 и 150 кв

3.407-94

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 2

РАСЧЕТЫ ПОДСТАВОК, ОПОР ДЛЯ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЙ И ОТВЕТВИТЕЛЬНЫХ ОПОР

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ИНСТИТУТА /С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ИНСТИТУТА /М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ ИНСТИТУТА /Л. ЛЕВИН/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ ИНСТИТУТА ПО ВЛ /В ОВСЕЕНКО/

МОСКВА-1989 г.

N3079тм-т2 Лист 2 52

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

Северо - Западное отделение

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

Унифицированные стальные специальные опоры ВЛ35, 110 и 150кв

3.407-94

Рабочие чертежи
ТОМ 2

Расчеты подставок, опор для городских условий и ответвительных опор

главный инженер / К. Крюков /

/ зам. нач технического отдела / В. Гальперин /

начальник отдела типового проектирования / К. Синелобов /

главный инженер проекта / Б. Новгородцев /

Ленинград 1960 г.

N3079тм-т2 | Лист 3 | 59

Аннотация

В состоящем томе приводятся расчеты подставок C_1, C_2, C_3, C_4 высотой 4м для повышения промежуточных опор П110-1÷6 и П150-1÷2 и подставок С11, С13 высотой 5м для повышения анкерно-угловых опор У110-1 У110-2 до высоты нижней траверсы 24,5м. Расчеты подставок анкерно-угловых опор С10, С12 высотой 9м, позволяющих повысить высоту траверсы до 19,5м, входят в объем проекта унифицированных стальных нормальных опор ВЛ35-150 кв, инв. №3078тм-т6

В настоящий том входят также расчеты специальных опор для городских условий - одноцепной промежуточной ПС110-13 одноцепной анкерно-угловой УС110-5 и двухцепной анкерно угловой УС110-6, а также ответвительных опор - одноцепной УС110-7 и двухцепной УС110-8.

Расчеты подставок и опор выполнены по методу предельных состояний согласно нормам ПУЭ-66, СН и П II-И.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.

...ции и элементы подставок и опор рассчитаны ...наиболее неблагоприятные условия их применения. ...ные листы подставок и ответвительных ...не разрабатывались.

...ные листы опор для городских ... входят в объем тома 5 настоящего проекта.

3079тм-т2 лист 4

3079тм/2 л. 4

Состав проекта

		Инвентарн. номер
Том 1.	Пояснительная записка	3079тм-т1
Том 2.	Расчеты подставок опор для городских условий и ответвительных опор.	3079тм-т2
Том 3.	Расчеты опор для горных районов	3079тм-т3
Том 4.	Рабочие чертежи пониженных промежуточных опор, подставок и анкерно-угловой опоры с горизонтальным расположением проводов.	3079тм-т4
Том 5.	Рабочие чертежи опор для городских условий.	3079тм-т5
Том 6.	Рабочие чертежи опор для горных районов.	3079тм-т6
Том 7.	Нагрузки на фундаменты.	3079тм-т7
Том 8.	Ответвительные опоры и схемы транспозиций.	3079тм-т8

Инв. № 3079тм-т5

Содержание тома 2

I. Расчеты подставок

		листы
1.	Расчет подставки С1 для опоры П110-1	8-10
2.	Расчет подставки С3 для опор П110-3 и П110-5	11-13
3.	Расчет подставки С2 для опоры П110-2	14-16
4.	Расчет подставки С4 для опор П110-4, П110-6	17-19
5.	Расчет. подставки С11	20-22
6.	Расчет подставки С13	23-25
	II. Расчет промежуточной опоры ПС110-13 для городских условий	
1.	Эскиз опоры	26
2.	Нагрузки на опору	27-28
3	Давление ветра на конструкцию опоры	29
4	Расчет поясов ствола.	30
5.	Расчет раскосов	31
6	Расчет стыков поясов ствола	32
	III. Расчет анкерно-угловых опор УС110-5 и УС110-6 для городских условий.	
	А. Опора УС110-5	
1.	Эскиз опоры	33
2.	Давление ветра на конструкцию опоры	34
3.	Расчет поясов ствола опоры	35
4.	Расчет раскосов ствола опоры	36-38
	Б. Опора УС110-6	
1.	Эскиз опоры	39
2.	Давление ветра на конструкцию опоры	40
3.	Расчет поясов ствола опоры	41
4	Расчет раскосов ствола опоры	42а-47а
	IV. Расчет ответвительной опоры УС110-8	48а-51а

Примечание: Нагрузки на опоры УС110-5 и УС110-6, расчет тросостойки, траверс, распорок и диафрагм для УС110-5 см. N 3078тм-т6 листы 8÷11; 17÷22, для УС110-6 N 3078тм-т6 листы 17÷22, 25÷28.

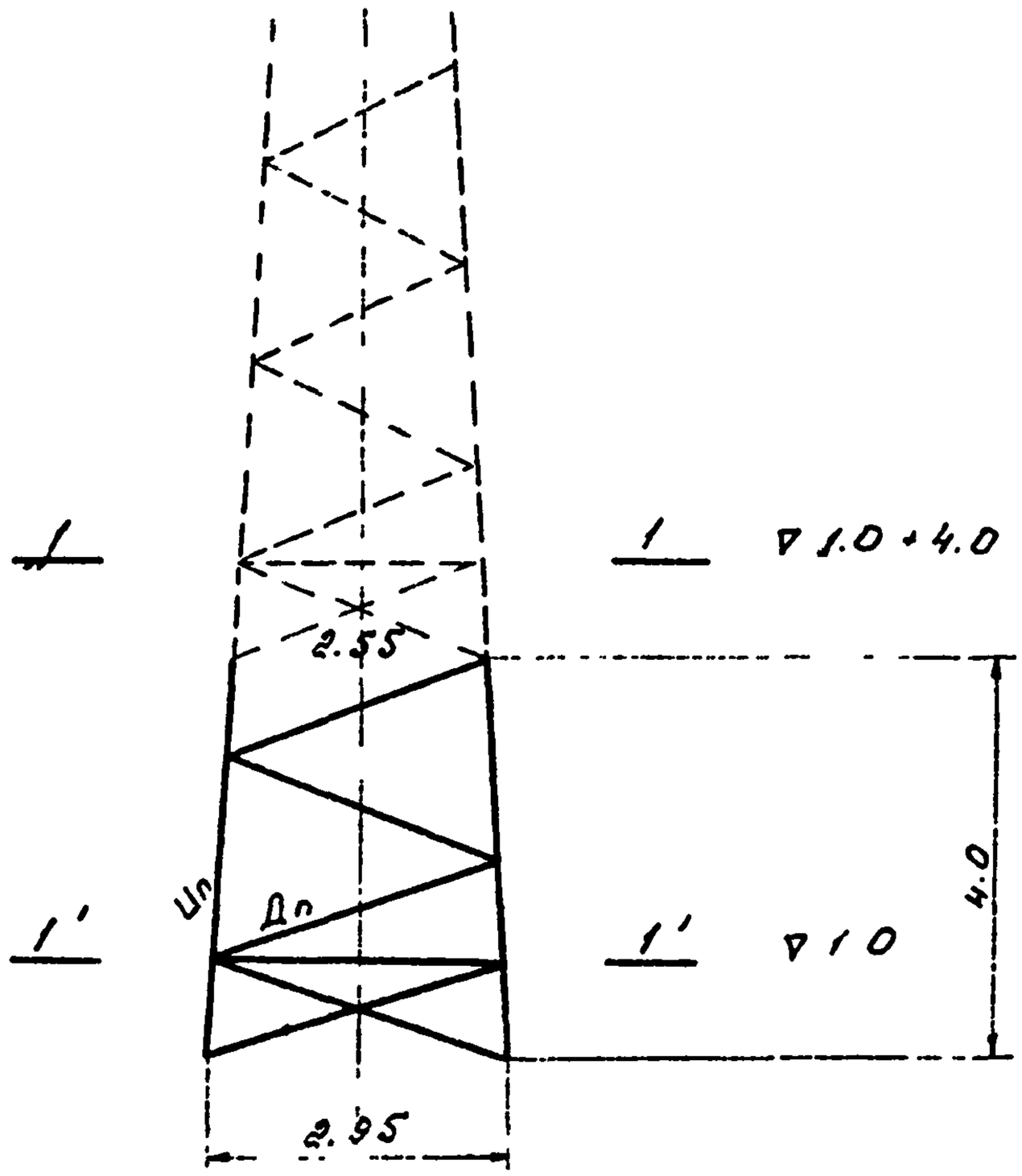
Инвентарный № 3079тм/12 л. 6

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

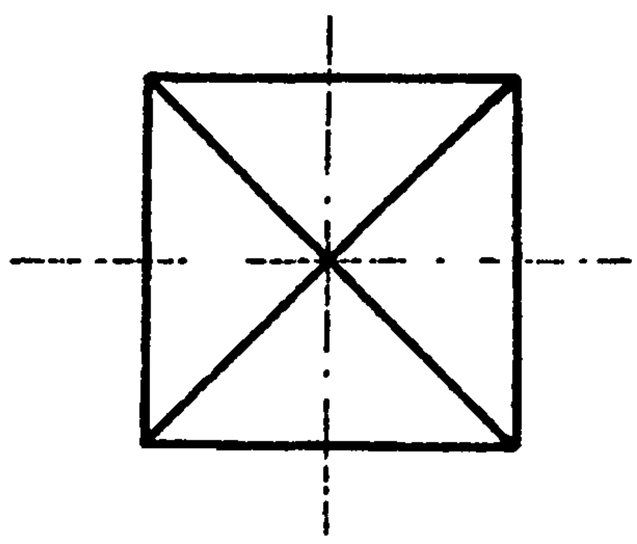
Шифр подставок или опор		листы
Подставки:	С1	8-10
	С3	11-13
	С2	14-16
	С4	17-19
	С11	20-22
	С13	23-25
опоры:		
	ПС110-13	26-32 N 3078тм-т4 лл. 41-43, 48 Расч.л. N3079тм-т5-11
	УС 110-5	N 3078тм-т6 л. 8÷11, 17÷22 N 3079тм-т2 л. 33÷38 Расч.л N3079тм-т5-7
	УС 110-6	N 3078тм-т6 л. 17÷22; 25÷28 N 3079тм-т2 л. 39÷41; 42а÷46а Расч.л N3079тм-т5-8
	УС 110-8	л. 47а÷51а Расч.л. N3078тм-156

Заказчик СЗО ЭСП Зак 182-200 п/№-6вг 3079тм/2 л. 7

Эскиз подставки С1



по 1-1'

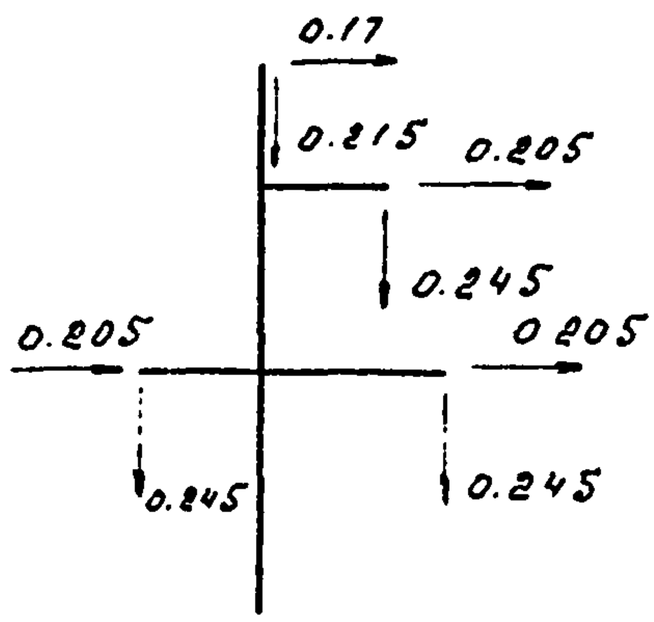


Расчет подставки С1 под опору П110-1

Расчет выполнен по схеме I а, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П110-1 (см. № 3078 тм-т4, лист 31/76)

Расчет пояса подставки

Схема I а, I район гололеда; провод АС-95;.



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры К=1.24, при установке опоры на подставку увеличивается до К=1.33.
Таким образом ветровое давление на нормальную опору, установленную на подставке увеличивается в $\frac{1.33}{1.24}$ = 1.08 раза, что и учтено в расчете.

Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От ветра на провода и тросы $Q_{\parallel}$ $M_{\parallel}$	От ветра на конструкцию опоры $Q_{W\parallel}$ $M_{W\parallel}$	$Q_{W\perp}$ $M_{W\perp}$	Вертикальные нагрузки G
На отметке ▽ 1.0÷4.0			
0.79 т; 17.03	1.2×1.08=1.3; 14.59×1.08= =15,73 тм	1.25×1.08=1.35; 15.55×1.08= =16.8 тм	2.88
На отметке ▽ 1.0			
17.03	15.73	16.8	2.88
0.79×4.0=3.16	1.3×4.0=5.2	1.35×4.0=5.4	0.08×4.0=0.32
	0.218×2.0=0.436	0.218×2.0=0.436	
0.79 20.19			3.2
	1.518 - 21.366	1.568 22.636	

3079тм/2 л. 9

Усилие в поясе подставки

$$U_п = \frac{20.19 + 21.366 + 22.636}{2 \times 2.85 \times 0.998} + \frac{3.2}{4 \times 0.998} = 11.3 + 0.8 = 12.1\ т$$

$\ell = 200$ см; $\angle 80 \times 6$

$$\lambda = \frac{200 \times 1.14}{2.47} = 92 \qquad \varphi = 0.672$$

$$\sigma = \frac{12100}{9.38 \times 0.672} = 1920\ кг/см^2 < 2100$$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены на машине на основании исходной формулы:

$$Д = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{из}}{b} tg\gamma}{\cos(\beta+\gamma)} + \frac{M_{кр}}{2b\cos(\beta+\gamma)};$$

$Д_п = 0.59$ т

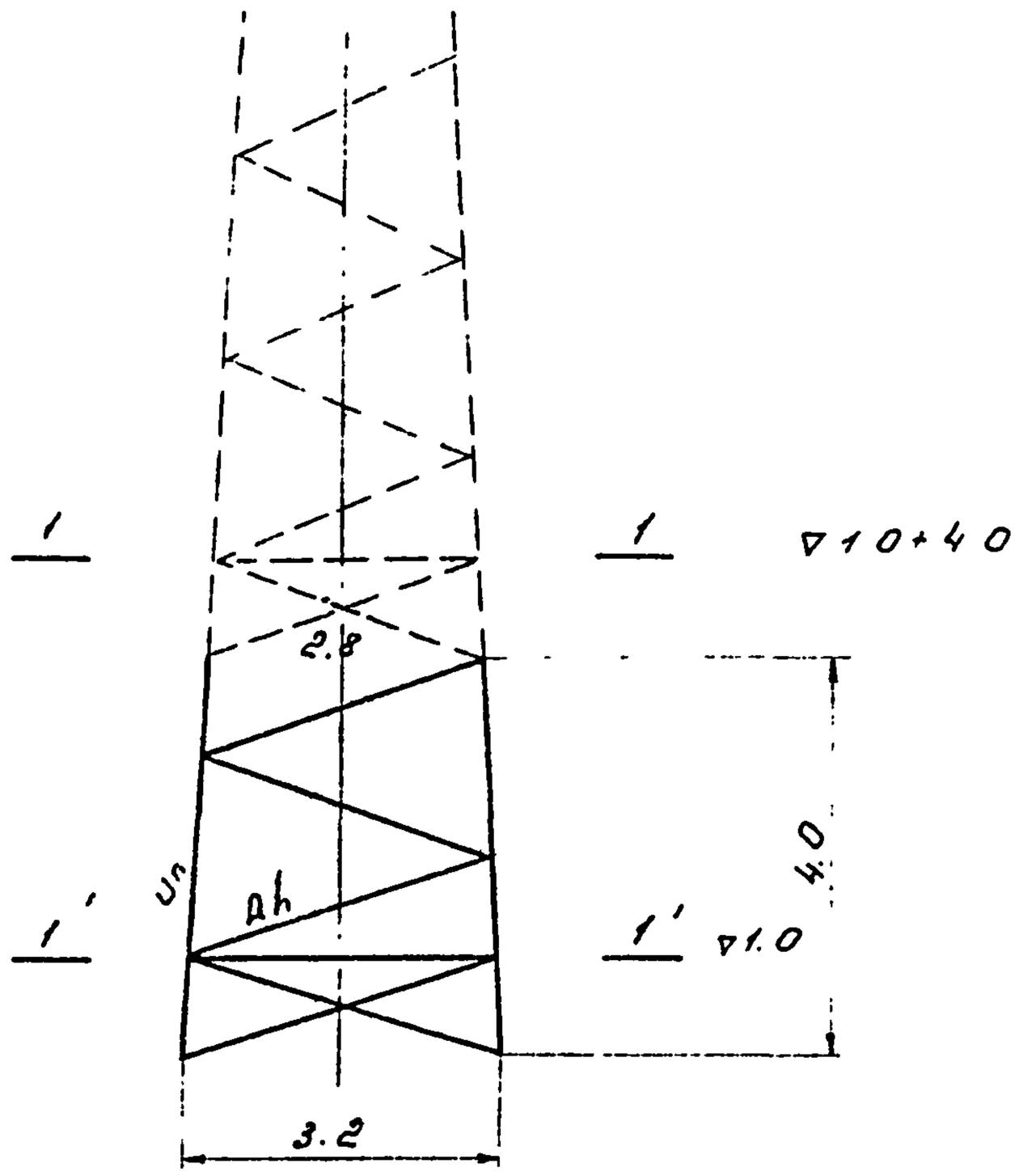
$\angle 63 \times 5 \qquad \ell = 295$ см

$$\lambda_p = \frac{295}{1.25} = 236 \qquad \mu_p = 0.77 \qquad \lambda = 236 \times 0.77 = 182 < 200$$

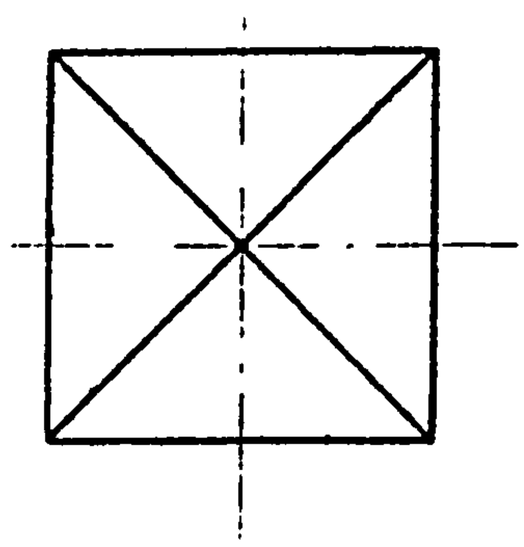
$$\varphi = 0.226 \qquad \sigma = \frac{590}{6.13 \times 0.75 \times 0.226} = 570\ кг/см^2 < 2100$$

3079 ТМ/2 л. 10

Эскиз подставки С3



по 1'-1'



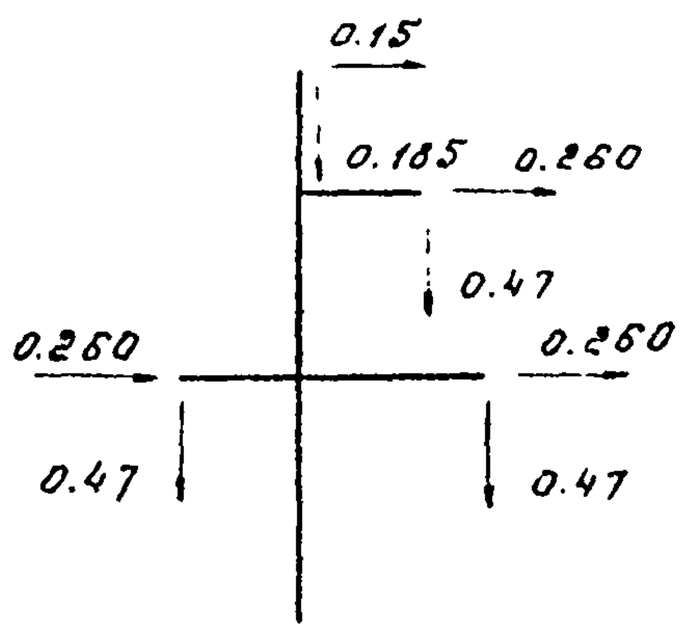
3079тм/2 л. 11

Расчет подставки С3 под опоры П110-3 и П110-5

Расчет выполнен по схеме I а, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П110-5 (см. № 3078тм-т4 лист 33/76)

Расчет пояса подставки

Схема I а; III район гололеда; провод АСО-240,



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры К=1.24, при установке опоры на подставку увеличивается до К=1.33.

Таким образом ветровое давление на нормальную опору, устанавливаемую на подставку увеличивается в $\frac{1.33}{1.24}$=1.08 раза, что и учтено в расчете.

Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От ветра на провода и тросы $Q_{\parallel}$	$M_{\parallel}$	От ветра на конструкцию опоры $Q_{W\parallel}$	$M_{W\parallel}$	$Q_{W\perp}$	$M_{W\perp}$	Вертикальные нагрузки G
На отметке ▽1.0÷4.0						
0.93;	21.63	1.58×1.08=1.71;	21.35×1.08=23.1	1.63×1.08=1.76;	22.34×1.08=24.2	4.30
На отметке ▽1.0.						
	21.63		23.1		24.2	4.30
0.93×4.0 =	3.72	1.71×4.0 =	6.85	1.76×4.0 =	7.05	0.1×4.0=0.4
		0.265×2.0 =	0.53	0.265×2.0 =	0.53	
0.93	25.35					4.70
		1.975	30,48	2.025	31.78	

3079тм/2 л.12

Усилие в поясе подставки

$$U_п = \frac{2535 + 30.48 + 31.78}{2 \times 3.1 \times 0.995} + \frac{4.70}{4 \times 0.995} = 14.2 + 1.2 = 15.4\,т;$$

$\ell = 200$ см, $\angle 90 \times 7$

$$\lambda = \frac{200 \times 1.14}{2.77} = 82 \qquad \varphi = 0.738$$

$$\sigma = \frac{15400}{12.3 \times 0.738} = 1690\ кг/см^2 < 2100$$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены на машине на основании исходной формулы:

$$Д = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{из.}}{b} tg\gamma}{\cos(\beta+\gamma)} + \frac{M_{кр.}}{2b\cos(\beta+\gamma)};$$

$Д_п = 1.19$ т;

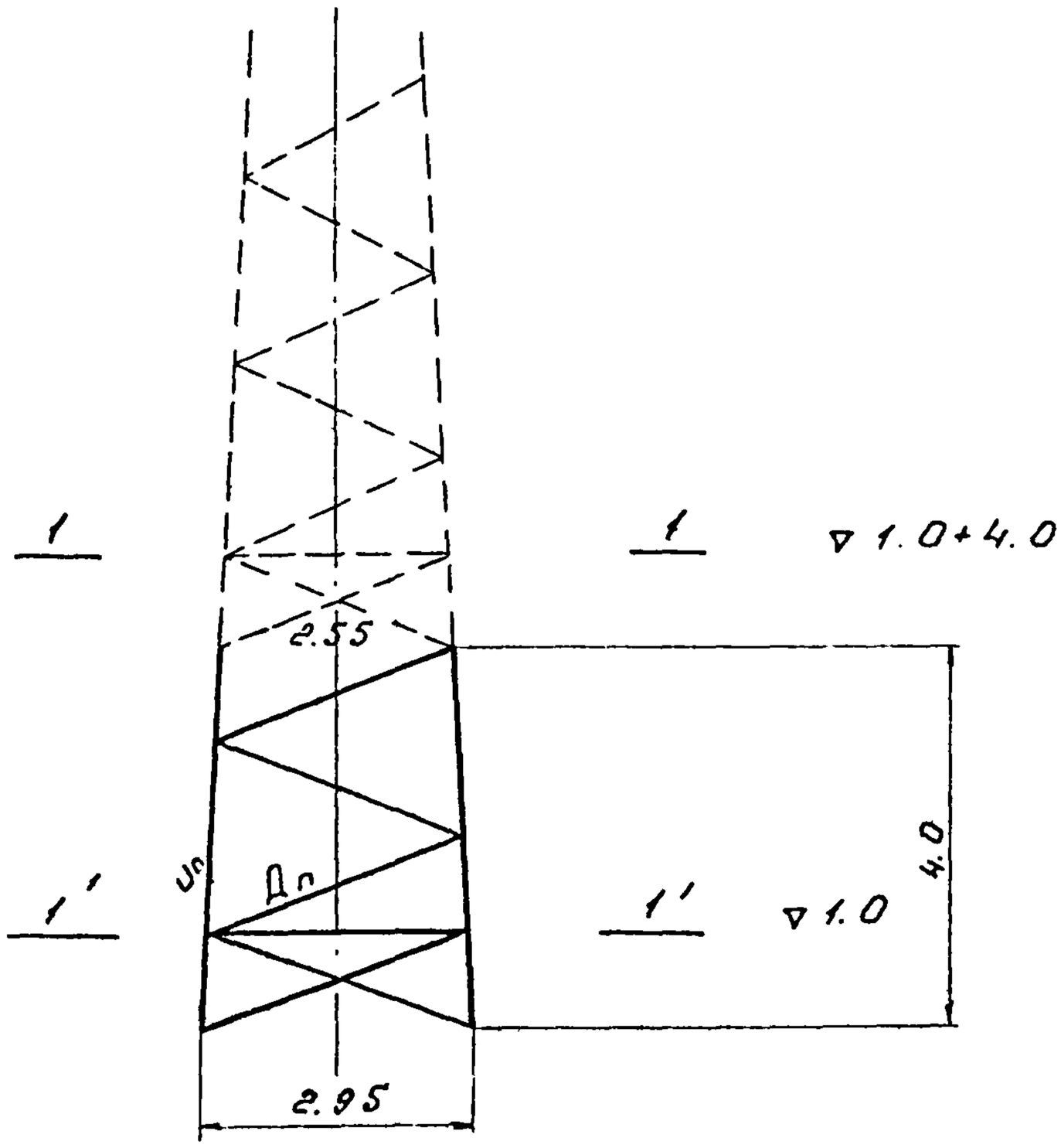
$\ell = 315$ см $\quad \angle 63 \times 5$

$$\lambda_p = \frac{315}{1.25} = 252 \qquad \mu_p = 0.77 \qquad \lambda = 252 \times 0.77 = 194 < 196$$

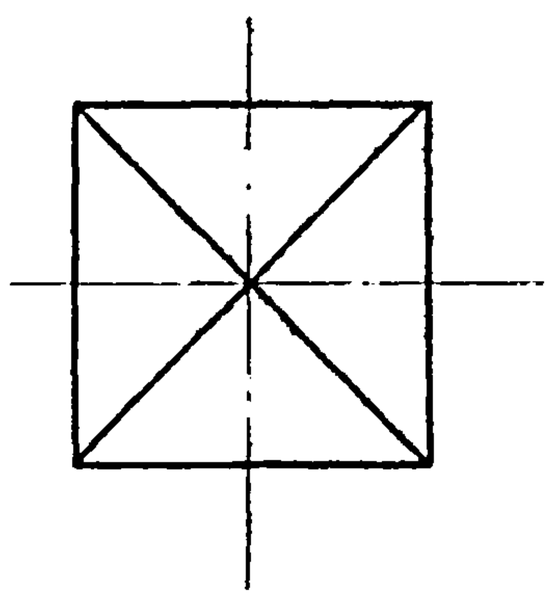
$$\varphi = 0.202 \qquad \sigma = \frac{1190}{6.13 \times 0.75 \times 0.202} = 1280\ кг/см^2 < 2100$$

3079ТМ/2 л. 13

Эскиз подставки С2



по 1-1'

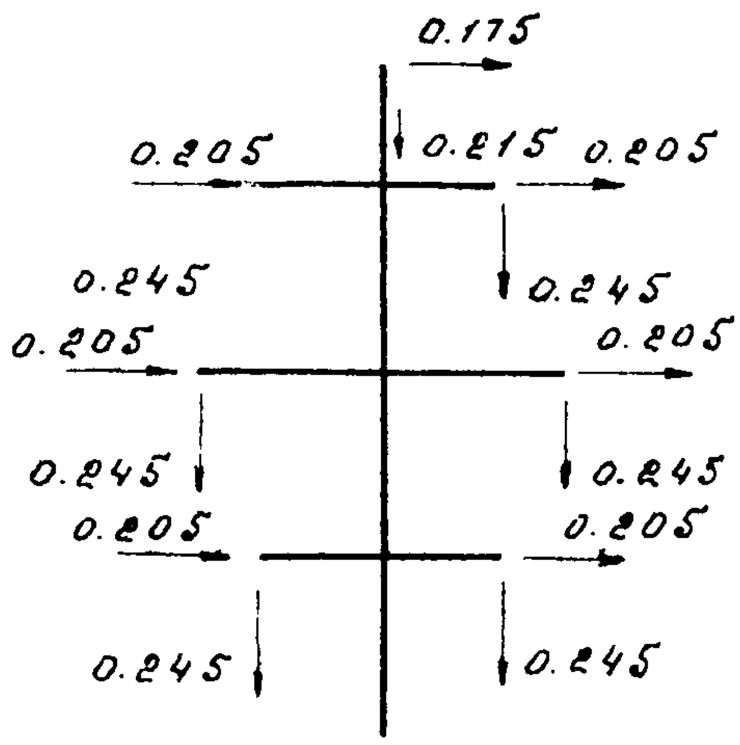


Расчет подставки С2 под опору П110-2

Расчет выполнен по схеме I а, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П110-2 (см. N 3078 тм-т4, лист 34/16)

Расчет пояса подставки

Схема I а; I район гололеда, провод АС-95;



Средний коэффициент увеличения скоростного напора на высоте нормальной опоры K=1.24, при установке опоры на подставку увеличивается до K-1.33. Таким образом ветровое давление на нормальную опору устанавливаемую на подставке, увеличивается в $\frac{1.33}{1.24}$ 1.08 раза, что и учтено в расчете.

Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От ветра на провода и тросы $Q_{\parallel}$	$M_{\parallel}$	От ветра на конструкцию опоры $Q_{w\parallel}$	$M_{w\parallel}$	$Q_{w\perp}$	$M_{w\perp}$	Вертикальные нагрузки G
на отметке		▽ 1.0+4.0				
1.405	32.31	1.658×1.08=1.79	25.46×1.08 = 27.5	1.76×1.08=1.9	27.69×1.08 = 29.9	4.45
на отметке		▽ 1.0				
	32.31		27.5		29.9	4.45
1.405×4.0 =	5.62	1.79×4.0 =	7.16	1.9×4.0 =	7.6	0.092×4.0 = 0.368
		0.233×2.0 =	0.466	0.233×2.0 =	0.466	
	37.93	2.023	35.126	2.133	37.97	4.818

Грань ⊥ оси траверс, схема II концевая, IV район гололёда, $\alpha = 0°$

Расчет усилий в раскосах ствола опоры

Таблица №13

Сечение, отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_\perp$ (тм)	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозн. элемента	База b (м)	tg γ	Угол наклона раскоса к горизонтали β	cos β	2 cos β	$\frac{M_u}{rb}$ tg γ	4b cos β	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{b} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b\cos\beta}$	$D = D' + D''$
10–10 ▽22,8	——	10,72	0	D'_{10}	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	3,20	0	3,20
9-9 ▽18,8	——	19,42	0	D'_9	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	5,77	0	5,77
8-8 ▽14,8	——	28,12	0	D'_8	2,0	0	37°	0,800	1,60	0	6,40	8,80	0	8,80
7-7 ▽13,2	2,02 × 16,4 = 33,2 4,35 × 2 × 10,3 = 89,5 4,35 × 2 × 6,3 = 54,8 4,35 × 2 × 2,3 = 20,0 28,12 197,5	28,12	0	D'_7	2,08	0,05	38°	0,788	1,58	4,75	6,56	5,90	0	5,90
6-6 ▽11,5	28,12 × 1,7 = 47,7 197,5 28,12 245,2	28,12	0	D'_6	1,25	0,05	37°30'	0,793	1,59	5,45	7,15	5,41	0	5,41
5-5 ▽9,7	28,12 × 1,8 = 50,6 245,2 295,8	28,12	0	D'_5	1,43	0,05	37°	0,799	1,60	6,09	7,76	4,98	0	4,98
4-4 ▽7,95	28,12 × 1,75 = 49,2 295,8 345,0	28,12	0	D'_4	1,60	0,05	35°	0,819	1,63	6,65	8,5	4,56	0	4,56
3-3 ▽6,05	28,12 × 1,9 = 53,4 345,0 398,4	28,12	0	D'_3	1,80	0,05	36°	0,809	1,61	7,1	9,06	4,32	0	4,32
2-2 ▽4,0	28,12 × 2,05 = 57,6 398,4 456,0	28,12	0	D'_2	1,0	0,05	34°	0,829	1,66	7,6	9,94	3,89	0	3,89
1-1 ▽1,6	28,12 × 2,4 = 67,5 456,0 523,5	28,12	0	D'_1	1,24	0,05	42°	0,743	1,49	8,1	9,62	4,0	0	4,0

3079тм/2 л. 16

Усилие в поясе подставки:

$$U_п = \frac{37.93 + 35.126 + 37.97}{2 \times 2.85 \times 0.998} + \frac{482}{4 \times 0.998} = 19.155 + 1.2 = 19.67 т$$

$\ell = 200$ см; $\angle 100 \times 7$

$$\lambda = \frac{200 \times 1.14}{3.08} = 74 \cdot \qquad \varphi = 0.786$$

$$\sigma = \frac{19670}{13.8 \times 0.786} = 1810 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены на машине на основании исходной формулы:

$$Д = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{из.}}{b} tg\gamma}{\cos(\beta + \gamma)} + \frac{M_{кр}}{2b \cos(\beta + \gamma)};$$

$Д_п = 0.54$ т
$\angle 63 \times 5$ $\ell = 295$ см;

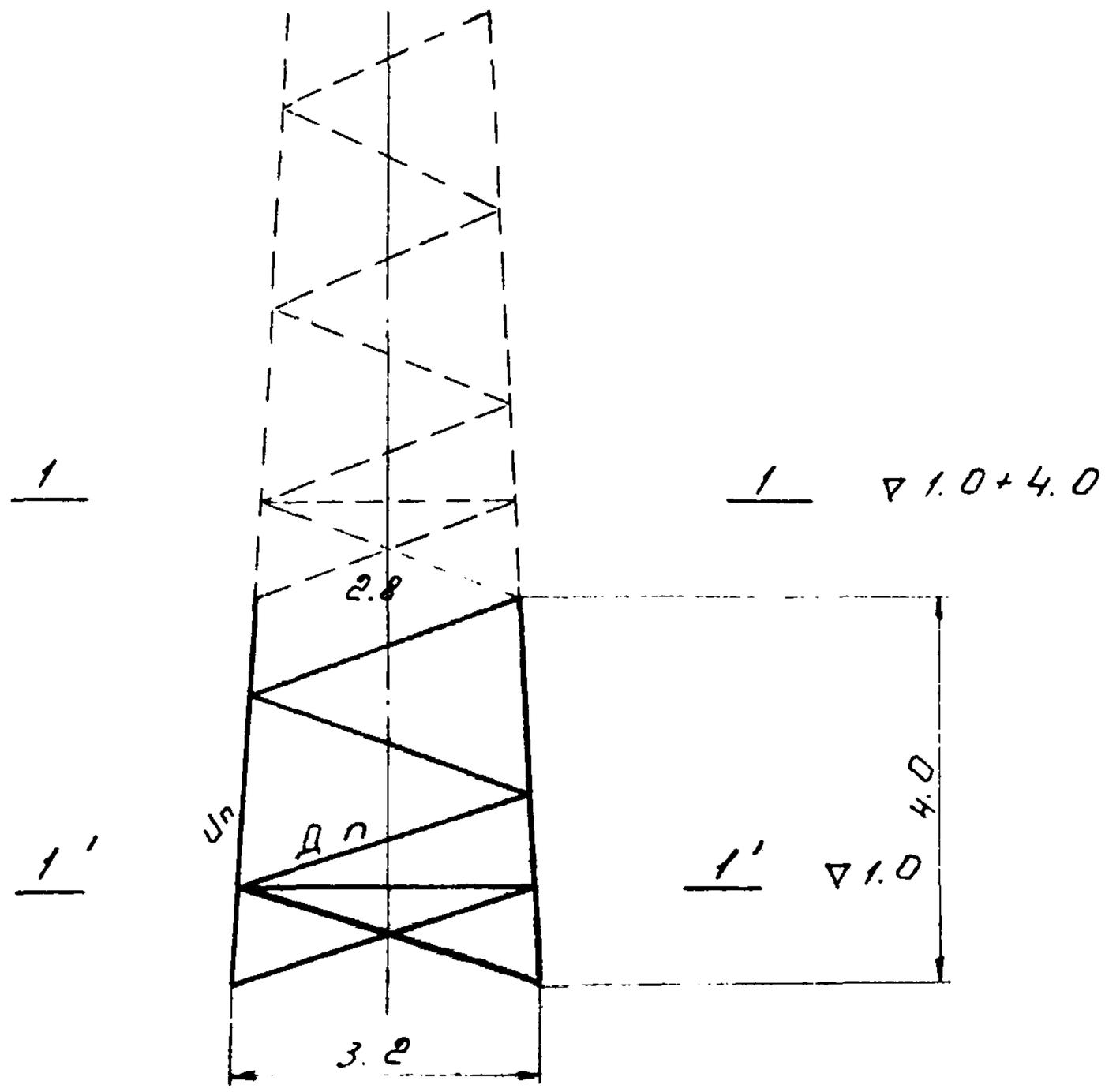
$$\lambda_p = \frac{295}{1.25} = 236 \qquad \mu_p = 0.77 \qquad \lambda = 236 \times 0.77 = 182 < 200$$

$\varphi = 0.226$

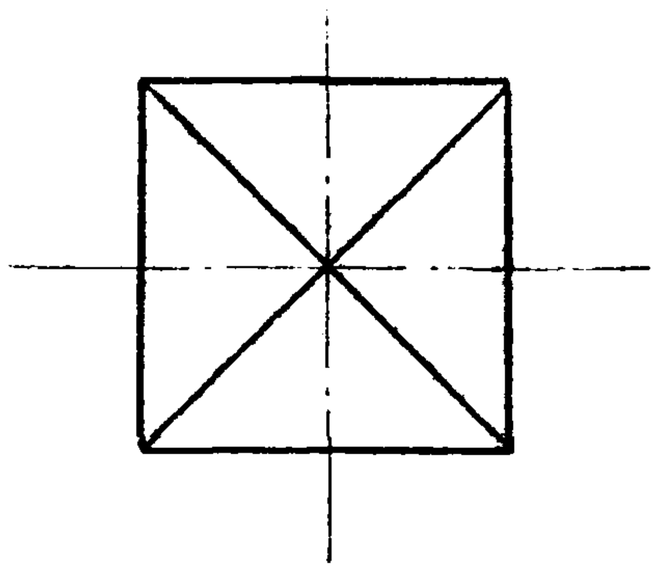
$$\sigma = \frac{540}{6.13 \times 0.75 \times 0.226} = 520 \text{ кг/см}^2$$

3079тм/2 л. 17

Эскиз подставки С4



по 1'-1'

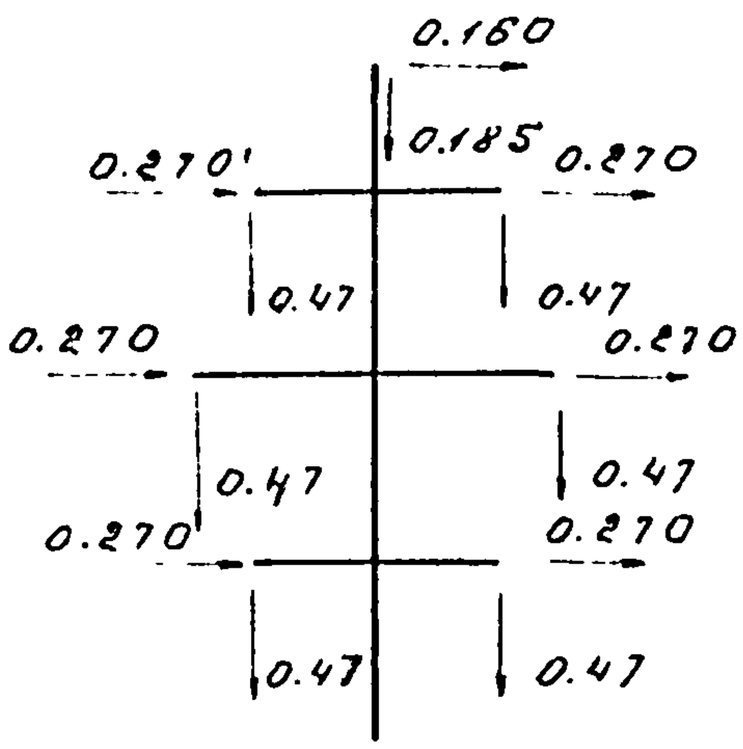


Расчет подставки С4 под опоры П110-4 и П110-6

Расчет выполнен по схеме $\underline{I}^{а}$ являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П110-6 (см. №3078тм-т4, лист 36/76)

Расчет пояса подставки

Схема $\underline{I}^{а}$; $\underline{III}$ район гололеда; провод АСО-240,



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры К=1.24, при установке опоры на подставку увеличивается до К=1.33
Таким образом ветровое давление на нормальную опору установленную на подставке увеличивается в $\frac{1.33}{1.24}$=1.08 раза, что и учтено в расчете.

Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От ветра на провода и тросы		От ветра на конструкцию опоры				Вертикальн. нагрузки
$Q_{\parallel}$	$M_{\parallel}$	$Q_{W\parallel}$	$M_{W\parallel}$	$Q_{W\perp}$	$M_{W\perp}$	G
На отметке ▽ 1.0+4.0						
1.78	43.61	2.18×1.08=2.36;	38.09×1.08= = 41.1	2.29×1.08=2.47	40.78×1.08= =44.0	6.71
На отметке ▽1.0						
	43 6.1		41.1		44.0	6.71
1.78×4.0=7.12		2.36×4.0=9.44		2.47×4.0=9.9		0.109×4.0= = 0.436
		0.272×2.0=0.544		0.272×2.0=0.544		
1.78	50.73	2.612	51.1	2.722	54.44	7.146

3079тм/2 л.19

Усилие в поясе подставки:

$$U_п = \frac{50.73 + 51.1 + 54.44}{2 \times 3.1 \times 0.995} + \frac{7.146}{4 \times 0.995} =$$

$$= 25.3 + 1.79 = 27.09 т$$

$l = 200$ см; $\angle 110 \times 8$

$$\lambda = \frac{200 \times 1.14}{3.39} = 67 \qquad \varphi = 0.825$$

$$\sigma = \frac{27090}{172 \times 0.825} = 1910 \ кг/см^2 < 2100$$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены на машине на основании исходной формулы:

$$Д = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{из.}}{b} tg\gamma}{\cos(\beta+\gamma)} + \frac{M_{кр.}}{2b\cos(\beta+\gamma)};$$

$Д_п = 1.08$ т

$l = 315$ см; $\angle 63 \times 5$

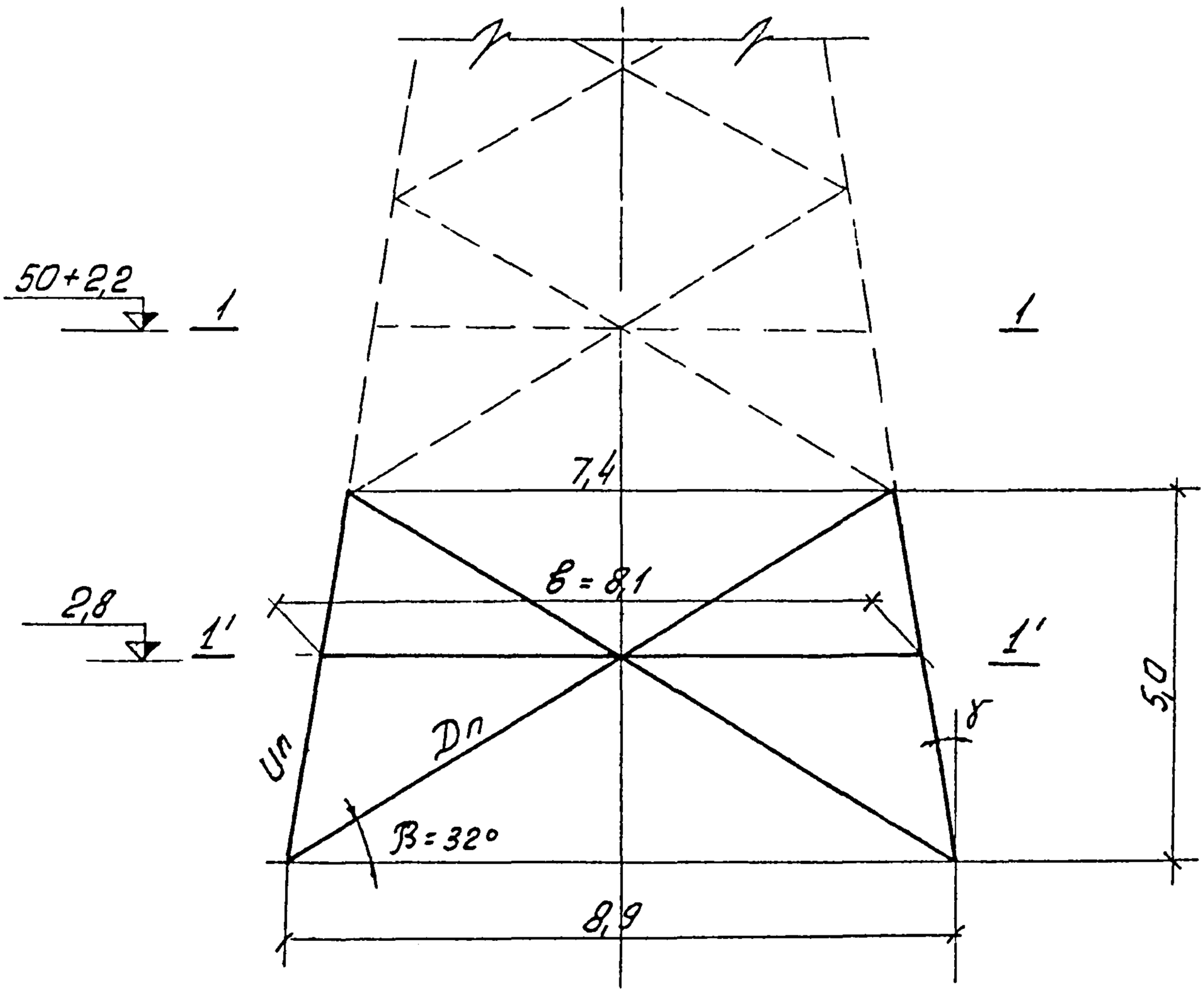
$$\lambda_p = \frac{315}{1.25} = 252 \qquad \mu_p = 0.77 \qquad \lambda = 252 \times 0.77 = 194 < 196$$

$$\varphi = 0.202 \qquad \sigma = \frac{1080}{6.13 \times 0.75 \times 0.202} = 1160 \ кг/см^2 < 2100$$

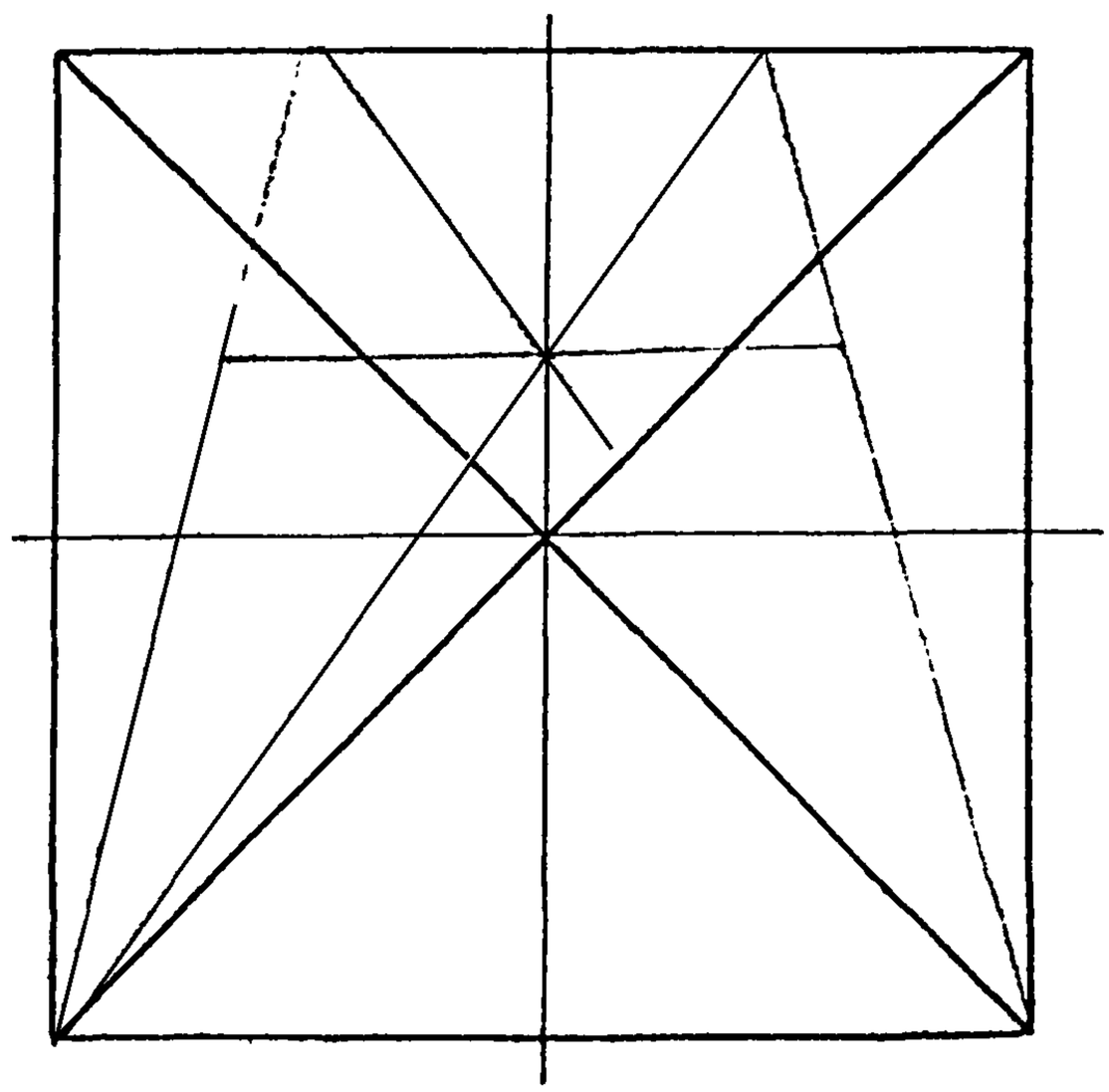
Рассчитал (Токарева)

Проверил (Герасимова)

Эскиз подставки С11



по 1'-1'



Ремонтер С30 ЭСП Зак 182-200 ц/м-68с. 3079ТМ/2 л. 21

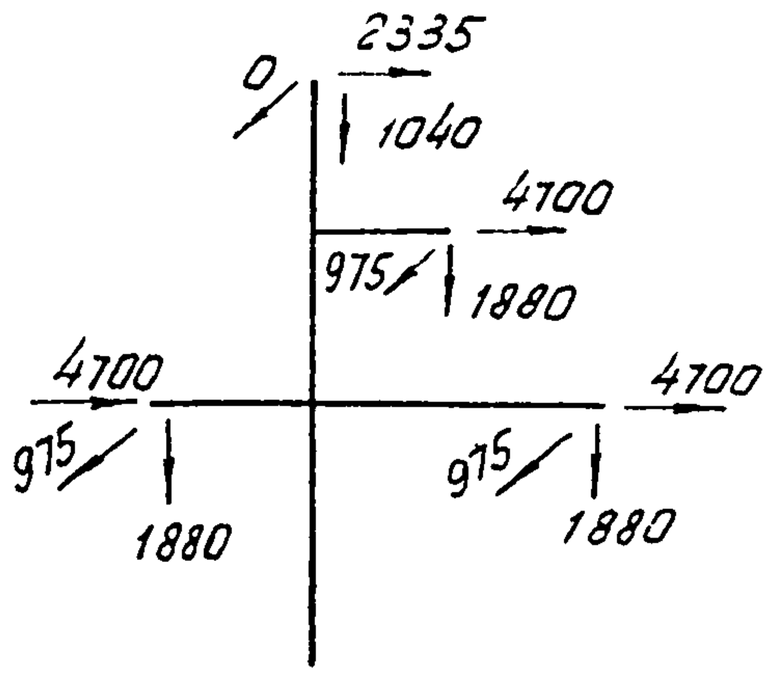
3079 ТМ-Т2	Лист 20	52

Расчет подставки С11 под опору У110-1

Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов подставки $H = 9{,}0$ м. опоры У110-1 (см N 3078тм-т6 стр. 13/35)

Расчет пояса подставки

Схема II, III р-н гололеда $\alpha = 60°$, разность тяжения Провод АСО-240, трос С-50



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры $K = 1{,}27$ при установке опоры на подставку увеличивается до $K = 1{,}39$. Таким образом, ветровое давление на опору, установленную на подставке, увеличивается в $\frac{1{,}39}{1{,}27} = 1{,}1$ раза, что и учтено в расчете.

Изгибающие моменты и перерезывающие силы						Вертикальные нагрузки G(т)
от нагрузок на провода и трос				От ветра на конструкцию опор		
$Q_{\parallel}$	$M_{\parallel}$	$Q_{\perp}$	$M_{\perp}$	$Q_{W\parallel}$	$M_{W\parallel}$	
На отметке 5,0+2,2						
14,32т	296,3тм	2,925т	54,6тм	1,01×1,1=1,11т.	12,1×1,1= = 13,3тм	14,26т
На отметке 2,8м						
	296,3		54,6		13,3	14,26
14,32×5,0=71,7		2,925×5,0=14,6		1,11×5,0=	5,6	3,37
	368,0		69,2		18,9	17,63

Ромашор СЗО ЭСП Зак 182-200 11/ш.68г. 3079тм/2 л.23

Усилие в поясе подстовки.

$$U_п = \frac{368+69,2+18,9}{2\times 8,1\times 0,989} + \frac{17,63}{4\times 0,989} = 28,5+4,5 = 33,0\ т.$$

$\ell = 280$ см $\angle$ 160×10 $r_x = 3,19$ $F = 24,7$ см²

$$\lambda = \frac{280}{3,19} = 88 \qquad \varphi = 0,702$$

$$\sigma = \frac{33\,000}{0,9\times 24,7\times 0,702} = \frac{33\,000}{15,7} = 2100\ кг/см^2$$

Расчет раскоса подстовки

Схема III, IV р-н гололеда $\alpha = 0°$ без разности тяжений

$M_{кр} = 3,790\times 5,0 = 18,95$ тм.

$M_{изг.} = 3,79\times 21,7 = 82,4$ тм

$Q = 3,79$ т

$$D_п = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{B}\times tg\gamma}{2\cos\beta} + \frac{M_{кр}}{4B\cos\beta} \qquad tg\gamma = 0,15$$

$\cos\beta = \cos 32° = 0,848$

$$D_п = \frac{1,89-1,53}{2\times 0,848} + \frac{18,95}{4\times 8,1\times 0,848} = 0,33+0,69 = 1,02\ т$$

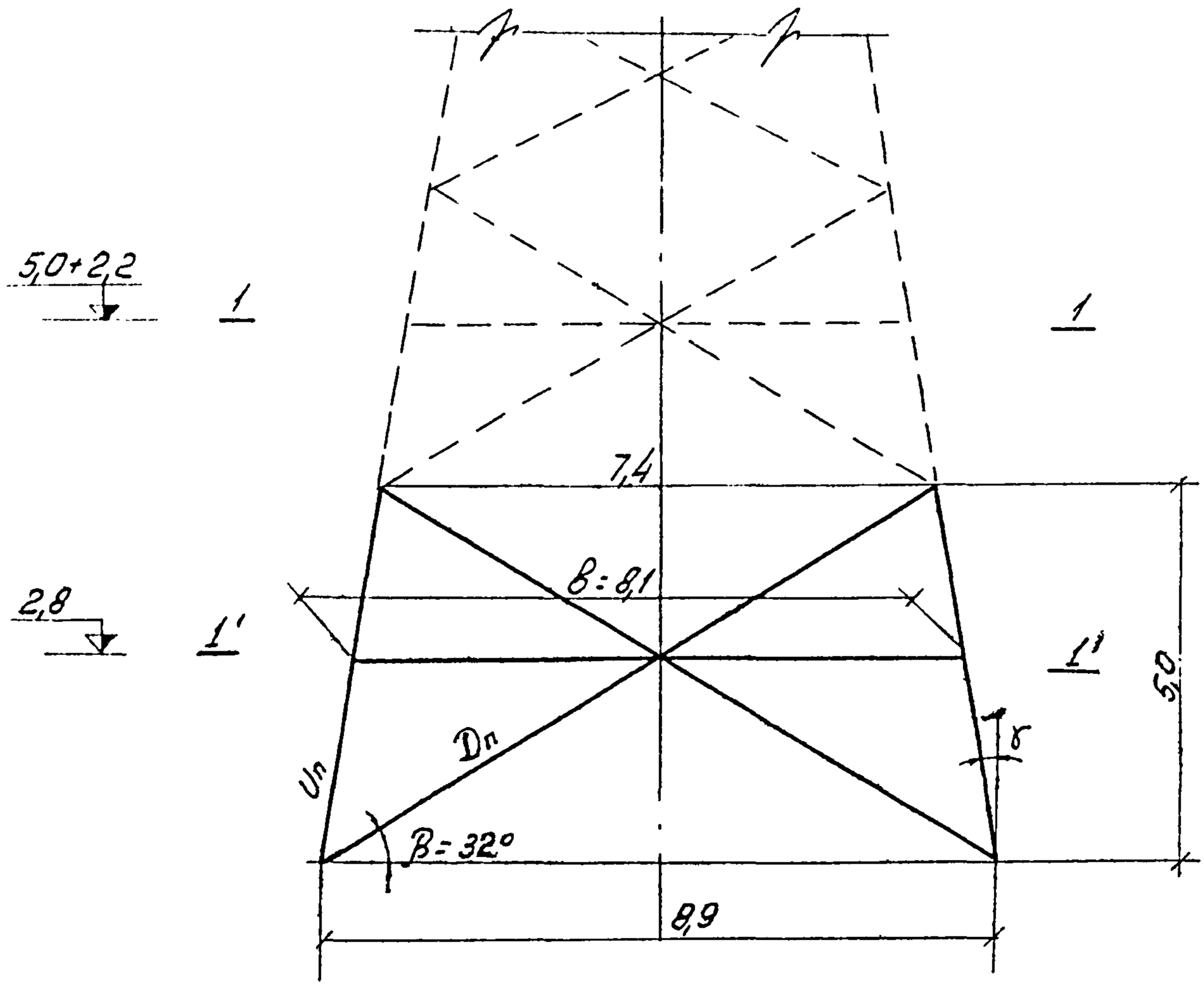
$\angle$ 140×9 $F = 24,7$ см² $\ell = 524$ см $r_{min} = 2,79$ см.

$$\lambda = \frac{524}{2,79} = 188 \qquad M_p = 0,776 \qquad \lambda_p = 0,776\times 188 = 146 < [150]$$

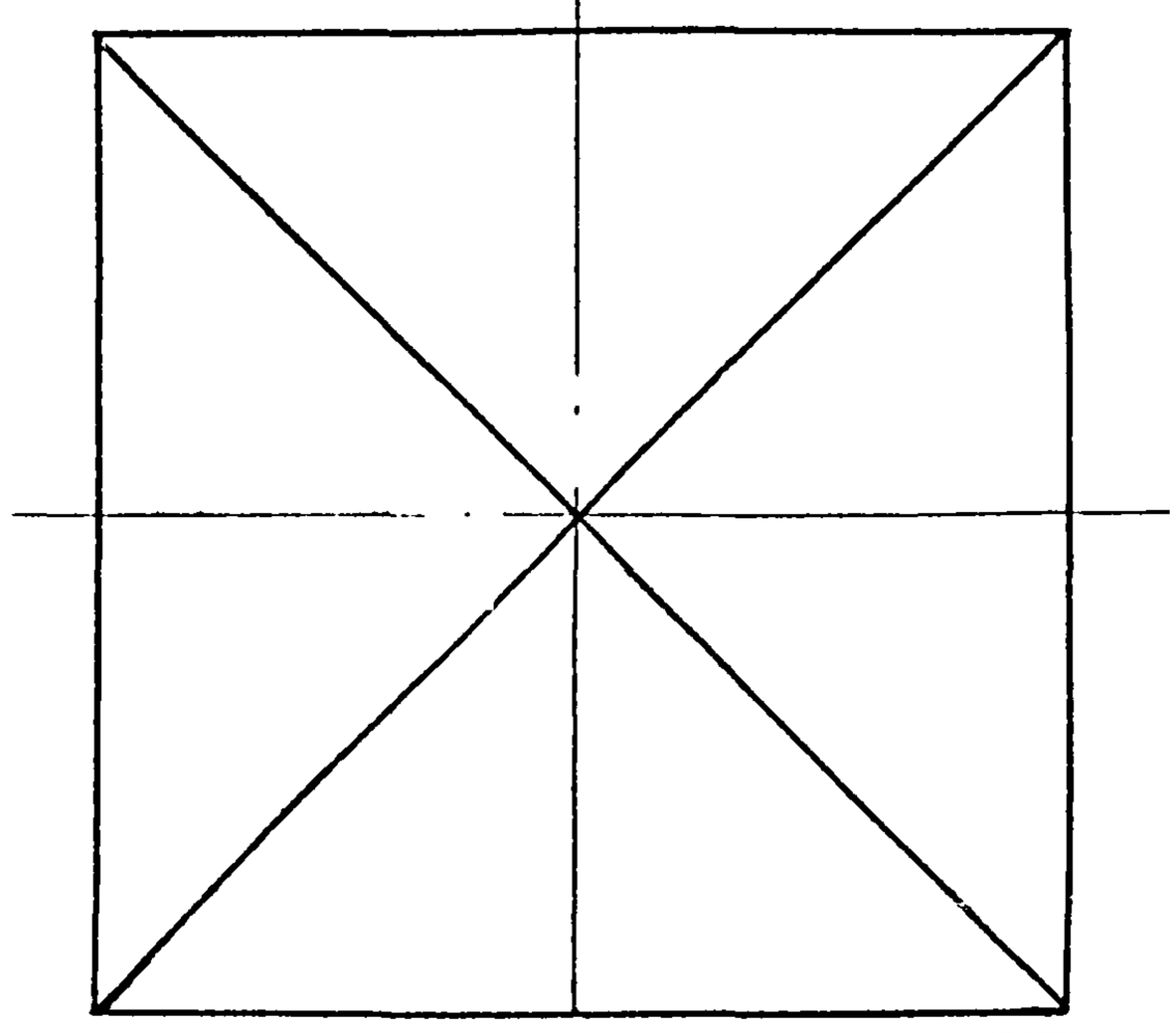
$\varphi = 0,336$ $m = 0,75$

$$\sigma = \frac{D_п}{m\varphi F} = \frac{1020}{0,75\times 0,336\times 24,7} = \frac{1020}{6,22} = 160\ кг/см^2 < 2100$$

Эскиз подставки С13



по 1'-1'



Размножен с зо эсп Зак 182-2000 тир 68г 3079тм/2 л. 24

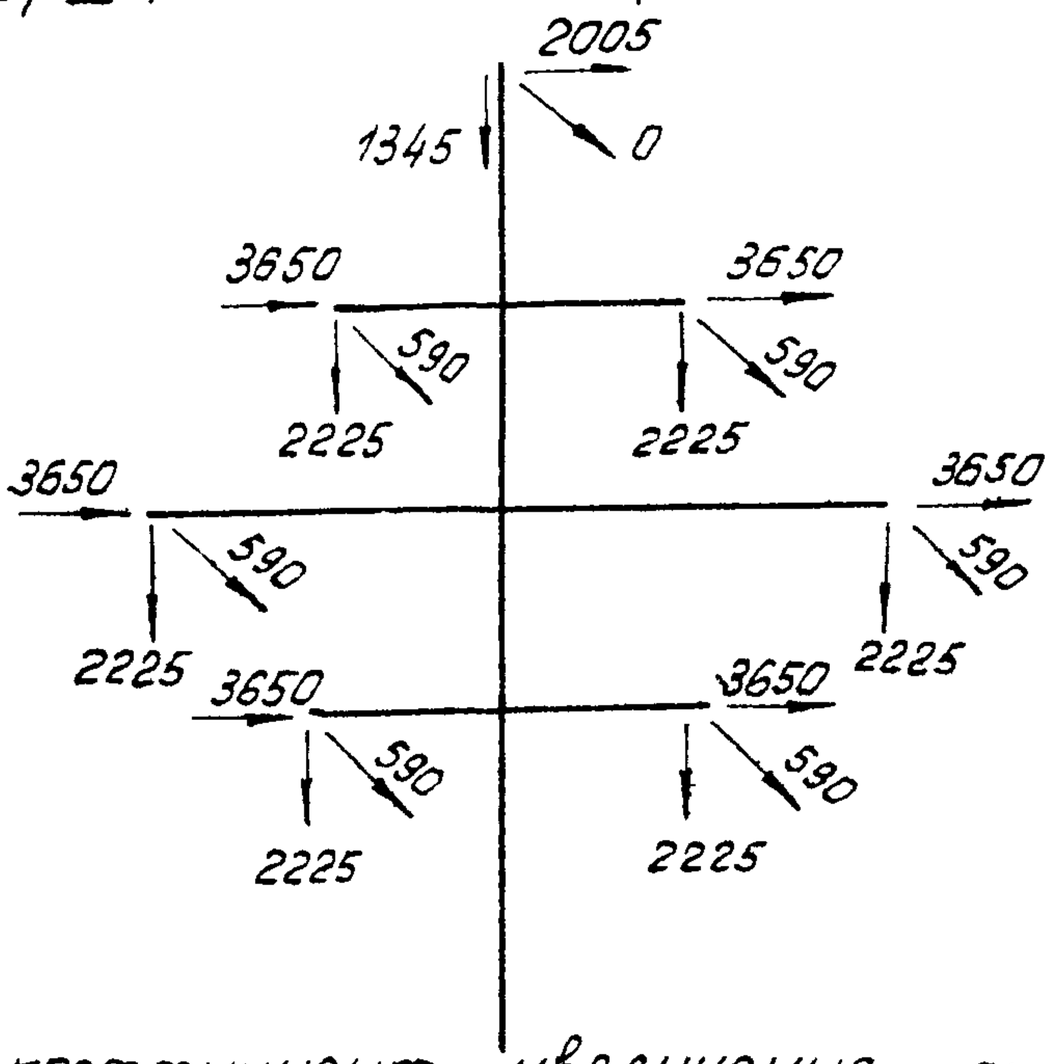
3079тм-т2	лист 23	52

Расчет подставки С13 под опору У110-2

Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов подставки Н=9,0м (см. N 3078тм-т6 стр. 30/35)

Расчет пояса подставки

Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha = 50°$, разность тяжений



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры $K = 1,34$ при установке опоры на подставку увеличивается до $K = 1,47$.

Таким образом, ветровое давление на опору, установленную на подставку, увеличивается в $\frac{1,47}{1,34} = 1,1$ раза, что и учтено в расчете.

Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От нагрузок на провода и трос				От ветра на конструкцию опоры		Вертикальные нагрузки
$Q_{\parallel}$	$M_{\parallel}$	$Q_{\perp}$	$M_{\perp}$	$Q_{W\parallel}$	$M_{W\parallel}$	G_m
На отметке 5,0+2,2						
23,9т	529тм	3,54т	75,4тм	1,04×1,1=1,15	15,61×1,1= =17,2тм	24,73т
На отметке 2,8м						
	529		75,4		17,2	24,73
23,9×5,0 = 120		3,54×5,0 = 17,7		1,15×5,0= 5,8		3,4
	649		93,1		23,0	28,13

Ремайор СЗО ЭСП Зак 182-200 Инв. № подл. 3079тм/2 л.25

Усилие в поясе подставки

$$U_п = \frac{649+93,1+23,0}{2\times 8,1\times 0,989} + \frac{28,13}{4\times 0,989} = 47,6+7,1 = 54,7т$$

$\ell = 280$ см. $\angle 180\times 11$ $F = 38,8$ см^2 $r_x = 3,59$

$$\lambda = \frac{280}{3,59} = 78 \quad \varphi = 0,762$$

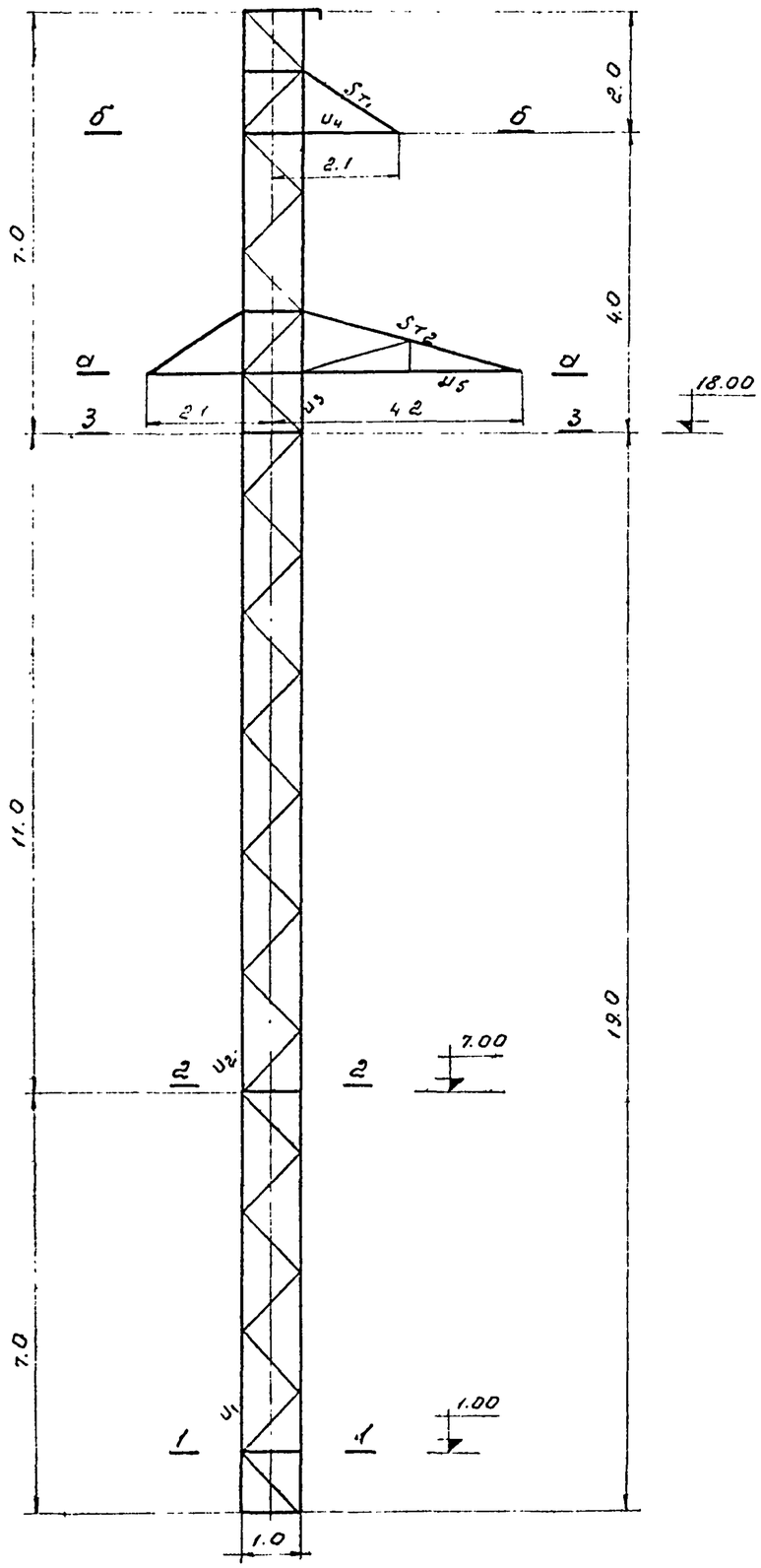
$$\sigma = \frac{54700}{0,9\times 38,8\times 0,762} = \frac{54700}{26,7} = 2050 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

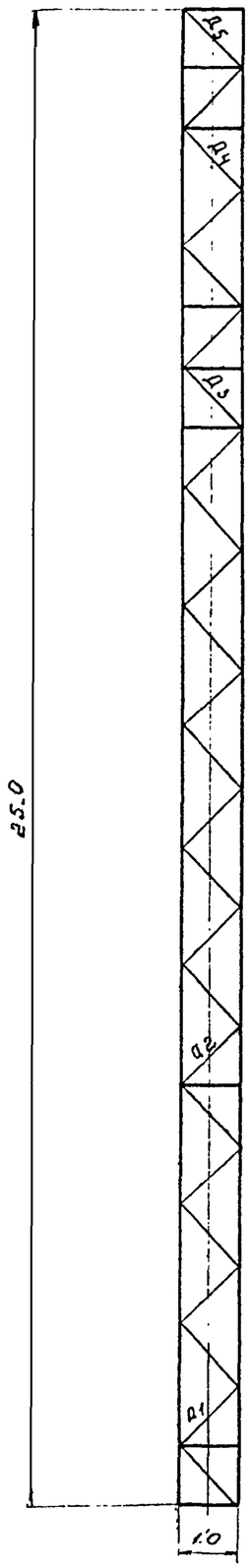
<u>Расчет раскоса подставки</u>

См. расчет подставки С11 (стр. 22)

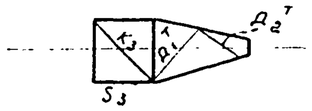
Рассчитал Швед (Цейтлин).
Проверил Эльк (Элькина)

ПС 110-13

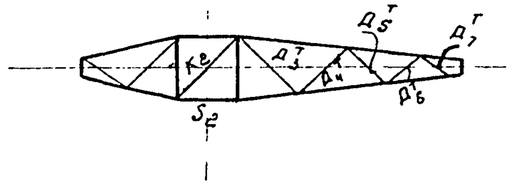




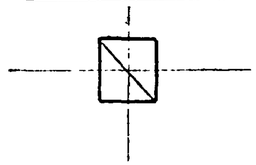
Сечение б-б



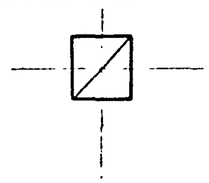
Сечение а-а



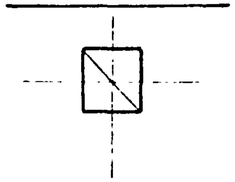
Сечение 3-3



Сечение 2-2



Сечение 1-1

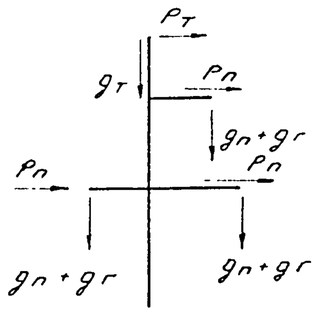
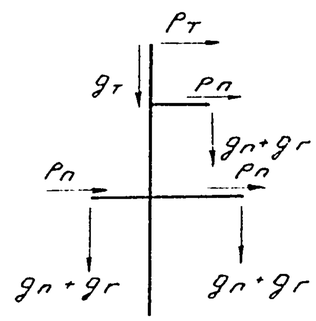
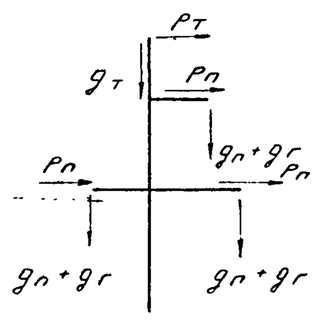


3079тм/2 л. 27

N3079 ТМТ2 Лист 26

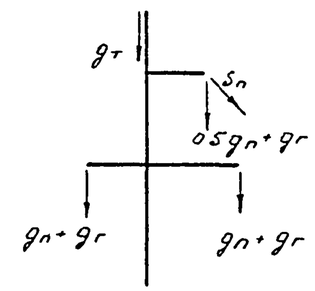
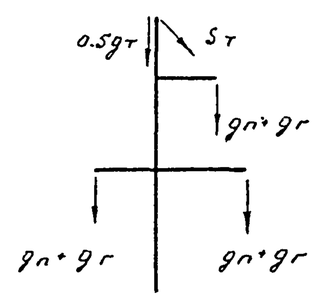
Нагрузки на одноцепную промежуточную опору ПС 110-13

Таблица № 1

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I р-н гололеда						II р-н гололеда					
						АСО-240			С-50			АСО-240			С-50		
					$l_{ветр}$	380 м						380 м					
					$l_{вес}$	475 м						460 м					
					$l_{гроб}$	380 м						365 м					
						нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс	$t=-5°C$, $C=0$; $g_п^н=50$ кг/м², $g_т^н=58$ кг/м		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_п$ $P_т$	355	1.2	430	200	1.2	240	355	1.2	430	200	1.2	240
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	440	1.1	485	200	1.1	220	425	1.1	465	185	1.1	210
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	40	1.1	45	-	-		40	1.1	45	-	-	-
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	480	-	530	200	-	220	465	-	510	185	-	210
I а	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под ∠45° к оси траверс	$t=-5°C$, $C=0$ $\begin{cases} g_п^н=50 \text{ кг/м}^2 \\ g_т^н=58 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$		Давление ветра на пролет провода троса	$P_п$ $P_т$	250	1.2	300	145	1.2	175	250	1.2	300	145	1.2	175
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	440	1.1	485	200	1.1	220	425	1.1	465	190	1.1	210
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	40	1.1	45	-	-	-	40	1.1	45	-	-	-
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	480	-	530	200	-	220	465	-	510	190	-	210
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс	$t=-5°C$; $C=5$ мм $\begin{cases} g_п^н=12.5 \text{ кг/м}^2 \\ g_т^н=17 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$ $t=-5°C$; $C=10$ мм		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_п$ $P_т$	180	1.4	250	150	1.4	210	235	1.4	330	225	1.4	320
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	440	1.1	485	195	1.1	215	425	1.1	465	185	1.1	205
						170	2.0	365	100	2.0	200	410	2.0	820	245	2.0	490
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	40	1.1	45	-	-		40	1.1	45			
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	650	-	895	295	-	415	875	-	1320	430	-	695

3079тм/2 л. 28

Продолжение таблицы №1

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок		I р-н гололеда						II р-н гололеда					
						АСО-240			С-50			АСО-240			С-50		
					$l_{ветр}$	380 м						380 м					
					$l_{вес.}$	475 м						460 м					
					$l_{габ.}$	380 м						365 м					
						норм.	п	расчет	норм	п	расчет.	норм.	п	расчет	норм.	п	расчет
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору	$t=-5°C$; $C=0$; $g_w^н=0$		Тяжение провода при обрыве	$S_п$	1005	1.3×0.8=1.04	1080	—	—	—	1240	1.3×0.8=1.04	1290	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	440	1.1	485	200	1.1	220	425	1.1	465	185	1.1	210
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	40	1.1	45	—	—	—	40	1.1	45	—	—	-
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	480	—	530	200	—	220	465	—	510	185	—	210
IV	Оборван один трос Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального	$t=-5°C$; $C=0$; $g_w=0$		Тяжение провода при обрыва	$S_т$	—	—	—	1305	1.3×0.8=1.04	1360	—	—	—	1305	1.3×0.8=1.04	1360
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	440	1.1	485	200	1.1	220	425	1.1	465	185	1.1	210
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	40	1.1	45	—	—	—	40	1.1	45	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	480	—	530	200	—	220	465	—	510	185		210

Примечания:

1. Высота центра тяжести троса 20м
   Нормативный скоростной напор $g_т^н = 1.36 \times 50 = 68$ кг/м²

2. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0.8.

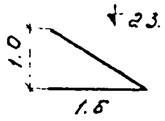
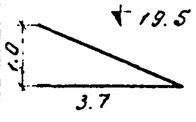
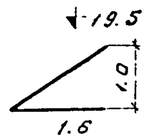
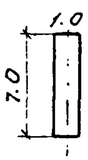
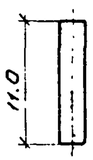
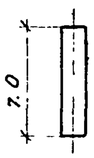
3. Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{т\,max} = 54$ кг/мм²

4. Нагрузки округлены до значений кратных 5кг

3079тм/2 л. 29

Давление ветра на конструкцию опоры ПС110-13 по схемам $\underline{I}$ и $\underline{I}^{a}$

Таблица № 2

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м²)	Площадь элементов фермы f_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{f_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент плоской фермы $C_{\varphi} \cdot C_i \cdot \psi = 1.4\psi$	η (при $\frac{b}{h}$ 1)	Аэродинамический коэф. пространств. фермы $C_{пр} = C_{\varphi}(1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэф. динамики (кг)			Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамики $\beta = 1.35$ и $n = 1.2$		
										При ветре ∥ тр-се $P = q_0 C_{пр} S$	При ветре под ∠45° $P_{\perp} = 0.8P$ ⊥ траверсе	При ветре под ∠45° $P_{\parallel} = 0.8P$ ∥ траверсе	При ветре ∥ тр-се $P_p = q_0 C_{пр} S \beta n$	При ветре под ∠45° $P_{\perp} = 0.8P_p$ ⊥ тр-се	При ветре под ∠45° $P_{\parallel} = 0.8P_p$ ∥ тр-се
Верхняя траверса		1.43	72	0.19	0.8	0.238	0.333	0.78	0.594	15 (33)	21	15	24	34	24
Нижняя траверса		1.32	66	0.53	1.85	0.286	0.401	0.7	0.684	36 (81)	53	36	58	86	58
Нижняя траверса		1.32	66	0.19	0.80	0.238	0.333	0.78	0.594	18 (30)	20	13	21	32	21
Верхняя секция		1.39	70	1.74	7.0	0.249	0.348	0.75	0.611	297	238	238	480	386	386
Средняя секция		1.00	50	2.75	11.0	0.25	0.35	0.75	0.614	337	270	270	545	435	435
Нижняя секция		1.00	50	1.80	7.0	0.257	0.36	0.75	0.632	222	178	178	358	288	288
									Итого	920	780	750	1486	1261	1212

Примечания

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$, указанные в скобках, определены при направлении ветра ⊥ траверсе, при ветре ⊥ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет $0.45 P_{тр}$
3. При ветре под ∠45° к оси ВЛ
   $P_{\perp} = 0.65 P_{тр}$.
   $P_{\parallel} = 0.45 P_{тр}$.

3079тм/2 л. 30

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

Таблица N 3

Сечение, отметка и база	Схема I, I р-н гололеда			Схема I^α, I р-н гололеда				Схема II, II р-н гололеда	
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты тм			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провода и трос M_{II} и от ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$ тм	Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос	От ветра на конструкцию опоры		От нагрузок на провода и трос	От ветра на конструкцию опоры: ∥ тр-се, $M_{W_{II}}$	⊥ тр-се, $M_{W_{\perp}}$			
3-3 ▽18.0 м б=1.0 м	0.24×7.0=1.68 0.43×5.0=2.15 0.43×2×1.0=0.86 1.53 M_{II}=4.69 $M_{н.у}$=2.23 ΣM_{II}=6.92	0.024×5.5=0.13 (0.058+0.021)×1.5=0.12 0.48×3.5=1.68 0.583 $M_{W_{II}}$=1.93	0.22×1.0=0.22 0.53×3.0=1.59 0.09×7.0=0.63 2.44	0.175×7.0=1.23 0.30×5.0=1.50 0.3×1.0×2=0.60 1.075 M_{II}=3.33 $M_{н.у}$=2.23 ΣM_{II}=5.56	0.024×5.5=0.13 (0.058+0.021)×1.5=0.12 0.386×3.5=1.35 0.489 $M_{W_{II}}$=1.6	0.034×5.5=0.19 (0.086+0.032)×1.5=0.18 0.386×3.5=1.35 0.538 $M_{W_{\perp}}$=1.72	0.22×1.0=0.22 0.53×3.0=1.59 0.09×7.0=0.63 2.44	0.32×7.0=2.24 0.33×5.0=1.65 0.33×2×1.0=0.66 1.31 M_{II}=4.55 $M_{н.у}$=5.54 $M_{W_{II}}$=0.49 ΣM_{II}=10.58	0.695×1.0=0.695 1.32×3.0=3.96 0.099×7.0=0.7 5.355
	$U_3=\frac{6.92+1.93}{2\times1.0}+\frac{2.44}{4}=4.37+0.61=4.98$ т			$U_3=\frac{5.56+1.6+1.72}{2\times1.0}+\frac{2.44}{4}=4.39+0.61=5.0$ т				$U_3=\frac{10.58}{2\times1.0}+\frac{5.355}{4}=5.29+1.34=6.63$ т	
2-2 ▽7.0 м б=1.0 м	6.92 1.53×11.0=16.8 M_{II}=23.72	1.93 0.583×11.0=6.42 0.545×5.5=3.0 1.128 $M_{W_{II}}$=11.35	2.44 0.09×11=0.99 3.43	5.56 1.075×11.0=11.84 1.075 M_{II}=17.4	1.6 0.489×11.0=5.4 0.435×5.5=2.4 0.924 $M_{W_{II}}$=9.4	1.72 0.538×11.0=5.91 0.435×5.5=2.39 0.973 $M_{W_{\perp}}$=10.02	2.44 0.099×11.0=0.99 3.43	10.58 1.31 11.0=14.4 1.31 M_{II}=24,98 $M_{W_{II}}$=2.37 ΣM_{II}=27.35	5.355 0.099×11=1.09 6.445
	$U_2=\frac{23.72+11.35}{2\times1.0}+\frac{3.43}{4}=17.48+0.85=18.33$ т			$U_2=\frac{17.4+9.4+10.02}{2\times1.0}+\frac{3.43}{4}=18.36+0.86=19.22$ т				$U_2=\frac{27.35}{2\times1.0}+\frac{6.445}{4}=13.7+1.6=15.3$ т	
1-1 ▽1.0 м б=1.0 м	23.72 1.53×6.0=9.2 M_{II}=32.92	11.35 1.128×6.0=6.8 0.358×3.0=1.07 $M_{W_{II}}$=19.22	3.43 0.09×6.0=0.54 3.97	17.4 1.075×6.0=6.45 1.075 M_{II}=23.85	9.4 0.924×6.0=5.55 0.288×3.0=0.86 $M_{W_{II}}$=15.81	10.02 0.973×6.0=5.84 0.288×3.0=0.86 $M_{W_{\perp}}$=16.72	3.43 0.099×6.0=0.59 4.02	27.35 1.31×6.0=7.85 35.20 $M_{W_{II}}$=4.0 ΣM_{II}=39.2	6.445 0.099×6.0=0.595 7.04
	$U_1=\frac{32.92+19.22}{2\times1.0}+\frac{3.97}{4}=26.02+0.99=27.01$ т			$U_1=\frac{23.85+15.81+16.72}{2\times1.0}+\frac{4.02}{4}=28.4+1.0=29.4$ т				$U_1=\frac{39.2}{2\times1.0}+\frac{7.04}{4}=19.6+1.8=21.4$ т	

Примечания

1. Мн.у. обозначает момент от неуравновешенных вертикальных нагрузок, по схеме I Мн.у. 0.53×4.2=2.23 тм.
2. Усилие в поясах определяется по формуле $U=\frac{\Sigma M}{2б}+\frac{\Sigma G}{4}$

Усилие в раскосах определяется по ф-ле:

$$Д = \frac{Q}{2\cos\beta} + \frac{M_{кр}}{2b\cos\beta}$$

Для раскосов $Д_1, Д_2, Д_3$ расчетной абл. сх. III, обрыв провода на правой нижней траверсе.

$M_{кр} = 1.29 \times 4.2 = 5.42$ тм.

$Q = 1.29$ т $\cos\beta = 0.707$ $b = 1.0$ м

$$Д_{1,2,3} = \frac{1.29}{2\times0.707} + \frac{5.42}{2\times1.0\times0.707} = 0.915 + 3.845 = 4.76 \text{ т}$$

Для раскоса $Д_4$ расчетной абл. сх. III, обрыв провода на верхней траверсе.

$M_{кр.} = 1.29 \times 2.1 = 2.71$ тм

$Q = 1.29$ т. $\cos\beta = 0.707$ $b = 1.0$ м

$$Д_4 = \frac{1.29}{2\times0.707} + \frac{2.71}{2\times1.0\times0.707} = 0.915 + 1.915 = 2.83 \text{ т}$$

Для раскоса $Д_5$ расчетной абл. сх. IV

$M_{кр.} = 1.36 \times 0.8 = 1.09$ тм

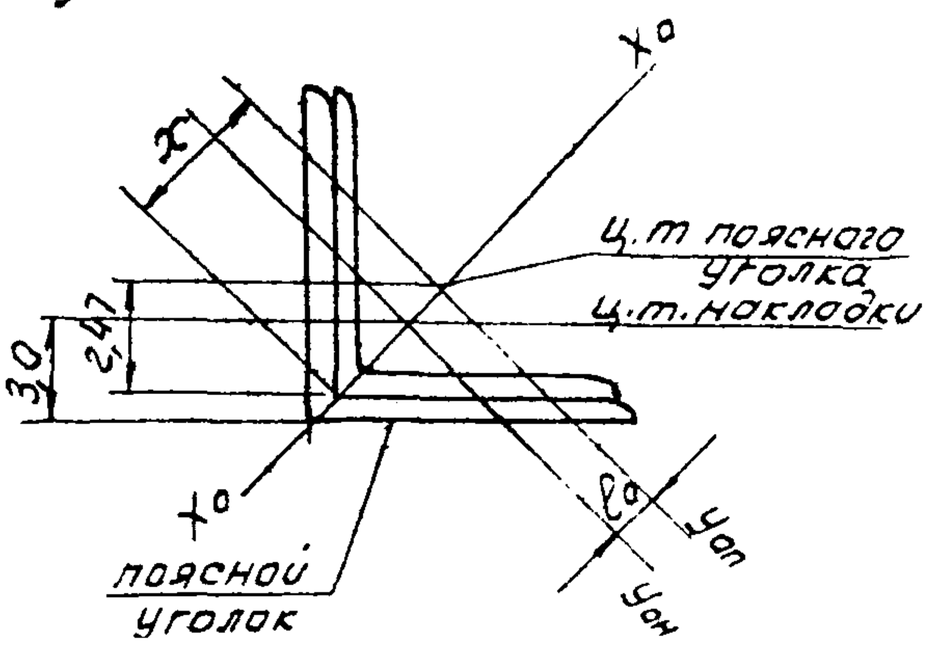
$Q = 1.36$ т

$$Д_5 = \frac{1.36}{2\times0.707} + \frac{1.09}{2\times1.0\times0.707} = 0.965 + 0.775 = 1.74 \text{ т}$$

Расчет траверс, распорок и диафрагм см. в расчете опоры П110-3 (№3078 тм-4 стр. 41-43, 48)

Расчет стыков ствола опоры

а) Стык нижней и средней секции.



Пояс – ∠ 90×7

накладка ∠ 110×8

$$\sigma = \frac{N}{\eta_1 \varphi_{вн} F};$$

$N = 18{,}6$ т

$\eta_1 = 0{,}95$ $\quad F = 12{,}3$ см²

$$\lambda = \frac{200}{2{,}77} = 72 \qquad m = e \times \frac{Fx}{J_{y_0}}$$

$$x = \frac{2{,}47}{0{,}707} = 3{,}49 \text{ см.} \qquad J_{y_0} = 38{,}9 \text{ см}^4$$

$$\ell = 0{,}5\ell_0 \qquad \ell_0 = \frac{(2{,}47+0{,}8)-3{,}0}{0{,}707} = 0{,}38 \text{ см}$$

$$\ell = 0{,}19 \text{ см} \qquad m = 0{,}19 \times \frac{12{,}3 \times 3{,}49}{38{,}9} = 0{,}21 \qquad \varphi_{вн} = 0{,}82$$

$$\sigma = \frac{18600}{0{,}95 \times 0{,}82 \times 12{,}3} = \frac{18600}{9{,}6} = 1940 \text{ кг/см}^2$$

$< [2100]$

б) Стык средней и верхней секций

Пояс – ∠ 70×6

накладка – ∠ 90×7 $\qquad N = 6{,}63$ т

$\eta_1 = 0{,}95$ $\quad F = 8{,}15$ см²

$$\lambda = \frac{100}{1{,}38} = 72 \qquad \ell_0 = \frac{(1{,}94+0{,}7)-2{,}47}{0{,}707} = 0{,}24 \text{ см.}$$

$m_1 = \eta m$, где $\eta = 1{,}0$ $\qquad m = \ell \dfrac{Fx}{J_{y_0}}$,

$$J_{y_0} = 15{,}5 \text{ см}^4 \qquad x = \frac{1{,}94}{0{,}707} = 2{,}74 \text{ см}$$

$$\ell = 0{,}5\ell_0 = 0{,}5 \times 0{,}24 = 0{,}12 \text{ см}$$

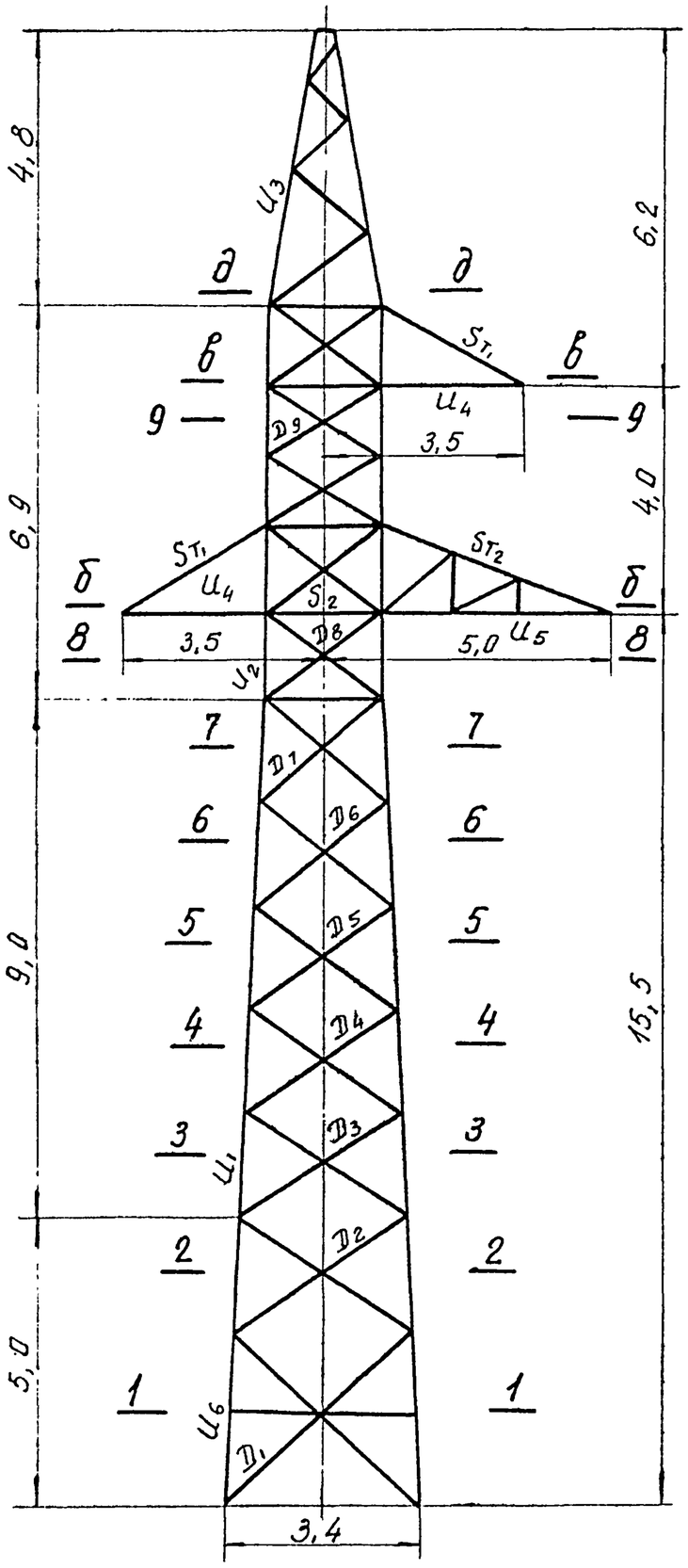
$$m = 0{,}12 \quad \frac{8{,}15 \times 2{,}74}{15{,}5} = 0{,}144$$

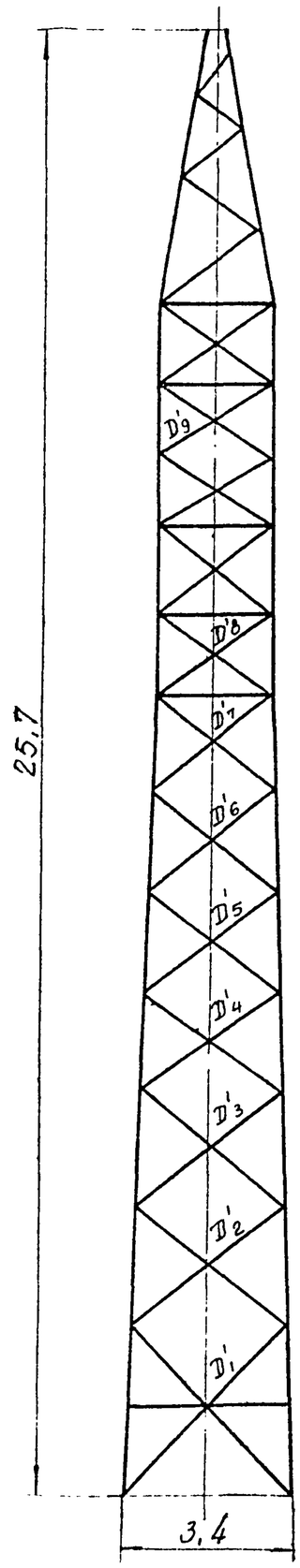
$$m_1 = 1{,}0 \times 0{,}144 = 0{,}144 \qquad \varphi_{вн} = 0{,}781$$

$$\sigma = \frac{6630}{0{,}95 \times 0{,}781 \times 8{,}15} = 1100 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

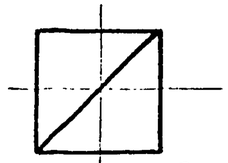
Рассчитал Лаб- [Эвкинд]

УС 110-5

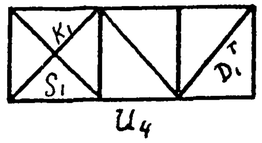




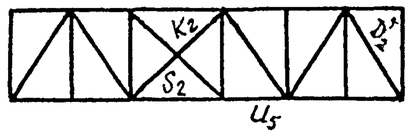
Сечение д-д



Сечение в-в

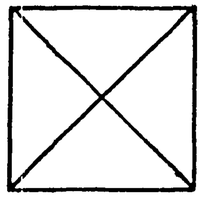


Сечение б-б



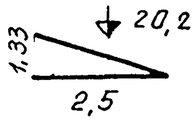
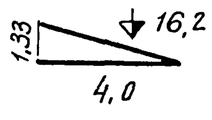
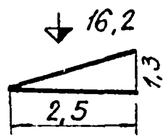
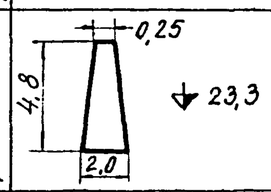
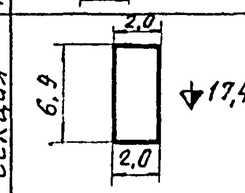
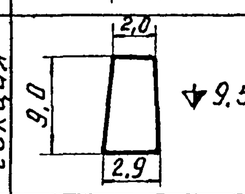
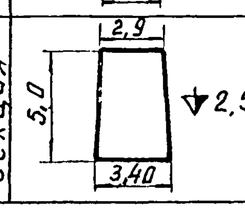
Сечение а-а

Сечение 1-1



3079тм/2 л. 34

Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Наименов. секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличен. скоростн. напора по высоте	Нормативн. скоростной напор q_0 (кг/м²) Сх I	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамич. коэфф. плоской фермы $C_ф = C_i \cdot \psi = 1{,}4\varphi$	η при $\frac{b}{h} = 1$	Аэродинамич. коэфф. пространственной фермы $C_{фр} = C_ф(1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без коэфф. динамичности. Ветер ⊥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S$ Сх. I	Нормативная ветровая нагрузка без коэфф. динамичности. Ветер ∥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S$ Сх. II	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамичности $\beta = 1{,}35$ коэф. перегрузки n (кг) $h = 1{,}2$ Сх I	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамичности $\beta = 1{,}35$ коэф. перегрузки n (кг) $n = 1{,}0$ Сх II
Верхняя траверса		1,35	68	0,41	1,66	0,246	0,345	0,77	0,61	31 2) (69)	8 2) (17)	50	11
Нижняя траверса		1,08	54	0,79	2,66	0,297	0,417	0,68	0,70	45 2) (100)	12 2) (25)	73	16
Нижняя траверса		1,08	54	0,41	1,66	0,246	0,345	0,77	0,61	25 2) (55)	6 2) (14)	41	8
Тросостойка		1,42	71	1,01	5,5	0,184	0,258	0,88	0,485	189	47	306	64
Верхняя секция		1,17	59	3,9	13,8	0,287	0,402	0,70	0,685	557	139	905	188
Средняя секция		1,0	50	5,45	22,05	0,247	0,346	0,77	0,613	677	169	1100	228
Нижняя секция		1,0	50	2,96	15,75	0,188	0,263	0,87	0,492	387	97	625	131
										1911	478	3100	646

Примечания:

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

3079 тм/2 л. 35

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

Таблица №5

Сечение, отметка, база	Схема I, I р-н гололеда, $\alpha = 60°$, разность тяжении				Схема II, III р-н гололеда, $\alpha = 60°$, разность тяжений				Схема III, IV р-н гололеда, $\alpha = 60°$ разн. тяжен.			Схема III, IV р-н гололеда, $\alpha = 60°$ без разн. тяжен.		
	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальная нагрузка
	От нагрузок на провода и трос. M_{II}	От нагрузок на провода и трос. $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры. M_{WII}	G (т)	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}	G (т)	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	G (т)	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}	G (т)
8-8 ∇ 14,7 $b = 2,0$ м	1,78 × 11 = 19,6 2,94 × 4,8 = 14,1 2,94 × 0,8 × 2 = 4,7 10,6 M_{II} = 38,4 $M_{н.у}$ = 3,4 ΣM = 41,8	0,25 × 11 = 2,75 0,905 × 4,8 = 4,34 0,905 × 0,8 × 2 = 1,45 2,965 $\Sigma M_{\perp}$ = 8,54	0,05 × 5,5 = 0,28 0,073 × 1,5 = 0,11 0,041 × 1,5 = 0,06 0,306 × 8,6 = 2,64 0,905 × 2,75 = 2,50 1,375 M_{WII} = 5,59	8,22 0,67 × 3 = 2,01 0,2 × 11 = 2,2 4,43	2,23 × 11 = 24,6 4,03 × 4,8 = 19,4 4,03 × 0,8 × 2 = 6,46 14,32 M_{II} = 50,46 $M_{ну}$ = 9,4 ΣM_{II} = 59,86	0 0,975 × 4,8 = 4,68 0,975 × 2 × 0,8 = 1,56 2,925 $M_{\perp}$ = 6,24	0,011 × 5,5 = 0,06 0,016 × 1,5 = 0,02 0,008 × 1,5 = 0,01 0,064 × 8,6 = 0,55 0,188 × 2,75 = 0,52 0,287 M_{WII} = 1,16	1,04 1,88 × 3 = 5,64 2,20 8,88	1,69 × 11 = 18,6 3,53 × 0,8 × 2 = 5,6 1,9 × 4,8 = 9,12 10,65 M_{II} = 33,3 $M_{ну}$ = 7,61 ΣM_{II} = 40,9	−0,065 × 11 = −0,71 0,44 × 0,8 × 2 = 0,70 3,28 × 4,8 = 15,80 4,095 $M_{\perp}$ = 15,79	1,345 2,225 × 2 = 4,45 1,195 2,2 9,19	2,42 × 11 = 26,6 4,77 × 4,8 = 22,9 4,77 × 2 × 0,8 = 7,64 16,73 M_{II} = 57,14 $M_{ну}$ = 11,1 ΣM_{II} = 68,24	M_{WII} = 1,16	1,345 2,225 × 3 = 6,66 2,2 10,225
	$U_2 = \frac{41,8 + 8,54 + 5,59}{2 \times 2,0} + \frac{4,43}{4} = 14,0 + 1,1 = 15,1$ т.				$U_2 = \frac{59,86 + 6,24 + 1,16}{2 \times 2,0} + \frac{8,88}{4} = 16,8 + 2,2 = 19,0$ т.				$U_2 = \frac{40,7 + 15,79}{2 \times 2,0} + \frac{9,19}{4} = 14,0 + 2,29 = 16,29$			$U_2 = \frac{68,24 + 1,16}{2 \times 2,0} + \frac{10,22}{4} = 17,4 + 2,5 = 19,9$ т		
3-3 ∇ 6,0 $b = 2,8$ м	41,8 10,6 × 8,7 = 92,4 10,6 ΣM_{II} = 134,2	8,54 2,965 × 8,7 = 25,8 2,965 $\Sigma M_{\perp}$ = 34,34	5,59 1,375 × 8,7 = 11,9 1,100 × 3,5 = 3,85 2,475 M_{WII} = 21,34	4,43 0,2 × 8,7 = 1,74 6,17	59,86 14,32 × 8,7 = 125,0 ΣM_{II} = 184,86	6,24 2,925 × 8,7 = 25,4 $\Sigma M_{\perp}$ = 31,64	1,16 0,228 × 3,5 = 0,80 0,287 × 8,7 = 2,50 0,515 M_{WII} = 4,46	8,88 0,2 × 8,7 = 1,74 10,62	40,7 10,65 × 8,7 = 92,0 M_{II} = 133,7	15,79 4,095 × 8,7 = 35,6 $M_{\perp}$ = 51,39	9,19 1,74 10,93	68,24 16,73 × 8,7 = 145,5 16,73 M_{II} = 213,74	M_{WII} = 4,46	10,22 + 1,74 11,96
	$U_1 = \frac{134,2 + 34,34 + 21,34}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{6,47}{4} = 34,0 + 1,5 = 35,5$ т.				$U_1 = \frac{184,86 + 31,64 + 4,46}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{10,62}{4} = \frac{220,96}{5,59} + 2,7 = 39,6 + 2,7 = 42,3$ т.				$U_1 = \frac{133,57 + 51,39}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{10,93}{4} = 33,1 + 2,7 = 35,8$ т.			$U_1 = \frac{213,74 + 4,46}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{11,96}{4} = 39,1 + 3,0 = 42,1$ т.		
1-1 ∇ 1,6 $b = 3,24$ м	134,2 10,6 × 4,4 = 46,6 180,8	34,34 2,965 + 4,4 = 13,10 47,44	21,34 2,475 × 4,4 = 10,90 0,625 × 0,9 = 0,56 32,80	6,17 0,2 × 4,4 = 0,88 7,05	184,86 14,32 + 4,4 = 63,00 247,86	31,64 2,925 × 4,4 = 12,90 44,54	4,46 0,515 × 4,4 = 2,27 0,131 × 0,9 = 0,12 M_{WII} = 6,85	10,62 0,2 × 4,4 = 0,88 11,50	133,57 10,65 × 4,4 = 46,80 M_{II} = 180,37	51,39 4,095 × 4,4 = 18,0 $M_{\perp}$ = 69,39	10,93 0,88 11,81	213,74 16,73 × 4,4 = 73,6 M_{II} = 287,34	M_{WII} = 6,85	11,96 0,88 12,84
	$U_6 = \frac{180,8 + 47,44 + 32,80}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{7,05}{4} = 40,3 + 1,8 = 42,1$ т.				$U_6 = \frac{247,86 + 44,54 + 6,85}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{11,5}{4} = \frac{299,25}{6,49} + 2,9 = 46,1 + 2,9 = 49,0$ т				$U_6 = \frac{180,37 + 61,39}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{11,81}{4} = 38,5 + 3,0 = 41,5$ т.			$U_6 = \frac{287,34 + 6,85}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{12,84}{4} = 45,4 + 3,2 = 48,6$ т.		

30×91м/вал. 36

Определение усилий в раскосах.

Грань ⊥ оси траверс. Схема II концевая IV р.г. $\alpha = 0°$

Таблица №6

Сечение, отметка	Изгибающие моменты от тяжения (тм)	Попереч. сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обозначения элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонту	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{в} tg\gamma$	$4в\cos\beta$	Усилие в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{в} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{Мкр}{4в\cos\beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▼ 18,8	—	2,02 4,35 6,37	4,35×3,5=15,2	D'_9	2,0	0	30°	0,866	1,73	0	6,92	1,85	2,2	4,05
8-8 ▼ 14,75	—	6,37 2×4,35=8,7 15,07	4,35×5=21,75	D'_8	2,0	0	35°	0,819	1,64	0	6,55	4,65	3,32	7,97
7-7 ▼ 13,2	2,02×12,5 = 25,2 4,35×6,3 = 27,4 2×4,35×2,3 = 20,0 72,6	15,07	21,75	D'_7	2,06	0,05	38°	0,788	1,58	1,75	6,56	3,66	3,30	6,96
6-6 ▼ 11,5	72,6 15,07×1,7 = 25,6 98,2	15,07	21,75	D'_6	2,23	0,05	37°30'	0,793	1,59	2,18	7,15	3,37	3,04	6,41
5-5 ▼ 9,7	98,2 15,07×1,8 = 27,1 125,3	15,07	21,75	D'_5	2,43	0,05	37°	0,799	1,60	2,58	7,76	3,10	2,80	5,90
4-4 ▼ 7,95	125,3 15,07×1,75 26,4 151,7	15,07	21,75	D'_4	2,66	0,05	35°	0,819	1,63	2,91	8,5	2,84	2,56	5,40
3-3 ▼ 6,05	151,7 15,07×1,9 = 28,6 180,3	15,07	21,75	D'_3	2,86	0,05	36°	0,809	1,61	3,22	9,06	2,68	2,40	5,08
2-2 ▼ 4,0	180,3 15,07×2,05 = 30,9 211,2	15,07	21,75	D'_2	3,0	0,05	34°	0,829	1,66	3,52	9,94	2,42	2,2	4,62
1-1 ▼ 1,6	211,2 15,07×2,4 = 36,2 247,4	15,07	21,75	D'_1	3,24	0,05	42°	0,743	1,49	3,82	9,62	2,5	2,26	4,76

3079тм/2.л.37

Определение усилий в раскосах

Грань II осям траверсы. Схема. III. IV р-н гололеда $\alpha = 60°$ без разности тяжений.

Таблица № 1

Сечение, отметка	Изгибающие моменты (тм): От тяжения	Изгибающие моменты (тм): От весовой нагрузки	Поперечн. сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обозначение элемента	База в (м)	tg γ	Угол наклона раскоса к горизонту β	Cos β	2Cos β	$\frac{Mи}{в} tg\gamma$	4в cos β	Усилие в раскосах (т): $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{Mи}{в} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{Mкр}{4в\cos\beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ↓18,8	1,67 × 6,9 = 11,5 1,9 × 0,7 = 1,3 3,57 12,8	1,195 × 3,5 = 4,2	3,57	3,28 × 3,5 = 11,5	D_9	2,0	0	30°	0,866	1,73	0	6,92	1,03	1,67	2,70
8-8 ↓14,75	1,67 × 10,85 = 18,1 3,78 × 4,75 = 18,0 (3,78 + 1,9) × 0,75 = 4,2 11,13 40,3	2,225 × 3,5 = 7,8 1,195 × 5 = 6,0 - 2,225 × 3,5 = - 7,8 6,0	11,13	3,28 × 5 = 16,4	D_8	2,0	0	35°	0,819	1,64	0	6,55	3,41	2,5	5,91
7-7 ↓13,2	40,3 11,13 × 1,55 = 17,3 57,6	6,0	11,13	16,4	D_7	2,0	0,05	38°	0,788	1,58	1,53	6,56	2,56	2,50	5,06
6-6 ↓11,5	57,6 11,13 × 1,7 = 18,9 76,5	6,0	11,13	16,4	D_6	2,25	0,05	37°30'	0,793	1,59	1,83	7,15	2,35	2,29	4,64
5-5 ↓9,7	76,5 11,13 × 1,8 = 20,0 96,5	6,0	11,13	16,4	D_5	2,43	0,05	37°	0,799	1,60	2,12	7,76	2,12	2,12	4,24
4-4 ↓7,95	96,5 11,13 × 1,75 = 19,5 116,0	6,0	11,13	16,4	D_4	2,62	0,05	35°	0,819	1,63	2,35	8,5	1,97	1,93	3,90
3-3 ↓6,05	116,0 11,13 × 1,9 = 21,2 137,2	6,0	11,13	16,4	D_3	2,80	0,05	36°	0,809	1,61	2,57	9,06	1,86	1,81	3,67
2-2 ↓4,0	137,2 11,13 × 2,05 = 22,8 160,0	6,0	11,13	16,4	D_2	3,0	0,05	34°	0,829	1,66	2,78	9,94	1,68	1,65	3,33
1-1 ↓1,6	160,0 11,13 × 2,4 = 26,8 186,8	6,0	11,13	16,4	D_1	3,24	0,05	42°	0,743	1,49	2,98	9,62	1,73	1,70	3,43

3079тм/2 л. 38

Определение усилий в раскосах

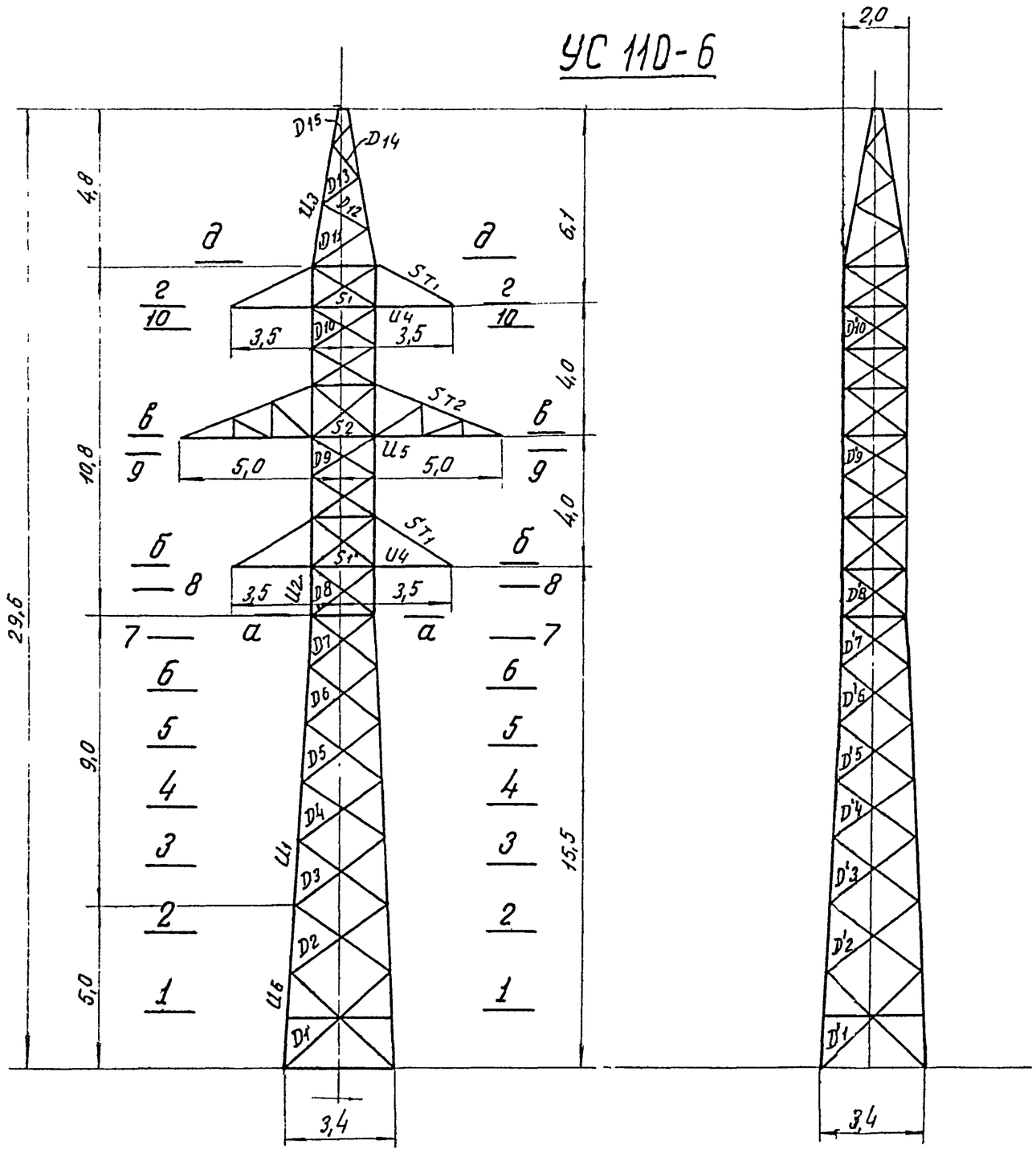
Грань ⊥ оси траверсы. Схема III · IV р.: $\alpha = 0°$ без разности тяжений.

Таблица № 8

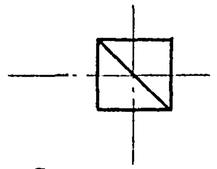
Сечение, отметка	Изгибающий момент от тяжения проводов (тм)	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обозначения элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол наклона на раскосах к горизонту β	cos β	2cos β	$\frac{M_и}{в} tg\gamma$	4в cos β	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_и}{в} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{Мкр}{4в\cos\beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▼18.8	—	3,79	3,79 3,5 = 13,3	D'_9	2,0	?	30°	0,866	1,73	0	6,92	1,1	1,92	3,02
8-8 ▼14,75	—	3,79	3,79 × 5 = 18,95	D'_8	2,0	0	35°	0,819	1,64	0	6,55	1,15	2,9	4,05
7-7 ▼13,2	3,79 × 2,3 = 8,7	3,79	18,95	D'_7	2,08	005	38°	0,788	1,58	0,21	6,56	1,07	2,90	3,97
6-6 ▼11,5	8,7 3,79 × 1,7 = 6,5 15,2	3,79	18,95	D'_6	2,25	005	37°30'	0,793	1,59	0,34	7,15	0,98	2,65	3,63
5-5 ▼9,7	15,2 3,79 × 1,8 = 6,8 22,0	3,79	18,95	D'_5	2,43	005	37°	0,799	1,60	0,46	7,76	0,86	2,44	3,30
4-4 ▼7,95	22,0 3,79 × 1,75 = 6,6 28,6	3,79	18,95	D'_4	2,60	005	35°	0,19	1,63	0,56	8,5	0,79	2,23	3,02
3-3 ▼6,05	28,6 3,79 × 1,9 = 7,2 35,8	3,79	18,95	D'_3	2,80	005	36°	0,809	1,61	0,64	9,06	0,75	2,09	2,84
2-2 ▼4,0	35,8 3,79 × 2,05 = 7,8 43,6	3,79	18,95	D'_2	3,0	005	34°	0,829	1,66	0,73	9 94	0,67	1,91	2,58
1-1 ▼1,6	43,6 3,79 × 2,4 = 9,1 52,7	3,79	18,95	D'_1	3,24	7,05	42°	0,743	1,49	0,81	9,62	0,69	1,97	2,66

3079тм/2 л. 39

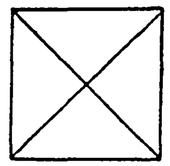
УС 110-6



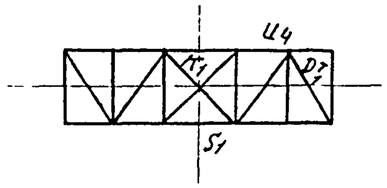
Сечение д-д



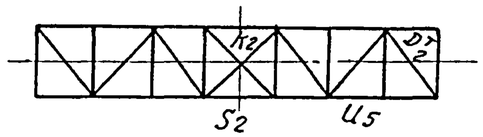
Сечение 1-1



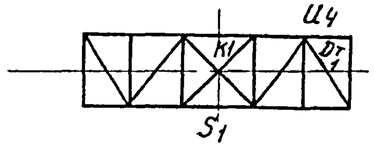
Сечение г-г



Сечение в-в

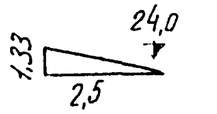
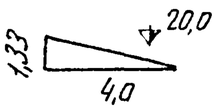
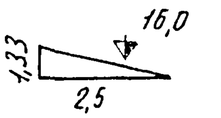
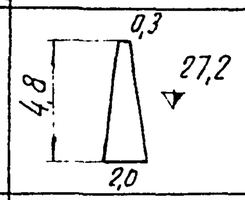
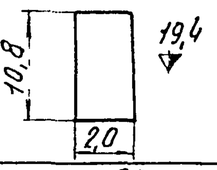
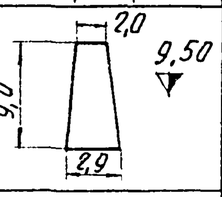
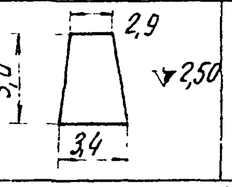


Сечение б-б



а-а

Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II.

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции	Коэф увеличен скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 кг/м²	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинам коэф. плоской фермы $C_ф = C_x \cdot \varphi = 1{,}4\varphi$	η при $\frac{b}{h}=1$	Аэрод коэф пространственной фермы $C_{пр} = C_ф(1+\eta)$	Норм ветровая нагрузка без коэф динамичности. Ветер ∥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S$		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичн $\beta=1{,}35$ и коэф перегрузки n (кг)	
										C_x I	C_x II	$n=1{,}2$ C_x I	$n=1{,}0$ C_x II
Верхняя траверса		1,44	72,0	0,41	1,66	0,246	0,345	0,76	0,608	33×2 *) (73)	8×2	54×2	11×2
Средняя траверса		1,35	67,5	0,79	2,66	0,297	0,417	0,68	0,702	57×2 *) (126)	14×2	93×2	19×2
Нижняя траверса		1,07	53,5	0,41	1,66	0,246	0,345	0,76	0,607	24×2 *) (54)	6×2	39×2	8×2
Трасостойка		1,51	75,5	1,01	5,5	0,184	0,258	0,88	0,485	202	50	328	68
Верхняя секция		1,35	67,5	5,6	21,6	0,259	0,362	0,75	0,633	920	230	1490	310
Средняя секция		1,0	50	5,8	22,05	0,264	0,369	0,75	0,645	710	178	1150	240
Нижняя секция		1,0	50	3,2	15,75	0,204	0,286	0,85	0,530	416	104	675	169
										2476	618	4015	863

*) Ветровые нагрузки на траверсы Ртр, указанные в скобках, определены при направлении ветра ⊥ оси траверс.
При направлении ветра ∥ оси траверсы нагрузка составляет 0,45 Ртр.

3079тм/2 л. 41

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

таблица № 10

Сечения отметки база	Схема I, I р-н гололёда, $\alpha = 60°$, разность тяжений				Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha = 50°$, разность тяжений			
	Изгибающие моменты			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты			Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$ (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{wII} (тм)		От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$ (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{wII} (тм)	
8-8 ▽ 14,8 в=2,0м.	1,84 x 14,8 = 27,2 2,94 x 2 x 8,7 = 51,2 2,94 x 2 x 4,7 = 27,7 2,94 x 2 x 0,7 = 4,12 19,48 M_{II} = 110,22	0,28 x 14,8 = 4,14 0,905 x 2 x 8,7 = 15,8 0,905 x 2 x 4,7 = 8,5 0,905 x 2 x 0,7 = 1,27 5,71 $M_{\perp}$ = 29,70	0,054 x 2 x 9,2 = 1,0 0,093 x 2 x 5,2 = 0,97 0,039 x 2 x 1,2 = 0,09 0,328 x 12,4 = 4,07 1,49 x 4,6 = 6,85 2,19 M_{wII} = 12,98	0,22 x 1 = 0,22 (0,565+0,165) x 6 = 4,02 0,31 x 14,8 = 4,70 8,94	2,005 x 14,8 = 29,6 3,65 x 2 x 8,7 = 63,5 3,65 x 2 x 4,7 = 34,3 3,65 x 2 x 0,7 = 5,1 23,9 M_{II} = 132,5	0,59 x 2 x 8,7 = 10,3 0,59 x 2 x 4,7 = 5,6 0,59 x 2 x 0,7 = 0,83 3,54 $M_{\perp}$ = 16,7	0,011 x 2 x 9,2 = 0,2 0,019 x 2 x 5,2 = 0,2 0,008 x 2 x 1,2 = 0,02 0,068 x 12,4 = 0,84 0,31 x 4,6 = 1,43 0,454 M_{wII} = 2,69	1,35 x 1 = 1,35 (2.06+0,17) x 6 = 13,38 0,317 x 14,9 = 4,73 19,46
	$U_2 = \frac{110,22 + 29,70 + 12,98}{2 \times 2,0} + \frac{8,94}{4} = 38,2 + 2,2 = 40,4$ т.				$U_2 = \frac{132,5 + 16,7 + 2,69}{2 \times 2,0} + \frac{19,46}{4} = 37,9 + 4,85 = \underline{42,75 т}$			
3-3 ▽ 6,05 в=2,80м	110,22 19,48 x 8,75 = 170,00 19,48 M_{II} = 280,22	29,7 5,71 x 8,75 = 50,0 5,71 $M_{\perp}$ = 79,7	12,98 2,19 x 8,75 = 19,20 1,15 x 3,45 = 3,96 3,34 M_{wII} 36,14	8,94 0,24 x 8,75 = 2,46 11,40	132,5 23,9 x 8,75 = 209,0 M_{II} = 341,5	16,7 3,54 x 8,75 = 31,0 $M_{\perp}$ = 47,7	2,69 0,454 x 8,75 = 3,98 0,24 x 3,45 = 0,83 0,694 M_{wII} = 7,50	19,46 0,28 x 8,75 = 2,46 21,92
	$U_1 = \frac{280,22 + 79,7 + 36,14}{2 \times 2,80 \times 0,998} + \frac{11,40}{4} = 70,5 + 2,9 = 73,4$ m				$U_1 = \frac{341,5 + 47,7 + 7,50}{2 \times 2,80 \times 0,998} + \frac{21,92}{4} = 71,0 + 5,5 = \underline{76,5 m}$			
1-1 ▽ 1,6 в=3,24	280,22 19,48 x 4,45 = 86,60 M_{II} = 366,82	79,7 5,71 x 4,45 = 25,4 $M_{\perp}$ = 105,1	36,14 3,34 x 4,45 = 14,85 0,675 x 0,9 = 0,61 M_{wII} = 51,6	11,40 0,2 x 4,45 = 1,25 12,65	341,5 23,9 x 4,45 = 106,1 M_{II} = 447,6	47,7 3,54 x 4,45 = 15,8 $M_{\perp}$ = 63,9	7,50 0,694 x 4,45 = 3,09 0,169 x 0,9 = 0,15 M_{wII} = 10,74	21,92 1,25 23,17
	$U_6 = \frac{366,82 + 105,1 + 51,6}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{12,65}{4} = 80,9 + 3,2$			84,1	$U_6 = \frac{447,6 + 63,5 + 10,74}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{23,17}{4} = 80,6 + 5,8 = \underline{86,4 m}$			

3079 тм/2 л. 42

Расчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры.

Таблица № 10а

Сечения, отметок базы	Схема II; II р.г. $\alpha=58°$; разность тяжений				Схема II к; IV р.г. $\alpha=0°$			
	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос. $M_{\parallel}$	От нагрузок на провода и трос. $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{\parallel}}$		От нагрузок на провода и трос $M_{\parallel}$	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{\parallel}}$	
8-8 ▽14,8 м в=2,0 м	1,95 × 14,8 = 29,0 3,385 × 2×8,7 = 59,0 3,385 × 2×4,7 = 31,8 3,385 × 2×0,7 = 4,8 22,26 $M_{\parallel}$ = 124,55	0,155 × 14,8 = 2,3 1,28 × 2×8,7 = 22,3 1,28 × 2×4,7 = 12,1 1,28 × 2×0,7 = 1,8 7,855 $M_{\perp}$ = 38,5	0,454 $M_{W_{\parallel}}$ = 2,69	0,725×1=0,725 1,5×6 = 9,0 0,317×14,9=4,73 14,455	0,25 × 14,8 = 3,7 0,24 × 2×8,7 = 4,2 0,24 × 2×4,7 = 2,26 1,69 $M_{\parallel}$ = 13,52	2,02 × 14,8 = 29,9 4,31 × 2×8,7 = 75,0 4,31 × 2×4,7 = 40,5 4,31 × 2×0,7 = 6,0 27,88 $M_{\perp}$ = 15,14	0,454 $M_{W_{\parallel}}$ = 2,69	0,67×1=0,67 1,03×6 = 6,18 0,165×6 = 0,99 0,317×14,9=4,73 12,57
	$U_2 = \frac{124,55 + 38,5 + 2,69}{2 \times 2,0} + \frac{14,455}{4} = 41,3 + 3,61 = 44,91$ т				$U_2 = \frac{13,52 + 151,4 + 2,69}{2 \times 2,0} + \frac{12,57}{4} = 4,18 + 3,13 = 44,93$ т			
3-3 ▽6,0 м в=2,8 м	124,55 22,26 × 8,75 = 195,0 22,26 $M_{\parallel}$ = 319,55	38,5 7,855 × 8,75 = 69,0 7,855 $M_{\perp}$ = 107,5	0,694 $M_{W_{\parallel}}$ = 7,5	14,455 0,28×8,75=2,46 16,92	13,52 1,69 × 8,75 = 14,8 1,69 $M_{\parallel}$ = 28,32	151,4 27,88 × 8,75 = 244,0 27,88 $M_{\perp}$ = 395,4	0,694 $M_{W_{\parallel}}$ = 7,5	12,57 2,46 15,03
	$U_1 = \frac{319,55 + 107,5 + 7,5}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{16,92}{4 \times 0,998} = 77,5 + 4,22 = 81,72$ т				$U_1 = \frac{28,32 + 395,4 + 7,5}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{15,03}{4 \times 0,998} = 77,3 + 3,76 = 81,06$ т			
1-1 ▽1,6 м в=3,24 м	319,55 22,26 × 4,45 = 99,0 $M_{\parallel}$ = 418,55	107,5 7,855 × 4,45 = 35,0 7,855 $M_{\perp}$ = 142,5	$M_{W_{\parallel}}$ = 10,74	16,92 0,28×4,45=1,25 18,17	28,32 1,69 × 4,45 = 7,54 $M_{\parallel}$ = 35,86	395,4 27,88 × 4,45 = 124,0 $M_{\perp}$ = 519,4	$M_{W_{\parallel}}$ = 10,74	15,03 0,28×4,45=1,25 16,28
	$U_6 = \frac{418,55 + 142,5 + 10,74}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{18,17}{4 \times 0,998} = 88,5 + 4,55 = 93,05$ т				$U_6 = \frac{35,86 + 519,4 + 10,74}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{16,28}{4 \times 0,998} = 87,6 + 4,07 = 91,67$ т			

Грань II осям траверс; схема III; IV район гололеда. $\alpha = 50°$. Расчет усилий в раскосах ствола опоры без разн. тяжений.

Таблица №11

Сечение, отметка	Изгибающие моменты M_{II} (тм) от тяжения	Изгибающие моменты M_{II} (тм) от весовой нагрузки	Поперечн. сила Q_{II} (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозн. элемента	База в м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{B} tg\gamma$	$4B\cos\beta$	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{B} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B\cos\beta}$	$D = D' + D''$
10–10 ▽22,8	—	—	1,37+3,19+ +1,6 = = 6,16	3,45×3,5=12,1	D_{10}	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	1,83	1,80	3,63
9–9 ▽18,8	—	—	1,37+3,19×3 + 1,6 = =12,54	3,45 × 5,0=17,3	D_9	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	3,75	2,57	6,32
8–8 ▽14,8	—	—	1,37+3,19×5+ +1,6 = =18,92	17,3	D_8	2,0	0	37°	0,800	1,60	0	6,40	5,95	2,71	8,66
7–7 ▽13,2	1,37×16,4 = 22,5 3,19×2×10,3=65,8 (3,19+1,6)×6,3= 30,2 3,19×2×2,3=14,7 18,92 133,2	(2,225-1,2)×5=5,15	18,92	17,3	D_7	2,08	0,05	38°	0,788	1,58	3,32	6,56	3,89	2,64	6,53
6–6 ▽11,5	133,2 18,92×1,7= 32,2 18,92 165,4	5,15	18,92	17,3	D_6	2,25	0,05	37°30'	0,793	1,59	3,78	7,15	3,58	2,42	6,00
5–5 ▽9,7	165,4 18,92×1,8 = 34,1 18,92 199,5	5,15	18,92	17,3	D_5	2,43	0,05	37°	0,799	1,60	4,21	7,76	3,28	2,23	5,51
4–4 ▽7,95	199,5 18,92×1,75 = 33,2 18,92 232,7	5,15	18,92	17,3	D_4	2,60	0,05	35°	0,819	1,63	4,58	8,5	3,00	2,04	5,04
3–3 ▽6,05	232,7 18,92×1,9= 36,0 18,92 268,7	5,15	18,92	17,3	D_3	2,80	0,05	36°	0,809	1,61	4,89	9,06	2,84	1,91	4,75
2–2 ▽4,0	268,7 18,92×2,05= 38,9 18,92 307,6	5,15	18,92	17,3	D_2	3,0	0,05	34°	0,829	1,66	5,22	9,94	2,56	1,74	4,30
1–1 ▽1,6	307,6 18,92×2,4= 45,5 353,1	5,15	18,92	17,3	D_1	3,24	0,05	42°	0,743	1,49	5,54	9,62	2,63	1,80	4,43

3079тм/2 л.44

Грань ⊥ осям траверс, схема III, концевая; IV район гололёда; $\alpha = 0°$; Расчет усилий в раскосах ствола опоры

Таблица № 12

Сечение, отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_{\perp}$ (тм)	Поперечн. сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обознач. элемента	База в (м)	tg γ	Угол наклона раскоса к горизонтали β	cos β	2 cos β	$\frac{M_u}{в} tg\gamma$	4в cos β	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{в} tg\gamma}{2 \cos\beta}$	$D'' = \frac{Мкр}{4в\cos\beta}$	$D = D' + D''$
10-10 ▽ 22,8	—	5,41	3,78 × 3,5 = 13,2	D'_{10}	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	1,61	1,97	3,58
9-9 ▽ 18,8	—	12,97	3,78 × 5,0 = 18,9	D'_9	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	3,87	2,82	6,69
8-8 ▽ 14,8	—	20,53	18,9	D'_8	2,0	0	37°	0,800	1,60	0	6,40	6,43	2,95	9,38
7-7 ▽ 13,2	1,63 × 16,4 = 26,8 3,78 × 2 × 10,3 = 77,5 3,78 × 6,3 = 23,8 3,78 × 2 × 2,3 = 17,4 20,53 145,5	20,53	18,9	D'_7	2,08	0,05	38°	0,788	1,58	3,50	6,56	4,27	2,88	7,15
6-6 ▽ 11,5	145,5 20,53 × 1,7 = 34,9 20,53 180,4	20,53	18,9	D'_6	2,25	0,05	37°30'	0,793	1,59	4,00	7,15	3,94	2,64	6,58
5-5 ▽ 9,7	180,4 20,53 × 1,8 = 36,9 20,53 217,3	20,53	18,9	D'_5	2,43	0,05	37°	0,799	1,60	4,46	7,76	3,63	2,44	6,07
4-4 ▽ 7,95	217,3 20,53 × 1,75 = 35,9 20,53 253,2	20,53	18,9	D'_4	2,60	0,05	35°	0,819	1,63	4,86	8,5	3,32	2,22	5,54
3-3 ▽ 6,05	253,2 20,53 × 1,9 = 39,0 20,53 292,2	20,53	18,9	D'_3	2,80	0,05	36°	0,809	1,61	5,22	9,06	3,14	2,09	5,23
2-2 ▽ 4,0	292,2 20,53 × 2,05 = 42,0 20,53 334,2	20,53	18,9	D'_2	3,0	0,05	34°	0,829	1,66	5,56	9,94	2,83	1,90	4,73
1-1 ▽ 1,6	334,2 20,53 × 2,4 = 49,2 383,4	20,53	18,9	D'_1	3,24	0,05	42°	0,743	1,49	5,90	9,62	2,92	1,96	4,88

3079тм/2 л. 45

Грань ⊥ оси траверс; схема II концевая, IV район гололеда, $\alpha = 0°$

Расчет усилий в раскосах ствола опоры

Таблица № 13

Сечение, отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_{\perp}$ (тм)	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозн. элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{в} tg\gamma$	$4в\cos\beta$	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{в} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4в\cos\beta}$	$D = D' + D''$
10 - 10 ▽ 22,8	——	10,72	0	D'_{10}	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	3,20	0	3,20
9 - 9 ▽ 18,8	——	19,42	0	D'_9	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	5,77	0	5,77
8 - 8 ▽ 14,8	——	28,12	0	D'_8	2,0	0	37°	0,800	1,60	0	6,40	8,80	0	8,80
7 - 7 ▽ 13,2	2,02 × 16,4 = 33,2 4,35 × 2 × 10,3 = 89,5 4,35 × 2 × 6,3 = 54,8 4,35 × 2 × 2,3 = 20,0 28,12 197,5	28,12	0	D'_7	2,08	0,05	38°	0,788	1,58	4,75	6,56	5,90	0	5,90
6 - 6 ▽ 11,5	28,12 × 1,7 = 47,7 197,5 28,12 245,2	28,12	0	D'_6	2,25	0,05	37°30'	0,793	1,59	5,45	7,15	5,41	0	5,41
5 - 5 ▽ 9,7	28,12 × 1,8 = 50,6 245,2 295,8	28,12	0	D'_5	2,43	0,05	37°	0,799	1,60	6,09	7,76	4,98	0	4,98
4 - 4 ▽ 7,95	28,12 × 1,75 = 49,2 295,8 345,0	28,12	0	D'_4	2,60	0,05	35°	0,819	1,63	6,65	8,5	4,56	0	4,56
3 - 3 ▽ 6,05	28,12 × 1,9 = 53,4 345,0 398,4	28,12	0	D'_3	2,80	0,05	36°	0,809	1,61	7,1	9,06	4,32	0	4,32
2 - 2 ▽ 4,0	28,12 × 2,05 = 57,6 398,4 456,0	28,12	0	D'_2	3,0	0,05	34°	0,829	1,66	7,0	9,94	3,89	0	3,89
1 - 1 ▽ 1,6	28,12 × 2,4 = 67,5 456,0 523,5	28,12	0	D'_1	3,24	0,05	42°	0,743	1,49	8,1	9,62	4,0	0	4,0

3079 тм/2 л. 46

Грань ⊥ осям траверс; схема III; IV район гололеда $\alpha = 0°$; Расчет усилий в раскосах ствола опоры

Сечение, отметка	Изгибающие моменты $M_{\perp}$ (тм)	Поперечн. сила, Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обозначение элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_и}{B} tg\gamma$	$4B\cos\beta$	Усилия в раскосах (т) $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_и}{B} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B\cos\beta}$	$D = D' + D''$
10-10 ▽ 22,8	—	4,38	3,79 x 3,5 = 13,2	D'_{10}	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	1,31	1,97	3,28
9-9 ▽ 18,8	—	5,4	3,79 x 5,0 = 18,9	D'_9	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	1,61	2,81	4,42
8-8 ▽ 14,8	—	6,42	18,9	D'_8	2,0	0	37°	0,800	1,60	0	6,40	2,0	2,96	4,96
7-7 ▽ 13,2	0,08 x 16,4 = 1,3 0,51 x 2 x 10,3 = 10,5 (3,79 + 0,51) x 6,3 = 27,0 0,51 x 2 x 2,3 = 2,3 6,42 41,1	6,42	18,9	D'_7	2,08	0,05	38°	0,788	1,58	0,99	6,56	1,41	2,88	4,29
6-6 ▽ 11,5	41,1 6,42 x 1,7 = 10,9 52,0	6,42	18,9	D'_6	2,25	0,05	37°30'	0,793	1,59	1,15	7,15	1,30	2,64	3,94
5-5 ▽ 9,7	52,0 6,42 x 1,8 = 11,6 63,6	6,42	18,9	D'_5	2,43	0,05	37°	0,799	1,60	1,31	7,76	1,18	2,44	3,62
4-4 ▽ 7,95	63,6 6,42 x 1,75 = 11,2 74,8	6,42	18,9	D'_4	2,60	0,05	35°	0,819	1,63	1,44	8,5	1,09	2,22	3,31
3-3 ▽ 6,05	74,8 6,42 x 1,9 = 12,2 87,0	6,42	18,9	D'_3	2,80	0,05	36°	0,809	1,61	1,55	9,06	1,03	2,09	3,12
2-2 ▽ 4,0	87,0 6,42 x 2,05 = 13,2 100,2	6,42	18,9	D'_2	3,0	0,05	34°	0,829	1,66	1,67	9,94	0,93	1,90	2,83
1-1 ▽ 1,6	100,2 6,42 x 2,4 = 15,4 115,6	6,42	18,9	D'_1	3,24	0,05	42°	0,743	1,49	1,78	9,62	0,96	1,96	2,92

3079тм/2 л. 47

Определение усилий в поясе U_1 и U_6, при $\sigma^{max}_{троса} = 40$ кг/мм²

Схема II; IV р-н гололеда, $\alpha = 50°$ без разн. тяжения

$P_{1т} = 455$ кг $\qquad P_{1п} = 435$ кг.

$P_{2т} = 1710$ кг $\qquad P_{2п} = 3670$ кг.

$\Sigma P_т = 2165$ кг. $\qquad \Sigma P_п = 4105$

Сечение 3-3

$M = 2,17 \times 23,55 + 4,1 \times 2 \times 17,45 + 4,1 \times 2 \times 13,45 +$

$+ 4,1 \times 2 \times 9,45 = 51 + 143 + 110,5 + 77,5 = 382,0$ т м.

$M_{wII} = 7,50$ т м (см. стр. 41) $\qquad G = 21,92$

$$U_1 = \frac{382,0 + 7,50}{2 \times 2,80 \times 0,998} + \frac{21,92}{4} = 69,9 + 5,5 \approx 75,4 \text{ т.}$$

Сечение 1-1

$M = 2,17 \times 28,0 + 4,1 \times 2 \times 21,9 + 4,1 \times 2 \times 17,9 + 4,1 \times 2$

$\times 13,9 = 60,7 + 179,5 + 147 + 114 = 501,2$ т м.

$M_{wII} = 10,74$ т м $\qquad G = 23,17$ т.

$$U_6 = \frac{501,2 + 10,74}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{23,17}{4} = 79,1 + 5,8 = 84,9 \text{ т.}$$

3079тм/2 л.48

Рассчитал Прудев
Проверил Левченко

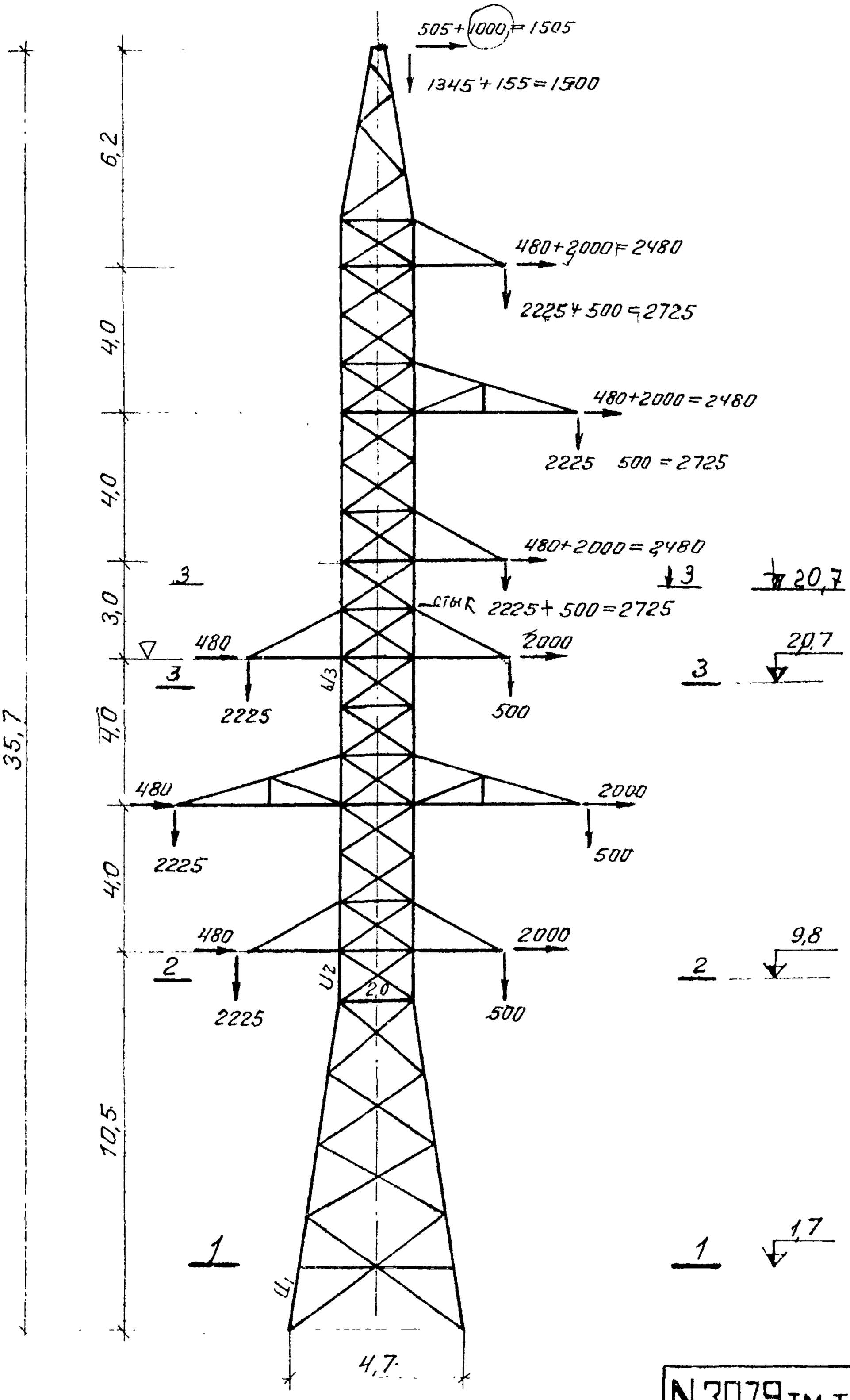
Расчет ответвительной двухцепной анкерно-угловой опоры УС 110-8.

Опора УС 110-8 разработана на базе нормальной анкерно-угловой двухцепной опоры У 110-2 с установкой двух верхних секций одна над другой. Вынос проводов одной цепи на вторую верхнюю секцию и добавление нагрузок от тяжения проводов ответвления увеличивают нагрузки на опору УС 110-8 по сравнению с опорой У 110-2, поэтому двухцепное ответвление выполняется с ограничением тяжения в проводах и тросе ответвления.

Расчетным для опоры УС 110-8 является случай, когда угол поворота магистральной линии $\alpha=0°$ (о других случаях ответвлений см пояснительную записку N 3079 тм-т1 стр. ~~35~~ 26–37). В этом случае расчетное значение тяжения провода не должно превышать 2000 кг, а троса – 1000 кг, т.е первый пролет ответвления равен ~ 40 м

3079 тм/2 л. 49

Эскиз и нагрузки на опору УС 110-8



N 3079 тм-т2	Лист 49 52

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

Таблица № 15

Сечения, отметки, базы	Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha=0°$, без разности тяжения		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры Mw_{II}	
3-3 ↓ 20,7 $b=2,0$	1,505 × 15,0 = 22,6 2,48 × 8,8 = 21,8 2,48 × 4,8 = 11,9 2,48 × 0,8 = 2,0 8,945 M_{II} = 58,3 $M_{н.у}$ = 2,725×12 = 32,7 ΣM_{II} = 91,0	0,072 × 15,0 = 1,1 0,012 × 8,8 = 0,11 0,020 × 4,8 = 0,09 0,011 × 0,8 = 0,09 0,328 × 4,8 = 1,58 0,443 Mw_{II} = 2,97	1,50 2,725 × 3 = 8,175 0,32 × 15,0 = 4,8 14,47
	$U_3 = \frac{91,0+2,97}{2,0\times 2} + \frac{14,47}{4} = 23,5+3,6 = 27,1\ m$		
2-2 ↓ 9,8 $b=2,0$	91,0 (2,225-0,5) × 12 = − 20,7 8,945 × 10,9 = 97,5 2,48 × 8,7 = 21,6 2,48 × 4,7 = 11,7 2,48 × 0,7 = 1,7 16,385 ΣM_{II} = 202,8	2,97 0,443 × 10,9 = 4,84 0,012 × 2 × 8,7 = 0,21 0,02 × 2 × 4,7 = 0,19 0,011 × 2 × 0,7 = 0,16 0,328 × 4,7 = 1,54 0,857 Mw_{II} = 9,91	14,47 2,725 × 3 = 8,175 0,32 × 10,9 = 3,5 ΣM_{II} = 26,15
	$U_2 = \frac{202,8+9,91}{2\times 2,0} + \frac{26,15}{4} = 53,0+6,4 = 59,4\ т$		
1-1 ↓ 1,7 $b=4,2$ $\cos\gamma = 0,989$	202,8 16,385 × 8,1 = 132,7 ΣM_{II} = 335,5	9,91 0,857 × 8,1 = 6,95 0,249 × 4,5 = 1,12 Mw_{II} = 17,98	26,15 0,32 × 8,1 = 2,6 28,75
	$U_1 = \frac{335,5+17,98}{2\times 4,2\times 0,989} + \frac{28,75}{4\times 0,989} = 42,4+7,3 = 49,7\ m$		

Определение напряжений в поясах ствола опоры

Пояс U_3 (↓ 20,7)

L 160×8 $F = 31,4\ см^2$ $r_y = 3,19$ $\ell = 150$

$$\lambda = \frac{150}{3,19} = 47 \qquad \varphi = 0,899$$

$$\sigma = \frac{27100}{31,4 \times 0,899} = \frac{27100}{28,3} = 960\ кг/см^2 < [2100]$$

Пояс U_2 (↓ 9,8)

L 160×10 $F = 31,4\ см^2$ $r_y = 3,19$ $\ell = 150$

$$\lambda = \frac{150}{3,19} = 47 \qquad \varphi = 0,899$$

$$\sigma = \frac{59400}{28,3} = 2100\ кг/см^2$$

Пояс U_3 (↓ 1,7)

L 160×10 1 $F = 31,4\ см^2$ $r_y = 3,19\ см$ $\ell = 178\ см$

$$\lambda = \frac{178}{3,19} = 56 \qquad \varphi = 0,872 \qquad m = 0,9$$

$$\sigma = \frac{49700}{0,9 \times 0,872 \times 31,4} = \frac{49700}{24,8} = 2000\ кг/см^2 < [2100]$$

3079тм/2 л. 52

Рассчитал Эльк — (Элькинд)

Проверил Ахмат — (Ахматова)