

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

3.407-44

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 2

РАСЧЕТЫ ПОДСТАВОК, ОПОР ДЛЯ ГОРОДСКИХ
УСЛОВИЙ И ОТВЕТВИТЕЛЬНЫХ ОПОР

/Корректировка 1973 г./

№ 3079ТМ-Т 2

страниц

листов (форм.) 51 (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 ОТВЕТСТВЕННЫХ ОПОР

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
ИНСТИТУТА

Рокотян

/С. РОКОТЯН /

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА
ИНСТИТУТА

Рейт

/М. РЕУТ /

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ
ИНСТИТУТА

Левин

/Л. ЛЕВИН /

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
ИНСТИТУТА ПО ВЛ

Довбенко

/В. ДОВБЕНКО /

МОСКВА - 1969...г.

№ 3079 ТМТ 2

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 ВЛ 35, 110 и 150 кВ

3407-44

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 2

РАСЧЕТЫ ПОДСТАВОК, ОПОР ДЛЯ ГОРОДСКИХ
УСЛОВИЙ И ОТВЕТСТВЕННЫХ ОПОР

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР

/ К. Крюков /

/ЗАМ. НАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА

Гальперин / В. Гальперин /

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ТИПОВОГО

ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Синелобов / К. Синелобов /

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА

Новгородцев / Б. Новгородцев /

ЛЕНИНГРАД 1969 г.

N3079ТМТ2	Лист 359
-----------	-------------

Аннотация

В настоящем томе приводятся расчеты подставок С₁, С₂, С₃, С₄ высотой 4 м для повышения промежуточных опор П110-1+6 и П150-1+2 и подставок С11, С13 высотой 5 м для повышения анкерно-угловых опор У110-1 и У110+2 до высоты нижней траверсы 24,5 м. Расчеты по ставкам анкерно-угловых опор С10, С12 высотой 9 м, позволяющих повысить высоту траверсы до 19,5 м, входят в объем проекта унифицированных стальных нормальных опор ВЛ 35-150 кВ, инв. №3078тм-тб

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 ответственных опор - одноцепной УС110-7 и двухцепной УС110-8.

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

Нагрузки и элементы подставок и опор рассчитаны

на наиболее неблагоприятные условия их применения. Тяговые листы подставок и ответственных не разрабатывались.

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

3078тм-т2 лист
4/9

3078тм/2.9.4

Состав проекта

	Инвентарн. номер
Том 1. Пояснительная записка	3079ТМ-Т1
Том 2. Расчеты подставок опор для городских условий и ответственных опор.	3079ТМ-Т2
Том 3. Расчеты опор для горных районов	3079ТМ-Т3
Том 4. Рабочие чертежи пониженных промежуточных опор, подставок и анкерно-угловых опор 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. Ответственные опоры и схемы транспозиций.	3079ТМ-Т8

Содержание тома 2

I. Расчеты подставок

листы

- | | |
|--|-------|
| 1. Расчет подставки С1 для опоры П110-1 | 8-10 |
| 2. Расчет подставки СЗ для опоры П110-3 и П110-5 | 11-13 |
| 3. Расчет подставки С2 для опоры П110-2 | 14-16 |
| 4. Расчет подставки С4 для опоры П110-4, П110-6 | 17-19 |
| 5. Расчет подставки С11 | 20-22 |
| 6. Расчет подставки С13 | 23-25 |

II. Расчет промежуточной опоры ПС110-3 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 | 42 ^а 47 ^а |

IV. Расчет ответственной опоры УС110-8

48^а 51^а

Примечание: Нагрузки на опоры УС110-5 и УС110-6, расчет тростойки, траверс, распорок и диафрагм для УС110-5 см.

№ 3078 тм-тб листы 8 ÷ 11; 17 ÷ 22, для УС110-6 № 3078 тм-тб

листы 17 ÷ 22, 25 ÷ 28.

3079 тм т2 6 52

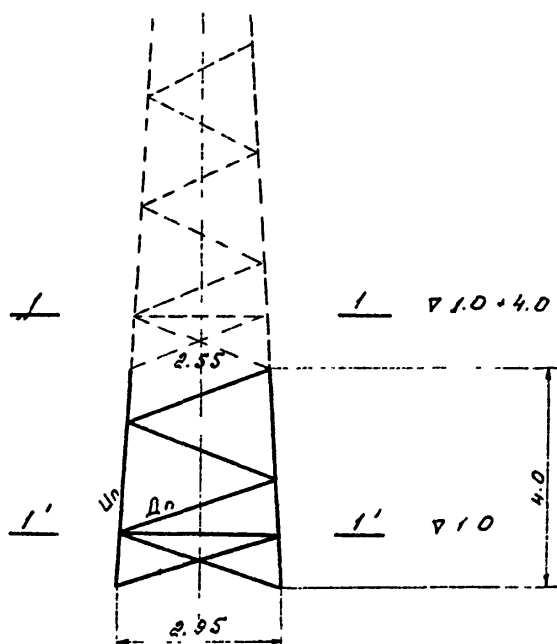
номер 3078 тм-тб листы 8 ÷ 11; 17 ÷ 22, для УС110-6 № 3078 тм-тб

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

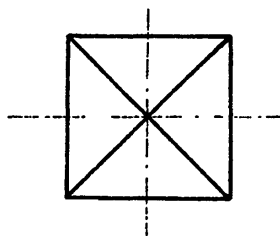
Шифр подставок или опор	Листы
Подставки: С1	8-10
С3	11-13
С2	14-16
С4	17-19
С11	20-22
С13	23-25
Опоры:	
ПС110-13	26-32 N. 3078TM-T4 ЛЛ. 41-43, 48 Расч. Л. N. 3079TM-T5-11
УС110-5	N. 3078TM-T6 Л. 8 ÷ 11, 17 ÷ 22 N. 3079TM-T2 Л. 33 ÷ 38 Расч. Л. N. 3078TM-T5-7
УС110-6	N. 3078TM-T6 Л. 17 ÷ 22, 25 ÷ 28 N. 3079TM-T2 ^a Л. 39 ÷ 41, 42 ^a ÷ 46 ^a Расч. Л. N. 3079TM-T5-8
УС110-8	Л. 47 ^a ÷ 51 ^a Расч. Л. N. 3078TM-T5-156

Ремонт с/о эсп Зин 102-200 н/д/с/с. 3079TM/2.0.7

Зеркал подстановка с 1



по 1-1'



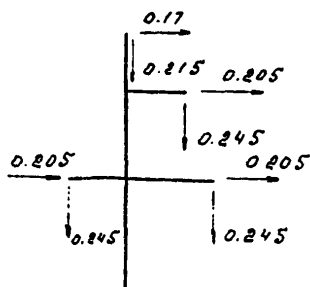
3049TM/2 а. 8

Расчет подставки с1 под опору П110-1

Расчет выполнен по схеме Γ^a , являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П110-1 (см. № 3078 ТМ - Т4, лист 31/76)

Расчет пояса подставки

Схема Γ^a , Γ район гололеда; провод ЛС-95;



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

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 прово- да и тросы	От ветра на конструкцию опо- ры				Вертикаль- ные нагруз- ки
Q_n Мн	Q_{wH}	M_{wH}	Q_{wL}	M_{wL}	G
На отметке $\nabla 1.0 + 4.0$					
0.79 т; 17.03	$1.2 \times 1.08 \times 1.3$	14.59×1.08 = 15.73 тм	$1.25 \times 1.08 \times 1.35$	15.55×1.08 = 16.8 тм	2.88
На отметке $\nabla 1.0$					
17.03		15.73		16.8	2.88
$0.79 \times 4.0 = 3.16$	$1.3 \times 4.0 = 5.2$		$1.35 \times 4.0 = 5.4$		$0.08 \times 4.0 = 0.32$
0.79	20.19	$0.218 \times 2.0 = 0.436$	$0.218 \times 2.0 = 0.436$		3.2
	1.518	21.366	1.568	22.636	

Усилие в поясе подставки

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

$$l = 200 \text{ см}; \quad L = 80 \times 6$$

$$\lambda = \frac{200 \times 1.14}{2.47} = 92 \quad \gamma = 0.672$$

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

Расчет раскосов, подставки

Усилия в раскосах определены на машине на основании исходной формулы:

$$D = \frac{\frac{Q}{L} - \frac{M_{uz}}{b} \tan \gamma}{\cos(\beta + \gamma)} + \frac{M_{кр}}{2b \cos(\beta + \gamma)};$$

$$D_n = 0.59 \tau$$

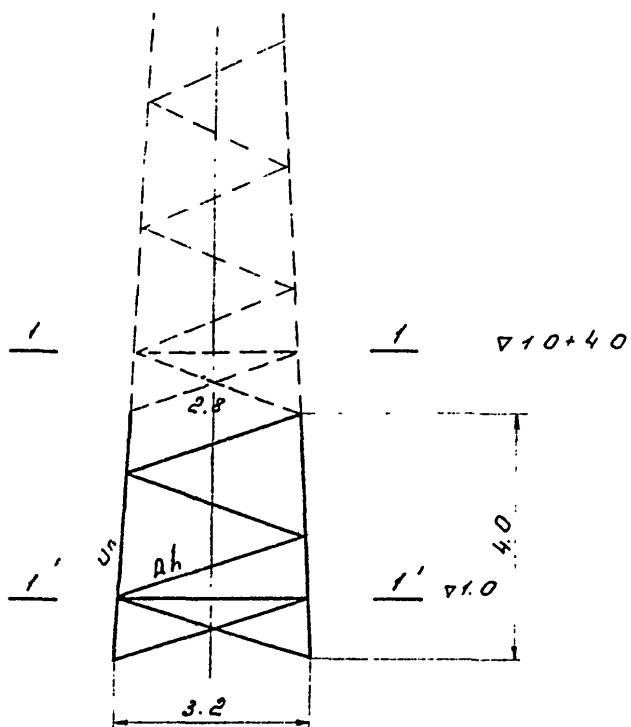
$$L = 63 \times 5 \quad l = 295 \text{ см}$$

$$\lambda_p = \frac{295}{125} = 236 \quad (\mu_p = 0.77 \quad \lambda = 236 \times 0.77 = 182 < 200)$$

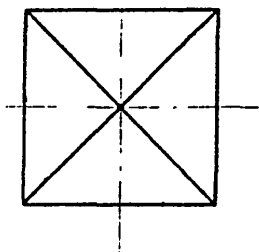
$$\gamma = 0.226 \quad \sigma = \frac{590}{6.13 \times 0.75 \times 0.226} = 570 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

3079TM/2 л. 10

Закон подставки СЗ



по $I'-I'$



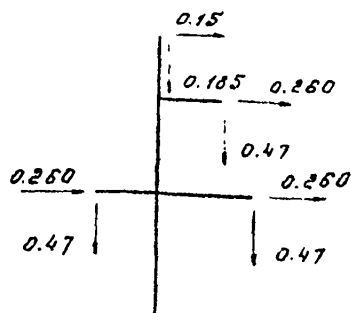
3079ТМ/2 л. 11

Расчет подставки СЗ 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 33/16)

Расчет пояса подставки

Схема I^а; III район гололеда; провод ЛСО-240,



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по 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 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		От ветра на конструкцию опоры		Вертикальные нагрузки кН и т		
Q_n	M_n	Q_{WH}	M_{WH}		Q_{W2}	M_{W2}
На отметке $\nabla 1.0 + 4.0$						
0.93;	21.63	$1.58 \times 1.08 = 1.71$; $21.35 \times 1.08 = 23.1$		$1.63 \times 1.08 = 1.76$; $22.34 \times 1.08 = 24.2$	4.30	
На отметке $\nabla 1.0$						
21.63		23.1		24.2	4.30	
$0.93 \times 4.0 = 3.72$		$1.71 \times 4.0 = 6.85$		$1.76 \times 4.0 = 7.05$	$0.1 \times 4.0 = 0.4$	
0.93	25.35	$0.265 \times 2.0 = 0.53$		$0.265 \times 2.0 = 0.53$		
		1.975		2.025	4.70	
		30.48		31.78		

3079ТМ/2 л. 12

Усилие в поясе подставки

$$U_n = \frac{2535 + 30.48 + 31.78}{2 \times 3.1 \times 0.995} + \frac{4.70}{4 \times 0.995} = 142 + 1.2 = 15.4 \tau;$$

$$L = 200 \text{ см}, \quad \angle 90 \times 7$$

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

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

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены на машине на основании исходной формулы:

$$D = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{\text{из.}}}{\delta} \operatorname{tg} \gamma}{\cos(\beta + \gamma)} + \frac{M_{\text{кр.}}}{2 \delta \cos(\beta + \gamma)};$$

$$D_n = 1.19 \tau;$$

$$L = 315 \text{ см} \quad \angle 63 \times 5$$

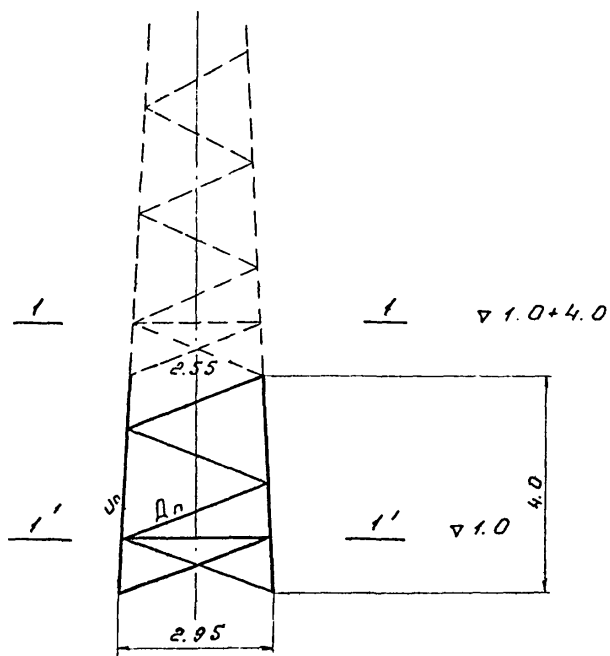
$$\lambda_p = \frac{315}{1.25} = 252 \quad \mu_p = 0.77 \quad \lambda = 252 \times 0.77 = 194 < 196$$

$$\varphi = 0.202$$

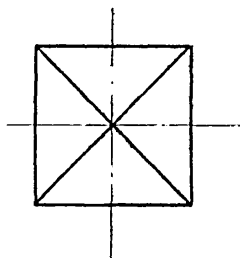
$$\sigma = \frac{1190}{6.13 \times 0.75 \times 0.202} = 1280 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

3079ТМ/2 Л. 13

Зеркуз поготовки С2



по 1-1



3079TM/2 д. 14

N3079TM-T2

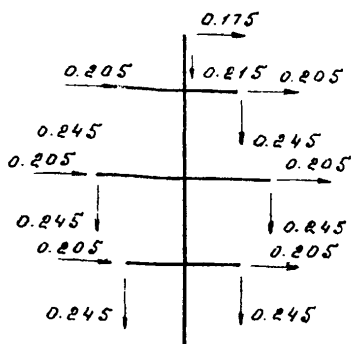
Лист
14/52

Расчет подставки С2 под опорой П110-2

Расчет выполнен по схеме I^а, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П110-2 (см. №3078 ТМ-Т 4, лист 34/16)

Расчет пояса подставки

Схема I^а; I район гололеда, провод ЛС-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 про- вода и тросы		От ветра на конструкцию опоры				Вертикаль- ные нагруз- ки Г
Q_{II}	M_{II}	Q_{WI}	M_{WI}	Q_{WL}	M_{WL}	
на отметке $\nabla 1.0+4.0$						
1.405	32.31	$1.658 \times 1.08 \times 1.79 \times 25.46 \times 1.08$ $= 27.5$		$1.76 \times 1.08 \times 1.9 \times 27.69 \times 1.08$ $= 29.9$		4.45
на отметке $\nabla 1.0$						
	32.31	27.5		29.9		4.45
$1.405 \times 4.0 = 5.62$		$1.79 \times 4.0 = 7.16$		$1.9 \times 4.0 = 7.6$		$0.092 \times 4.0 =$
		$0.233 \times 2.0 = 0.466$		$0.233 \times 2.0 = 0.466$		0.368
37.93		2.023	35.126	2.133	37.97	4.818

№3079 ТМ-Т2

л/л

лист

15/51

3079 ТМ/2 л. 15

Грань $\perp$ оси траверс, схема II концевая, IV район гололёда, $\alpha = 0^\circ$
 Расчет усилий в раскосах ствола опоры

Таблица №3

Сечение, отметка	Изгибающие моменты	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозн. элемент та	База в (м)	$tg \gamma$	Угол наклона раскоса к горизон- тальной	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_u}{r_B} tg \gamma$	$4B \cos \beta$	Усилия в раскосах		
	от тяжения $M \perp$ (тм)											$\frac{Q - \frac{M_u}{B} tg \gamma}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B \cos \beta}$	$D = D' + D''$
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	$\frac{2,02 \times 16,4 = 33,2}{4,35 \times 2 \times 10,3 = 89,5}$ $\frac{4,35 \times 2 \times 6,3 = 54,8}{4,35 \times 2 \times 2,3 = 20,0}$ $\frac{28,12}{197,5}$	28,12	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	$\frac{28,12 \times 1,7 = 47,7}{28,12} \quad \frac{197,5}{245,2}$	28,12	0	D'_6	1,25	0,05	$37^\circ 30'$	0,793	1,59	5,45	7,15	5,41	0	5,41
5-5 ▽ 9,7	$28,12 \times 1,8 = \frac{245,2}{50,6} \quad \frac{295,8}{295,8}$	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	$28,12 \times 1,75 = \frac{295,8}{49,2} \quad \frac{345,0}{345,0}$	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	$28,12 \times 1,9 = \frac{345,0}{53,4} \quad \frac{398,4}{398,4}$	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	$28,12 \times 2,05 = \frac{398,4}{57,6} \quad \frac{456,0}{456,0}$	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	$28,12 \times 2,4 = \frac{456,0}{67,5} \quad \frac{523,5}{523,5}$	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. 46

Усилие в поясе подставки:

$$U_n = \frac{37.93 + 35.126 + 37.97}{2 \times 2.85 \times 0.998} + \frac{482}{4 \times 0.998} = 19.55 + 1.2 = 19.67 \tau$$

$$P = 200 \text{ см}; \quad L 100 \times 7$$

$$\lambda = \frac{200 \times 1.14}{3.08} = 74 \quad \gamma = 0.786$$

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

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены на машине на основании исходной формулы:

$$D = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{uz.}}{\delta} \tan \gamma}{\cos(\beta + \gamma)} + \frac{M_{кр}}{2\delta \cos(\beta + \gamma)};$$

$$D_n = 0.54 \tau \quad L 63 \times 5 \quad P = 295 \text{ см};$$

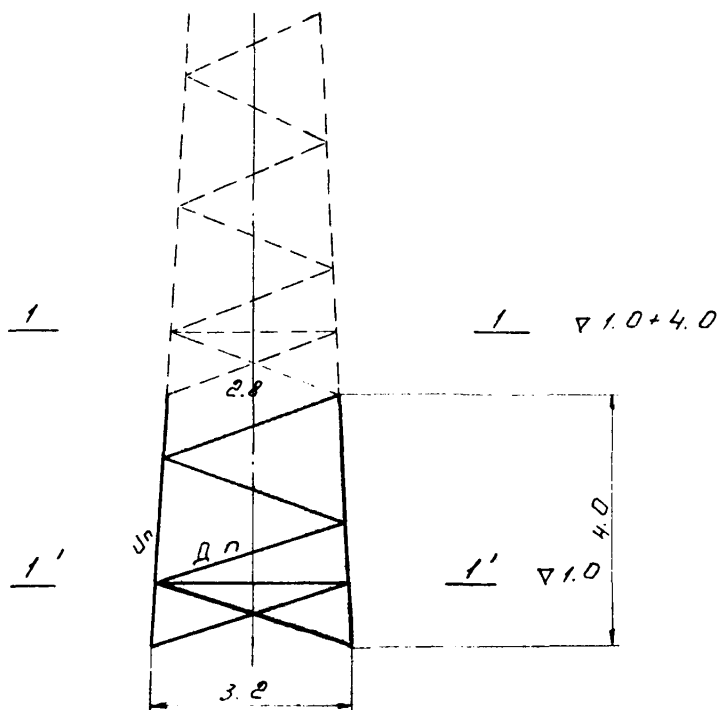
$$\lambda_p = \frac{295}{1.25} = 236 \quad \mu_p = 0.77 \quad \lambda = 236 \times 0.77 = 182 < 200$$

$$\gamma = 0.226$$

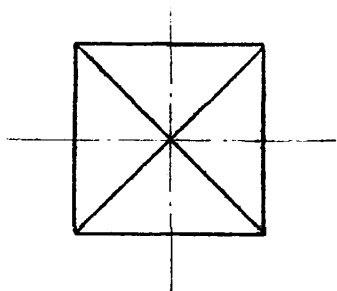
$$\sigma = \frac{540}{6.13 \times 0.75 \times 0.226} = 520 \text{ кг/см}^2$$

3079ТМ/2 л. 17

Эскиз подставки С 4



по 1'-1'



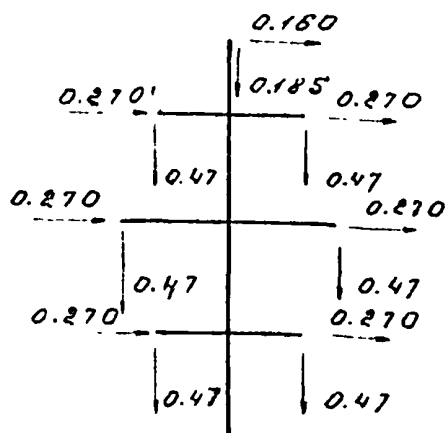
3079ТМ/2 л. 18

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

Расчет выполнен по схеме I^а являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П110-6 (см. №3078ТМ-Т4, лист 36/76)

Расчет пояса подставки

Схема I^а; III район гололеда; провод ЛСО-240,



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры $K=1.24$, при установке опоры на подставку увеличивается до $K=1.33$. 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		Вертикальная нагрузка	
Q_{II}	M_{II}	Q_{WI}	M_{WI}	Q_{WL}	M_{WL}
На отметке $\nabla 1.0+4.0$					
1.78	43.61	$2.18 \times 1.08 = 2.36$; $38.09 \times 1.08 = 41.1$	$2.29 \times 1.08 = 2.47$; $40.78 \times 1.08 = 44.0$		6.71
На отметке $\nabla 1.0$					
	43.61		41.1		44.0
$1.78 \times 4.0 = 7.12$		$2.36 \times 4.0 = 9.44$		$2.47 \times 4.0 = 9.9$	
		$0.272 \times 2.0 = 0.544$		$0.272 \times 2.0 = 0.544$	
1.78	50.73	2.612	51.1	2.722	54.44
					7.146

3079ТМ/2 л. 19

Усилие в поясе подставки:

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

$$= 25.3 + 1.79 = 27.09 \tau$$

$$P = 200 \text{ см}; \quad L 110 \times 8$$

$$\lambda = \frac{200 \times 1.14}{3.39} \times 67 \quad \gamma = 0.825$$

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

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены на машине на основании исходной формулы:

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

$$D_n = 1.08 \tau$$

$$P = 315 \text{ см}; \quad L 63 \times 5$$

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

$$\gamma = 0.202$$

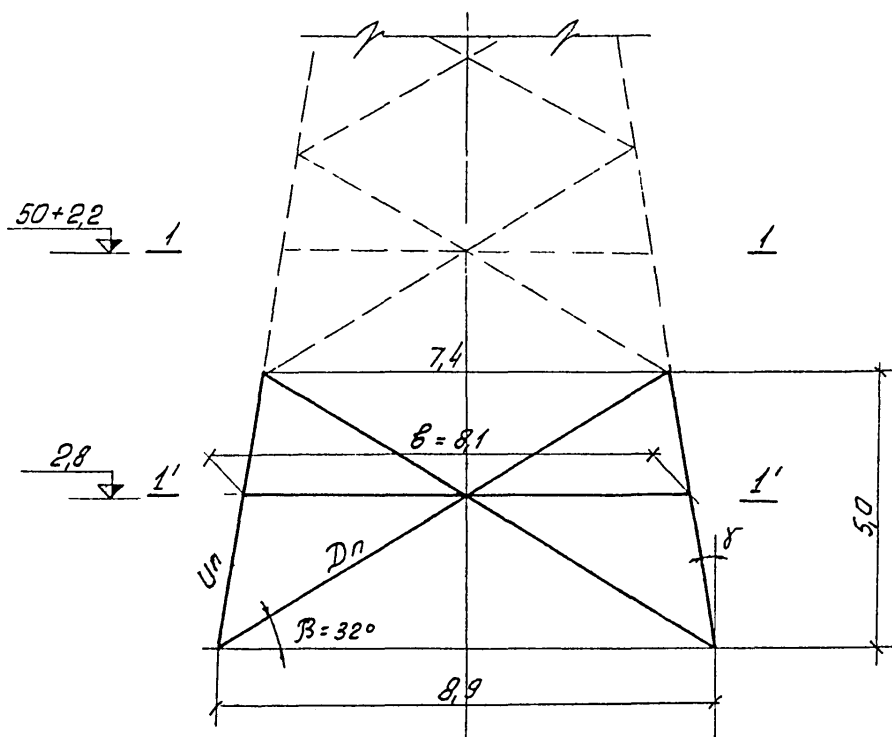
$$G = \frac{1080}{6.13 \times 0.75 \times 0.202} = 1160 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

Рассчитал *М. И. Итокарёва*!

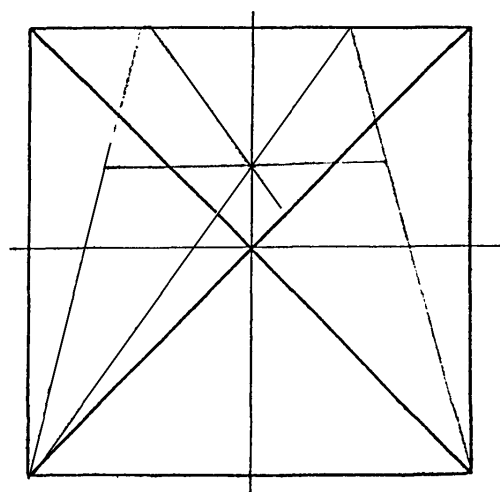
Проверил *Г. И. Герасимова*!

3079TM/2. Л. 20

Эскиз подставки СН



по 1'-1'



Ремонт с. 30 с. 1. 3079 ТМ-2 с. 21

3079 ТМ-2

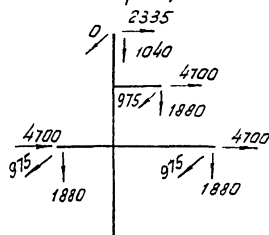
л. 20/51

Расчет подставки С11 под опору У110-1

Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов подставки $H=9,0\text{ м}$, опоры У110-1 (см № 3078ТМ-ГБ стр. 13/35)

Расчет пояса подставки

Схема II, III р-н гололеда $\alpha=60^\circ$, 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 $G(\text{т})$
от нагрузок на провода и трос		от ветра на конструкцию опор		
$Q_{\perp}$	$M_{\perp}$	$Q_{\parallel}$	$M_{\parallel}$	
На отметке 5,0+2,2				
14,32т	296,3тм	2,925т	54,6тм	14,26т
		1,0т×1,1=1,1т. 12,1×1,1=13,3тм		
На отметке 2,8м				
296,3	54,6			
14,32×5,0=71,7	2,925×5,0=14,6	1,1т×5,0=5,6		14,26
				3,37
368,0	69,2	18,9		17,63

Усилие в поясе подставки.

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

$$l = 280 \text{ см} \quad L = 160 \times 10 \quad \gamma_x = 3,19 \quad F = 24,7 \text{ см}^2$$

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

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

Расчет раскоса подставки

Схема III, IV р-н гололеда $\alpha = 0^\circ$ без разности тяжёний

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

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

$$Q = 3,79 \text{ м}$$

$$D_n = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{8} \times \tan \gamma}{2 \cos \beta} + \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta} \quad \tan \gamma = 0,15$$

$$\cos \beta = \cos 32^\circ = 0,848$$

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

$$L = 140 \times 9 \quad F = 24,7 \text{ см}^2 \quad l = 524 \text{ см} \quad \gamma_{min} = 2,79 \text{ см.}$$

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

$$\varphi = 0,336$$

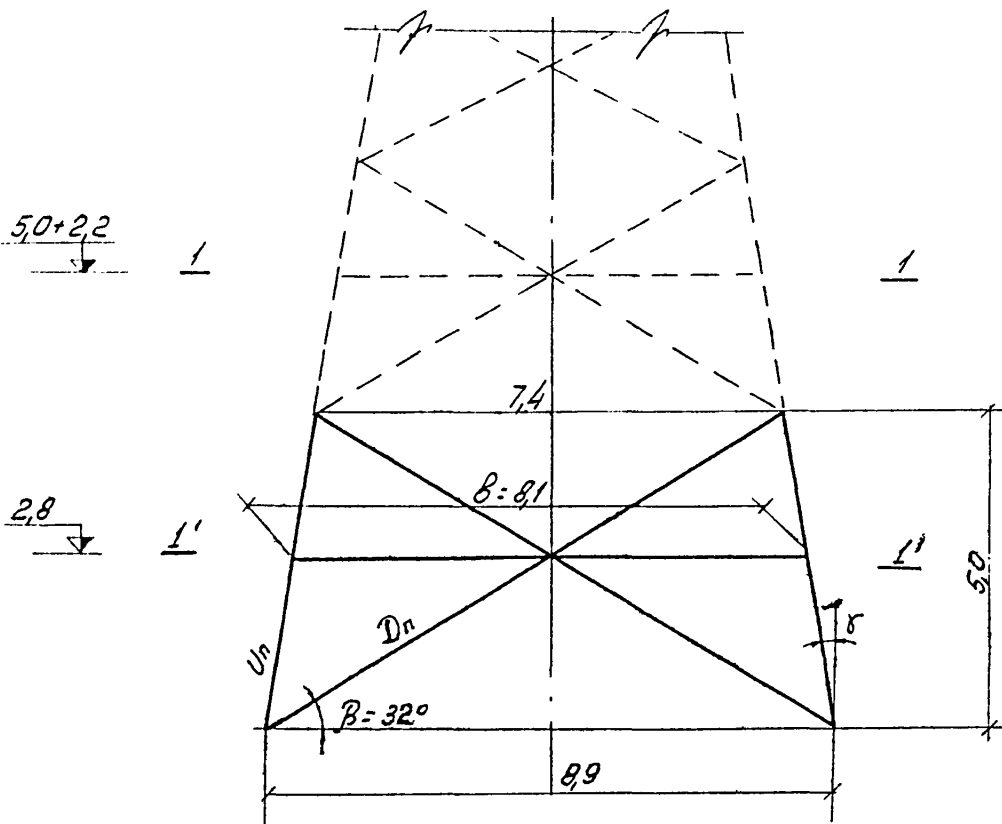
$$m = 0,75$$

$$G = \frac{D_n}{m \varphi F} = \frac{1020}{0,75 \times 0,336 \times 247} = \frac{1020}{6,22} = 160 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

Ремонт с 30 лет 3 кв 182-200 1/5 в. 3079 тм / 2 л. 23

3079 тм - 2 22/52

Эскиз подставки С13



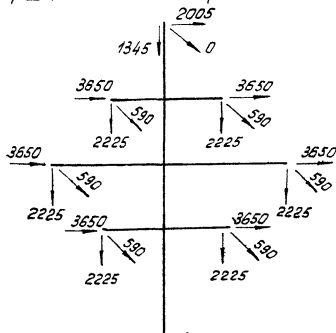
Ремонт с/о с/н 3м 182-200 1/2 68 3079ТМ/2 л. 24

Расчет подставки С13 под опору У110-2

Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов подставки $H=9,0\text{ м}$
(см. № 3078ТМ-Т6 стр. 30/35)

Расчет пояса подставки

Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha = 50^\circ$, 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_{II}	M_{II}	Q_I	M_I	Q_{WH}	M_{WH}	
На отметке 50+2,2						24,73 т
23,9 т	529 тм	3,54 т	75,4 тм	$1,04 \times 1,1 = 1,15$	$15,61 \times 1,1 = 17,2 \text{ тм}$	
На отметке 28 м						24,73
	529		75,4		17,2	
$23,9 \times 5,0 = 120$		$3,54 \times 5,0 = 17,7$		$1,15 \times 5,0 = 5,8$		3,4
649		93,1		23,0		28,13

Усилие в поясе подставки

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

$$L = 280 \text{ см.} \quad L 180 \times 11 \quad F = 38,8 \text{ см}^2 \quad \tau_x = 3,59$$

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

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

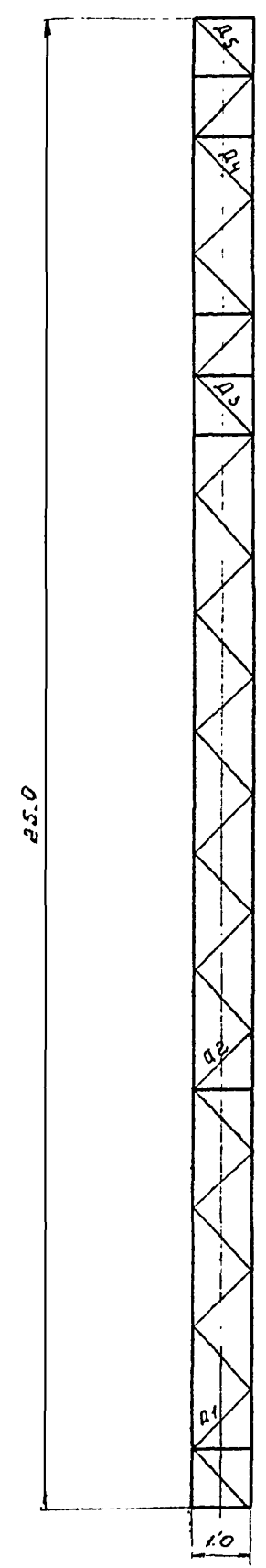
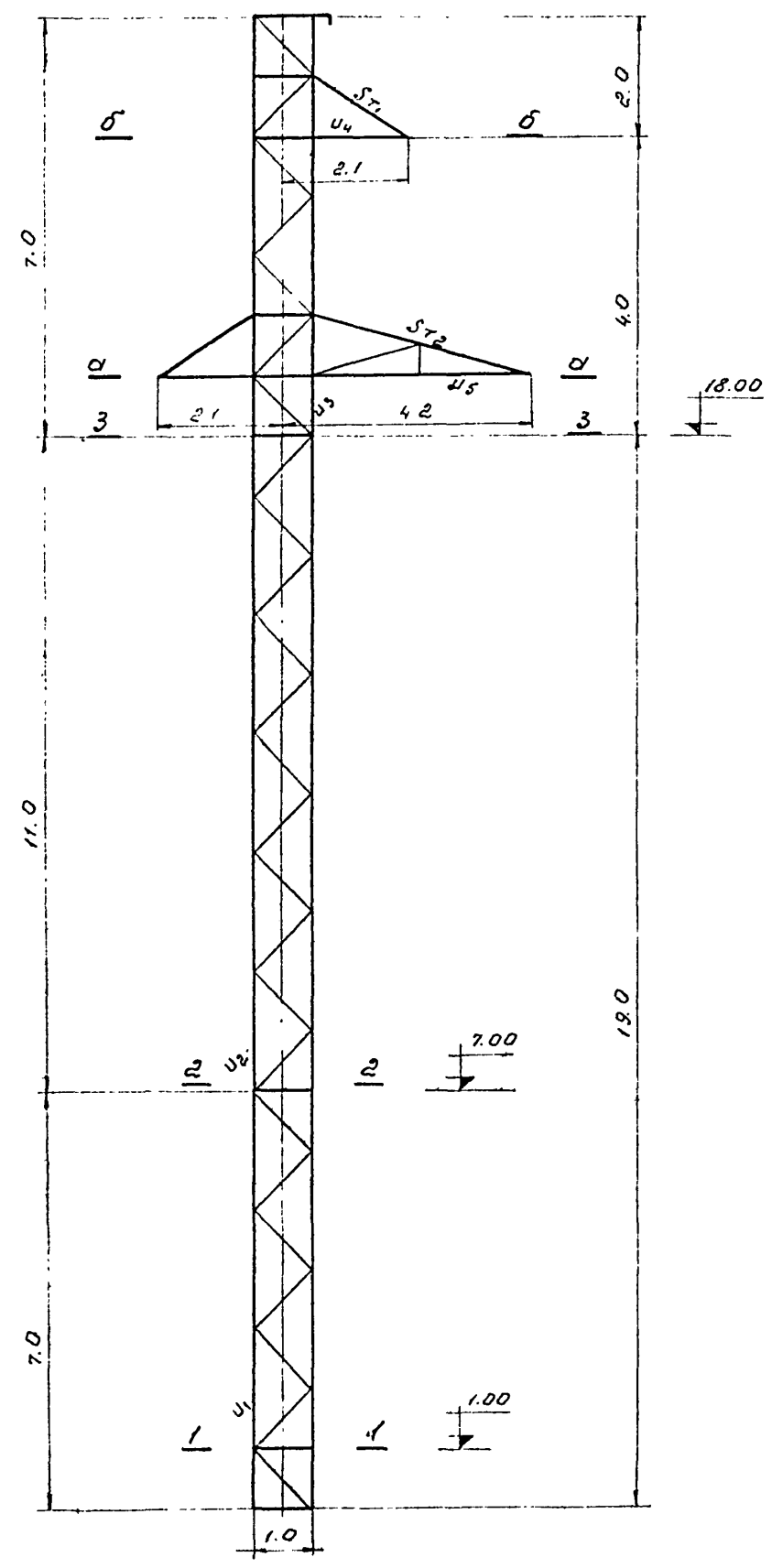
Расчет раскоса подставки

См. расчет подставки С11 (стр. 22)

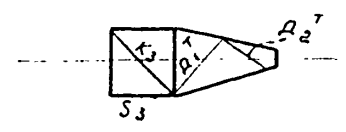
Рассчитал *Ильин* Л.Цейтлин Л.
Проверил *Эш* Л.Элькина Л.

ПС 110-13

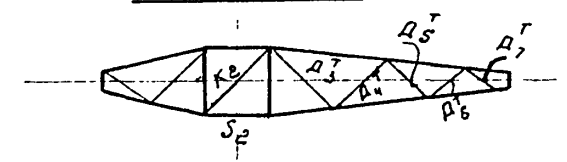
3079TM/2.0.27



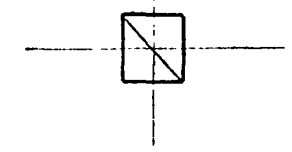
Сечение б-б



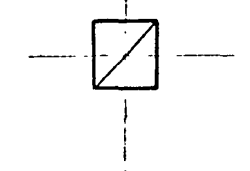
Сечение а-а



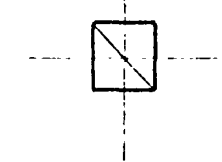
Сечение 3-3



Сечение 2-2



Сечение 1-1



Нагрузки на одноцепную промежуточную опору ПС 110-13

Таблица №1

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатичес- кие условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обоз- начения	I Р-н гололеда						II Р-н гололеда						
						АСО-240			С-50			АСО-240			С-50			
						380 м						380 м						
						475 м						460 м						
						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	$t = -5^{\circ}\text{C}, c = 0, \begin{cases} g_n = 50 \text{ кг/м}^2 \\ g_t = 50 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$		Давление ветра на пролет провода, троса	Pn	355	1.2	430	200	1.2	240	355	1.2	430	200	1.2	240	
				Вес пролета про- вода, троса	Pt	gn	440	1.1	485	200	1.1	220	425	1.1	465	185	1.1	210
				Вес гирлянды изоляторов	gr	40	1.1	45	-	-	40	1.1	45	-	-	-	-	-
				Суммарная верти- кальная нагруз- ка	gn+gr	gt	480	-	530	200	-	220	465	-	510	185	-	210
Ia	Провода и трос не оборваны и свобод- ны от гололеда Ветер направлен под 45° к оси траверс	$t = -5^{\circ}\text{C}, c = 0, \begin{cases} g_n = 50 \text{ кг/м}^2 \\ g_t = 50 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$		Давление ветра на пролет пробо- да троса	Pn	250	1.2	300	145	1.2	175	250	1.2	300	145	1.2	175	
				Вес пролета про- вода, троса	Pt	gn	440	1.1	485	200	1.1	220	425	1.1	465	190	1.1	210
				Вес гирлянды изоляторов	gr	40	1.1	45	-	-	40	1.1	45	-	-	-	-	-
				Суммарная верти- кальная нагруз- ка	gn+gr	gt	480	-	530	200	-	220	465	-	510	190	-	210
II	Провода и трос не оборваны и покры- ты гололедом Ветер направлен вдоль оси тра- верс	$t = -5^{\circ}\text{C}, c = 5 \text{ мм}, \begin{cases} g_n = 12.5 \text{ кг/м}^2 \\ g_t = 11 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$		Давление ветра на пролет пробо- да, троса	Pn	180	1.4	250	150	1.4	210	235	1.4	330	225	1.4	320	
				Вес пролета провода, троса	Pt	gn	440	1.1	485	195	1.1	215	425	1.1	465	185	1.1	205
				Вес гирлянды изоляторов	gr	170	2.0	365	100	2.0	200	410	2.0	820	245	2.0	490	
				Суммарная вер- тикальная нагрузка	gn+gr	gt	650	-	895	295	-	415	875	-	1320	430	-	695

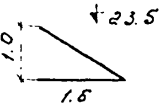
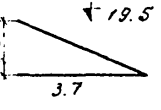
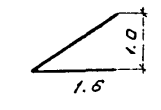
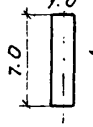
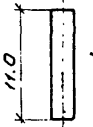
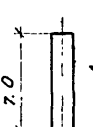
3079ТМ/2 Л. 28

Примечания:

- | | | |
|-------------|------|----|
| N3079TM-T 2 | Лист | |
| | 28 | 52 |

Давление ветра на конструкцию опоры ПС 110-13 по схемам I и II^а

Таблица № 2

Наименование сечений	Эскиз и средняя отметка сечений (м)	Коэффициент увеличения скорости напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м ²)	Площадь элемента f_i (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент заполнения μ_i	Аэродинамический коэффициент плоской поверхности C_x (при $\alpha = 1,4$)	η (при $\frac{b}{h} = 1$)	Аэродинамический коэффициент $C_{x, \text{эфф}}$ (1+ η)	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэф. динамики (кг)		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамики $\beta = 1,35$ и $\mu = 1,2$			
										При ветре "тр.-се" P_L $C_{x, \text{эфф}}$	При ветре пог. P_H $C_{x, \text{эфф}}$	При ветре "тр.-се" P_L $C_{x, \text{эфф}}$	При ветре пог. P_H $C_{x, \text{эфф}}$	При ветре пог. P_H $C_{x, \text{эфф}}$	При ветре пог. P_H $C_{x, \text{эфф}}$
Верхняя traverse		1.43	72	0.19	0.8	0.238	0.333	0.78	0.594	15 (33)	21	15	24	34	24
Нижняя traverse		1.32	66	0.53	1.85	0.286	0.401	0.7	0.684	36 ² (81)	53	36	58	86	58
Нижняя traverse		1.32	66	0.19	0.80	0.238	0.333	0.78	0.594	15 ² (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

- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте 90 м.
- Ветровые нагрузки на traverse $P_{тр}$, указанные в скобках, определены при направлении ветра $\perp$ traverse, при ветре $\parallel$ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет 0.45 $P_{тр}$.
- При ветре пог. $\angle 45^\circ$ к оси ВЛ $P_L = 0.65 P_{тр}$, $P_H = 0.45 P_{тр}$.

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

Таблица №3

Сечение, отметка и база	Схема I, I ^a Р-Н гололеда			Схема I ^a , 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 М _н		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 II Р-се, М _{Вн}		От ветра на конструкцию опоры I Р-се, М _{Вл}		
3-3 ▽ 18.0 м δ = 1.0 м	0.24 × 7.0 = 1.68 0.43 × 5.0 = 2.15 0.43 × 2 + 1.0 = 0.86 1.53 М _н = 4.69 М _{н.у} = 2.23 Σ М _н = 6.92	0.024 × 5.5 = 0.13 (0.058 + 0.021) × 1.5 = 0.12 0.48 × 3.5 = 1.68 0.583 М _{Вн} = 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 М _н = 3.33 М _{н.у} = 2.23 Σ М _н = 5.56	0.024 × 5.5 = 0.13 (0.058 + 0.021) × 1.5 = 0.12 (0.086 + 0.032) × 1.5 = 0.18 0.386 × 3.5 = 1.35 0.489 М _{Вн} = 1.6	0.034 × 5.5 = 0.19 (0.086 + 0.032) × 1.5 = 0.18 0.386 × 3.5 = 1.35 0.538 М _{Вл} = 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 М _н = 4.55 М _{н.у} = 5.54 М _{Вн} = 0.49 Σ М _н = 10.58	0.695 × 1.0 = 0.695 1.32 × 3.0 = 3.96 0.099 × 7.0 = 0.7 5.355
$U_3 = \frac{6.92 + 1.93}{2 \times 1.0} + \frac{2.44}{4} = 4.37 + 0.61 = 4.98 \text{ т}$			$U_3 = \frac{5.56 + 1.6 + 1.72}{2 \times 1.0} + \frac{2.44}{4} = 4.39 + 0.61 = 5.0 \text{ т}$			$U_3 = \frac{10.58}{2 \times 1.0} + \frac{5.355}{4} = 5.29 + 1.34 = 6.63 \text{ т}$			
2-2 ▽ 7.0 м δ = 1.0 м	6.92 1.53 × 11.0 = 16.8 М _н = 23.72	1.93 0.583 × 11.0 = 6.42 0.545 × 5.5 = 3.0 1.128 М _{Вн} = 11.35	2.44 0.09 × 11 = 0.99 3.43	5.56 1.075 × 11.0 = 11.84 1.075 М _н = 17.4	1.6 0.489 × 11.0 = 5.4 0.435 × 5.5 = 2.4 0.924 М _{Вн} = 9.4	1.72 0.538 × 11.0 = 5.91 0.435 × 5.5 = 2.39 0.973 М _{Вл} = 10.02	2.44 0.099 × 11.0 = 0.99 3.43	10.58 1.31 × 11.0 = 14.4 1.31 М _н = 24.98 М _{Вн} = 2.37 Σ М _н = 27.35	5.355 0.099 × 11 = 1.09 6.445
$U_2 = \frac{23.72 + 11.35}{2 \times 1.0} + \frac{3.43}{4} = 17.48 + 0.86 = 18.33 \text{ т}$			$U_2 = \frac{17.4 + 9.4 + 10.02}{2 \times 1.0} + \frac{3.43}{4} = 18.36 + 0.86 = 19.22 \text{ т}$			$U_2 = \frac{27.35}{2 \times 1.0} + \frac{6.445}{4} = 13.7 + 1.6 = 15.3 \text{ т}$			
1-1 ▽ 1.0 м δ = 1.0 м	23.72 1.53 × 6.0 = 9.2 М _н = 32.92	11.35 1.128 × 6.0 = 6.8 0.358 × 3.0 = 1.07 М _{Вн} = 19.22	3.43 0.09 × 6.0 = 0.54 3.97	17.4 1.075 × 6.0 = 6.45 1.075 М _н = 23.85	9.4 0.924 × 6.0 = 5.55 0.288 × 3.0 = 0.86 М _{Вн} = 15.81	10.02 0.973 × 6.0 = 5.84 0.288 × 3.0 = 0.86 М _{Вл} = 16.72	3.43 0.099 × 6.0 = 0.59 4.02	27.35 1.31 × 6.0 = 7.85 35.20 М _{Вн} = 4.0 Σ М _н = 39.2	6.445 0.099 × 6.0 = 0.595 7.04
$U_1 = \frac{32.92 + 19.22}{2 \times 1.0} + \frac{3.97}{4} = 26.02 + 0.99 = 27.01 \text{ т}$			$U_1 = \frac{23.85 + 15.81 + 16.72}{2 \times 1.0} + \frac{4.02}{4} = 28.4 + 1.0 = 29.4 \text{ т}$			$U_1 = \frac{39.2}{2 \times 1.0} + \frac{7.04}{4} = 19.6 + 1.8 = 21.4 \text{ т}$			

Примечания

- М_{н.у} обозначает момент от неравнобешенных вертикальных нагрузок, по схеме I М_{н.у} 0.53 × 4.2 = 2.23 ТМ.
- Усилия в поясах определяется по формуле $U = \frac{\Sigma M}{2\delta} + \frac{\Sigma G}{4}$

3079ТМ/2 л. 31

Усилие в раскосах определяется по ф-ле:

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

Для раскосов D_1, D_2, D_3 расчетной явл. сх. III, обрыв провода на правой нижней траверсе.

$$M_{кр} = 1.29 \times 4.2 = 5.42 \text{ тм.}$$

$$Q = 1.29 \text{ т} \quad \cos \beta = 0.707 \quad b = 1.0 \text{ м}$$

$$D_{1,2,3} = \frac{1.29}{2 \times 0.707} + \frac{5.42}{2 \times 1.0 \times 0.707} = 0.915 + 3.845 = 4.76 \text{ т}$$

Для раскоса D_4 расчетной явл. сх. III, обрыв провода на верхней траверсе.

$$M_{кр} = 1.29 \times 2.1 = 2.71 \text{ тм}$$

$$Q = 1.29 \text{ т.} \quad \cos \beta = 0.707 \quad b = 1.0 \text{ м}$$

$$D_4 = \frac{1.29}{2 \times 0.707} + \frac{2.71}{2 \times 1.0 \times 0.707} = 0.915 + 1.915 = 2.83 \text{ т}$$

Для раскоса D_5 расчетной явл. сх. IV

$$M_{кр} = 1.36 \times 0.8 = 1.09 \text{ тм}$$

$$Q = 1.36 \text{ т}$$

$$D_5 = \frac{1.36}{2 \times 0.707} + \frac{1.09}{2 \times 1.0 \times 0.707} = 0.965 + 0.775 = 1.74 \text{ т}$$

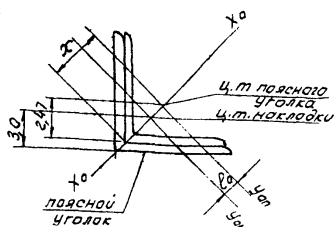
Расчет траверс, распорок и диафрагм

см. в расчете опоры ПНО-3 (н 3078 тм-4 стр. 41-43, 48)

3079 тм/2 л. 32

Расчет стыков створа опоры

а) Стык нижней и средней секции.



Пояс - Л 90x7

Накладка Л 110x8

$$\sigma = \frac{N}{\eta \cdot \varphi_{\text{вн}} \cdot F};$$

$$N = 18,6 \text{ т}$$

$$\eta_1 = 0,95 \quad F = 12,3 \text{ см}^2$$

$$\lambda = \frac{200}{2,77} = 72$$

$$m = e \cdot \frac{F x}{J_{y_0}}$$

$$x = \frac{2,47}{0,707} = 3,49 \text{ см.}$$

$$J_{y_0} = 38,9 \text{ см}^4$$

$$e = 0,5 e_0$$

$$e_0 = \frac{(2,47 + 0,8) - 3,0}{0,707} = 0,38 \text{ см}$$

$$e = 0,19 \text{ см}$$

$$m = 0,19 \times \frac{12,3 \times 3,49}{38,9} = 0,21$$

$$\varphi_{\text{вн}} = 0,82$$

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

б) Стык средней и верхней секции $\angle [2100]$

Пояс - Л 70x6

Накладка - Л 90x7

$$N = 6,63 \text{ т}$$

$$\eta_1 = 0,95 \quad F = 8,15 \text{ см}^2$$

$$\lambda = \frac{100}{1,38} = 72$$

$$e_0 = \frac{(1,94 + 0,7) - 2,47}{0,707} = 0,24 \text{ см.}$$

$$m_1 = \eta m, \text{ где } \eta = 1,0$$

$$m = e \cdot \frac{F x}{J_{y_0}}$$

$$J_{y_0} = 15,5 \text{ см}^4$$

$$x = \frac{1,94}{0,707} = 2,74 \text{ см}$$

$$e = 0,5 e_0 = 0,5 \times 0,24 = 0,12 \text{ см}$$

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

$$m_1 = 1,0 \times 0,144 = 0,144$$

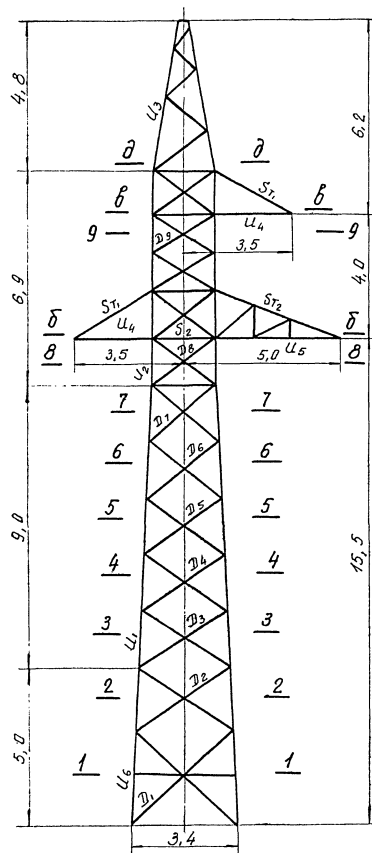
$$\varphi_{\text{вн}} = 0,781$$

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

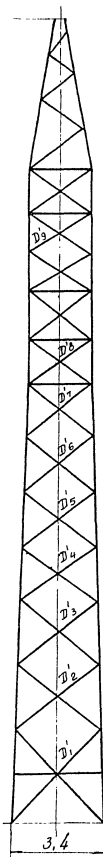
Ремонт с/о эсп. Зен. 120, 200 и др. с/в. 3079-ТМ/2 л. 33

Рассчитан Инж. [Энсканд]

УС НО-5



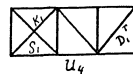
25.7



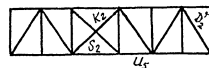
Сечение д-д



Сечение в-в



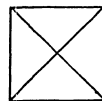
Сечение б-б



Сечение а-а



Сечение 1-1



30197м/2 л. 34

Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Наименов. секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скорости ветра по высоте	Нормативная скорость ветра V_0 (м/с)	Площадь элементов фермы $\sum F_e$ (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент заполнения $\mu = \frac{\sum F_e}{S}$	Аэродинамич. коэфф. плоской формы $C_x = C_y = 1,4$	$\frac{h}{h_0} = 1$	Аэродинамич. коэфф. пространственной формы $C_{x\phi} = C_y \sqrt{1+h}$	Нормативная ветровая нагрузка без коэфф. динамичности Ветер II траверсе $p = q_0 \cdot C_{пр} S$	Рассчитанная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамичности $p = 1,35$ коэфф. перегрузки η (кН)		
										Сх. I	Сх. II	$h = 1,2$ Сх. I	$h = 1,0$ 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
Тростниковая секция		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:

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

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

Таблица №5

Сечение, отметка, база	Схема I, I-р-н гололеда, $\alpha = 60^\circ$, разность тяжении				Схема II, III-р-н гололеда, $\alpha = 60^\circ$, разность тяжении				Схема III, IV-р- гололеда, $\alpha = 60^\circ$ разн. тяжен.				Схема II, IV-р-н гололеда, $\alpha = 60^\circ$ без разн. тяжен.			
	Изгибающие моменты (тм)			Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикаль- ные нагрузки 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}		От нагрузок на провода и трос. M_{II}	От нагрузок на провода и трос. $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}		От нагрузок на провода и трос. M_{II}	От нагрузок на провода и трос. $M_{\perp}$		От ветра на конструкцию впоры M_{WII}	От нагрузок на провода и трос. M_{II}		От ветра на конструкцию впоры M_{WII}	
8-8 $\downarrow 14,7$ $\delta = 2,0 \text{ м}$	$1,78 \times 11 = 19,6$ $2,94 \times 4,8 = 14,1$ $2,94 \times 0,8 \times 2 = 4,7$ $10,6 \text{ } M_{II} = 38,4$ $M_{WII} = 3,4$ $\Sigma M = 41,8$	$0,25 \times 11 = 2,75$ $0,905 \times 4,8 = 4,34$ $0,905 \times 0,8 \times 2 = 1,45$ $2,965 \text{ } \Sigma M_{\perp} = 8,54$	$0,05 \times 5,5 = 0,28$ $0,073 \times 1,5 = 0,11$ $0,041 \times 1,5 = 0,06$ $0,306 \times 8,6 = 2,64$ $0,905 \times 2,75 = 2,50$ $1,375 \text{ } M_{WII} = 5,59$	8,22 $0,67 \times 3 = 2,01$ $0,2 \times 11 = 2,2$ 4,43	$2,23 \times 11 = 24,6$ $4,03 \times 4,8 = 19,4$ $4,03 \times 0,8 \times 2 = 6,46$ $14,32 \text{ } M_{II} = 50,46$ $M_{WII} = 8,4$ $\Sigma M_{II} = 59,86$	0 $0,975 \times 4,8 = 4,68$ $0,975 \times 2 \times 0,8 = 1,56$ $2,925 \text{ } M_{\perp} = 6,24$	$0,011 \times 5,5 = 0,06$ $0,016 \times 1,5 = 0,02$ $0,008 \times 1,5 = 0,01$ $0,064 \times 8,6 = 0,55$ $0,188 \times 2,75 = 0,52$ $0,287 \text{ } M_{WII} = 1,16$	1,04 $1,88 \times 3 = 5,64$ 2,20 8,88	$1,69 \times 11 = 18,6$ $3,53 \times 0,8 \times 2 = 5,6$ $1,9 \times 4,8 = 9,12$ $10,65 \text{ } M_{II} = 33,3$ $M_{WII} = 7,64$ $\Sigma M_{II} = 40,9$	$-0,065 \times 11 = -0,71$ $0,44 \times 0,8 \times 2 = 0,70$ $3,28 \times 4,8 = 15,80$ $4,095 \text{ } M_{\perp} = 15,79$	1,345 $2,225 \times 2 = 4,45$ 1,195 2,2 9,19	$2,42 \times 11 = 26,6$ $4,77 \times 4,8 = 22,9$ $4,77 \times 2 \times 0,8 = 7,64$ $16,73 \text{ } M_{II} = 57,14$ $M_{WII} = 11,1$ $\Sigma M_{II} = 68,24$	$M_{WII} = 1,16$	$2,225 \times 3 = 6,66$ 2,2 10,225		
	$U_2 = \frac{41,8 + 8,54 + 5,59}{2 \times 2,0} + \frac{4,43}{4} = 14,0 + 1,1 = 15,1 \text{ м.}$				$U_2 = \frac{59,86 + 6,24 + 1,16}{2 \times 2,0} + \frac{8,88}{4} = 16,8 + 2,2 = 19,0 \text{ м.}$				$U_2 = \frac{40,9 + 15,79}{2 \times 2,0} + \frac{9,19}{4} = 14,0 + 2,29 = 16,29 \text{ м.}$				$U_2 = \frac{68,24 + 1,16}{2 \times 2,0} + \frac{10,22}{4} = 17,4 + 2,5 = 19,9 \text{ м.}$			
3-3 $\downarrow 6,0$ $\delta = 2,8 \text{ м}$	$4,18$ $10,6 \times 8,7 = 92,4$ $10,6 \text{ } \Sigma M_{II} = 134,2$	$8,54$ $2,965 \times 8,7 = 25,8$ $2,965 \text{ } \Sigma M_{\perp} = 34,34$	$5,59$ $1,375 \times 8,7 = 11,9$ $1,100 \times 3,5 = 3,85$ $2,475 \text{ } M_{WII} = 21,34$	4,43 $0,2 \times 8,7 = 1,74$ 6,17	$59,86$ $14,32 \times 8,7 = 125,0$ $\Sigma M_{II} = 184,86$	$6,24$ $2,925 \times 8,7 = 25,4$ $\Sigma M_{\perp} = 31,64$	$1,16$ $0,228 \times 3,5 = 0,80$ $0,287 \times 8,7 = 2,50$ $0,515 \text{ } M_{WII} = 4,46$	2,88 $0,2 \times 8,7 = 1,74$ 10,62	$40,9$ $10,65 \times 8,7 = 92,0$ $M_{II} = 133,7$	$15,79$ $4,095 \times 8,7 = 35,6$ $M_{\perp} = 51,39$	9,19 $1,74$ 10,93	$68,24$ $16,73 \times 8,7 = 145,5$ $16,73 \text{ } M_{II} = 213,74$	$M_{WII} = 4,46$	$10,22$ + 1,74 11,96		
	$U_1 = \frac{134,2 + 34,34 + 21,34}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{6,17}{4} = 34,0 + 1,5 = 35,5 \text{ м.}$				$U_1 = \frac{184,86 + 31,64 + 4,46}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{10,62}{4} = 39,6 + 2,7 = 42,3 \text{ м.}$				$U_1 = \frac{133,7 + 51,39}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{10,93}{4} = 33,1 + 2,7 = 35,8 \text{ м.}$				$U_1 = \frac{213,74 + 4,46}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{11,96}{4} = 39,1 + 3,0 = 42,1 \text{ м.}$			
1-1 $\downarrow 1,6$ $\delta = 3,24 \text{ м}$	$134,2$ $10,6 \times 4,4 = 46,6$ $180,8$	$34,34$ $2,965 \times 4,4 = 13,10$ $47,44$	$21,34$ $2,475 \times 4,4 = 10,90$ $0,625 \times 0,9 = 0,56$ $32,80$	6,17 $0,2 \times 4,4 = 0,88$ 7,05	$184,86$ $14,32 \times 4,4 = 63,00$ $247,86$	$31,64$ $2,925 \times 4,4 = 12,90$ $44,54$	$4,46$ $0,515 \times 4,4 = 2,27$ $0,131 \times 0,9 = 0,12$ $M_{WII} = 6,85$	10,62 $0,2 \times 4,4 = 0,88$ 11,50	$133,37$ $10,65 \times 4,4 = 46,82$ $M_{II} = 180,8$	$51,39$ $4,095 \times 4,4 = 18,0$ $M_{\perp} = 69,39$	10,93 $0,88$ 11,81	$213,74$ $16,73 \times 4,4 = 73,6$ $M_{II} = 287,34$	$M_{WII} = 6,85$	$11,96$ 0,88 12,84		
	$U_6 = \frac{180,8 + 47,44 + 32,80}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{7,05}{4} = 40,3 + 1,8 = 42,1 \text{ м.}$				$U_6 = \frac{247,86 + 44,54 + 6,85}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{11,5}{4} = 46,1 + 2,9 = 49,0 \text{ м.}$				$U_6 = \frac{180,37 + 69,39}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{11,81}{4} = 38,5 + 3,0 = 41,5 \text{ м.}$				$U_6 = \frac{287,34 + 6,85}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{12,84}{4} = 45,4 + 3,2 = 48,6 \text{ м.}$			

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

Таблица №6

Сечение, отметка	Изгибающие моменты от тяжения (тм)	Попереч. сила Q (т)	Крутящий момент M _{кр} (тм)	Обозначения элемента	База b (м)	tg γ	Угол наклона раскоса к горизон- ту	cos β	2cos β	$\frac{M_u}{b} \cdot \text{tg } \gamma$	4b cos β	Усилия в раскосах		
												$D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_u \text{tg } \gamma}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▼ 18,8	—	$\frac{2,02}{6,37}$	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	—	$\frac{6,37}{2 \times 4,35 = 8,7}$ 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	$\frac{2,02 \times 12,5 = 25,2}{4,35 \times 6,3 = 27,4}$ $\frac{20,0}{2 \times 4,35 \times 2,3 = 20,0}$ 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	$\frac{72,6}{15,07 \times 1,7 = 25,6}$ 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	$\frac{98,2}{15,07 \times 1,8 = 27,1}$ 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	$\frac{125,3}{15,07 \times 1,75 = 26,4}$ 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	$\frac{151,7}{15,07 \times 1,9 = 28,6}$ 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	$\frac{180,3}{15,07 \times 2,05 = 30,9}$ 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	$\frac{211,2}{15,07 \times 2,4 = 36,2}$ 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

3029-тм/2.п.37

Определение усилий в раскосах

Грань II осей траверсы. Схема. III. IV р-н гололеда $\alpha = 60^\circ$ без разности тяжений. Таблица №1

Сечение, отметка	Исходящие моменты (тм)		Поперечн сила Q (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозна- чение элемен- та	База b (м)	$tg \gamma$	Угол наклона раскоса к верти- кали β	$\cos \beta$	$2\cos \beta$	$\frac{M_u}{b} tg \gamma$	$4b \cos \beta$	Усилия в раскосах (т)		
	От тяжения	От весовой нагрузки											$D' = \frac{Q - \frac{M_u}{b} tg \gamma}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▼18,8	$1,67 \times 6,9 = 11,5$ $\frac{1,9 \times 0,7 = 1,3}{3,57}$	$1,195 \times 3,5 = 4,2$	3,57	$3,28 \times 3,5 = 11,5$	D_9	2,0	0	30°	0,866	1,73	0	6,92	1,03	1,67	2,70
8-8 ▼14,75	$1,67 \times 10,85 = 18,1$ $3,78 \times 4,75 = 18,0$ $\frac{(3,78 \times 1,9) \times 0,75 = 4,2}{11,13}$	$2,225 \times 3,5 = 7,8$ $1,195 \times 5 = 6,0$ $\frac{2,225 \times 3,5 = 7,8}{-6,0}$	11,13	$3,28 \times 5 = 16,4$	D_8	2,0	0	35°	0,819	1,64	0	6,55	3,41	2,5	5,91
7-7 ▼13,2	$\frac{40,3}{11,13 \times 1,55 = 17,3}$ $\frac{57,6}{57,6}$	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	$\frac{57,6}{11,13 \times 1,7 = 18,9}$ $\frac{76,5}{76,5}$	6,0	11,13	16,4	D_6	2,25	0,05	$37^\circ 30'$	0,793	1,59	1,83	7,15	2,35	2,29	4,64
5-5 ▼9,7	$\frac{76,5}{11,13 \times 1,8 = 20,0}$ $\frac{96,5}{96,5}$	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	$\frac{96,5}{11,13 \times 1,75 = 19,5}$ $\frac{116,0}{116,0}$	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	$\frac{116,0}{11,13 \times 1,9 = 21,2}$ $\frac{137,2}{137,2}$	6,0	11,13	16,4	D_3	2,81	0,05	36°	0,809	1,61	2,57	9,06	1,86	1,81	3,67
2-2 ▼4,0	$\frac{137,2}{11,13 \times 2,05 = 22,8}$ $\frac{160,0}{160,0}$	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	$\frac{160,0}{11,13 \times 2,4 = 26,8}$ $\frac{186,8}{186,8}$	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

3039 тм / 2 л. 38

Определение, усилий в раскосах
Грань I оси траверсы. Схема III. IV р: $\alpha = 0^\circ$ без разности тяжений.

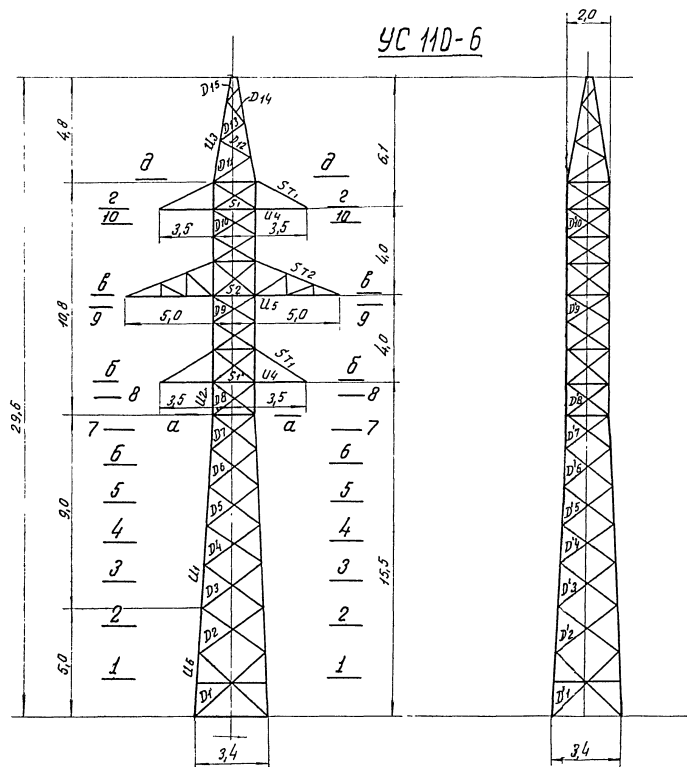
Таблица 8

Сечение, отметка	Изгибающий момент от тяжения проводов (тм)	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозначения элемента	База b (м)	$tg \beta$	Угол наклона на раскосах к горизонту β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_u}{b} tg \beta$	$4b \cos \beta$	Усилия в раскосах		
												$D' = \frac{Q}{2} \cdot \frac{M_u}{b} \cdot \frac{tg \beta}{\cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$
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	$3,79 \times 1,7 = \frac{8,7}{6,5} = 15,2$	3,79	18,95	D'_6	2,25	005	$37^\circ 30'$	0,793	1,59	0,34	7,15	0,98	2,65	3,63
5-5 ▼9,7	$3,79 \times 1,8 = \frac{15,2}{6,8} = 22,0$	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	$3,79 \times 1,75 = \frac{22,0}{6,6} = 28,6$	3,79	18,95	D'_4	2,60	005	35°	0,819	1,63	0,56	8,5	0,79	2,23	3,02
3-3 ▼6,05	$3,79 \times 1,9 = \frac{28,6}{7,2} = 35,8$	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	$3,79 \times 2,05 = \frac{35,8}{7,8} = 43,6$	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	$3,79 \times 2,4 = \frac{43,6}{9,1} = 52,7$	3,79	18,95	D'_1	3,24	005	42°	0,743	1,49	0,81	9,62	0,69	1,97	2,66

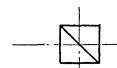
3079ТМ/2 л. 39

3079ТМ/2.4.40

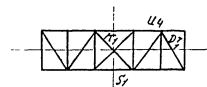
УС 110-6



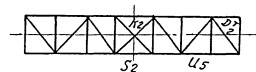
Сечение 2-2



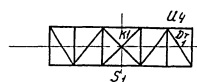
Сечение 2-2



Сечение 6-6



Сечение 5-5



а-а



Сечение 1-1



Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II.

Наименование сечений	Эскиз и средняя отметка сечений	Кэф. увеличен стандартного мапора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 м/с	Площадь элементов фермы $\sum F_i$ (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\sum F_i}{S}$	Коэффициент пластичности $\mu = \frac{f_{\text{раск}}}{f_{\text{ферм}}}$	$\beta = \frac{h}{L}$ при $\frac{L}{h} \geq 1$	Кэф. пространственной фермы $C_{pr} = \frac{1}{1+\mu}$	Норм ветровая нагрузка без коэф. динамичности		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\beta=1,35$ и коэф. перегрузки η (кг)	
										Ветер траверсе $P = q_0 C_{pr} S$		$\eta=1,2$ C_{xI}	$\eta=1,0$ C_{xII}
										C_{xI}	C_{xII}		
Верхняя траверса		1,44	72,0	0,41	1,66	0,246	0,345	0,76	0,608	33x2 *) (73)	8x2	54x2	11x2
Средняя траверса		1,35	67,5	0,79	2,66	0,297	0,417	0,68	0,702	57x2 *) (126)	14x2	93x2	19x2
Нижняя траверса		1,07	53,5	0,41	1,66	0,246	0,345	0,76	0,607	24x2 *) (54)	6x2	39x2	8x2
Тросостойка		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 $R_{тр}$, указанные в табл. 4, определены при направлении ветра. $\perp$ оси траверс.

При направлении ветра || оси траверсы нагрузка со табл. 4, $0,45 R_{тр}$.

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

таблица № 10

Сечения отметки база	Схема I, I-p-н гололёда, $\alpha = 60^\circ$, разность тяжёлых				Схема II, IV p-н гололёда, $\alpha = 50^\circ$, разность тяжёлых			
	Изгибающие моменты			Вертикаль- ные нагруз- ки G (т)	Изгибающие моменты			Вертикаль- ные нагруз- ки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M-II (мм)	От нагрузок на провода и трос M-I (мм)	От ветра на конструкцию опоры M-III (мм)		От нагрузок на провода и трос M-II (мм)	От нагрузок на провода и трос M-I (мм)	От ветра на конструкцию опоры M-III (мм)	
8-8 ▽ 14,8 β=2,0м.	1,84 × 14,8 = 27,2 2,94 × 2 × 8,7 = 51,2 2,94 × 2 × 4,7 = 27,7 2,94 × 2 × 0,7 = 4,12 19,48 M-II = 110,22	0,28 × 14,8 = 4,14 0,905 × 2 × 8,7 = 15,8 0,905 × 2 × 4,7 = 8,5 0,905 × 2 × 0,7 = 1,27 5,71 M-I = 29,70	0,054 × 2 × 9,2 = 1,0 0,093 × 2 × 5,2 = 0,97 0,039 × 2 × 1,2 = 0,09 0,328 × 12,4 = 4,07 1,49 × 4,6 = 6,85 2,19 M-III = 12,98	0,22 × 1 = 0,22 (0,555 + 0,165) × 6 = 4,02 0,31 × 14,8 = 4,70 8,94	2,005 × 14,8 = 29,6 3,65 × 2 × 8,7 = 63,5 3,65 × 2 × 4,7 = 34,3 3,65 × 2 × 0,7 = 5,1 23,9 M-II = 132,5	0,59 × 2 × 8,7 = 10,3 0,59 × 2 × 4,7 = 5,6 0,59 × 2 × 0,7 = 0,83 3,54 M-I = 16,7	0,011 × 2 × 9,2 = 0,2 0,019 × 2 × 5,2 = 0,2 0,008 × 2 × 1,2 = 0,02 0,068 × 12,4 = 0,84 0,31 × 4,6 = 1,43 0,454 M-III = 2,69	1,35 × 1 = 1,35 (2,06 + 0,17) × 6 = 13,8 0,317 × 14,9 = 4,73 19,46
	$U_2 = \frac{110,22 + 29,70 + 12,98}{2 \times 2,0} + \frac{8,94}{4} = 38,2 + 2,2 = 40,4 \text{ м}$				$U_2 = \frac{132,5 + 16,7 + 2,69}{2 \times 2,0} + \frac{19,46}{4} = 37,9 + 4,85 = 42,75 \text{ м}$			
3-3 ▽ 6,05 β=2,80м	110,22 19,48 × 8,75 = 170,00 19,48 M-II = 280,22	29,7 5,71 × 8,75 = 50,0 5,71 M-I = 79,7	12,98 2,19 × 8,75 = 19,20 1,15 × 3,45 = 3,96 3,34 M-III = 36,14	8,94 0,21 × 8,75 = 1,84 11,40	132,5 23,9 × 8,75 = 209,0 M-II = 341,5	16,7 3,54 × 8,75 = 31,0 M-I = 47,7	2,69 0,454 × 8,75 = 3,98 0,24 × 3,45 = 0,83 0,694 M-III = 7,50	19,46 0,28 × 8,75 = 2,46 21,92
	$U_1 = \frac{280,22 + 79,7 + 36,14}{2 \times 2,80 \times 0,998} + \frac{11,40}{4} = 70,5 + 2,9 = 73,4 \text{ м}$				$U_1 = \frac{341,5 + 47,7 + 7,50}{2 \times 2,80 \times 0,998} + \frac{21,92}{4} = 71,0 + 5,5 = 76,5 \text{ м}$			
1-1 ▽ 1,6 β=3,24	280,22 19,48 × 4,45 = 86,60 M-II = 366,82	79,7 5,71 × 4,45 = 25,4 M-I = 105,1	36,14 3,34 × 4,45 = 14,85 0,675 × 0,9 = 0,61 M-III = 51,6	11,40 0,2 × 4,45 = 0,89 12,65	341,5 23,9 × 4,45 = 106,1 M-II = 447,6	47,7 3,54 × 4,45 = 15,8 M-I = 63,9	7,50 0,694 × 4,45 = 3,09 0,169 × 0,9 = 0,15 M-III = 10,74	21,92 1,25 23,17
	$U_6 = \frac{366,82 + 105,1 + 51,6}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{12,65}{4} = 80,9 + 3,2 = 84,1$				$U_6 = \frac{447,6 + 63,9 + 10,74}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{23,17}{4} = 80,6 + 5,8 = 86,4 \text{ м}$			

3079-ТМ/2 с. 42

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

Таблица № 10^а

Сечения, отметка базы	Схема II; II р.г. $\alpha = 58^\circ$; разность тяжени				Схема II к; IV р.г. $\alpha = 0^\circ$			
	Изгибающие моменты (тм)			Верти- кальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикаль- ные на- грузки G (т)
	От нагрузок на провoda и трос. M_n	От нагрузок на провoda и трос. M_L	От ветра на конструкцию опоры M_{W_n}		От нагрузок на провoda и трос M_n	От нагрузок на провoda и трос M_L	От ветра на конст- руцию опоры M_{W_n}	
8-8 $\nabla 14,8 \text{ м}$ $\delta = 2,0 \text{ м}$	$1,95 \times 14,8 = 29,0$ $3,385 \times 2 \times 8,7 = 59,0$ $3,385 \times 2 \times 4,7 = 31,8$ $3,385 \times 2 \times 0,7 = 4,8$	$0,155 \times 14,8 = 2,3$ $1,28 \times 2 \times 8,7 = 22,3$ $1,28 \times 2 \times 4,7 = 12,1$ $1,28 \times 2 \times 0,7 = 1,8$		$0,725 \times 1 = 0,725$ $1,5 \times 6 = 9$ $0,317 \times 14,9 = 4,73$ $14,55$	$0,25 \times 14,8 = 3,7$ $0,24 \times 2 \times 8,7 = 4,2$ $0,24 \times 2 \times 4,7 = 2,26$	$2,02 \times 14,8 = 29,9$ $4,31 \times 2 \times 8,7 = 75,0$ $4,31 \times 2 \times 4,7 = 40,5$ $4,31 \times 2 \times 0,7 = 6,0$		$0,67 \times 1 = 0,67$ $1,03 \times 6 = 6,18$ $0,165 \times 6 = 0,99$ $0,317 \times 14,9 = 4,73$ $12,57$
	$22,26 \quad M_n = 124,55$	$7,855 \quad M_L = 38,5$	$0,454 \quad M_{W_n} = 2,69$		$1,69 \quad M_n = 13,52$	$27,88 \quad M_L = 15,14$	$0,454 \quad M_{W_n} = 2,69$	
	$U_2 = \frac{124,55 + 38,5}{2 \times 2,0} + 2,69 - - + \frac{14,55}{4} = 41,3 + 3,61 = 44,91 \text{ т}$				$U_2 = \frac{13,52 + 15,14 + 2,69}{2 \times 2,0} + \frac{12,57}{4} = 4,18 + 3,13 = 44,93 \text{ т}$			
3-3 $\nabla 6,0 \text{ м}$ $\delta = 2,8 \text{ м}$	$22,26 \times 8,75 = 195,0$ $22,26 \quad M_n = 319,55$	$7,855 \times 8,75 = 69,0$ $7,855 \quad M_L = 107,5$	$0,694 \quad M_{W_n} = 7,5$	$\frac{14,55}{0,28 \times 8,75 = 2,45}$ $16,92$	$1,69 \times 8,75 = 14,8$ $1,69 \quad M_n = 28,32$	$27,88 \times 8,75 = 244,0$ $27,88 \quad M_L = 395,4$		$\frac{12,57}{2,46}$ $15,03$
	$U_1 = \frac{319,55 + 107,5 + 7,5}{2 \times 2,8 \times 0,998} - - + \frac{16,92}{4 \times 0,998} = 77,5 + 4,22 = 81,72 \text{ т}$				$U_1 = \frac{28,32 + 395,4 + 7,5}{2 \times 2,8 \times 0,998} + \frac{15,03}{4 \times 0,998} = 77,3 + 3,76 = 81,06 \text{ т}$			
1-1 $\nabla 1,6 \text{ м}$ $\delta = 3,24 \text{ м}$	$22,26 \times 4,45 = 99,0$ $M_n = 418,55$	$7,855 \times 4,45 = 35,0$ $7,855 \quad M_L = 142,5$	$M_{W_n} = 10,74$	$\frac{16,92}{0,28 \times 4,45 = 1,25}$ $18,17$	$1,69 \times 4,45 = 7,54$ $M_n = 35,86$	$27,88 \times 4,45 = 124,0$ $M_L = 519,4$	$M_{W_n} = 10,74$	$\frac{15,03}{0,28 \times 4,45 = 1,25}$ $16,28$
	$U_6 = \frac{418,55 + 142,5 + 10,74}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{18,17}{4 \times 0,998} = 88,5 + 4,55 = 93,05 \text{ т}$				$U_6 = \frac{35,86 + 519,4 + 10,74}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{16,28}{4 \times 0,998} = 87,6 + 4,07 = 91,67 \text{ т}$			

30х30мм/л. 43

Грань II осям траверс; схема III; IV район глыболеда. $\alpha = 50^\circ$ Расчет усилий в раскосах ствола опоры без разн. тяжений. Таблица №1

Сечение, отметка	Изгибающие моменты M_{II} (тм)		Поперечная сила Q_{II} (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозн. элемента	База в м	$tg \gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтально β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_u}{b} tg \gamma$	$4B \cos \beta$	Усилия в раскосах		
	от тяжения	от весовой нагрузки											$D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_u}{b} tg \gamma$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B \cos \beta}$	$D = D' + D''$
10-10 ▽ 22,8	—	—	$\frac{1,37+3,19}{2} = 2,28$ $+1,6 = 3,88$ $= 6,16$	$3,45 \times 3,5 = 12,1$	D_{10}	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	1,83	1,80	3,63
9-9 ▽ 18,8	—	—	$\frac{1,37+3,19}{2} = 2,28$ $+1,6 = 3,88$ $= 6,16$	$3,45 \times 5,0 = 17,3$	D_9	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	3,75	2,57	6,32
8-8 ▽ 14,8	—	—	$\frac{1,37+3,19}{2} = 2,28$ $+1,6 = 3,88$ $= 6,16$	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	$\frac{1,37 \times 16,4}{3,19 \times 2 \times 10,3} = 22,5$ $\frac{3,19 \times 1,6}{3,19 \times 2 \times 2,3} = 30,2$ $\frac{18,92}{11,7} = 1,61$	$(2,225-1,2) \times 5 = 5,15$	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	$\frac{18,92 \times 1,7}{18,92} = 133,2$ $\frac{32,2}{165,4}$	5,15	18,92	17,3	D_6	2,25	0,05	$37^\circ 30'$	0,793	1,59	3,78	7,15	3,58	2,42	6,00
5-5 ▽ 9,7	$\frac{165,4}{18,92 \times 1,8} = 34,1$ $\frac{199,5}{199,5}$	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	$\frac{199,5}{18,92 \times 1,75} = 33,2$ $\frac{232,7}{232,7}$	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	$\frac{232,7}{18,92 \times 1,9} = 36,0$ $\frac{268,7}{268,7}$	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	$\frac{268,7}{18,92 \times 2,05} = 38,9$ $\frac{307,6}{307,6}$	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	$\frac{307,6}{18,92 \times 2,4} = 45,5$ $\frac{353,1}{353,1}$	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

3079-т/2-044

Грань 1 осям траверс, схема III, концевая; IV район гололёда; $\alpha = 0^\circ$; Расчет усилий в раскосах створа опоры

Таблица № 12

Сечение, отметка	Изгибающие моменты от тяжения М _л (т·м)	Поперечн. сила Q (т)	Крутящий момент М _{кр} (т·м)	Обознач. элемента	База в (м)	tg γ	Угол на- клона раскоса к горизонта- ли β	cos β	2 cos β	$\frac{M_l}{b} \text{ tg } \gamma$	4b cos β	Усилия в раскосах		
												$D' = \frac{Q - \frac{M_l}{b} \text{ tg } \gamma}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$
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	$\frac{1,63 \times 16,4 = 26,8}{3,78 \times 2 \times 10,3 = 77,5}$ $\frac{3,78 \times 6,3 = 23,8}{3,78 \times 2 \times 2,3 = 17,4}$ 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	$\frac{145,5}{20,53 \times 1,7 = 34,9}$ 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	$\frac{180,4}{20,53 \times 1,8 = 36,9}$ 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	$\frac{217,3}{20,53 \times 1,75 = 35,9}$ 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	$\frac{253,2}{20,53 \times 1,9 = 39,0}$ 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	$\frac{292,2}{20,53 \times 2,05 = 42,0}$ 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	$\frac{334,2}{20,53 \times 2,4 = 49,2}$ 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

30х30 см / 2 л. 45

Грань I оси траверс; схема II концов, IV район гололеда, $\alpha = 0^\circ$
 Расчет усилий в раскосах створа опоры

таблица № 13

Сечение, отметка	Изгибающие моменты	Попереч- ная сила $Q(n)$	Крутящий момент $M_{кр} (mm)$	Обозн. элемен- та	База δ (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к гори- зонталю β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{\delta} tg\gamma$	$4\delta\cos\beta$	Усилия в раскосах		
	от тяжения $M_{\perp} (mm)$											$\frac{Q}{2} \frac{M_u}{\delta \cos\beta} tg\gamma$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4\delta\cos\beta}$	$D = D' + D''$
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	$\begin{matrix} 2,02 \times 16,4 = 33,2 \\ 4,35 \times 2 \times 10,3 = 89,5 \\ 4,35 \times 2 \times 6,3 = 54,8 \\ 4,35 \times 2 \times 2,3 = 20,0 \\ \hline 28,12 \quad 197,5 \end{matrix}$	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	$\begin{matrix} 28,12 \times 1,7 = \frac{197,5}{47,7} \\ \hline 28,12 \quad 245,2 \end{matrix}$	28,12	0	D'_6	2,25	0,05	$37^\circ 30'$	0,793	1,59	5,45	7,15	5,41	0	5,41
5 - 5 ▽ 9,7	$\begin{matrix} 28,12 \times 1,8 = \frac{245,2}{50,6} \\ \hline 28,12 \quad 295,8 \end{matrix}$	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	$\begin{matrix} 28,12 \times 1,75 = \frac{295,8}{49,2} \\ \hline 28,12 \quad 345,0 \end{matrix}$	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	$\begin{matrix} 28,12 \times 1,9 = \frac{345,0}{53,4} \\ \hline 28,12 \quad 398,4 \end{matrix}$	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	$\begin{matrix} 28,12 \times 2,05 = \frac{398,4}{57,6} \\ \hline 28,12 \quad 456,0 \end{matrix}$	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	$\begin{matrix} 28,12 \times 2,4 = \frac{456,0}{67,5} \\ \hline 28,12 \quad 523,5 \end{matrix}$	28,12	0	D'_1	3,24	0,05	42°	0,743	1,49	8,1	9,62	4,0	0	4,0

3039 m/2 л. 46

№ 3079 ТМ-ТЗ 1952

Грань 1 осям траверс; схема III; IV район гололеда $\alpha=0^\circ$; Расчет усилий в раскосах ствола опоры

Сечение, отметка	Изгибающие моменты $M_{\perp}$ (тм)	Поперечн. сила, Q (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозначе- ние элемента	База в (м)	$tg \gamma$	Угол накло- на раскоса к горизон- талу β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_{\perp}}{B} tg \gamma$	$4B \cos \beta$	Усилия в раскосах (т)		
												$D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_{\perp}}{B} tg \gamma$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B \cos \beta}$	$D = D' + D''$
10-10 ▽ 22,8	—	4,38	$3,79 \times 3,5 = 13,2$	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	$3,79 \times 5,0 = 18,9$	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	$0,08 \times 16,4 = 1,3$ $0,51 \times 2 \times 10,3 = 10,5$ $(3,79 + 0,51) \times 6,3 = 27,0$ $0,51 \times 2 \times 2,3 = 2,3$ 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	$41,1$ $6,42 \times 1,7 = 10,9$ 52,0	6,42	18,9	D'_6	2,25	0,05	$37^\circ 30'$	0,793	1,59	1,15	7,15	1,30	2,64	3,94
5-5 ▽ 9,7	$52,0$ $6,42 \times 1,8 = 11,6$ 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	$63,6$ $6,42 \times 1,75 = 11,2$ 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	$74,8$ $6,42 \times 1,9 = 12,2$ 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	$87,0$ $6,42 \times 2,05 = 13,2$ 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	$100,2$ $6,42 \times 2,4 = 15,4$ 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

3079-м/2-а.4х

Определение усилий в

поясе Π_1 и Π_6 , при $\sigma_{\text{троса}}^{\text{max}} = 40 \text{ кг/мм}^2$

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

$$P_{1T} = 455 \text{ кг}$$

$$P_{1П} = 435 \text{ кг.}$$

$$P_{2T} = 1710 \text{ кг}$$

$$P_{2П} = 3670 \text{ кг.}$$

$$\Sigma P_T = 2165 \text{ кг.}$$

$$\Sigma P_{П} = 4105$$

Сечение 3-3

$$M = 2,17 \times 23,55 + 4,1 \times 2 \times 17,45 + 4,1 \times 2 \times 13,45 + \\ + 4,1 \times 2 \times 9,45 = 51 + 143 + 110,5 + 77,5 = 382,0 \text{ т.м.}$$

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

$$\Pi_1 = \frac{382,0 + 7,50}{2 \times 2,80 \times 0,998} + \frac{21,92}{4} = 69,9 + 5,5 = 75,4 \text{ т.}$$

Сечение 1-1

$$M = 2,17 \times 28,0 + 4,1 \times 2 \times 21,9 + 4,1 \times 2 \times 17,9 + 4,1 \times 2 \\ \times 13,9 = 60,7 + 179,5 + 147 + 114 = 501,2 \text{ т.м.}$$

$$M_{\text{вн}} = 10,74 \text{ т.м.} \quad G = 23,17 \text{ т.}$$

$$\Pi_6 = \frac{501,2 + 10,74}{2 \times 3,24 \times 0,998} + \frac{23,17}{4} = 79,1 + 5,8 = 84,9 \text{ т.}$$

Рассчитал *Фру* Груздев/х
Проверил *Лич* Л. Левченко/х

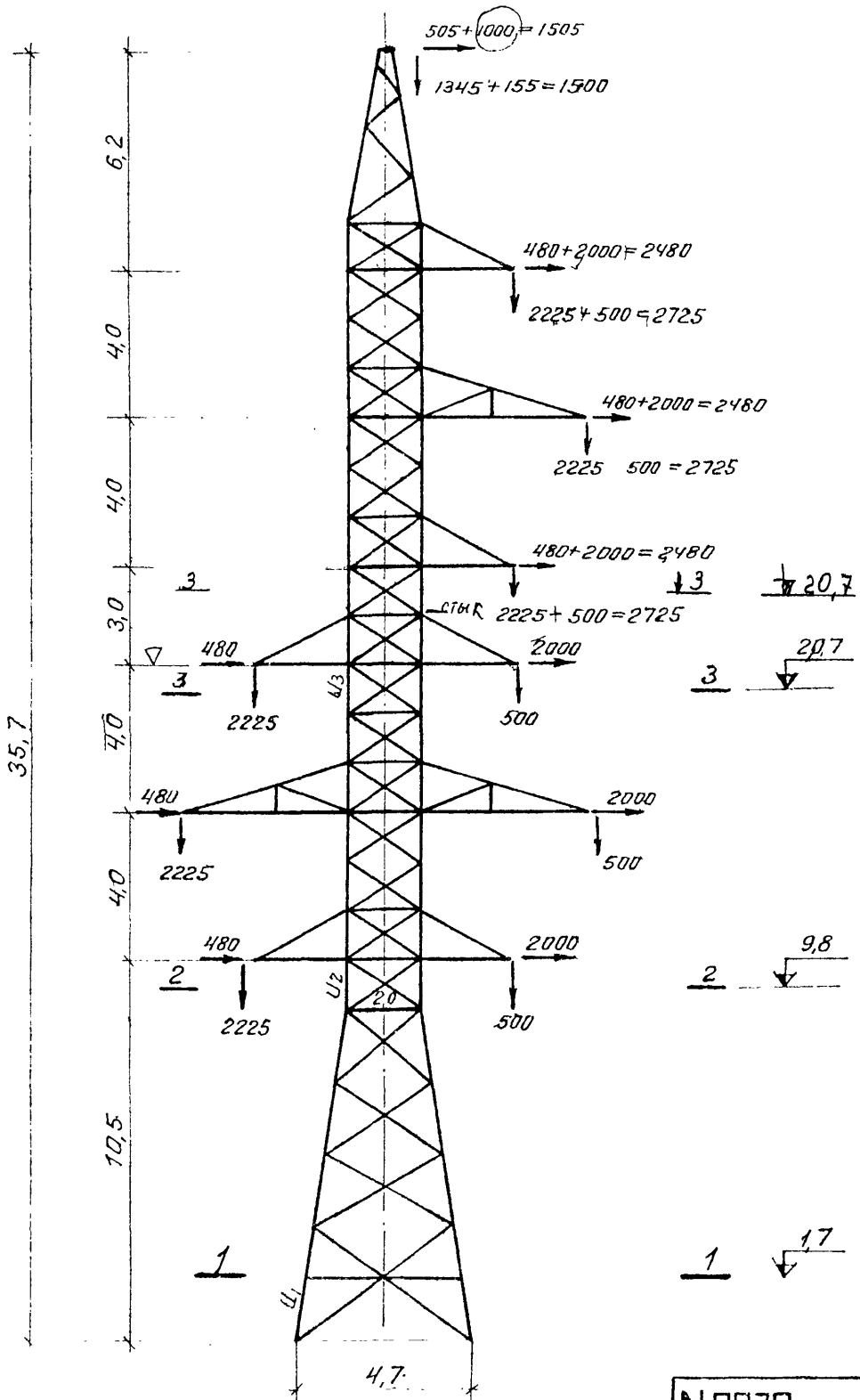
Расчет ответвительной двухцепной
анкерно-угловой опоры УС 110-8.

Опора УС 110-8 разработана на базе нормальной анкерно-угловой двухцепной опоры У110-2 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 У110-2, 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 $\alpha=0^\circ$ (о других случаях ответвлений см пояснительную записку N 3079-ТМ-Т1 стр. ²⁶⁻35-37). 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



3079TM 2 Л.50

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

Таблица N 15

Сечения, отметки, базы	Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha=0^\circ$, без разности тяжения		
	Изгибающие моменты (м.м)		Вертикальные нагрузки и G (м)
	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конст- рукцию опоры $M_{W_{II}}$	
3-3 ↓ 20,7 $b=2,0$	$1,505 \times 15,0 = 22,6$ $2,48 \times 8,8 = 21,8$ $2,48 \times 4,8 = 11,9$ $2,48 \times 0,8 = 2,0$ $8,945 \quad M_{II} = 58,3$ $M_{ny} = 2,725 \times 12 = 32,7$ $\Sigma M_{II} = 91,0$	$0,072 \times 15,0 = 1,1$ $0,012 \times 8,8 = 0,11$ $0,020 \times 4,8 = 0,09$ $0,011 \times 0,8 = 0,09$ $0,328 \times 4,8 = 1,58$ $0,443 \quad M_{W_{II}} = 2,97$	$1,50$ $2,725 \times 3 = 8,175$ $0,32 \times 15,0 = 4,8$ $14,47$
$U_3 = \frac{91,0 + 2,97}{2,0 \times 2} + \frac{14,47}{4} = 23,5 + 3,6 = 27,1 \text{ м}$			
2-2 ↓ 9,8 $b=2,0$	$\frac{91,0}{(2,225-0,5) \times 12} = -20,7$ $8,945 \times 10,9 = 97,5$ $2,48 \times 8,7 = 21,6$ $2,48 \times 4,7 = 11,7$ $2,48 \times 0,7 = 1,7$ $16,385 \quad \Sigma M_{II} = 202,8$	$2,97$ $0,443 \times 10,9 = 4,84$ $0,012 \times 2 \times 8,7 = 0,21$ $0,02 \times 2 \times 4,7 = 0,19$ $0,011 \times 2 \times 0,7 = 0,16$ $0,328 \times 4,7 = 1,54$ $0,657 \quad M_{W_{II}} = 9,91$	$14,47$ $2,725 \times 3 = 8,175$ $0,32 \times 10,9 = 3,5$ $\Sigma M_{II} = 26,15$
$U_2 = \frac{202,8 + 9,91}{2 \times 2,0} + \frac{26,15}{4} = 53,0 + 6,4 = 59,4 \text{ т}$			
1-1 ↓ 1,7 $b=4,2$ $Cbs \gamma = 0,989$	$202,8$ $16,385 \times 8,1 = 132,7$ $\Sigma M_{II} = 335,5$	$9,91$ $0,857 \times 8,1 = 6,95$ $0,249 \times 4,5 = 1,12$ $M_{W_{II}} = 17,98$	$26,15$ $0,32 \times 8,1 = 2,6$ $28,75$
$U_1 = \frac{335,5 + 17,98}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{28,75}{4 \times 0,989} = 42,4 + 7,3 = 49,7 \text{ м}$			

3079 TM/2 л. 51

Определение напряжений в поясах
ствола опоры

Пояс Ц₃ (↓ 20,7)

$$L = 160 \times 8 \quad F = 31,4 \text{ см}^2 \quad z_y = 3,19 \quad \ell = 150$$

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

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

Пояс Ц₂ (↓ 9,8)

$$L = 160 \times 10 \quad F = 31,4 \text{ см}^2 \quad z_y = 3,19 \quad \ell = 150$$

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

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

Пояс Ц₃ (↓ 1,7)

$$L = 160 \times 10 \quad F = 31,4 \text{ см}^2 \quad z_y = 3,19 \text{ см} \quad \ell = 178 \text{ см}$$

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

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

Рассчитал Инж- 1.Элькин Д.
Проверил Ахматов А.