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

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ 220 и 330 кВ

N407-4-30

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 2

РАСЧЕТЫ ПОДСТАВОК, ОПОР ДЛЯ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЙ И ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАЙОНОВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ИНСТИТУТА /С. ЮКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ИНСТИТУТА /М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ ИНСТИТУТА /Л. Левин/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ ИНСТИТУТА ПО ВЛ /В. Хотинский/

МОСКВА - 1970

N3081 тм-т2

gost.e-ecolog.ru

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 220 и 330 кВ

N407-4-30

Рабочие чертежи

ТОМ 2

Расчеты подставок, опор для городских условий и загрязненных районов

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР /К. Крюков/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА /А. Флягин/

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ /К. Синелобов/

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА /Б. Новгородцев/

Ленинград 1970 г.

N3081тм-т2

Аннотация.

В настоящем томе приводятся расчёты подставок С56, С57, С58 и С59 высотой 5м для повышения промежуточных опор П220-3; П220-2; П330-3 и П330-2 и подставок С62; С63; С69 и С70 высотой 5м для повышения анкерно-угловых опор У220-6 и У330-3, 2 до высоты нижней траверсы 24,5м. Расчеты подставок анкерно-угловых опор С60; С61; С64; С65 и С66 высотой 9м, позволяющих повысить высоту траверсы до 19,5м, входят в объём проекта унифицированных стальных нормальных опор ВЛ220-330кв. инв N 3080 тм-т3 и N 3080 тм-т5.

В настоящий том входят также расчёты специальных опор для городских условий одноцепной анкерно угловой опоры УС220-5 и двухцепной УС220-6 и расчёты опор для районов с загрязненной атмосферой промежуточных ПС330-5 ПС330-6 анкерно угловой УС330-2 и расчет промежуточной опоры 330кв с горизонтальным расположением проводов ПС330-7

Расчет подставок и опор выполнены по методу предельных состояний согласно нормам ПУЭ 66, СНиП II-И.9-62. с учетом изменений некоторых пунктов ПУЭ-66, утвержденных решением министерства энергетики и электрификации СССР N 113 от 7 сентября 1967 г. при рассмотрении проекта унифицированных опор.

Секции и элементы подставок и опор рассчитаны на наиболее неблагоприятные условия их применения Расчётные листы подставок и ответвительных опор не разрабатывались.

Расчётные листы опор для городских условий входят в объем Тома 5 настоящего проекта.

Состав проекта.

N тома	Наименование тома.	Инвентарный номер
Том 1	Пояснительная записка.	3081тм-т1
Том 2.	Расчёты подставок опор для городских условий и загрязнённых районов.	3081тм-т2
Том 3	Расчёты опор для горных районов.	3081тм-т3
Том 4	Рабочие чертежи пониженных опор, подставок, тросостоек для двух трасов тросостоек для плавки гололёда и промежуточной опоры 330кв с горизонтальным расположением проводов.	3081тм-т4
Том 5.	Рабочие чертежи опор для городских условий.	3081тм-т5
Том 6	Рабочие чертежи опор 330кв для районов с загрязненной атмосферой.	3081тм-т6
Том 7	Рабочие чертежи опор для горных районов.	3081тм-т7
Том 8.	Нагрузки на фундаменты.	3081тм-т8
Том 9.	Схемы транспозиций и ответвлений.	3081тм-т9
Том 10.	Калькуляции стоимости.	3081тм-т10
Том 11.	Патентный формуляр /хранится в ПК СЗО Энергосетьпроект/	3081тм-т11

Содержание тома 2

			Листы
I	Расчеты подставок		
1	Расчет подставки	С56	10
2	Расчет подставки	С57	14
3	Расчет подставки	С58	18
4	Расчет подставки	С59	22
5	Расчет подставки	С62	26
6	Расчет подставки	С63	34
7	Расчет подставки	С69	38
8	Расчет подставки	С70	42
II	Расчет промежуточных опор ПС330-5 и ПС330-6 для районов с загрязненной атмосферой		
1	Эскизы опор		46
2	Нагрузки от проводов и тросов		48
3	Давление ветра на конструкцию опоры		52
4	Расчет поясов ствола		54
5	Расчет раскосов ствола		56
6	Расчет траверс		64
7	Расчет распорок и диафрагм		75
8	Расчет трассостоек		78
III	Расчет анкерно-угловой опоры УС330-2 для районов с загрязненной атмосферой		
1	Эскиз опоры		82
2	Давление ветра на конструкцию опоры		83
3	Расчет поясов ствола опоры		84
4	Расчет раскосов ствола		85,86
5	Расчет траверс		87÷92
6	Расчет трассостойки		93,94
7	Расчет распорок и диафрагм		95÷97

IV Расчет анкерно-угловых опор УС 220-5 и УС 220-6 для городских условий

1. Эскизы опор — 98,99
2. Давление ветра на конструкцию опоры — 100, 101
3. Расчет поясов ствола опоры — 102, 103
4. Расчет раскосов ствола опоры — 104÷107

V Расчет промежуточной опоры ПС 330-7 с горизонтальным расположением проводов

1. Эскиз опоры — 108
2. Давление ветра на конструкцию опоры — 109
3. Определение усилий в поясах ствола опоры — 110
4. Определение усилий в раскосах ствола опоры — 111
5. Расчет траверстойки — 112, 113
6. Расчет рамы-оголовка опоры — 118—134
7. Расчет балки для крепления провода — 135

VI Расчеты тросостоек для подвески двух тросов

1. Расчет тросостоек С71, С72 С73, С74 и С75 для промежуточных опор — 135÷163
2. Расчет тросостоек С76 и С77 для анкерно-угловых опор — 164—174

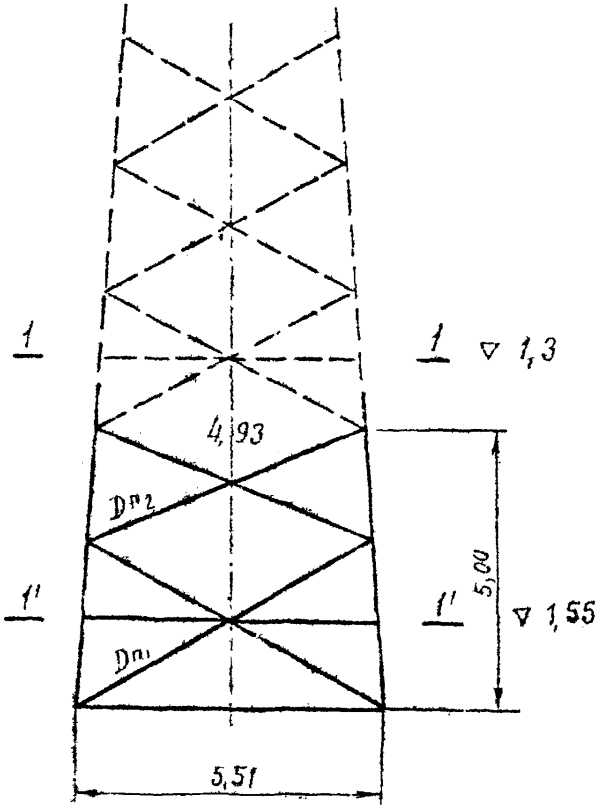
VII Определение воздушных расстояний при плавке гололеда на тросах

175

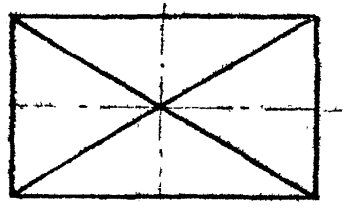
При необходимости комплектования расчета какой либо одной опоры выдавать листы по нижеследующему перечню.

Шифр подставок или опор	Листы
1. Подставка С56	10 - 13
2. Подставка С57	14 - 17
3. Подставка С58	18 - 21
4. Подставка С59	22 - 25
5. Подставка С62	26 - 33
6. Подставка С63	34 - 37
7. Подставка С69	38 - 41
8. Подставка С70	42 - 45
9. Опоры ПС 330-6 и ПС 330-5	46 - 81
10. Опоры УС 330-2	82 - 97
11. Опоры УС 220-6 и УС220-5	98 - 107
12. Опора ПС 330-7	108 - 135
13. Тросостойки для подвески двух тросов на промежуточных опорах	136 - 163
14. Тросостойки для подвески двух тросов на анкерно-угловых опорах	164 - 174
15. Определение воздушных изоляционных расстояний при плавке гололеда на тросах	175 - 178

Расчет подставки С56



по 1'-1'

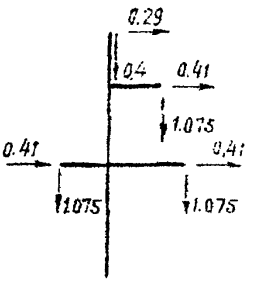


Расчет подставки С56 под опору П220-3

Расчет выполнен, по схеме $\frac{I}{I}^{a}$, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П220-3 (см. №3080 тм-т2 лист 16/56).

Расчет пояса подставки

Схема $\frac{I}{I}^{a}$; I район гололеда, провод АСО-400; трос С-70;



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры $K=1.4$; при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до $K=1,53$.
Таким образом ветровое давление на нормальную опору, установленную на подставке увеличивается в $\frac{1,53}{1,4}=1,09$ раза что и учтено в расчете

Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От ветра на провода и троса		От ветра на конструкцию опоры				Вертик нагрузки
Q_{II}	M_{II}	$Q_{W_{II}}$	$M_{W_{II}}$	$Q_{W_{\perp}}$	$M_{W_{\perp}}$	G
На отметке ▽ 1,3 +5,0						
1,7	54,1	3,0×1,09 = 3,27 т	53,38×1,09 = 58,1 тм	3,14×1,09 = 3,42 т	57,26×1,09 = 62,5 тм	8,4
На отметке ▽ 1,55						
	54,1		58,1		62,5	8,4
1,7×4,75 =	8,08	3,27×4,75 =	15,5	3,42×4,75 =	16,23	0,137×4,75 = 0,65
		0,435×2,4 =	1,05	0,435×2,4 =	1,05	
1,7	62,18	3,71	74,65	3,86	79,78	9,05

Усилие в поясе подставки

$$U_п = \frac{62,18 + 74,65}{2 \times 5,4 \times 0,998} + \frac{79,78}{2 \times 3,15 \times 0,999}$$

$$= 12,7 + 12,7 = 25,4 т;$$

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

$$\lambda_x = \frac{200 \times 1,14}{3,39} = 67$$

$$\sigma = \frac{25400}{17,2 \times 0,825} = 1790 кг/см^2 < 2100$$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены по формуле:

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

Схема III; IV район гололеда; провод АСО-400; трос С-70

$S_п = 2,08 т;$

$M_{кр} = 2,08 \times 6,1 = 12,69 тм$ $\quad b_{уз} = 3,15 м$ $\quad \cos\beta' = 0,707$

$M_{из} = 2,08 \times 13,9 = 28,95 тм$ $\quad b_ш = 5,4 м;$ $\quad \cos\beta = 0,874$

$$D'_{п_1} = \frac{\frac{2,08}{2} - \frac{28,95}{3,15} \times 0,025}{2 \times 0,707} + \frac{12,69}{4 \times 5,4 \times 0,707} =$$

$$= \frac{1,04 - 0,23}{2 \times 0,707} + 0,83 = 0,57 \times 0,83 = 1,4 т$$

$$D_{п_1} = \frac{12,69}{4 \times 3,15 \times 0,874} = 1,15 т.$$

$D'_{n_1} = 1{,}15\ т$ $\quad \angle 80\times 6$ $\quad \ell = 300\ см$,

$\lambda = \frac{300}{1{,}58} = 190$ $\quad \mu_p = 0{,}772$ $\quad \lambda_0 = 190 \times 0{,}775 =$

$= 147 < [150]$

$\varphi = 0{,}332$

$$\sigma = \frac{1150}{9{,}38 \times 0{,}332 \times 0{,}75} = 490\ кг/см^2$$

$D'_{n_1} = 1{,}4\ т$ $\quad \angle 63\times 5$; $\ell = 220\ см$,

$\lambda = \frac{220}{1{,}25} = 176$ $\quad \mu_p = 0{,}782$

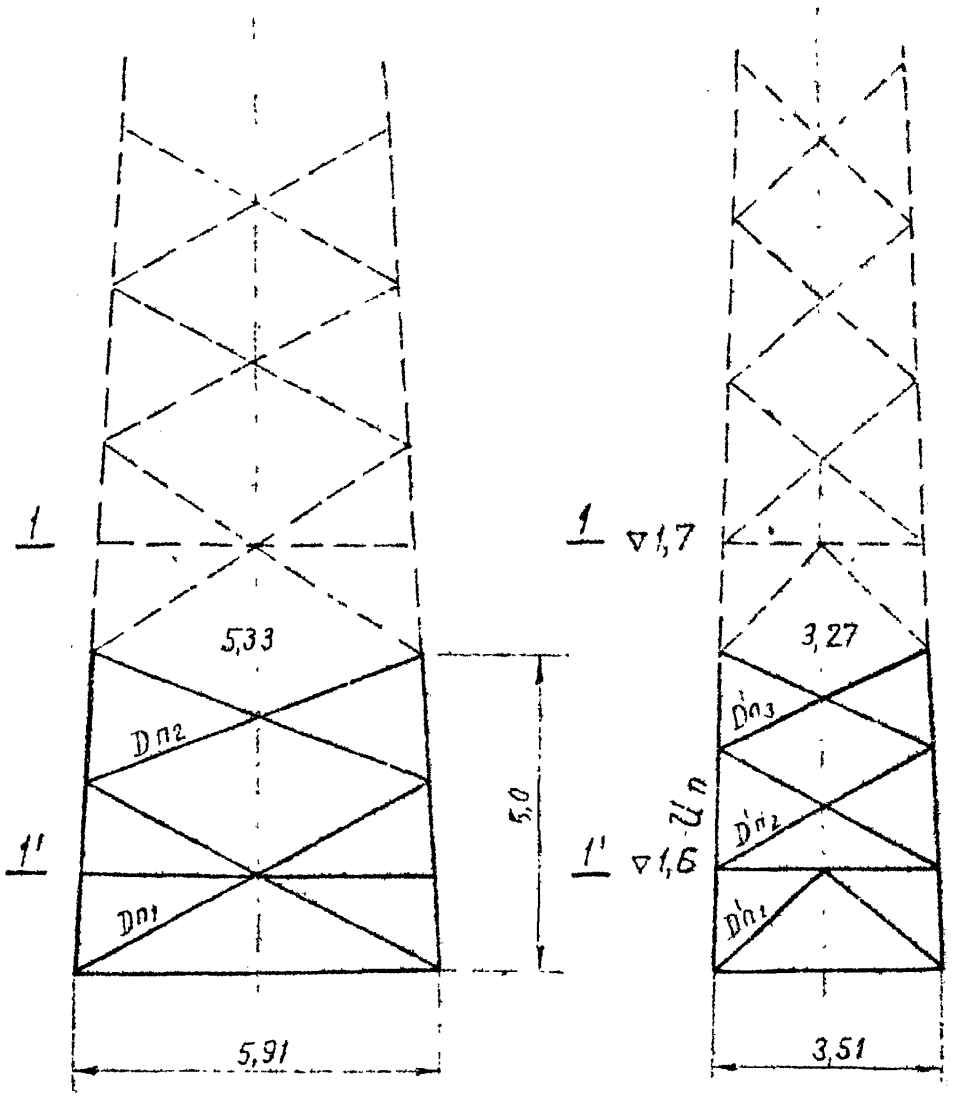
$\lambda_0 = 176 \times 0{,}782 = 138$ $\quad \varphi = 0{,}368$

$$\sigma = \frac{1400}{6{,}13 \times 0{,}368 \times 0{,}75} = 830\ кг/см^2$$

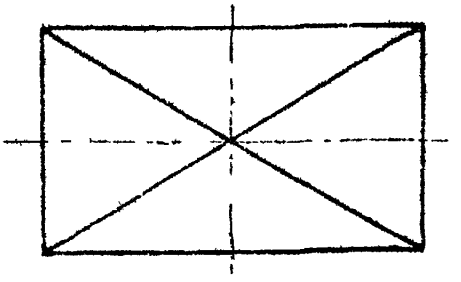
Раскосы D_{n_2} и D'_{n_2} - выполнены из $\angle 80\times 6$

Раскосы D'_{n_1}; D'_{n_2} и D'_{n_3} - —"— —"— $\angle 63\times 6$

Расчет подставки С57



по 1'–1'

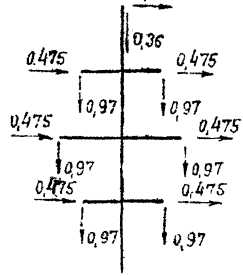


Расчет подставки С57 под опору П220-2

Расчет выполнен по схеме $I^{а}$, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П220-2 (см. расчет № 3080 тм-т2 лист 17/56).

Расчет пояса подставки

Схема $I^{а}$; I район гололеда, провод АС0-400; трос С-70;



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры K=1,4; при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до K=1,53.

Таким образом ветровое давление на нормальную опору, установленную на подставке увеличивается в $\frac{1,53}{1,4}$ = 1,09 раза, что и учтено в расчете

Изгибающие моменты и перерезывающие силы.

От ветра на провода и тросы Q_{II}	M_{II}	От ветра на конструкцию опоры Qw_{II}	Mw_{II}	$Qw_{\perp}$	$Mw_{\perp}$	Вертик нагрузки G
На отметке ▽ 1,7 + 5,0						
3,12	88,42	3,87×1,09 = 4,22т	78,98×1,09 = 86,0тм	4,0×1,09 = 4,36т	79,64×1,09 = 87,0тм	12,68т
На отметке ▽ 1,6			86,0		87,0	12,68
	88,42	4,22×5,1 =	21,6	4,36×5,1 =	22,3	0,165×5,1
3,12×5,1 =	15,9	0,45×2,55 =	1,15	0,45×2,55 =	1,15	= 0,84
3,12	104,32	4,57	108,75	4,81	110,45	13,52

Усилие в точке подставки:

$$U_п = \frac{104,32 + 108,75}{2 \times 5,72 \times 0,998} + \frac{110,45}{2 \times 3,55 \times 0,999} + \frac{13,52}{4 \times 0,999} =$$

$$= 18,6 + 15,6 + 3,39 = 37,59 \text{ т};$$

$\ell_x = 200$ см; L 140×9

$$\lambda = \frac{200 \times 1,14}{2,79} = 82 \quad \varphi = 0,738$$

$$\sigma = \frac{37590}{24,7 \times 0,738} = 2060 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены по формуле:

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

Схема III; IV район гололеда; провод АСО-400, трос С-70

$S_п = 2,08$ т;

$M_{кр} = 2,08 \times 6,4 = 13,3$ тм;

$M_{изг} = 2,08 \times 32,4 = 67,4$ тм;

$b_{уз.} = 3,43$ м $\quad \cos\beta' = 0,755$

$b_ш. = 5,73$ м $\quad \cos\beta = 0,883$

$$D'_{п_1} = \frac{\frac{2,08}{2} - \frac{67,4}{3,43} \times 0,025}{2 \times 0,755} + \frac{13,3}{4 \times 5,73 \times 0,755} =$$

$$= \frac{1,04 - 0,49}{2 \times 0,755} + 0,77 = 0,36 + 0,77 = 1,13 \text{ т}$$

$$D_{п_1} = \frac{13,3}{4 \times 3,43 \times 0,883} = 1,1 \text{ т}$$

D_{n_1} = 1,1 т; L 80×6 ℓ = 305 см;

$\lambda = \frac{305}{1,58} = 193$ $\varphi_p = 0,774$ $\lambda_0 = 193 \times 0,774 = 150 = [150]$

$\varphi = 0,32$

$$\sigma = \frac{1100}{9,38 \times 0,32 \times 0,75} = 490 \text{ кг/см}^2;$$

D'_{n_1} = 1,13 т; L 63×5; ℓ = 230 см;

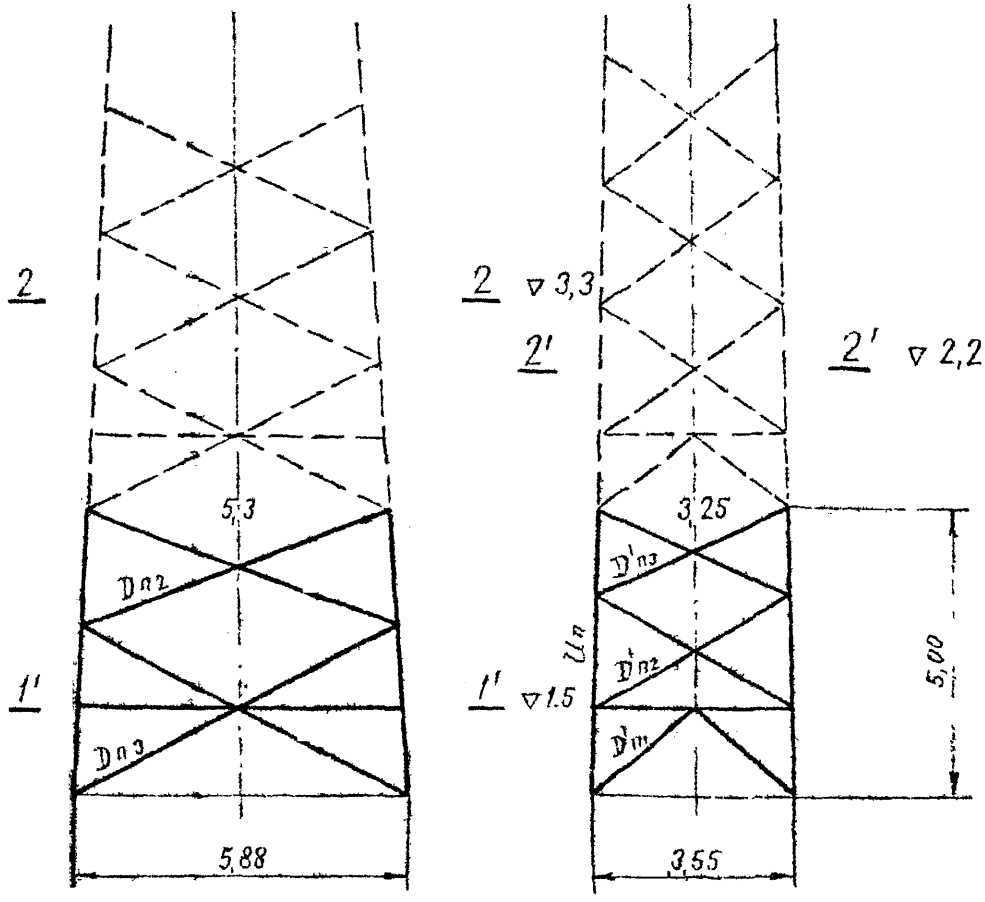
$\lambda = \frac{230}{1,25} = 184$ $\varphi_p = 0,778$ $\lambda_0 = 184 \times 0,778 = 143 < [150]$

φ 0,348 $\sigma = \frac{1130}{6,13 \times 0,348 \times 0,75} = 700$ кг/см2

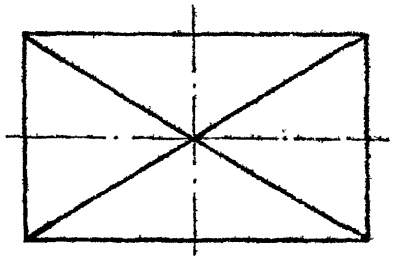
Раскосы D_{n_1} и D_{n_2} – выполнены из L 80×6

Раскосы D'_{n_1}, D'_{n_2} и D'_{n_3} – ——"—— из L 63×5

Расчет подставки С58



по 1-1

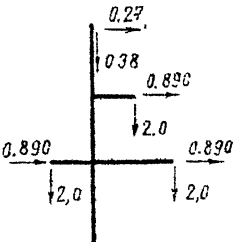


Расчет подставки - С 58 под опору П330-3

Расчет выполнен по схеме $\underline{I}^{а}$ являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П330-3 (см. расчет №3080 тм-т4 лист 17).

Расчет пояса подставки

Схема $\underline{I}^{а}$; $\underline{I}$ район гололеда, провод 2×АСО 400, трос С 70



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры K=1,4; при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до K=1,53.

Таким образом ветровое давление на нормальную опору установленную на подставке увеличивается в $\frac{1,53}{1,4}=1,09$ раза, что и учтено в расчете.

Изгибающие моменты и перерезывающие силы.

От ветра на провода и тросы $Q_п$	$M_п$	От ветра на конструкцию опоры $Q_{w_п}$	$M_{w_п}$	$Q_{w_\perp}$	$M_{w_\perp}$	Вертик. нагрузк G
На отметке ▽3,3÷5,0 и ▽						
2,94	89,8	3,33×1,09=3,63	61,6×1,09=67,4	4,11×1,09=4,48	78,95×1,09=86,0	12,5
На отметке ▽1,5						
	89,8		67,4		86,0	12,5
2,94×6,8=	20,0	3,63×6,8=	24,7	4,48×6,8=	30,5	0,5×6,8=3,4
		0,55×3,4=	1,87	0,7×3,4=	2,38	
2,94	109,8	4,18	93,7	5,18	118,88	15,9

Усилие в поясе подставки.

$$U_п = \frac{109,8 + 93,7}{2 \times 5,8 \times 0,998} + \frac{118,88}{2 \times 3,45 \times 0,999}$$

$$= 17,6 + 17,2 = 34,8\ т;$$

$\ell = 200\ см;$ $\quad L\ 125 \times 8$

$$\lambda = \frac{200 \times 1,14}{3,87} = 59 \qquad \varphi = 0,863$$

$$C = \frac{34800}{19,7 \times 0,863} = 2050\ кг/см^2$$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены по формуле:

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

Схема III, II район гололеда; провод 2×АСО-400; трос С-70

$S_п = 3,2\ т;$

$M_{кр} = 3,2 \times 8,3 = 26,6\ тм;$

$M_{из} = 3,2 \times 29,0 = 92,7\ тм,$

$b_{уз} = 3,45\ м;$ $\quad b_ш = 5,8\ м;$ $\quad Cos\beta = 0,891;$ $\quad Cos\beta = 0,766;$

$$D'_п = \frac{\frac{3,2}{2} - \frac{92,7}{3,45} \times 0,025}{2 \times 0,766} + \frac{26,6}{4 \times 5,8 \times 0,766} =$$

$$= \frac{1,6 - 0,67}{2 \times 0,766} + 1,5 = 0,61 + 1,5 = 2,11\ т,$$

$$D_п = \frac{26,6}{4 \times 3,45 \times 0,891} = 2,16\ т;$$

$D_{n_1} = 2{,}16$ т $\angle 80\times6$ $\ell = 305$ см;

$\lambda = \frac{305}{1{,}58} = 193$ $\mu_p = 0{,}774$ $\lambda_0 = 193 \times 0{,}774 = 150$

$\varphi = 0{,}32$

$$\sigma = \frac{2160}{9{,}38 \times 0{,}32 \times 0{,}75} = 960 \text{ кг/см}^2$$

$D'_{n_1} = 2{,}11$ т; $\angle 63\times5$ $\ell = 230$ см;

$\lambda = \frac{230}{1{,}25} = 184$ $\mu_p = 0{,}778$; $\lambda_0 = 184 \times 0{,}778 = 143$

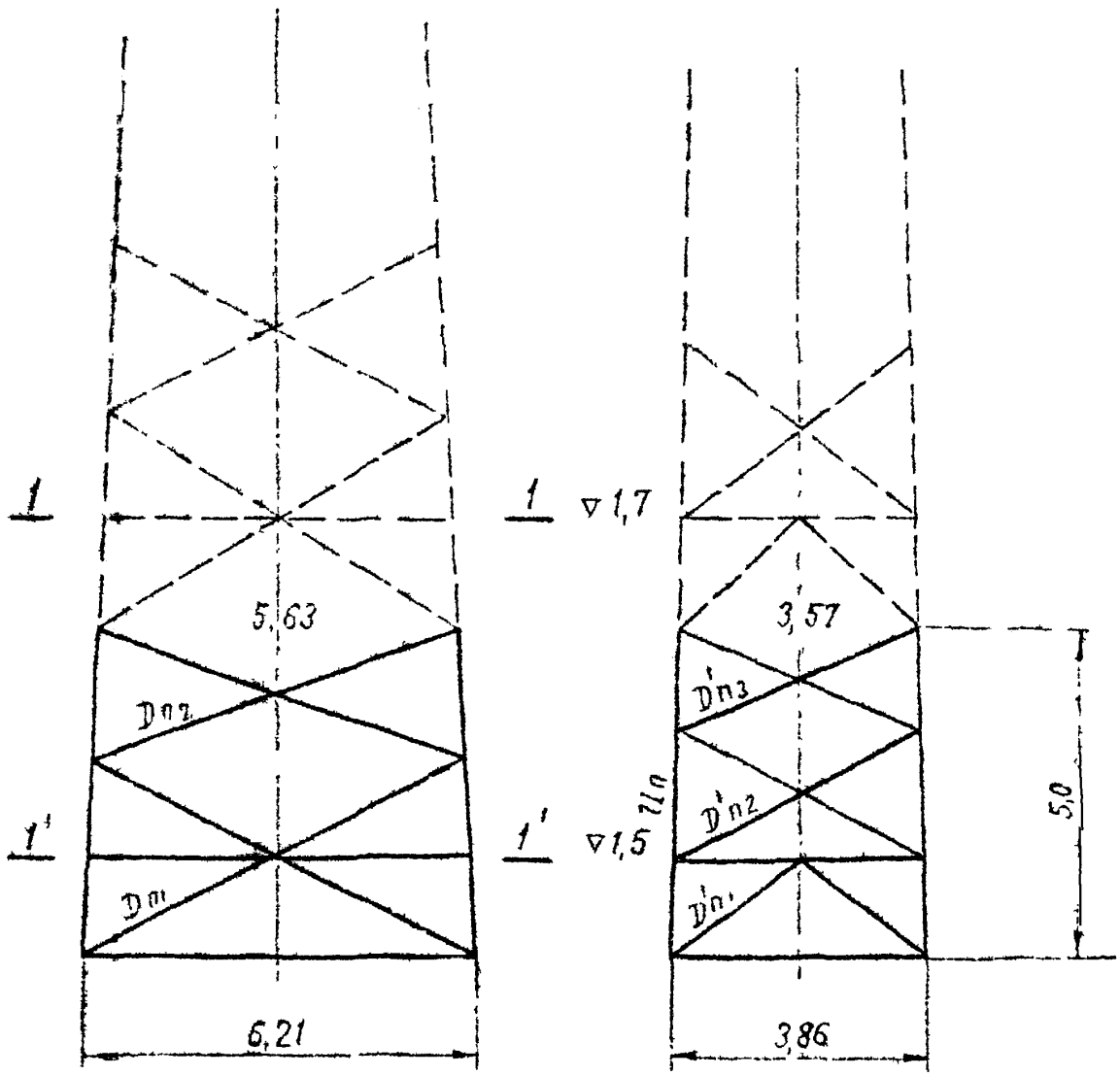
$\varphi = 0{,}348$

$$\sigma = \frac{2110}{6{,}13 \times 0{,}348 \times 0{,}75} = 1320 \text{ кг/см}^2$$

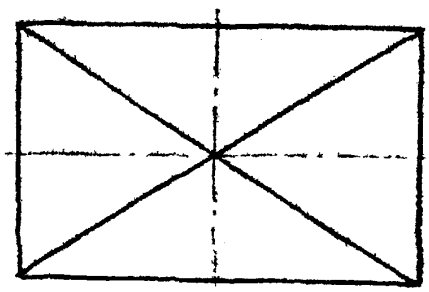
Раскосы D_{n_1} и D_{n_2} – выполнены из $\angle 80\times6$

Раскосы $D'_{n_1} \div D'_{n_3}$ – ——"—— из $\angle 63\times5$.

Расчет подставки С 59



по 1-1

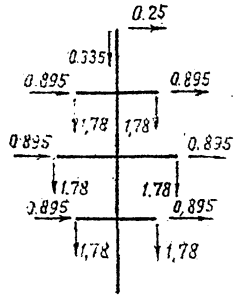


Расчет подставки С59 под опору П330-2

Расчет выполнен по схеме I^а, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П330-2.
(см. расчет №3080 тм-т4 лист 18/64)

Расчет пояса подставки

Схема I^а; I район гололеда; провод 2×АС0-400; трос С-70;



Средний коэффициент увеличения скоростного напора на ветвях нормальной опоры K=1,4, при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до K=1,53.

Таким образом ветровое давление на нормальную опору, установленную на подставке увеличивается в $\frac{1,53}{1,4}$ = 1,09 раза, что и учтено в расчете.

Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От ветра на провода и тросы		От ветра на конструкцию опоры				Вертик. нагрузка
Q_{w_n}	M_{w_n}	$Q_{w_\perp}$	$M_{w_\perp}$	$Q_{w_\perp}$	$M_{w_\perp}$	G
На отметке ▽ 1,7+5,0						
5,62	158,94	5,89×1,09= 6,42	124,47×1,09= 135,8	6,37×1,09= 6,95	127,0×1,09= 138,7	19,9
На отметке ▽1,5						
	158,94		135,8		138,7	19,9
5,62×5,2= 29,2		6,42×5,2=	33,4	6,95×5,2=	36,2	0,212×5,2
		0,645×2,6=	1,68	0,645×2,6=	1,68	=1,1
5,62	188,14	7,07	170,88	7,6	176,58	21,0

Усилие в поясе подставки:

$$U_n = \frac{188,14 + 170,88}{2 \times 6,0 \times 0,998} + \frac{176,59}{2 \times 3,8 \times 0,999} + \frac{21,0}{4 \times 0,999} =$$

$$= 29,9 + 23,2 + 5,25 = 58,35 т;$$

$\ell = 200$ см $\angle 160 \times 10$

$$\lambda = \frac{200 \times 1,14}{4,96} = 46 \qquad \varphi = 0,902$$

$$\sigma = \frac{58350}{3,14 \times 0,962} = 2060 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

Расчет раскосов подставки.

Усилия в раскосах определены по формуле:

$$D = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{из.}}{6} t_g \gamma}{2 \cos \beta} + \frac{M_{кр}}{4 \cdot 8 \cos \beta};$$

Схема III; IV район гололеда; провод 2×АСО-400; трос С-70

$S_n = 3,32$ т;

$M_{кр} = 3,32 \times 8,8 = 29,2$ тм;

$M_{из} = 3,32 \times 32,5 = 118,0$ тм;

$б_{из} = 3,8$ м, $\cos \beta' = 0,788$

$б_ш = 6,00$ м; $\cos \beta = 0,891$

$$D_n' = \frac{\frac{3,32}{2} - \frac{118,0}{3,8} \times 0,025}{2 \times 0,788} + \frac{29,2}{4 \times 6,0 \times 0,788} =$$

$$= \frac{1,66 - 0,78}{2 \times 0,788} + 1,54 = 0,49 + 1,54 = 2,03 т.$$

$$D_{n_1}' = \frac{29,2}{4 \times 3,8 \times 0,891} = 2,15 т.$$

$D_{п_1} = 2{,}15$ т $\angle 80 \times 6$ $\ell_1 = 305$ см

$\lambda = \frac{305}{1{,}58} = 193$ $\mu_p = 0{,}774$ $\lambda_0 = 193 \times 0{,}774 = 150$

$\varphi = 0{,}32$

$$\sigma = \frac{2150}{9{,}38 \times 0{,}32 \times 0{,}75} = 960 \text{ кг/см}^2$$

$D'_{п_1} = 2{,}03$ т; $\angle 63 \times 5$; $\ell = 230$ см;

$\lambda = \frac{230}{1{,}25} = 184$ $\mu_p = 0{,}778$ $\lambda_0 = 184 \times 0{,}778 = 143$

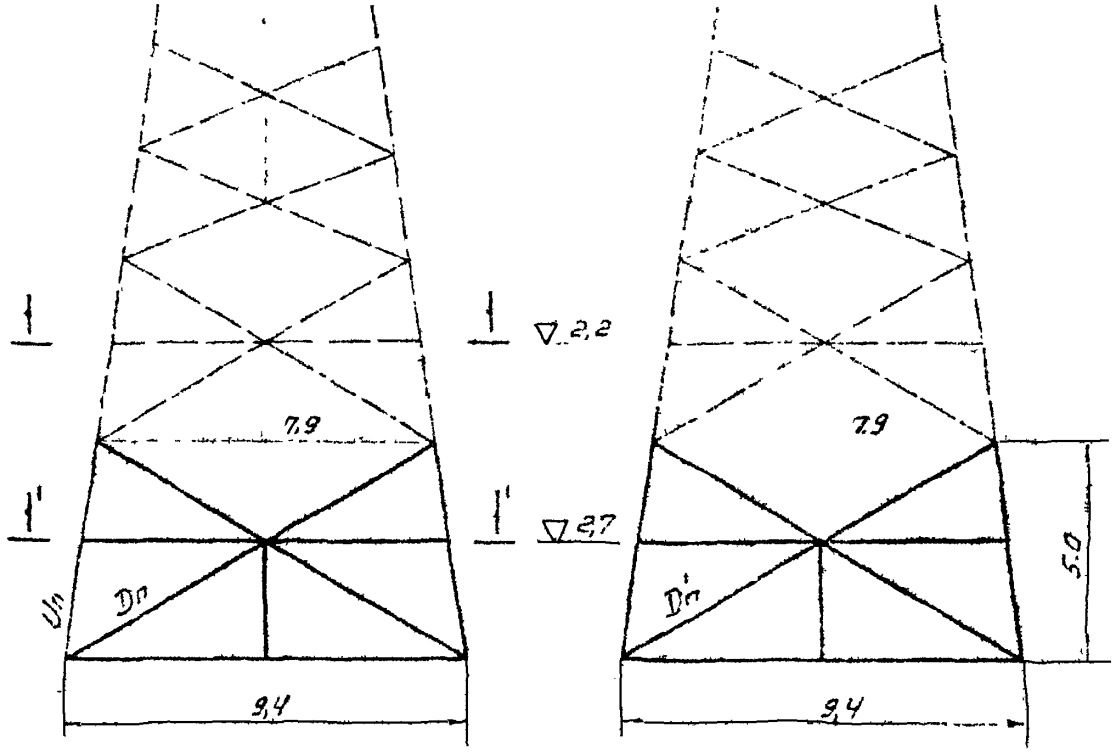
$\varphi = 0{,}348$

$$\sigma = \frac{2030}{6{,}13 \times 0{,}348 \times 0{,}75} = 1270 \text{ кг/см}^2$$

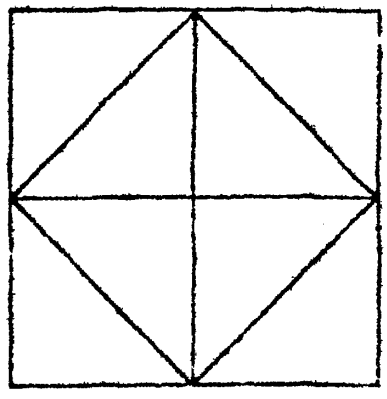
Раскосы $D_{п_1}$ и D_{1_2} – выполнены из $\angle 80 \times 6$

Раскосы $D'_{п_1}$, $D'_{п_2}$ и $D'_{п_3}$ ——"—— из $\angle 63 \times 5$

Расчет подставки С62



1'–1'

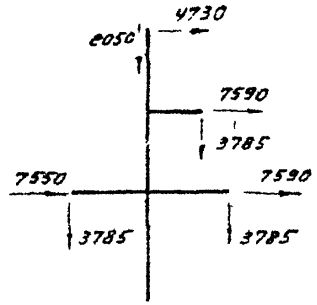


Расчет подставки СБ2 под опору У220-1

Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры У220-1 (см. расчет 3080тм-т3 лист 14/43)

Расчет пояса подставки

Схема II; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$; без разности тяжения; провод АСО-400; трос С-70



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры $K = 1,32$; при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до $K_p = 1.43$

Таким образом ветровое давление на нормальную опору, установленную на подставке увеличивается в $\frac{1.43}{1.32} = 1.08$ раз, 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}	$Q_{W_{II}}$	$M_{W_{II}}$	G
На отметке		▽ 2,2+5,0		
27,5	615,0	1,152×1.08 = 1,24	15,25×1,08 = 16,5	24,6
На отметке		▽ 27		
	615,0		16,5	24,6
27,5×4,5 =	123,8	1,24×4,5 =	5,57	0,35×4,5 = 1,57
		0,185×2,25 =	0,42	
27,5	738,8	1,43	22,49	26,17

Усилие в поясе подставки

$$U_n = \frac{738,8 + 22,49}{2 \times 8,6 \times 0,989} + \frac{26,17}{4 \times 0,989} = 44,7 + 6,6 = 51,3\ т$$

$\ell = 270$ см $\angle 160 \times 10$

$$\lambda = \frac{270 \times 1,14}{3,19} = 97; \quad \varphi = 0,627$$

$$\sigma = \frac{51300}{31,4 \times 0,627} = 2600 \ \frac{кг}{см^2} > 2100$$

$\angle 180 \times 11$; $\lambda = \frac{270 \times 1,14}{3,59} = 86$; $\varphi = 0,744$

$$\sigma = \frac{51300}{38,8 \times 0,744} = 1850 \ \frac{кг}{см^2} < 2100$$ берем $\angle 180 \times 11$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены по формуле.

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

I. Грань II оси траверс
Схема III; IV р-н гололед; $\alpha = 60$
(см. расчет № 3080 тм-т3 лист 15(43))

Изгибающие моменты M_{II} от гружения	от весовой нагрузки	Поперечная сила Q_{II}	Крутящий момент $M_{кр}$
На отметке ▽ 2,2 + 6,0			
18,52 408,8	30,6	18,52	36,2
На отметке ▽ 2,7			
408,8 / 18,52 × 4,5 = 83,2 / 492,0	30,6	18,52	35,2

$tg\gamma = 0,15$ $\beta = 29°$ $\cos\beta = 0,875$

$$D_n = \frac{\frac{18,52}{2} - \frac{492,0 + 30,6}{8,6} \cdot 0,15}{2 \times 0,875} + \frac{36,2}{2 \times 8,6 \times 0,875} =$$

$$= \frac{9,26 - 9,11}{1,75} + 2,4 = 0,09 + 2,4 = 2,49$$

$N_n = 2,49\ т$ $\quad \angle 140\times 9$ $\quad \ell = 540\ см$

$\lambda = \frac{540}{2,79} = 194$ $\quad \zeta_p = 0,773$ $\quad \lambda_0 = 194\times 0,773 = 150.$

$\varphi = 0,32$

$$\sigma = \frac{2490}{24,7\times 0,32\times 0,75} = 421\ кг/см^2$$

Грань $\perp$ осям траверс
Схема III концевая; IV р-н гололеда $d = 0$
(см. расчет №3080тм-т3 лист 17/43)

Изгибающие моменты от тяжения $M_\perp$	Поперечная сила $Q_\perp$	Крутящий момент $M_{кр.}$
На отметке ▽ 2,2+6,0		
15,5 356,3	15,5	71,8
На отметке ▽ 2,2		
$15,5\times 4,5 = \frac{356,3}{69,7}$ / $\frac{}{426,0}$	15,5	71,8

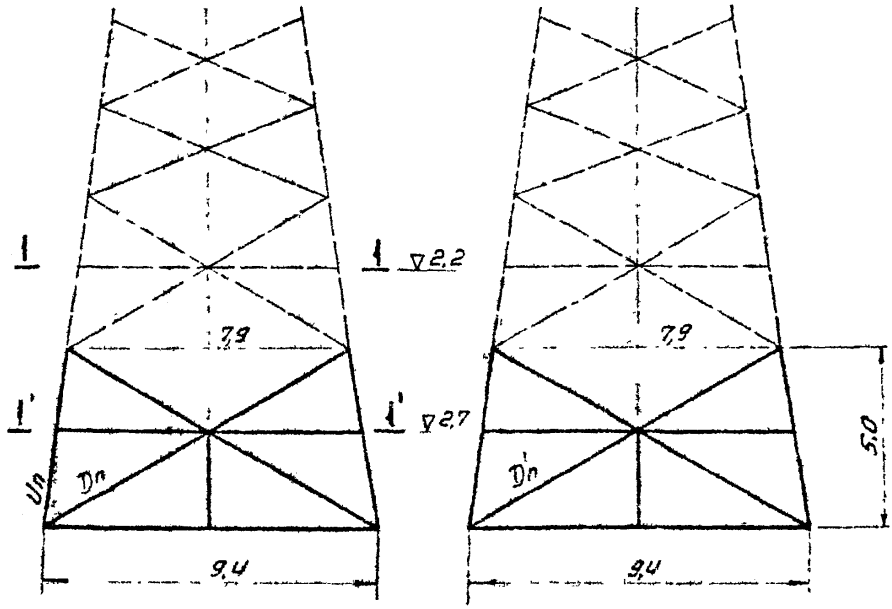
$$N'_n = \frac{\frac{15,5}{2} - \frac{426,0}{8,6}\cdot 0,15}{2\times 0,875} - \frac{71,8}{2\times 8,6\times 0,875} =$$

$$\frac{2,75 - 2,45}{1,75} + 4,77 = 0,17 + 4,77 = 4,94\ т$$

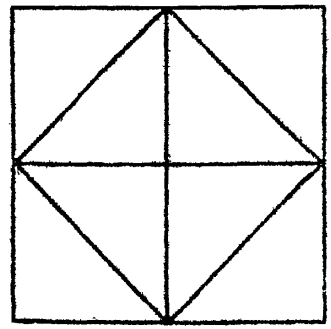
$N'_n = 4,94\ т$ $\quad \angle 140\times 9$ $\quad \ell = 540\ см$

$$\sigma = \frac{4940}{24,7\times 0,32\times 0,75} = 834\ кг/см^2$$

Расчет подставки С62



1'–1'

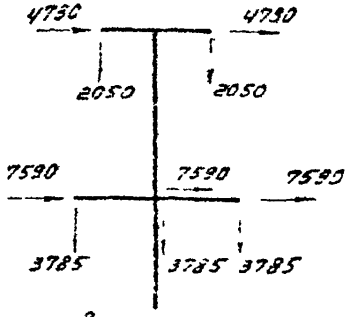


Расчет подставки С62 под опору У220-3

Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры У220-3 (см расчет 3080тм-т3 лист 28/43)

Расчет пояса подставки

Схема II; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$; без разности тяжений; провод АСО-400, трос С-70



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры $K = 1,3$; при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до $K = 1,42$

Таким образом ветровое давление на нормальную опору, установленную по подставке увеличивается в $\frac{1,42}{1,3} = 1,09$ раза, что и учтено в расчете

Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От нагрузок на провод и трос		От ветра на конструкцию опоры		Вертикальные нагрузки
Q_{II}	M_{II}	Q_{wII}	M_{wII}	G
На отметке ▽ 2,2 ÷ 5,0				
32,23	634,0	1,055 × 1,09 = 1,15	12,55 × 1,09 = 13,7	23,32
На отметке ▽ 2,7				
	634,0		13,7	23,32
32,23 × 4,5 =	145,0	1,15 × 4,5 =	5,17	0,355 × 4,5 = 1,6
		0,185 × 2,25 =	0,42	
	779,0		19,29	24,92

Усилие в поясе подставки

$$U_n = -\frac{779.0 \cdot 1.19.29}{2 \times 8,6 \times 0.989} + \frac{24,92}{4 \times 0.989} = 46,6 + 6,3 = 52,9\,т$$

$\ell = 270$ см $\angle 180 \times 11$

$$\lambda = \frac{270 \times 1.14}{3.59} = 86; \qquad \varphi = 0,714$$

$$\sigma = \frac{52900}{38,8 \times 0.714} = 1910\ кг/см^2 \quad < 2100$$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены по формуле

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

Грань II осям траверс
Схема III, IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$
(см. расчет № 3080 ТМ-Т3 лист 29/43)

Изгибающие моменты $M_и$ от натяжения	от весовой нагрузки	Поперечная сила $Q_и$	Крутящий момент $M_{кр}$
На отметке ▽ 2,2 + 5.0			
21,94 434,16	11,7	21,94	36,20
На отметке ▽ 2,7			
434,16 / 21,94 × 4,5 = 98,5 / 532,66	11,7	21,94	36,20

$tg\gamma = 0,15$ $\beta = 29°$ $\cos\beta = 0,875$

$$D_n = \frac{\frac{21,94}{2} - \frac{532,66 + 11,7}{8.6} \cdot 0,15}{2 \times 0.875} + \frac{36,20}{2 \times 8,6 \times 0.875} =$$

$$= \frac{10.97 - 9.48}{1.75} + 2,4 = 0,85 + 2,4 = 3,25\,т$$

$\angle 140 \times 9$ $\ell = 540$ см $\lambda = \frac{540}{2.79} = 194$

$\varphi_p = 0,773$, $\lambda_0 = 194 \times 0,773 = 150$; $\varphi = 0,32$

$$\sigma = \frac{3250}{24,7 \times 0,32 \times 0,75} = 548\ кг/см^2$$

Гронь ⊥ осям траверс
Схема III концевая; IV р-н гололеда ; $\alpha = 0$
(см. расчет №3080тм-т3 лист 30,43)

Изгибающие моменты от тяжения $M_{\perp}$	Поперечная сила $Q_{\perp}$	Крутящий момент $M_{кр}$
На отметке ▽ 2.2 + 5.0		
18.92 382,1	18,92	42.0
На отметке ▽ 2.7		
382.1 18,92 × 4,5 = 85,0 467.1	18,92	42.0

$$D'_n = \frac{\frac{18,92}{2} - \frac{467.1}{8.6} \times 0,15}{2 \times 0,875} + \frac{42.0}{2 \times 8,6 \times 0,875} =$$

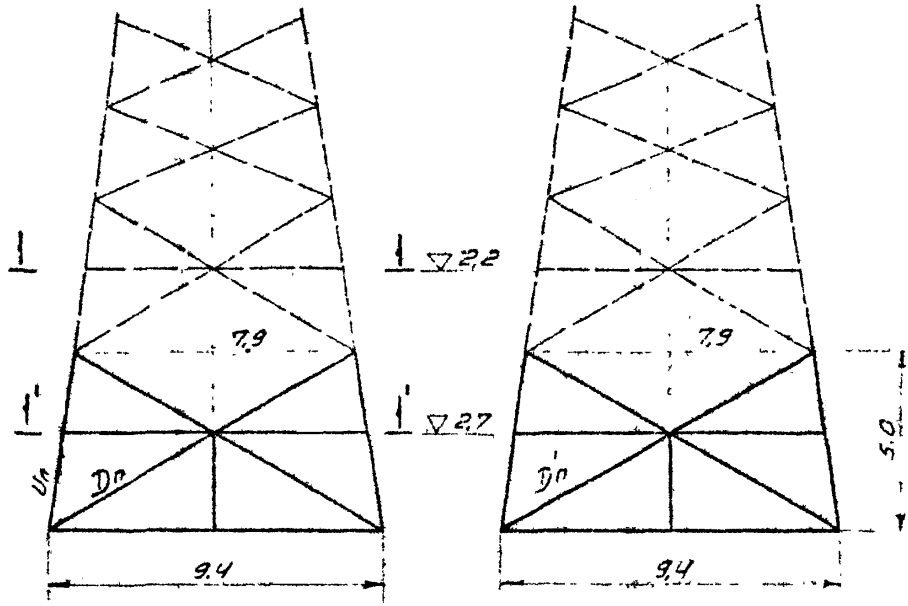
$$= \frac{9.46 - 8.15}{1,75} + 2,79 = 0,75 + 2.79 = 3,54\ т$$

$\angle 140 \times 9$; $\ell = 540$ см $\qquad \lambda = \frac{540}{2.79} = 194$

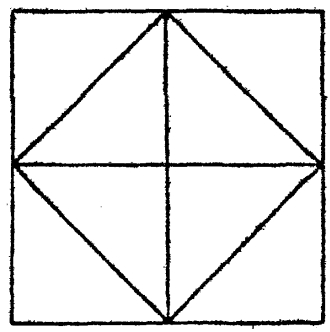
$\ell^{ef}_{p} = 0,773$; $\lambda_0 = 194 \times 0,773 = 150$; $\varphi = 0,32$

$$\sigma = \frac{3540}{24,7 \times 0,32 \times 0,75} = 598\ кг/см^2$$

Расчет подставки С63



1'–1'

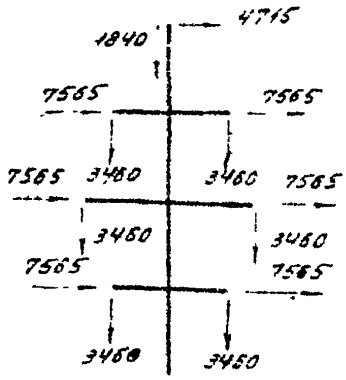


Расчет подставки С63 под опору У220-2

Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры У220-2 (см расчет 3080 тм-т3 лист 40/43)

Расчет пояса подставки

Схема II; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$, без разности тяжений; провод АСО-400; трос С-70



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры $K = 1,4$; при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до $K = 1,52$. Таким образом ветровое давление на нормальную опору, установленную на подставке увеличивается в $\frac{1,52}{1,4} = 1,09$ 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_{11}	M_{11}	Q_{W11}	M_{W11}	σ''
На отметке ▽ 2,2 + 5,0				
50,11	1262,5	1,73 × 1,09 = = 1,89	30,37 × 1,09 = = 33,1	37,85
На отметке ▽ 2,7				
	1262,5		33,1	37,85
50,11 × 4,5 =	225,0	1,89 × 4,5 =	8,5	0,4 × 4,5 = 1,8
50,11	1487,5	0,200 × 0,25 =	0,45	39,65
			42,05	

Усилие в поясе подставки

$$U_п = \frac{1487,5 + 42,05}{2 \times 8,6 \times 0,989} + \frac{39,65}{4 \times 0,989} = 90 + 10,05 = 100,05\ т$$

$l = 270$; $\angle 200 \times 16$

$$\lambda = \frac{270 \times 1,14}{3,96} = 78 \quad ; \quad \varphi = 0,762$$

$$\sigma = \frac{100\,500}{62 \times 0,762} = 2130\ кг/см^2 > 2100$$

$\angle 200 \times 25$ — $\lambda = \frac{270 \times 1,14}{3,91} = 79$; $\varphi = 0,756$

$$\sigma = \frac{100\,500}{94,3 \times 0,756} = 1410\ кг/см^2 < 2100$$

берем $\angle 200 \times 25$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены по формуле:

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

Грань II осям траверс
Схема III; IV р-м гололеда; $\alpha = 60°$
(см. расчет № 3080 тм-т3 лист-41(43))

Изгибающие моменты M_{II} от тяжения	от весовой нагрузки	Поперечная сила Q_{II}	Крутящий момент $M_{кр}$
На отметке ▽ 2,2 + 5,0			
36,57 918,7	10,65	36,57	36,2
На отметке ▽ 2,7			
918,7 36,57 × 4,5 = 169,0 1083,7	10,65	36,57	36,2

$tg\gamma = 0,15$ $\beta = 29°$ $\cos\beta = 0,875$

$$D_п = \frac{\frac{36,57}{2} - \frac{1083,7 + 10,65}{8,6} \cdot 0,15}{2 \times 0,875} + \frac{36,2}{4 \times 8,6 \times 0,875} =$$

$$\frac{18,3 - 19,1}{1,75} + 1,18 = -0,46 + 1,18 = 0,72\ т$$

$D_n = 0{,}72$ т $\angle 140\times9$ $\ell = 540$ см

$\lambda = \frac{540}{2{,}79} = 194$; $\varphi_p = 0{,}773$, $\lambda_0 = 194\times0{,}773 = 150$

$f = 0{,}32$

$$\sigma = \frac{720}{24{,}7\times0{,}32\times0{,}75} = 122 \text{ кг/см}^2$$

Гроань $\perp$ осям траверс
Схема III концевая, IV р-н гололеда; $\alpha = 0$
(см. расчет № 3080 тм-т3 лист 42/43).

Изгибающие моменты от тяжения $M_\perp$	Поперечная сила $Q_\perp$	Крутящий момент $M_{кр}$
На отметке	▽ 2,2+5,0	
33,52 846,1	33,52	41,6
На отметке	▽ 2,7	
846,1		
33,52 × 4,5 = 151,0		
997,1	33,52	41,6

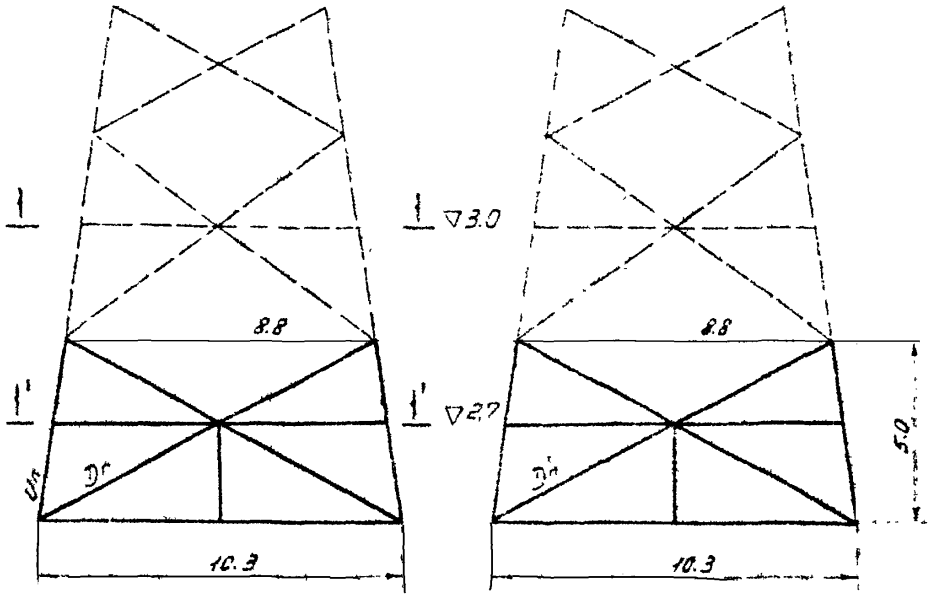
$$D_n' = \frac{\frac{33{,}52}{2} - \frac{997{,}1}{86}\times0{,}15}{2\times0{,}875} + \frac{41{,}6}{2\times8{,}6\times0{,}875} =$$

$$= \frac{16{,}76 - 16{,}95}{1{,}75} + 2{,}77 = -0{,}11 + 2{,}77 = 2{,}66$$

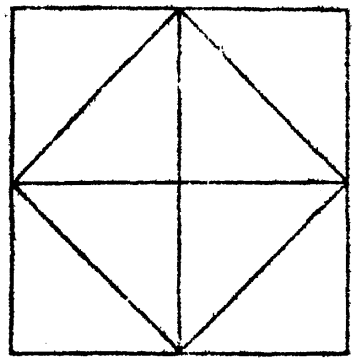
$\angle 140\times9$; $\ell = 540$

$$\sigma = \frac{2660}{24{,}7\times0{,}32\times0{,}75} = 450 \text{ кг/см}^2$$

Расчет подставки с69



1'-1'

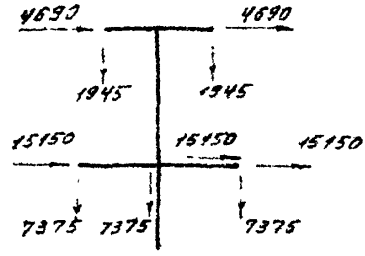


Расчет подставки СБ9 под опору У330-3

Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры У330-3 (см. расчет № 3080 тм-т5 32/53)

Расчет пояса подставки

Схема II; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$ без разности натяжений; провод 2×АСО-400; трос С-70



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры $K = 1,3$;
при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до $K = 1,312$

Таким образом ветровое давление на нормальную опору, установленную на подставке увеличивается в $\frac{1,42}{1,3} = 1,09$ раза, что и учтено в расчете

Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От нагрузок на провода и трос			От ветра на конструкцию		Вертикальные нагрузки
Q_{II}	M_{II}	M_{II}	Q_{wII}	M_{wII}	G
На отметке ▽ 3.0 ÷ 5.0					
54,83		998,3	$\frac{4.06}{4.8} \times 1,09 = 0,92$	$15,3 \times 1,09 = 16,7$	40,55
На отметке ▽ 2,7					
		998,3		16,7	40,55
$54,83 \times 5,3 =$		290,0	$0,92 \times 5,3 =$	4,87	$0,57 \times 5,3 =$ 3,02
		1288,3	$0,256 \times 2,65 =$	0,68	
				22,25	43,57

Усилие в поясе подставки

$$U_п = \frac{1288,3 + 22,25}{2 \times 9,5 \times 0,989} + \frac{43,57}{4 \times 0,989} = 69,8 + 11,0 = 80,8 т$$

$l = 220$ см ; $\angle 200 \times 16$

$$\lambda = \frac{220 \times 1,14}{3,96} = 78 ; \quad \varphi = 0,752$$

$$\sigma = \frac{80\,800}{62,0 \times 0,752} = 1710 \text{ кг/см}^2 \quad \angle 2100$$

Расчет раскосов подставки

Усилие в раскосах определены по формуле:

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

Грань II осям траверс

Схема III; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$ без разности тяжений

(см. расчет № 3080 тм-т 5 лист 33/53)

Изгибающие моменты M_{II} от тяжения	от весовой нагрузки	Поперечная сила Q_{II}	Крутящий момент $M_{кр}$
На отметке	▽ 3.0 + 5.0		
36,95 684,8	26.0	36.95	84.0
На отметке	▽ 2.7		
684.8 36,95 × 5,3 = 196.0 880.8	26.0	36.95	84.0

$tg\gamma = 0,15$ $\beta = 28$ $\cos\beta = 0,883$

$$D_п = \frac{\frac{36.95}{2} - \frac{880.8 + 26.0}{9.5} \times 0,15}{2 \times 0,883} + \frac{84.0}{4 \times 9.5 \times 0,883} =$$

$$\frac{18,475 - 14.3}{1,766} + 2,51 = 2,36 + 2,51 = 4,87 т$$

$D_n = 4{,}87$ т ; ∠ 160×10 $\ell = 580$ см

$\lambda = \frac{580}{3{,}19} = 182$, $\varphi_p = 0{,}779$, $\lambda_c = 182 \times 0{,}779 = 142$

$\varphi = 0{,}352$

$$\sigma = \frac{4870}{31{,}4 \times 0{,}352 \times 0{,}75} = 588 \text{ кг/см}^2$$

Грань ⊥ осям траверс

Взято III, концевая; IV р-н гололеда; $\alpha = 0$
(см расчет № 3080 тм-т5 лист 35/53)

Изгибающие моменты от тяжения $M_\perp$		Поперечная сила $Q_\perp$	Крутящий момент $M_{кр}$
На отметке ▽ 3,0 + 5,0			
30,9	573,4	30,9	96,8
На отметке ▽ 2,7			
30,9 × 5,3 =	164,0	30,9	96,8
	737,4		

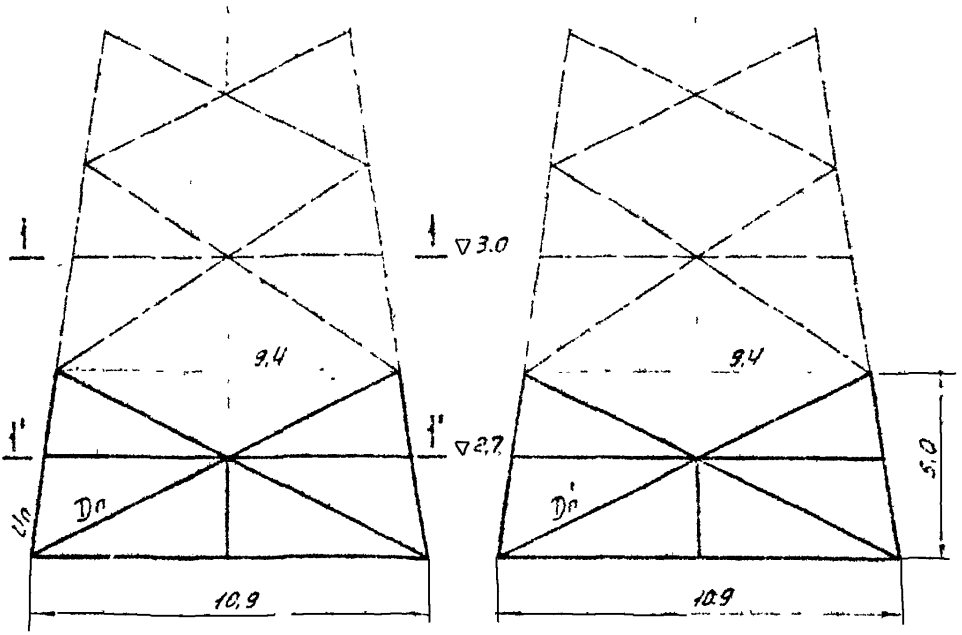
$$D'_n = \frac{\frac{30{,}9}{2} - \frac{737{,}4}{9{,}5} \times 0{,}15}{2 \times 0{,}883} + \frac{96{,}8}{4 \times 9{,}5 \times 0{,}883} =$$

$$= \frac{15{,}45 - 11{,}64}{1{,}766} + 2{,}89 = 2{,}15 + 2{,}89 = 5{,}04 \text{ т}$$

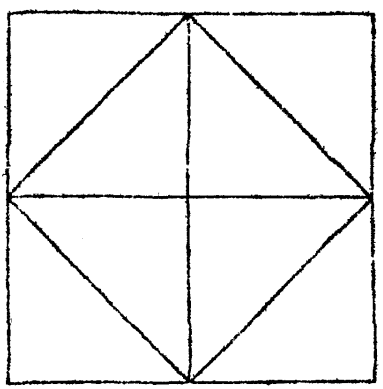
∠ 160 × 10 ; $\ell = 580$ см

$$\sigma = \frac{5040}{31{,}4 \times 0{,}352 \times 0{,}75} = 607 \text{ кг/см}^2$$

Расчет подставки С 70



1'–1'

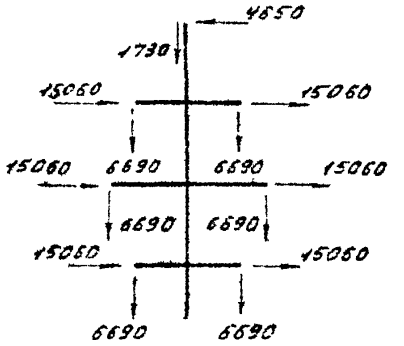


Расчет подставки С70 под опору У330-2

Расчет выполнен по схеме II являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры У330-2 (см. расчет № 3080тм-т5 лист 45/53)

Расчет пояса подставки

Схема II; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$ без разности тяжения; провод 2×АСО-400; трос С-70



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

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

Изгибающие моменты и перерезывающие силы

От нагрузок на провода и трос		От ветра на конструкции опоры		Вертикальные нагрузки
Q_{II}	M_{II}	$Q_{w\,II}$	$M_{w\,II}$	G
На отметке ▽ 3,0÷5,0				
35,00	2294,3	$\frac{7,61}{4,8} \times 1,08 = 1,72$	$35,8 \times 1,08 = 38,7$	70,44
На отметке ▽ 2,7				
	2294,3		38,7	70,44
$35,0 \times 5,3 =$	563,0	$1,72 \times 5,3 =$	9,12	$0,82 \times 5,3 = 4,35$
	2797,3	$0,248 \times 2,65 =$	0,66	74,79
			48,48	

Усилие в поясе подставки

$$U_n = \frac{2797.3 + 48.48}{2 \times 10,0 \times 0,989} + \frac{74.79}{4 \times 0,989} = 144 + 18.9 = 162,9\ т$$

$l = 270$ см $\angle$ 200 × 30

$$\lambda = \frac{270 \times 1.14}{3,89} = 79, \quad \varphi = 0,758$$

$$\sigma = \frac{162900}{111,5 \times 0,758} = 1930\ кг/см^2 < 2100$$

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены по формуле.

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

Грань II осям траверс
Схема III; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$ без разности
(см. расчет № 3080 тм - т 5 лист 46/53)

Изгибающие моменты $M_и$ от тяжения	от весовой нагрузки	Поперечная сила $Q_и$	Крутящий момент $M_{кр}$
На отметке ▽ 3.0 ÷ 5.0			
69.3 1677,8	26	69,3	92,5
На отметке ▽ 2,7			
1677,8 69,3 × 5,3 = 367,0 2044,8	26	69,3	92,5

$tg\gamma = 0,15$ $\beta = 26°$ $\cos\beta = 0,899$

$$D_n = \frac{\frac{69.3}{2} - \frac{2044,8 + 26.0}{10.0} \times 0,15}{2 \times 0,899} + \frac{92,5}{4 \times 10,0 \times 0,899} =$$

$$\frac{34,65 - 31,1}{1,798} + 2,58 = 1,98 + 2,58 = 4,56\ т$$

$D_n = 4,56$ т ; $\angle$ 160×10 $\ell = 600$ см

$\lambda = \frac{600}{9,19} = 188$; $\lambda_p^2 = 0,776$; $\lambda_o = 188 \times 0,776 = 146 < 150$

$\varphi = 0,336$

$$\sigma = \frac{4560}{31,4 \times 0,336 \times 0,75} = 577 \text{ кг/см}^2$$

Грань $\perp$ осям трёберс

Схема III, концевая, IV р-м гололеда; $\gamma = 0$
(см. расчет №3080тм-т5 лист 47, 53)

Изгибающие моменты от тяжения $M_\perp$	Поперечная сила $Q_\perp$	Крутящий момент $M_{кр}$
На отметке ▽ 3,0 ÷ 5,0		
63,3 1536,7	63,3	106,8
На отметке ▽ 2,7		
1536,7		
63,5 × 5,3 = 336,5	63,3	106,8
1873,2		

$$D_n' = \frac{63,3 - \frac{1873,2}{10,0} \times 0,15}{2 \times 0,899} + \frac{106,8}{4 \times 10,0 \times 0,899} =$$

$$= \frac{31,65 - 28,1}{1,798} + 2,97 = 1,98 + 2,97 = 4,95 \text{ т}$$

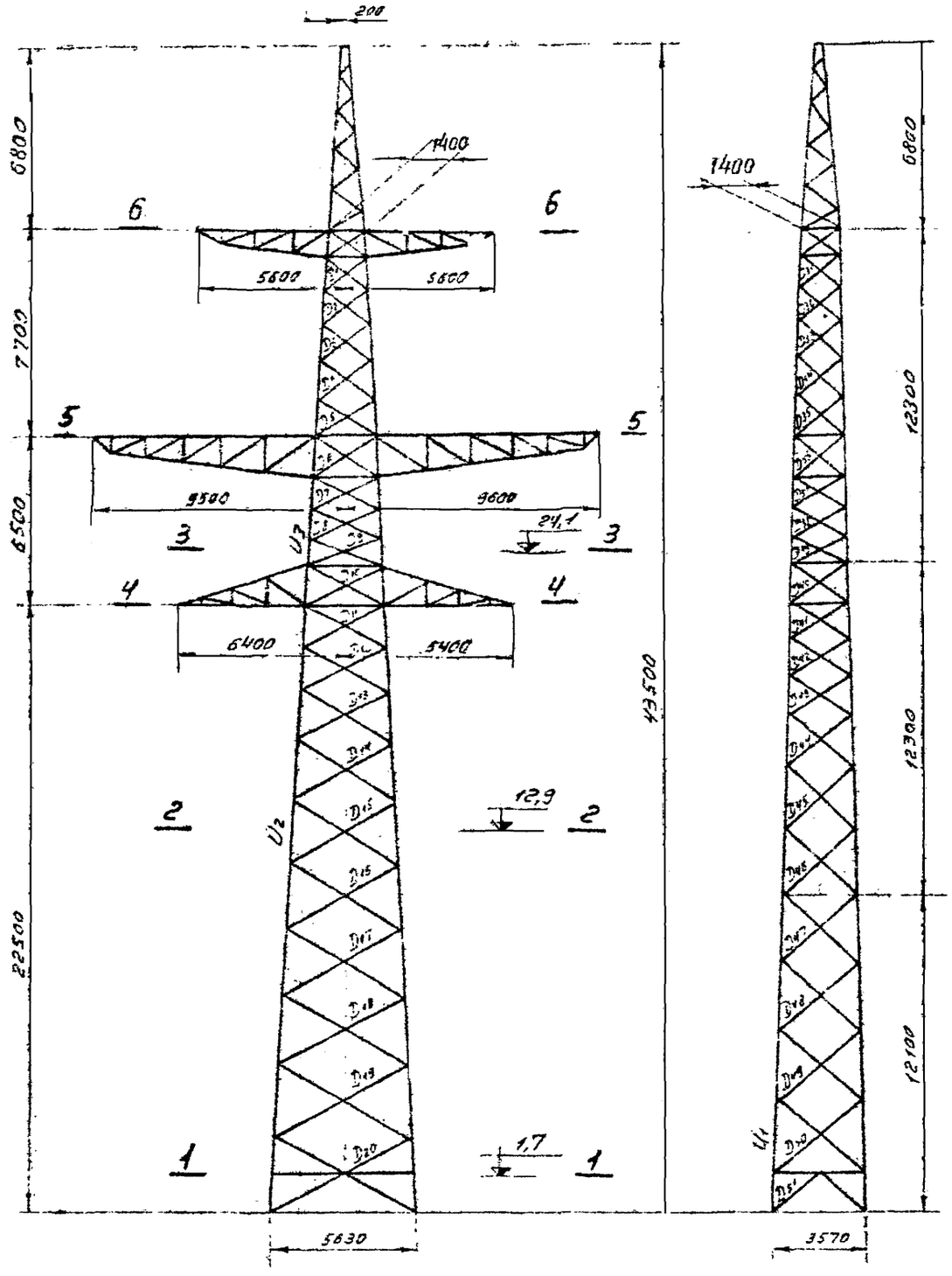
$\ell = 600$ см ; $\angle$ 160×10

$$\sigma = \frac{4950}{31,4 \times 0,336 \times 0,75} = 625 \text{ кг/см}^2$$

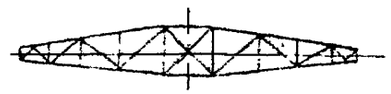
Расчет выполнил /Лебенкова/

Расчет проверил /Макарева/

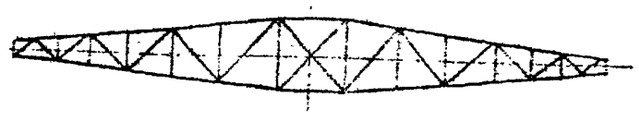
ПС 330-6



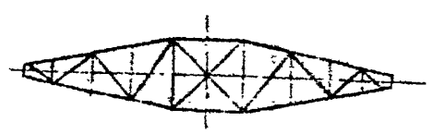
Сечение 6-6



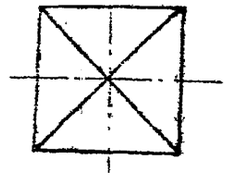
Сечение 5-5



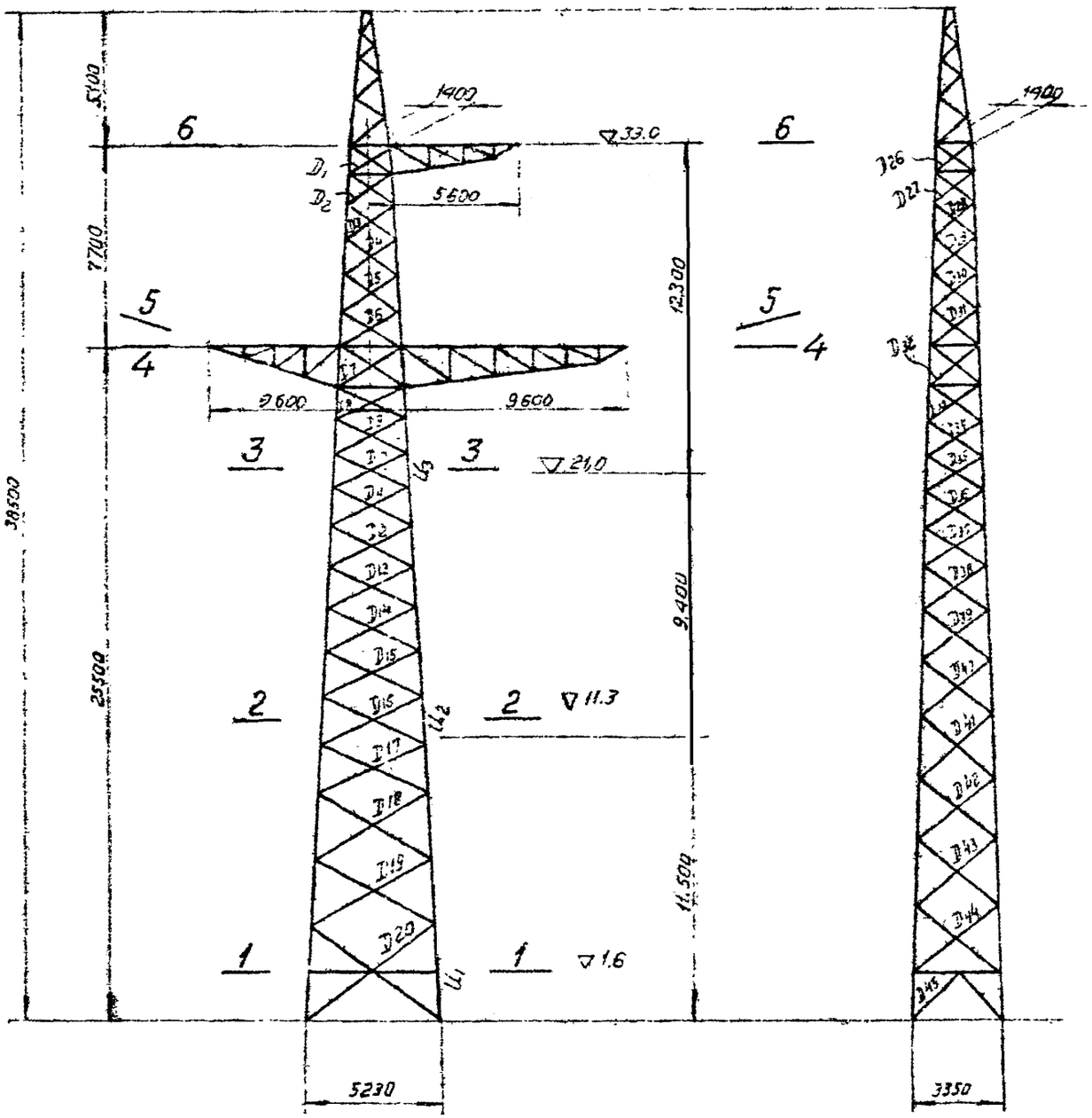
Сечение 4-4



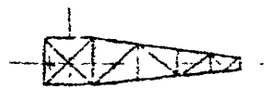
Сечение 1-1



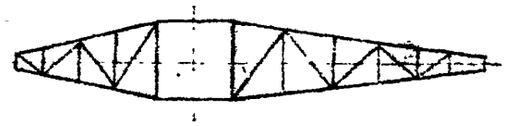
ПС 330-5



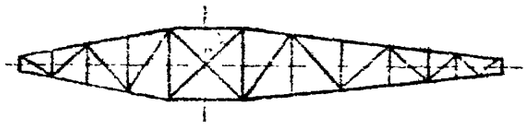
Сечение 6-6



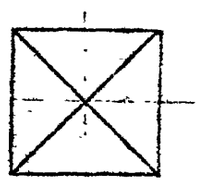
Сечение 5-5



Сечение 4-4



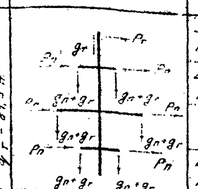
Сечение 1-1



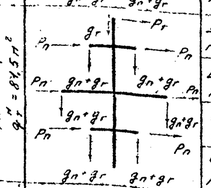
Нагрузки на двухцепную промежуточную опору ВЛ 330кв. Шифр ПС 330-6.

Таблица №1

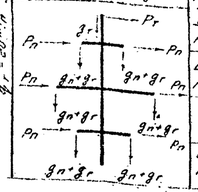
№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозн	I район гололеда: 2×АСО-300			2×АСО-400			С-70		
					$L_{ветр}$	395 м								
					$P_{вес}$	495 м								
					$L_{габ}$	395 м								
						нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	норм	n	расчетн
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_n^н=60$ кг/м², $q_т^н=81{,}5$ м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	905	1,2	1085	1050	1,2	1260	300	1,2	360
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	1100	1,1	1210	1490	1,1	1640	305	1,1	335
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	1225	—	1350	1615	—	1780	305	—	335
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под ∠45° к оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_n^н=60$ кг/м², $q_т^н=81{,}5$ м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	640	1,2	770	745	1,2	895	210	1,2	250
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	1100	1,1	1210	1490	1,1	1640	305	1,1	335
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	1225	—	1350	1615	—	1780	305	—	335
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $q_n^н=15{,}0$ кг/м², $C=5$ ÷ 20 мм, $q_т^н=20$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	480	1,4	670	530	1,4	745	200	1,4	280
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	1100 395	1,1 2,0	1210 790	1490 445	1,1 2,0	1640 890	305 115	1,1 2,0	335 230
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	1620	—	2140	2060	—	2670	420	—	565



№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозн	II район гололеда: 2×АСО-300			2×АСО-400			С-70		
					$L_{ветр}$	395 м								
					$P_{вес}$	490 м			495 м			495 м		
					$L_{габ}$	390 м			395 м			—		
						нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_n^н=60$ кг/м², $q_т^н=81{,}5$ м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	905	1,2	1085	1050	1,2	1260	300	1,2	360
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	1090	1,1	1200	1490	1,1	1640	305	1,1	335
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	1215	—	1340	1615	—	1780	305	—	335
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под ∠45° к оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_n^н=60$ кг/м², $q_т^н=81{,}5$ м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	640	1,2	770	745	1,2	895	210	1,2	250
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	1090	1,1	1200	1490	1,1	1640	305	1,1	335
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	1275	—	1340	1615	—	1780	305	—	335
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $q_n^н=15{,}0$ кг/м², $C=5$ ÷ 20 мм, $q_т^н=20$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	620	1,4	870	670	1,4	940	295	1,4	415
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	1090 930	1,1 2,0	1200 1860	1490 1040	1,1 2,0	1640 2080	305 295	1,1 2,0	335 590
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	2145	—	3200	2655	—	3860	600	—	925



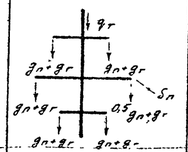
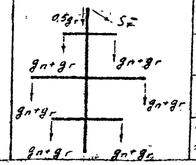
№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозн	III район гололеда: 2×АСО-300			2×АСО-400			С-70		
					$L_{ветр}$	395 м								
					$P_{вес}$	425 м			455 м			455 м		
					$L_{габ}$	340 м			365 м			—		
						нормат	n	расчет	норм	n	расч	норм	n	расч
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_n^н=60$ кг/м², $q_т^н=81{,}5$ м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	905	1,2	1085	1050	1,2	1260	300	1,2	360
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	945	1,1	1040	1365	1,1	1500	280	1,1	910
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	1070	—	1180	1490	—	1640	280	1,1	910
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под ∠45° к оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_n^н=60$ кг/м², $q_т^н=81{,}5$ м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	640	1,2	770	745	1,2	835	210	1,2	250
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	945	1,1	1040	1365	1,1	1500	280	1,1	310
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	1070	—	1180	1490	—	1640	280	—	310
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $q_n^н=15{,}0$ кг/м², $C=5$ ÷ 20 мм, $q_т^н=20$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	765	1,4	1070	815	1,4	1140	390	1,4	550
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	945 1385	1,1 2,0	1040 2770	1365 1625	1,1 2,0	1500* 3250	280 500	1,1 2,0	310 1000
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	2455	—	3950	3115	—	4890	780	—	1310



№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозн	IV район гололеда: 2×АСО-300			2×АСО-400			С-70		
					$L_{ветр}$	395 м								
					$P_{вес}$	380 м			415 м			415 м		
					$L_{габ}$	305 м			330 м			—		
						норм	n	расч	норм	n	расч	норм	n	расч
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_n^н=60$ кг/м², $q_т^н=81{,}5$ м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	905	1,2	1085	1050	1,2	1260	300	1,2	360
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	845	1,1	930	1245	1,1	1370	255	1,1	280
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	970	—	1070	1370	—	1510	255	—	280
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под ∠45° к оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_n^н=60$ кг/м², $q_т^н=81{,}5$ м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	640	1,2	770	745	1,2	895	210	1,2	250
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	845	1,1	930	1245	1,1	1370	255	1,1	280
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	970	—	1070	1370	—	1510	255	—	280
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $q_n^н=15{,}0$ кг/м², $C=5$ ÷ 20 мм, $q_т^н=20$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n, $P_т$	900	1,4	1260	960	1,4	1340	485	1,4	680
				Вес пролета провода, троса	g_n, $g_т$	845 1870	1,1 2,0	930 3740	1245 2220	1,1 2,0	1370 4440	255 725	1,1 2,0	280 1450
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$, $g_т$	2965	—	4945	3590	—	5950	980	—	1730

N3081 ... ТР

Продолжение таблицы №1

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозн.	I район гололеда: 2×АСО-300			2×АСО-400			С-70		
					$l_{встр}$	395 м								
					$l_{вес}$	495 м								
					$l_{газ}$	395 м								
						нормат.	n	расчет	нормат.	n	расчет.	норм	n	расчет.
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору	$t=-5°C$; $Q=0$; $q^н=0$		Тяжение провода при обрыве	$S_п$	1890	1,3×0,8=1,04	1965	2440	1,3×0,8=1,04	2540	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	1100	1,1	1210	1490	1,1	1640	305	1,1	335
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	1225	—	1350	1615		1780	305	—	335
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения	$t=-5°C$; $Q=0$; $q^н=0$		Тяжение троса при обрыве.	$S_т$	—	—	—	—		—	1440	1,3×0,8=1,04	1500
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	1100	1,1	1210	1490	1,1	1640	305	1,1	335
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	1225	—	1350	1615	—	1780	305	—	335

№№ схем	Обозн.	II район гололеда: 2×АСО-300			2×АСО-400			С-70		
	$l_{встр}$	395 м								
	$l_{вес}$	490 м			495 м			495 м		
	$l_{газ}$	390 м			395 м			—		
		нормат.	n	расчет	нормат.	n	расч.	нормат.	n	расч.
III	$S_п$	2365	1,3×0,8=1,04	2460	2980	1,3×0,8=1,04	3100	—	—	—
	$g_п$ $g_т$	1090	1,1	1200	1490	1,1	1640	305	1,1	335
	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
	$g_п+g_г$ $g_т$	1215	—	1340	1615		1780	305	—	335
IV	$S_т$	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500
	$g_п$ $g_т$	1090	1,1	1200	1490	1,1	1640	305	1,1	335
	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
	$g_п+g_г$ $g_т$	1215	—	1340	1615	—	1780	305	—	335

№№ схем	Обозн.	III район гололеда: 2×АСО-300			2×АСО-400			С-70		
	$l_{встр}$	395 м								
	$l_{вес}$	425 м			455 м			455 м		
	$l_{газ}$	340 м			365 м			—		
		нормат.	n	расч.	нормат.	n	расч.	нормат.	n	расч.
III	$S_п$	2365	1,3×0,8=1,04	2460	3190	1,3×0,8=1,04	3320	—	—	—
	$g_п$ $g_т$	945	1,1	1040	1365	1,1	1500	280	1,1	310
	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
	$g_п+g_г$ $g_т$	1070	—	1180	1490	—	1640	280		310
IV	$S_т$	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500
	$g_п$ $g_т$	945	1,1	1040	1365	1,1	1500	280	1,1	310
	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
	$g_п+g_г$ $g_т$	1070	—	1180	1490	—	1640	280	—	310

№№ схем	Обозн.	IV район гололеда: 2×АСО-300			2×АСО-400			С-70		
	$l_{встр}$	395 м								
	$l_{вес}$	380 м			415 м			415 м		
	$l_{газ}$	305 м			330 м			—		
		нормат.	n	расч.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчет.
III	$S_п$	2365	1,3×0,8=1,04	2460	3190	1,3×0,8=1,04	3320	—	—	—
	$g_п$ $g_т$	845	1,1	930	1245	1,1	1370	255	1,1	280
	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
	$g_п+g_г$ $g_т$	970	—	1070	1370	—	1510	255	—	280
IV	$S_т$	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500
	$g_п$ $g_т$	845	1,1	930	1245	1,1	1370	255	1,1	280
	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
	$g_п+g_г$ $g_т$	970	—	1070	1370	—	1510	255	—	280

1. Высота центра тяжести троса = 33,3 м

$$q_т^н = 1{,}63 \times 50 = 81{,}5 \text{ кг/м}^2$$

2. Высота центра тяжести провода 17,9 м

$$g_п^н = 60 \text{ кг/м}^2.$$

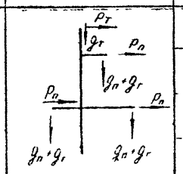
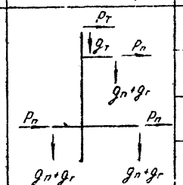
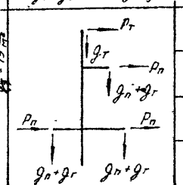
3. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания $K = 0{,}8$

4. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_{т\,max} = 40$ кг/мм²

5. Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг

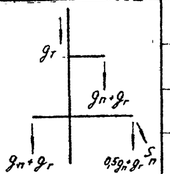
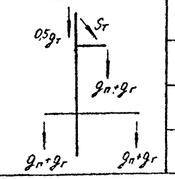
Нагрузки на одноцепные промежуточные опоры ВЛ 330 кв ПС330-5 и ПС330-7

Таблица №2.

N схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Вид нагрузок	Обозначение	I. район гололеда									II. район гололеда									III. район гололеда									IV. район гололеда								
						2×АСО-300			2×АСО-400			С-70			2×АСО-300			2×АСО-400			С-70			2×АСО-300			2×АСО-400			С-70			2×АСО-300			2×АСО-400			С-70		
					$C_{ветр}$	450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м		
					$C_{вес}$	565м			565м			565м			550м			565м			565м			480м			515м			515м			425м			465м			465м		
					$C_{габ}$	450м			450м			—			440м			450м			—			385м			410м			—			340м			370м			—		
						Нормат.	П	расчетн	Нормат.	П	расчетн	Нормат	П	расчетн.	Нормат	П	расчетн	Нормат	П	расчетн.	Нормат	П	расчетн	Нормат	П	расчетн	Нормат	П	расчетн	Нормат	П	расчетн	Нормат	П	расчетн	Нормат	П	расчетн	Нормат	П	расчетн
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_п^н=50\ кг/м^2$, $q_т^н=76\ кг/м^2$		Давление ветра на пролет провода, троса.	$p_п$ $p_т$	910	1,2	1090	1050	1,2	1265	320	1,2	385	910	1,2	1090	1050	1,2	1265	320	1,2	385	910	1,2	1090	1050	1,2	1265	320	1,2	385	910	1,2	1090	1050	1,2	1265	320	1,2	385
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	1260	1,1	1390	1690	1,1	1865	345	1,1	380	1225	1,1	1345	1690	1,1	1865	345	1,1	380	1065	1,1	1170	1545	1,1	1700	315	1,1	345	945	1,1	1035	1395	1,1	1535	285	1,1	315
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	1385	—	1530	1815	—	2005	345	—	380	1350	—	1485	1815	—	2005	345	—	380	1190	—	1310	1670	—	1840	315	—	345	1070	—	1175	1520	—	1675	285	—	315
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под L 45° к оси траверс	$t=-5°C$, $C=0$, $q_п^н=50\ кг/м^2$, $q_т^н=76\ кг/м^2$		Давление ветра на пролет провода, троса	$p_п$ $p_т$	645	1,2	775	740	1,2	890	225	1,2	270	645	1,2	775	740	1,2	890	225	1,2	270	645	1,2	775	740	1,2	890	225	1,2	270	645	1,2	775	740	1,2	890	225	1,2	270
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ $g_т$	1260	1,1	1390	1690	1,1	1865	345	1,1	380	1225	1,1	1345	1690	1,1	1865	345	1,1	380	1065	1,1	1170	1545	1,1	1700	315	1,1	345	945	1,1	1035	1395	1,1	1535	285	1,1	315
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ $g_т$	1385	—	1530	1815	—	2005	345	—	380	1350	—	1485	1815	—	2005	345	1,1	380	1190	—	1310	1670	—	1840	315	—	345	1070	—	1175	1520	—	1675	285	—	315
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс	$t=-5°C$ $C=5\div10$ $q_п^н=12,5\ кг/м^2$ $C=15\div20$ мм, $q_п^н=14,0\ кг/м^2$ $q_т^н=19\ кг/м^2$		Давление ветра на пролет провода, троса	$p_п$ $p_т$	450	1,4	630	505	1,4	710	215	1,4	300	585	1,4	820	640	1,4	900	320	1,4	450	810	1,4	1040	865	1,4	1210	420	1,4	590	965	1,4	1350	1030	1,4	1440	520	1,4	730
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ $g_т$	1260 450	1,1 2,0	1390 900	1690 510	1,1 2,0	1865 1020	345 130	1,1 2,0	380 260	1225 1040	1,1 2,0	1345 2080	1690 1190	1,1 2,0	1865 2380	345 335	1,1 2,0	380 670	1065 1565	1,1 2,0	1170 3130	1545 1840	1,1 2,0	1700 3680	315 565	1,1 2,0	345 1130	945 2085	1,1 2,0	1035 4170	1395 2480	1,1 2,0	1535 4960	285 815	1,1 2,0	315 1630
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	1835	—	2430	2325	—	3025	475	—	640	2390	—	3565	3005	—	4385	680	—	1050	2755	—	4440	3510	—	5520	880	—	1475	3155	—	5345	4000	—	6635	1100	—	1945

Нагрузки на одноцепные промежуточные опоры 330 кв ПС 330-5 и ПС 330-7

продолжение таблицы № 2

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда									II район гололеда									III район гололеда									IV район гололеда								
						2×АСО-300			2×АСО-400			С-70			2×АСО-300			2×АСО-400			С-70			2×АСО-300			2×АСО-400			С-70			2×АСО-300			2×АСО-400			С-70		
					ℓ стр	450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м		
					ℓ вес	565м			565м			565м			550м			565м			565м			480м			515м			515м			425м			465м			465м		
					ℓ габ	450м			450м			—			440м			450м			—			385м			410м			—			340м			370м			—		
						нормат.	П	расчетн	нормат	П	расчетн	нормат	П	расчетн	Нормат.	П	расчетн	Нормат	П	расчетн	Нормат	П	расчетн.	Нормат	П	расчетн	Нормат.	П	расчетн	Нормат	П	расчетн	Нормат	П	расчетн	Нормат	П	расчетн	нормат	П	расчетн
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору	$t=-5°C$ $C=0$ $q_н=0$		Тяжение провода при обрыве	$S_п$	1940	1,3×0,8=1,04	2020	2460	1,3×0,8=1,04	2560	—	—	—	2380	1,3×0,8=1,04	2480	3075	1,3×0,8=1,04	3200	—	—	—	2380	1,3×0,8=1,04	2480	3190	1,3×0,8=1,04	3320	—	—	—	2380	1,3×0,8=1,04	2480	3190	1,3×0,8=1,04	3320	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ $q_т$	1260	1,1	1390	1690	1,1	1865	345	1,1	380	1225	1,1	1345	1690	1,1	1865	345	1,1	380	1065	1,1	1170	1545	1,1	1700	315	1,1	345	945	1,1	1035	1395	1,1	1535	285	1,1	315
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ $q_т$	1385	—	1530	1815	—	2005	345	—	380	1350	—	1485	1815	—	2005	345	—	380	1190	—	1310	1670	—	1840	315	—	345	1070	—	1175	1520	—	1675	285	—	315
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения.	$t=-5°C$ $C=0$ $q_н=0$		Тяжение троса при обрыве	$S_т$	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ $q_т$	1260	1,1	1390	1690	1,1	1865	345	1,1	380	1225	1,1	1345	1690	1,1	1865	345	1,1	380	1065	1,1	1170	1545	1,1	1700	315	1,1	345	945	1,1	1035	1395	1,1	1535	285	1,1	315
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—	125	1,1	140	125	1,1	140	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ $q_т$	1385	—	1530	1815	—	2005	345	—	380	1350	—	1485	1815	—	2005	345	1,1	380	1190	—	1310	1670	—	1840	315	—	345	1070	—	1175	1520	—	1675	285	—	315

Примечания

1. Высота центра тяжести троса на опоре ПС 330-5 $H_{тр}=27,5$м. Нормативный скоростной напор $q_т^н=1,52\times50=76,0$ кг/м².
2. Высота центра тяжести провода $H_{пр}=14,8$м, $q_п^н=50$ кг/м².
3. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8.
4. Максимальное допускаемое напряжение в тросе в I ÷ IV районах гололеда $\sigma_{max}=40$ кг/мм².
5. Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.
6. Нормативный скоростной напор для троса на опоре ПС 330-7 принят условно таким же, как на опоре ПС 330-5.

Давление ветра на конструкцию опоры ПС 330-Б по схемам I и I-а

Таблица №3

Эскиз и сведения отметка секций (м)	Коэффициент	Скоростной напор (кг/м²)	Площадь элемента (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma F_1}{S}$	Аэродинамический коэффициент лобовой силы $C_{ф} = C_{ф} \cdot \varphi \cdot \eta$	η	Аэродинамический коэффициент $C_{пр} = C_{ф}(1+\varepsilon)$	Нормативная ветровая нагр без учета коэффициента динамики (кг) при ветре ⊥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S$	при ветре под ∠45° ⊥ трав. $P_{\perp} = 0,8 P$	при ветре под ∠45° ∥ траверсе $F_{\perp} = 0,8 F$	Расчетная ветровая нагр с учетом коэфф. динамики $\beta = 1,35$ и коэфф. перегр. $n = 1,2$ (кг) при ветре ктраб $P_p = q_0 C_{пр} \beta n S$	при ветре под ∠45° ⊥ трав. $P_{\perp} = 0,8 P_p$	при ветре под ∠45° ∥ траверсе $P_{\parallel} = 0,8 P_p$
4,85 / 2,4 / ▽36,00		1,71	86	1,13	2,50	0,45	0,63	0,47	0,926	75×2 [2] (170)	110×2 [3]	75×2 [3]	120×2	180×2	120×2
8,5 / 4,7 / ▽23,15		1,56	78	2,15	7,95	0,27	0,378	0,765	0,669	185×2 [2] (415)	270×2 [3]	185×2 [3]	300×2	440×2	300×2
3,25 / 1,5 / 4,9 / ▽33,25		1,42	71	0,96	3,7	0,26	0,364	0,75	0,637	65×2 [2] (140)	90×2 [3]	65×2 [3]	105×2	145×2	105×2
0,2 / 2,0 / 1,4 / ▽40,00		1,8	90	1,33	5,6	0,24	0,336	0,78	0,599	300	240	240	485	390	390
1,4 / 18,1 / 2,80 / 2,10 / ▽30,45		1,59	80	5,84 / 5,39	26,1 / 21,8	0,224 / 0,247	0,314 / 0,346	0,78 / 0,78	0,56 / 0,615	1170 / 1070	935	935	1730	1520	1520
2,80 / 18,3 / 4,26 / 2,10 / 2,87 / ▽18,25		1,20	60	7,62 / 6,76	43,5 / 30,7	0,175 / 0,22	0,245 / 0,308	0,875 / 0,84	0,45 / 0,567	1300 / 1130	1040	1040	1830	1690	1690
4,26 / 2,87 / 2,4 / 5,68 / 3,57 / ▽6,05		1,0	50	8,45 / 7,05	59,0 / 38,4	0,143 / 0,184	0,200 / 0,252	0,93 / 0,92	0,386 / 0,495	1140 / 950	910	910	1540	1475	1475
									Итого	4100	4065	3775	6635	6605	6125

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 $P_{\perp} = 0,65 P_{тр}$, а $P_{\parallel} = 0,45 P_{тр}$.
4. Ветровые нагрузки на секции опоры P, указанные в числителе определены при направлении ветра ⊥ траверсе; величины в знаменателе - при направлении ветра ∥ траверсе.

Давление ветра на конструкцию опоры ПС 330-5 по схемам I и I^а

Таблица № 4

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэфф. увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор $q_н$ (кг/м²)	Площадь элементов фермы f_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэфф. заполнения $\varphi = \frac{f_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент плоской фермы $C_{ф} = C_i \cdot \varphi = 1{,}4\varphi$	η	Аэродинамический коэффициент пространственной фермы $C_{пр} = C_{ф}(1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэфф. динамики (кг): При ветре II траверсе $P = q_c C_{пр} S$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0{,}8P$	При ветре под ∠45°: $P_{\parallel} = 0{,}8P$	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики $\beta = 1{,}35$ и коэфф. перегр. $\eta = 1{,}2$ (кг): При ветре II траверсе $P = q_c C_{пр} S \beta$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0{,}8P$	При ветре под ∠45°: $P_{\parallel} = 0{,}8P$
Верхняя траверса	1,2; 32,5; 4,85	1,63	82	0,87	2,42	0,36	0,50	0,57	0,79	71 2) 157	102 3)	71 3)	115	165	115
Нижняя траверса	1,7; 26,3; 8,5	1,48	74	2,06	8,6	0,24	0,336	0,78	0,61	175 2) (390)	250 3)	175 3)	285	410	285
Нижняя траверса	4,8; 1,7; 26,3	1,48	74	1,02	4,09	0,25	0,35	0,76	0,62	85 2) (185)	120 3)	85 3)	140	195	140
Трассоотвод	0,2; 5,5; 35,75; 1,9	1,69	84,5	1,09	4,4	0,25	0,35	0,76	0,62	230	180	180	375	290	290
Верхняя секция	1,9; 1,9; 12,1; 27,0; 2,80; 2,1	1,5	75	5,64 / 5,30	25,4 / 21,2	0,222 / 0,25	0,31 / 0,35	0,79 / 0,76	0,55 / 0,61	(1050) / 970	840	775	1570	1360	1250
Средняя секция	2,80; 2,1; 16,2; 3,9; 2,7	1,04	52	4,60 / 4,15	31,5 / 22,6	0,148 / 0,184	0,208 / 0,268	0,91 / 0,83	0,40 / 0,49	(630) / 565	505	450	920	815	710
Нижняя секция	3,9; 2,7; 11,5; 5,70; 5,23; 3,35	1,0	50	6,20 / 4,95	52,4 / 34,6	0,118 / 0,143	0,165 / 0,200	0,98 / 0,90	0,34 / 0,38	(890) / 650	710	530	1070	1160	860
								Итого:		2760	2710	2270	4470	4395	3650

Примечания:

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсе $P_{тр}$, 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 $P_\perp = 0{,}65 P_{тр}$, а $P_{\parallel} = 0{,}45 P_{тр}$
4. При направлении ветра ⊥ траверсе давление ветра указано в числителе. При направлении ветра ∥ траверсе давление ветра указано в знаменателе.

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры ПС330-6

Таблица №5

Сечения, отметки и базы	Схема I, I район гололеда			Схема I^a, I район гололеда				Схема II, IV район гололеда	
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальная нагрузка G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G т	Изгибающие моменты от нагрузок на провод и трос M_{II} и от ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$	Вертикальные нагрузки G (т)
	от нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры: II траверсе $M_{W_{II}}$	⊥ траверсе $M_{W_{\perp}}$			
3-3 ▽ 24,0 $B_{ш}$ = 2,79 м. 3'-3' ▽ 24,1 $B_{уз}$ = 2,11 м $\cos\beta_{ш}$ = 0,958 $\cos\beta_{уз}$ = 0,999	0,360 × 19,5 = 7,04 2 × 1,26 × 12,5 = 31,5 2 × 1,26 × 5,0 = 12,6 5,40 M_{II} = 51,14	0,485 × 16,0 = 7,75 1,73 × 6,25 = 10,8 2 × 0,12 × 12,0 = 2,88 2 × 0,300 × 5,85 = 3,51 3,055 $M_{W_{II}}$ = 24,94	0,335 × 1 = 0,335 1,78 × 4 = 7,12 0,212 × 19,5 = 4,14 11,595	0,25 × 19,5 = 4,89 2 × 0,895 × 12,5 = 22,4 2 × 0,895 × 5,0 = 8,95 3,83 M_{II} = 36,24	0,390 × 19,5 = 7,6 1,52 × 6,25 = 9,5 2 × 0,12 × 12,0 = 2,88 2 × 0,300 × 5,85 = 3,51 2,75 $M_{W_{II}}$ = 23,49	0,390 × 19,4 = 7,57 1,52 × 6,3 = 9,59 2 × 0,180 × 11,9 = 4,29 2 × 0,440 × 5,75 = 5,06 3,15 $M_{W_{\perp}}$ = 26,51	0,335 × 1 = 0,335 1,78 × 4 = 7,12 0,212 × 19,5 = 4,14 11,60	0,68 × 19,5 = 13,30 1,34 × 12,5 × 2 = 33,5 1,34 × 5,0 × 2 = 13,4 6,04 M_{II} = 60,2 $M_{W_{II}} = \frac{24,94}{4,8}$ = 5,2	1,73 × 1 = 1,73 5,95 × 4 = 23,80 0,212 × 19,5 = 4,14 29,67
	$U_3 = \frac{51,14 + 24,94}{2 \times 0,998 \times 2,79} + \frac{11,6}{4 \times 0,998}$ = 13,68 + 2,9 = 16,58 т			$U_3 = \frac{36,24 + 23,49}{2 \times 0,998 \times 2,79} + \frac{26,51}{2 \times 0,999 \times 2,11} + \frac{11,6}{4 \times 0,998}$ = 10,72 + 6,28 + 2,9 = 19,9 т				$U_3 = \frac{60,2 + 5,2}{2 \times 0,998 \times 2,79} + \frac{29,67}{4 \times 0,998}$ = 11,72 + 7,43 = 19,15 т	
2-2 ▽ 12,9 $B_{ш}$ = 4,08 м 2'-2' ▽ 11,9 м $B_{уз}$ = 2,83 м $\cos\beta_{ш}$ = 0,998 $\cos\beta_{уз}$ = 0,999	51,14 5,40 × 11,1 = 59,9 2 × 1,26 × 9,6 = 24,2 7,92 M_{II} = 135,24	24,94 3,055 × 11,1 = 33,8 1,83 × 5,55 = 10,2 2 × 0,105 × 10,35 = 2,18 5,1 $M_{W_{II}}$ = 71,12	11,60 2 × 1,78 = 3,56 0,212 × 11,1 = 2,36 17,52	36,24 3,83 × 11,1 = 42,5 2 × 0,895 × 9,6 = 17,2 5,62 M_{II} = 95,94	23,49 2 × 0,105 × 10,35 = 2,18 1,69 × 5,55 = 9,35 2,75 × 11,1 = 30,5 4,65 $M_{W_{II}}$ = 65,52	26,51 3,15 × 12,2 = 28,4 2 × 0,145 × 10,6 = 3,07 1,69 × 6,1 = 10,3 5,13 $M_{W_{\perp}}$ = 68,28	11,60 2 × 1,78 = 3,56 0,212 × 11,1 = 2,36 17,52	60,2 6,04 × 11,1 = 67,0 1,34 × 2 × 9,6 = 25,8 8,72 M_{II} = 153,0 $M_{W_{II}} = \frac{71,12}{4,8}$ = 1,48	29,67 5,95 × 2 = 11,90 0,212 × 11,1 = 2,36 43,93 т
	$U_2 = \frac{135,24 + 71,12}{2 \times 0,998 \times 4,08} + \frac{17,52}{4 \times 0,998}$ = 25,4 + 4,38 = 29,78 т			$U_2 = \frac{95,94 + 65,52}{2 \times 0,998 \times 4,08} + \frac{68,28}{2 \times 0,999 \times 2,83} + \frac{17,52}{4 \times 0,998}$ = 19,8 + 12,1 + 4,38 = 36,28 т				$U_2 = \frac{153,0 + 14,8}{2 \times 0,998 \times 4,08} + \frac{43,93}{4 \times 0,998}$ = 20,5 + 11,05 = 33,55 т	
1-1 ▽ 1,7 $B_{ш}$ = 5,54 м $B_{уз}$ = 3,46 м $\cos\beta_{ш}$ = 0,998 $\cos\beta_{уз}$ = 0,999	135,24 7,92 × 11,2 = 88,9 M_{II} = 224,14 7,92	71,12 5,1 × 11,2 = 57,1 1,54 × 5,6 = 8,62 6,64 $M_{W_{II}}$ = 136,84	17,52 0,212 × 11,2 = 2,38 19,9	95,94 5,62 × 11,2 = 63,0 5,62 M_{II} = 158,94	65,52 11,65 × 11,2 = 52,0 1,24 × 5,6 = 6,95 5,89 $M_{W_{II}}$ = 124,47	68,28 5,13 × 10,2 = 52,4 1,24 × 5,1 = 6,32 5,37 $M_{W_{\perp}}$ = 127,0	17,52 0,212 × 11,2 = 2,38 19,9	153,0 8,72 × 11,2 = 97,6 8,72 M_{II} = 250,6 $M_{W_{II}} = \frac{136,84}{4,8}$ = 28,5	43,93 0,212 × 11,2 = 2,38 46,21
	$U_1 = \frac{224,14 + 136,84}{2 \times 0,998 \times 5,54} + \frac{29,9}{4 \times 0,998}$ = 32,6 + 4,97 = 37,57			$U_1 = \frac{158,94 + 124,47}{2 \times 0,998 \times 5,54} + \frac{127,0}{2 \times 0,999 \times 3,46} + \frac{19,9}{4 \times 0,998}$ = 26,5 + 18,36 + 4,97 = 49,83 т				$U_1 = \frac{250,6 + 28,5}{2 \times 5,54 \times 0,998} + \frac{46,21}{4 \times 0,998}$ = 25,2 + 11,6 = 36,8 т	

Примечание:

1. Усилия в поясах ствола опоры подсчитаны по формуле

$$U_n = \frac{\Sigma M_{II}}{2 B_{ш} \cos\beta} + \frac{\Sigma M_{\perp}}{2 B_{уз} \cos\beta} + \frac{G}{4 \cos\beta}$$

П. Расчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры ПС330-5

Таблица N 6

Сечение, отметки базы	Схема II; IV район гололеда			Схема Ia; I р-н гололеда				Схема I; I район гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры: II траверсе M_{WII}	⊥ траверсе $M_{W\perp}$		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры ⊥ M_{W}	
3-3 ▽ 21,3м $B_ш$ = 2,95м 3'-3' ▽ 21,3м $B_{уз}$ = 2,15м $Cos\gamma_ш$ = 0,998 $Cos\gamma_{уз}$ = 0,999	0,73 × 17,5 = 12,8 1,44 × 12,00 = 17,3 1,44 × 2 × 4,5 = 13,00 5,05 M_{II} = 43,1 $M_{н.у.}$ = 64,0 ΣM_{II} = 107,1	$M_{WII} = \frac{18,5}{4,8} = 3,86$	1,945 × 1 = 1,945 6,635 × 3 = 19,905 0,163 × 17,5 = 2,86 24,71	0,27 × 17,5 = 4,73 0,89 × 12,0 = 10,7 0,89 × 2 × 4,5 = 8,0 2,94 M_{II} = 23,43 $M_{н.у.}$ = 19,2 ΣM_{II} = 42,63	0,290 × 14,75 = 4,27 0,115 × 11,5 = 1,33 0,285 × 5,30 = 1,5 0,140 × 5,30 = 0,75 1,25 × 6,0 = 7,5 2,08 M_{WII} = 15,35	0,290 × 14,75 = 4,25 0,165 × 11,5 = 1,78 0,41 × 5,3 = 2,19 0,195 × 5,3 = 1,04 1,36 × 6,00 = 8,15 2,41 $M_{W\perp}$ = 17,41	0,38 × 1 = 0,38 2,005 × 3 = 6,015 0,163 × 17,5 = 2,86 9,26	0,385 × 17,5 = 6,74 1,265 × 12,0 = 15,2 1,265 × 2,0 × 4,5 = 11,4 4,18 M_{II} = 33,34 $M_{н.у}$ = 19,2 ΣM_{II} = 52,54	0,375 × 14,75 = 5,5 0,115 × 11,5 = 1,3 0,285 × 5,30 = 1,5 0,140 × 5,30 = 0,75 1,57 × 6,0 = 9,45 2,485 $M_{W_{II}}$ = 18,5	0,38 × 1 = 0,38 2,005 × 3 = 6,015 0,163 × 17,5 = 2,86 9,26
	$U_3 = \frac{107,1 + 3,80}{2 \times 2,95 \times 0,998} + \frac{24,71}{4 \times 0,998} = 18,3 + 6,18 = 24,48$			$U_3 = \frac{42,63 + 15,3}{0,998 \times 2 \times 2,95} + \frac{17,41}{2 \times 2,15 \times 0,999} + \frac{9,26}{4 \times 0,998} = 9,8 + 4,05 + 2,38 = 16,23$т				$U_3 = \frac{52,54 + 18,5}{2 \times 2,95 \times 0,998} + \frac{9,26}{4 \times 0,998} = 12,25 + 2,32 = 14,57$т		
2-2 ▽ 11,3 $B_ш$ = 4,60м 2'-2' ▽ 11,3м $B_{уз}$ = 2,65м $Cos\gamma_ш$ = 0,998 $Cos\gamma_{уз}$ = 0,999	107,1 5,05 × 9,7 = 49,0 5,05 M_{II} = 156,1	$M_{WII} = \frac{47,1}{4,8} = 9,8$	24,71 0,163 × 9,7 = 1,58 26,29	42,63 2,94 × 9,7 = 28,5 2,94 M_{II} = 71,13	15,35 2,08 × 9,7 = 20,25 0,71 × 4,9 = 3,5 2,79 M_{WII} = 39,10	17,41 2,41 × 9,2 = 22,2 0,815 × 4,4 = 3,58 3,225 $M_{W\perp}$ = 43,19	9,26 0,163 × 9,7 = 1,58 10,84	52,54 4,18 × 9,7 = 40,5 93,4	18,5 2,485 × 9,7 = 24,1 0,92 × 4,9 = 4,5 3,405 M_{WII} = 47,1	9,26 0,163 × 9,7 = 1,58 10,84
	$U_2 = \frac{156,1 + 9,80}{2 \times 4,00 \times 0,998} + \frac{26,29}{4 \times 0,998} = 20,8 + 6,58 = 27,4$т			$U_2 = \frac{71,13 + 39,10}{0,998 \times 2 \times 4,00} + \frac{43,19}{2 \times 2,65 \times 0,999} + \frac{10,84}{4 \times 0,998} = 13,8 + 8,15 + 2,75 = 24,70$т				$U_2 = \frac{93,4 + 47,1}{2 \times 4,0 \times 0,998} + \frac{12,84}{4 \times 0,998} = 17,6 + 2,7 = 20,3$т		
1-1 ▽ 1,6м $B_ш$ = 5,15м $B_{уз}$ = 3,25м $Cos\gamma_ш$ = 0,998 $Cos\gamma_{уз}$ = 0,999	156,1 5,05 × 9,7 = 49,0 5,05 M_{II} = 205,1	$M_{WII} = \frac{86,34}{4,8} = 18,0$	27,4 0,163 × 9,7 = 1,58 28,98	71,13 2,94 × 9,7 = 28,5 M_{II} = 99,63	39,1 2,79 × 9,7 = 27,0 0,86 × 4,1 = 3,5 3,65 M_{WII} = 69,6	43,19 3,225 × 10,2 = 33,0 1,16 × 4,1 = 4,75 4,385 $M_{W\perp}$ = 80,94	10,84 0,163 × 9,7 = 1,58 12,42	93,4 4,18 × 9,7 = 40,5 4,18 $M_{W_{II}}$ = 133,9	47,1 3,405 × 10,2 = 34,8 1,07 × 4,1 = 4,44 4,47 M_{WII} = 86,34	10,84 0,163 × 9,7 = 1,58 12,42
	$U_1 = \frac{205,1 + 18,0}{2 \times 5,15 \times 0,998} + \frac{28,98}{4 \times 0,998} = 21,7 + 7,3 = 29,0$т			$U_1 = \frac{99,63 + 69,6}{0,998 \times 2 \times 5,15} + \frac{80,94}{2 \times 3,25 \times 0,999} + \frac{12,42}{4 \times 0,998} = 16,4 + 12,5 + 3,10 = 32,0$				$U_1 = \frac{133,9 + 86,34}{2 \times 5,15 \times 0,998} + \frac{12,42}{4 \times 0,998} = 21,4 + 3,1 = 24,5$т		

Расчет усилий в раскосах ствола опоры ПС 330-6

Таблица № 7

Секция	Грань опоры	$S_п$ (кг)						3320		
		$в_ш$ (м)	$в_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обозначение раскосов	$4в\cos\beta$	$\frac{в_0}{4в_{уз}\cos\beta}$	$в_1 = 5{,}6$ м; $в_2 = 9{,}6$ м: от $M_{кр}$	от $S_п$	Σ
		$в_0 = 1{,}40$ м					$M_{кр}$ (тм)	18,6		
Верхняя секция	широкая	—	1,50	0,829	D_1	4,97	—	3,74	—	3,74
		—	1,60	0,809	D_2	5,17	—	3,60	—	3,60
		—	1,70	0,819	D_3	5,55	—	3,35	—	3,35
		—	1,75	0,838	D_4	5,85	—	3,18	—	3,18
		—	1,85	0,848	D_5	6,27		2,97	—	2,97
	узкая	1,60	1,50	0,809	D_{31}	5,16	0,289	3,60	0,96	4,56
		1,75	1,60	0,766	D_{32}	5,35	0,286	3,48	0,95	4,43
		1,90	1,70	0,772	D_{33}	5,86	0,267	3,17	0,89	4,06
		2,05	1,75	0,766	D_{34}	6,30	0,262	2,95	0,87	3,82
		2,20	1,85	0,798	D_{35}	7,01	0,237	2,66	0,79	3,45
		$в_0 = 1{,}84$ м					$M_{кр}$ (тм)	31,9		
	широкая	—	1,95	0,819	D_6	6,40	—	5,00	—	5,00
		—	2,00	0,92	D_7	7,35	—	4,34		4,34
		—	2,05	0,92	D_8	7,54	—	4,23	—	4,23
		—	2,10	0,927	D_9	7,77	—	4,10	—	4,10
	узкая	2,40	1,95	0,731	D_{36}	7,00	0,324	4,55	1,06	5,61
		2,60	2,00	0,874	D_{37}	9,10	0,264	3,52	0,88	4,40
		2,75	2,05	0,874	D_{38}	9,60	0,258	3,32	0,86	4,18
		2,85	2,10	0,891	D_{39}	10,1	0,246	3,15	0,81	3,97

$$D = \frac{M_{кр}}{4 \times в \times \cos\beta} + \frac{S_п \times в_0}{4 \times в_{уз} \times \cos\beta}$$

$в_0$ – база на отметке приложения силы

Расчет усилий в раскосах ствола опоры ПС330-6

Таблица № 7

Секция	Грани опоры	S_n (кг)						3320		
		$b_ш$ (м)	$b_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обозн. раскосов	$4B\cos\beta$	$\frac{B_o}{4B_{уз}\cos\beta}$	$B_2 = 9{,}5$ м		
								от $M_{кр}$.	от S_n	$\sum$
		$B_o = 1{,}74$ м					$M_{кр}$ (тм)	31,9		
Средняя секция	широкая	—	2,20	0,883	$Д_{10}$	7,73	—	4,11	—	4,11
		—	2,30	0,848	$Д_{11}$	7,80	—	4,10	—	4,10
		—	2,40	0,848	$Д_{12}$	8,15	—	3,92	—	3,92
		—	2,52	0,875	$Д_{13}$	8,82	—	3,62	—	3,62
		—	2,64	0,883	$Д_{14}$	9,30	—	3,44	—	3,44
		—	2,76	0,891	$Д_{15}$	9,85	—	3,20	—	3,20
	узкая	2,93	2,19	0,809	$Д_{40}$	9,51	0,245	3,35	0,82	4,17
		3,10	2,27	0,857	$Д_{41}$	10,60	0,224	3,00	0,75	3,75
		3,28	2,36	0,788	$Д_{42}$	10,38	0,234	3,02	0,78	3,80
		3,50	2,47	0,788	$Д_{43}$	11,00	0,224	2,90	0,75	3,65
		3,72	2,59	0,788	$Д_{44}$	11,70	0,214	2,73	0,71	3,44
		3,95	2,71	0,799	$Д_{45}$	12,60	0,202	2,53	0,67	3,20
		4,20	2,82	0,829	$Д_{46}$	13,90	0,187	2,30	0,62	2,92

Усилия в раскосах определены по формуле: $Д = \frac{M_{кр.}}{4 \times B \times \cos\beta} + \frac{S_n \times B_o}{4 \times B_{уз} \times \cos\beta}$

B_o - база на отметке, где приложена сила

продолжение таблицы № 7

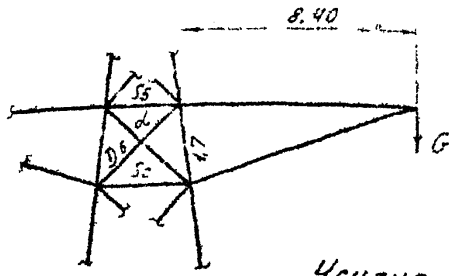
Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг)						3320		
		$в_ш$ (м)	$в_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обозн. расколов	$4в\cos\beta$	$\frac{в_0}{4в_{уз}\cos\beta}$	$l_2 = 9,6$ м		
								От Мкр.	От $S_п$	Σ
		$в_р = 1,74$ м				Мкр (тм)		31,9		
Нижняя секция	Широкая	—	2,88	0,914	D_{16}	10,57	—	3,02	—	3,02
		—	3,01	0,883	D_{17}	10,55	—	3,00	—	3,00
		—	3,15	0,883	D_{18}	11,10	—	2,87	—	2,87
		—	3,30	0,891	D_{19}	11,78	—	2,71	—	2,71
		—	3,47	0,857	D_{20}	11,90	—	2,68	—	2,68
	Узкая	4,44	2,95	0,766	D_{47}	13,60	0,193	2,35	0,64	2,99
		4,74	3,10	0,777	D_{48}	14,80	0,18	2,15	0,60	2,76
		5,01	3,25	0,788	D_{49}	15,80	0,17	2,02	0,57	2,59
		5,30	3,39	0,799	D_{50}	16,92	0,162	1,89	0,54	2,43
		5,43	3,46	0,781	D_{51}	15,88	0,172	2,02	0,57	2,59

$$D = \frac{Мкр}{4 \times в \times \cos\beta} + \frac{S_п \times в_0}{4 \times в_{уз} \times \cos\beta}$$

$в_0$ — база на отметке приложения силы.

Расчет раскосов ствола опоры ПБ330-6 при временной подвеске одной цепи.

II схема. IV р-он гололеда (средняя траверса)



$G = 5,95$ т

$\cos\alpha = 0,819$

$M = 5,95 \times 8,40 = 50,0$ тм

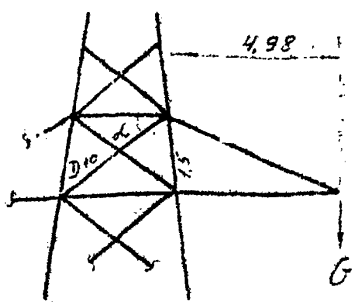
Усилие в распорках:

$S_2 = \frac{50,0}{1,7 \times 4} = -7,35$ т $\qquad S_5 = \frac{50}{1,7 \times 4} = +7,35$ т

Усилие в раскосе D_6

$D_6 = -\frac{7,35}{0,819} = 9,00$ т

II схема. IV р-он гололеда (Нижняя траверса)



$G = 5,95$ т

$\cos\alpha = 0,903$

$M = 5,95 \times 4,98 = 29,6$ тм

Усилие в раскосе

$D_{10} = \frac{29,6}{4 \times 1,5 \times 0,903} = 5,47$ т

Расчет усилий в раскосах ствола опоры ПС 330-5

Таблица №8

Секция	Грани ствола	S_n (кг) $b_ш$ (м)	$b_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обозначение раскоса	$4b\cos\beta$	$\frac{b_0}{4b_{уз}\cos\beta}$	3320 $\ell_1=5.6;\ \ell_2=9.5$ от $M_{кр}$	от S_n	Σ
		$b_0 = 1{,}4$ м				Мкр (тм)		18,6		
Верхняя секция	Широкая	—	1,45	0,839	D_1	4,86	—	3,82	—	3,82
		—	1,50	0,829	D_2	4,97	—	3,74	—	3,74
		—	1,60	0,809	D_3	5,17	—	3,60	—	3,60
		—	1,70	0,813	D_4	5,55	—	3,35	—	3,35
		—	1,75	0,838	D_5	5,85	—	3,18	—	3,18
		—	1,85	0,848	D_6	6,27	—	2,97	—	2,97
	Узкая	1,50	1,45	0,819	D_{26}	4,80	0,300	3,88	0,99	4,87
		1,60	1,50	0,809	D_{27}	5,16	0,289	3,60	0,96	4,56
		1,75	1,60	0,766	D_{28}	5,35	0,286	348	0,95	4,43
		1,90	1,70	0,772	D_{29}	5,85	0,267	3,17	0,89	4,06
		2,05	1,75	0,766	D_{30}	6,30	0,282	2,95	0,87	3,82
		2,20	1,85	0,798	D_{31}	7,01	0,237	2,66	0,79	3,45
		$b_0 = 1{,}84$ м				Мкр (тм)		31,9		
	Широкая	—	1,95	0,819	D_7	6,4	—	5,00	—	5,00
		—	2,00	0,92	D_8	7,35	—	4,34	—	4,34
		—	2,05	0,92	D_9	7,54	—	4,23	—	4,23
	Узкая	2,40	1,95	0,781	D_{32}	7,00	0,321	4,55	1,06	5,61
		2,60	2,00	0,874	D_{33}	9,10	0,264	3,52	0,88	4,40
		2,75	2,08	0,874	D_{34}	9,60	0,258	3,32	0,86	4,18

$$N = \frac{M_{кр}}{4 \times b \times \cos\beta} + \frac{S_n \times b_0}{4 \times b_{уз} \times \cos\beta}$$

b_0 — база по отметке приложения силы S_n

Расчет усилий в раскосах ствола опоры ПС330-6

Таблица № 8.

Секция	Грани опоры	S_n (кг) $b_ш$ (м)	$b_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обознач. раскос	$4b\cos\beta$	$\frac{b_0}{4b_{из}\cos\beta}$	3320 $\ell = 9.6$ ст $M_{кр}$	ст S_n	$\sum$
		$b_0 = 1,84$ м				$M_{кр}$ (тм)		31,9		
Средняя секция	Широкая	—	2,10	0,927	D_{10}	7,77	—	4,10	—	4,10
		—	2,20	0,92	D_{11}	8,08	—	3,95	—	3,95
		—	2,30	0,92	D_{12}	8,46	—	3,76	—	3,76
		—	2,35	0,906	D_{13}	8,50	—	3,75	—	3,75
		—	2,45	0,893	D_{14}	8,85	—	3,69	—	3,69
		—	2,55	0,891	D_{15}	9,07	—	3,52	—	3,52
	Узкая	2,85	2,10	0,891	D_{35}	10,1	0,245	3,16	0,815	3,975
		3,00	2,20	0,883	D_{36}	10,6	0,238	3,01	0,79	3,805
		3,10	2,25	0,899	D_{37}	11,2	0,228	2,85	0,755	3,805
		3,25	2,35	0,819	D_{38}	10,6	0,239	3,01	0,79	3,80
		3,50	2,45	0,788	D_{39}	11,0	0,238	2,90	0,79	3,69
		3,70	2,60	0,788	D_{40}	11,7	0,225	2,73	0,745	3,475

$$D = \frac{M_{кр}}{4 \times b \times \cos\beta} + \frac{S_n \times b_0}{4 \times b_{уз} \times \cos\beta}$$

b_0 – база на отметке приложения силы S_n

Расчет усилий в раскосах ствола опоры ПС 330-5

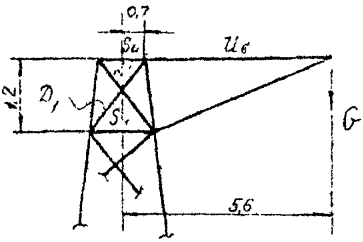
Таблица N 8

Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг)						3320		
								$l = 9,6$		
		$в_ш$ (м)	$в_{уг}$ (м)	$\cos\beta$	Обозн. раскос	$4в\cos\beta$	$\frac{в_0}{4в_{уз}\cos\beta}$	от $M_{кр}$	от $S_п$	Σ
$в_0 = 1,84$ м							$M_{кр}$ (тм)	31,9		
Нижняя секция	Широкая	—	2,7	0,906	D16	9,80	—	3,26	—	3,26
		—	2,8	0,886	D17	9,70	—	3,30	—	3,30
		—	3,00	0,874	D18	10,50	—	3,04	—	3,04
		—	3,25	0,891	D19	11,6	—	2,76	—	2,76
	Узкая	4,0	2,70	0,809	D41	12,9	0,211	2,48	0,70	3,18
		4,2	2,80	0,819	D42	13,7	0,209	2,34	0,68	3,02
		4,45	2,90	0,766	D43	13,6	0,207	2,35	0,68	3,03
		4,75	3,05	0,766	D44	14,5	0,197	2,20	0,655	2,855
		5,00	3,20	0,798	D45	15,9	0,180	2,01	0,597	2,807
	Широкая	—	3,30	0,866	D20	11,4	—	2,80	—	2,80
	Узкая	5,15	3,30	0,731	D46	15,0	0,191	2,12	0,635	2,755

$в_0$ — база на отметке приложения силы $S_п$

$$D = \frac{M_{кр}}{4 \times в \times \cos\beta} + \frac{S_п \times в_0}{4 \times в_{уз} \times \cos\beta}$$

Расчёт раскосов ствола опоры ПС330-5 при временной подвеске одной цепи



сх. II, IV р.в. провода 2×АС0-400

$\cos\alpha = 0{,}839$

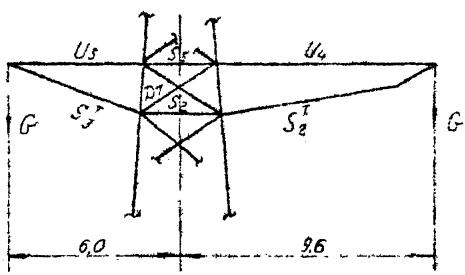
$G = 2{,}42m$

$$S_4 = \frac{3{,}42 \times 4{,}9}{1{,}0 \times 2} = 8{,}3m$$

$$D_1 = \frac{8{,}3}{0{,}839} = 9{,}8m$$

$U_5 = 17{,}43m$

$$S_1 = \frac{17{,}43}{2 \times 0{,}992 \times 0{,}985} = 8{,}95m$$



Сх. I, IV р.г.

провода 2×АС0-400

$$S_5 = \frac{U_4}{2} + \frac{U_5}{2} = \frac{17{,}72}{2 \times 0{,}998} + \frac{15{,}97}{2 \times 0{,}976} = 8{,}86 + 8{,}2 = 17{,}06m$$

$$S_2 = \frac{17{,}1}{2 \times 0{,}996 \times 0{,}986} + \frac{15{,}6}{2 \times 0{,}976 \times 0{,}956} =$$

$= 8{,}7 + 8{,}3 = 17{,}0\ m.$

$$D_7 = \frac{S_5}{2\cos\beta} = \frac{14{,}31}{2 \times 0{,}819} = 8{,}8m$$

расчет траверс

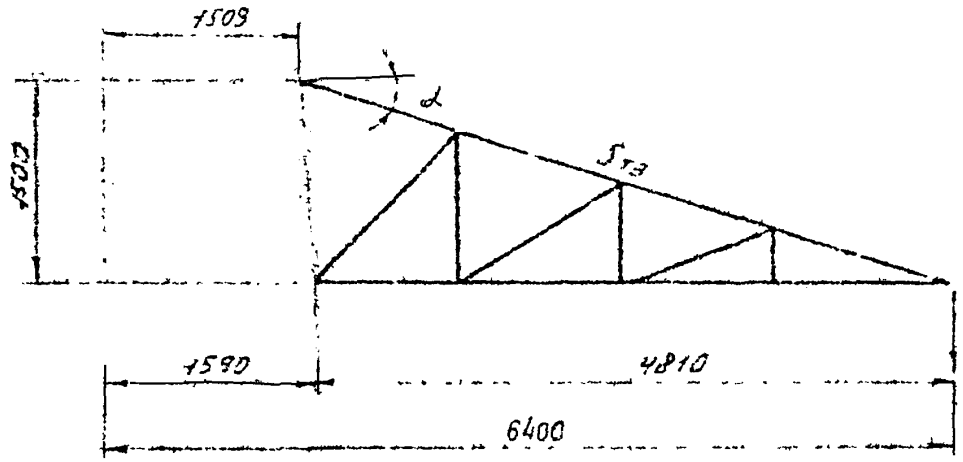
Нижняя траверса $\ell = 6{,}4$ м

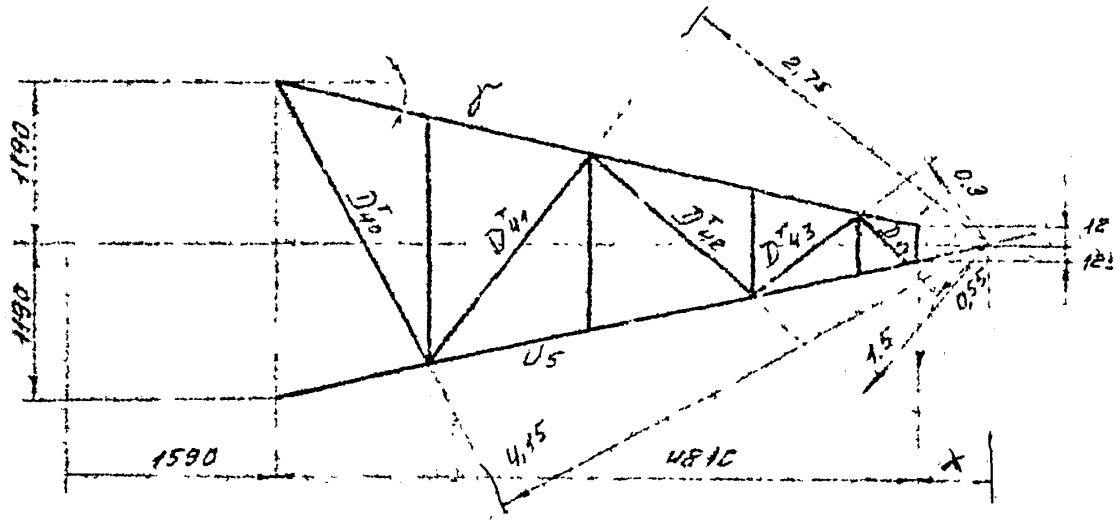
опора ПС 330-6

$$tg\,\alpha = \frac{1{,}5}{4{,}897} = 0{,}308 \qquad \cos\alpha = 0{,}966$$

$$tg\,\gamma = \frac{1{,}19 - 0{,}125}{4{,}81} = \frac{1{,}065}{4{,}81} = 0{,}222 \qquad \cos\gamma = 0{,}976$$

$$\frac{0{,}125}{x} = \frac{1{,}065}{4{,}81} = \qquad x = 0{,}566 \text{ м}$$





Расчетный режим

Расчет пояса

Схема III, III р.к.у. провод 2×АСО-400

$S_п = 3{,}32$ т $\quad G_{тр} \cong 0{,}3$ т

$g_п = 1{,}5$ т $\quad g_г = 0{,}14$ т $\quad g_п = 0{,}15 \times 1{,}1 = 0{,}165$ т

$\Sigma G = 0{,}25 \times 1{,}5 + 0{,}5 \times 0{,}14 + 0{,}5 \times 0{,}165 + 0{,}25 \times 0{,}3 = 0{,}61$ т

$$U_5 = \frac{3{,}32 \times 4{,}81}{2{,}38 \times 0{,}976} + \frac{0{,}61 \times 4{,}81}{1{,}5 \times 0{,}976} = 6{,}9 + 2 = 8{,}9 \text{ т}$$

Расчет раскосов нижней грани

Схема III, III р.к.у. Провод 2×АСО-400

$S_п = 3{,}32$ т $\quad X = 0{,}566$ м $\quad П_{из} = 3{,}32 \times 0{,}566 = 1{,}88$ тм

$D^{т}_{40} = \frac{1{,}88}{4{,}15} = 0{,}46$ т $\qquad D^{т}_{43} = \frac{1{,}88}{0{,}8} = 2{,}36$ т

$D^{т}_{41} = \frac{1{,}88}{2{,}75} = 0{,}69$ т $\qquad D^{т}_{44} = \frac{1{,}88}{0{,}55} = 3{,}43$ т

$D^{т}_{42} = \frac{1{,}88}{1{,}5} = 1{,}25$ т

Усилие в поясе. Схема II; IV р-н гололеда провод 2×АСО-4

$g_п = 5{,}81$ т $\quad g_г = 0{,}14$ т $\quad P_п = 1{,}34$ т

$G_{тр} \cong 0{,}3$ т $\quad \Sigma G = 0{,}5 \times 5{,}81 + 0{,}5 \times 0{,}14 + 0{,}25 \times 0{,}3 = 3{,}05$ т

$$U_5 = \frac{3{,}05 \times 4{,}81}{1{,}5 \times 0{,}976} + \frac{1{,}34}{2 \times 0{,}976} = 10{,}1 + 0{,}69 = 10{,}79 \text{ т}$$

$\sim 10{,}8$ т

Расчет тяги

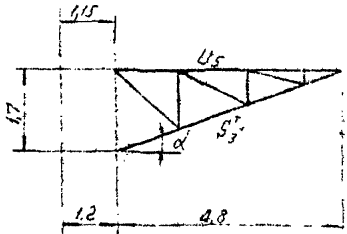
Схема II; IV р.к.у. Провод 2×АСО-400

$g_п = 5{,}81$ т $\quad g_г = 0{,}14$ т $\quad G_{тр} \cong 0{,}3$ т

$\Sigma G = 0{,}5 \times 5{,}81 + 0{,}5 \times 0{,}14 + 0{,}25 \times 0{,}3 = 3{,}05$ т

$$S^{т}_{3} = \frac{3{,}05 \times 4{,}9}{1{,}5 \times 0{,}956 \times 0{,}976} = 10{,}7 \text{ т}$$

Нижняя траверса $l = 6{,}0$ м
опора ПС 330-5



$$tg\,\alpha = \frac{1{,}7}{4{,}8} = 0{,}354$$

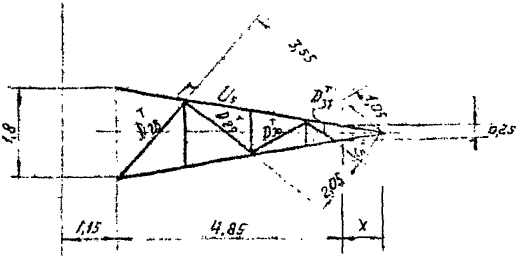
$$tg\,\gamma = \frac{0{,}9 - 0{,}125}{4{,}85} = 0{,}16$$

$$Cos\,\alpha = 0{,}943$$

$$Cos\,\gamma = 0{,}987$$

$$\frac{x}{0{,}125} = \frac{4{,}85}{0{,}775}$$

$$x = 0{,}785\,м$$



Расчет пояса

Схема III р к.у, провод 2×АСО-400

$S_п = 3{,}32\,м$ $g_п = 1{,}7\,м$; $g_п = 0{,}14\,м$, $g_л = 0{,}15 \times 1{,}1 = 0{,}165\,т$

$G_{тр} = 0{,}4\,м$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$\Sigma G = 0{,}25 \times 1{,}7 + 0{,}5 \times 0{,}14 + 0{,}5 \times 0{,}165 + 0{,}25 \times 0{,}4 = 0{,}678\,т.$$

$$U_{5(1)} = -\frac{3{,}32 \times 4{,}85}{1{,}8 \times 0{,}987} + \frac{0{,}678 \times 4{,}85}{1{,}7 \times 0{,}987} = -9{,}06 + 1{,}96 = -7{,}10\,т$$

$$U_{5(2)} = +9{,}06 + 1{,}96 = +11{,}02\,м$$

Расчет раскосов верхней грани

Схема III, III р.к.у провод 2 × АСО-400

$S_n = 3{,}32\,m$ $\quad x = 0{,}785\,м$ $\quad M = 3{,}32 \times 0{,}785 = 2{,}6\,тм$

$$D_{28}^{т} = \frac{2{,}6}{3{,}55} = 0{,}73\,m \qquad D_{30}^{т} = \frac{2{,}6}{1{,}05} = 2{,}5\,m$$

$$D_{29}^{т} = \frac{2{,}6}{2{,}5} = 1{,}04\,m \qquad D_{31}^{т} = \frac{2{,}6}{0{,}7} = 3{,}72\,m$$

Расчет подкоса

Схема II, IV р.к.у провод. 2 × АСО-400

$g_n = 6{,}495\,т$, $\quad g_г = 0{,}14\,m$. $\quad G_{тр} = 0{,}4\,m$

$$\sum G = 0{,}5 \times 6{,}495 + 0{,}5 \times 0{,}14 + 0{,}25 \times 0{,}4 = 3{,}42\,m$$

$$S_3^{т} = -\frac{3{,}42 \times 4{,}8}{1{,}7 \times 0{,}943 \times 0{,}987} = -10{,}4\,m$$

Усилие в поясе по схеме II, IV р.к.у.

провод 2 × АСО - 400

$g_n = 6{,}495\,m$. $\quad g_г = 0{,}14\,m$ $\quad G_{тр} \simeq 0{,}4\,m$, $\quad P_n = 1{,}44\,m$

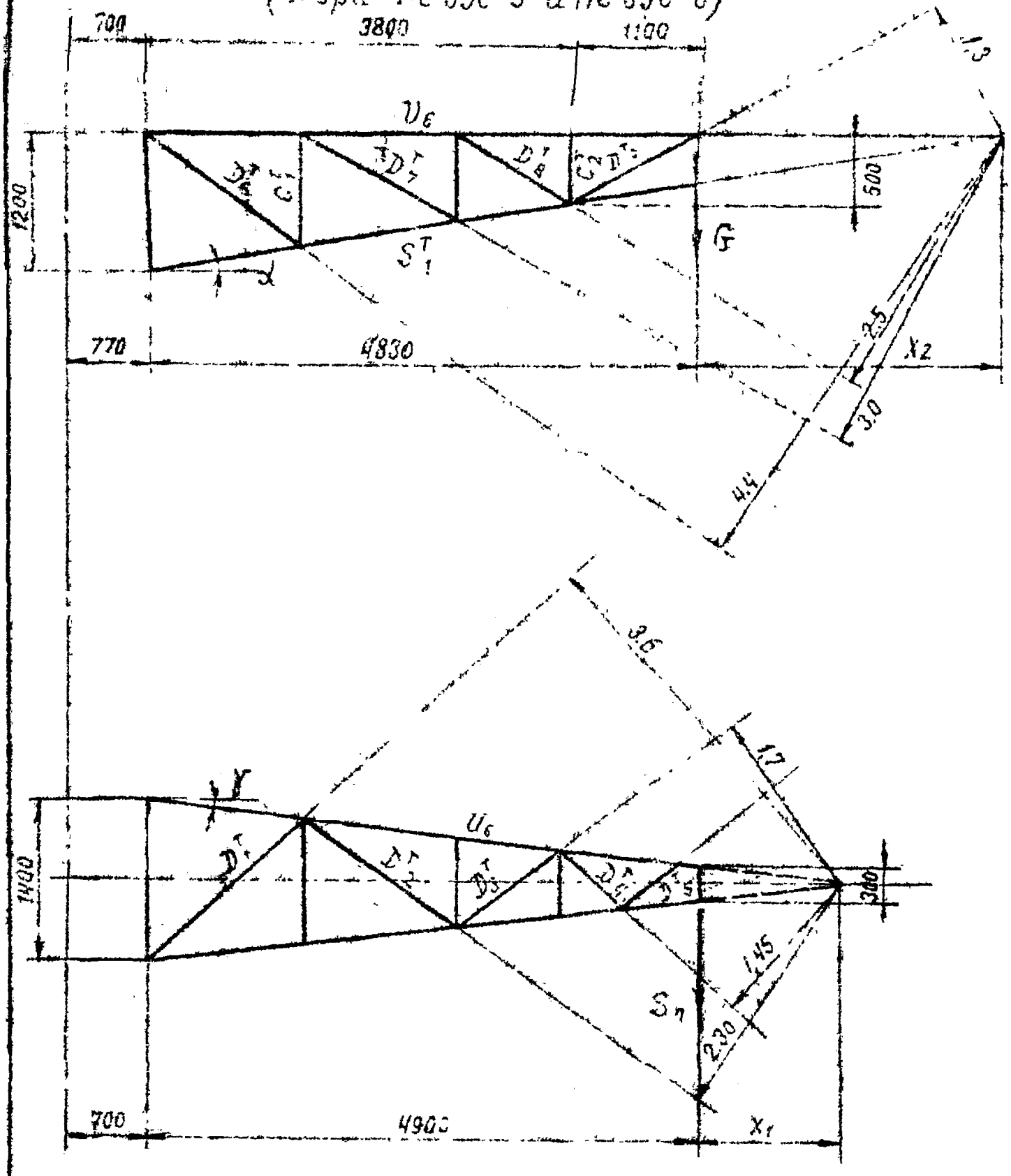
$$\sum G = 0{,}5 \times 6{,}495 + 0{,}5 \times 0{,}14 + 0{,}25 \times 0{,}4 = 3{,}42\,m$$

$$U_5 = \frac{3{,}42 \times 4{,}85}{1{,}7 \times 0{,}987} + \frac{1{,}44}{2 \times 0{,}987} =$$

$$= 9{,}9 + 0{,}73 = +10{,}63\,m.$$

Верхняя трайверса $\ell = 5,6$ м

(опора ПС 330-5 и ПС 330-6)



$$\frac{X_2 + 1,1}{4,83 - 1,1} = \frac{0,6}{0,6} \qquad X_2 = 2,53 \text{ м}$$

$$X_1 = 1,34 \text{ м}$$

$$\frac{X_1}{4,9} = \frac{0,15}{0,7 - 0,15}$$

$$tg\gamma = \frac{0,7 - 0,15}{4,9} = 0,113$$

$$tg\alpha = \frac{0,6}{3,73} = 0,161$$

$\gamma = 6°39'$ $\quad Cos\gamma = 0,993$

$\alpha = 9°12'$ $\quad Cos\alpha = 0,987$

Расчет пояса

Схема III, III р.к.у. Провод 2×АСО-400

$S_п = 3{,}32\ m$ $g_п = 1{,}7\ m$ $g_г = 0{,}14\ m$, $g_п = 0{,}15 \times 1{,}1 = 0{,}115$

$\sigma_{тр} = 0{,}3\ m.$

$\Sigma G = 0{,}25 \times 1{,}7 + 0{,}5 \times 0{,}14 + 0{,}5 \times 0{,}165 +$

$+ 0{,}25 \times 0{,}3 = 0{,}658\ m$

$$U_б = \frac{3{,}32 \times 4{,}9}{1{,}4 \times 0{,}993} + \frac{0{,}858 \times 4{,}9}{1{,}2 \times 0{,}993} = 11{,}7 + 2{,}7 = 14{,}4\ т.$$

$U_б = -11{,}7 + 2{,}7 = -9{,}0\ т$

Схема II, IV р-н гололеда, провод 2×АСО-400

$g_п = 6{,}495\ m$, $g_г = 0{,}14\ m$ $G_{тр} = 0{,}3\ m$ $P_п = 1{,}44\ m$

$\Sigma G = 0{,}5 \times 6{,}495 + 0{,}5 \times 0{,}14 + 0{,}25 \times 0{,}3 = 3{,}393\ m$

$$U_б = \frac{3{,}393 \times 4{,}9}{1{,}2 \times 0{,}993} + \frac{1{,}44}{2 \times 0{,}993} = 13{,}9 + 0{,}73 =$$

$= 14{,}63\ m$

Расчет раскосов боковой грани

Схема II, IV р.к.у. Провод „2×АСО-400"

$g_п = 6{,}495\ m$ $g_г = 0{,}14\ m$

$\Sigma G = 6{,}495 \times 0{,}5 + 0{,}5 \times 0{,}14 = 3{,}318\ m.$

$M = 3{,}318 \times 2{,}63 = 8{,}75\ тм$

$D_6^т = \frac{8{,}75}{4{,}4} = 1{,}99\ т.$ $D_9^т = \frac{8{,}75}{1{,}3} = 6{,}7\ т$

$D_7^т = \frac{8{,}75}{3{,}0} = 2{,}92\ т$ $C_1^т = \frac{8{,}75}{6{,}06} = 1{,}44\ т$

$D_8^т = \frac{8{,}75}{2{,}5} = 3{,}5\ т.$ $C_2^т = \frac{8{,}75}{3{,}66} = 2{,}4\ т$

Расчет подвеса

Схема II, IV р-н гололеда, провод 2×АСО-400

$l_п = 6,495$ м. $q_п = 0,14$ м $б_{тр.} = 0,3$ м

$$\Sigma G = 0,5 \times 6,495 + 0,5 \times 0,14 + 0,26 \times 0,3 = 3,393 \text{ т}$$

$$S_1^T = \frac{3,393 \times 4,83}{1,2 \times 6,981 \times 0,993} = 1,40 \text{ т}$$

Расчет раскосов верхней грани

Схема III, II р. к.у. Провод 2×АСО-400

$S_п = 3,32$ т, $x = 1,34$ т, $M = 3,32 \times 1,34 = 4,45$ тм

$$D_1^T = \frac{4,45}{3,6} = 1,24 \text{ т.}$$

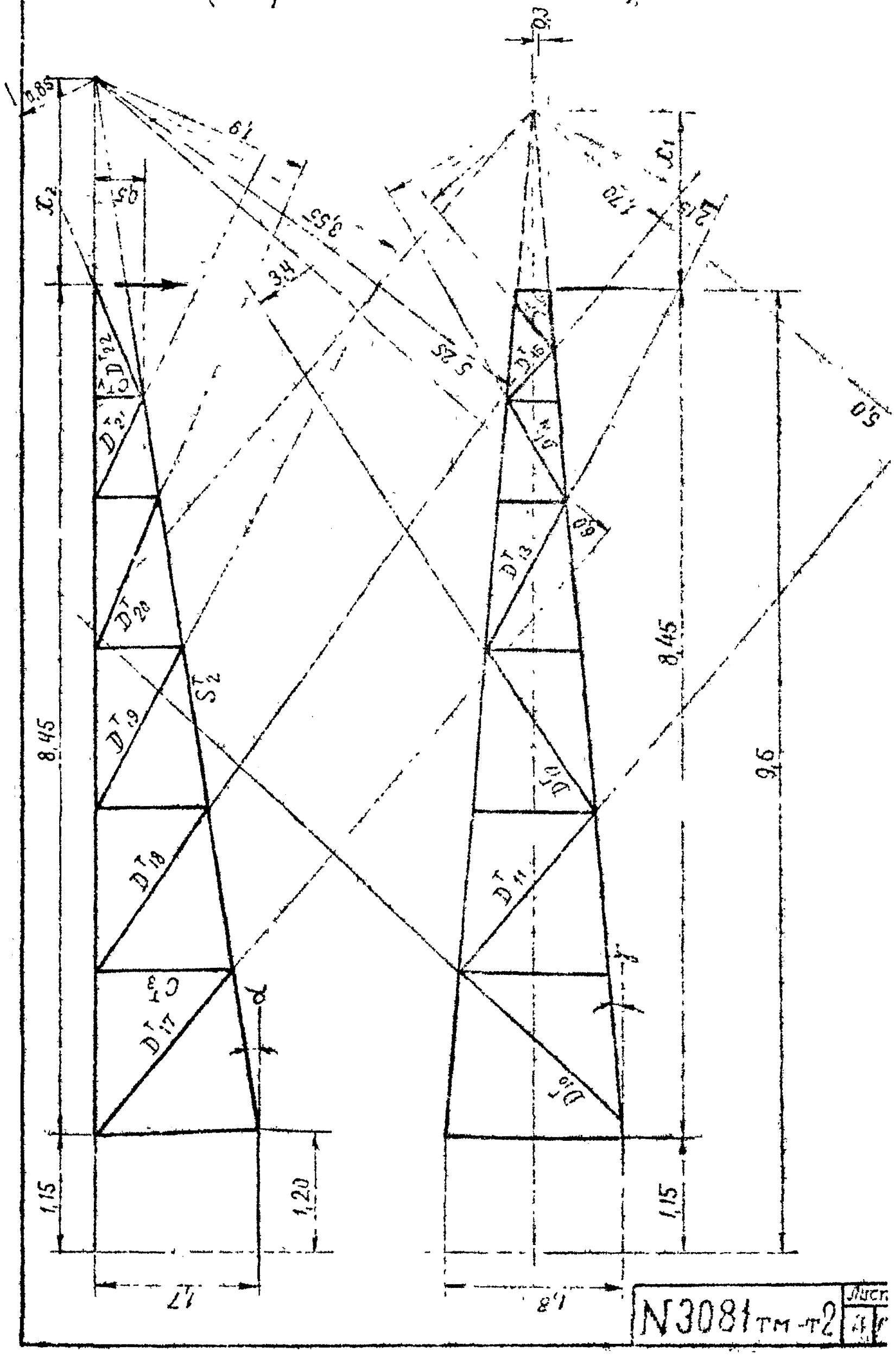
$$D_2^T = \frac{4,45}{2,3} = 1,93 \text{ т.}$$

$$D_3^T = \frac{4,45}{1,7} = 2,62 \text{ т.}$$

$$D_4^T = \frac{4,45}{1,45} = 3,08 \text{ т.}$$

$$D_5^T = \frac{4,45}{1,05} = 4,25 \text{ т.}$$

Средняя траверса $\ell = 9{,}6$ м.
(опоры ПС 330-5 и ПС 330-6)



N3081 тм-т2

$$tg\,\alpha = \frac{1,7 - 0,5}{8,45 - 1,1} = \frac{1,2}{7,35} = 0,163\,; \quad \alpha = 9^{\circ}18' \quad Cos\alpha = 0,987$$

$$tg\,\gamma = \frac{0,9 - 0,15}{8,45} = \frac{0,75}{8,45} = 0,089\,; \quad \gamma = 5^{\circ}6' \quad cos\gamma = 0,996$$

$$\frac{x_2 + 1,1}{8,40 - 1,1} = \frac{0,5}{1,2} \qquad x_2 = 3,05 - 1,1 = 1,95\ m$$

$$\frac{x_1}{8,45} = \frac{0,15}{0,9 - 0,15} \qquad x_1 = \frac{0,15 \times 8,45}{0,75} = 1,69\ m$$

Расчет пояса

Схема III, III р.к.у. провод „2×АСО-400"

$S_n = 3,32\ m$, $g_n = 1,5\ m$, $g_r = 0,14\ m$.

$g_л = 0,15 \times 1,1 = 0,165\ m$ $\quad G_{гр} = 0,4\ m$

Суммарная вертикальная нагрузка на сжатый пояс

$$C = 0,25 \times 1,5 + 0,5 \times 0,14 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,4 = 0,628\ m$$

$$U_4 = \frac{3,32 \times 8,45}{1,8 \times 0,996} + \frac{0,628 \times 8,45}{1,7 \times 0,987} = -15,7 + 3,2 = -12,5\,t$$

$U_4 = 15,7 + 3,2 = 18,9\ m$

Расчет раскосов верхней грани

Схема III, III р.к.у. провод 2×АСО-400"

$S_n = 3,32\ m$. $\quad x = 1,69\ m$. $\quad M = 3,32 \times 1,69 = 5,6\,tm$

$D'_{10} = \frac{5,6}{5,7} = 0,84\,m$ $\qquad D'_{14} = \frac{5,6}{1,70} = 3,3\,m$

$D'_{11} = \frac{5,6}{5,0} = 11,2\,m$ $\qquad D'_{15} = \frac{5,6}{1,90} = 3,3\,m$

$D'_{12} = \frac{5,6}{3,4} = 1,65\,m.$ $\qquad D'_{16} = \frac{5,6}{1,46} = 3,84\,m$

$D'_{13} = \frac{5,6}{2,15} = 2,6\,m.$

Расчет подкоса

Схема II, IV р.к.у. Привод „2 × АСО - 400"

$g_п = 5{,}81\,т$, $g_г = 0{,}14\,т$, $G_{тр} = 0{,}4\,т$,

$$\Sigma G = 0{,}5 \times 5{,}81 + 0{,}5 \times 0{,}14 + 0{,}25 \times 0{,}4 = 3{,}07\,т$$

$$S_2^T = \frac{3{,}07 \times 8{,}4}{1{,}7 \times 0{,}987 \times 0{,}990} = 15{,}6\,т.$$

Усилие в поясе

Схема II; IV р.к.у. Провод 2×АСО - 400

$g_п = 5{,}81\,т$, $g_г = 0{,}14\,т$, $G_{тр} = 0{,}4\,т$, $P_п = 1{,}34\,т$

$$\Sigma G = 0{,}5 \times 5{,}81 + 0{,}5 \times 0{,}14 + 0{,}25 \times 0{,}4 = 3{,}07\,т$$

$$U_4 = \frac{3{,}07 \times 8{,}45}{1{,}7 \times 0{,}990} + \frac{1{,}34}{2 \times 0{,}996} = 15{,}3 + 0{,}67 = 15{,}97$$

Расчет раскосов боковых граней

Схема II; IV р.к.у. Привод 2 × АСО - 400

$g_п = 5{,}81\,т$, $g_г = 0{,}14\,т$; $M = 2{,}97 \times 1{,}95 = 5{,}8\,тм$

$D_{17}^T = \frac{5{,}8}{5{,}9} = 0{,}84\,т$ $\qquad D_{21}^T = \frac{5{,}8}{1{,}9} = 3{,}06\,т$

$D_{18}^T = \frac{5{,}8}{5{,}25} = 1{,}1\,т$ $\qquad D_{22}^T = \frac{5{,}8}{0{,}85} = 6{,}82\,т$

$D_{19}^T = \frac{5{,}8}{3{,}55} = 1{,}64\,т$ $\qquad C_3^T = \frac{5{,}8}{8{,}75} = 0{,}66\,т$

$D_{20}^T = \frac{5{,}8}{2{,}3} = 2{,}52\,т$ $\qquad C_4^T = \frac{5{,}8}{3{,}05} = 1{,}9\,т$

Расчет пояса траверсы 9,6 м опоры ПС 330-5

Схема II, IV р.к.у. провод 2×АСО-400

$g_n = 6,490\ m$ $g_г = 0,14\ m$ $G_{тр} = 0,4\ m$ $P_n = 1,44\ m$

$\Sigma G = 0,5 \times 6,495 + 0,5 \times 0,14 + 0,25 \times 0,4 = 3,42\ m$

$$U_4 = \frac{3,42 \times 8,45}{1,7 \times 0,996} + \frac{1,44}{2 \times 0,998} = 17,0 + 0,72 = 17,72\ m$$

Расчет подкоса

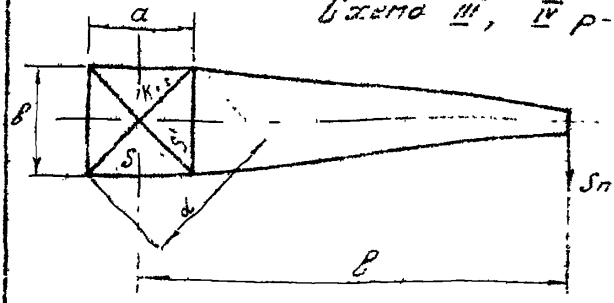
Схема II, IV р.к.у. провод 2×АСО-400

$\Sigma G = 3,42\ m$ $P_n = 1,44\ m$

$$S_2^T = \frac{3,42 \times 8,4}{1,7 \times 0,986 \times 0,998} = 17,1\ m.$$

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс опоры ПО330-6

Схема III, IV р-н гололёда



$$S = \frac{S_п \times \ell}{2в} \qquad S' = \frac{S_п}{2} \times \left(\frac{\ell}{a} + 1\right)$$

$$K = \frac{S_п}{4} \times \frac{d}{a в} \times (\ell - a)$$

Верхняя траверса ($\ell = 5{,}6$ м)

$a = 1{,}52$ м; $в = 1{,}46$ м; $d = 2{,}1$ м; $\ell = 4{,}9$ м

$$S_1 = \frac{3{,}32 \times 5{,}6}{2 \times 1{,}46} = 6{,}4\ т \qquad S_1' = \frac{3{,}32}{2} \times \left(\frac{5{,}6}{1{,}52} + 1\right) = 7{,}8\ т$$

$$K_1 = \frac{3{,}32}{4} \times \frac{2{,}1}{1{,}52 \times 1{,}46} \times (5{,}6 - 1{,}4) = 3{,}30\ т$$

Средняя траверса ($\ell = 9{,}6$ м)

$a = 2{,}07$ м; $в = 1{,}74$ м; $d = 2{,}7$ м; $\ell = 9{,}6$ м

$$S_5 = \frac{3{,}32 \times 9{,}6}{2 \times 1{,}74} = 9{,}22\ т$$

$$S_5' = \frac{3{,}32}{2} \times \left(\frac{9{,}6}{2{,}07} + 1\right) = 9{,}4\ т$$

$$K_2 = \frac{3{,}32}{4} \times \frac{2{,}7 \times (9{,}6 - 2{,}07)}{2{,}07 \times 1{,}74} = 4{,}60\ т$$

Нижняя траверса ($l = 6,4$ м)

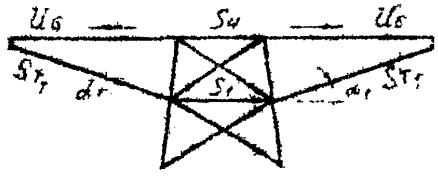
$a = 2,909$ м; $b = 2,167$ м; $d = 3,627$ м; $l = 6,4$ м

$$S_3 = \frac{3,32 \times 6,4}{2 \times 2,167} = 4,9 \text{ т}$$

$$S_3' = \frac{3,32}{2} \cdot \left(\frac{6,4}{2,909} + 1\right) = 6,75 \text{ т}$$

$$K_3 = \frac{3,32}{4} \times \frac{3,627 \times (6,4 - 2,909)}{2,909 \times 2,167} = 1,68 \text{ т}$$

Схема II; IV район гололеда. Траверса $l = 5,6$ м

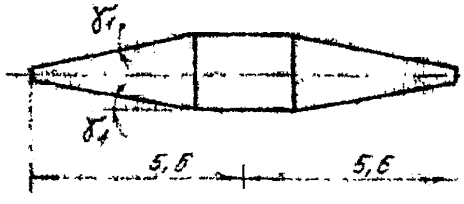


$\cos \alpha_1 = 0,985$

$\cos \gamma_1 = 0,992$

$S_{T_1} = -14,0$ т

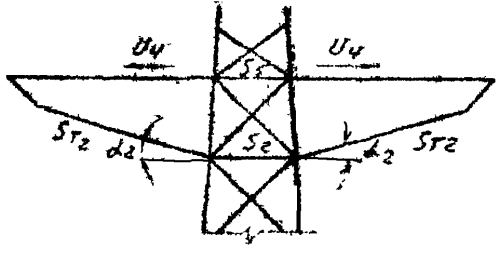
$U_6 = +14,63$ т



$S_4 = 14,0 \times 0,992 = +13,9$ т

$S_1 = 14,63 \times 0,985 = -14,3$ т

Траверса $l = 9,6$ м

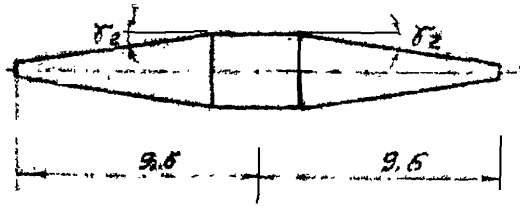


$\cos \alpha_2 = 0,986$

$\cos \gamma_2 = 0,996$

$S_{T_2} = -15,6$ т

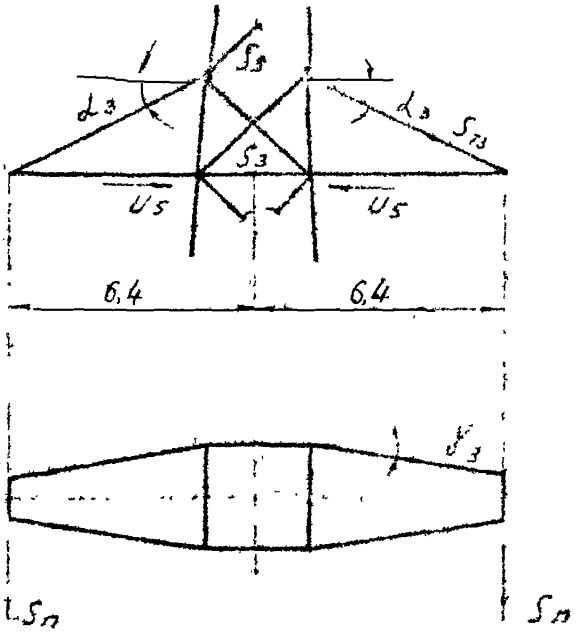
$U_4 = +15,97$ т



$S_2 = 15,6 \times 0,986 \times 0,996 = -15,3$ т

$S_5 = 15,97 \times 0,996 = +15,9$ т

Траверса $l = 5,4$ м



$\cos \alpha_3 = 0,956$

$\cos \gamma_3 = 0,976$

$S_{T3} = 10,7$ m

$U_5 = 10,8$ m.

$S_6 = 10,7 \times 0,956 \times 0,976 =$

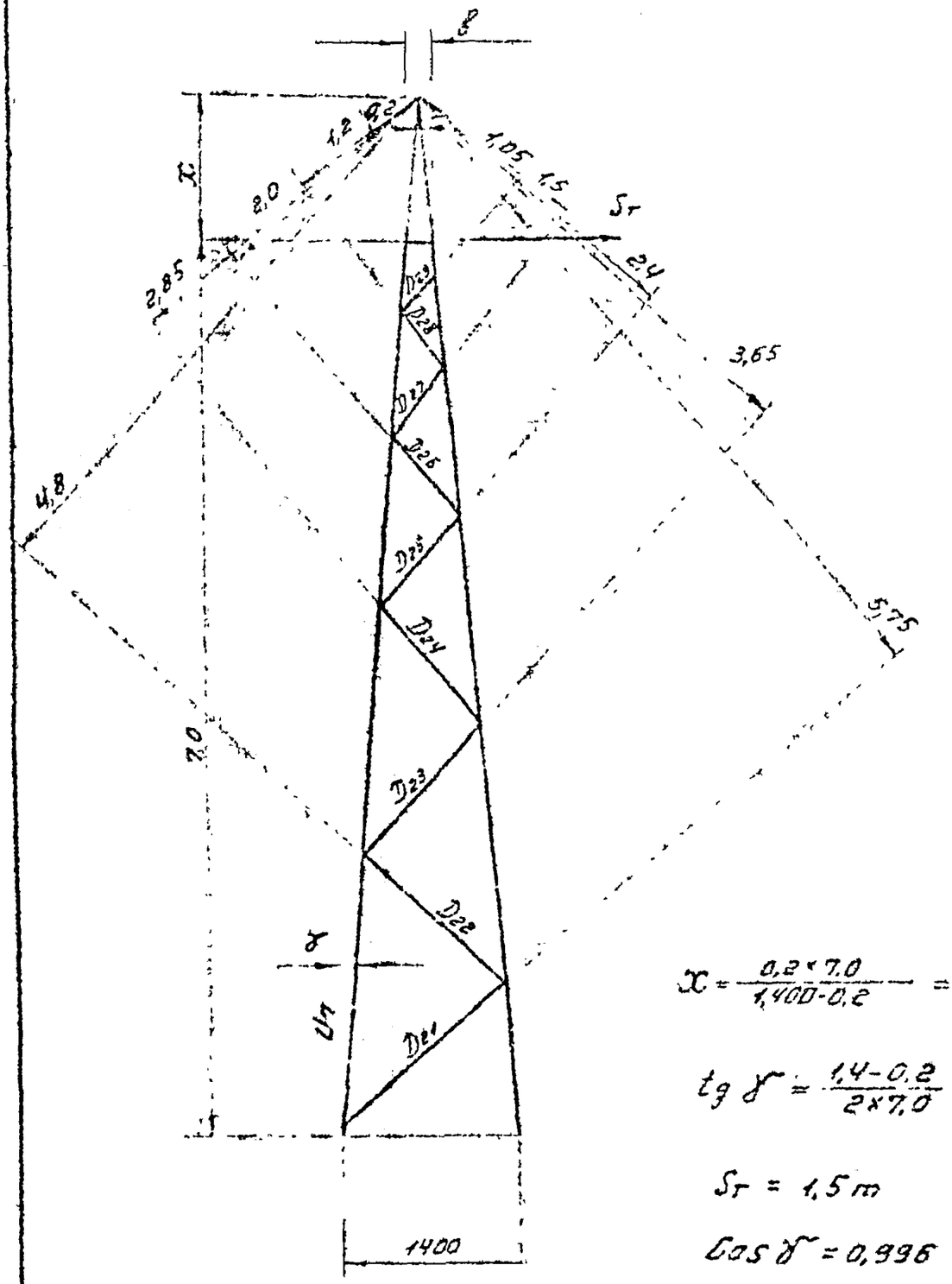
$= +10,0$ m

$S_3 = 10,8 \times 0,976 =$

$= -10,5$ m

Расчет тросостойки

H = 7,0 м



$$x = \frac{0,2 \times 7,0}{1,400 - 0,2} = 1,165 \text{ м}$$

$$tg\,\gamma = \frac{1,4 - 0,2}{2 \times 7,0} = 0,086$$

$S_т = 1,5$ м

$\cos\gamma = 0,996$

Расчет пояса

Схема IV ; I Р.К.У $\sigma_т = 40$ кг/мм², трос С-70

$S_т = 1{,}5$т, $q_т = 0{,}335$т

$$\Sigma M = 1{,}5 \times 7 + \frac{0{,}335}{2} \times 0{,}5 = 10{,}5 + 0{,}07 = 10{,}57 \text{ тм}$$

$$\Sigma G = \frac{0{,}335}{2} + 0{,}4 = 0{,}57 \text{т}$$

$$U_т = \frac{10{,}57}{2 \times 1{,}4 \times 0{,}996} + \frac{0{,}57}{4 \times 0{,}996} = 3{,}8 + 1{,}43 = 5{,}23 \text{т}$$

Расчет раскосов

Схема IV, IV Р.К.У трос „С-70"

$S_т = 1{,}5$ т $\quad X = 1{,}165$ м

$M_{изг} = 1{,}5 \times 1{,}165 = 1{,}75$ тм

$M_{кр} = 1{,}5 \times 0{,}5 = 0{,}75$ тм

$$D = \frac{M_{из}}{2R} + \frac{M_{кр} \cdot X}{2 \cdot 6R}$$

$$D_{29} = \frac{1{,}75}{2 \times 1{,}05} + \frac{0{,}75 \times 1{,}165}{2 \times 0{,}2 \times 1{,}05} = 0{,}83 + 2{,}08 = 2{,}91\text{т}$$

$$D_{28} = \frac{1{,}75}{2 \times 1{,}2} + \frac{0{,}75 \times 1{,}165}{2 \times 0{,}2 \times 1{,}2} = 0{,}73 + 1{,}83 = 2{,}56\text{т}$$

$$D_{27} = \frac{1{,}75}{2 \times 1{,}5} + \frac{0{,}75 \times 1{,}165}{2 \times 0{,}2 \times 1{,}5} = 0{,}58 + 1{,}46 = 2{,}04\text{т}$$

$$D_{26} = \frac{1{,}75}{2 \times 2{,}0} + \frac{0{,}75 \times 1{,}165}{2 \times 0{,}2 \times 2{,}0} = 0{,}44 + 1{,}09 = 1{,}53\text{т}$$

$$D_{25} = \frac{1{,}75}{2 \times 2{,}4} + \frac{0{,}75 \times 1{,}165}{2 \times 0{,}2 \times 2{,}4} = 0{,}37 + 0{,}91 = 1{,}28\text{т}$$

$$D_{24} = \frac{1{,}75}{2 \times 2{,}85} + \frac{0{,}75 \times 1{,}165}{2 \times 0{,}2 \times 2{,}85} = 0{,}308 + 0{,}77 = 1{,}08\text{т}$$

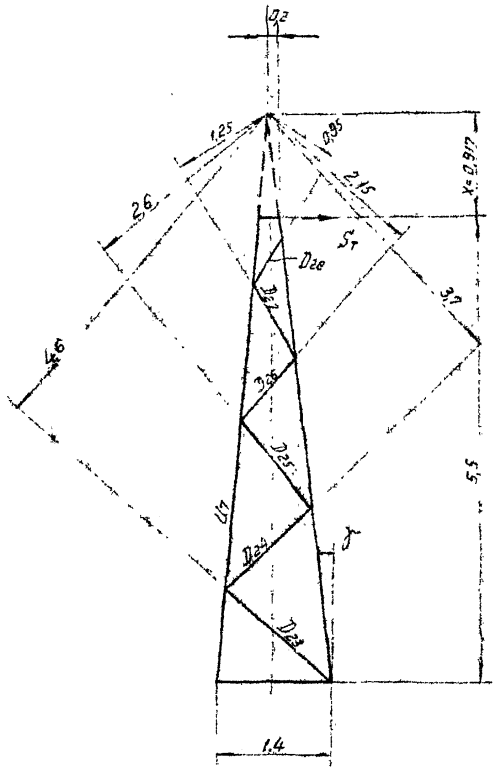
$$D_{23} = \frac{1{,}75}{2 \cdot 3{,}65} + \frac{0{,}75 \times 1{,}165}{2 \times 0{,}2 \times 3{,}65} = 0{,}24 + 0{,}6 = 0{,}84\text{т}$$

$$D_{22} = \frac{1{,}75}{2 \cdot 4{,}8} + \frac{0{,}75 \times 1{,}165}{2 \cdot 0{,}2 \times 4{,}80} = 0{,}54\text{т}$$

$$D_{21} = \frac{1{,}75}{2 \times 5{,}75} + \frac{0{,}75 \times 1{,}165}{2 \cdot 0{,}2 \times 5{,}75} = 0{,}53\text{т}$$

Расчет тросостойки

$H = 5,5$м



$\gamma = 6°12'$

$$x = \frac{0,2 \times 5,5}{1,4 - 0,2} = 0,917м \qquad tg\gamma = \frac{1,4 - 0,2}{2 \times 5,5} = 0,109$$

$$Cos\gamma = 0,994$$

Расчет пояса

Схема IV, I р-н гололеда

Усилие в поясе

$S_T = 1,5т$ $Q_T = 380кг$ $G_{тр} = 0,25т$

$M = 1,5 \times 5,5 = 8,25$тм

$G = 0,5 \times 0,38 + 0,25 = 0,44$т $M_{нус} = 0,19 \times 0,6 = 0,114$тм

$$U_T = \frac{8,25 + 0,12}{2 \times 1,4 \times 0,994} + \frac{0,44}{4 \times 0,994} = 3,0 + 0,11 = 3,11\text{т}$$

Усилия в расксах

Схема IV; IV район гололеда

$x = 0,917$м; $S_T = 1,5$т $M = 1,5 \times 0,917 = 1,38$тм

$b = 0,2$м $M_{кр} = 1,5 \times 0,5 = 0,75$тм

$$D = \frac{M}{2R} + \frac{M_{кр} \cdot x}{2b \cdot R}$$

$$D_{23} = \frac{1,38}{2 \times 4,6} + \frac{0,75 \times 0,917}{2 \times 0,2 \times 4,6} = 0,15 + 0,37 = 0,52\text{т}$$

$$D_{24} = \frac{1,38}{2 \times 3,7} + \frac{0,75 \times 0,917}{2 \times 0,2 \times 3,7} = 0,19 + 0,47 = 0,66\text{т}$$

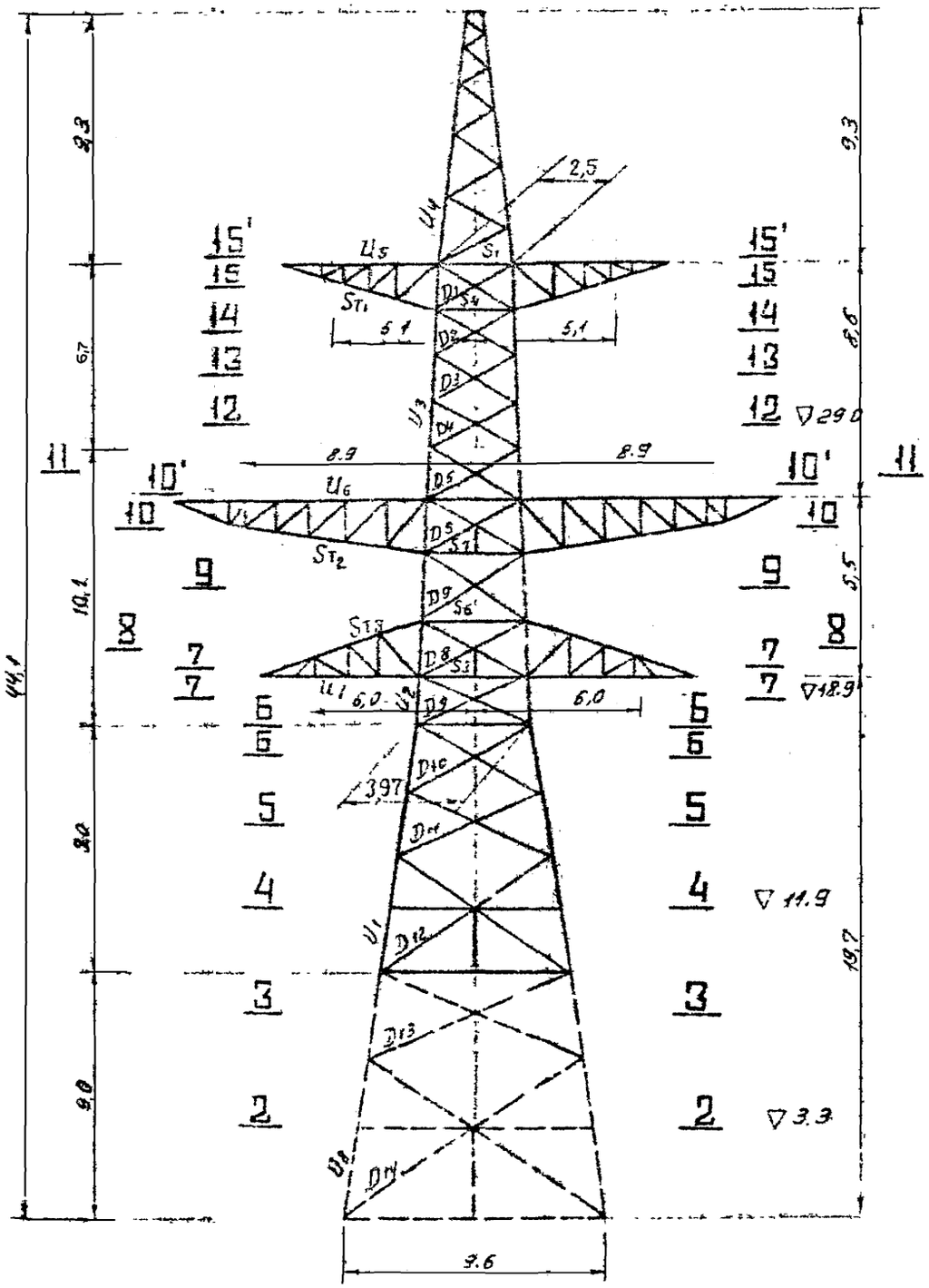
$$D_{25} = \frac{1,38}{2 \times 2,6} + \frac{0,75 \times 0,917}{2 \times 0,2 \times 2,6} = 0,27 + 0,66 = 0,93\text{т}$$

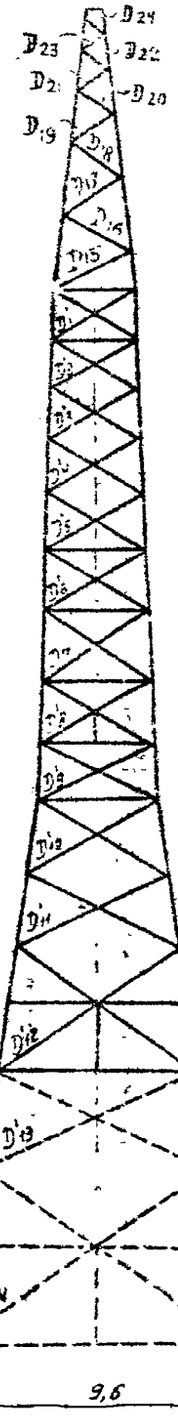
$$D_{26} = \frac{1,38}{2 \times 2,15} + \frac{0,75 \times 0,917}{2 \times 0,2 \times 2,15} = 0,32 + 0,8 = 1,12\text{т}$$

$$D_{27} = \frac{1,38}{2 \times 1,25} + \frac{0,75 \times 0,917}{2 \times 0,2 \times 1,25} = 0,55 + 1,38 = 1,93\text{т}$$

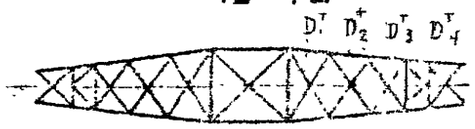
$$D_{28} = \frac{1,38}{2 \times 0,95} + \frac{0,75 \times 0,917}{2 \times 0,2 \times 0,95} = 0,73 + 1,81 = 2,54\text{т}$$

УС 330-2

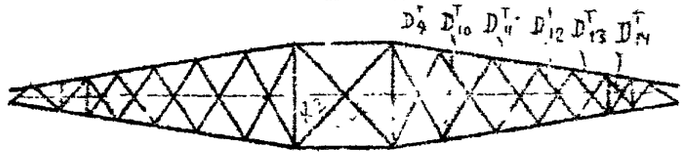




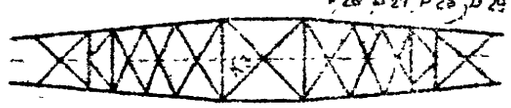
15'-15



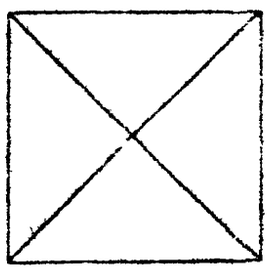
10'-10'



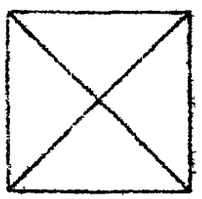
7'-7'



2-2



4-4



6'6'



Давление ветра на конструкцию опоры УС 330-2 по схемам I и II

Таблица N

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м²)	Площадь элементов фермы $\sum F_i$ (м²)	Площадь F (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\sum F_i}{F}$	Аэродинамический коэффициент $C_x = \frac{X}{q_0 F}$	η при $\frac{b}{h}=1$	Коэффициент, характеризующий пространственную форму $C_x = C_x \eta$	Нормативная ветровая нагрузка без коэффициента динамичности: ветер на траверсе $P = q_0 \cdot C_{xp} \cdot S$ (кг)		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэффициента динамичности $\beta = 1{,}35$ и коэффициента перегрузки n	
										C_x I	C_x II	$n=1{,}2$ I	$n=1{,}2$ II
Верхняя секция	5,8; 1,0; 340	1,64	82	1,52	4,55	0,326	0,456	0,63	0,745	2×130 [2] (285)	2×35 [2] (70)	2×210	2×50
Средняя секция	9,8; 3,0; 252	1,46	73	2,45	9,4	0,26	0,364	0,75	0,635	2×195 [2] (435)	2×50 [2] (110)	2×315	2×70
Нижняя траверса	26,7; 5,0; 6,1	1,37	69	1,8	6,1	0,295	0,41	0,88	0,59	2×130 [2] (260)	2×35 [2] (75)	2×210	2×50
Траверсы №1	39,45; 2,3; 2,5; 4,2	1,23	89	2,28	12,5	0,183	0,256	0,875	0,48	535	135	865	185
Верхняя секция	3,45; 6,7; 3,1; 2,5	1,6	80	4,1	18,7	0,236	0,33	0,78	0,53	880	220	1420	300
Средняя секция	13,05; 10,1; 7,1; 3,1	1,41	70	6,22	36,4	0,226	0,316	0,8	0,57	1450	365	2350	430
Нижняя секция	4,5; 3,8; 6,0; 4,1	1,0	50	7,8	18,5	0,161	0,226	0,91	0,43	1040	260	1690	350
Нижняя секция	4,5; 2,9; 9,34; 6,0	1,0	50	8,0	22	0,125	0,175	0,97	0,345	1240	310	2020	420
								Всего на опору		5055	1530	9500	2085

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 II траверсе нагрузка составляет $0{,}45\ P_{тр}$

N 3081 ТМ-Т2

Подсчет изгибающих моментов вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры УС 330-2

Таблица N

Сечение, отметка, база	Схема I, I р-н гололеда α-60° без разности тяжения			Схема II, IV р-он гололеда, α=60° без разности тяжения			Схема III, IV р-он гололеда α = 60° без разности тяжения		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры MW_{II}		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры MW_{II}		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	
12-12 ▼29,0 B=3,0	4,05 × 15,1 = 61,1 2×11,2×5,8 = 130,0 26,45 M_{II} = 191,1	0,865×9,45 = 8,16 2×0,21×4,0 = 1,68 1,42×2,45 = 3,48 2,705 MW_{II} = 13,32	0,335 × 1 = 0,335 2×2,52 = 5,04 0,66×15,1 = 9,95 15,325	3,64 × 15,1 = 55,0 2×15,06×5,8 = 174,0 33,76 M_{II} = 227,0	$MW_{II} = \frac{13,32}{4,8}$ = 2,77	1,73×1 = 1,73 2×6,69 = 13,38 0,66×15,1 = 9,95 25,06	3,30×15,1 = 50,0 (12,0+6,0)×5,8 = 104,0 21,3 154,0 $M_{II\,y}$ = 2,905×5,1 = 14,8 ΣM_{II} = 168,8	10,4 × 5,8 = 61,0 1,10,4 $M_{\perp}$ = 61,0	1,73×1 = 1,73 6,69+3,785 = 10,475 2,56×15,1 = 9,95 22,155
Cosγ=0,999	$U_4 = \frac{191,1 + 13,32}{2 \times 3,0 \times 0,999} + \frac{15,325}{4 \times 0,999}$ = 34,0+3,82 = 37,82 т			$U_4 = \frac{229,0 + 2,77}{2 \times 3,0 \times 0,999} + \frac{25,06}{4 \times 0,999}$ = 38,5 + 6,25 = 44,75 т			$U_4 = \frac{168,8 + 61,0}{2 \times 3,0 \times 0,999} + \frac{22,155}{4 \times 0,999}$ = 38,4 + 5,55 = 43,96 т		
7-7 ▼18,9 B=3,9	191,1 26,45 × 10,1 = 266,0 2×11,2×7,3 = 163,0 2×11,2×0,8 = 17,9 71,25 M_{II} = 628,0	13,32 2,705×10,1 = 27,40 2×0,315×6,3 = 3,97 2×0,21×7,8 = 0,75 2,35×4,15 = 9,75 6,105 55,19	15,325 4×2,52 = 10,080 0,66×10,1 = 6,66 32,065	229,0 33,76 × 10,1 = 340,0 2×15,06×7,3 = 220,0 2×15,06×0,8 = 24,0 94,0 813,0	$MW_{II} = \frac{32,065}{4,8}$ = 6,65	25,06 4×6,69 = 26,76 0,66×10,1 6,65 58,47	168,8 21,3×10,1 = 215,0 2×12×7,3 = 175,0 2×12×0,8 = 19,2 69,3 578,0	61,0 10,4×10,1 = 105,1 166,0	22,155 6,69×4 = 26,800 0,66×10,1 = 6,650 55,605
Cosγ=0,999	$U_3 = \frac{628,0 + 55,19}{2 \times 3,9 \times 0,999} + \frac{32,065}{4 \times 0,999}$ = 87,6 + 8,0 = 95,6 т			$U_3 = \frac{813,0 + 6,65}{2 \times 3,9 \times 0,999} + \frac{58,47}{4 \times 0,999}$ = 1040+14,62 = 118,62 т			$U_3 = \frac{578 + 166}{2 \times 3,9 \times 0,999} + \frac{55,6}{4 \times 0,999}$ = 95,1 + 13,9 = 109,0 т		
4-4 ▼11,3 B=6,6	616,0 71,25 × 7,6 = 540,0 M_{II} = 1178	55,19 6,105 × 7,6 = 46,40 $\frac{1,69 \times 2,2}{7,795} = \frac{3,71}{105,30}$	32,065 0,66×7,5 = 5,00 37,065	813,0 94,01 × 7,6 = 715,0 1528,0	$MW_{II} = \frac{105,3}{4,8}$ = 22,0	58,47 0,66×7,6 = 5,00 63,47	578,0 69,3 × 7,6 = 525,0 1103,0	166,0 10,4 × 7,6 = 79,0 245,0	55,605 0,66×7,5 = 5,000 60,605
Cosγ=0,989	$U_2 = \frac{1178 + 105,3}{2 \times 6 \times 0,989} + \frac{37,065}{4 \times 0,989}$ = 108 + 9,3 = 117,3 т			$U_2 = \frac{1528,0 + 22,0}{2 \times 6 \times 0,989} + \frac{63,47}{4 \times 0,989}$ = 1295+16 = 145,5 т			$U_2 = \frac{1103,0 + 245}{2 \times 6 \times 0,989} + \frac{60,605}{4 \times 0,989}$ = 114 + 15,3 = 129,3 т		
2-2 ▼3,3 B=8,5	1156 71,25 × 8,0 = 570 1748	105,3 7,795×8 = 62,2 2,02×1,2 = 2,4 169,9	37,065 0,66×8 = 5,235 42,300	1528,0 94,0 × 8,0 = 153,0 2281,0	$MW_{II} = \frac{159,9}{4,8}$ = 35,4	63,47 0,66×8 = 5,23 68,70	1103,0 69,3 × 8,0 = 554,0 1657,0	245,0 10,4 × 8,0 = 83,2 329,2	60,605 0,66×8 = 5,23 65,835
Cosγ=0,989	$U_1 = \frac{1748 + 169,9}{2 \times 8,5 \times 0,989} + \frac{42,3}{4 \times 0,989}$ = 114 + 10,7 = 124,7 т			$U_1 = \frac{2281 + 35,4}{2 \times 8,5 \times 0,989} + \frac{68,7}{4 \times 0,989}$ = 1360+17,3 = 153,3 т			$U_1 = \frac{1657 + 329,2}{2 \times 8,5 \times 0,989} + \frac{65,835}{4 \times 0,989}$ = 118,0 + 16,6 = 134,6 т		

Примечание

1 Максимальное тяжение в тросе в I-II районах гололеда σ_1 = 40 кг/см² (см расчет 3080 тм-т5 лист 41/53);
в III-IV районах гололеда σ_1 = 30 кг/см², нагрузки на провода и тросы см. расчет 3080тм-т5 листы 40÷43/53.

Определение усилий в раскосах ствола опоры УС-330-2; Грань II осям траверс

Схема III, IV, ра-он гололеда $\alpha = 60°$ без разности тяжений

Таблица N

Сечение, отметка (м)	Изгибающие моменты (тм): От тяжения провода, троса	Изгибающие моменты (тм): От весовой нагрузки	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обозначен. элемента	База "в" (м)	tgγ	Угол наклона раскоса к горизонту β	Cosβ	2Cosβ	$\frac{M_u}{B}tg\gamma$	4BCosβ	Усилия в раскосах (т): $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{B}tg\gamma}{2Cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4BCos\beta}$	$D = D' + D''$
15-15 ▽34,0	3,3×9,3 = 30,6 (12,0+6,0)×0,8 = 14,4 21,3 45,0	(5,69-3,78)×5,1 = = 14,8	21,3	10,4×5,1 = 53,0	D_1	2,55	0,05	32°	0,843	1,69	1,17	8,5	5,6	6,17	11,77
14-14 ▽32,4	21,3×1,6 = 45,0 34,0 79,0	14,8	21,3	53,0	D_2	2,70	0,05	31°	0,857	1,71	1,74	9,25	5,22	5,74	10,96
13-13 ▽30,7	21,3×1,7 = 79,0 36,2 115,2	14,8	21,3	53,0	D_3	2,85	0,05	31°	0,857	1,71	2,28	9,75	4,90	5,45	10,35
12-12 ▽29,0	21,3×1,9 = 115,2 40,5 155,7	14,8	21,3	53,0	D_4	3,00	0,05	30°	0,866	1,73	2,84	10,3	4,51	5,15	9,66
11-11 ▽27,15	21,3×1,85 = 155,7 39,5 195,2	14,8	21,3	53,0	D_5	3,20	0,05	31°	0,857	1,71	3,28	10,9	4,27	4,85	9,12
10-10 ▽25,2	3,3×18,9 = 62,5 2×12,0×9,6 = 230,0 (12+6)×1,0 = 18,0 45,3 310,5	(5,69-3,78)×8,9 =	45,3	10,4×8,9 = 92,5	D_6	3,35	0,05	31°	0,857	1,71	5,00	11,5	10,3	8,05	18,35
9-9 ▽22,95	45,3×2,25 = 310,5 102,0 412,5	26,0	45,3	92,5	D_7	3,55	0,05	34°	0,821	1,66	6,16	11,8	9,95	7,85	17,80
8-8 ▽20,7	45,3×2,25 = 412,5 102,0 514,5	26,0	45,3	92,5	D_8	3,75	0,05	28°	0,883	1,77	7,2	13,8	8,7	6,98	15,68
7-7 ▽18,85	45,3×1,85 = 514,5 84,0 2×12×0,85 = 20,4 69,3 618,9	26,0	69,3	92,5	D_9	3,90	0,05	24°	0,914	1,83	8,26	14,3	14,4	6,5	20,9
6-6 ▽16,85	69,3×2 = 618,9 139,0 757,9	26,0	69,3	92,5	D_{10}	4,3	0,15	30°	0,866	1,73	27,4	14,9	4,2	6,2	10,4
5-5 ▽14,35	69,3×2,5 = 757,9 173,0 930,9	26,0	69,3	92,5	D_{11}	5,1	0,15	27°	0,891	1,78	28,2	18,2	3,62	5,1	8,72
4-4 ▽11,2	69,3×3,15 = 930,9 218,0 1148,9	26,0	69,3	92,5	D_{12}	6,0	0,15	34°	0,829	1,66	29,4	19,9	3,16	4,65	7,81
3-3 ▽7,35	69,3×3,85 = 1148,9 267,0 1415,9	26,0	69,3	92,5	D_{13}	7,2	0,15	27°	0,891	1,78	30,1	25,6	2,56	3,62	6,18
2-2 ▽3,3	69,3×4,05 = 1415,9 280,1 1696,0	26,0	69,3	92,5	D_{14}	8,5	0,15	32°	0,848	1,7	30,6	29,0	2,38	3,2	5,58

Определение усилий в раскосах ствола опоры УС 330-2

Грань 1 осям траверс Схема III, концевая, IV р-он гололеда $\alpha = 0°$

Таблица N

Сечение отметка (м)	Изгибающие моменты (тм) От тяжения провода, троса.	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент $M_{кр.}$ (тм)	Обознач. эл-та	База "в" (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонту β	$Cos\beta$	$2Cos\beta$	$\frac{M_u}{в} tg\gamma$	$4вCos\beta$	Усилие в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{в} tg\gamma}{2Cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4вCos\beta}$	$D = D' + D''$
15-15 ▼34,0	3,3 × 9,3 = 30,6 12 × 0,8 = 9,6 40,2	15,3	12,0 × 5,1 = 61,2	D'_1	2,55	0,05	32°	0,848	1,69	0,79	8,6	4,07	7,13	11,2
14-14 ▼32,4	15,3 × 1,6 = 40,2 24,5 64,7	15,3	61,2	D'_2	2,70	0,05	31°	0,857	1,71	1,2	9,25	3,78	6,62	10,4
13-13 ▼30,7	15,3 × 1,7 = 64,7 26,0 90,7	15,3	61,2	D'_3	2,85	0,05	31°	0,857	1,71	1,59	9,75	3,56	6,3	9,86
12-12 ▼29,0	15,3 × 1,9 = 90,7 29,0 119,7	15,3	61,2	D'_4	3,00	0,05	30°	0,856	1,73	2,00	10,3	3,28	5,95	9,23
11-11 ▼27,15	15,3 × 1,85 = 119,7 28,3 148,0	15,3	61,2	D'_5	3,20	0,05	31°	0,857	1,71	2,32	10,9	3,12	5,62	8,74
10-10 ▼25,2	3,3 × 18,9 = 62,5 24 × 9,6 = 230,0 12 × 1,0 = 12,0 304,5	39,3	12,0 × 8,9 = 106,8	D'_6	3,35	0,05	31°	0,857	1,71	4,55	11,5	8,82	9,26	18,08
9-9 ▼22,95	39,3 × 2,25 = 304,5 88,5 393,0	39,3	106,8	D'_7	3,55	0,05	34°	0,829	1,66	5,55	11,8	8,50	9,05	17,55
8-8 ▼20,7	39,3 × 2,25 = 393,0 88,5 481,5	39,3	106,8	D'_8	3,75	0,05	28°	0,883	1,77	6,4	13,3	7,5	8,05	15,55
7-7 ▼18,85	39,3 × 1,85 = 481,5 72,8 2 × 12 × 0,85 = 20,4 574,7	63,3	106,8	D'_9	3,90	0,05	24°	0,914	1,83	7,4	14,3	13,3	7,5	20,8
6-6 ▼16,85	63,3 × 2 = 574,7 126,6 701,3	63,3	105,8	D'_{10}	4,3	0,15	30°	0,866	1,73	24,4	14,9	4,2	7,2	11,4
5-5 ▼14,35	63,3 × 2,5 = 701,3 158,0 859,3	63,3	106,8	D'_{11}	5,1	0,15	27°	0,891	1,78	25,3	18,2	3,57	6,87	9,44
4-4 ▼11,2	63,3 × 3,15 = 859,3 199,0 1058,3	63,3	106,8	D'_{12}	6,0	0,15	34°	0,829	1,66	26,4	19,9	3,17	5,38	8,55
3-3 ▼7,85	63,3 × 3,85 = 1058,3 243,0 1301,3	63,3	106,8	D'_{13}	7,2	0,15	27°	0,891	1,78	27,1	25,6	2,56	4,18	6,74
2-2 ▼3,3	63,3 × 4,05 = 1301,3 256,0 1557,3	63,3	106,8	D'_{14}	8,5	0,15	32°	0,848	1,7	27,5	29,0	2,44	3,69	6,13

Расчет пояса

Схема II к (концевая), IV р-н гололеда, $\alpha = 0^0$

Провода 2×АСО-400

$S_п = 13,9$ т

$P_п = 0,67$ т

$0,5 g_{п_т} + g_т = 0,5 \times 1,37 + 0,5 \times 4,44 + 3,88 = 3,78$ т

$G_{тр} = 0,5$ т

$G = 0,5 \times 3,78 + 0,25 \times 0,5 = 2,13$ т

$$U_6 = -\frac{13,9 \times 7,275}{3,25 \times 0,988} + \frac{2,13 \times 7,275}{2,0 \times 0,988} - \frac{0,67}{2 \times 0,988} =$$

$= -31,4 + 7,85 - 0,33 = -23,88$ т

$U_6 = 31,4 + 7,85 + 0,33 + 39,58$ т

Расчет подкоса

Схема II, IV р-н гололеда $\alpha = 0^0$ Провода 2×АСО-400

$g_п = 6,69$ т $G_{тр} = 0,5$ т

$G = 0,5 \times 6,69 + 0,25 \times 0,5 = 3,48$ т

$$S_{12} = \frac{3,48 \times 7,185}{2,0 \times 0,98} = 12,8 \text{ т}$$

Расчет раскосов нижней грани

Схема II к (концевая) IV р-н гололеда, $\alpha = 0^0$

Провода 2×АСО-400

$S_п = 13,9$ т $x_1 = 3,42$ м

$M_{изг} = 13,9 \times 3,42 = 47,5$ тм

$$D_9^т = \frac{47,5}{2 \times 8,45} = 2,81 \text{ т}$$

$$D_{10}^т = \frac{47,5}{2 \times 6,6} = 3,60 \text{ т}$$

$$D_{11}^т = \frac{47,5}{2 \times 5,1} = 4,65 \text{ т}$$

$$D_{12}^т = \frac{47,5}{2 \times 4,2} = 5,65 \text{ т}$$

$$D_{13}^т = \frac{47,5}{2 \times 3,8} = 6,25 \text{ т}$$

$$D_{14}^т = \frac{10,9 \times 3,12}{2 \times 2 \times 2,95} = 3,62$$

Расчет распоров боковых граней

Схема II, IV р-н гололеда $\alpha = 0°$

$G = 3{,}48$ т (см. расчет подкоса). Провода 2×АСО-400

$x_2 = 3{,}0$ м

$M_{изг} = 3{,}48 \times (3 - 0{,}3) = 9{,}4$ тм

$$D^{т}_{15} = \frac{9{,}4}{6{,}7} = 1{,}4\,т$$

$$D^{т}_{16} = \frac{9{,}4}{4{,}85} = 1{,}94\,т$$

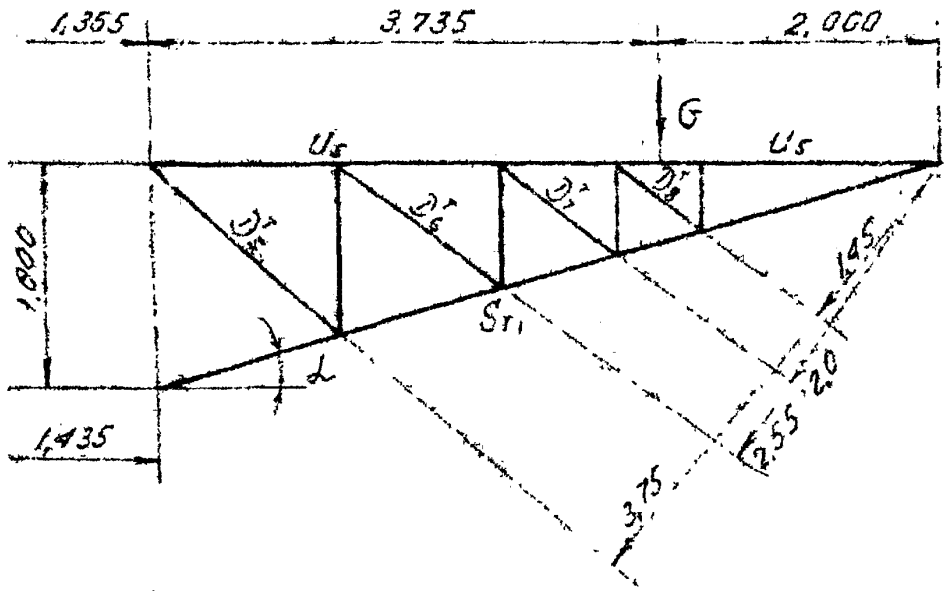
$$D^{т}_{17} = \frac{9{,}4}{3{,}46} = 2{,}73\,т$$

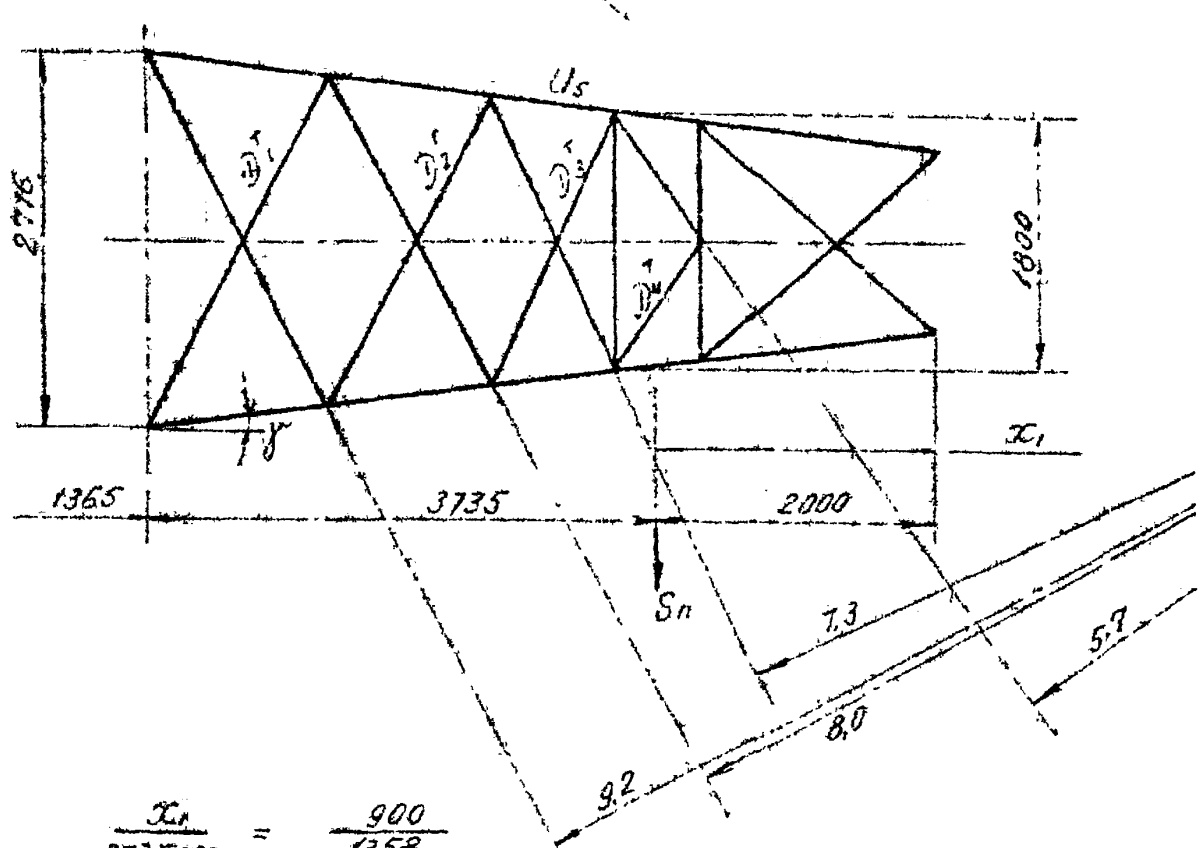
$$D^{т}_{18} = \frac{9{,}4}{2{,}7} = 3{,}5\,т$$

$$D^{т}_{19} = \frac{9{,}4}{1{,}8} = 5{,}22\,т$$

$$D^{т}_{20} = \frac{3{,}48 \times (3 - 0{,}6)}{2 \times 1{,}5} = 2{,}78\,т.$$

Верхняя траверса $\ell = 5,1$ м





$$\frac{x_1}{3735+x_1} = \frac{900}{1358}$$

$$1358x_1 - 900x_1 = 3350000$$

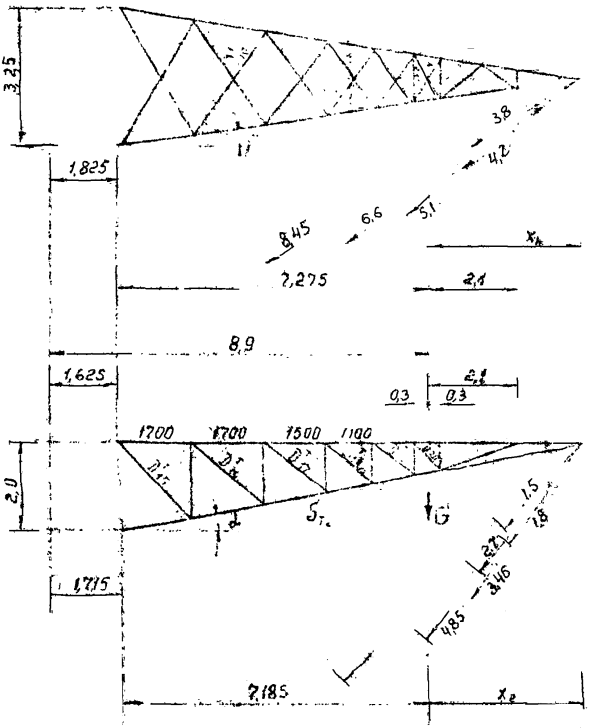
$$x_1 = \frac{3350000}{458} = 7,32 \text{ м}$$

$$tg\gamma = \frac{1,358-0,9}{3,735} = 0,123$$

$\gamma = 7°$

$Cos\gamma = 0,992$

Средняя траверса $\ell = 8{,}0$ м



$$\frac{X_2}{7{,}275 - 0{,}3 + X_2} = \frac{0{,}6}{2{,}0}$$

$$6{,}975 \times 0{,}6 + 0{,}6\,X_2 = 2\,X_2$$

$$1{,}4\,X_2 = 4{,}18$$

$$X_2 = 3{,}0$$

$$tg\,\alpha = \frac{2{,}0 - 0{,}6}{6{,}835} = 0{,}203$$

$$\alpha = 11^{\circ}30'$$

$$\cos\alpha = 0{,}9799$$

$$\frac{X_1 - 2{,}1}{7{,}275 + X_1} = \frac{0{,}2}{1{,}625}$$

$$1{,}455 + 0{,}2\,X_1 = 1{,}625\,X_1 - 3{,}4$$

$$X_1 = \frac{4{,}855}{1{,}425} = 3{,}42\ м$$

$$tg\,\beta = \frac{1{,}625 - 0{,}2}{9{,}375} = 0{,}152$$

$$\beta = 8^{\circ}42'$$

$$\cos\beta = 0{,}9885$$

$tg\alpha = \frac{1,6}{5,735} = 0,279$ $\alpha = 15°36'$

$Cos\alpha = 0,963$

Расчет пояса

Схема II, концевая, IV р-н гололеда

$\alpha = 0°$; Провод 2 × АСО-400

$S_п = 13,9т$. $0,5g_п + g_г = 4,13т$, $G_{тр} = 0,5т$, $P_п = 0,67т$

$G = 0,5 \times 4,13 + 0,25 \times 0,5 = 2,2т$

$$U_5 = -\frac{13,9 \times 3,735}{2,716 \times 0,992} + \frac{2,2 \times 3,735}{1,6 \times 0,992} - \frac{0,67}{2} =$$

$= -19,3 + 5,17 - 0,33 = 14,46т$

$U_5 = +19,3 + 5,17 + 0,33 = +24,8т$

Расчет подкоса

Схема II; IV р-н гололеда, $\alpha = 0°$ Провод 2×АСО-400

$g_п + g_г = 1,535 + 4,96 + 0,88 = 7,375т$ $G_{тр} = 0,5т$

$G = 0,5 \times 7,375 + 0,25 \times 0,5 = 3,82т$

$$S_{т_1} = -\frac{3,82 \times 3,665}{1,6 \times 0,963} = -9,1т$$

Расчет раскосов верхней грани

Схема II концевая, IV р-н гололеда

$\alpha = 0°$; $S_п = 13,9т$ Провод 2 × АСО-400

$x = 7,32м$

$M_{изг} = 13,9 \times 7,32 = 101,0 тм$

$D_1 = \frac{101,0}{2 \times 9,2} = 5,5т$ $D_4^т = \frac{6,95 \times 7,02}{2 \times 5,7} = 4,3$

$D_2^т = \frac{101,0}{2 \times 8,0} = 6,34т$

$D_3 = \frac{101,0}{2 \times 7,3} = 6,95т$

Расчет раскосов боковых граней

Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha = 0°$

Провода 2×АСО-400

$g_п = 7{,}375т$ $\quad G_{тр} = 0{,}5т$ $\quad X_2 = 2{,}0м$

$$G = 0{,}5 \times 7{,}375 + 0{,}25 \times 0{,}5 = 3{,}82т$$

$$M_{изг.} = 3{,}82 \times 2 = 7{,}64тм$$

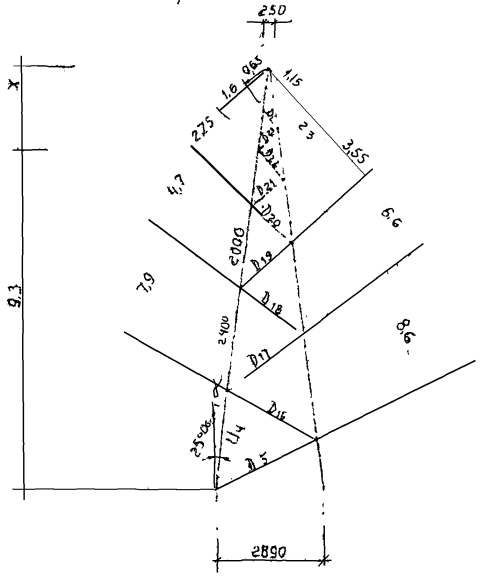
$$D_5^T = \frac{7{,}64}{3{,}75} = 2{,}07т$$

$$D_6^T = \frac{7{,}64}{2{,}55} = 3{,}0т$$

$$D_7^T = \frac{7{,}64}{2{,}0} = 3{,}82т$$

$$D_8^{T'} = \frac{1{,}91 \times 1{,}7}{1{,}45} = 2{,}24т$$

Тросостойка $H = 9{,}3$ м



$$\frac{X}{9{,}3} = \frac{0{,}125}{1{,}295 - 0{,}125}$$

$$X = \frac{9{,}3 \cdot 0{,}125}{1{,}170} = 0{,}99\text{м}$$

$$tg\gamma = \frac{2{,}59 - 0{,}25}{2 \times 9{,}3} = 0{,}126$$

$\gamma = 7°12$

$Cos\gamma = 0{,}992$

Расчетные схемы: схема II, IV р-н гололеда

$\alpha = 60°$ $P_т = 4{,}69$т

схема II концевая,

IV р-н гололеда $S_т = 4{,}06$т

Расчет пояса

Схема II, IV р-н гололеда $G_{тр} = 0{,}4$т; $P = 4{,}69$т

$\alpha = 60°$ $g_т = 1{,}945$т

$G = 1{,}945 + 0{,}4 = 2{,}345$т

$M = 4{,}69 \cdot 9{,}3 = 43{,}6$тм

$M_{ну} = 1{,}945 \times 0{,}6 = 0{,}98$тм

$M_w = 0{,}185 \times 4{,}65 = 0{,}86$ тм

$$U_4 = \frac{43{,}6 + 0{,}98 + 0{,}86}{2 \times 2{,}59 \times 0{,}992} + \frac{2{,}345}{4 \times 0{,}992} = 8{,}82 + 0{,}59 = 9{,}41\text{т}$$

Усилия в раскосах

Схема II; IV р-н гололеда, $\alpha = 60°$

$x = 0{,}99$м $\quad P_T = 4{,}69$т $\quad g_T = 1{,}945$т

$M = 4{,}69 \times 0{,}99 = 4{,}64$ тм

$$D_{15} = \frac{4{,}64}{2 \times 8{,}6} = 0{,}27\text{т}$$

$$D_{16} = \frac{4{,}64}{2 \times 7{,}3} = 0{,}32\text{т}$$

$$D_{17} = \frac{4{,}64}{2 \times 5{,}6} = 0{,}42\text{т}$$

$$D_{18} = \frac{4{,}64}{2 \times 4{,}7} = 0{,}49\text{т}$$

$$D_{19} = \frac{4{,}64}{2 \times 3{,}55} = 0{,}65\text{т}$$

$$D_{20} = \frac{4{,}64}{2 \times 2{,}75} = 0{,}84\text{т}$$

$$D_{21} = \frac{4{,}64}{2 \times 2{,}3} = 1{,}0\text{т}$$

$$D_{22} = \frac{4{,}64}{2 \times 1{,}5} = 1{,}55\text{т}$$

$$D_{23} = \frac{4{,}64}{2 \times 1{,}15} = 2{,}02\text{т}$$

$$D_{24} = \frac{4{,}64}{2 \times 0{,}65} = 3{,}56\text{т}$$

Расчет распорок и раскосов

Опоры УС 330-2

Траверса $\ell = 5{,}1$ м
$\cos\beta = 0{,}848$
$\cos\alpha = 0{,}963$; $G\gamma = 0{,}992$

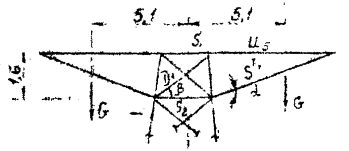
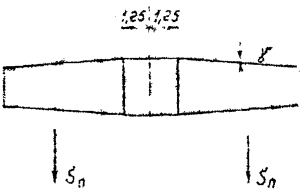


Схема II (концевая)

IV р-н гололеда

Провод 2×АСО-400

$U_5 = +2{,}48$ т
$U_5 = -14{,}46$ т
$S_{тл} = -9{,}1$ т
см. травер $\ell = 5{,}1$ м



$$S_1 = -\frac{14{,}46}{0{,}992} = -14{,}6\text{ т}$$

$$S_1 = \frac{24{,}8}{0{,}992} = 25{,}0\text{ т}$$

$$S_2 = -\frac{9{,}1}{0{,}992 \times 0{,}963} = -9{,}55\text{ т}$$

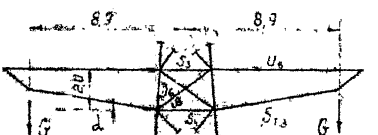
Схема II (концевая) IV р-н гололеда

Подвеска одной цепи $G = 2{,}2$ т $S_п = 13{,}9$ т

$$M = 2{,}2 \times (5{,}1 - 2{,}2) = 6{,}39\text{ тм}$$

$$D_1 = \frac{6{,}39}{4 \times 1{,}6 \times 0{,}848} = 1{,}18\text{ т}$$

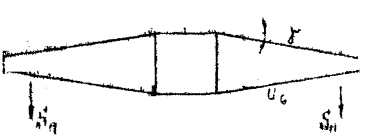
Траверса $\ell = 8{,}9$ м



$\cos\alpha = 0{,}979$

$\cos\gamma = 0{,}988$

$\cos\beta = 0{,}857$



$U_6 = -23,88$ т

$U_6 = 39,58$ т см. расчет траверсы $\ell = 8,9$

$S_{T_2} = -12,8$ т

$$S_3 = -\frac{23,88}{0,979} = -24,4 \text{ т}$$

$$S_3 = \frac{39,58}{0,979} = 40,5 \text{ т}$$

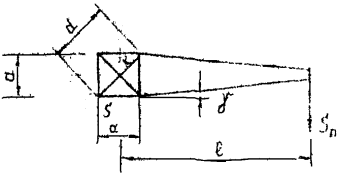
$$S_4 = -\frac{12,8}{0,988 \times 0,979} = -13,2 \text{ т}$$

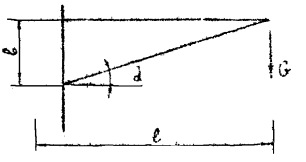
Усилие в распорке D_6 при подвеске одной цепи

$M = 2,13 \times 7,275 = 15,5$ тм (см. расчет траверсы $\ell = 8,9$ м)

$$D_6 = \frac{15,5}{2 \times 2 \times 0,857} = 4,52 \text{ т}$$

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс





$$S = \frac{S_n \times \ell}{2a} + \frac{G}{b} \times \left(\ell - \frac{d}{2}\right)$$

$$K = \frac{S_n}{4} \times \frac{d}{a^2} (\ell - \alpha)$$

При подвеске одной цепи

1. Траверса $\ell = 5,1$ м

N3081 см-12

Схема II к IV р-н гололеда $\alpha = 0^\circ$ Провод 2×АСО-400.

$S_n = 13,9$ т $\quad g_n = 3,78$ т.

$G = 2,13$ т (см. расчет траверс)

$a = 2,71$ м $\quad b = 1,6$ м $\quad \ell = 3,84$ м

$$S = \frac{\pm 13,9 \times 5,1}{2 \times 2,71} + \frac{2,13}{1,6} \times \left(5,1 - \frac{2,71}{2}\right) = \pm 13,1 + 5$$

$S = +18,1$ т $\quad S = -8,1$ т

$$K = \frac{13,9}{4} \times \frac{3,84}{2,71^2} (5,1 - 2,71) = 4,35 \text{ т}$$

2 Траверса $\ell = 8,9$ м

$a = 3,25$ м $\quad b = 2,0$ м $\quad d = 4,6$ м

$$S = \frac{\pm 13,9 \times 8,9}{2 \times 3,25} + \frac{2,13}{2,0} \left(8,9 - \frac{3,25}{2}\right) =$$

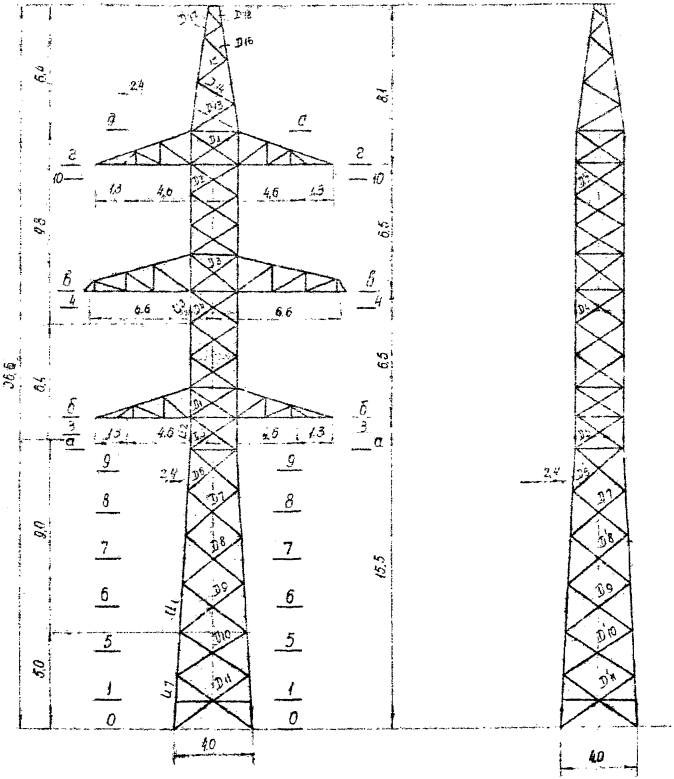
$$= \pm 19,1 + 7,75$$

$S = +26,85$ т $\quad S = -11,35$ т

$$K = \frac{18,9}{4} \times \frac{4,6}{3,25^2} (8,9 - 3,25) = 8,55 \text{ т}$$

Расчет сделал /С. Груздев/

Расчет проверил /Н. Токарева/



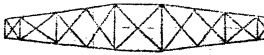
Сечение а-а



Сечение б-б



Сечение в-в



Сечение г-г



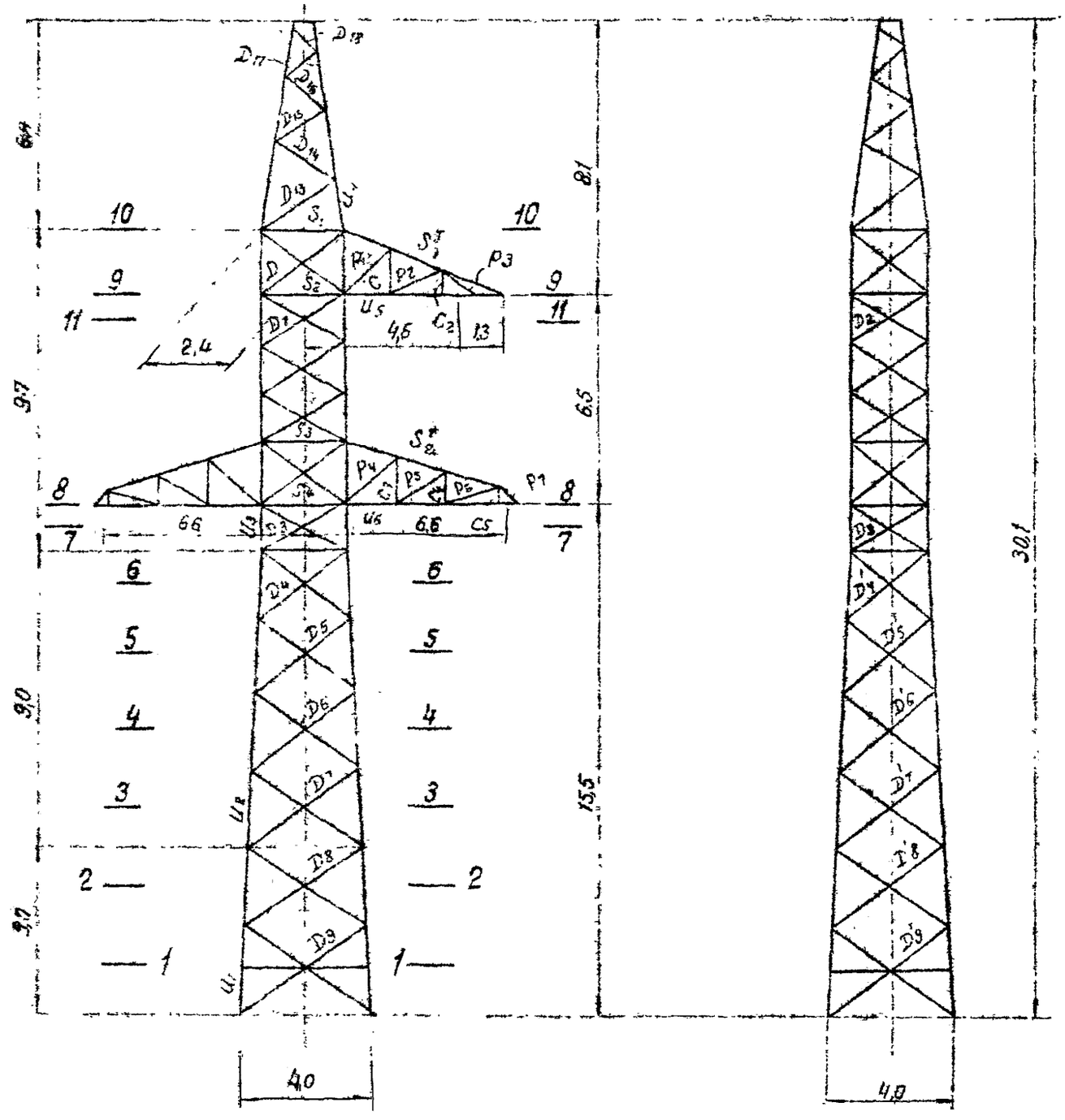
Сечение д-д



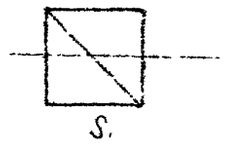
Сечение 1-1



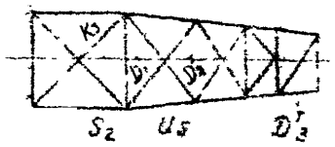
УС 220-5



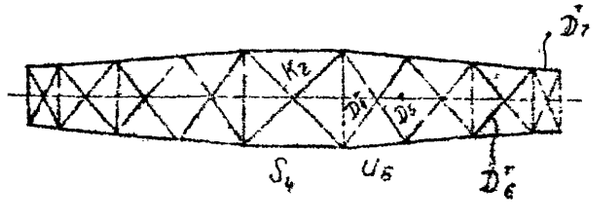
Сечение 10-10



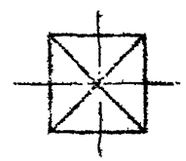
Сечение 9-9



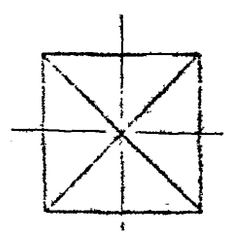
Сечение 8-8



Сечение 7-7



Сечение 1-1



N3081тм-т2 | лист 99 | гз

Давление ветра на конструкцию опоры УС 220-5 Схема I и II

Таблица 1

Наименов. секции	Эскиз и средняя отметка секции	Коэфф. убыл. скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 кг/м²	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффиц. заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинам. коэфф. плоской фермы $C_ф = C_i \varphi = 1{,}4\varphi$	η при $\frac{b}{h} = 1$	Аэродин. коэфф. пространств. фермы $C_{пр} = C_ф (1+\eta)$	Норм. ветровая нагрузка без коэф. динамичности. Ветер ⊥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S$: Сх I	Сх II	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динам. $\beta = 1{,}35$ и коэф. перегрузки n: $n = 1{,}2$ Сх I	$n = 1{,}2$ Сх II
Верхняя траверса	1,7 / 4,45 / 29,35	1,56	78	1,1	3,55	0,31	0,435	0,66	0,723	90×2 [2] (200)	23×2	145×2	31×2
Средняя траверса	1,7 / 5,15 / 22,85	1,42	71	1,4	6,20	0,226	0,317	0,81	0,574	115×2 [2] (250)	30×2	135×2	40×2
Нижняя траверса	1,7 / 4,45 / 16,4	1,1	55	1,1	3,55	0,31	0,435	0,66	0,723	60×2 [2] (140)	15×2	150×2	20×2
Тросостойка	6,4 / 2,5 / 0,3 / 33,4	1,64	82	1,6	8,55	0,187	0,263	0,87	0,493	350	90	570	120
Верхняя секция	9,6 / 2,5 / 25,3	1,46	73	6,4	24,0	0,266	0,373	0,74	0,648	1140	285	1950	385
Средняя секция	6,4 / 2,5 / 17,2	1,11	56	5,2	16,3	0,32	0,448	0,64	0,735	675	170	1090	230
Нижняя секция	9,0 / 3,5 / 2,5 / 9,5	1,0	50	6,26	26,8	0,23	0,32	0,80	0,58	780	195	1260	250
Нижняя секция	5,0 / 4,0 / 3,5 / 2,5	1,0	50	3,94	18,6	0,21	0,3	0,84	0,55	510	130	825	175
									Итого:	3985	1005	6455	1342

Примечания:

1 Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м².

2 Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$, указанные в скобках, определены при направлении ветра ⊥ траверсе. При направлении ветра ∥ оси траверсы нагрузка составляет 0,45 $P_{тр}$.

N 3081 тм-т2

Давление ветра на конструкцию опоры УС 220-5 по схемам I и II

Таблица № 10

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличения 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. коэфф. плоской фермы $C_ф = C_i \cdot \varphi = 1{,}4\varphi$	η при $\frac{b}{h} = 1$	Аэродинам. коэфф. простр. фермы $C_{пр} = C_ф(1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка. Ветер II тр-се $P = q_0 G_{пр} S$: Сх I	Нормативная ветровая нагрузка. Ветер II тр-се $P = q_0 G_{пр} S$: Сх II	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\beta = 1{,}35$ коэфф. перегрузки n: $n=1{,}2$ Сх I	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\beta = 1{,}35$ коэфф. перегрузки n: $n=1{,}0$ Сх II
Верхняя траверса	1,7; 22,85; 4,95	1,4	70	1,1	3,55	0,31	0,93	0,68	0,72	80 [2] (180)	20	130	25
Нижняя траверса	1,7; 16,35; 5,75	1,05	52,5	1,4	6,2	0,226	0,317	0,81	0,574	2×85 [2] (185)	2×20	2×140	2×27
Трехстойка	0,3; 6,4; 26,9; 2,5	1,5	75	1,6	8,55	0,187	0,262	0,86	0,49	314	80	510	110
Верхняя секция	9,2; 18,85; 2,5	1,28	64	4,7	24,0	0,196	0,274	0,71	0,47	720	180	1160	242
Средняя секция	2,5; 9,0; 9,5; 3,46	1,0	50	6,26	26,8	0,23	0,32	0,80	0,58	780	195	1260	256
Нижняя секция	3,46; 5,0; 2,5; 4,0	1,0	50	4,3	18,6	0,23	0,32	0,80	0,53	540	135	880	180
								Итого		2604	650	4220	867

Примечания

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы Ртр, указанные в скобках, определены при направлении ветра ⊥ травер. При ветре II траверсе нагрузка составляет 0,45 Ртр.

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры УС220-6. Таблица N 11

Сечения, отметки, базы	Схема I; I р-н гололеда $\alpha = 60°$, с разностью тяжения. Изгибающие моменты (тм): от нагрузок на провода и трос M_{II}	от нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	от ветра на конструкцию опоры M_{WH}	Вертикальные нагрузки G (т)	Схема II, II р-н гололеда, $\alpha = 60°$ безразн. тяжения. Изгибающие моменты (тм): от нагрузок на провода и трос M_{II}	от ветра на конструкцию опоры M_{HH}	Вертикальные нагрузки G (т)
4–4 ▽ 212 м $\delta = 2.5$ м	3,85 × 15,4 = 59,5 5,41 × 2 × 7,3 = 78,8 5,41 × 2 × 0,8 = 8,7 92,5 $M_{II} = 147,0$	0,275 × 15,4 = 4,24 0,22 × 2 × 7,3 = 3,21 0,22 × 2 × 0,8 = 0,35 1,135 $M_{\perp} = 7,8$	0,57 × 12,2 = 7,15 0,145 × 2 × 8,15 = 2,26 0,185 × 2 × 1,65 = 0,59 1,85 × 4,1 = 7,60 3,08 $M_{WH} = 17,6$	0,265 × 1 = 0,27 (0,645 + 0,375)6 = 6,12 0,4 × 15,0 = 6,0 12,39	4,715 × 15,4 = 72,6 7,565 × 2 × 7,3 = 110,5 7,565 × 2 × 0,8 = 12,1 34,98 $M_{II} = 195,2$	0,12 × 12,2 = 1,43 0,031 × 2 × 6,15 = 0,48 0,04 × 2 × 1,65 = 0,12 0,385 × 4,1 = 1,58 0,647 $M_{WH} = 3,61$	1,84 × 1 = 1,84 (3,085 + 0,375)6 = 20,8 0,4 × 15,0 = 5,0 28,64
	$U_3 = \frac{147,0 + 7,8 + 17,6}{2 \times 2,5} + \frac{12,39}{4} = 34,4 + 3,1 = 37,5$ т.				$U_3 = \frac{195,2 + 3,61}{2 \times 2,5} + \frac{28,64}{4} = 30,8 + 7,2 = 47,0$ т		
3–3 ▽ 14,8 м $\delta = 2.5$ м	147,0 25,5 × 6,4 = 163,0 5,41 × 2 × 0,7 = 8,1 36,32 $M_{II} = 318,1$	7,8 1,155 × 6,4 = 7,4 0,22 × 2 × 0,7 = 0,35 1,595 $M_{\perp} = 15,53$	17,60 3,08 × 6,4 = 19,7 0,1 × 2 × 1,55 = 0,31 1,09 × 3,2 = 3,5 4,37 $M_{W_{II}} = 41,11$	12,39 0,4 × 6,4 = 2,56 14,95	195,2 34,98 × 6,4 = 223,0 7,565 × 2 × 0,7 = 11,3 50,11 $M_{II} = 429,5$	3,61 0,647 × 6,4 = 4,3 0,23 × 3,2 = 0,73 0,02 × 2 × 1,55 = 0,05 0,917 $M_{WI} = 8,69$	28,64 0,4 × 6,4 = 2,56 31,20
	$U_2 = \frac{318,1 + 15,53 + 41,11}{2 \times 2,5} + \frac{14,95}{4} = 75,0 + 3,8 = 78,8$ т				$U_2 = \frac{429,5 + 8,69}{2 \times 2,5} + \frac{31,2}{4} = 88,0 + 7,8 = 95,8$ т		
6–6 ▽ 6,2 м $\delta = 3,3$ м $\cos\gamma = 0,999$	318,1 36,32 × 8,6 = 312,0 36,32 $M_{II} = 630,1$	15,53 1,595 × 8,6 = 13,70 1,595 $M_{\perp} = 29,23$	41,11 4,37 × 8,6 = 38,00 1,26 × 4,3 = 5,42 5,63 $M_{W_{II}} = 84,53$	14,95 0,4 × 8,6 = 3,45 18,40	429,5 50,11 × 8,6 = 452,0 50,11 $M_{II} = 861,5$	8,69 0,917 × 3,5 = 7,9 0,25 × 4,3 = 1,08 1,167 $M_{W_{II}} = 15,88$	31,20 0,4 × 8,6 = 3,45 34,65
	$U_1 = \frac{630,1 + 29,23 + 84,53}{2 \times 3,3 \times 0,999} + \frac{18,4}{4 \times 0,999} = 113,0 + 4,6 = 117,6$ т				$U_1 = \frac{861,5 + 15,88}{2 \times 3,3 \times 0,999} + \frac{34,65}{4 \times 0,999} = 134,0 + 8,7 = 142,7$ т		
1–1 ▽ 1,5 м $\delta = 3,85$ м $\cos\gamma = 0,999$	630,1 36,32 × 4,7 = 171,0 $M_{II} = 801,1$	29,23 1,595 × 4,7 = 7,50 $M_{\perp} = 36,73$	84,59 5,63 × 4,7 = 26,4 0,59 × 2,35 = 1,39 $M_{W_{II}} = 112,32$	18,4 0,4 × 4,7 = 1,9 20,3	861,5 50,11 × 4,7 = 236,0 $M_{II} = 1097,5$	15,88 1,167 × 4,7 = 5,5 0,12 × 2,35 = 0,88 $M_{W_{II}} = 21,66$	34,65 0,4 × 4,7 = 1,90 36,55
	$U_7 = \frac{801,1 + 36,73 + 112,32}{2 \times 3,85 \times 0,999} + \frac{20,3}{4 \times 0,999} = 124,0 + 5,1 = 129,1$ т				$U_7 = \frac{1097,5 + 21,66}{2 \times 3,85 \times 0,999} + \frac{36,55}{4 \times 0,999} = 145,0 + 9,1 = 154,1$ т		

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры ВС 220-5 Вариант №1

Сечения, отметки, базы	Схема I; Iр-н гололеда; $\alpha=60°$ безразности тяжения			Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha=60°$; без разности тяжения		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)
	от нагрузок на провода и трос M_{II}	от ветра на конструкцию опоры M_{wII}		от нагрузок на провода и трос M_{II}	от ветра на конструкции опоры M_{wII}	
7-7 ▽ 14,75 м B=2,5 м	4,04 × 15,35 = 62,0 5,38 × 7,25 = 39,3 5,38 × 2 × 0,75 = 8,1 20,18 M_{II} = 109,4 $M_{H.y}$ = (0,98+0,38)14,9 = 6,65 ΣM_{II} = 116,05	0,51 × 12,15 = 6,30 0,13 × 8,6 = 1,05 1,16 × 4,1 = 4,75 0,14 × 2 × 1,5 = 0,48 2,08 12,58	0,4 × 1 = 0,4 (0,98+0,375) × 3 = 4,08 0,35 × 15,3 = 5,35 9,83	4,73 × 15,35 = 72,9 7,59 × 7,25 = 55,2 7,59 × 2 × 0,75 = 11,4 27,50 M_{II} = 139,5 $M_{H.y}$ = (0,81+2,5+0,38) 4,9 = 18,5 ΣM_{II} = 158,0	0,11 × 12,15 = 1,34 0,025 × 8,9 = 0,20 0,242 × 4,1 = 0,99 0,027 × 2 × 1,5 = 0,09 0,431 2,62	0,33 + 1,72 = 2,05 (0,81+2,6+0,38)3 = 11,4 0,35 × 15,3 = 5,35 18,8
	$U_3 = \frac{116,05 + 12,58}{2 \times 2,5} + \frac{9,83}{4} = 25,8 + 2,46 = 28,26$ т			$U_3 = \frac{158,0 + 2,62}{2 \times 2,5} + \frac{18,8}{4} = 32,2 + 4,7 = 36,9$ т		
3-3 ▽ 6,2 м B=3,3 м Cos γ = 0,999	116,05 20,18 × 8,55 = 73,0 20,18 289,05	12,58 2,08 × 8,55 = 17,80 1,25 × 4,27 = 5,39 3,34 35,77	9,83 0,35 × 8,55 = 3,00 12,83	158,0 27,5 × 8,55 = 236,0 27,5 394,0	2,62 0,431 × 8,55 = 3,70 0,256 × 4,27 = 1,1 0,687 7,42	18,8 0,35 × 8,55 = 3,0 21,8
	$U_2 = \frac{289,05 + 35,77}{2 \times 3,3 \times 0,999} + \frac{12,83}{4 \times 0,999} = 49,0 + 3,21 = 52,21$ т			$U_2 = \frac{394,0 + 7,42}{2 \times 3,3 \times 0,999} + \frac{21,8}{4 \times 0,999} = 60,5 + 5,45 = 65,95$ т		
1-1 ▽ 1,5 м B = 3,85 м Cos γ = 0,999	289,05 20,18 × 4,7 = 95,0 384,05	35,77 3,34 × 4,7 = 15,4 0,6 × 2,35 = 1,42 52,59	12,83 0,35 × 4,7 = 1,64 14,47	394,0 27,5 × 4,7 = 130,0 524,0	7,42 0,687 × 4,7 = 3,24 0,126 × 2,35 = 0,3 10,96	21,8 0,35 × 4,7 = 1,64 23,44
	$U_1 = \frac{384,05 + 52,59}{2 \times 3,85 \times 0,999} + \frac{14,47}{4 \times 0,999} = 56,6 + 3,62 = 60,22$ т			$U_1 = \frac{524,0 + 10,96}{2 \times 3,85 \times 0,999} + \frac{23,44}{4 \times 0,999} = 69,5 + 5,86 = 75,36$ т		

Расчет усилий в раскосах ствола опоры УС220-6. Грань II оси 4 траверс, схема III; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$

таблица №13

Сечение и отметка	Изгибающие моменты M_n (тм) от тяжести	Изгибающие моменты M_n (тм) от весовой нагрузки	Поперечная сила Q_1 (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозначение элемента	База B (м)	$tg\beta$	Угол наклона раскоса к стволу β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{B} tg\beta$	$4B\cos\beta$	Усилия в раскосах (т) $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{B} tg\beta}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B\cos\beta}$	$D = D' + D''$
II-10 ▽27,7	—	—	12,41	5,25×4,9=25,8	D_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	3,69	3,08	6,77
4-4 ▽21,2	—	—	24,49	5,25×6,9=36,2	D_4	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	7,28	4,32	11,60
3-3 ▽14,8	—	—	35,77	36,2	D_5	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	10,52	4,13	14,65
9-9 ▽13,0	2,32×23,6=78,6 6,08×2×15,5=188,0 (6,08+3,05)×3,0=82,0 5,02×2×3,5=30,0	(34,6-1,92)×6,9=10,65	36,77	36,2	D_6	2,6	0,0536	37°	0,795	1,59	7,95	8,3	6,5	4,35	10,85
8-8 ▽10,9	36,77 37,0 37,60 36,77×2,1=77,2 36,77 453,0	10,65	36,77	36,2	D_7	2,8	0,0536	37°	0,798	1,59	8,85	8,95	6,0	4,00	10,00
7-7 ▽8,6	453,0 36,77×2,3=84,2 36,77 537,2	10,65	36,77	36,2	D_8	3,0	0,0536	38°	0,788	1,57	9,70	9,45	5,5	3,84	9,34
6-6 ▽5,2	537,2 36,77×2,4=87,8 36,77 625,0	10,65	35,77	36,2	D_9	3,3	0,0536	36°	0,809	1,62	10,3	10,6	4,95	3,42	8,37
5-5 ▽3,9	625,0 36,77×2,3=84,2 36,77 709,2	10,65	36,77	36,2	D_{10}	3,55	0,0536	32°	0,848	1,69	10,8	12,0	4,45	3,02	7,47
1-1 ▽1,5	709,2 36,77×2,4=87,8 797,0	10,65	36,77	36,2	D_{11}	3,85	0,0536	35°	0,819	1,64	11,2	12,6	4,32	2,88	7,20

Расчет усилий в раскосах ствола опоры УС 220-6. Грань ⊥ осям траверс. Схема III концевая. IV р-н гололеда $\alpha = 0°$

таблица №14

Сечение, отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_\perp$ (тм)	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозначение элем	База b^* (м)	$tg\,\gamma$	Угол наклона раскоса к гориз β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{b}tg\beta$	$4b\cos\beta$	Усилия в раскосах: $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M}{b}tg\beta}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b\cos\beta}$	$D = D' + D''$
10 – 10 ▽ 27.7	–	9,36	6,08×4,9=29,8	D'_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	2,78	3,54	6,32
4 – 4 ▽ 21,2	—	21,44	6,08×6,9=41,6	D'_4	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,36	6,37	4,95	11,33
3 – 3 ▽ 14,8	—	33,72	41,6	D'_5	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	9,82	4,85	14,67
9 – 9 ▽ 13,0	3,32×23,6 = 78,0 6,08×2×15,5 = 186,0 5,08×9,0 = 54,5 6,08×2×2,5 = 30,0 33,72 348,5	33,72	41,6	D'_6	2,6	0,0536	37°	0,798	1,59	7,15	8,3	6,00	5,0	11,00
8 – 8 ▽ 10,9	348,5 33,72×2,1 = 70,4 33,72 418,9	33,72	41,6	D'_7	2,8	0,0536	37°	0,798	1,59	8,0	8,95	5,52	4,65	10,17
7 – 7 ▽ 8,6	418,9 33,72×2,3 = 77,0 33,72 495,9	33,72	41,6	D'_8	3,0	0,0536	38°	0,788	1,57	8,8	9,45	5,08	4,42	9,50
6 – 6 ▽ 6,2	495,9 33,72×2,4 = 80,4 33,72 576,3	33,72	41,6	D'_9	3,3	0,0536	36°	0,809	1,62	9,35	10,6	4,56	3,94	8,50
5 – 5 ▽ 3,9	576,3 33,72×2,3 = 77,0 33,72 653,3	33,72	41,6	D'_{10}	3,55	0,0536	32°	0,848	1,69	9,9	12,0	4,06	3,48	7,54
1 – 1 ▽ 1,5	653,3 33,72×2,4 = 80,4 733,7	33,72	41,6	D'_{11}	3,85	0,0536	35°	0,819	1,64	10,2	12,6	4,0	3,32	7,32

Расчет усилий в раскосах ствола опоры УС 220-5. Грань II вдоль траверс: Схема III IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$

Таблица № 15

Сечение и отметка	Изгибающие моменты M_{II} (тм)		Поперечная сила Q_{II} (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозначение элемента	База b (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к ригелям β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{b}tg\beta$	$4b\cos\beta$	Усилия в раскосах (т)		
	от тяжения	от весовой нагрузки											$D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{кр}}{b}tg\beta}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b\cos\beta}$	$D = D' + D''$
11-11 ▽ 21,2	—	—	3,34+3,04 = 6,38	5,25×4,9=25,7	D_2	2,6	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	1,38	3,07	4,95
7-7 ▽ 14,75	—	—	18,52	5,25×6,9=36,2	D_3	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	5,42	4,23	9,65
5-6 ▽ 13,0	3,34×17,1 = 57,1 6,08×9,0 = 54,5 (6,08+3,04)×2,5 = 22,8 134,4 / 18,52	30,6	18,52	36,2	D_4	2,6	0,0536	37°	0,798	1,59	3,4	8,3	3,72	4,36	8,08
5-5 ▽ 10,9	18,52×2,1 = 39,0 134,4 / 173,4	30,6	18,52	36,2	D_5	2,8	0,0536	37°	0,798	1,59	3,92	8,35	3,36	4,05	7,41
4-4 ▽ 8,6	18,52×2,3 = 42,6 173,4 / 216,0	30,6	18,52	36,2	D_6	3,0	0,0536	38°	0,788	1,57	4,4	9,45	3,1	3,84	5,94
3-3 ▽ 5,2	18,52×2,4 = 44,5 216,0 / 260,5	30,6	18,52	36,2	D_7	3,3	0,0536	36°	0,809	1,62	4,72	10,6	2,8	3,42	6,22
2-2 ▽ 3,9	18,52×2,3 = 42,6 260,5 / 303,1	30,6	18,52	36,2	D_8	3,55	0,0536	32°	0,848	1,69	5,05	12,0	2,5	3,02	5,52
1-1 ▽ 1,5	18,52×2,4 = 44,5 303,1 / 347,6	30,6	18,52	36,2	D_9	3,85	0,0536	35°	0,819	1,64	5,25	12,6	2,45	2,88	5,33

Расчет усилий в раскосах ствола опоры УС 220-5. Грань ⊥ осям траверс. Схема III концевая IV р-н гололеда $\alpha = 0°$

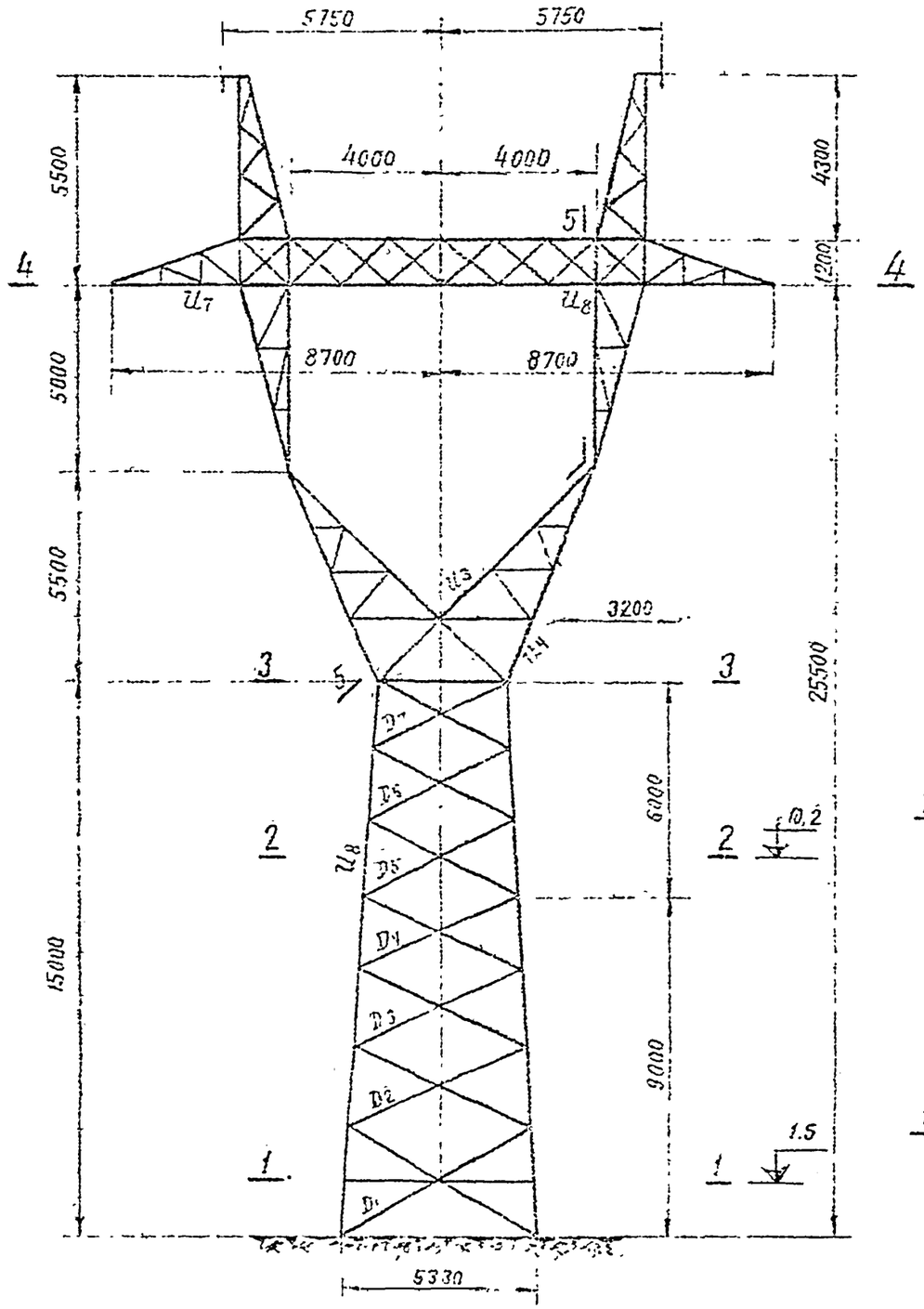
Таблица № 16

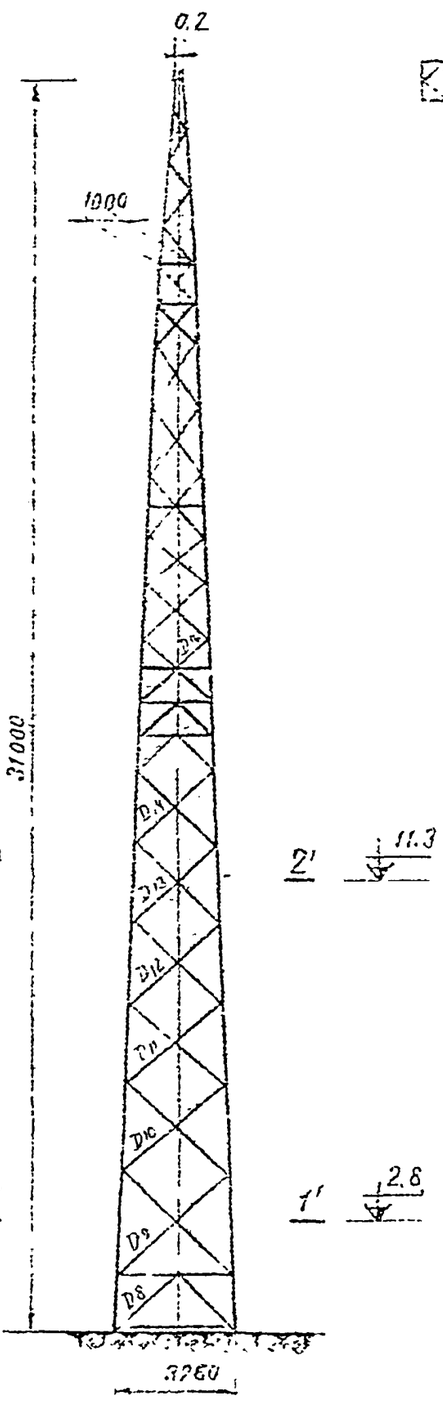
Сечение отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_\perp$ (тм)	Попереч сила $Q_\perp$ (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач элем	База „в" (м)	$tg\,\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$Cos\beta$	$2Cos\beta$	$\frac{M_u}{в} tg\gamma$	$4вCos\beta$	Усилия в раскосах (т) $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_к}{в} tg\gamma}{2Cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4вCos\beta}$	$D = D' + D''$
II-II ▽21,2	— —	3,34 + 6,08 = 9,42	6,08 × 4,9 = 29,8	D'_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	2,80	3,55	6,35
7-7 ▽14,75	— —	3,34+2×6,08 = 15,5	6,08(4,9-6,9) = 71,8	D'_3	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	4,53	8,32	12,85
6-6 ▽13,0	3,34 × 17,1 = 57,0 6,08 (9+2,5) = 70,0 15,5 127,0	15,5	71,8	D'_4	2,6	0,0536	37°	0,798	1,59	2,82	8,3	3,23	8,7	11,33
5-5 ▽10,9	127,0 15,5 × 2,1 = 32,6 159,6	15,5	71,8	D'_5	2,8	0,0536	37°	0,798	1,59	3,04	8,95	2,98	8,02	11,00
4 4 ▽8,6	159,6 15,5 × 2,3 = 35,6 195,2	15,5	71,8	D'_6	3,0	0,0536	38°	0,788	1,57	3,5	9,45	2,7	7,6	10,3
3-3 ▽6,2	195,2 15,5 × 2,4 = 37,2 232,4	15,5	71,8	D'_7	3,3	0,0536	36	0,809	1,62	3,76	10,6	2,48	6,8	9,28
2-2 ▽3,9	232,4 15,5 × 2,3 = 35,6 268,0	15,5	71,8	D'_8	3,55	0,0536	32°	0,848	1,69	4,05	12,0	2,2	6,0	8,2
1-1 ▽1,5	268,0 15,5 × 2,4 = 37,2 305,2	15,5	71,8	D'_9	3,85	0,0536	35°	0,819	1,64	4,26	12,6	2,14	5,7	7,84

Расчет выполнил [signature] / Груздев /

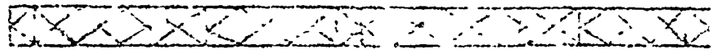
Расчет проверил [signature] / Токарева /

№ 3081 ТМ-Т2

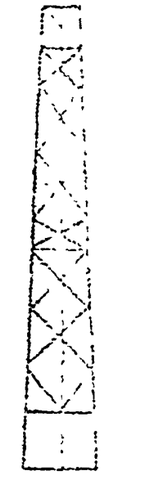




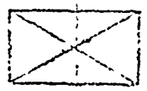
Сечение 4-4



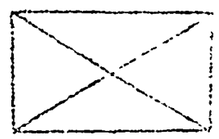
Сечение 5-5



по 3-3



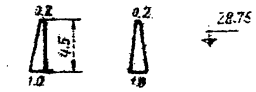
по 1-1.

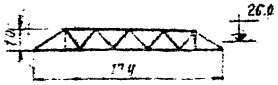


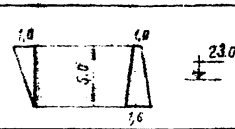
Давление ветра на конструкцию опоры ПС 330-7 по схемам I и I^а

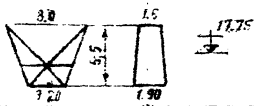
Таблица № 17

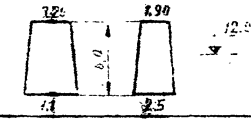
Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэф. увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м²)	Площадь элементов фермы f_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{f_i}{S}$	Аэродинамич. коэффициент плоской фермы $C_{\varphi} = C_i \varphi = 1{,}4\varphi$	η	Аэродинамический коэф. пространственной фермы $C_{пр} = C_{\varphi}(1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамики (кг): При ветре ⊥ траверсе $P_н = q_0 C_{пр} S$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0{,}8 P_н$	$P_н = 0{,}8 P_н$	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамики $\beta = 1{,}$ и коэф. перегрузки $n = 1{,}2$ (к: При ветре ⊥ траверсе $P_р = q_0 C_{пр} S \beta_р$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0{,}8 P_р$	$P_н = 0{,}8$
Тросостойка (2 шт)	0,2 / 4,5 / 1,0 / 0,2 / 1,0 / 28,75	1,54	77	0,86	2,7	0,32	0,45	0,65	0,74	155×2= =310	125×2= =250	125×2= 250	250×2= =500	200×2= 400	200×2 400
Траверса	1,0 / 17,4 / 26,0	1,48	74	5,6	13,9	0,4	0,56	0,5	0,84	390 2) 860	560 2)	390 2)	630	910	630
Стойка рамы (2 шт)	1,0 / 5,0 / 1,0 / 1,6 / 23,0	1,4	70	1,13 / 1,75	2,5 / 6,5	0,45 / 0,27	0,63 / 0,38	0,4 / 0,73	0,88 / 0,66	155×2=310 / 300×2=600	125×2= =250	240×2= =480	490×2= 980	200×2= =400	390×2= 780
Верхняя секция	3,0 / 5,5 / 1,6 / 3,20 / 1,90 / 17,75	1,17	59	3,5 / 2,3	30,8 / 9,7	0,11 / 0,24	0,16 / 0,34	1,0 / 0,75	0,32 / 0,59	570 / 320	455	255	520	740	415
Средняя секция	3,20 / 6,0 / 1,90 / 1,1 / 2,5 / 12,0	1,0	50	3,6 / 2,2	21,3 / 13,2	0,16 / 0,16	0,23 / 0,23	0,92 / 0,91	0,44 / 0,44	490 / 295	390	235	480	630	380
Нижняя секция	4,1 / 9,0 / 2,6 / 5,3 / 3,3 / 4,5	1,0	50	6,4 / 4,3	42,3 / 26,1	0,151 / 0,164	0,212 / 0,23	0,93 / 0,92	0,41 / 0,44	870 / 575	700	460	930	1130	750
									Итого:	2490	2605	2070	4040	4210	3355

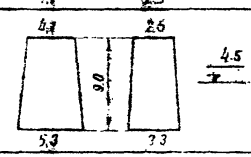












Примечания:

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² по высоте до 15 м.
2. Ветровая нагрузка на траверсу $P_{тр}$, указанная в скобках, определена при направлении ветра ⊥ траверсе. При ветре ⊥ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет 0,45 $P_{тр}$.
   При ветре под ∠45° к оси ВЛ: $P_\perp = 0{,}65\ P_{тр}$; а $P_{\parallel} = 0{,}45\ P_{тр}$.
3. При направлении ветра ⊥ траверсе давление ветра указано в числителе.
   При направлении ветра ∥ траверсе давление ветра указано в знаменателе

Определение усилий в поясах ствола опоры ПС 330-7.

Таблица N 18

Сечения. Базы. отметки.	Схема I, I р-н гололеда. Изгибающие моменты (Тм): От нагрузок на провода и трос $M_н$	Схема I, I р-н гололеда. Изгибающие моменты (Тм): От ветра на конструкцию опоры $M_{Wн}$	Схема I, I р-н гололеда. Вертикальные нагрузки G(т)	Схема II, IV р-н гололеда. Изгибающие моменты (тм): От нагрузок на провода и трос $M_н$	Схема II, IV р-н гололеда. Изгибающие моменты (тм): От ветра на конструкцию опоры $M_{Wн}$	Схема II, IV р-н гололеда. Вертикальные нагрузки G(т)	Схема $I^а$, I р-н гололеда. Изгибающие моменты (Тм): От нагрузок на провода и трос $M_н$	Схема $I^а$, I р-н гололеда. Изгибающие моменты (Тм): От ветра на конструкцию опоры: II траверсе M_{WII}	Схема $I^а$, I р-н гололеда. Изгибающие моменты (Тм): От ветра на конструкцию опоры: ⊥ траверсе $M_{W⊥}$	Схема $I^а$, I р-н гололеда. Вертикальная нагрузка G(т)
2-2. ▽ 10,2м $b_ш$ = 3,9м 2'-2' ▽ 11,3м $b_{уз}$ = 2,1м $Cos\varphi_ш$ = 0,997 $Cos\varphi_{уз}$ = 0,998	0,385 × 20,8 × 2 = 16,0 1,265 × 3 × 15,3 = 58,2 4,565 $M_н$ = 74,2	0,5 × 12,55 = 9,27 0,63 × 15,8 = 9,95 0,98 × 12,8 = 12,6 0,520 × 7,55 = 3,92 0,48 × 1,8 = 0,87 3,11 $M_{Wн}$ = 36,6	2 × 0,38 = 0,76 3 × 2,005 = 6,015 0,19 × 20,8 = 3,955 10,73	0,73 × 20,8 × 2 = 30,4 1,44 × 3 × 15,3 = 66,1 5,78 $M_н$ = 96,5	$M_{Wн}$ = 36,6 / 4,8 = 7,65	2 × 1,945 = 3,89 3 × 6,635 = 19,905 0,19 × 20,8 = 3,955 27,750	0,27 × 20,8 × 2 = 11,2 0,89 × 3 × 15,3 = 40,8 3,21 $M_н$ = 52,0	0,4 × 18,55 = 7,4 0,63 × 15,8 = 10,0 0,78 × 12,8 = 10,0 0,415 × 7,55 = 3,14 0,38 × 1,8 = 0,69 2,605 M_{WII} = 31,23	0,4 × 17,45 = 7,0 0,91 × 14,7 = 13,4 0,4 × 11,7 = 4,68 0,74 × 6,45 = 4,77 0,63 × 0,7 = 0,44 3,08 $M_{W⊥}$ = 30,29	10,73
	$U_2 = \frac{74,2 + 36,6}{2 \times 3,9 \times 0,997} + \frac{10,73}{4 \times 0,997} = 14,3 + 2,7 = 17,0$т			$U_2 = \frac{96,5 + 7,65}{2 \times 3,9 \times 0,997} + \frac{27,750}{4 \times 0,997} = 13,4 + 7,0 = 20,4$т			$U_2 = \frac{52,0 + 31,23}{2 \times 3,9 \times 0,997} + \frac{30,29}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{10,73}{4 \times 0,998} = 10,7 + 7,2 + 2,7 = 20,6$т			
1-1 ▽ 1,5 $b_ш$ = 5,1 м 1'-1' ▽ 2,8м $b_{уз}$ = 3,0м $Cos\varphi_ш$ = 0,997 $Cos\varphi_{уз}$ = 0,998	74,2 4,565 × 8,7 = 39,8 $M_н$ = 114,0	36,6 3,11 × 8,7 = 27,1 0,93 × 3,0 = 2,79 $M_{Wн}$ = 66,49	10,73 0,19 × 8,7 = 1,65 12,38	96,5 5,78 × 8,7 = 50,4 $M_н$ = 146,9	M_{WII} = 66,44 / 4,8 = 13,85	27,750 0,19 × 8,7 = 1,65 29,4	52,0 3,21 × 8,7 = 27,9 $M_н$ = 79,9	31,23 2,605 × 8,7 = 22,7 0,75 × 3,0 = 2,25 M_{WII} = 56,18	30,29 3,08 × 8,5 = 26,18 1,18 × 1,7 = 1,92 $M_{W⊥}$ = 58,39	12,38
	$U_1 = \frac{114,0 + 66,49}{2 \times 5,1 \times 0,997} + \frac{12,38}{4 \times 0,997} = 17,8 + 3,1 = 20,9$т			$U_1 = \frac{146,9 + 13,85}{2 \times 5,1 \times 0,997} + \frac{29,4}{4 \times 0,997} = 15,8 + 7,4 = 23,2$т			$U_1 = \frac{79,9 + 56,18}{2 \times 5,1 \times 0,997} + \frac{58,39}{2 \times 3,0 \times 0,998} + \frac{12,38}{4 \times 0,998} = 13,35 + 9,75 + 3,1 = 26,2$ т			

1) Усилия в поясах ствола опоры подсчитаны по ф-ле:

$$U_п = \frac{\Sigma M_н}{2 b_ш Cos\varphi_ш} + \frac{\Sigma M_⊥}{2 b_{уз} Cos\varphi_{уз}} + \frac{G}{4 Cos\varphi_ш}$$

2) Нагрузки на провода и тросы см стр. 50 и 51.

Наружная грань.

Расчёт боковой решетки „рюмки."

$M = 4{,}87 \times 0{,}8^{x)} \times 11{,}5 = 44{,}85$ тм.

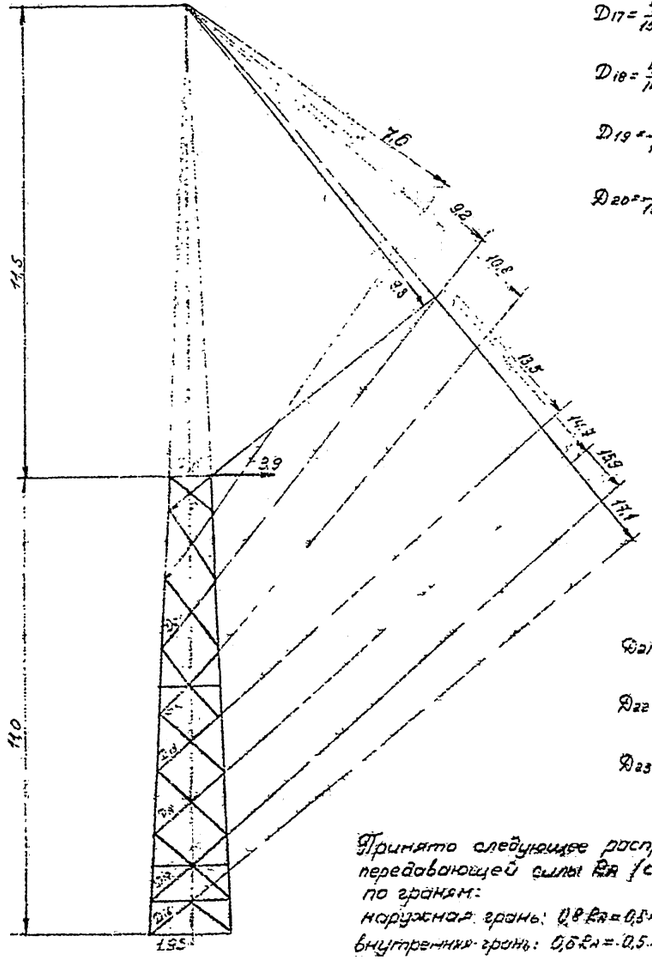
$D_{16} = \frac{44{,}85}{17{,}1 \times 2} = 1{,}31$ т

$D_{17} = \frac{44{,}85}{15{,}9 \times 2} = 1{,}41$ т

$D_{18} = \frac{44{,}85}{14{,}7 \times 2} = 1{,}52$ т

$D_{19} = \frac{44{,}85}{13{,}5 \times 2} = 1{,}66$ т

$D_{20} = \frac{44{,}85}{10{,}8 \times 2} = 2{,}07$ т.



$D_{21} = \frac{44{,}85}{9{,}2 \times 2} = 2{,}44$ т.

$D_{22} = \frac{44{,}85}{7{,}6 \times 2} = 3{,}0$ т.

$D_{23} = \frac{44{,}85}{9{,}3 \times 2} = 2{,}40$ т.

Принято следующее распределение передавающей силы R_A (см. стр. 132) по граням:
наружная грань: $0{,}8 R_A = 0{,}8 \times 4{,}87 = 3{,}9$ т.
внутренняя грань: $0{,}6 R_A = 0{,}5 \times 4{,}81 = 2{,}44$ т.

Внутренняя грань верхнего рога.

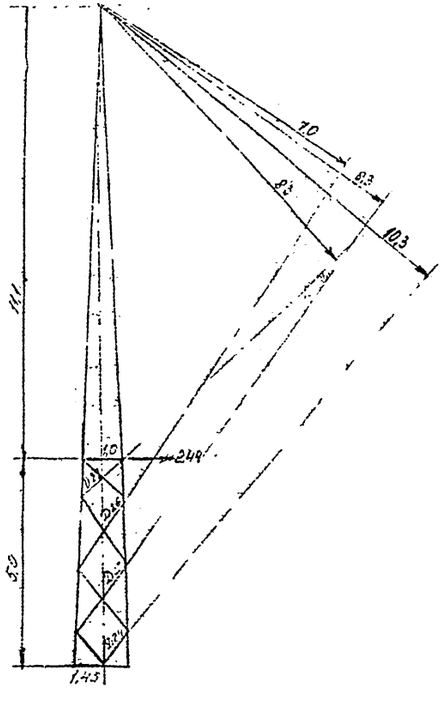
$M = 4{,}87 \times 0{,}5^{x)} \times 11{,}1 = 27{,}0$ тм

$D_{24} = \frac{27{,}0}{2 \times 10{,}3} = 1{,}31$ т

$D_{25} = \frac{27{,}0}{2 \times 8{,}3} = 1{,}62$ т

$D_{26} = \frac{27{,}0}{2 \times 7{,}0} = 1{,}93$ т

$D_{27} = \frac{27{,}0}{2 \times 8{,}3} = 1{,}63$ т



Внутренняя грань нижнего рога.

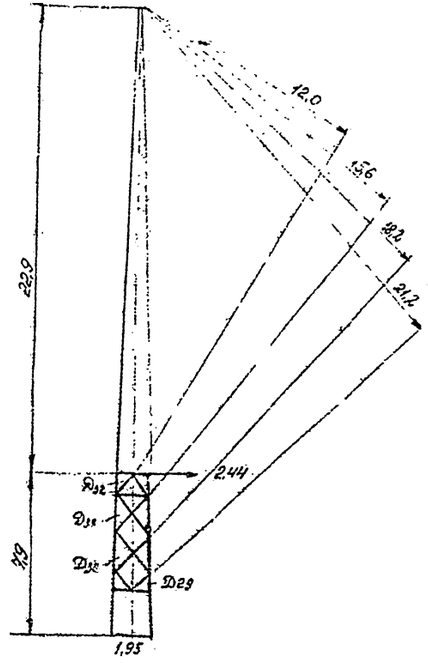
$M = 4{,}87 \times 0{,}5^{x)} \times 22{,}9 = 55{,}76$ тм

$D_{29} = \frac{55{,}76}{2 \times 21{,}2} = 1{,}32$ т.

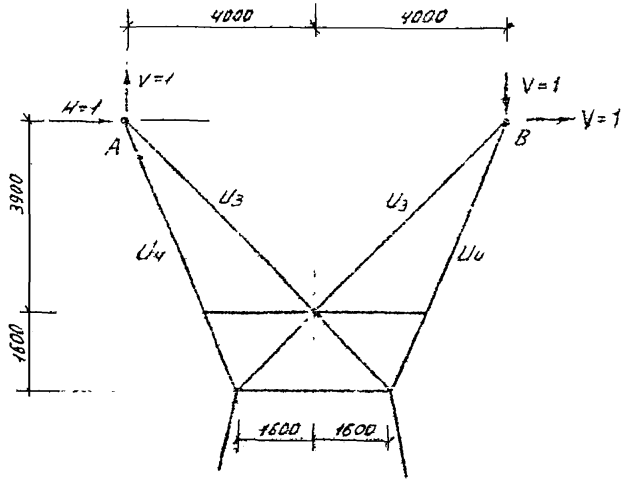
$D_{30} = \frac{55{,}76}{2 \times 18{,}2} = 1{,}53$ т

$D_{31} = \frac{55{,}76}{2 \times 15{,}6} = 1{,}79$ т

$D_{32} = \frac{55{,}76}{2 \times 12{,}0} = 2{,}32$ т



Определение усилий в элементах опоры между ▽ 15.0 – ▽ 20.5



Нагрузки от рамы-оголовка

Схема I

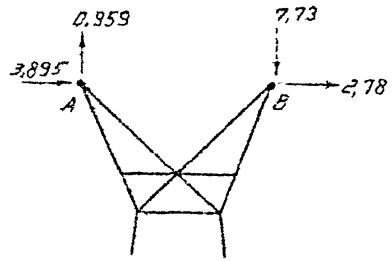
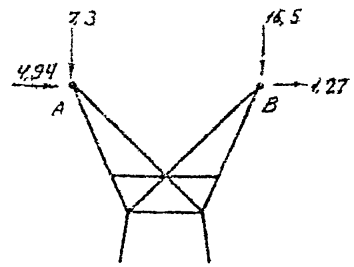
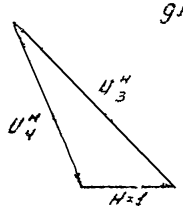


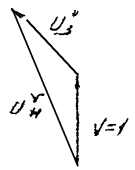
Схема II



Определение усилий U_3 и U_4 от единичных нагрузок для точки А



От H=1



От V=1

	H=1	V=1
Точка А	$U_3^H = -2,5$	$U_3^V = -1,1$
	$U_4^H = +1,9$	$U_4^V = +2,0$
Точка В	$U_3^H = +2,5$	$U_3^V = +1,1$
	$U_4^H = -1,9$	$U_4^V = -2,0$

– растяжение

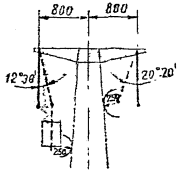
– сжатие

Определение усилий U_3 и U_4 от нагрузок рамы-оголовка по схемам I и II (т)

Схема, узел	H / 0,5H	U_3^H	U_4^H	V / 0,5V	U_3^V	U_4^V	U_3	U_4
Сх. I узел А	3,895 / 1,948	-4,87	+3,7	0,959 / 0,48	-0,53	+0,96	-5,4	+4,66
Сх I узел В	2,78 / 1,39	+3,48	-2,64	7,73 / 3,865	+4,25	-7,73	+7,73	+10,37
Сх II узел А	4,94 / 2,47	-6,2	+4,7	7,3 / 3,65	+3,98	-7,3	-2,22	-2,6
Сх II узел В	1,27 / 0,64	+1,6	-1,22	16,5 / 8,25	+9,1	-16,5	+10,7	-17,72

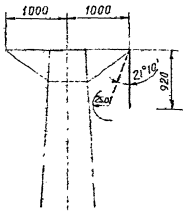
Воздушные изоляционные расстояния при плавке гололеда на тросах

П 220-1; ПС 220-7

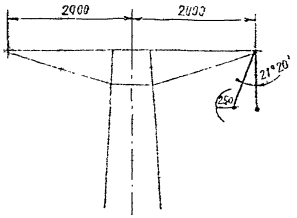


Для опоры ПС 220-7 необходима подвеска балласт Яц-185 с 6 гр грузами.

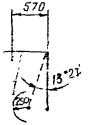
П 220-2, П 220-3



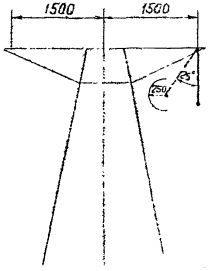
П 330-2



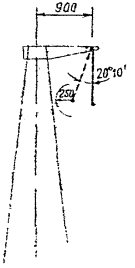
П 330-5



ПС 220-5, ПС 220-6



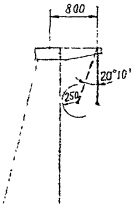
ПС 330-5



ПС 330-6



ПС 330-7



Расчет выполнил /Жеглова/

Расчет проверил /Элькина/

Расчет усилий в раскосах ствола опоры ПС 330-7

Таблица №19

Секция	Грани опоры	S_n (кг)						3320		
								ℓ = 8,7м		
		$B_ш$ (м)	$B_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обозначение раскосов	$4B\cos\beta$	$\frac{B_o}{4B_{уз}\cos\beta}$	отп $M_{кр}$	отп S_n	Σ
B = 1,0 м								28,8тм		
Нижняя секция	широкая	—	3,15	0,857	D_1	10,8	—	2,07	—	2,67
		—	2,9	0,92	D_2	10,65	—	2,70	—	2,7
		—	2,8	0,906	D_3	10,2	—	2,82	—	2,82
		—	2,6	0,899	D_4	9,35	—	3,08	—	3,08
	узкая	5,1	3,15	0,707	D_8	14,4	0,112	2,00	0,37	2,37
		4,9	3,0	0,777	D_9	15,25	0,107	1,89	0,35	2,24
		4,6	2,85	0,819	D_{10}	15,1	0,107	1,91	0,35	2,26
		4,3	2,7	0,809	D_{11}	13,9	0,115	2,07	0,38	2,45
		4,0	2,5	0,777	D_{12}	12,4	0,129	2,32	0,43	2,75
Средняя секция	широкая	—	2,45	0,883	D_5	8,68	—	3,3	—	3,3
		—	2,3	0,866	D_6	7,98	—	3,6	—	3,6
		—	2,1	0,857	D_7	7,2	—	4,0	—	4,0
	узкая	3,75	2,4	0,755	D_{13}	11,35	0,138	2,6	0,46	3,06
		3,5	2,2	0,731	D_{14}	10,2	0,156	2,82	0,52	3,34
		3,2	1,9	0,731	D_{15}	9,36	0,18	3,10	0,6	3,70

Усилия в раскосах определялись по формуле:

$$D = \frac{M_{кр}}{4B\cos\beta} + \frac{S_n B_o}{4B_{уз}\cos\beta}$$

Расчет тросостойки H = 4,3м

1 Расчет тросов

Схема IV I р-н гололеда

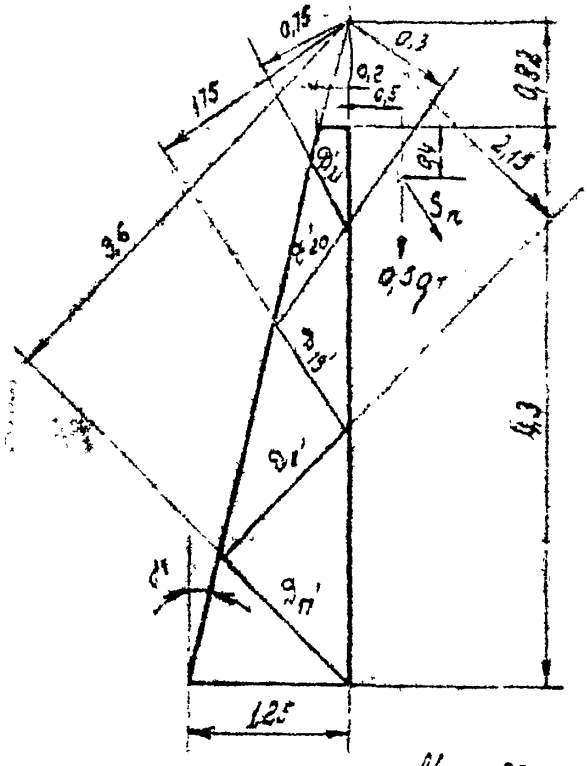
$S_т = 1500$кг $q_т = 0,5 \times 380 = 190$кг $G_{ус} = 300$кг

$M_1 = 1,5 \times 4,3 = 6,45$тм; $M_2 = 0,19 \times 0,5 = 0,095$тм

$$U_9 = \frac{6,45}{2 \times 1,0 \times 0,996} + \frac{0,095}{2 \times 1,25 \times 0,911} + \frac{0,3 + 0,19}{4 \times 0,911} = 3,25 + 0,04 + 0,13 = 3,42т$$

2 Расчёт распосов. Схема IV.

а) Грань и оси траверсы.



$Cos\,\varphi_1 = 0,911$

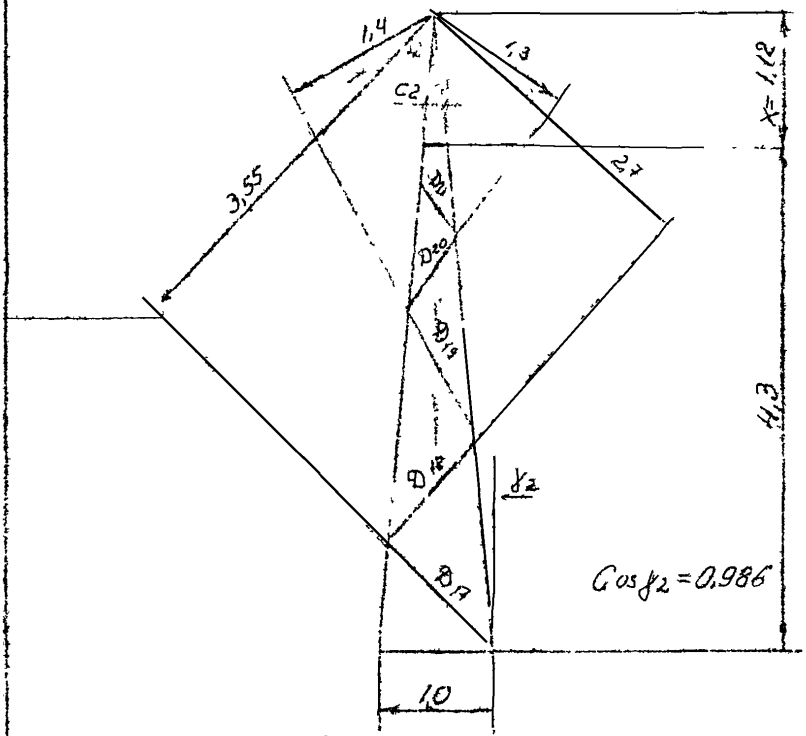
$M_{кр} = 1,5 \times 0,5 = 0,75$тм; $g_i = \frac{M_{кр} \times}{2 b_0 z_i} = \frac{0,75 \times 0,82}{2 \times 0,2 z_i} = \frac{1,54}{z_i}$;

$g'_п = \frac{1,54}{3,6} = 0,43т$ $g'_{20} = \frac{1,54}{0,9} = 1,71т$

$g'_{18} = \frac{1,54}{2,15} = 0,72т$ $g'_{21} = \frac{1,54}{0,75} = 2,06т$

$g'_{19} = \frac{1,54}{1,75} = 0,88т$

5) Грань ⊥ оси траверсы



$$D_i = \frac{M}{2 r_i} + \frac{M_{кр} \times x}{2 b_0 r_i}$$

$M_{кр} = 1,5 \times 1,12 = 1,68$ тм $\qquad M_{кр} = 1,5 \times 0,5 = 0,75$ тм

$$D_i = \frac{1}{2 r_i}\left(1,68 + \frac{0,75 \times 1,12}{0,2}\right) = \frac{5,88}{2 r_i} = \frac{2,94}{r_i};$$

$$D_{17} = \frac{2,94}{3,55} = 0,83 \text{ т}$$

$$D_{18} = \frac{2,94}{2,7} = 1,09 \text{ т}$$

$$D_{19} = \frac{2,94}{1,4} = 2,1 \text{ т}$$

$$D_{20} = \frac{2,94}{1,3} = 2,26 \text{ т}$$

$$D_{21} = \frac{2,94}{0,98} = 3,0 \text{ т}$$

Расчет рамы - оголовка опоры (размеры для расчета приняты предварительно)

Схема рамы

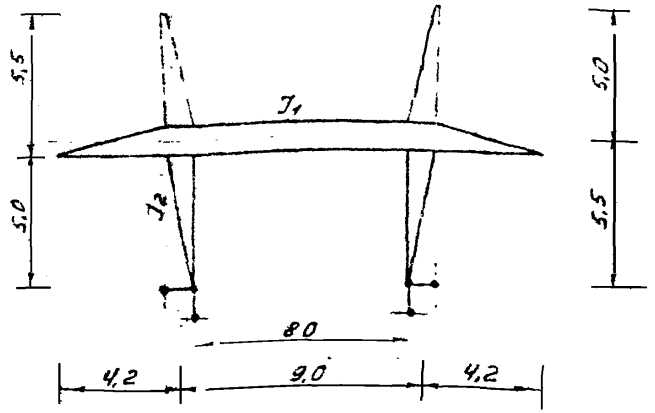


Схема нагрузок на раму

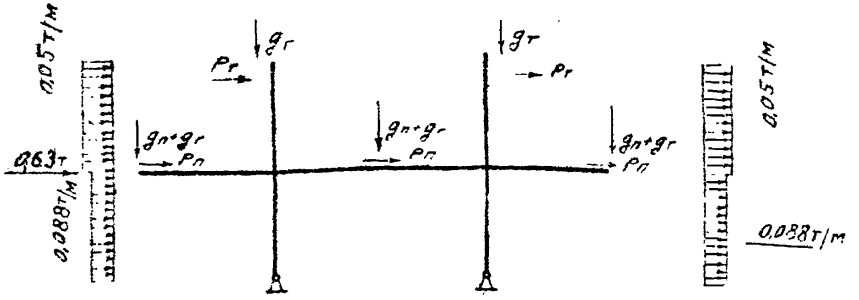


Схема I, I р-н гололёда

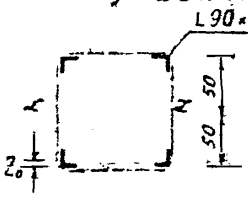
$P_n = 1265$ кг, $P_r = 385$ кг, $g_n+g_r = 2005$ кг, $g_r = 380$ кг

Схема II, IV р-н гололёда

$P_n = 1440$ кг, $P_r = 730$ кг, $g_n+g_r = 6635$ кг, $g_r = 1945$ кг

Определение моментов инерции сечений рамы:

а) Балка-траверса



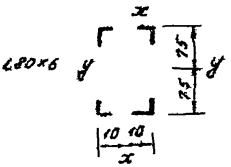
$F_L = 12,3\ см^2$, $Z_0 = 2,47$ см, $a = 50 - 2,47 = 47,53$ см

$J_1 = 4F_L\ a^2 = 4 \cdot 12,3 \cdot 47,53^2 = 111000\ см^4$

$J_1 = 111000\ см^4$

б) Стойка

Нижнее сечение



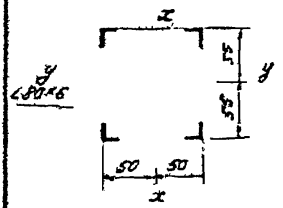
$F_L = 9{,}38\ см^2$; $Z_0 = 2{,}19\ см$

$J_c = 9{,}38 \times 4 \times 7{,}81^2 = 2290\ см^4 =$

$= 2{,}29 \cdot 10^3\ см^4$

$a = 10 - 2{,}19 = 7{,}81$ см

Верхнее сечение

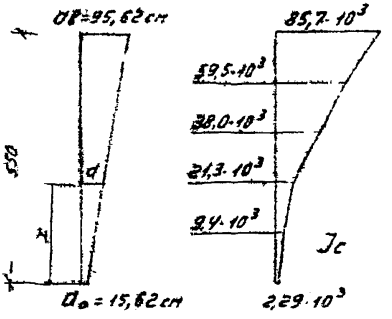


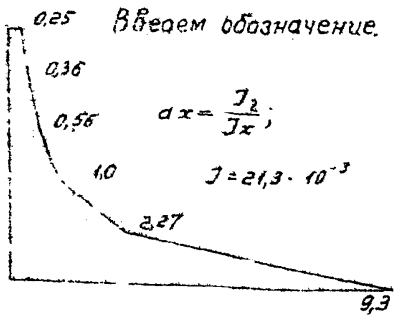
$J_c = 9{,}38 \times 4 \times 47{,}81^2 = 85700\ см^4 =$

$= 85{,}7 \cdot 10^3\ см^4$

$a = 50 - 2{,}19 = 47{,}81$ см

Составим уравнение, выражающее изменение момента инерции J_c по длине стойки





Введем обозначение.

$\alpha x = \frac{J_2}{J_x}$;

$J = 21{,}3 \cdot 10^{-3}$

$J_x^c = 4 F_y \left(\frac{a}{2}\right)^2$; $a = a_0 + a$ $\quad \frac{95{,}62 + 15{,}62}{550} = \frac{a'}{x}$; $a' = 0{,}145x$

$a = a_0 + 0{,}145x$ $\quad F_y = 9{,}38\ см^2$

$J_x^2 = 4 F_y \left(\frac{a_0 + 0{,}145x}{2}\right)^2 4F_y = \left(a_0^2 + 0{,}290 \cdot x + 0{,}021 x^2\right)$

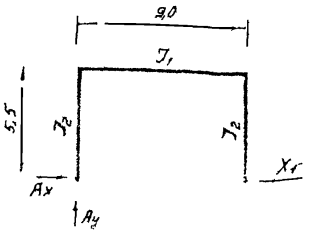
$= F_y \left(a_0^2 + 0{,}29 a_0 x + 0{,}021 x^2\right) = F_y (244 + 4{,}5x + 0{,}021 x^2) =$

$= 9{,}38 \left(244 + 4{,}5x + 0{,}021 x^2\right) = 2290 + 42{,}2x + 0{,}20x^2$;

$$J_x = 0{,}20x^2 + 42{,}2x + 2290$$

J - момент инерции в одном из сечений

Выбор основной системы и построение эпюр усилий



Основная система метода сил

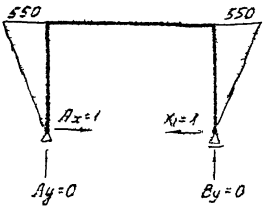
Уравнение метода сил

$$X_1 \delta_{11} + \Delta_{1P} = 0$$

$$\boxed{X_1 = -\frac{\Delta_{1P}}{\delta_{11}}}$$

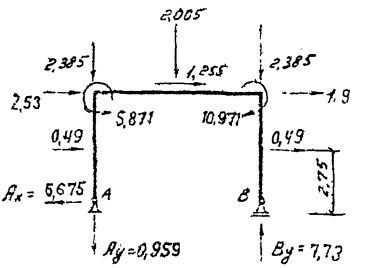
555 ,, 550

Эпюра „M" от $X = 1$



Расчет рамы по сх I

Нагрузки действующие на раму (см стр. 114) преобразованы и приведены к следующей схеме



$$\Sigma X = 0$$

$$2,53 + 1,265 + 1,9 + 2 \times 0,49 - Ax = 0$$

$$Ax = 6,675 \text{ т}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$2 \times 0,49 \times 2,75 + (1,9 + 2,53 + 1265) \times 5,5 +$$

$$+ 2,385 \times 9,0 + 2,005 \times 4,5 + 10,971 - 5,87$$

$$= 2,695 + 31,32 + 21,465 + 9,02 + 10971 - 5871$$

$$-By \cdot 9,0 = 69,6 - By \times 9,0;$$

$$By = 7,73 \text{ т}$$

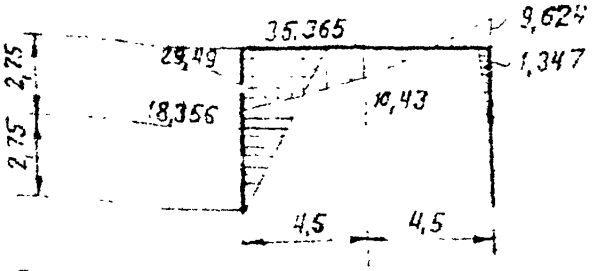
$$\Sigma M_B = 0$$

$$2 \times 0,49 \times 2,75 + (1,3 + 2,53 + 1,265) \times 5,5 - 2,005 \times 4,5 - 2,385 \times 9,0 +$$

$$+ 10,971 - 5,871 - Ay \cdot 9,0 = 2,695 + 31,32 - 9,02 - 21,405 + 10,971 - 5871 - Ay \cdot 9,0;$$

$$Ay = \frac{8,63}{9,0} = 0,959 \text{ т}$$

Эпюра „M_p" в основной системе от нагрузки по схеме I (тм)



Для стоек-рамы с непрерывно изменяющимся сечением при $J_x = f(x)$

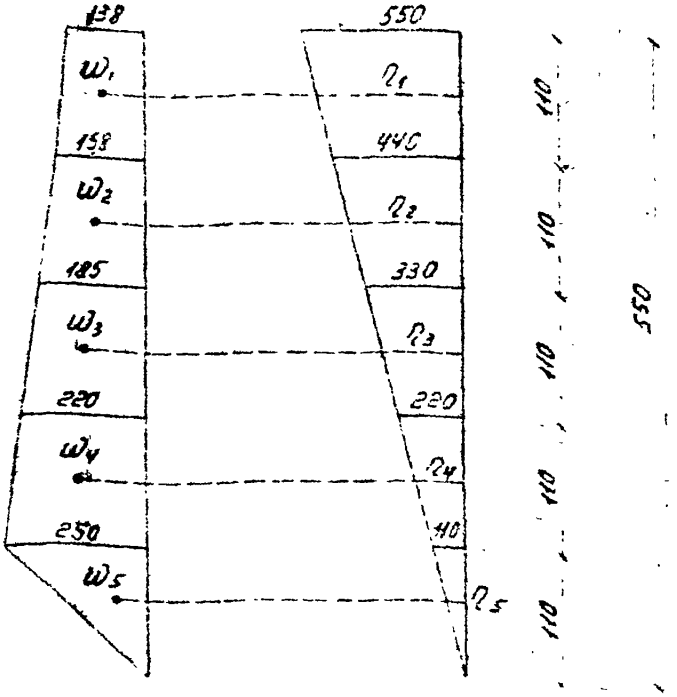
$$\Delta_{1p} = \frac{1}{E} \int_0^{\ell} \frac{1}{J_x} M_p M_1 \, dx$$

Умножим обе части уравнения на EJ, где J - момент инерции в одном из сечений стойки и введём обозначение $\alpha_x = \frac{J}{J_x}$ (см. стр. 115)

$$EJ\Delta_{1p} = \int_0^{\ell} M_p \alpha_x M_1 \, dx$$

Построим для стоек приведённую эпюру

Эпюра $\alpha_x M_1$ Эпюра „M_1"



$$\delta_{11} = \underbrace{\frac{1}{EJ_1}(550 \times 900 \times 550)}_{\delta_{11}'} + \underbrace{2\frac{1}{EJ}\int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} M_1(\alpha M_1)dx}_{\delta_{11}''}$$

$J_1 = 111 \cdot 10^3\ см^4$; $J_2 = 21{,}3 \cdot 10^3\ см^4$

Первый член формулы

$$\delta_{11}' = \frac{1}{EJ_1}(550 \times 900 \times 550) = \frac{272 \cdot 10^6}{2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 111 \cdot 10^3} = 1{,}168 \cdot 10^{-3}\ см.$$

δ_{11}'' определим суммированием:

$$\omega_1 \eta_1 = 16280 \times 495 = 80{,}58 \cdot 10^5$$

$$\omega_2 \eta_2 = 18800 \times 385 = 72{,}38 \cdot 10^5$$

$$\omega_3 \eta_3 = 22400 \times 275 = 61{,}6 \cdot 10^5$$

$$\omega_4 \eta_4 = 25800 \times 165 = 42{,}57 \cdot 10^5$$

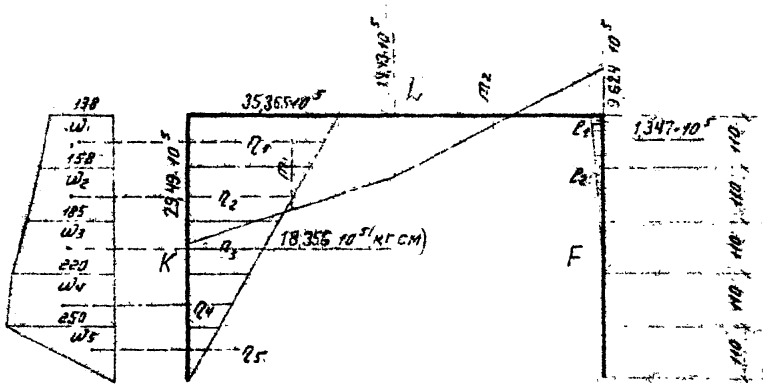
$$\omega_5 \eta_5 = 13750 \times \frac{2}{3} \times 110 = 10{,}08 \cdot 10^5$$

$$\sum_{i=1}^{i=5} \omega_i \eta_i = 267{,}2 \cdot 10^5\ см^3$$

$$\delta_{11}'' = 2\frac{1}{EJ}\sum_{i=1}^{i=5}\omega_i \eta_i = 2\frac{267{,}2 \cdot 10^5}{2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 21{,}3 \cdot 10^3} = 1{,}19 \cdot 10^{-3}\ см$$

$$\delta_{11} = \delta_{11}' - \delta_{11}'' = 1{,}168 \cdot 10^{-3} + 1{,}19 \cdot 10^{-3} = 2{,}358 \cdot 10^{-3}\ см$$

Определение Δ_{1p}



Эпюра „αM_1" Эпюра „M_p"

Определяем ординаты эпюры „Mp" под центрами тяжести участков эпюры „αM_1".

$\Omega_1 = 31{,}063 \cdot 10^5$ $\quad m_1 = 21{,}96 \cdot 10^5$

$\Omega_2 = 25{,}160 \cdot 10^5$ $\quad m_2 = 2{,}4 \cdot 10^5$

$\Omega_3 = 18{,}356 \cdot 10^5$ $\quad \ell_1 = 1{,}077 \cdot 10^5$

$\Omega_4 = 11{,}014 \cdot 10^5$

$\Omega_5 = 4{,}893 \cdot 10^5$ $\quad \ell_2 = 0{,}538 \cdot 10^5$

$$\Delta_{1P} = \frac{1}{EJ_1}(-550 \times 450 \times 21{,}96 \cdot 10^5 - 550 \times 450 \times 2{,}4 \cdot 10^5) +$$

$$+ \frac{1}{EJ} \int_0^e (\alpha M_1) M_P dx$$

$J_1 = 111 \cdot 10^3 \text{ см}^4$, $\quad J_2 = 21{,}3 \cdot 10^3 \text{ см}^4$

Первый член формулы

$$\Delta' = \frac{1}{2{,}1 \cdot 10^5 \cdot 111 \cdot 10^3}(-54{,}35170 \cdot 10^{10} - 5{,}94 \cdot 10^{10}) = -2{,}586$$

Второй член формулы определим суммированием:

$\omega_1 \Omega_1 = -16280 \times 31{,}963 \cdot 10^5 = -5{,}204 \cdot 10^{10}$

$\omega_2 \Omega_2 = -18800 \times 25{,}160 \cdot 10^5 = -4{,}729 \cdot 10^{10}$

$\omega_3 \Omega_3 = -22400 \times 18{,}356 \cdot 10^5 = -4{,}112 \cdot 10^{10}$

$\omega_4 \Omega_4 = -25800 \times 11{,}014 \cdot 10^5 = -2{,}841 \cdot 10^{10}$

$\omega_5 \Omega_5 = -13750 \times 4{,}893 \cdot 10^5 = -0{,}673 \cdot 10^{10}$

$$\sum_{i=1}^{i=5} \omega_i \cdot \Omega_i = -17{,}559 \cdot 10^{10} \text{ см}^3$$

$\omega_1 \ell_1 = -16280 \times 1077 \cdot 10^5 = -0{,}175 \cdot 10^{10}$

$\omega_2 \ell_2 = -18800 \times 0{,}538 \cdot 10^5 = -0{,}101 \cdot 10^{10}$

$$\sum_{i=1}^{i=8} \omega_i \ell_i = +0{,}276 \cdot 10^{10} \text{ см}^3$$

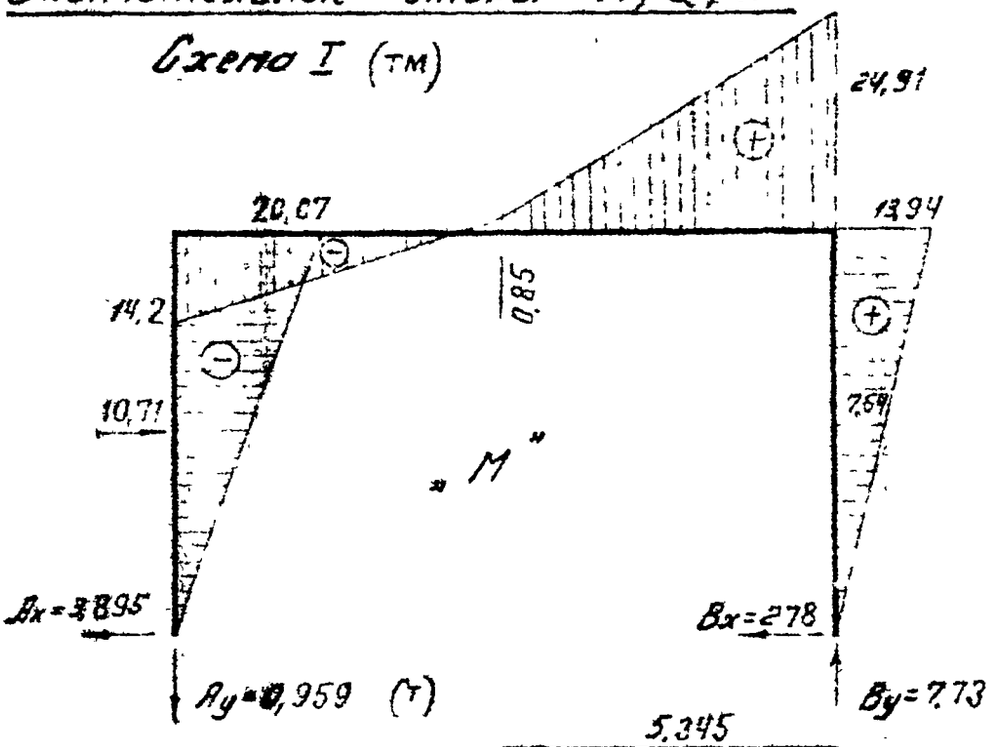
$$\Delta'' = \frac{1}{EJ_2}(\Sigma \omega_i \Omega_i + \Sigma \omega_i \ell_i) = \frac{-17{,}835 \cdot 10^{10}}{2{,}1 \cdot 10^5 \cdot 21{,}3 \cdot 10^3} = -3{,}980 \text{ см}$$

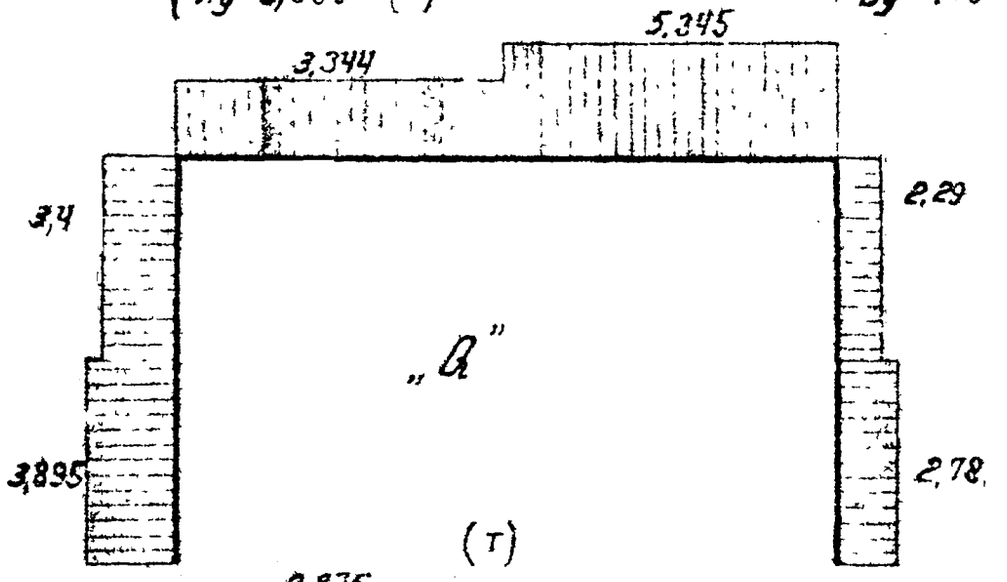
$$\Delta_{1p} = \Delta' + \Delta'' = -2{,}586 + 3{,}98 = -6{,}57$$

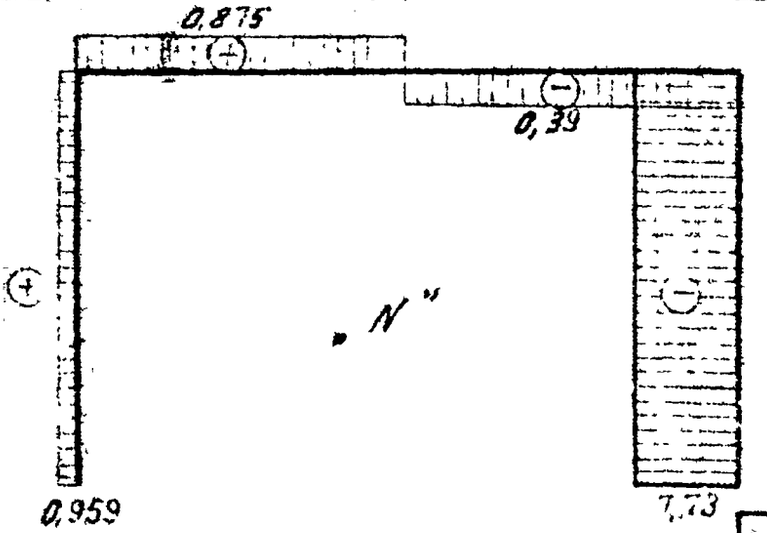
$$X_1 = -\frac{\Delta_{1p}}{\delta_{11}} = \frac{-6{,}57}{2{,}358\cdot 10^{-3}} = 2{,}78\cdot 10^{3} = 2780\ кг$$

Окончательные эпюры M, Q, N

Схема I (тм)

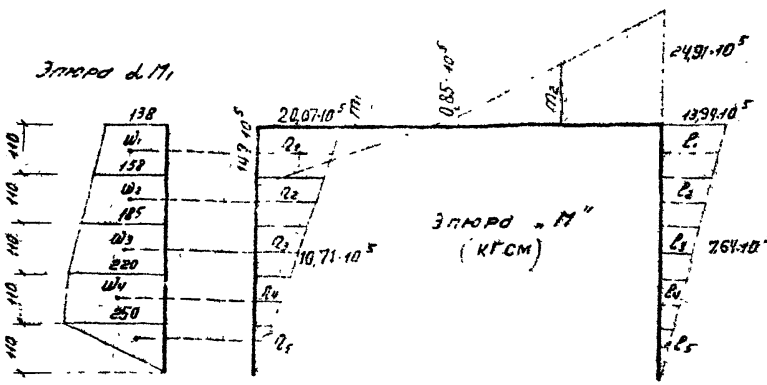






Проверка эпюры „M"

$\delta_{1p} = \sum \int \frac{M_1 M}{EJ} = 0$, т.е. в заданной системе горизонтальное перемещение опоры 3 равно нулю



Ординаты эпюры „M" под центрами тяжести эпюры ΔM_1

$Q_1 = 18,196 \cdot 10^5$ $\quad e_1 = 12,678 \cdot 10^5$ $\quad m_1 = 6,67 \cdot 10^5$

$Q_2 = 14,45 \cdot 10^5$ $\quad e_2 = 10,16 \cdot 10^5$ $\quad m_2 = 12,88 \cdot 10^5$

$Q_3 = 10,71 \cdot 10^5$ $\quad e_3 = 7,64 \cdot 10^5$

$Q_4 = 6,425 \cdot 10^5$ $\quad e_4 = 4,583 \cdot 10^5$

$Q_5 = 2,854 \cdot 10^5$ $\quad e_5 = 2,036 \cdot 10^5$

$w_1 Q_1 = -16280 \times 18196 \cdot 10^5 = +2,962 \cdot 10^{10}$

$w_2 Q_2 = -18800 \times 14,45 \cdot 10^5 = -2,717 \cdot 10^{10}$

$w_3 Q_3 = -22400 \times 10,71 \cdot 10^5 = +2,399 \cdot 10^{10}$

$w_4 Q_4 = -25800 \times 6,425 \cdot 10^5 = 1,658 \cdot 10^{10}$

$w_5 Q_5 = -13750 \times 2,854 \cdot 10^5 = 0,391 \cdot 10^{10}$

$$\sum_{i=1}^{i=5} w_i Q_i = -10,127 \cdot 10^{10} \text{ см}^3$$

Лист

$\omega_1 \rho_1 = 16280 \times 1,678 \cdot 10^{-5} = 2,064 \cdot 10^{10}$

$\omega_2 \rho_2 = 18800 \times 16 \cdot 10^{-5} = 1,91 \cdot 10^{10}$

$\omega_3 \rho_3 = 22400 \times 64 \cdot 10^{-5} = 1,707 \cdot 10^{10}$

$\omega_4 \rho_4 = 25800 \times 4583 \cdot 10^{-5} = 1,182 \cdot 10^{10}$

$\omega_5 \rho_5 = 13750 \times 2,036 \cdot 10^{-5} = 0,280 \cdot 10^{10}$

$$\sum_{i=1}^{i=5} \omega_i \rho_i = 7,143 \cdot 10^{10} \text{ см}^3$$

$$\delta'_{1p} = \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \times 11 \cdot 10^3} (-550 \times 450 \times 6,67 \cdot 10^{-5} + 550 \times 450 \times 12,88 \cdot 10^{-5}) =$$

$$= 0$$

$$\delta''_{1p} = \frac{1}{EJ} = (\Sigma \omega_i \eta_i + \Sigma \omega_i \rho_i) = \frac{2,984 \cdot 10^{10}}{2,1 \cdot 10^6 \; 21,3 \cdot 10^3} = -0,667 \text{ см}$$

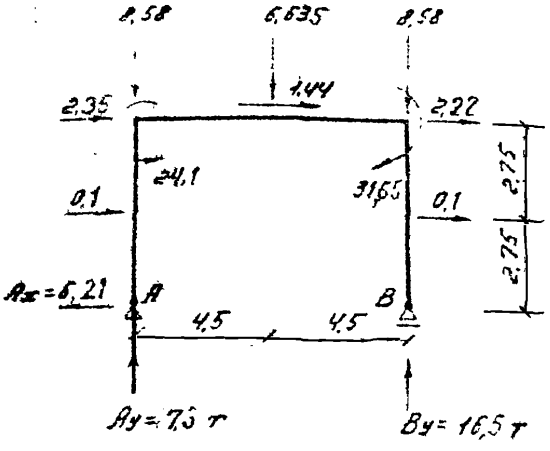
$\delta_{1p} = \delta'_{1p} + \delta''_{1p} = 0,859 - 0,667 = 0,08 \text{ см} \approx 0$

Некоторую неточность проверки эпюры „M" можно отнести за счет упрощений, принятых при перемножении эпюр „$\bar{M}$", „M", „M_p".

Расчёт рамы-оголовка по схеме II, IV р-н гололеда

Схему нагрузок см. на стр. 114

Преобразуем действующие на раму нагрузки, как показано на схеме:



$$\Sigma X = 0$$

$$2{,}35 + 2{,}22 + 1{,}44 + 2 \times 0{,}1 - Ax = 0 \qquad \underline{Ax = 6{,}21\ т}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-By \times 9{,}0 + 2 \times 0{,}1 \times 2{,}75 + (2{,}22 + 2{,}35 + 1{,}44) \times 5{,}5 + 31{,}65 -$$

$$- 24{,}1 + 6{,}635 \times 4{,}5 + 8{,}58 \times 9{,}0 = 0$$

$$\underline{By = 16{,}5\ т}$$

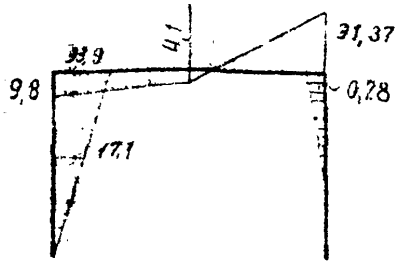
$$\Sigma M_B = 0$$

$$Ay \times 9{,}0 + 2 \times 0{,}1 \times 2{,}75 + (2{,}22 + 2{,}35 + 1{,}44) \times 5{,}5 - 6{,}635 \times 4{,}5 +$$

$$+ 31{,}65 - 24{,}1 - 8{,}58 \times 9{,}0 = 0$$

$$\underline{Ay = 7{,}3\ т}$$

Эпюра „M_p" в основной системе от нагрузки по схеме (тм)



$$X_1 \delta_{11} + \Delta_{1P} = 0$$

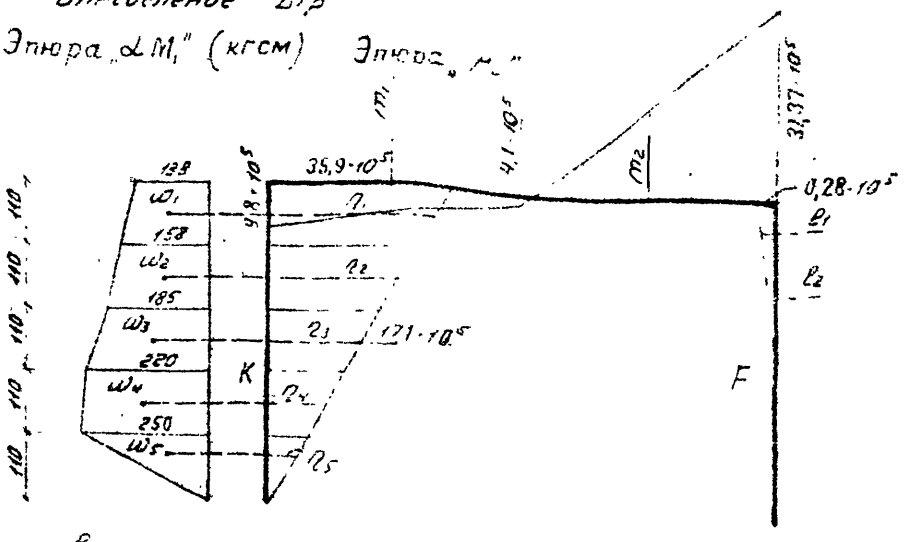
$$X_1 = - \frac{\Delta_{1P}}{\delta_{11}}.$$

Величина перемещения δ_{11} определена при расчёте рамы по схеме I (см. стр. 118)

$$\delta_{11} = 2,358 \cdot 10^{-3} \text{ см}$$

Определение Δ_{1p}

Эпюра „αM_1" (кгсм) Эпюра „M_p"



Вычисляем ординаты эпюры M_p под центрами тяжести участков эпюры „αM_1"

$\eta_1 = 38,54 \cdot 10^5$

$\eta_2 = 23,82 \cdot 10^5$

$\eta_3 = 17,1 \times 10^5$

$\eta_4 = 10,26 \cdot 10^5$

$\eta_5 = 4,558 \cdot 10^5$

$\ell_1 = 0,22 \cdot 10^5$

$\ell_2 = 0,11 \cdot 10^5$

$m_1 = 6,95 \cdot 10^5$

$m_2 = 13,64 \cdot 10^5$

$$\Delta_{1p} = \frac{1}{EJ_1}\left(-550 \times 450 \times 6,95\ 10^5 + 550 \times 450 \times 13,64\ 10^5\right) + \frac{1}{EJ}\int_0^e (\alpha M_1) M_p\, dx,$$

Первый член формулы.

$$\Delta' = \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 111 \cdot 10^3}\left(-17,2\ 10^{10} + 33,76 \cdot 10^{10}\right) = + \ 0,71 \text{ см}$$

Второй член формулы определен суммированием:

$$\omega_1 \eta_1 = -16280 \times 50{,}54\,10^5 = -4{,}97 \cdot 10^{10}$$

$$\omega_2 \eta_2 = -18800 \times 23{,}88 \cdot 10^5 = -4{,}478\,10^{10}$$

$$\omega_3 \eta_3 = -22400 \times 17{,}1\ 10^5 = -3\,83 \cdot 10^{10}$$

$$\omega_4 \eta_4 = -25800 \times 10{,}28 \cdot 10^5 = -2{,}647 \cdot 10^{10}$$

$$\omega_5 \eta_5 = -13750 \times 4{,}558 \times 10^5 = -0{,}626 \cdot 10^{10}$$

$$\sum_{i-1}^{i=5} \omega_i \eta_i = -16{,}55 \cdot 10^{10}\ см^3$$

$$\omega_1 \ell_1 = +16280 \times 0{,}22 \cdot 10^5 = -0{,}036 \cdot 10^{10}$$

$$\omega_2 \ell_2 = +18800 \times 0{,}11 \cdot 10^5 = -0{,}02 \cdot 10^{10}$$

$$\sum_{i-1}^{i=5} \omega_i \ell_i = -0{,}056 \cdot 10^{10}\ см^3$$

$$\Delta'' = \frac{1}{EJ} \left(\sum \omega_i \eta_i + \sum \omega_i \ell_i \right) = -\frac{16{,}606 \cdot 10^{10}}{2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 21{,}3 \cdot 10^3} =$$

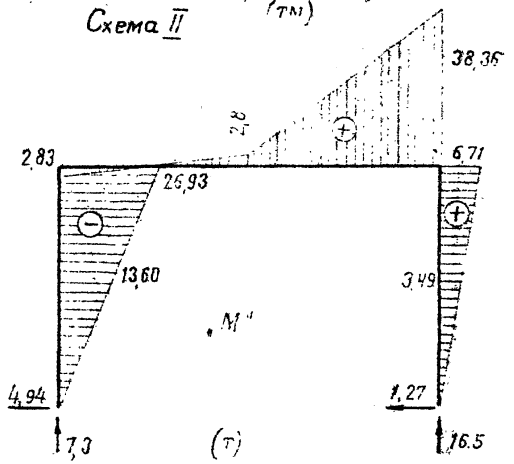
$$= -3{,}71\ см$$

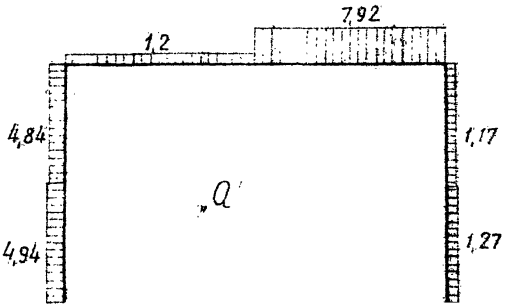
$$\Delta_{1p} = \Delta' + \Delta'' = 0{,}71 - 3{,}71 = -3{,}00\ см$$

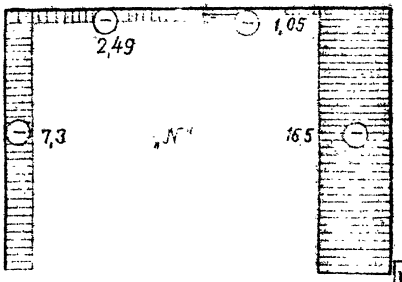
$$X_1 = -\frac{-3{,}00}{2{,}35\ 10^{-3}} = 1270\ кг$$

Окончательные эпюры M, Q, N (тм)

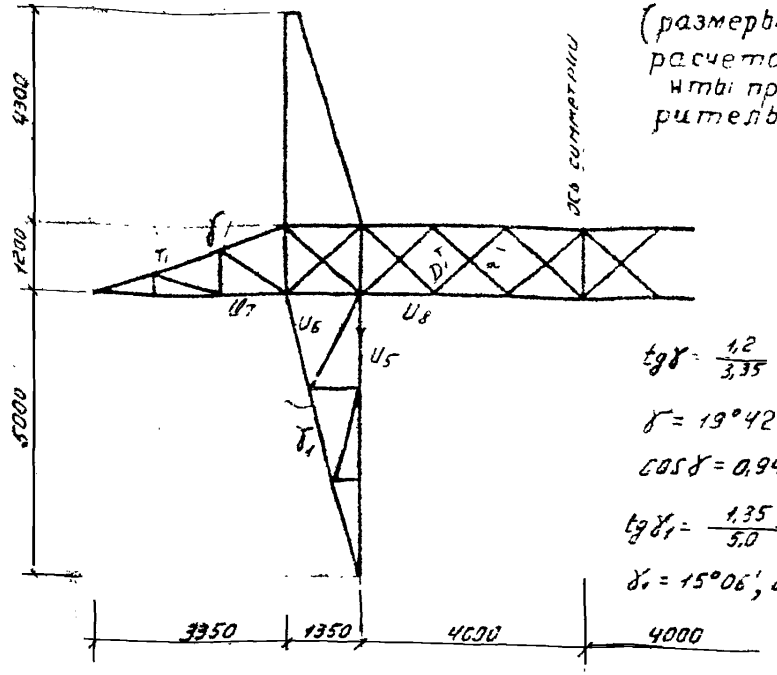
Схема II







Определение усилий в элементах рамы - оголовка по схеме II



(размеры для расчета приняты предварительно)

$tg\gamma = \frac{1,2}{3,35} = 0,358$

$\gamma = 19°42'$

$\cos\gamma = 0,94$

$tg\gamma_1 = \frac{1,35}{5,0} = 0,27$

$\gamma_1 = 15°06'$, $\cos\gamma_1 = 0,96$

1. Балка - траверса

Консольный участок $M = 31,65$ тм

$U_7 = \frac{M}{2B} = \frac{31,65}{2 \times 1,2} = 13,18$ т $\qquad T_1 = \frac{M}{2B\cos\gamma} = \frac{31,65}{2 \times 1,2 \times 0,94} = +14,02$ т

Рамный участок $M = 38,36$

$U_8 = \frac{38,36}{2 \times 1,2} = 15,9$ т

Раскос D_1^T $\quad Q = 7,92$

$\cos\alpha = 0,669$

$D_1^T = \frac{7,92}{4 \times 0,669} = 2,96$ т

2. Стойка рамы

$M = 26,93$ тм $\quad Q = 4,94$ т $\quad N = 7,9$ т

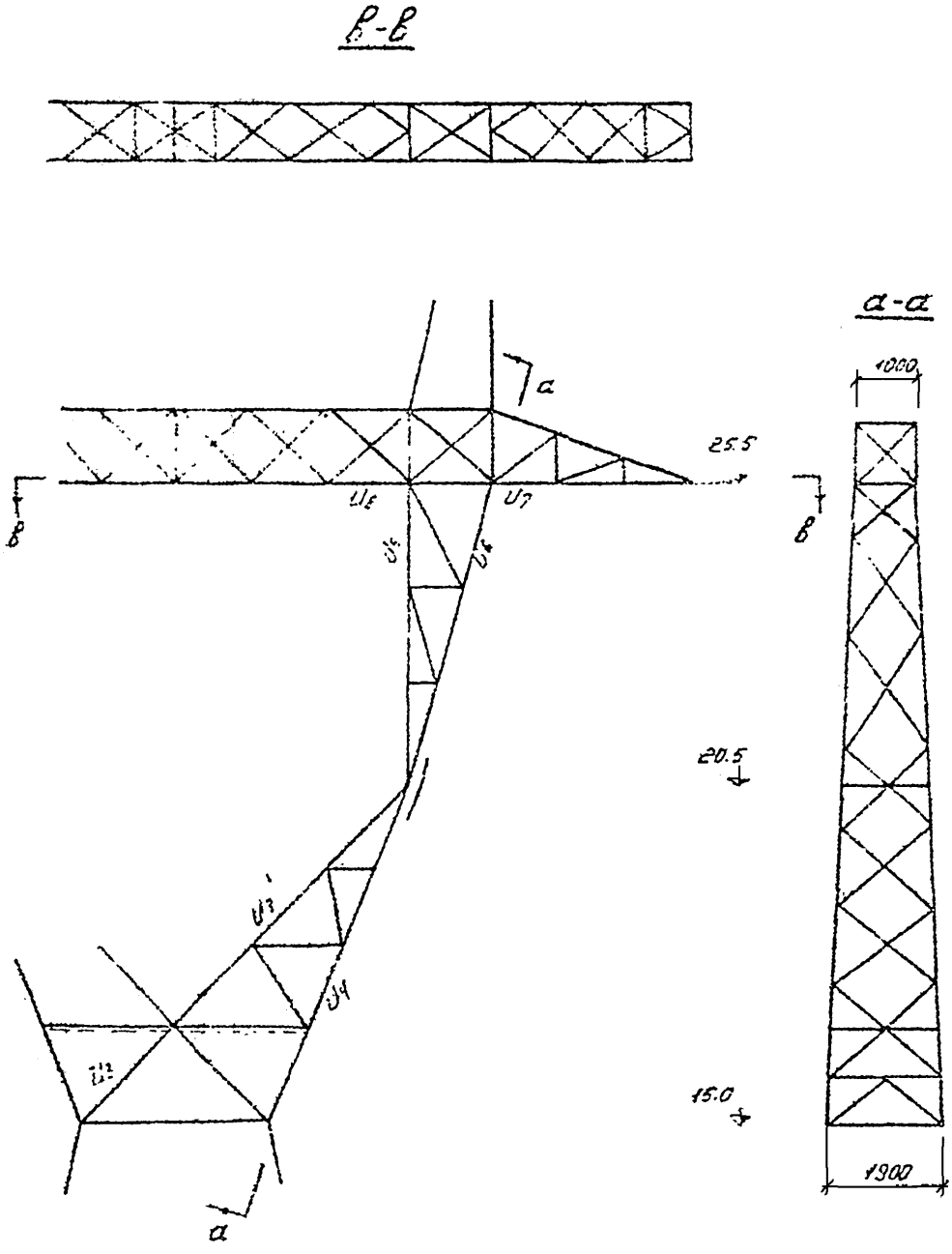
$U_5 = \frac{M}{2B\cos\gamma_1} + \frac{N}{4 \times \cos\gamma_1} = \frac{26,93}{2 \times 1,25 \times 0,966} + \frac{7,3}{4 \times 0,966} = 11,2 + 1,9 = 13,1$ т

$U_5 = 13,1 \times 0,966 = 12,65$ (растяжение)

Расчёт опоры между отметками ▽15.0 - ▽25.5

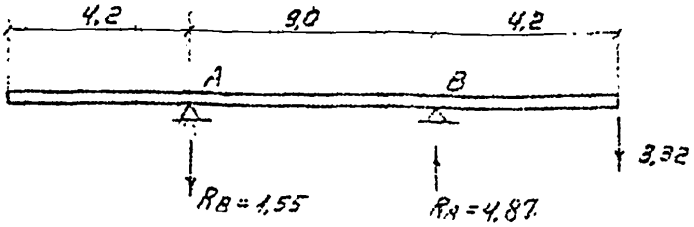
по схеме аварийного режима III, III р-н гололеда

(обрыв крайнего провода)



Определение горизонтальных реакций на стойки.

Величины реакций определены, как для простой балки без учёта податливости опор в местах крепления траверсы к стойкам



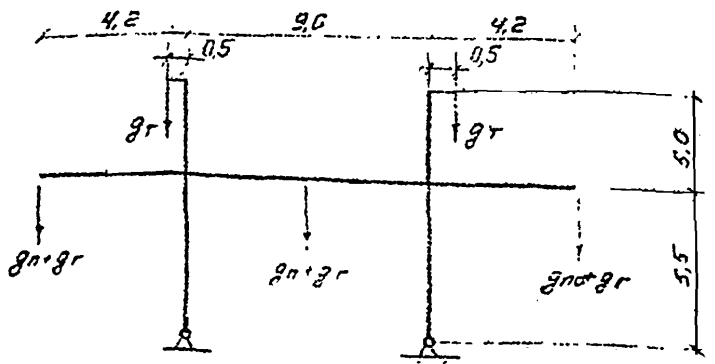
Сх. III,

III р-н гололёда

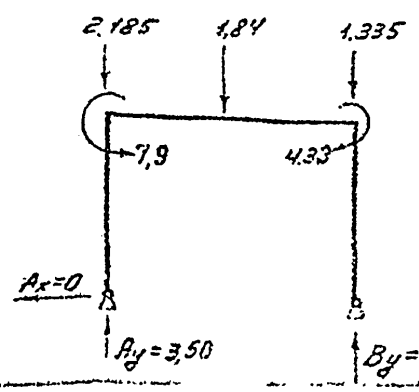
$$R_A = \frac{3,32 \times 13,2}{9,0} = 4,87\ т$$

$$R_B = \frac{3,32 \times 4,2}{9,0} = 1,55\ т$$

Схема вертикальных нагрузок на раму.
(без учета веса конструкций)
Схема III, III р-н гололеда

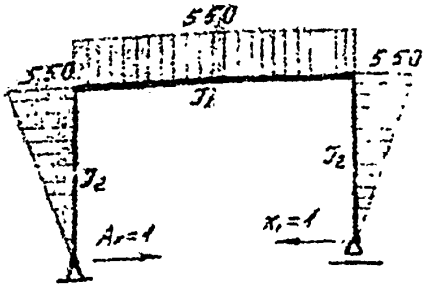


$g_r = 0,345\ т$ $g_n + g_r = 1,840\ т$ $g_{no} + g_r = 0,990\ т$



Нагрузки в основной системе

Эпюра „М" от $X_1 = 1$

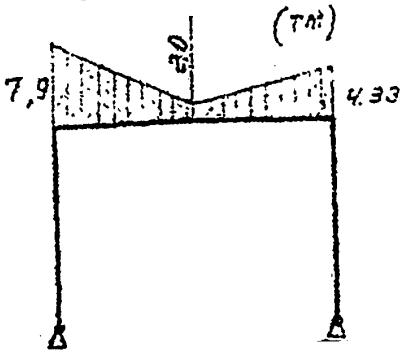


$J_p = J_1 = 111000$ см^4 (стр. 114)

Момент инерции стойки J_2 принимаем постоянным по высоте стойки для сечения $\frac{h}{2} = 2.75$ м (см. уравнение на стр. 115

$J_c = J_2 = 29020$ см^4

Эпюра „M_p" (тм)



$\delta_n = 2\,358 \cdot 10^{-3}$ см (см. стр. 118)

$$\Delta_{1p} = \frac{1}{EJ_1}\left(\frac{7,9\cdot10^5+2,0\cdot10^5}{2}\times450\cdot550+\right.$$

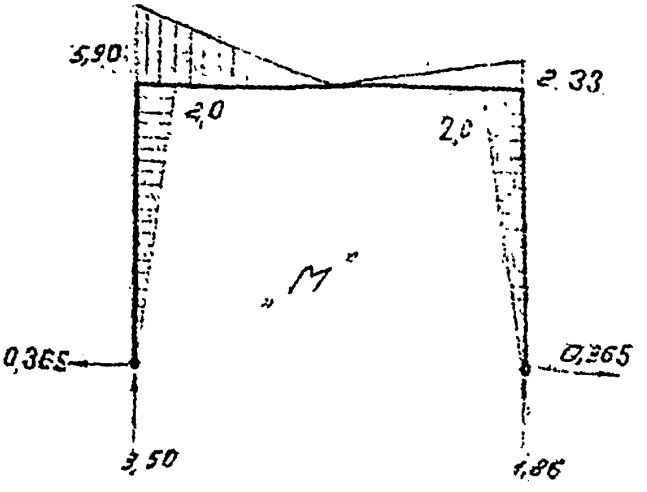
$$\left.+\frac{2,0\cdot10^5+4,33\cdot10^5}{2}\times450\times550\right)=$$

$$=\frac{1}{2,1\cdot10^6\cdot11,1\times10^3}\left(12,25\times10^{10}+7,8\cdot10^{10}\right)=$$

$$=\frac{20,05\cdot10^{10}}{2,1\cdot11,1\cdot10^{10}}=0,86\text{ см}.$$

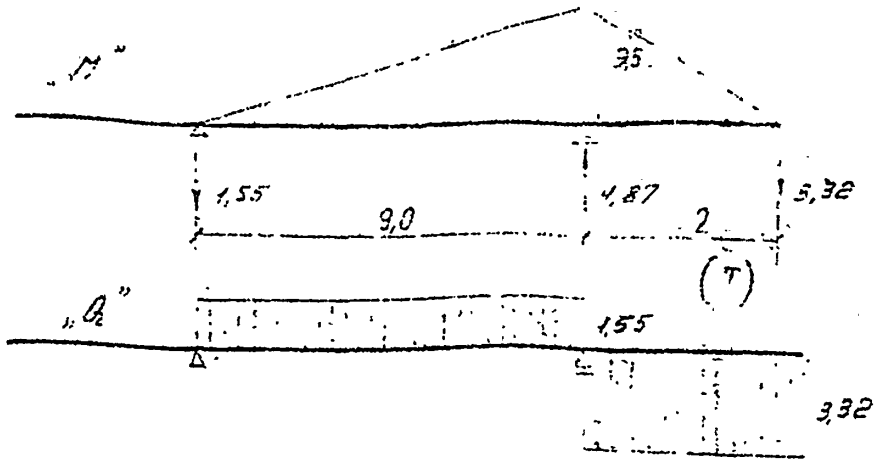
$$X_1 = -\frac{0,86}{2,358\cdot10^{-3}} = -365\text{ кг}.$$

Окончательная эпюра М (схема III). от вертикальных нагрузок (тм)

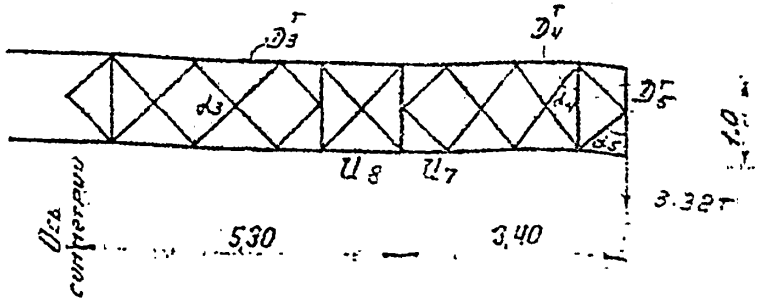


Эпюры „М" и „Q" от горизонтальных нагрузок

(тм)



Определение усилий в элементах траверсы



$\cos d_3 = 0,599$

$\cos d_4 = 0,703$

$\cos d_5 = 0,536$

Пояс консоли U_8

$$U_8 = \frac{5,90}{2 \times 1,2} + \frac{13,95}{1,0} = 2,45 + 13,95 = 16,4 т$$

Раскос $D_3^т$

$Q_2 = 1,55$ т $\qquad D_3^т = \frac{1,55}{2 \times 0,599} = 1,30$ т

Раскос $D_5^т$

$Q_1 = 3,32$ т $\qquad D_4^т = \frac{3,32}{2 \times 0,703} = 2,36$ т

Раскос $D_5^т$

$Q_1 = 3,32$ т. $\qquad D_5^т = \frac{3,32}{2 \times 0,536} = 3,1$ т

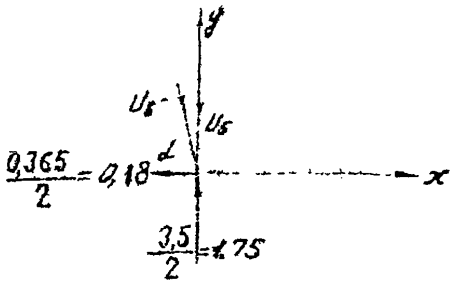
Пояс рамного участка

$$U_7 = \frac{3,32 \times 3,4}{\quad} + \frac{1,84 \times 3,4}{\quad} = 11,3 + 2,6 = 12,9 т$$

Лист

Определение усилий в элементах сх. III (в одной грани)

1) Пояса стойки



$tg\,\alpha = \frac{5,0}{1,25} = 4,0$

$\cos\alpha = 0,242$

$\sin\alpha = 0,97$

а) в плоскости рамы

$\Sigma x = 0,\ -0,18 + U_6 \times 0,242 = 0$

$U_6 = \frac{0,18}{0,242} = 0,74\ т$

$\Sigma y = 0,\ U_5 + U_6 \sin\alpha - 1,75 = 0,$

$U_5 + 0,74 \times 0,97 - 1,75 = 0,$

$U_5 = 1,04\ т$

б) из плоскости рамы

$U_5 = U_6 = \frac{R_2 \times H}{2B} = \frac{4,87 \times 5,5}{2 \times 1,5} = \pm 8,93\ т$

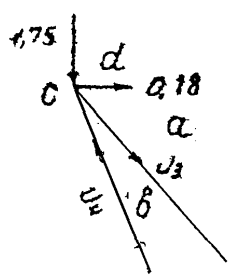
Суммарные усилия

$+U_5 = 8,93 + 1,04 = 9,97\ т$ $\qquad -U_5 = -8,93 + 1,04 = -7,89\ т$

$U_6 = 8,93 + 0,74 = +9,67\ т$ $\qquad -U_6 = -8,93 + 0,74 = -8,19\ т$

2) Пояса рогов

а) в плоскости рамы





$U_3 = +1,4\ т$

$U_4 = -3,0\ т$

б) из плоскости рамы

$U_3 = U_4 = \frac{M}{2B} = \frac{4,87 \times 10,5}{2 \times 1,9} = \pm 13,48\ т$

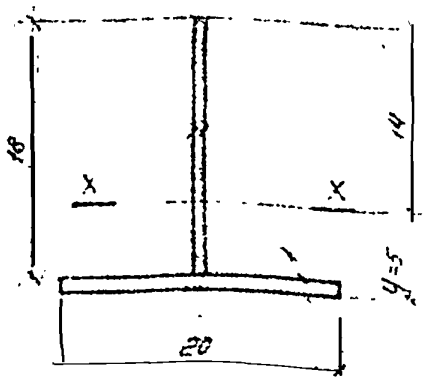
Суммарные усилия

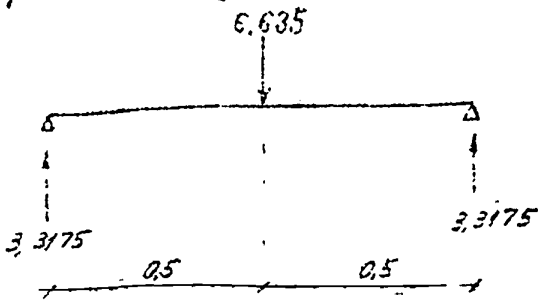
$+U_3 = +13,48 + 1,4 = 14,88\ т$ $\qquad -U_3 = -13,48 + 1,4 = -12,08\ т$

$+U_4 = +13,48 - 3,0 = 10,48\ т$ $\qquad -U_4 = -13,48 - 3,0 = -16,48\ т$

Расчёт балки для крепления провода

Схема II, IV р-н гололеда.





$M = 3,3175 \times 0,5 = 1,659$ тм

Центр тяжести сечения

$$y_1 = \frac{1}{2} \times \frac{10 \times 19^2 + 19 \times 1^2}{1 \times 19 + 19 \times 1} = \frac{1}{2} \times \frac{361 + 19}{38} = 5,0 \text{ см}; \quad y_2 = h - y_1 = 19 - 5 = 14 \text{ см}$$

Момент инерции сечения

$$J_x = \frac{1}{3} \times (10 \times 14^3 + 20 \times 5^3 - 19 \cdot 4^3) =$$

$$= \frac{1}{3}(2744 + 2500 - 1216) = 1343 \text{ см}^4$$

$$W = \frac{1343}{14} = 95,9 \text{ см}^3$$

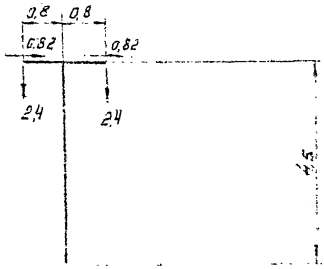
$$\sigma = \frac{155300}{95,9} = 1730 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

Расчет выполнил _____ / Элькинд /

Расчет проверил _____ / Кириллова /

Расчет тросостойки С71

для опор П220-1 и ПС 220-7



Применять тросостойку С71 для опоры П220-1
возможно при $\ell_{ветр} = 390$ м, $\ell_{вес} = 490$ м,
для опоры ПС220-7 при $\ell_{ветр} = 320$ м; $\ell_{вес} = 570$ м.

Расчет пояса

Схема II; IV район гололеда (по нагрузкам опоры ПС220-7)

$P_T = 0{,}82$ т $\quad q_T = 2{,}4$ т.

Вес тросостойки с консолями $\approx 0{,}4$ т.

$G = 2 \times 2{,}4 + 0{,}4 = 5{,}20$ т.

$M = 1{,}64 \times 4{,}5 = 8{,}03$ т.

$$U = \frac{\Sigma M}{2 \times B \cos\gamma} + \frac{G}{4 \cos\gamma}$$

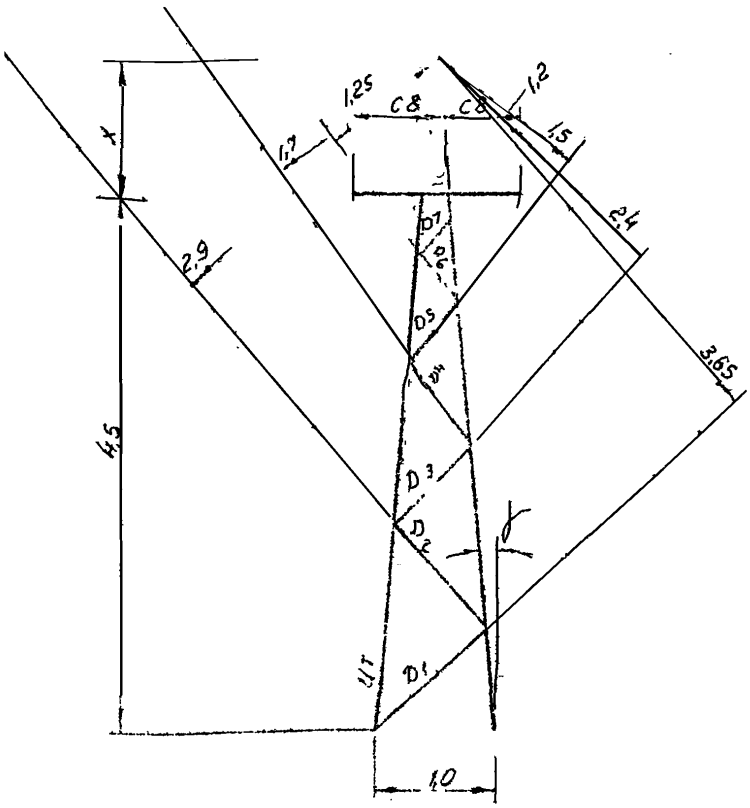
$$U_T = \frac{8{,}03}{2 \times 0{,}92 \times 0{,}997} + \frac{5{,}20}{4 \times 0{,}997} = 4{,}37 + 1{,}3 = 5{,}67 \text{ т} \quad 4\phi 20$$

$\llcorner 63 \times 5 \qquad F = 6{,}13 \text{ см}^2 \quad \ell \cong 175$ см. $\quad r_x = 1{,}94$ см $\quad \mu_0 = 1{,}14$

$$\lambda_p = \frac{\ell \cdot \mu_T}{r_x} = \frac{175 \cdot 1{,}14}{1{,}94} = 103. \qquad \varphi = 0{,}576.$$

$$\sigma = \frac{U}{F \cdot \varphi}$$

$$\sigma = \frac{5670}{6{,}13 \times 0{,}576} = 1610 \text{ кг/см}^2$$



$$tg\,\gamma = \frac{1,0 - 0,2}{2 \times 4} = 0,089 \qquad \cos\gamma = 0,996$$

$$x = \frac{0,2}{2\,tg\,\gamma} = \frac{0,2}{2 \times 0,089} = 1,13\ м.$$

Расчет раскосов

Схема IV; IV район гололеда

$S'_T = 1,5\ т$;

$M_{кр} = 1,5 \times 0,8 = 1,2\ тм$

$M_{из} = 1,5 \times 1,13 = 1,69\ тм$

$$D = \frac{M_{из}}{2R} + \frac{M_{кр}\,x}{2B_0\,R}$$

$B_0 = 0,2 м$

$$D_9 = \frac{1,69}{2 \times 1,2} + \frac{1,2 \times 1,13}{2 \times 0,2 \times 1,2} = 0,7 + 2,83 = 3,53\ т \quad 1\phi\ 20\ [3,8]\ 2d$$

$D_6 = \frac{1,69}{2 \times 1,25} + \frac{1,2 \times 1,13}{2 \times 0,2 \times 1,25} = 0,68 + 2,7 = 3,38$ т

1 ф20 [3,8] 2 d

$D_5 = \frac{1,69}{2 \times 1,5} + \frac{1,2 \times 1,13}{2 \times 0,2 \times 1,5} = 0,55 + 2,26 = 2,82$ т

1 ф16 [3,01] 2 d

$D_4 = \frac{1,69}{2 \times 1,7} + \frac{1,2 \times 1,13}{2 \times 0,2 \times 1,7} = 0,5 + 2,0 = 2,5$ т.

1 ф16 [2,56]

$D_3 = \frac{1,69}{2 \times 2,4} + \frac{1,2 \times 1,13}{2 \times 0,2 \times 2,4} = 0,35 + 1,41 = 1,76$ т.

1 ф16 [2,56]

$D_2 = \frac{1,69}{2 \times 2,9} + \frac{1,2 \times 1,13}{2 \times 0,2 \times 2,9} = 0,29 + 1,17 = 1,46$ т

1 ф16 [2,56]

$D_1 = \frac{1,69}{2 \times 3,85} + \frac{1,2 \times 1,13}{2 \times 0,2 \times 3,85} = 0,22 + 0,88 = 1,1$ т

1 ф16 [2,56]

L 63×15; $F = 6,13$ см.^{2}; $\gamma_y = 1,25$ см.

D_7; $\ell_7 = 3,5$ см. $\lambda = \frac{35}{1,25} = 28$ $\mu = 1,0$ $\lambda_p = 28$ $\varphi = 0,944$ $\sigma_7 = \frac{3530}{6,13 \times 0,944 \times 0,75} = 810$ кг/см.

D_6; $\ell_6 = 55$ см.; $\lambda = \frac{55}{1,25} = 44$ $\mu = 1,0$ $\lambda_p = 44$ $\varphi = 0,908$ $\sigma_6 = \frac{3380}{6,13 \times 0,908 \times 0,75} = 810$ кг/см.^{2}

L 50×5 F 4,8 см.^{2}; $\gamma_y = 0,98$ см.

D_5; $\ell_5 = 65$ см.; $\lambda = \frac{65}{0,98} = 67$ $\mu = 1,0$ $\lambda_p = 67$ $\varphi = 0,825$ $\sigma_5 = \frac{2820}{4,8 \times 0,825 \times 0,75} = 950$ кг/см.^{2}

D_4; $\ell_4 = 85$ см.; $\lambda = \frac{85}{0,98} = 87$ $\mu = 0,979$ $\lambda_p = 85$ $\varphi = 0,72$ $\sigma_4 = \frac{2500}{4,8 \times 0,72 \times 0,75} = 970$ кг/см.^{2}

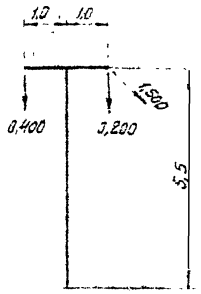
D_3; $\ell_3 = 95$ см.; $\lambda = \frac{95}{0,98} = 97$ $\mu = 0,949$ $\lambda_p = 92$ $\varphi = 0,672$ $\sigma_3 = \frac{1760}{4,8 \times 0,672 \times 0,75} = 730$ кг/см.^{2}

D_2; $\ell_2 = 115$ см.; $\lambda = \frac{115}{0,98} = 117$ $\mu = 0,889$ $\lambda_p = 104$ $\varphi = 0,558$ $\sigma_2 = \frac{1460}{4,8 \times 0,558 \times 0,75} = 720$ кг/см.^{2}

D_1; $\ell_1 = 125$ см.; $\lambda = \frac{125}{0,98} = 128$ $\mu = 0,860$ $\lambda_p = 110$ $\varphi = 0,52$ $\sigma_1 = \frac{11000}{4,8 \times 0,52 \times 0,75} = 410$ кг/см.^{2}

Расчет тросостойки С 72

для опор П 220-3 и П 220-2



Расчет выполнен на нагрузки опоры П 220-3 (см. № 3080тм-т2 лист 10,11)

Вес тросостойки с консолями ≈ 0,5 т

Расчет троса

Схема IV, I р. г. Трос С-70. $S_T = 400$ кг, $S_T = 1500$ кг

$M_{II} = (0,400 - 0,200) \times 1,0 = 0,2$ тм

$M_{\perp} = 1,5 \times 5,5 = 8,25$ т

$G = 0,400 + 0,200 + 0,50 = 1,1$ т

$tg\,\gamma = \frac{1,16 - 0,5}{2 \times 5,5} = \frac{0,66}{11,0} = 0,06$

$\gamma = 3^\circ 26'$ $\quad Cos\,\gamma = 0,998$

$\Sigma M = M_{II} + M_{\perp} = 0,2 + 8,25 = 8,45$ т

$U = \frac{\Sigma M}{2B \cdot Cos\,\gamma} + \frac{G}{4 \cdot Cos\,\gamma}$ $\quad B = 1,16$ м

$U = \frac{8,45}{2 \cdot 1,16 \cdot 0,998} + \frac{1,1}{4 \cdot 0,998} = 3,65 + 0,28 = 3,93$ т

∟63×5 $\quad F = 6,13$ см.^{2} $\quad \ell = 190$ см $\quad r_x = 1,94$ $\quad Mn = 1,14$ $\quad \lambda_p = \frac{\ell_0}{r_x} = 98$

$\varphi = 0,627$

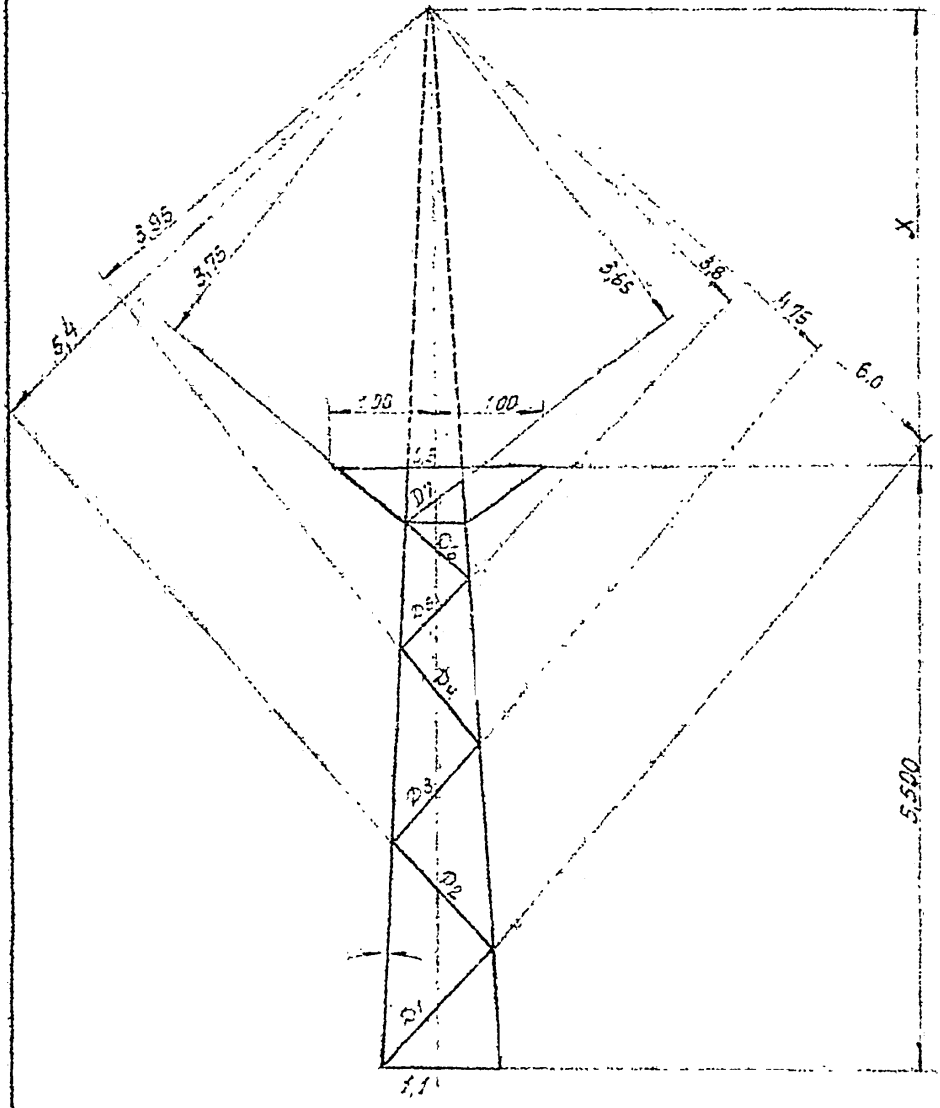
$\sigma = \frac{3930}{6,13 \cdot 0,627} = 1020$ кг/см.^{2}

Определение количества болтов в стыке трассостойки с верхней секцией

Болт ф16 при $\sigma = 6$ держит 2,61 т.

Необходимое количество болтов $n = \frac{3,93}{2,61} = 1,5$ шт.

Ставим 4 ф16



$X = \frac{5,5 \times 0,5}{1,16 - 0,5} = 4,17$ м.

$tg\,\gamma = \frac{1,16 - 0,5}{2 \times 5,5} = 0,06$

$Cos\,\gamma = 0,998$

Расчет раскосов

Схема IV ; I район гололеда.

$S_T = 1{,}5$ т $x = 4{,}17$ м. $b = 0{,}5$ м. $\ell = 1{,}0$ м.

$M_{кр} = 1{,}5 \times 1{,}0 = 1{,}5$ т.

$$M_{изг} = 0{,}5\left(S_T + \frac{M_{кр}}{b}\right) \cdot x$$

$$M_{изг} = 0{,}5\left(1{,}5 + \frac{1.5}{0{,}5}\right) \cdot 4{,}17 = 9{,}4 \text{ т.м}$$

$D_1 = \frac{9.4}{6.0} = 1{,}57$ т $D_5 = \frac{9.4}{3.80} = 2{,}48$ т

$D_2 = \frac{9.4}{5.40} = 1{,}74$ т $D_6 = \frac{9.4}{3.75} = 2{,}50$ т.

$D_3 = \frac{9.4}{4.75} = 1{,}98$ т $D_7 = \frac{9.4}{3.65} = 2{,}56$ т.

$D_4 = \frac{9.4}{3.95} = 2{,}38$ т. Все раскосы стыкуются на 1 болт Ø16 [2,56 т]

Все раскосы из ∟50×5 $F = 4{,}8$ см.² $Z_y = 0{,}98$ см.

D_1 $\ell = 150$ см., $\lambda = \frac{150}{0{,}98} = 153$; $M_p = 0{,}810$; $\lambda_p = 153 \times 0{,}810 = 124$; $\varphi = 0{,}43$

D_2 $\ell = 130$ см., $\lambda = \frac{130}{0{,}98} = 133$; $M_p = 0{,}847$; $\lambda_p = 133 \times 0{,}847 = 113$; $\varphi = 0{,}49$.

D_3 $\ell = 120$ см., $\lambda = \frac{120}{0{,}98} = 122$; $M_p = 0{,}875$; $\lambda_p = 122 \times 0{,}875 = 107$; $\varphi = 0{,}54$

D_4 $\ell = 110$ см., $\lambda = \frac{110}{0{,}98} = 112$; $M_p = 0{,}904$; $\lambda_p = 112 \times 0{,}904 = 102$; $\varphi = 0{,}58$.

D_5 $\ell = 90$ см., $\lambda = \frac{90}{0{,}98} = 132$ $M_p = 0{,}964$; $\lambda_p = 92 \times 0{,}964 = 89$; $\varphi = 0{,}696$

D_6 $\ell = 70$ см; $\lambda = \frac{70}{0{,}98} = 71$ $M_p = 1{,}00$; $\lambda = 71 \times 1{,}00 = 71$; $\varphi = 0{,}804$

D_7 $\ell = 65$ см., $\lambda = \frac{65}{0{,}98} = 66$; $M_p = 1{,}00$; $\lambda_p = 66 \times 1{,}00 = 66$; $\varphi = 0{,}830$

$$\sigma = \frac{D}{F \cdot \varphi \cdot m}$$

m - коэфф. условий работы $m = 0{,}75$

$$\sigma_1 = \frac{1570}{4{,}8 \cdot 0{,}430 \cdot 0{,}75} = 1010 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{1740}{4{,}8 \cdot 0{,}499 \cdot 0{,}75} = 970 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{1980}{4{,}8 \cdot 0{,}544 \cdot 0{,}75} = 1010 \text{ кг/см}^2$$

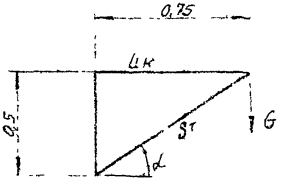
$$\sigma_4 = \frac{2330}{4{,}8 \cdot 0{,}584 \cdot 0{,}75} = 1130 \text{ кг/см}^2$$

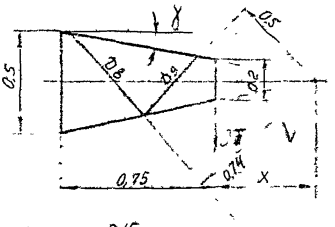
$$\sigma_5 = \frac{2480}{4{,}8 \cdot 0{,}696 \cdot 0{,}75} = 990 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_6 = \frac{2500}{4{,}8 \cdot 0{,}804 \cdot 0{,}75} = 870 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_7 = \frac{2560}{4{,}8 \cdot 0{,}830 \cdot 0{,}75} = 860 \text{ кг/см}^2$$

Расчет консоли





$tg\,\alpha = \frac{0,5}{0,75} = 0,667$

$\alpha = 33°42'$

$\cos\alpha = 0,832$

$tg\,\gamma = \frac{0,15}{0,75} = 0,20$

$\gamma = 10°49'$

$\cos\gamma = 0,98$

Расчет пояса Схема IV, I р.г.

$x = \frac{0,75 \times 0,2}{0,5 - 0,2} = 0,5$ м

Вес троса $g_т = 0,4$ т

Вес консоли $\simeq 0,025$ т

$S_т = 1,5$ т

$G = \frac{0,4}{4} + \frac{0,025}{2} = 0,1 + 0,013 = 0,113$ т

$U_к = \frac{1,5 \times 0,75}{0,5 \times 0,982} + \frac{0,113 \times 0,75}{0,5 \times 0,992} = 2,35 + 0,173 = 2,52$ т

∟63×5 $F = 6,13$ $r_y = 1,25$ см $\ell = 75$ см.

$\lambda = \frac{75}{1,25} = 60$ $\varphi = 0,86$

$\sigma = \frac{2520}{6,13 \times 0,86} = 480$ кг/см^2

1 болт ф16 при $\delta = 5$ мм держит 2,61 т.

Необходимое количество болтов.

$$n = \frac{U_к}{}$$

$n = \frac{2,52}{2,61} = 1,64$ шт Ставим 2 болта ф16

Расчет тяги консоли

Схема II, IV р.г. $g_т = 2{,}04$ т

$$G = \frac{2{,}04}{2} + \frac{0{,}025}{4} = 1{,}02 + 0{,}013 = 1{,}03 \text{ т.}$$

$$S_т = \frac{1{,}03 \times 0{,}75}{0{,}5 \times 0{,}982 \times 0{,}832} = 1{,}9 \text{ т.}$$

$\llcorner 50 \times 5$ $\quad F = 4{,}8$ см.^{2} $\quad r_y = 0{,}98$ $\quad l = 0{,}9$ м.

$$\lambda = \frac{90}{0{,}98} = 92 \qquad \varphi = 0{,}672$$

$$\sigma = \frac{1900}{4{,}8 \times 0{,}672} = 590 \text{ кг/см.}^2$$

Допускаемое усилие на 1 болт ф 16 составляет 2,61 т

Необходимое кол-во болтов

$$n = \frac{1{,}9}{2{,}55} = 0{,}75$$

Ставим 2 болта ф 16

Раскосы верхней грани

Усилие в раскосе $D = \frac{M_{изг.}}{R}$ $\quad M_{из} = S_п \times x$

$M_{изг.} = 1{,}5 \times 0{,}5 = 0{,}75$ тм

$$D_8 = \frac{0{,}75}{0{,}74} = 1{,}02 \text{ т.} \qquad D_9 = \frac{0{,}75}{0{,}5} = 1{,}5 \text{ т.}$$

Раскосы $\llcorner 50 \times 5$; $F = 4{,}8$ см.^{2}; $r_y = 0{,}98$ см.

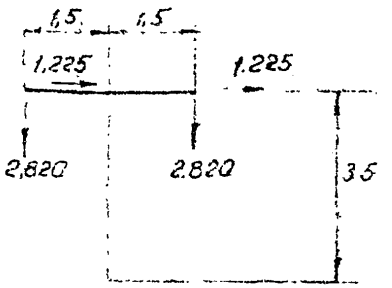
$l_8 \cong 50$ см $\quad \lambda = \frac{50}{0{,}98} = 52$; $\quad \lambda_p = 52 \times 1{,}0 = 52$; $\varphi = 0{,}884$

$l_9 = 40$ см. $\quad \lambda = \frac{40}{0{,}98} = 41$ $\quad \varphi = 0{,}917$

$$\sigma_8 = \frac{1020}{4{,}8 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}884} = 320 \text{ кг/см.}^2$$

$$\sigma_9 = \frac{1500}{4{,}8 \times 0{,}75 \times 0{,}917} = 450 \text{ кг/см.}^2$$

Расчет тросостойки С73
для опор ПС 220-6 и ПС 220-5



Расчет выполнен на максимальные нагрузки на опору ПС 220 6

Расчет пояса

Схема II, IV Р.Г.

$g_T = 2.82\,т$

$P_T = 1.225\,т$

Все тросостойки с консолями $\approx 0.5\,т$

$M_\perp = 0$

$M_{II} = 2.45 \times 3.5 = 8.58\,тм$

$G = 2.82 \times 2 + 0.5 = 6.14\,т$

$$tg\,\gamma = \frac{2.0 - 0.5}{2 \times 3.5} = \frac{1.5}{7.0} = 0.212$$

$\gamma = 11°58'$

$\cos\gamma = 0.9782$

$$U = \frac{\sum M}{2,8 \cdot \cos\gamma} + \frac{G}{4\cos\gamma}$$

$$U = \frac{8.58}{2 \times 1.9 \times 0.9782} + \frac{6.14}{4 \times 0.9782} = 2,3 + 1,57 = 3,9\,т$$

$\angle$ 63×5 $F = 6.13\,см^2$ $\ell = 170\,см$ $z = 1,94$ $M_n = 1.14$

$$\lambda_p = \frac{\ell\, M_n}{z_x} = \frac{170 \times 1.14}{1,94} = 100 \qquad \varphi = 0,60$$

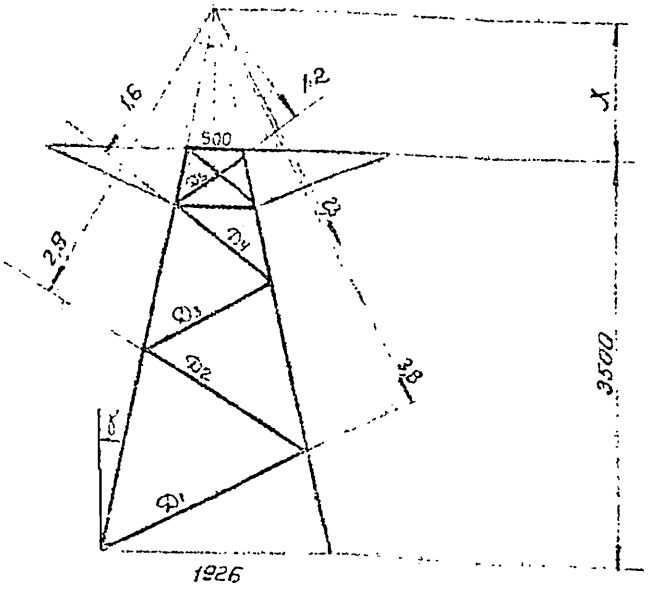
$$\sigma = \frac{U}{F \cdot \varphi} = \frac{390}{6,13 \cdot 0,60} = 1060\,кг/см^2$$

Определение количества болтов в стыке тросостойки с верхней секцией

Болт ф 16 при $\delta = 5$ держит 2.61т

Необходимое кол-во болтов $n = \frac{3.9}{2.61} = 1.5$

ставим 4 ф 16.



$\gamma = 11°58'$ $\quad x = \frac{0.5}{2tg\gamma} = \frac{0.5}{2 \times 0,212} = 1.18$ м

Расчет раскосов

Схема IV, III-р Г; трос С-70

$X = 1.18$ м.

$S_T = 1.5$ т

$M_{из} = 1.5 \times 1.18 = 1.77$ тм

$M_{кр} = 1.5 \times 1.5 = 2.25$ тм.

$B = 0.5$ м.

$$D = \frac{M_{из}}{2R} + \frac{M_{кр} \cdot X}{2BR}$$

$$D_1 = \frac{1.77}{2 \times 3.8} + \frac{2.25 \times 1.18}{2 \times 0.5 \times 3.8} = 0.23 + 0.70 = 0.93\ т$$

$$D_2 = \frac{1.77}{2 \times 2.9} + \frac{2.25 \times 1.18}{2 \times 0.5 \times 2.9} = 0.30 + 0.92 = 1.22\ т$$

$$D_3 = \frac{1.77}{2 \times 2.3} + \frac{2.25 \times 1.18}{2 \times 0.5 \times 2.3} = 0.40 + 1.15 = 1.55\ т$$

$$D_4 = \frac{1.77}{2 \times 1.6} + \frac{2.25 \times 1.18}{2 \times 0.5 \times 1.6} = 0.55 + 1.66 = 2.21\ т$$

$$D_5 = \frac{1.77}{2 \times 2} + \frac{2.25 \times 1.18}{210.5 \times 1.2} = 0.73 + 2.2 = 2.93\ т\ (2d)$$

Все раскосы ставим на болт ϕ 16
который при $\delta = 5$ держит 2.56 т
с обрезом 2d [3.0 т]

Сортамент раскосов ∟ 50×5 $F = 4.8\ см^2$ $z_y = 0.9$

D_1 $\ell_1 = 200$ см $\lambda = \frac{200}{0.98} = 204$ $M_p = 0.770$ $\lambda_p = 204 \times 0.770 = 157$ $\varphi = 0.295$

D_2 $\ell_2 = 170$ см. $\lambda = \frac{170}{0.98} = 173$ $M_p = 0.784$ $\lambda_p = 173 \times 0.784 = 136$ $\varphi = 0.376$

D_3 $\ell_3 = 1.25$ см $\lambda = \frac{125}{0.98} = 128$ $M_p = 0.860$ $\lambda_p = 128 \times 0.860 = 110$ $\varphi = 0.52$

$D_4, l_4 = 110$ см $\lambda = \frac{110}{0.98} = 112$ $M_p = 0.904$ $\lambda_p = 112 \times 0{,}904 = 101$ $\varphi = 0.592$

D_5 $l_5 = 75$ см $\lambda = \frac{75}{0{,}98} = 77$ $M_p = 1.00$ $\lambda_p = 77 \times 1.0 = 77$ $\varphi = 0{,}768$

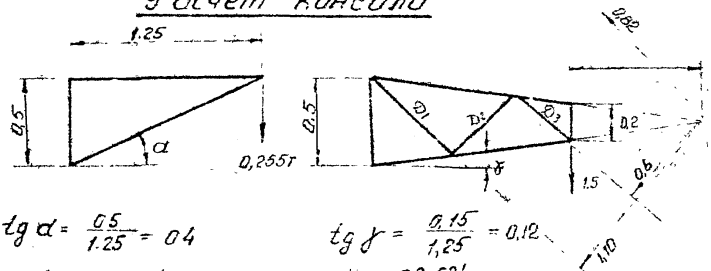
$$\sigma = \frac{D}{F \cdot \varphi \cdot m}$$

$\sigma_1 = \frac{930}{4{,}8 \times 0{,}299 \times 0{,}75} = 870$ кг/см² $\sigma_4 = \frac{2210}{4{,}8 \times 0{,}592 \times 0.75} = 1040$ кг/см

$\sigma_2 = \frac{1220}{4{,}8 \times 0{,}376 \times 0.75} = 900$ кг/см² $\sigma_5 = \frac{2930}{4{,}8 \times 0{,}768 \times 0.75} = 1060$ кг/см²

$\sigma_3 = \frac{1550}{4{,}8 \times 0{,}520 \times 0.75} = 830$ кг/см²

Расчет консоли



$tg\,\alpha = \frac{0.5}{1.25} = 0.4$ $tg\,\gamma = \frac{0{,}15}{1{,}25} = 0{,}12$

$\alpha = 21°48'$ $\gamma = 6°52'$

$\cos\alpha = 0.9285$ $\cos\gamma = 0.9927$ $X = \frac{0{,}2}{2tg\gamma} =$

$= \frac{0{,}2}{2 \times 0{,}12} = 0{,}83$т

Схема IV, III р. г

Вес троса $g_т = 0{,}255$ т.

Вес консоли $\simeq 0{,}05$ т.

$S_т = 1{,}5_1$ т

$G = \frac{0.255}{2} + \frac{0.05}{4} = 0{,}128 + 0{,}013 = 0{,}14$ т.

$U = \frac{1.5 \times 1.25}{0{,}5 \times 0.9927} + \frac{0{,}14 \times 1{,}25}{0{,}5 \times 0{,}9927} = 4.2 + 0.35 = 4{,}55$т

L 63×5 $F = 6{,}13$ см² $r_y = 1{,}25$ см $\ell = 90$ см

$$\lambda = \frac{90}{1{,}25} = 72 \qquad \varphi = 0{,}798$$

$$\sigma = \frac{4560}{6{,}13 \times 0{,}798} = 930 \text{ кг/см}^2$$

Необходимое количество болтов $n = \frac{U}{N}$

Болт ф 16 при $\delta = 5$ мм держит 2,61 т

$$n = \frac{4{,}55}{2{,}61} = 1{,}78$$

Подкос консоли

Схема II; IV р.г.

$g_т = 2{,}82$ т

$g_{конс} = 0{,}05$ т

$$G = \frac{2{,}82}{2} + \frac{0{,}05}{4} = 1{,}41 + 0{,}015 = 1{,}43 \text{ т}$$

$$S_т = \frac{1{,}43 \times 1{,}25}{0{,}5 \times 0{,}9285 \times 0{,}9922} = 3{,}90 \text{ т}$$

L 63×5, $F = 6{,}13$ см² $r_y = 1{,}25$ см; $\ell = 140$ см;

$$\lambda = \frac{140}{1{,}25} = 112 \qquad \varphi = 0{,}506$$

$$\sigma = \frac{3910}{6{,}13 \times 0{,}506} = 1260 \text{ кг/см}^2$$

Болт ф-16 держит 2,56 м

Необходимое кол-во болтов $n = \frac{N}{U}$

$$h = \frac{3{,}91}{2{,}56} = 1{,}53$$

Распоры верхней грани

$M_{из2.} = 1.5 \times 0.83 = 1.24$ тн

Усилия в распорах

$D_1 = \frac{1.24}{1.10} = 1,13$ т

$D_2 = \frac{1.24}{0,82} = 1.51$ т

$D_3 = \frac{1,24}{0,6} = 2,07$ т

Болты ф 16

Напряжения в распорах

∟ 50×5 $F = 4.8$ см² $r_y = 0,98$ см

D_1; $\ell_1 = 60$см $\lambda = \frac{60}{0,98} = 61$ $M_p = 1.0$ $\lambda_p = 61 \times 1 = 61$ $\varphi = 0,855$

D_2; $\ell_2 = 50$ см $\lambda = \frac{50}{0.98} = 51$ $M_p = 1.0$ $\lambda_p = 51 \times 1 = 51$ $\varphi = 0,887$

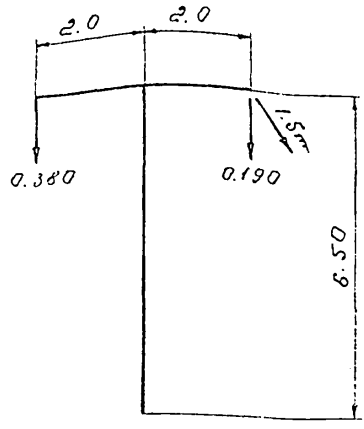
D_3, $\ell_3 = 40$ см $\lambda = \frac{40}{0.98} = 41$ $M_p = 1.0$ $\lambda_p = 41 \times 1 = 41$ $\varphi = 0,917$

$$\sigma_1 = \frac{1130}{4,8 \times 0.75 \times 0.855} = 370 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{1510}{4.8 \times 0.75 \times 0.887} = 470 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{2070}{4,8 \times 0.75 \times 0,917} = 620 \text{ кг/см}^2$$

Расчет тросостойки С74 для опоры П330-3 -



При подвеске провода 2×АСО-400 применять тросостойку С74 для опоры П330-3 возможно при $l_{ветр.}$ = $l_{вес.}$ =

Расчет пояса

Расчет пояса выполнен на нагрузки опоры П330-3 (см. 3080 тм-т 8, л. 12)

Схема IV, II район гололеда;

$g_т = 0{,}380$ т

$S_т = 1{,}500$ т

Вес тросостойки с консолями $\simeq 0.6$ т

$M_{II} = (0.380 - 0.190) \times 2.0 = 0.38$ тм $\quad M_{\perp} = 1.5 \times 6.5 = 9.75$ тм

$G = 0.380 + 0.190 + 0.6 = 1.17$ т

$$tg\gamma = \frac{1.234 - 0.5}{2 \times 6.5} = \frac{0.734}{1.3} = 0.0565$$

$\gamma = 3°14'$

$\cos\gamma = 0.9984$

$\Sigma M = M_{II} + M_{\perp} = 0.38 + 9.75 = 10.13$ тм

$$U = \frac{\Sigma M}{2 \cdot 6 \cdot \cos\gamma} + \frac{G}{4 \cdot \cos\gamma},$$

$$U_T = \frac{10,13}{2 \times 1,2 \times 0,9984} + \frac{1,17}{0,9984} = 4,1 + 0,29 = 4,39 \text{ т}$$

L 63×5; $F = 6,13 \text{ см}^2$, $\ell = 200 \text{ см}$; $z_x = 1,94$; $\mu_n = 1,14$

$$\lambda_\ell = \frac{\ell \mu_n}{z_x} = \frac{200 \times 1,14}{1,94} = 117 \qquad \varphi = 0,461$$

$$\sigma = \frac{U}{F \varphi} = \frac{4390}{6,13 \times 0,461} = 15,55 \text{ кг/см}^2$$

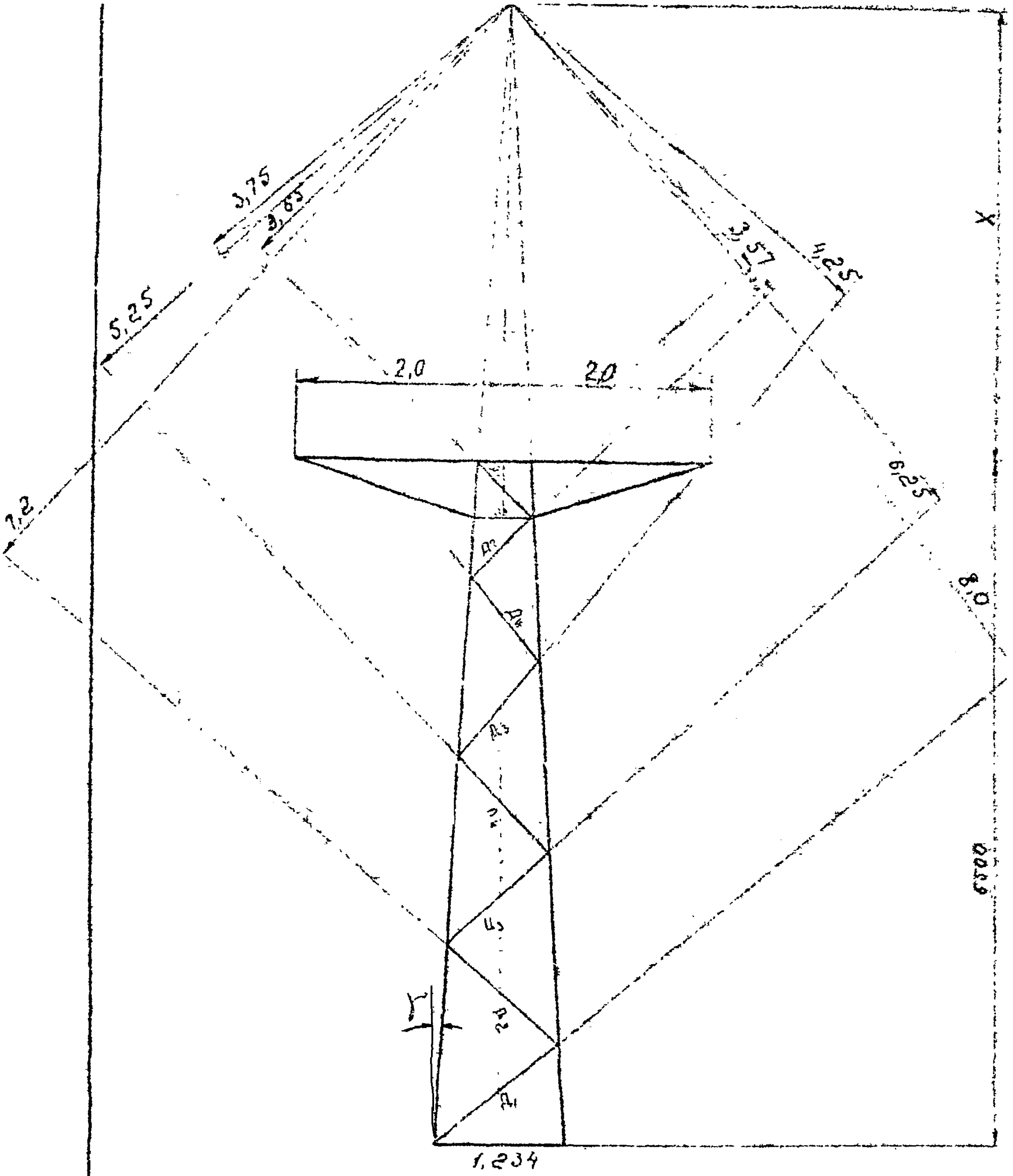
Конструктивно берем пояс L 70×6

Определение количества болтов в стыке трассостойки с верхней секции

Болт ф 20 при $\delta = 5$ держит 3,40 т

Необходимое количество болтов $n = \frac{4,4}{3,4} = 1,3$ шт

Ставим 4-ф-20



$$X = \frac{0,5}{2\,tg\,\gamma} = \frac{0,5}{2 \times 0,0565} = 4,4\ м$$

Расчет раскосов

Схема IV; II р-н у. трос „С-70"

$S_T = 1.5$ т ; $X = 4,4$ м , $\delta_0 = 0,5$ м

$M_{кр} = 1,5 \times 2 = 3,0$ тм

$M_{изг} = 0.5 (S_T + \frac{M_{кр}}{\delta_0} \times X$

$M_{изг} = 0,5 \cdot \left(1,5 + \frac{3,0}{0,5} \right) \cdot 4,4 = 0.5 \cdot 7.5 \cdot 4.43 = 16.6$ тм

$Д_1 = \frac{16.6}{8.0} = 2,08$ т

$Д_2 = \frac{16.6}{7.2} = 2,31$ т

$Д_3 = \frac{16.6}{6.25} = 2.66$ т

$Д_4 = \frac{16.6}{5.25} = 3.15$ т

$Д_5 = \frac{16.6}{4,25} = 3,90$ т

$Д_6 = \frac{16.6}{3,75} = 4,42$ т (обрез 2 д)

$Д_7 = \frac{16.6}{3.65} = 4,54$ т (обрез 2 д)

$Д_8 = \frac{16.6}{3.57} = 4,56$ т (обрез 2 д)

Все раскосы ставятся на 1 болт Ø20

Все раскосы L63×40×6

$F = 5,90$ см^2 $r_y = 1,11$ см

$Д_1$	$\ell_1 = 150$ см	$\lambda = \frac{150}{1,11} = 135$	$M_p = 0,842$	$\lambda_p = 135 \times 0.842 = 114$	$y = 0,492$
$Д_2$	$\ell_2 = 145$ см	$\lambda = \frac{145}{1.11} = 131$	$M_p = 0,852$	$\lambda_p = 131 \times 0,852 = 111$	$y = 0,513$
$Д_3$	$\ell_3 = 130$ см	$\lambda = \frac{130}{1,11} = 117$	$M_p = 0.889$	$\lambda_p = 117 \times 0,889 = 104$	$y = 0,561$
$Д_4$	$\ell_4 = 130$ см	$\lambda = \frac{130}{1,11} = 117$	$M_p = 0,855$	$\lambda_p = 117 \times 0,855 = 100$	$y = 0,60$
$Д_5$	$\ell_5 = 120$ см	$\lambda = \frac{120}{1,11} = 108$	$M_p = 0,916$	$\lambda_p = 108 \times 0,916 = 99$	$y = 0,59$
$Д_6$	$\ell_6 = 105$ см	$\lambda = \frac{105}{1,11} = 95$	$M_p = 0,955$	$\lambda_p = 95 \times 0,955 = 91$	$y = 0,681$
$Д_7$	$\ell_7 = 85$ см	$\lambda = \frac{85}{1,11} = 77$	$M_p = 1,00$	$\lambda_p = 77 \times 1,00 = 77$	$y = 0,768$
$Д_8$	$\ell_8 = 75$ см	$\lambda = \frac{75}{1,11} = 68$	$M_p = 1,00$	$\lambda_p = 68 \times 1,00 = 68$	$y = 0,820$

$\sigma_1 = \frac{2080}{5,90 \times 0,492 \times 0,75} = 960$ кг/см^2

$\sigma = \frac{Д}{F \cdot y \cdot m}$

$\sigma_2 = \frac{2310}{5,90 \times 0,513 \times 0,75} = 1020$ кг/см^2

$\sigma_3 = \frac{2560}{5,90 \times 0,588 \times 0,75} = 1060$ кг/см^2

$\sigma_4 = \frac{3180}{5,9 \times 0,50 \times 0,75} = 1190$ кг/см^2

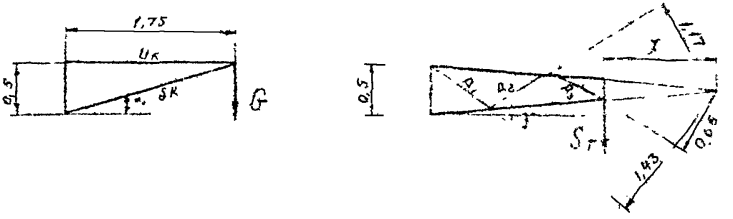
$\sigma_5 = \frac{3900}{5,9 \times 0,59 \times 0,75} = 1490$ кг/см^2

$\sigma_6 = \frac{4420}{5,9 \times 0,681 \times 0,75} = 1470$ кг/см^2

$\sigma_7 = \frac{4540}{5,9 \times 0,768 \times 0,75} = 1340$ кг/см^2

$\sigma_8 = \frac{4560}{5,9 \times 0,820 \times 0,75} = 1260$ кг/см^2

Расчет консоли



$tg\alpha = \frac{0,5}{1,75} = 0,286$ $tg\gamma = \frac{0,15}{1,75} = 0,086$

$\alpha = 15°58$ $\gamma = 4°56'$ $\lambda = \frac{1,75 - 0,2}{0,5 - 0,2} =$

$\cos\alpha = 0,9615$ $\cos\gamma = 0,9963$ $= 1,17$ м

Схема IV, II р. к. у.

Вес троса $g_т = 0,38$ т

Вес консоли $\approx = 0,065$ т

$S_т = 1,5$ т

$G = \frac{0,38}{4} + \frac{0,065}{2} = 0,09 + 0,033 = 0,123$ т

$U_к = \frac{1,5 \times 1,75}{0,5 \times 0,9960} + \frac{0,123 \times 1,75}{0,5 \times 0,5960} = 5,25 + 0,43 = 5,68$ т

L 70×6 $F = 8,15$ см^2 $r_y = 1,38$ см $\ell = 130$ см

$\lambda = \frac{130}{1,38} = 95$ $\varphi = 0,645$

$\sigma = \frac{5680}{8,15 \times 0,645} = 1080$ кг/см^2

Необходимое количество болтов $n = \frac{U}{N}$

Болт ф20 при $\delta = 6$мм держит 4,08 т

$n = \frac{5,68}{4,08} = 1,39$ шт

Ставим 2 болта ф 20

Тяга консоли

Схема II, IV Р $g_т = 1{,}05$ т

$$G = \frac{1.05}{2} + \frac{0{,}065}{4} = 0{,}525 + 0.033 = 0{,}558\ т$$

$$S_к = \frac{0{,}558 \times 1.15}{0.5 \times 0{,}962 \times 0.996} = 1{,}34\ т$$

L 63×5, $F = 8{,}13\ см^2$; $r_y = 1{,}25$ см $\ell = 160$ см

$$\lambda = \frac{180}{1{,}25} = 144 \qquad \varphi = 0{,}344$$

$$\sigma = \frac{1340}{6{,}13 \times 0{,}344} = 640\ кг/см^2$$

Болт ф20 держит 3,4 т

$$k = \frac{1{,}34}{3{,}4} = 0{,}4$$

Стяжка болта ф20

Раскосы верхней грани

Схема IV, I район гололеда

$M_{изг} = 1{,}5 \times 1{,}17 = 1{,}76$ тм

Усилия в раскосах

$$Д_1 = \frac{1{,}76}{1{,}43} = 1{,}23\ т \qquad Д_3 = \frac{1{,}76}{0{,}66} = 2{,}65\ т\ (сжатие)$$

$$Д_2 = \frac{1{,}76}{1{,}17} = 1{,}50\ т$$

болты ф16

Напряжения в раскосах

L 50×5, $F = 4{,}8\ см^2$ $r_y = 0{,}98$ см

$Д_1$, $\ell = 80$ см, $\lambda = \frac{80}{0{,}98} = 82$ $M_p = 0{,}994$, $\lambda_p = 82 \times 0{,}994 = 82$

$\varphi = 0{,}738$ $\sigma = \frac{1230}{4{,}8 \times 0{,}738 \times 0{,}75} = 460\ кг/см^2$

$Д_2$, $\ell = 60$ см $\lambda = \frac{60}{0{,}98} = 61$ $M_p = 1{,}00$ $\lambda_p = 61 \times 1{,}0 = 61$

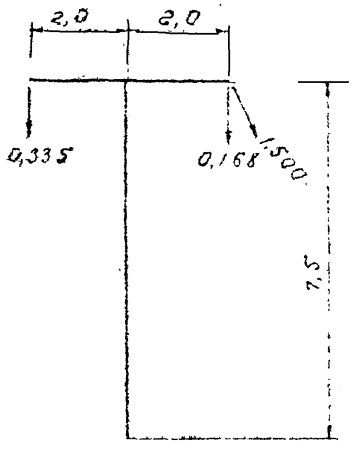
$\varphi = 0{,}855$ $\sigma = \frac{1500}{4{,}8 \times 0{,}855 \times 0{,}75} = 390\ кг/см^2$

$Д_3$, $\ell = 56$ см $\quad \lambda = \frac{56}{0,98} = 57 \quad \mu_p = 1,00$

$\lambda_p = 57 \times 1,0 = 57 \quad \varphi = 0,869$

$$\sigma = \frac{2660}{4,8 \times 0,869 \times 0,75} = 8,50 \text{ кг/см}^2$$

Расчет тросостойки С75 для опоры П330-2



Расчет тросостойки выполнен на нагрузки опоры П330-2 (см. 3080тм-4, лист 13.14).

Расчет пояса

Схема IV, II р.г трос С-70

$g_т = 0.335$ т

$S_т = 1.500$ т

Вес тросостойки с консолями = 0,7т

$M_{II} = (0.335 - 0.168) \times 2.0 = 0,167 \times 2.0 = 0,334$ тм

$M_{\perp} = 1,5 \times 7,5 = 11,2$ т ; $G = 0,335 + 0,168 + 0,7 = 1,20$ т

$$tg\gamma = \frac{1,4 - 0.5}{2 \times 7,5} = \frac{0,9}{15,0} = 0,06$$

$\gamma = 3°36'$

$\cos\gamma = 0,9980$

$\Sigma M = M_{II} + M_{\perp} = 0,334 + 11,2 = 11,534$ т.

$$U = \frac{\Sigma M}{2 \times B \times \cos\gamma} + \frac{G}{4 \times \cos\gamma}$$

$B = 1,40$ м

$$U = \frac{11,53}{2 \times 1,4 \times 0,998} + \frac{1,2}{4 \times 0,998} = 4,12 + 0,30 = 4,42 \text{ т}$$

L 70×6; $F = 8,15 \text{ см}^2$; $\ell = 200 \text{ см}$; $r_x = 2,15 \text{ см}$, $M_n = 1,14$

$$\lambda_p = \frac{\ell \times M_n}{r_x} = \frac{200 \times 1,14}{2,15} = 106 \quad \varphi = 0,552$$

$$\sigma = \frac{4420}{8,15 \times 0,552} = 980 \text{ кг/см}^2$$

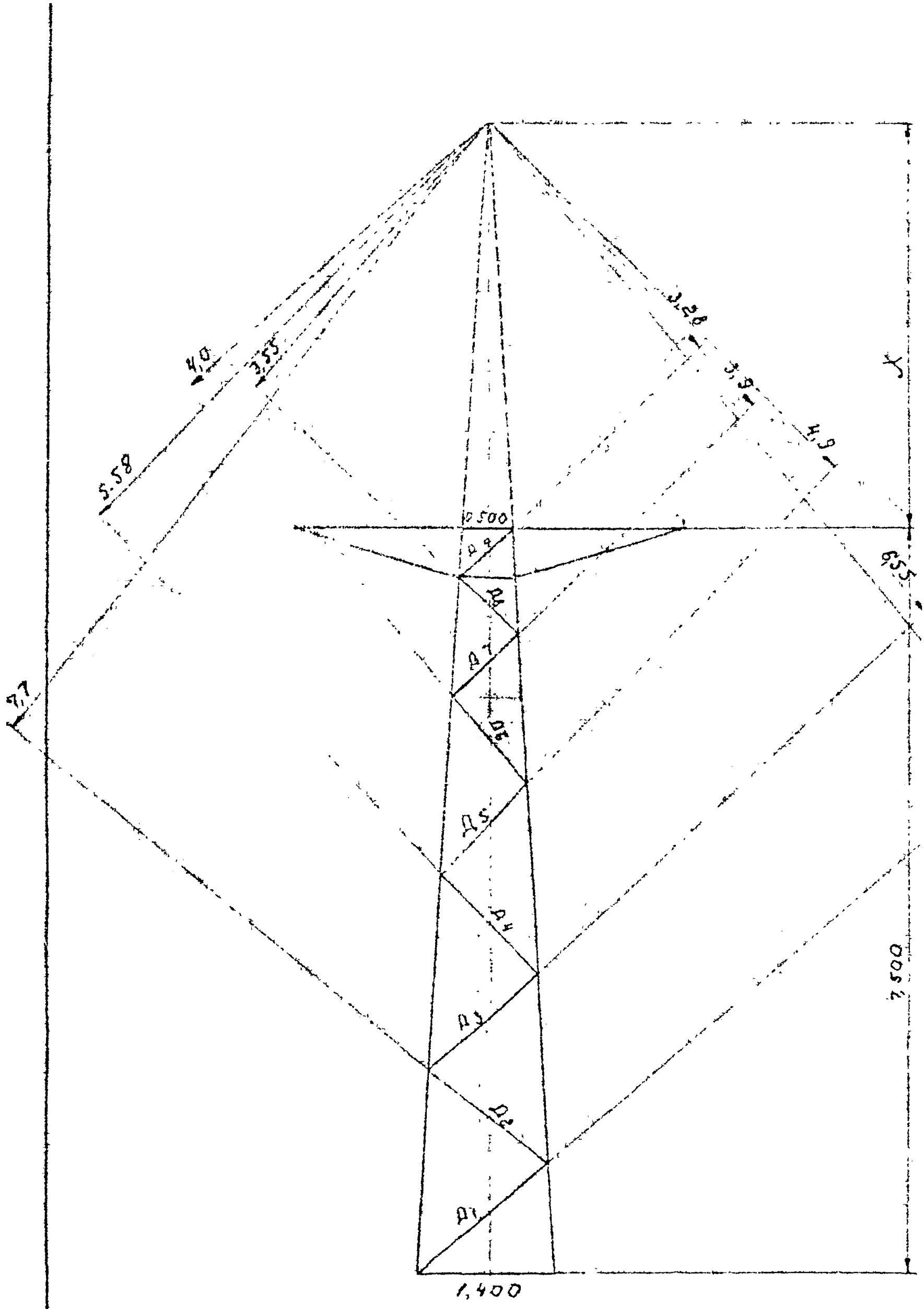
Определение количества болтов в стыке трассостойки с верхней секцией

Болт ф20 при $\delta = 8$ мм держит 4,08 т

Необходимое количество болтов

$$n = \frac{4,42}{4,08} = 1,10 \text{ шт}$$

Ставим 4 ф20



$$\frac{500}{1400} = \frac{x}{x+7000}; \quad x = 4{,}16\ м$$

N 3081 ТМ - Т2 | Лист 159 | 17

Расчет раскосов

Схема I; II р - трос „С-70"

$S_т = 1,5$ т $X = 4,16$ м $b_c = 0,5$ м

$M_{кр} = 1,5 \times 2 = 3,0$ тм

$M_{изг} = 0,5 \left(S_т + \frac{M_{кр}}{b} \right) \times h = 0,5 \times \left(1,5 + \frac{3,0}{0,5} \right) \times 4,16 = 15,6$ тм

$Д_1 = \frac{15,6}{8,2} = 1,9$ т $Д_6 = \frac{15,6}{4,0} = 3,9$ т

$Д_2 = \frac{15,6}{7,7} = 2,02$ т $Д_7 = \frac{15,8}{3,9} = 3,99$ т обрезад

$Д_3 = \frac{15,6}{6,55} = 2,4$ т $Д_8 = \frac{15,6}{3,55} = 4,4$ т обрезад

$Д_4 = \frac{15,6}{5,55} = 2,8$ т $Д_9 = \frac{15,6}{3,4} = 4,56$ т обрезад

$Д_5 = \frac{15,6}{4,9} = 3,18$ т

Все раскосы стобятся на 1 болт ф20

Все раскосы из L 63×40×6, $F = 5,90$ см^2, $r_y = 1,11$ см

$Д_1$, $\ell = 170$ см $\lambda = \frac{170}{1,11} = 153$ $M_p = 0,810$, $\lambda_p = 153 \times 0,810 = 124$ $\varphi = 0,430$

$Д_2$, $\ell = 150$ см $\lambda = \frac{150}{1,11} = 135$ $M_p = 0,842$, $\lambda_p = 135 \times 0,842 = 114$ $\varphi = 0,492$

$Д_3$, $\ell = 145$ см $\lambda = \frac{145}{1,11} = 131$ $M_p = 0,852$, $\lambda_p = 131 \times 0,852 = 111$ $\varphi = 0,513$

$Д_4$, $\ell = 140$ см $\lambda = \frac{140}{1,11} = 126$ $M_p = 0,865$, $\lambda_p = 126 \times 0,865 = 109$ $\varphi = 0,528$

$Д_5$, $\ell = 125$ см $\lambda = \frac{125}{1,11} = 113$ $M_p = 0,901$, $\lambda_p = 113 \times 0,901 = 102$ $\varphi = 0,584$

$Д_6$, $\ell = 120$ см $\lambda = \frac{120}{1,11} = 108$ $M_p = 0,916$, $\lambda_p = 108 \times 0,916 = 99$ $\varphi = 0,609$

$Д_7$, $\ell = 90$ см $\lambda = \frac{90}{1,11} = 81$ $M_p = 0,997$, $\lambda_p = 81 \times 0,997 = 81$ $\varphi = 0,744$

$Д_8$, $\ell = 80$ см $\lambda = \frac{80}{1,11} = 72$ $M_p = 1,00$, $\lambda_p = 72 \times 1,00 = 72$ $\varphi = 0,798$

$Д_9$, $\ell = 75$ см $\lambda = \frac{75}{1,11} = 68$ $M_p = 1,00$, $\lambda_p = 68 \times 1,00 = 68$ $\varphi = 0,820$

$$\sigma = \frac{Д}{F \times \varphi \, m}$$

m - коэфф усл. работы

$$\sigma_1 = \frac{1900}{5,90 \times 0.430 \times 0,75} = 1000 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{2020}{5,90 \times 0,492 \times 0.75} = 930 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{2400}{5,90 \times 0,513 \times 0,75} = 1060 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_4 = \frac{2100}{5,90 \times 0.538 \times 0,75} = 1200 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_5 = \frac{3180}{5,90 \times 0,584 \times 0,75} = 1230 \text{ кг/см}^2$$

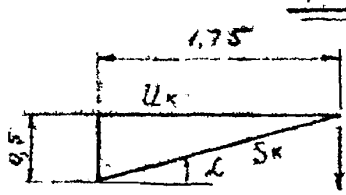
$$\sigma_6 = \frac{3900}{5,90 \times 0.609 \times 0,75} = 1450 \text{ кг/см}^2$$

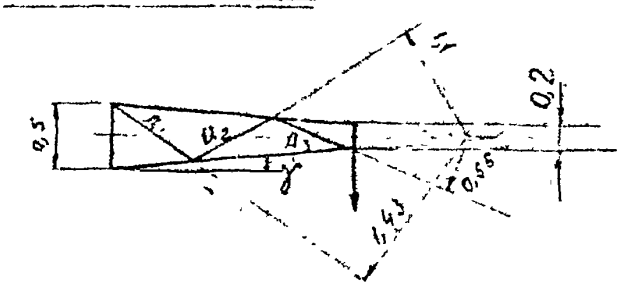
$$\sigma_7 = \frac{3990}{5,90 \times 0,744 \times 0.75} = 1210 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_8 = \frac{4400}{5,90 \times 0,738 \times 0,75} = 1250 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_9 = \frac{4560}{5,90 \times 0.820 \times 0,75} = 1260 \text{ кг/см}^2$$

Расчет консоли





$$tg\alpha = \frac{0,5}{1.75} = 0,286$$

$$\alpha = 15^\circ 58'$$

$$\cos\alpha = 0,961$$

$$tg\,\gamma = \frac{0.15}{1,75} = 0,086$$

$$\gamma = 4^\circ 56'$$

$$\cos\gamma = 0.996$$

$$X = \frac{1,75 \quad 0,2}{0,5 - 0,2} = 1,16 м$$

Схема IV. II р.к.у.

Вес троса $g_т = 0.335$ т

Вес консоли ≈ 0.065 т

$S_т = 1.5$ т

$$G = \frac{0.335}{4} + \frac{0.065}{2} = 0.08 + 0.033 = 0.113 \text{ т}$$

$$U_к = \frac{1.5 \times 1.75}{0.5 \times 0.9963} + \frac{0.113 \times 1.75}{0.5 \times 0.9963} = 5.25 + 0.40 = 5.65 \text{ т}$$

L 70×6 $F = 8.15$ см^2 $r_y = 1.38$ см $\ell = 130$ см

$$\lambda = \frac{130}{1.38} = 95 \quad \varphi = 0.645 \quad \sigma = \frac{5650}{8.15 \times 0.675} = 1075 \text{ кг/см}^2$$

$$n = \frac{5.65}{4.08} = 1.38 \text{ шт.}$$ Ставим 2 болта ф20

Тяга консоли

Схема II; IV район гололеда $g_т = 1.73$ т; $G_к = 0.065$ т

$$G = \frac{4.73}{2} + \frac{0.065}{2} = 0.87 + 0.033 = 0.9 \text{ т}$$

$$S_т = \frac{0.9 \times 1.75}{0.5 \times 0.9615 \times 0.9963} = 3.3 \text{ т}$$

L 63×5, $F = 6.13$ см^2, $r_y = 1.25$ см; $\ell = 180$ см

$$\lambda = \frac{180}{1.25} = 131 \quad \varphi = 0.396$$

$$\sigma = \frac{3.3}{8.15 \times 0.396} = 1020 \text{ кг/см}^2$$

болт ф20; $\delta = 6$ держит 4,8 т

$$n = \frac{3.3}{4.8} = 0.7$$

Ставим 2 болта ф20

Раскос грани

Схема IV I р-н гололеда

$M_{изг} = 1,5 т \times 1,16 = 1,74 тм$

Усилия в раскосах

$D_1 = \frac{1,74}{1,43} = 1,23 т$

$D_2 = \frac{1,74}{1,17} = 1,50 т$

$D_3 = \frac{1,74}{0,65} = 2,66 т$ (обрез 2d)

Болты ф 16

Напряжения в раскосах

L 50×5 $F = 4,8 см^2$ $r_y = 0,98 см$

D_1 $\ell_1 = 80 см$ $\lambda = \frac{80}{0,98} = 82$ $M_p = 0,994$ $\lambda_p = 82$ $\varphi = 0,738$

D_2 $\ell_2 = 60 см$ $\lambda = \frac{60}{0,98} = 61$ $M_p = 1,00$ $\lambda_p = 61$ $\varphi = 0,855$

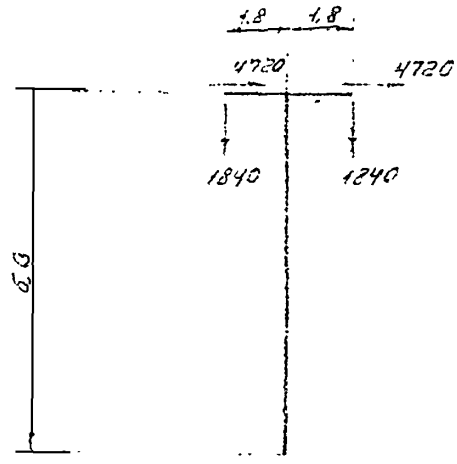
D_3 $\ell_3 = 56 см$ $\lambda = \frac{56}{0,98} = 57$ $M_p = 1,00$ $\lambda_p = 57$ $\varphi = 0,869$

$\sigma_1 = \frac{1230}{4,8 \times 0,738 \times 0,75} = 460 кг/см^2$

$\sigma_2 = \frac{1500}{4,8 \times 0,738 \times 0,75} = 490 кг/см^2$

$\sigma_3 = \frac{2690}{4,8 \times 0,738 \times 0,75} = 850 кг/см^2$

Расчет тросостойки С76 для опоры У220-2



Расчет тросостойки выполнен по нагрузкам на опору У220-2 (см. №3020тм-т3 л. 35÷38)

Расчет пояса

Схема II, IV $\alpha = 60°$

$P_т = 4,72$ т $\quad g_т = 1,84$ т $\quad G_{тр} = 1,0$ т

$$x = \frac{6.0 \times 0,7}{2,5 \times 0,7} = \frac{4,2}{1,7} = 2,47 \text{ м}$$

$$tg\,\gamma = \frac{0,85}{6.0} = 0,142 \qquad \gamma = 8°5'$$

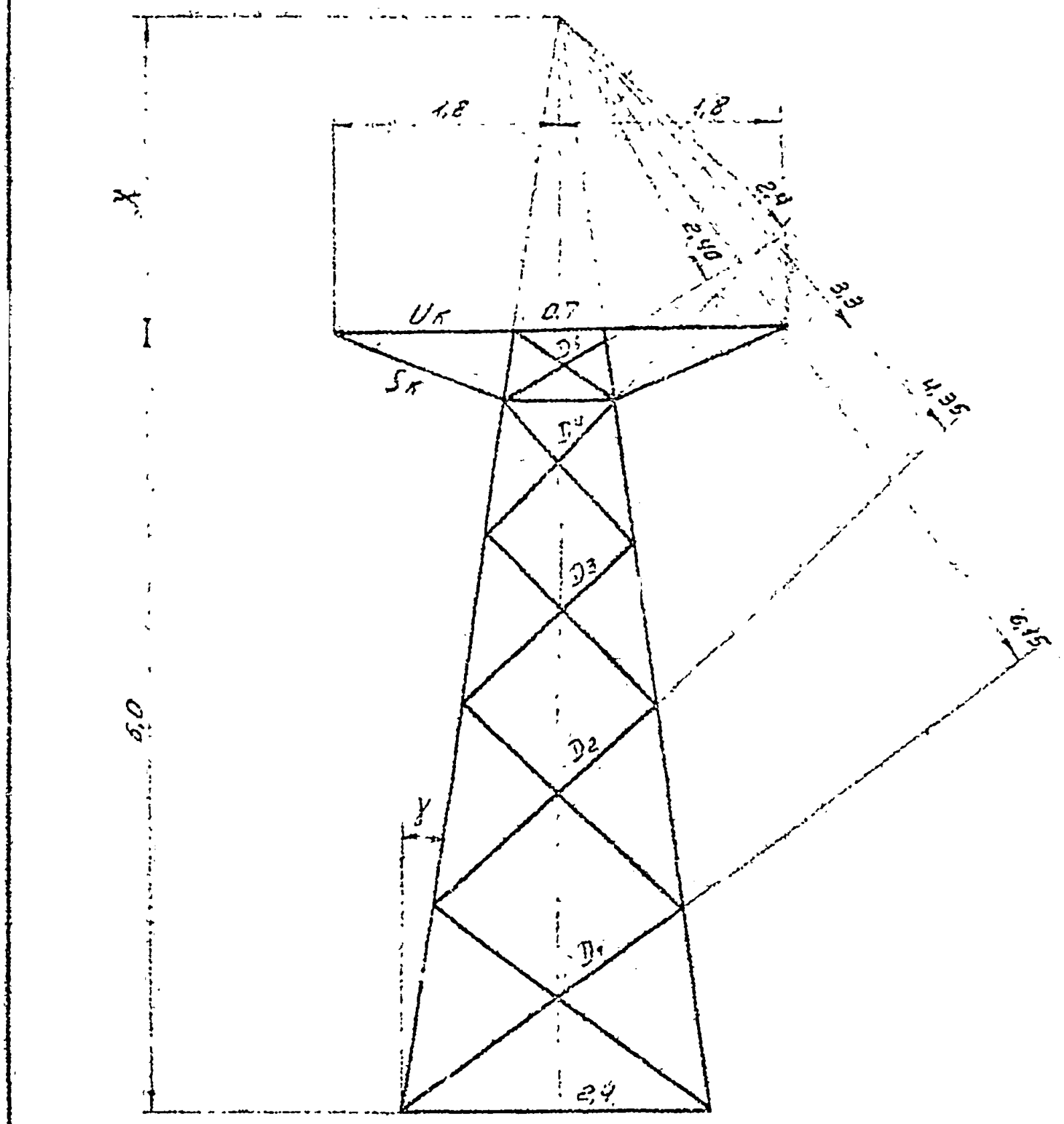
$\cos\gamma = 0,9897$

$$U = \frac{M}{2 \cdot B \cdot \cos\gamma} + \frac{G}{4 \cdot \cos\delta}$$

$M_{II} = 2 \times 4,72 \times 6,0 = 56,7$ тм

$G = 2 \times 184 + 1,0 = 4,68$ т

$$U_т = \frac{56,7}{2 \times 2,5 \times 0.9897} + \frac{4.68}{4 \times 0,9897} = 11,45 + 1,18 = 12,63 \text{ т}$$



$$X = \frac{0.7}{2\,tg\,\gamma} = \frac{0.7}{2 \times 0,142} = 2,47 м.$$

∟ 90×7 $F = 12,3\ см^2$ $i_y = 1,78 см$ $l = 160 см$

$$\lambda_p = \frac{160}{13,8} = 90 \qquad \varphi = 0,59$$

$$\sigma = \frac{12630}{12,3 \times 0,69} = 1490\ кг/см^2$$

1 болт ф 20 держит при $\delta = 7$ 4,08 т

Необходимое количество болтов $n = \frac{12,63}{4,08} \approx 3,1$

Ставим 4 болта ф 20.

Усилия в раскосах

Схема IV, IV р.г., $\alpha = 60$

$P_{г.о} = 1,69$ т

$S_г = 2,91$ т

$$M = \left(3,38 \times 1,69 + \frac{2,91 \cdot 1,3}{0,7}\right) \cdot 2,47 =$$

$$D_1 = \frac{31,1}{2 \times 2 \times 6,15} = 1,27 т$$

$$D_2 = \frac{31,1}{2 \times 2 \times 4,35} = 1,79 т$$

$$D_3 = \frac{31,1}{2 \times 2 \times 3,30} = 2,36 т$$

$$D_4 = \frac{31,1}{2 \times 2 \times 2,4} = 3,20 т$$

$$D_5 = \frac{31,1}{2 \times 2 \times 2,40} = 3,20 т$$

Все раскосы ставятся на 1 болт ф 20, который при $\delta = 5$ держит 3,20 т

Сортамент раскосов ∟ 63×5

∟ 63×5 $F = 6,13 см^2$ $i_y = 1,25 см$

D_1 $l_1 = 170 см$ $\lambda = \frac{170}{1,25} = 136$ $M_p = 0,843$ $\lambda_p = 136 \times 0,840 = 114$ $\varphi = 0,492$

D_2 $l_2 = 130 см$ $\lambda = \frac{130}{1,25} = 104$ $M_p = 0,928$ $\lambda_p = 130 \times 0,927 = 97$ $\varphi = 0,627$

D_3 $l_3 = 90 см$ $\lambda = \frac{90}{1,25} = 72$ $M_p = 1,00$ $\lambda_p = 72$ $\varphi = 0,798$

D_4 $l_4 = 75 см$ $\lambda = \frac{75}{1,25} = 60$ $M_p = 1,00$ $\lambda_p = 60$ $\varphi = 0,86$

D_5 $l_5 = 50$ см $\lambda = \frac{50}{1,25} = 40$ $M_p = 1,00$ $R_p = 40$ $\varphi = 0,92$

$$\sigma = \frac{D}{F \cdot \varphi \cdot m}$$

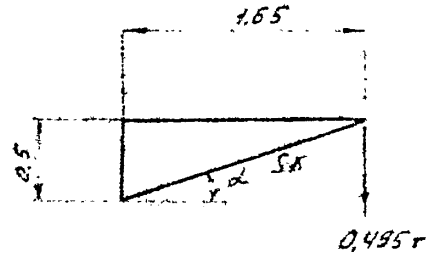
$\sigma_1 = \frac{1270}{6,13 \times 0,75 \times 0,492} = 560$ кг/см^2 $\sigma_5 = \frac{3200}{6,13 \times 0,75 \times 0,92} = 750$ кг/см^2

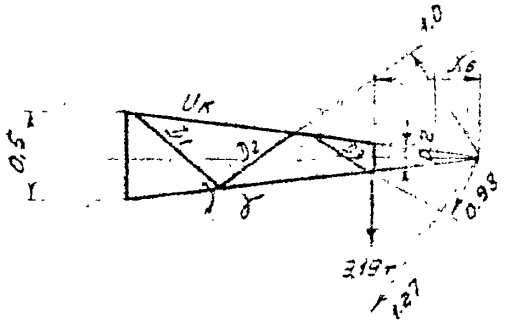
$\sigma_2 = \frac{1790}{6,13 \times 0,75 \times 0,627} = 620$ кг/см^2

$\sigma_3 = \frac{2360}{6,13 \times 0,75 \times 0,798} = 640$ кг/см^2

$\sigma_4 = \frac{320}{6,13 \times 0,75 \times 0,86} = 810$ кг/см^2

Расчет консоли





$tg\,\alpha = \frac{0,5}{1,650} = 0,303$ $tg\,\gamma = \frac{0,15}{1,65} = 0,091$

$\alpha = 16°57'$ $\gamma = 5°112'$ $X = \frac{0,2}{2\,tg\,\gamma} = 1,1$ м

$\cos\alpha = 0,9566$ $\cos\gamma = 0,9959$

Усилие в поясе консоли

Схема II к ; IV р.г. $\alpha = 0°$;

Вес троса 0,495 т
Вес консоли ≈ 0,065 т

$S_T = 4,07$ т $g_T = 0,92$ т $P_T = 0,323$ т

$G = \frac{0,92}{2} + \frac{0,065}{4} = 0,46 + 0,018 = 0,48$ т

$U_к = \frac{4,07 \cdot 1,65}{0,5 \cdot 0,3959} + \frac{0,48 \cdot 1,65}{0,5 \cdot 0,3959} = 13,5 + 1,58 = 15,08$ т

L 80×6 $F = 9.38\ см^2$ $i_y = 1.58\ см$ $\ell = 95\ см$

$$\lambda = \frac{95}{1.58} = 65 \qquad \varphi = 0.835$$

$$\sigma = \frac{15080}{9.38 \times 0.835} = 1930\ кг/см^2$$

Необходимое кол-во болтов $n = \frac{N}{N}$

Болт ф.20 при $\delta = 9$ держит 3.34т

$$n = \frac{15.08}{4.08} = 3.7 \sim 4\ шт$$

Ставим 4 ф 20

Подкос консоли

Расчетная схема II, IV р.г. $\alpha = 0°$

$G_п = 1.84т$ $G_к = 0.065т$;

$$G = \frac{0.065}{4} + \frac{1.84}{2} = 0.018 + 0.92 = 0.94т$$

$$S_т = \frac{0.94 \times 1.65}{0.5 \times 0.9566 \times 0.9959} = 3.3т$$

L 70×6 $F = 8.15\ см^2$ $i_y = 1.38\ см$, $\ell = 170\ см$

$$\lambda = \frac{170}{1.38} = 123 \qquad \varphi = 0.435$$

$$\sigma = \frac{3300}{8.15 \times 0.435} = 930\ кг/см^2$$

Болт ф 20 $\delta = 6$ держит 4,08т

Необходимое кол-во болтов

$$n = \frac{3.3}{4.08} = 0.2\ шт$$

Ставим 2 болта ф 20

Раскосы верхней грани

Схема II к; IV р.г. $\alpha = 0°$ $S_т = 4.07т$

$M_{из} = 4.07 \times 1.10 = 4.43тм$

Усилия в раскосах

$D_3 = \frac{4.49}{0.98} = 4.56т$ $D_2 = \frac{4.49}{1.0} = 4.49т$ $D_1 = \frac{4.49}{1.27} = 3.54т$

№308 ТМ-Т2

$\angle 70\times5$ $F = 8{,}15\ см^2$, $i_y = 1{,}38\ см$;

$Д_1$ $\ell_1 = 80\ см$ $\lambda = \frac{80}{1{,}38} = 58$ $\mu = 1{,}0$ $\lambda_0 = 58$ $\varphi = 0{,}866$

$Д_2$ $\ell_2 = 60\ см$ $\lambda = \frac{60}{1{,}38} = 44$ $\mu = 1{,}0$ $\lambda_0 = 44$ $\varphi = 0{,}908$

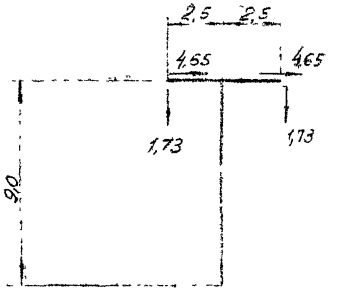
$Д$ $\ell_3 = 40\ см$ $\lambda = \frac{40}{1{,}38} = 29$ $\mu = 1{,}0$ $\lambda_0 = 29$ $\varphi = 0{,}942$

$$\sigma_1 = \frac{3540}{8{,}15 \times 0{,}75 \times 0{,}866} = 670\ кг/см^2 \quad 1\ \phi\ 20$$

$$\sigma_2 = \frac{4490}{8{,}15 \times 0{,}75 \times 0{,}908} = 810\ кг/см^2 \quad 1\ \phi\ 20\ (2d)$$

$$\sigma_3 = \frac{4550}{8{,}15 \times 0{,}75 \times 0{,}942} = 790\ кг/см^2 \quad 1\ \phi\ 20\ (2d)$$

Расчет тросостойки С77 для опор УС 330-2 и У330-2



Расчет выполнен по нагрузкам на опору У 33
(см. т 3080 тм-т 5 л. 40÷43)

Расчет пояса

Расчетная схема II, IV р.г $\alpha = 60°$

$P_т = 4{,}65$ т $\quad g_т = 1{,}73$ т $\quad G_{тр} = 1{,}0$ т

$G = 2 \times 1{,}73 + 1{,}0 = 4{,}46$ т

$M = 2 \times 4{,}65 \times 9{,}0 = 83{,}7$ тм

$tg\,\gamma = \frac{2{,}6 - 0{,}7}{2 \times 9{,}0} = \frac{1{,}9}{18{,}0} = 0{,}106 \quad \gamma = 6°3$

$\cos\gamma = 0{,}9942.$

$U_т = \frac{83{,}7}{2 \times 2{,}5 \times 0{,}9942} + \frac{4{,}46}{4 \times 0{,}9942} = 16{,}85 + 1{,}12 = 17{,}97$ т.

$\angle 100 \times 7 \quad F = 13{,}8\,см^2 \quad r_y = 1{,}98$ см. $\quad l = 170$ см

$M_п = 1{,}14 \quad \lambda_p = \frac{170 \times 1{,}14}{1{,}97} = 98 \quad \psi = 0{,}618$

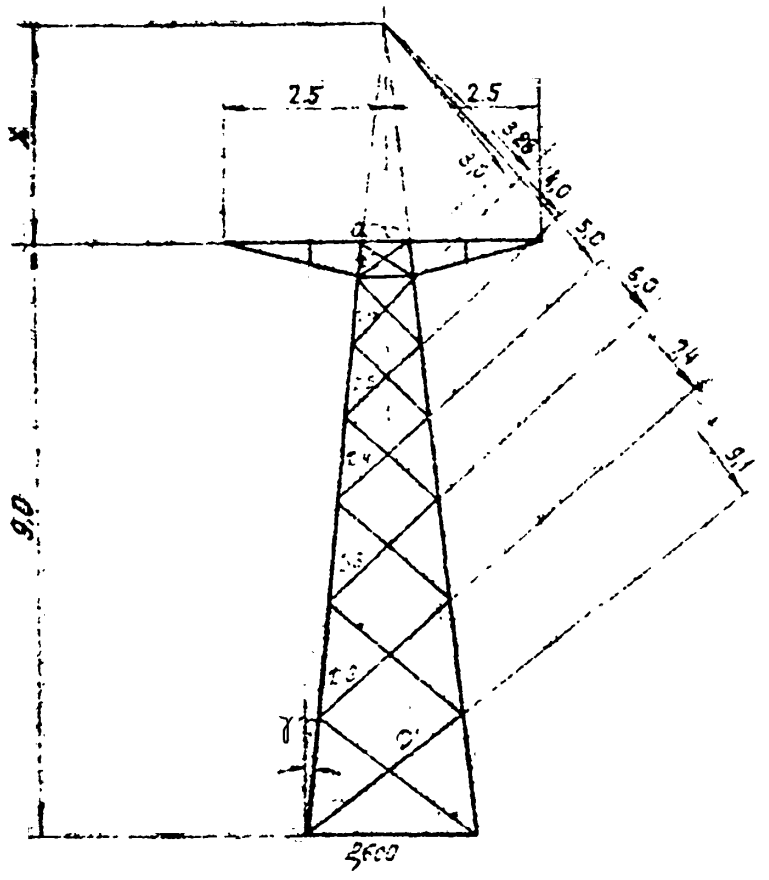
$\sigma = \frac{17970}{13{,}8 \times 0{,}618} = 2100$ кг/см^2

1 болт ф24 при $\delta = 7$ держит 5,71 т

необходимое кол-во болтов $n = \frac{17{,}97}{5{,}71} = 3{,}14$

Ставим 4 болта ф24.

N3081 тм-4 Лис 170



$$x = \frac{9.0 \times 0.7}{2.6 - 0.7} = \frac{6.3}{1.9} = 3.32 \text{ м.}$$

Усилия в раскосах

Расчетная схема IV, IV р. г. $\alpha = 60°$

$S_T = 2.86$ т

$P_{T0} = 1.65$ т $\qquad P_T = 3.3$ т

$M_{кр} = 2.86 \times 2.5 = 7.15$ тм

$$M = 0.5 \times \left(3.3 + 1.65 + \frac{7.15}{0.7}\right) \times 3.3 = 0.5 \times 15.20 \times 3.3 = 25.1 \text{ тм}$$

$$D_7 = \frac{25.1}{2 \times 3.0} = 4.18 \text{ т} \qquad D_3 = \frac{25.1}{2 \times 6.0} = 2.09 \text{ т}$$

$$D_6 = \frac{25.1}{2 \times 3.29} = 3.84 \text{ т} \qquad D_2 = \frac{25.1}{2 \times 7.4} = 1.7 \text{ т}$$

$$D_5 = \frac{25.1}{2 \times 4.0} = 3.14 \text{ т} \qquad D_1 = \frac{25.1}{2 \times 9.1} = 1.39 \text{ т}$$

$$D_4 = \frac{25.1}{2 \times 5.0} = 2.51 \text{ т}$$

Все раскосы ставятся на 1 болт Ф20

Сортамент раскосов

$\llcorner 63\times5 \quad F=6{,}13\ см^2 \quad r_y=1{,}25\ см.$

$D_1 \quad l_1=145 \quad \lambda=\frac{145}{1{,}25}=116 \quad M_p=0{,}892 \quad \lambda_p=103 \quad \varphi=0{,}576$

$D_2 \quad l_2=140 \quad \lambda=\frac{140}{1{,}25}=112 \quad M_p=0{,}904 \quad \lambda_p=101 \quad \varphi=0{,}592$

$D_3 \quad l_3=120 \quad \lambda=\frac{120}{1{,}25}=96 \quad M_p=0{,}962 \quad \lambda_p=99 \quad \varphi=0{,}672$

$D_4 \quad l_4=95 \quad \lambda=\frac{95}{1{,}28}=76 \quad M_p=1{,}00 \quad \lambda_p=76 \quad \varphi=0{,}774$

$D_5 \quad l_5=85 \quad \lambda=\frac{85}{1{,}25}=68 \quad M_p=1{,}00 \quad \lambda_p=68 \quad \varphi=0{,}820$

$\llcorner 70\times6 \quad F=8{,}15\ см^2 \quad r_y=1{,}38\ см.$

$D_6 \quad l_6=70 \quad \lambda=\frac{70}{1{,}38}=51 \quad M_p=1{,}00 \quad \lambda_p=51 \quad \varphi=0{,}887$

$D_7 \quad l_7=45 \quad \lambda=\frac{45}{1{,}38}=33 \quad M_p=1{,}00 \quad \lambda_p=33 \quad \varphi=0{,}934$

$$\sigma_1=\frac{1390}{6{,}13\times0{,}75\times0{,}576}=520\ кг/см^2$$

$$\sigma_2=\frac{1700}{6{,}13\times0{,}75\times0{,}592}=620\ кг/см^2$$

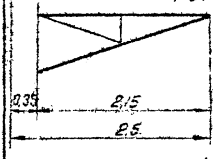
$$\sigma_3=\frac{2090}{6{,}13\times0{,}75\times0{,}672}=680\ кг/см^2$$

$$\sigma_4=\frac{2510}{6{,}13\times0{,}75\times0{,}774}=710\ кг/см^2$$

$$\sigma_5=\frac{3140}{6{,}13\times0{,}75\times0{,}820}=830\ кг/см^2$$

$$\sigma_6=\frac{3840}{8{,}15\times0{,}75\times0{,}887}=710\ кг/см^2$$

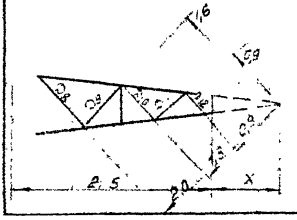
$$\sigma_7=\frac{4180}{8{,}15\times0{,}75\times0{,}934}=730\ кг/см^2$$



Расчет консоли

$$tg\,\alpha=\frac{0{,}6}{2{,}2}=0{,}273$$

$$\cos\alpha=0{,}9648$$



$$tg\,\gamma=\frac{0{,}7-0{,}2}{2\times2{,}2}=\frac{0{,}5}{4{,}4}=0{,}113$$

$$\cos\gamma=0{,}994$$

N3081тм-т2

Пояс консоли

Схема II к IV р-н гололеда, $\alpha = 0^\circ$

Вес консоли $\simeq 0{,}2$ т $\quad g_т = \frac{1{,}73\text{ т}}{2} = 0{,}87$ т

$S_т = 4{,}06$ т.

$G = \frac{0{,}87}{2} + \frac{0{,}2}{4} = 0{,}44 + 0{,}05 = 0{,}49$ т

L 80×6 $\quad F = 9{,}38$ см^2 $\quad r_x = 2{,}47$ см $\quad \ell = 120$ см

$\lambda = \frac{165 \cdot 1{,}14}{2{,}47} = 76 \qquad \varphi = 0{,}774$

$U_к = \frac{4{,}06 \times 2{,}2}{0{,}7 \times 3{,}994} - \frac{0{,}49 \times 2{,}2}{0{,}994 \times 0{,}7} = 12{,}85 + 1{,}55 = 14{,}4$ т (растяж.)

$-12{,}85 - 1{,}55 = 11{,}3$ т (сжат.)

$\sigma = \frac{11300}{9{,}38 \times 0{,}754 + 1{,}774} = 2070$ кг/см^2

1 болт ф20 $\quad \delta = 6$ мм. $\quad$ держит 4,08 т

Необходимое кол-во болтов

$n = \frac{14{,}4}{4{,}08} = 3{,}5 \qquad$ ставим 4 ф20

Подкос консоли

Схема II, IV р. г. $\quad \alpha = 0 \qquad g_т = 1{,}73$ т.

$G = 0{,}87 + \frac{0{,}2}{4} = 0{,}92$ т.

$S_к = \frac{0{,}92 \times 2{,}2}{0{,}7 \times 0{,}9648 \times 0{,}996} = 3{,}01$ т.

L 63×5 $\quad F = 6{,}13$ см^2 $\quad r_x = 1{,}94$ см. $\quad \ell = 120$ см

$\lambda = \frac{220}{1{,}94} = 113 \qquad \varphi = 0{,}499$

$\sigma = \frac{3010}{6{,}13 \times 0{,}499} = 980$ кг/см^2

Необходимое кол-во болтов $n = \frac{3{,}01}{3{,}4} = 0{,}89 \sim 2$ шт.

ставим 2 ф20

Раскосы верхней грани

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

$M_{ив} = 4{,}06 \times 0{,}86 = 3{,}5$ тм.

Усилия в раскосах

$D_8 = \frac{3{,}5}{2{,}0} = 1{,}75$ т. $\qquad D_{10} = \frac{3{,}5}{1{,}3} = 2{,}69$ т

$D_9 = \frac{3{,}5}{1{,}6} = 2{,}19$ т $\qquad D_{11} = \frac{3{,}9}{0{,}9} = 3{,}80$ т $\qquad D_{13} = \frac{3{,}5}{0{,}9} = 3{,}8$ т.

L 63×5 $\qquad F = 6{,}13$ см^2 $\quad r_y = 1{,}25$ см

D_9 $l_8 = 95$ см. $\lambda = \frac{95}{1{,}25} = 76$ $\quad M_p = 1{,}0$ $\quad \lambda_p = 76$ $\qquad \varphi_8 = 0{,}77$

D_9 $l_9 = 75$ см. $\lambda = \frac{75}{1{,}25} = 60$ $\quad M_p = 1{,}00$ $\quad \lambda_p = 60$ $\qquad \varphi_9 = 0{,}36$

D_{10} $l_{10} = 60$ см. $\lambda = \frac{60}{1{,}25} = 48$ $\quad M_p = 1{,}00$ $\quad \lambda_p = 48$ $\qquad \varphi_{10} = 0{,}896$

D_{11} $l_{11} = 50$ см. $\lambda = \frac{50}{1{,}25} = 40$ $\quad M_p = 1{,}00$ $\quad \lambda_p = 40$ $\qquad \varphi_{11} = 0{,}92$

D_{12} $l_{12} = 40$ см. $\lambda = \frac{40}{1{,}25} = 32$ $\quad M_p = 1{,}0$ $\quad \lambda = 32$ $\qquad \varphi_{12} = 0{,}936$

$$\sigma_9 = \frac{2190}{0{,}863 \times 6{,}13 \times 0{,}75} = 550 \text{ кг/см.}$$

$$\sigma_{10} = \frac{2690}{0{,}896 \cdot 6{,}13 \cdot 0{,}75} = 530 \text{ кг/см.}^2$$

$$\sigma_{11} = \frac{3800}{0{,}927 \cdot 6{,}13 \cdot 0{,}75} = 890 \text{ кг/см.}^2$$

$$\sigma_{12} = \frac{3800}{0{,}936 \cdot 6{,}13 \cdot 0{,}75} = 880 \text{ кг/см.}^2$$

Расчет выполнил: [signature] /. Масловская/

Расчет проверил: [signature] /. Токарева/.

Определение воздушных изоляционных расстояний при гололеде на трассах.

Опора П 220-1, П 220-3

$\ell_{ветр.} = 475$ м $P_в = \frac{335}{4} = 84$ кг.

$\ell_{вес} = 0{,}75 \times 475 = 356$ м $q_т^н = 75$ кг/м^2

$q_т = 0{,}61 \times 356 = 217$ кг $q_г = 25$ кг.

$tg\alpha = \frac{84}{217 + 12{,}5} = \frac{84}{229{,}5} = 0{,}363$, $\alpha = 20°20'$

Опора П 220-2

$q_т^н = 81$ кг/м^2,

$\ell_{ветр.} = 425$ м $P_в = \frac{320}{4} = 80$ кг

$\ell_{вес} = 0{,}75 \times 425 = 320$ м

$q_т = 0{,}61 \times 320 = 195$ кг

$tg\alpha = \frac{80}{195 + 12{,}5} = \frac{80}{207{,}5} = 0{,}337$, $\alpha = 21°10$

Опора П 330-2

$q_т^н = 81{,}5$ кг/м^2; $P_в = \frac{300}{4} = 75$ кг

$\ell_{ветр} = 395$ м

$\ell_{вес} = 395 \times 0{,}75 = 296$ м

$q_т = 0{,}61 \times 296 = 188$ кг

$tg\alpha = \frac{75}{80 + 12{,}5} = \frac{75}{192{,}5} = 0{,}39$, $\alpha = 21°20'$

Опора П330-5

$q_т^н = 67$ кг/м^2 $\quad P_б = 71$ кг

$\ell_{ветр} = 450$ м $\quad \ell_{вес} = 0{,}75 \times 450 = 338$ м

$q_т = 0{,}61 \times 338 = 206$

$tg\alpha = \frac{71}{206 + 12{,}5} = \frac{71}{218{,}5} = 0{,}33 \quad \alpha = 18°20'$

Опора ПС 220-5

$q_т^н = 120$ кг/м^2 $\quad \ell_{ветр} = 475$ м $\quad P_б = 156$ кг

$\ell_{вес} = 0{,}75 \times 475 = 356$ м

$q_т = 0{,}61 \times 356 = 217$ кг

$tg\alpha = \frac{156}{217 + 12{,}5} = \frac{156}{229{,}5} = 0{,}68 \quad \alpha = 34°20'$

Опора ПС 220-6

$q_т = 130$ кг/м^2 $\quad \ell_{ветр} = 475$ м. $\quad P_б = \frac{570}{4} = 167{,}5$ кг

$\ell_{вес.} = 0{,}75 \times 475 = 356$

$q_т = 0{,}61 \times 356 = 217$ кг.

$tg\alpha = \frac{167{,}5}{217 + 12{,}5} = \frac{167{,}5}{229{,}5} = 0{,}73 \quad \alpha = 36°10'$

Опора ПС 220-7

$q_н^т = 120$ кг/м^2 $\quad \ell_{ветр} = 475$ м $\quad P_б = 156$ кг

$\ell_{вес.} = 0{,}75 \times 475 = 356$ кг

$q_т = 0{,}61 \times 356 = 217$ кг

балласт с 6 грузами АЦ-185

$q_{гр.} = 78{,}5 \times 6 = 471{,}0$ кг вес троса с балластом

$q_т' = 217 + 471 = 688{,}5$ кг

$tg\alpha = \frac{156}{688{,}5 + 12{,}5} = 0{,}22 \quad \alpha = 12°30'$

Опора ПС 330-5; ПС 330-7

$q_т^н$ 76 кг/м²

$\ell_{ветр.} = 450$ м $\qquad P_б = \frac{320}{4} = 80$ кг

$\ell_{вес.} = 0{,}75 \times 450 = 338$ м.

$q_{1т} = 0{,}61 \times 338 = 206$ кг.

$tg\alpha = \frac{80}{206 + 12{,}5} = \frac{80}{218{,}5} = 0{,}366 \qquad \alpha = 20°10'$

Опора ПС 330-6

$q_т^н = 81{,}5$ кг/м² $\qquad P_б = \frac{300}{4} = 85$ кг

$\ell_{ветр.} = 395$ м

$\ell_{вес} = 395 \times 0{,}75 = 296$ м.

$q_{1т} = 0{,}61 \times 296 = 180$ кг

$tg\alpha = \frac{85}{180 + 12{,}5} = \frac{85}{192{,}5} = 0{,}432 \qquad \alpha = 28°20'$

gost.e-ecolog.ru