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. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ИНСТИТУТА /М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ ИНСТИТУТА /Л. ЛЕВИН/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ ИНСТИТУТА ПО ВЛ /В. ХОТИНСКИЙ/

МОСКВА - 1970

N3081 ТМ-Т2

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

№407-4-30

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.

№3081тм-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 У220-1 и 2 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 объем проекта унифицированных стальных нормальных опор ВЛ220-330кв. инв№ 3080 тм-т3 и № 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 №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 загрязненных районов.	3081ТМ-Т2
Том 3	Расчеты опор для горных районов.	3081ТМ-Т3
Том 4	Рабочие чертежи пониженных опор, подставок, тросостоек для двух тросов 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 транспозиции и ответвлений.	3081ТМ-Т9
Том 10.	Калькуляции стоимости.	3081ТМ-Т10
Том 11.	Патентный формуляр /хранится в ПК СЗО Энергосетьпроекта/	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	25
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	45
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 трассстоек	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 трассстойки	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 тросостойки 112.113
6. Расчет рамы – оголовка опоры 118–134
7. Расчет балки для крепления провода 135

VI Расчеты тросостоек для подвески двух тросов

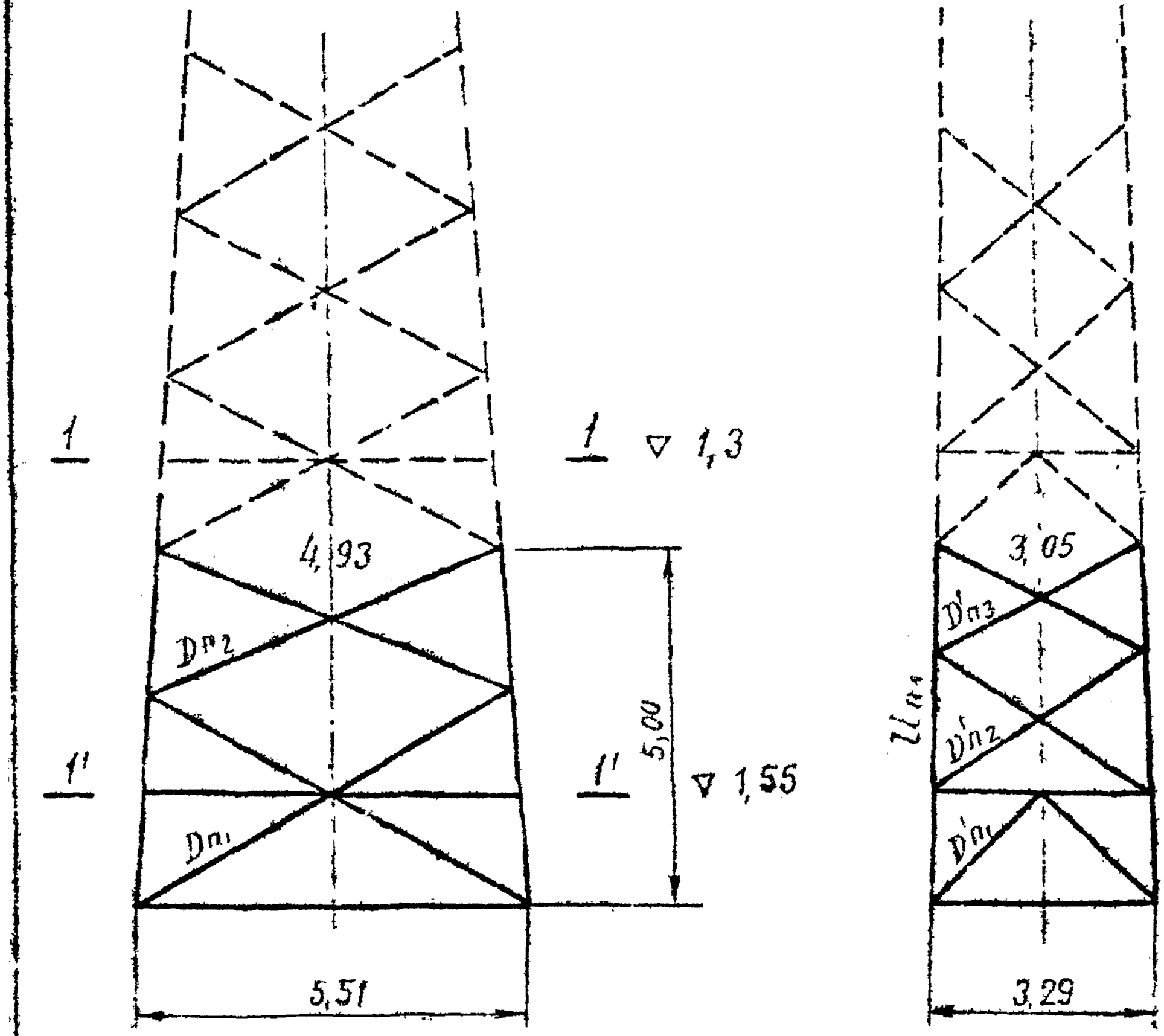
1. Расчет тросостоек С71, С72 С73, С74 и С75 для промежуточных опор 135÷163
2. Расчет тросостоек С76 и С77 для анкерно-угловых опор 164–174

VII Определение воздушных расстояний при плавке гололеда на тросах 175

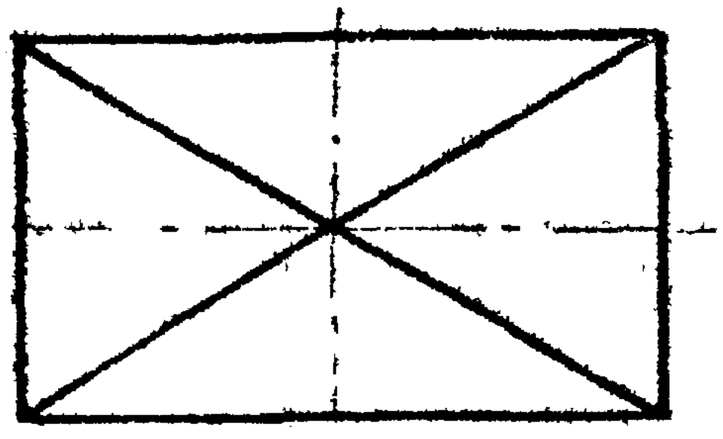
При необходимости комплектования расчета какой либо одной опоры выдавать листы по нижеследующему перечню.

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 УС 220-5	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'

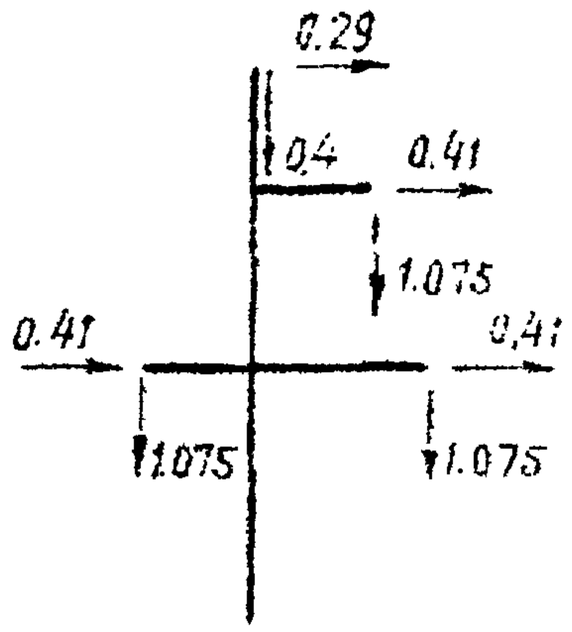


Расчет подставки С56 под опору П220-3

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 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 $Q_{W_{II}}$ $M_{W_{II}}$	$Q_{W_{\perp}}$ $M_{W_{\perp}}$	Вертик нагрузки G
На отметке ▽ 1,3 +5,0			
1,7 54,1	3,0×1,09 = 3,27т; 53,38×1,09 = 58,1тм	3,14×1,09 = 3,42т; 57,26×1,09 = 62,5тм	8,4
На отметке ▽ 1,55			
	58,1	62,5	8,4
54,1	3,27×4,75 = 15,5	3,42×4,75 = 16,23	0,137×4,75 = 0,65
1,7×4,75 = 8,08	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; $\quad$ L 110×8

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

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

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 $L\ 80\times6$ $\ell = 300$ см,

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

$= 147 < [150]$

$\varphi = 0{,}332$

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

$D'n_1 = 1{,}4$ т $L\ 63\times5$; $\ell = 220$ см,

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

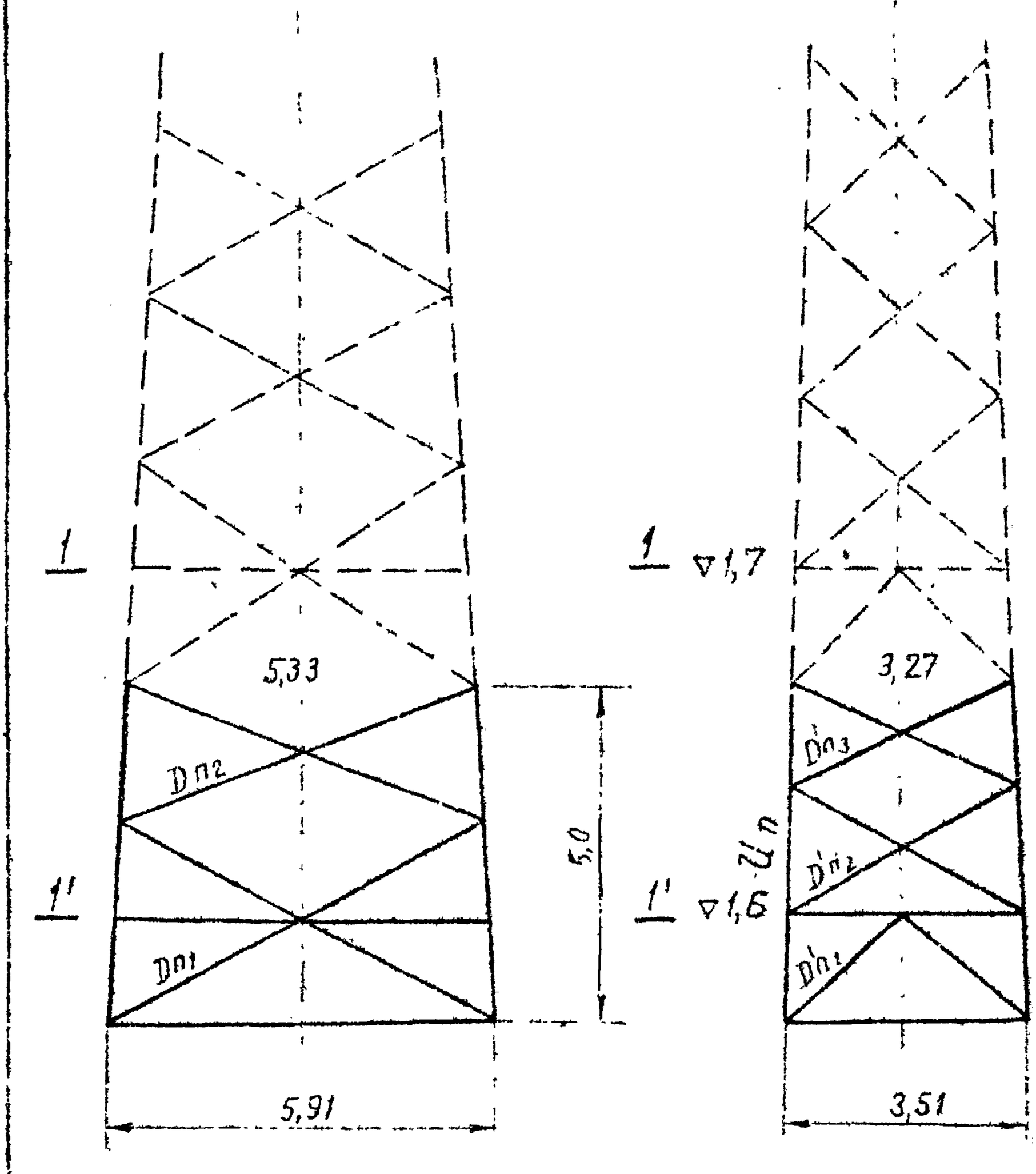
$\lambda_0 = 176 \times 0{,}782 = 138$ $\varphi = 0{,}368$

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

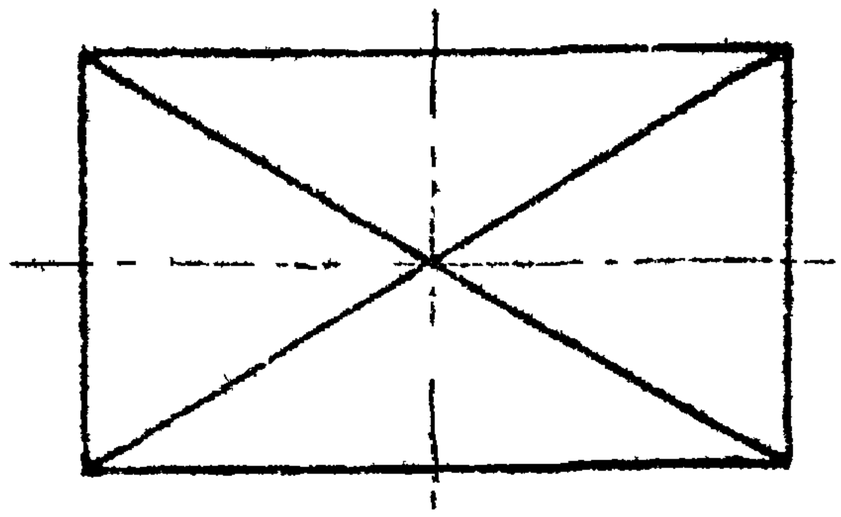
Раскосы Dn и Dn_2 - выполнены из $L\ 80\times6$

Раскосы $D'n_1$; $D'n_2$ и $D'n_3$ - ——"—— $L\ 63\times6$

Расчет подставки С57



по 1'–1'

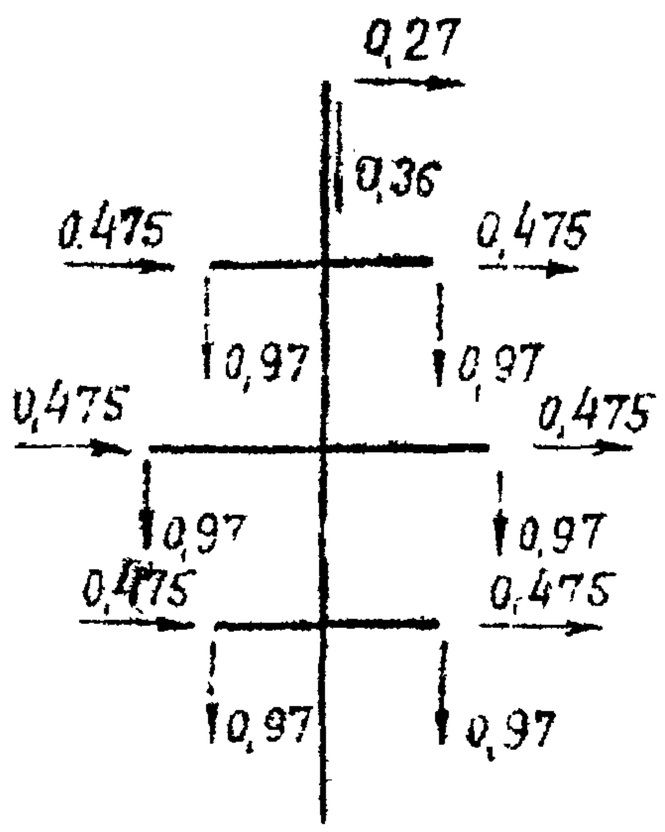


Расчет подставки С57 под опору П220-2

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

Расчет пояса подставки

Схема $\underline{I}^{а}$; $\underline{I}$ 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		От ветра на конструкцию опоры				Вертик нагрузки
Q_{II}	M_{II}	Qw_{II}	Mw_{II}	$Qw_{\perp}$	$Mw_{\perp}$	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					
3,12×5,1 =	15,9	4,22×5,1=	21,6	4,36×5,1 =	22,3	0,165×5,1
		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:

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

$$= 18,6 + 15,6 + 3,39 = 37,59\ т;$$

$\ell_x = 200$ см; L 140×9

$$\lambda = \frac{200 \times 1.14}{2.79} = 82 \qquad \varphi = 0,738$$

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

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 $\quad Cos\beta = 0,883$

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

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

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

$D_{n_1} = 1{,}1\ т$; $\quad L\ 80\times6$ $\quad \ell = 305\ см$;

$\lambda = \frac{305}{1{,}58} = 193$ $\quad M_p = 0{,}774$ $\quad \lambda_0 = 193\times0{,}774 = 150 = [150]$

$\varphi = 0{,}32$

$$\sigma = \frac{1100}{9{,}38\times0{,}32\times0{,}75} = 490\ кг/см^2;$$

$D'_{n} = 1{,}13\ т$; $\quad L\ 63\times5$; $\quad \ell = 230\ см$;

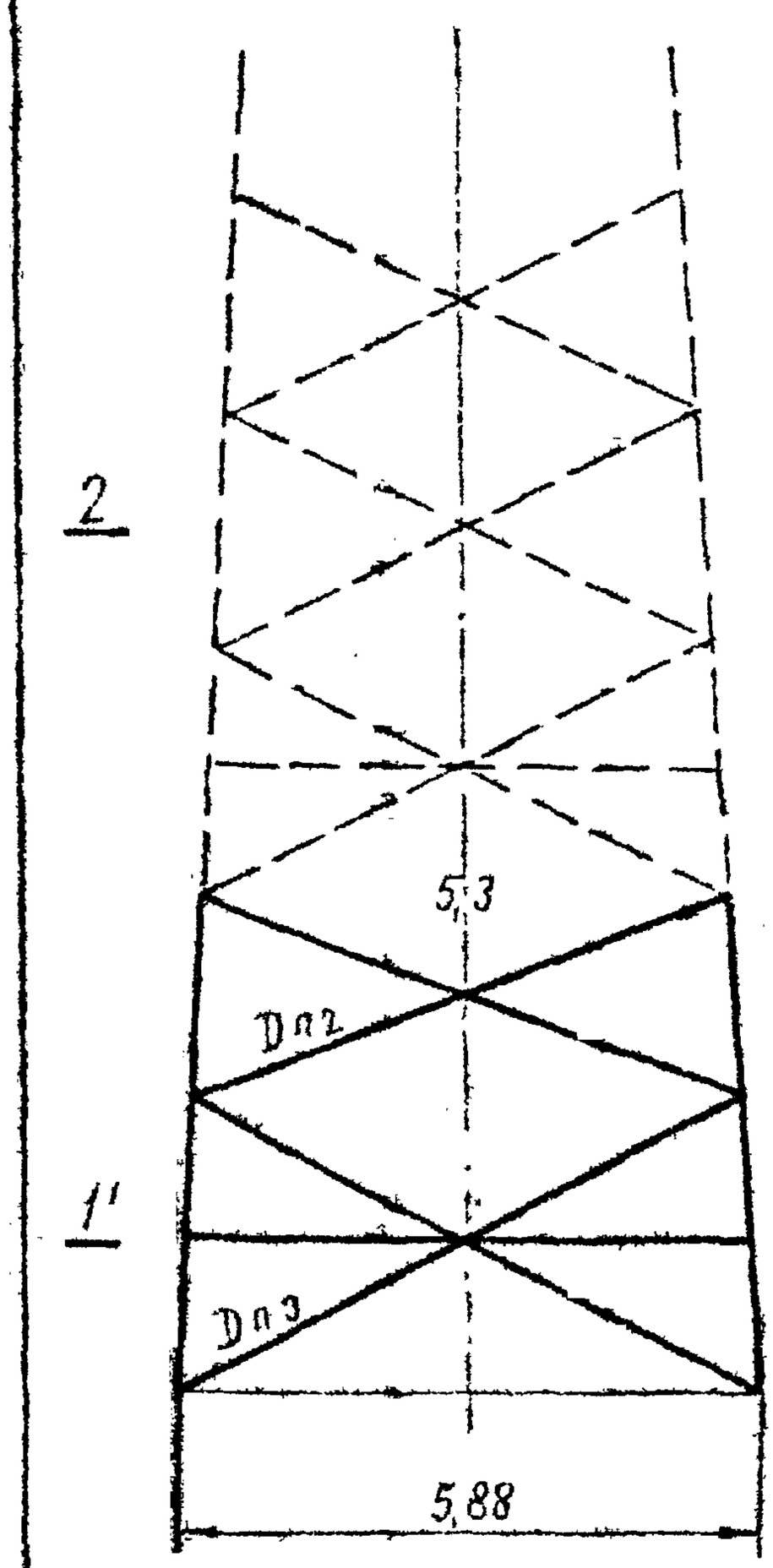
$\lambda = \frac{230}{1{,}25} = 184$ $\quad M_p = 0{,}778$ $\quad \lambda_0 = 184\times0{,}778 = 143 < [150]$

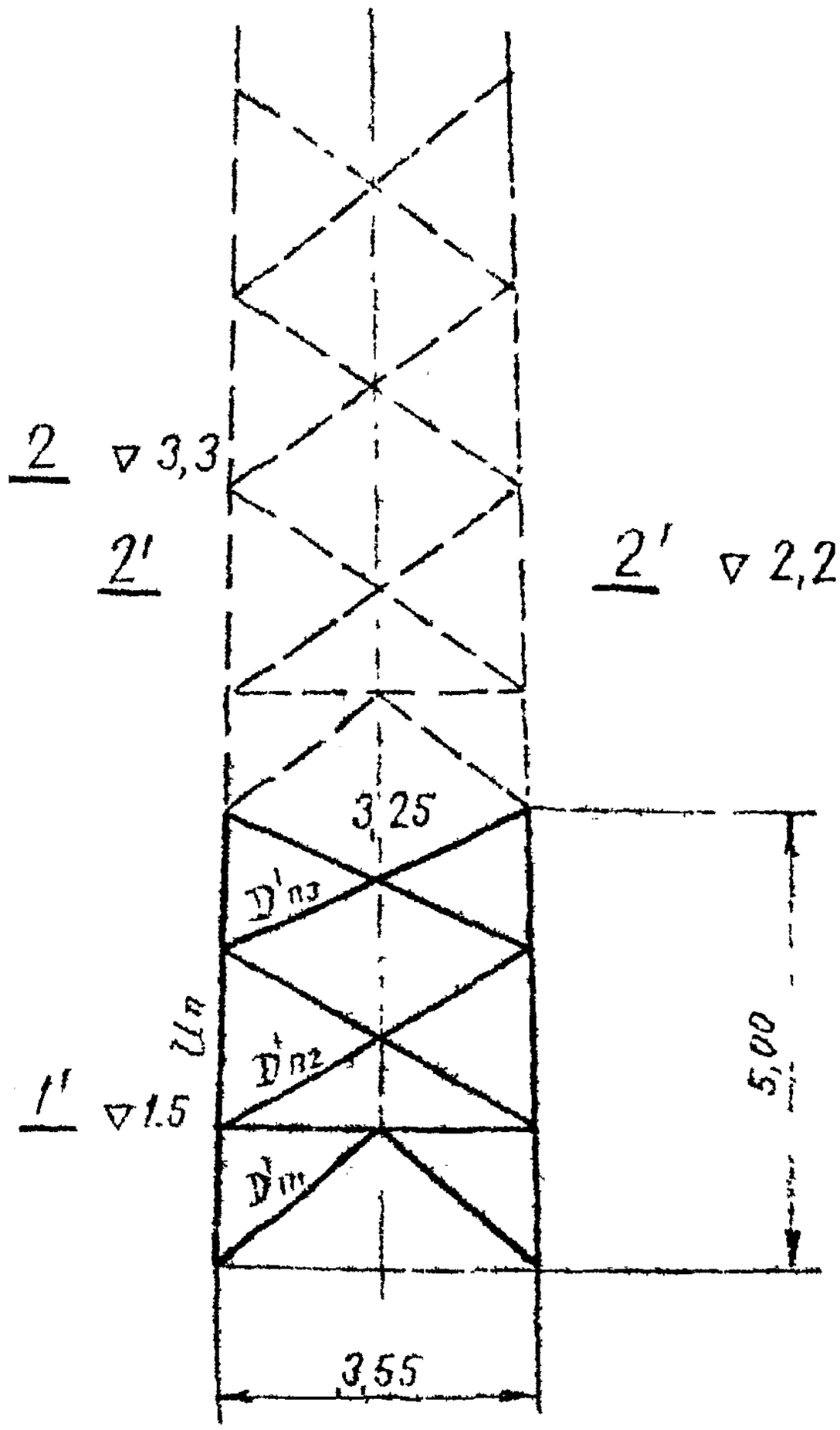
φ 0,348 $\quad \sigma = \frac{1130}{6{\cdot}13\times0{,}348\times0{,}75} = 700\ кг/см^2$

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

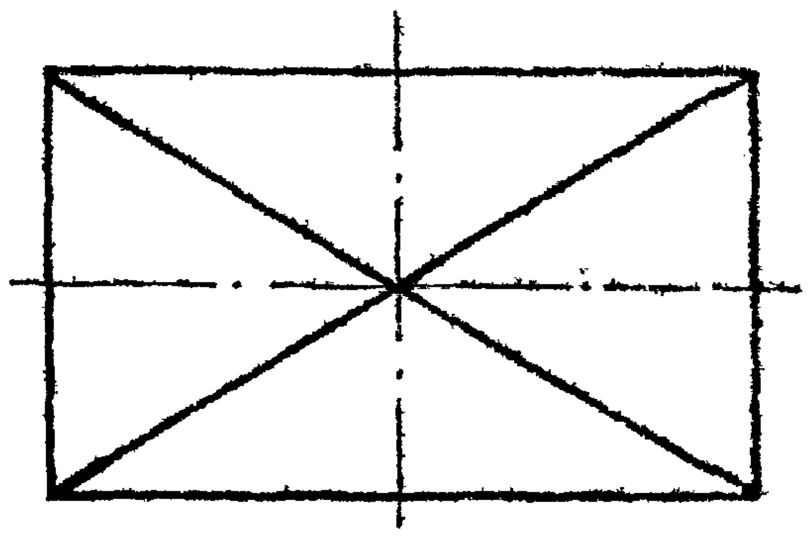
Раскосы D'_{n_1}; D'_{n_2} и D'_{n_3} – ——"—— из $L\ 63\times5$

Расчет подставки С58





по 1-1

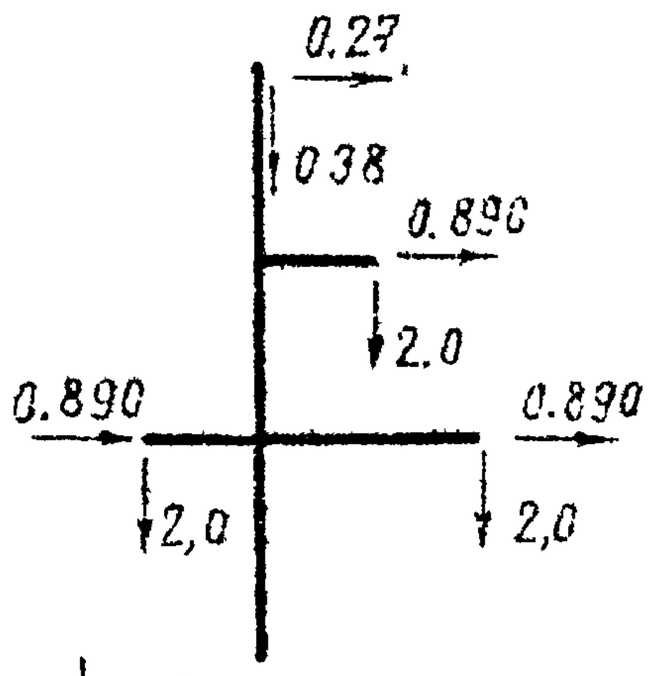


Расчет подставки - С58 под опору П330-3

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

Расчет пояса подставки.

Схема $\underline{I}^{a}$; $\underline{I}$ район гололеда, провод 2×АС0400, трос С70



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 провод. и тросы		От ветра на конструкцию опоры				Вертик. нагрузк
Q_{II}	M_{II}	Qw_{II}	Mw_{II}	$Qw_{\perp}$	$Mw_{\perp}$	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
		0,55×3,4 =	1,87	0,7×3,4=	2,38	= 3,4
2,94	109,8	4,18	93,7	5,18	118,88	15,9

Усилие в поясе подставки.

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

$$= 17,6 + 17,2 = 34,8\ т;$$

$\ell = 200$ см; L 125×8

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

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

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

$S_n = 3,2$ 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; $B_ш = 5,8$ м; $Cos\beta = 0,891$; $Cos\beta = 0,766$;

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

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

$$D_{n_1} = \frac{26,6}{4 \times 3,45 \times 0,891} = 2,16\ т;$$

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

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

$\varphi = 0{,}32$

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

$D'_{n_2} = 2{,}11$ т; $L\ 63\times5$ $\ell = 230$ см;

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

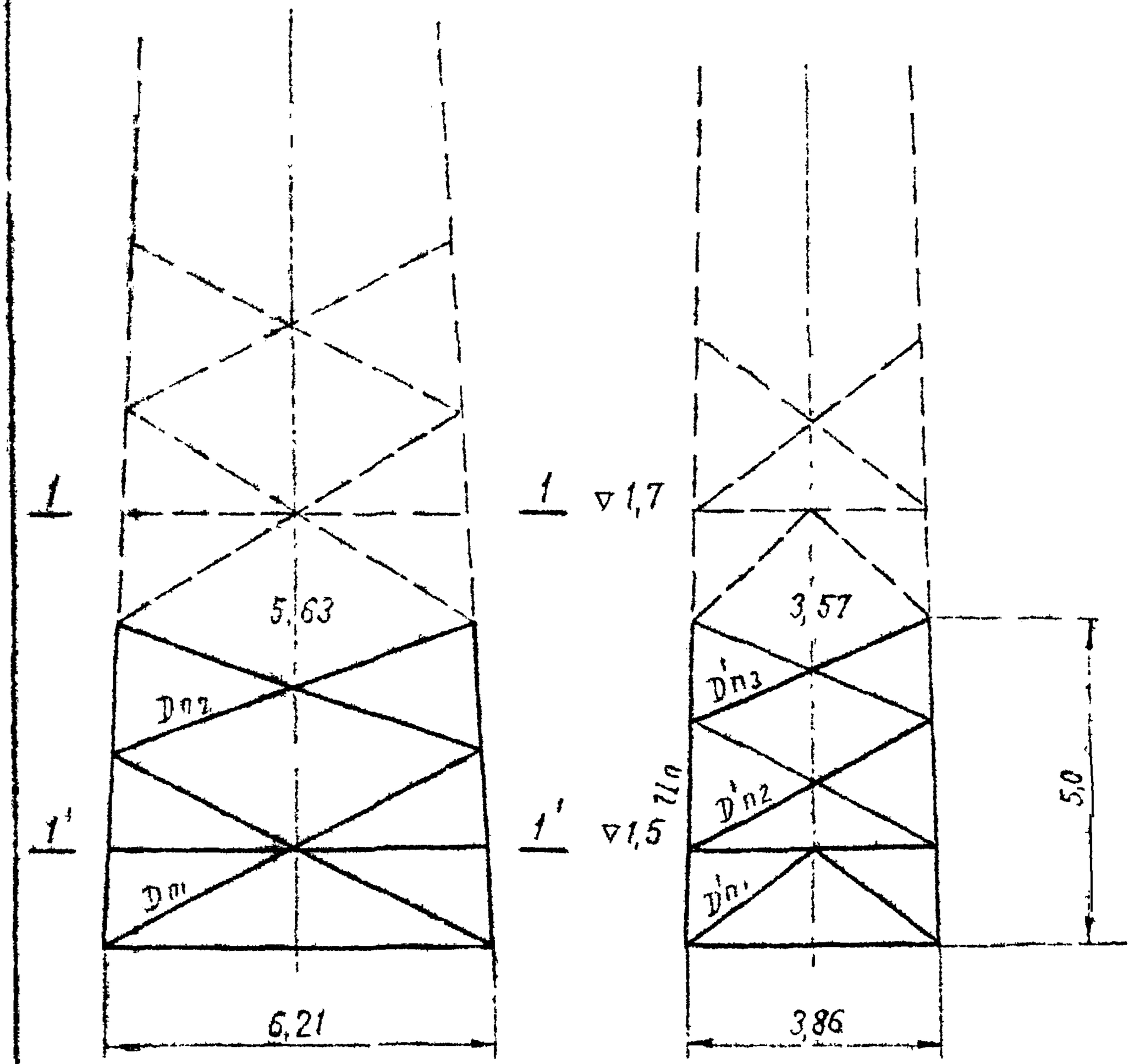
$\varphi = 0{,}348$

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

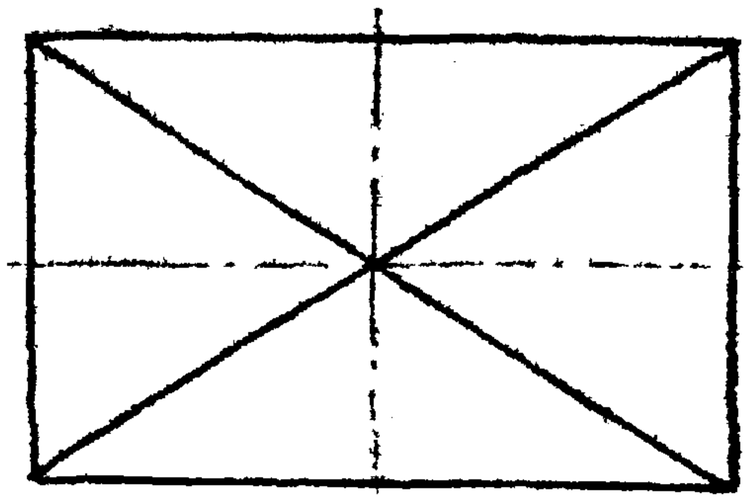
Раскосы D_{n_1} и D_{n_2} – выполнены из $L\ 80\times6$

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

Расчет подставки С59



по 1-1

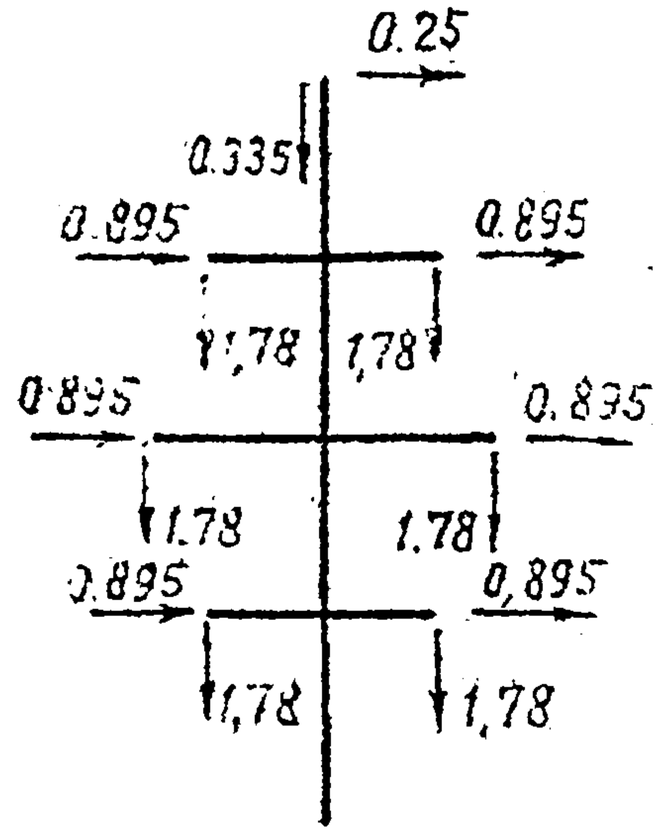


Расчет подставки С59 под опору П330-2.

Расчет выполнен по схеме $I^{а}$ являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры П330-2.
(см. расчет N3080 тм-т4 лист 18/64)

Расчет пояса подставки

Схема $I^{а}$; I район гололеда; провод 2×АСО-400; трос С-70.



Средний коэффициент увеличения скоростного напора по высоте нормальной опоры К=1,4, при установке опоры на подставку коэффициент увеличивается до К=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 конструкции опоры				Вертик. нагрузка
Q_{II}	M_{II}	Qw_{II}	Mw_{II}	Qw_{I}	Mw_{I}	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		5,95×5,2 = 36,2		0,212×5,2 = 1,1
		0,645×2,6 = 1,68		0,645×2,6 = 1,68		
5,62	188,14	7,07	170,88	7,6	176,58	21,0

Усилие в пояске подставки:

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

$$= 29,9 + 23,2 + 5,25 = 58,35 т;$$

$\ell = 200$ см $\angle$ 160 × 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:

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

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

$S_п = 3,32$ т;

$M_{кр} = 3,32 \times 8,8 = 29,2$ тм,

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

$B_{уз} = 3,8$ м, $\cos \beta' = 0,788$

$B_ш = 6.00$ м; $\cos \beta = 0,891$

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

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

$$D_{п_1}' = \frac{29,2}{4 \times 3,8 \times 0,891} = 2,15 т.$$

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

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

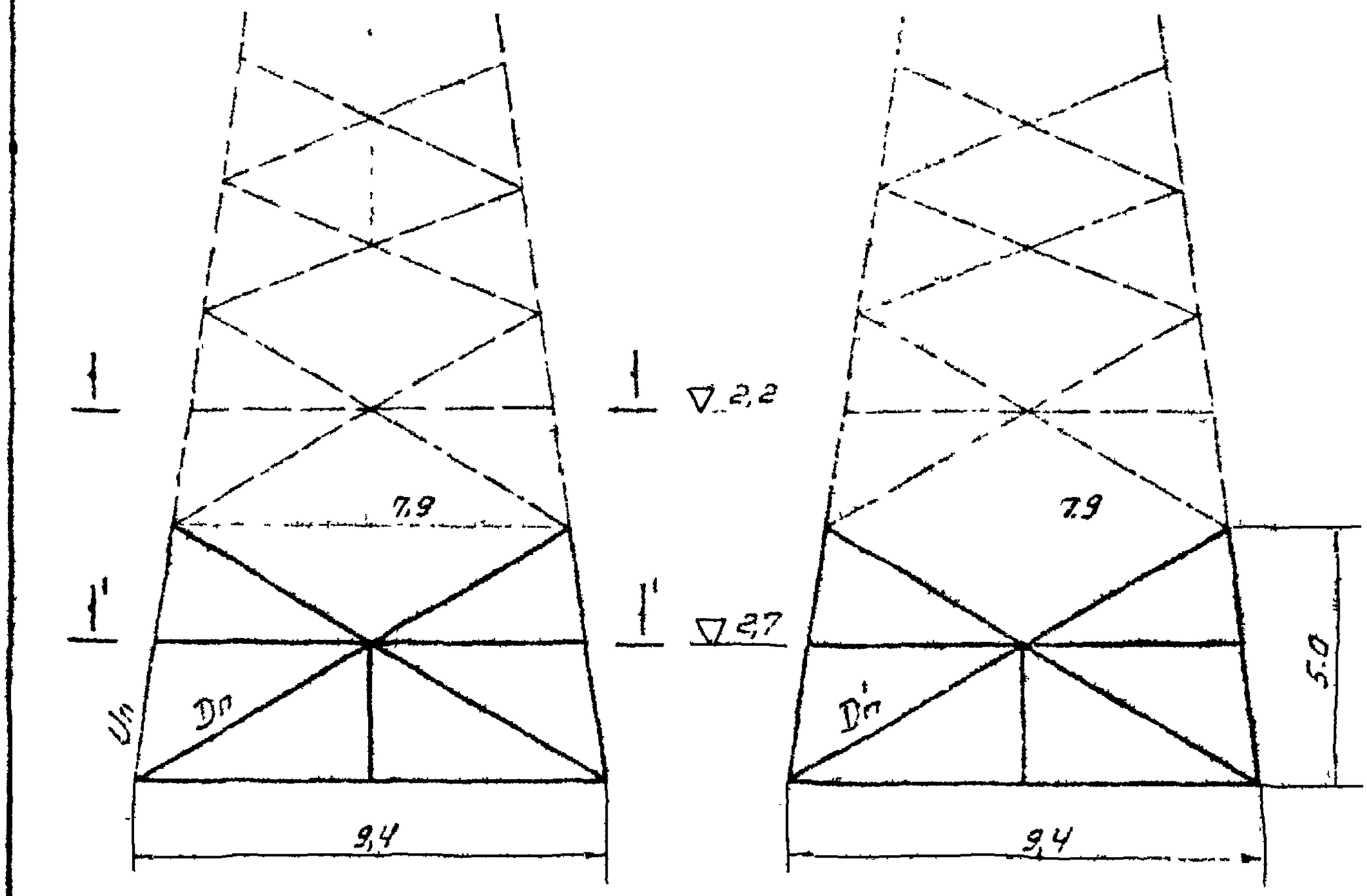
$\varphi = 0{,}348$

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

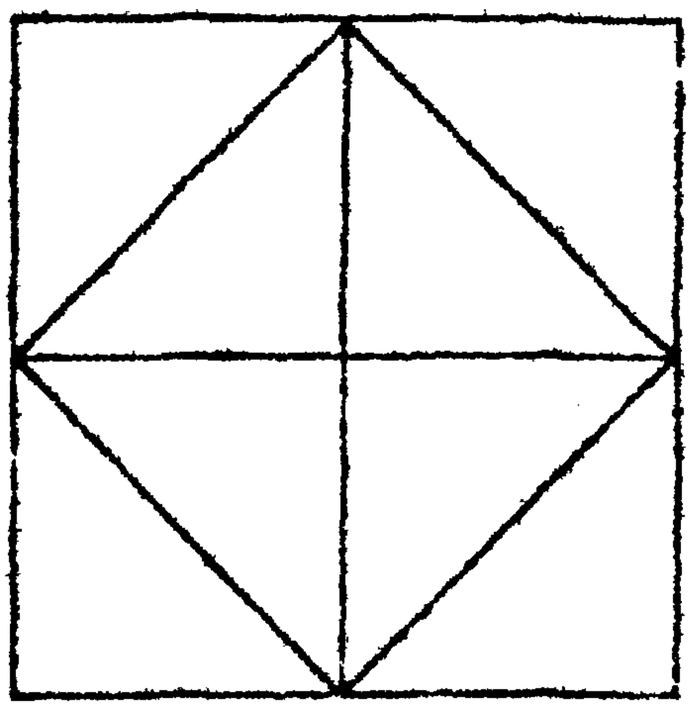
Раскосы $D_{п_1}$ и D_{1_2} – выполнены из $\angle 80 \times 6$

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

Расчет подставки С62



1'–1'

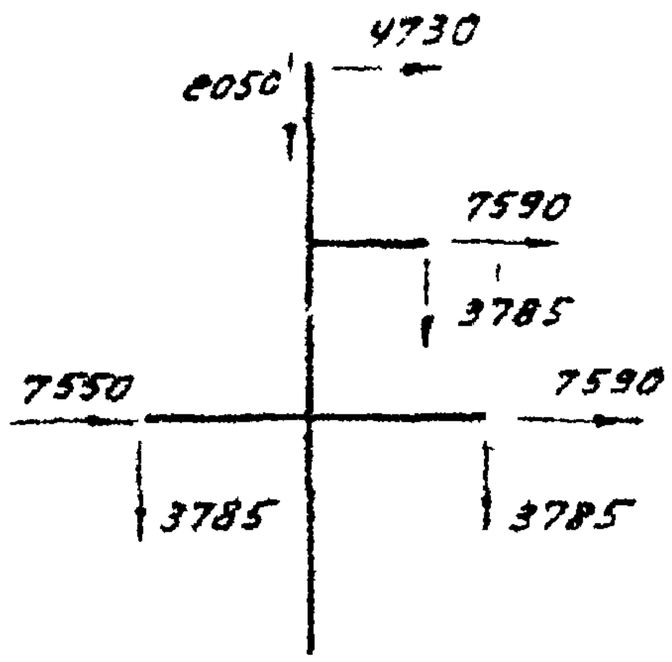


Расчет подставки СБ2 под опору У220-1

Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры У220-1 (см. расчет 3080тм-тз 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 подстройки

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

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

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

$$\sigma = \frac{51300}{34,4 \times 0,627} = 2600 \ \frac{кг}{см^2} > 2100$$

$\angle 180 \times 11$; $\lambda = \frac{270 \times 1,14}{3,59} = 86$; $\varphi = 0,714$

$$\sigma = \frac{51300}{38,8 \times 0,714} = 1850 \ \frac{кг}{см^2} < 2100$$ берем $\angle 180 \times 11$

Расчет раскосов подстройки

Усилия в раскосах определены по формуле.

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

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

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

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

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

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

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

$\lambda = \frac{540}{2,79} = 194$ $\quad \mathcal{L}^{e}_{p} = 0,773$ $\quad \lambda_0 = 194\times 0,773 = 150.$

$\varphi = 0,32$

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

Грань $\perp$ оси траверс
Схема III поперечная; IV р-н гололед $d = 0$
(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	
$15,5\times 4,5 = 69,7$ — $356,3 - 426,0$	15,5	71,8

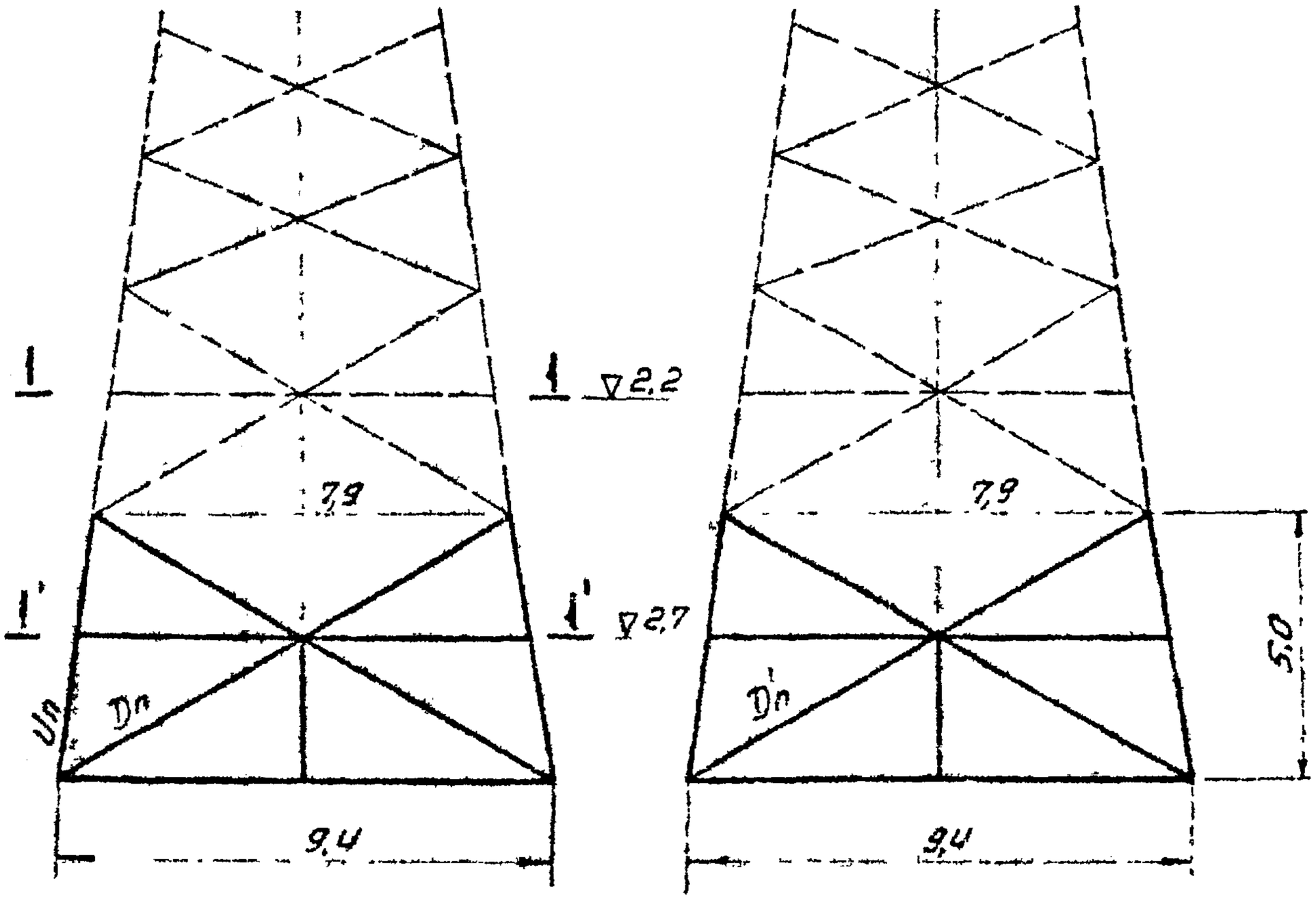
$$D'_n = \frac{\frac{15,5}{2} - \frac{426,0}{8,6}\cdot 0,15}{2\times 0,875} + \frac{71,8}{2\times 8,6\times 0,875} =$$

$$\frac{7,75 - 7,45}{1,75} + 4,77 = 0,17 + 4,77 = 4,94\ т$$

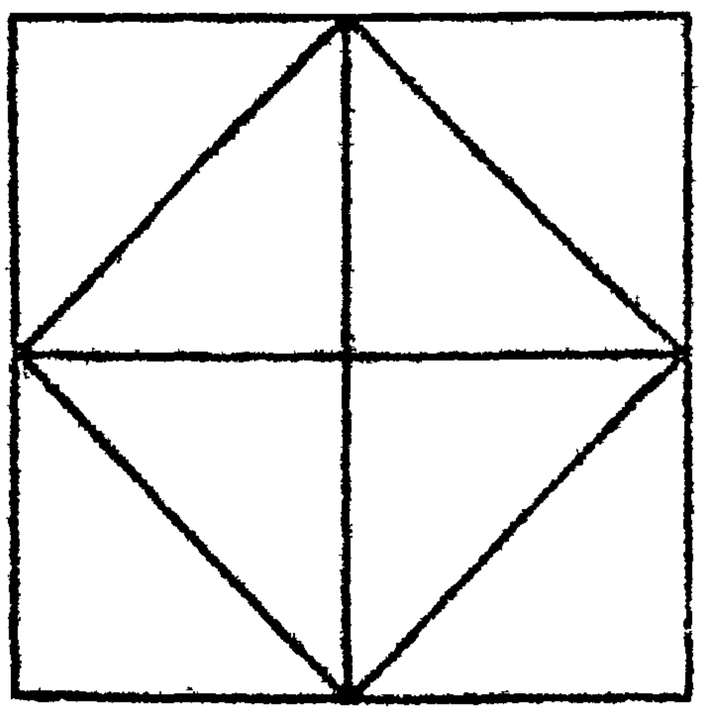
$D'_n = 4,94\ т$ $\quad \angle 140\times 9$ $\quad \ell = 540\ см$

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

Расчет подставки Б62



1'–1'

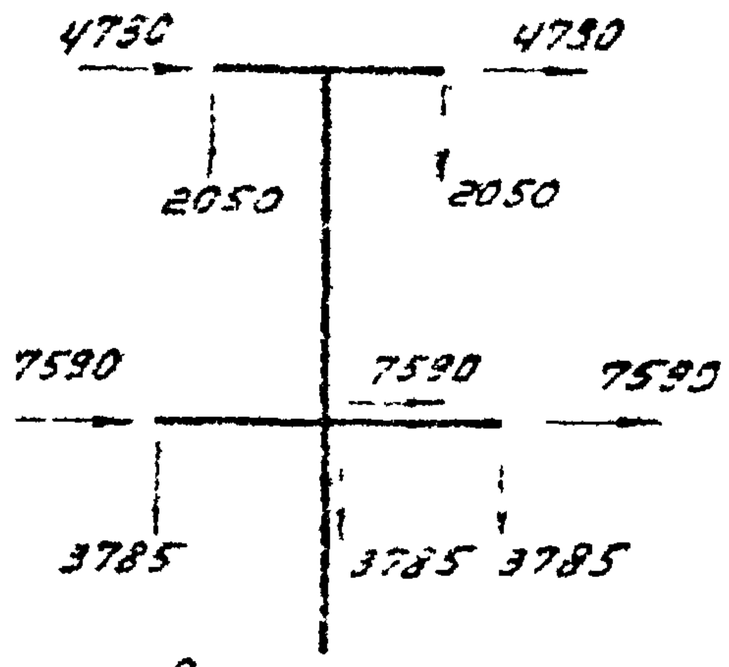


Расчет подставки С62 под опору У220-3

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 натяжений; 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
$Q_н$	$M_н$	$Q_{wн}$	$M_{wн}$	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
	779,0	0,185 × 2,25 =	0,42	
			19,29	24,92

Усилие в поясе подстобки

$$U_n = \frac{779.0 \cdot 1.1 \cdot 9.29}{2 \times 8,6 \times 0.989} + \frac{24,92}{4 \times 0,989} = 46,6 + 6,3 = 52,9\text{т}$$

$\ell = 279$ см $\angle$ 180×11

$$\lambda = \frac{270 \times 1.14}{3.59} = 86; \qquad \varphi = 0,744$$

$$\sigma = \frac{52900}{38,8 \times 0.744} = 1310 \text{ кг/см}^2 \quad < 2100$$

Расчет раскосов подстобки

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 гололед; $\alpha = 60°$
(см. расчет № 3080 ТМ-Т3 лист 29/43)

Изгибающие моменты $M_и$		Поперечная сила $Q_и$	Крутящий момент $M_{кр}$
от тяжения	от весовой нагрузки		
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

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

$$D_n = \frac{\frac{21,94}{2} - \frac{532,66 + 11,7}{8.6} \cdot 0,15}{2 \times 0.875} + \frac{36.20}{2 \times 8,6 \times 0.875} =$$

$$= \frac{10.97 - 8.48}{1.75} + 2.4 = 0,85 + 2.4 = 3,25\text{т}$$

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

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

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

Гроань ⊥ осям траверс

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

(см. расчет № 3080 тм-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	18,92	42.0
467.1		

$$D'_7 = \frac{\frac{18,92}{2} - \frac{467,1}{8,6} \times 0,15}{2 \times 0,875} + \frac{42.0}{2 \times 8,6 \times 0,875} =$$

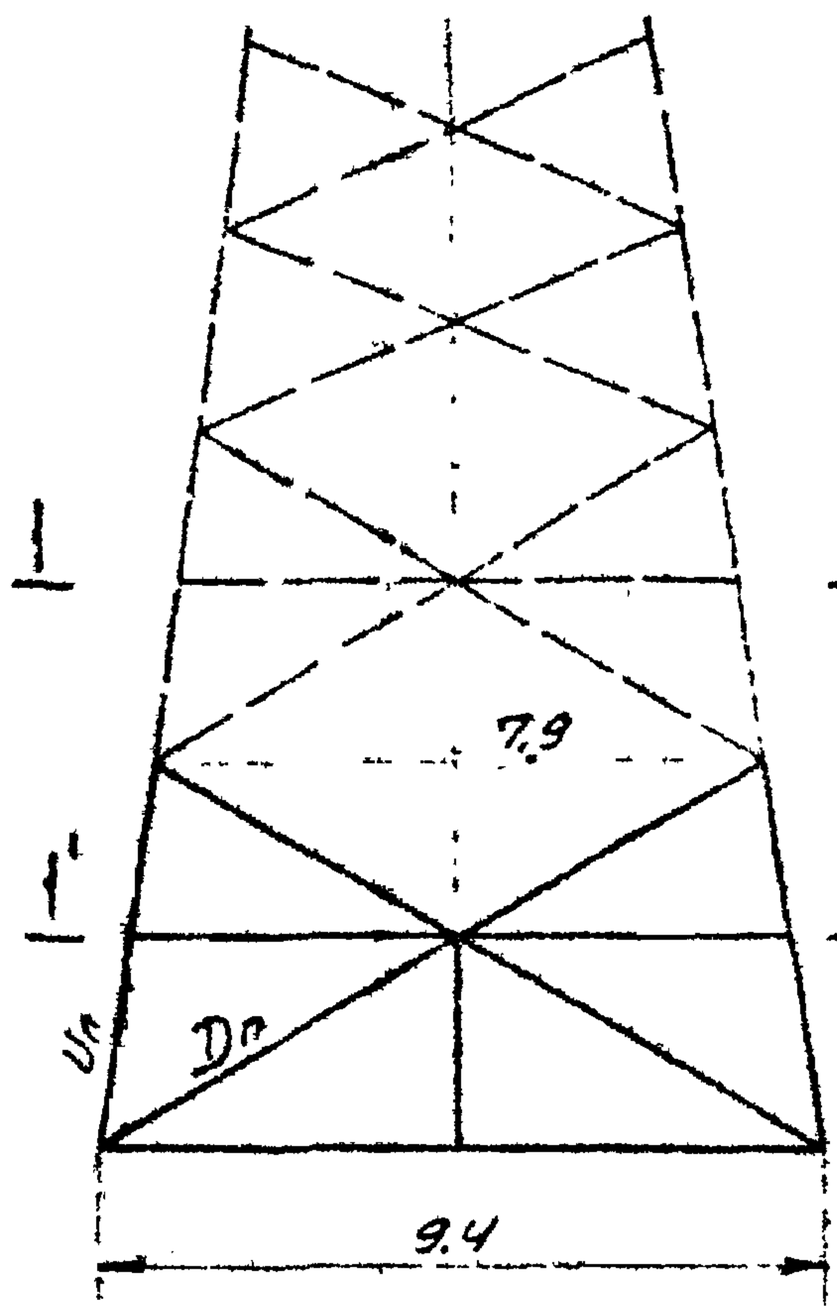
$$= \frac{9,46 - 8,15}{1,75} + 2,79 = 0,75 + 2,79 = 3,54 \text{ т}$$

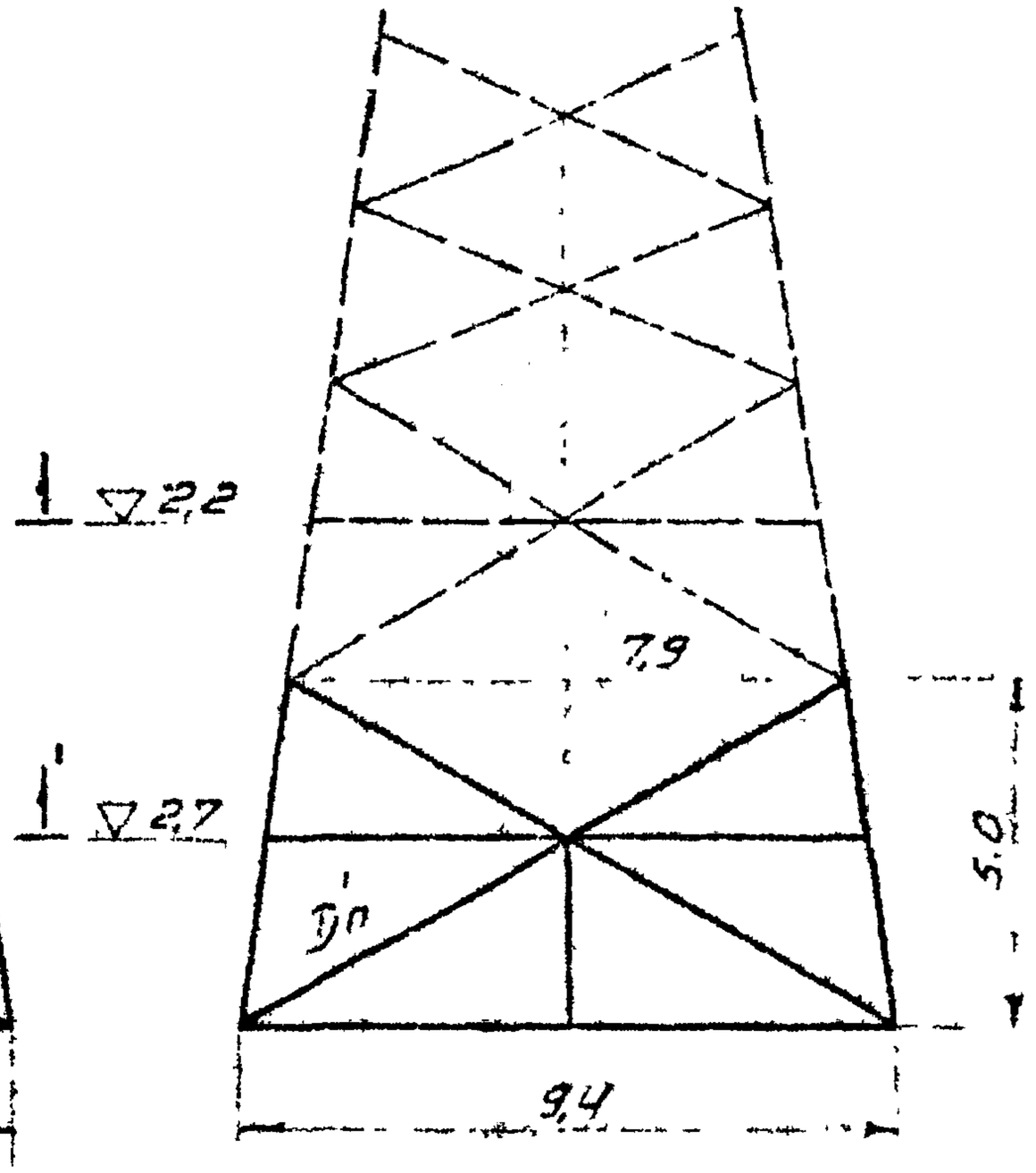
$\angle 140 \times 9$; $\ell = 540$ см $\qquad \lambda = \frac{540}{2,79} = 194$

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

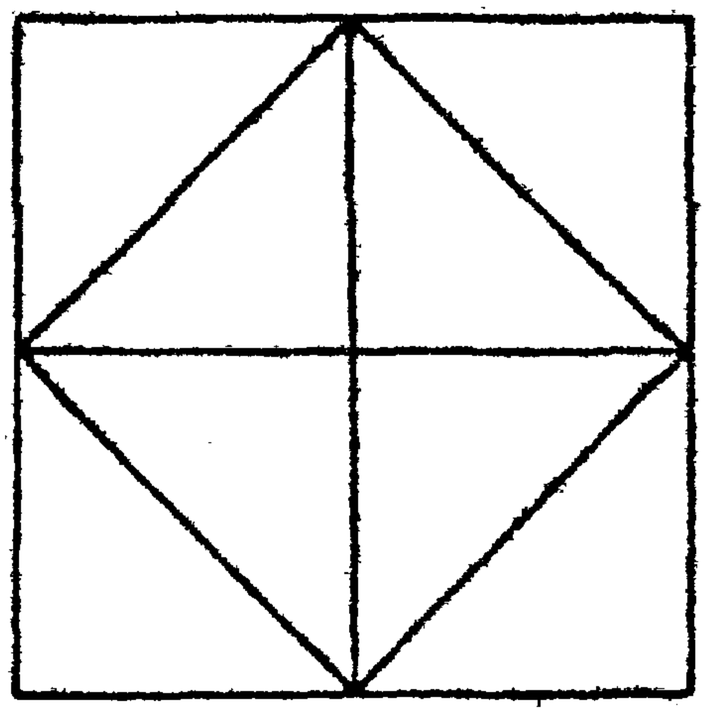
$$\sigma = \frac{3540}{24,7 \times 0,32 \times 0,75} = 598 \text{ кг/см}^2$$

Расчет подставки С63





1'-1'

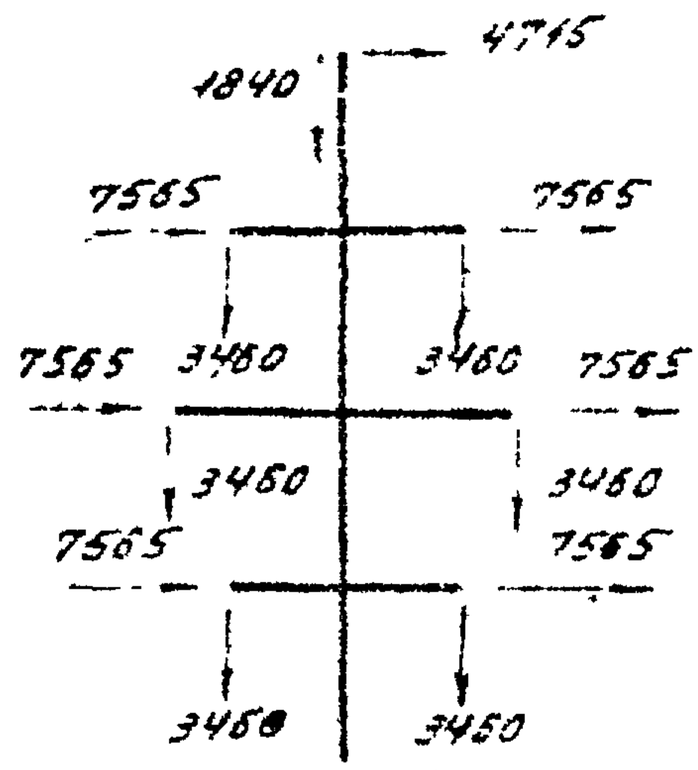


Расчет подставки С63 под опору У220-2

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 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 $k = 1,52$. 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_{II}	M_{II}	$Q_{W_{II}}$	$M_{W_{II}}$	G^{II}
На отметке ▽ 2,2 + 5,0				
50,11	1262,5	1,73 × 1,09 = 1,89	50,37 × 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
		0,200 × 0,25 =	0,45	
50,11	1487,5		42,05	39,65

Усилие в поясе подстовки

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

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

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

$$\sigma = \frac{100500}{62 \cdot 0,762} = 2130\ кг/см^2 > 2100$$

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

$$\sigma = \frac{100500}{94,3 \cdot 0,756} = 1410\ кг/см^2 < 2100$$

берем $\angle 200 \times 25$

Расчет раскосов подстовки

Усилия в раскосах определены по формуле:

$$D = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{из}}{8} tg\gamma}{2 cos\beta} + \frac{M_{пр}}{4 \cdot 8 \cdot cos\beta}$$

Грань II оси трубчатое
Схема III; IV р-м головой; $\alpha = 60°$
(см. расчет № 3080 тм-т3 лист-41/43)

Изгибающие моменты $M_{из}$ от сжатия	от весовой нагрузки	Поперечная сила $Q_п$	Крутящий момент $M_{кр}$
На отметке	▽ 2,2 + 5,0		
36,57	918,7	36,57	36,2
	10,65		

На отметке ▽ 2,7

$\frac{918,7}{36,57 \times 4,5 = 164,6}$ / 1083,7	10,65	36,57	36,2

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

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

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

$D_n = 0,72$ т $\angle$ 140×9 $\ell = 540$ см

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

$\varphi = 0,32$

$$\sigma = \frac{720}{24,7 \times 0,32 \times 0,75} = 122 \text{ кг/см}^2$$

Гроны $\perp$ осям трафарет
Схема III поперечная, IV р-н полюса; $\alpha = 0$
(см. расчет № 3080 тм-т3 лист 42/43).

Изгибающие моменты от натяжения $M_\perp$	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

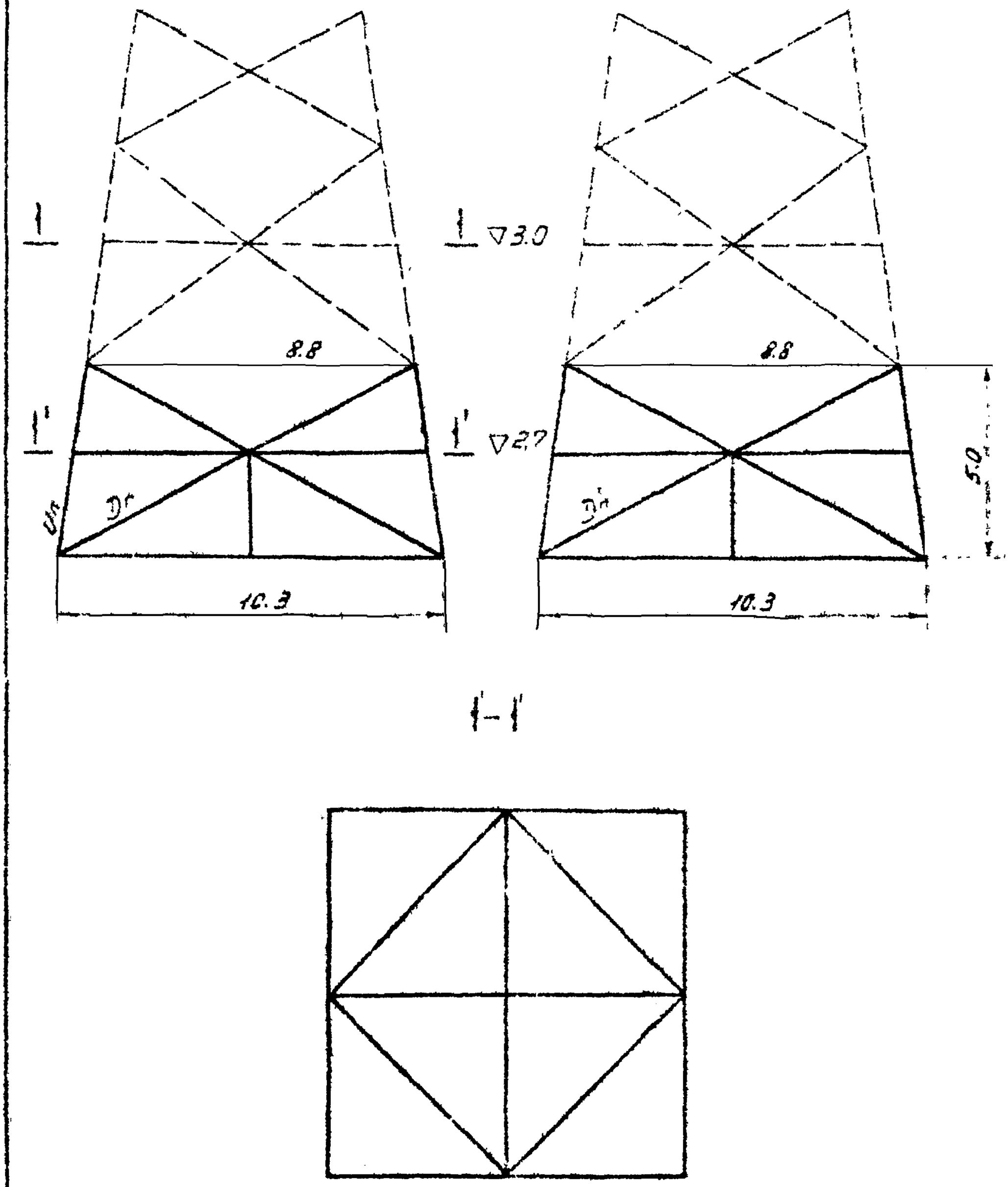
$$D_n' = \frac{\frac{33,52}{2} - \frac{997,1}{86} \times 0,15}{2 \times 0,875} + \frac{41,6}{2 \times 3,6 \times 0,875} =$$

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

$\angle$ 140×9 ; $\ell = 540$

$$\sigma = \frac{2660}{24,7 \times 0,32 \times 0,75} = 450 \text{ кг/см}^2$$

Расчет подстобки с 69

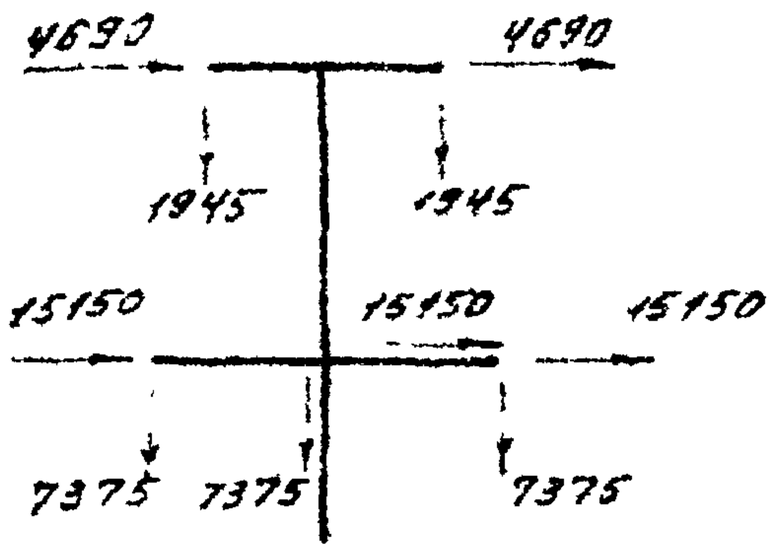


Расчет подставки СБ9 под опору У330-3

Расчет выполнен по схеме II, являющейся расчетной для поясов нижней секции опоры У330-3 (см. расчет N 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}	$B_{W_{II}}$	$M_{W_{II}}$	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 × 5,3 =		290,0	0,92 × 5,3 =	4,87	0,57 × 5,3 = 3,02
		1288,3	0,256 × 2,65 =	0,68	43,57
				22,25	

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

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

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

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

$D_п$ = 4,87 т ; ∠ 160×10 ℓ = 580 см

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

$\varphi = 0,352$

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

Грань ⊥ оси пролёта

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

Изгибающие моменты от пролёта $M_\perp$	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		
$\frac{30,9 \times 5,3 = 164,0}{737,4}$	30,3	96,8

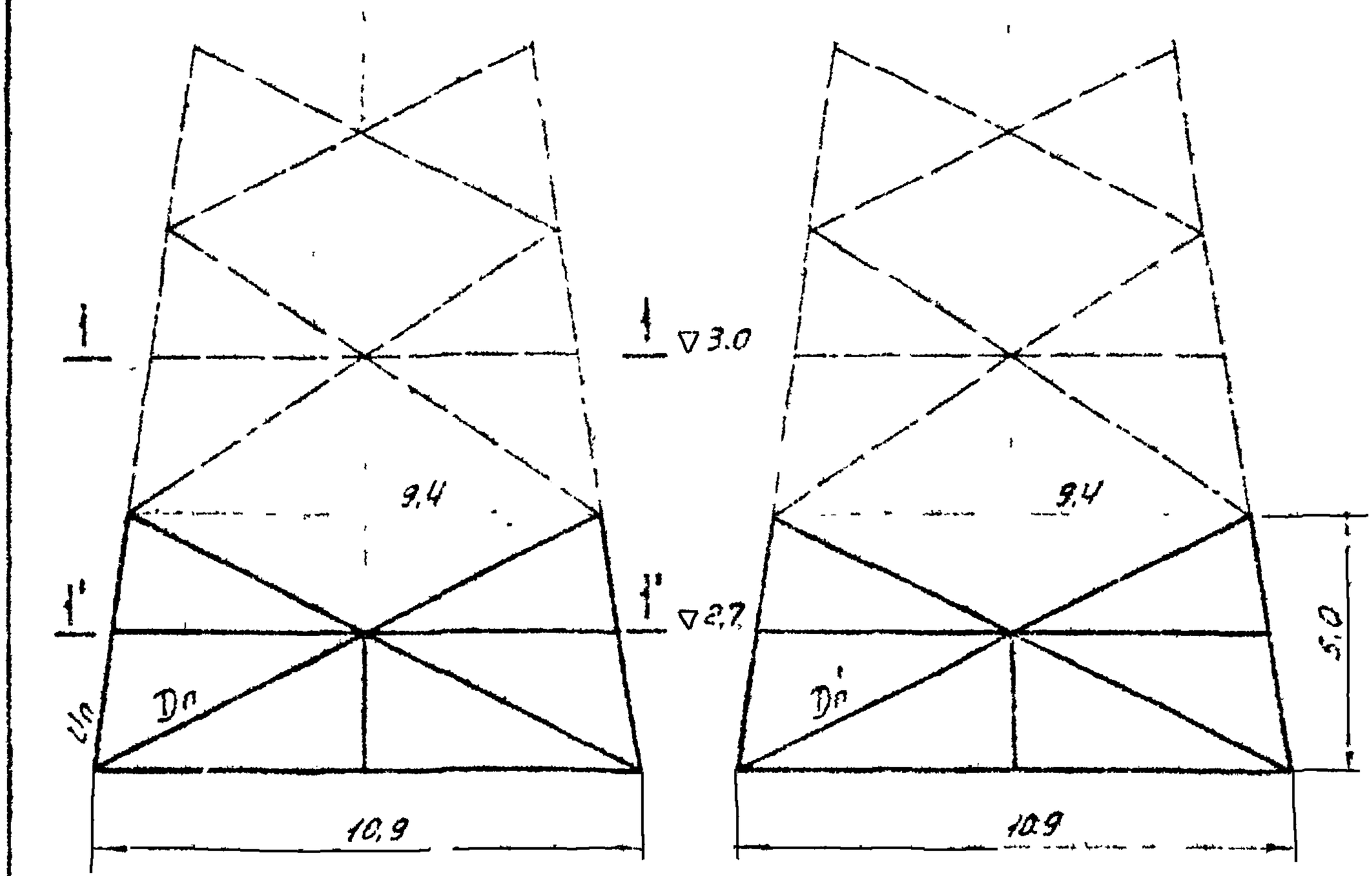
$$D_п' = \frac{\frac{30,9}{2} - \frac{737,4}{9,5} \times 0,15}{2 \times 0,883} + \frac{96,8}{4 \times 9,5 \times 0,883} =$$

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

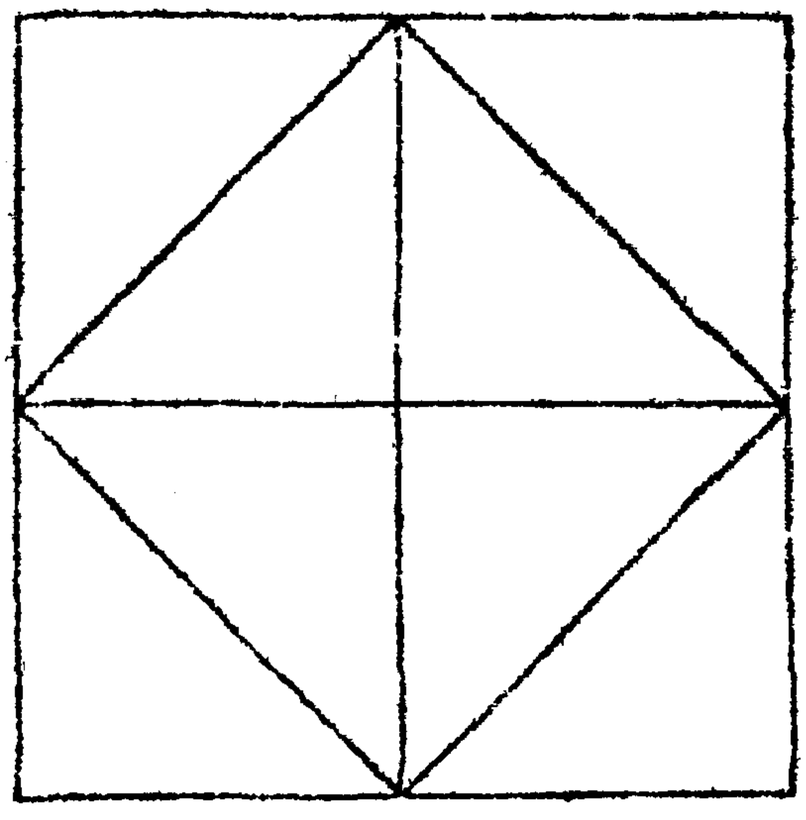
∠ 160 × 10 ; ℓ = 580 см

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

Расчет подстовки С 70



1' – 1'

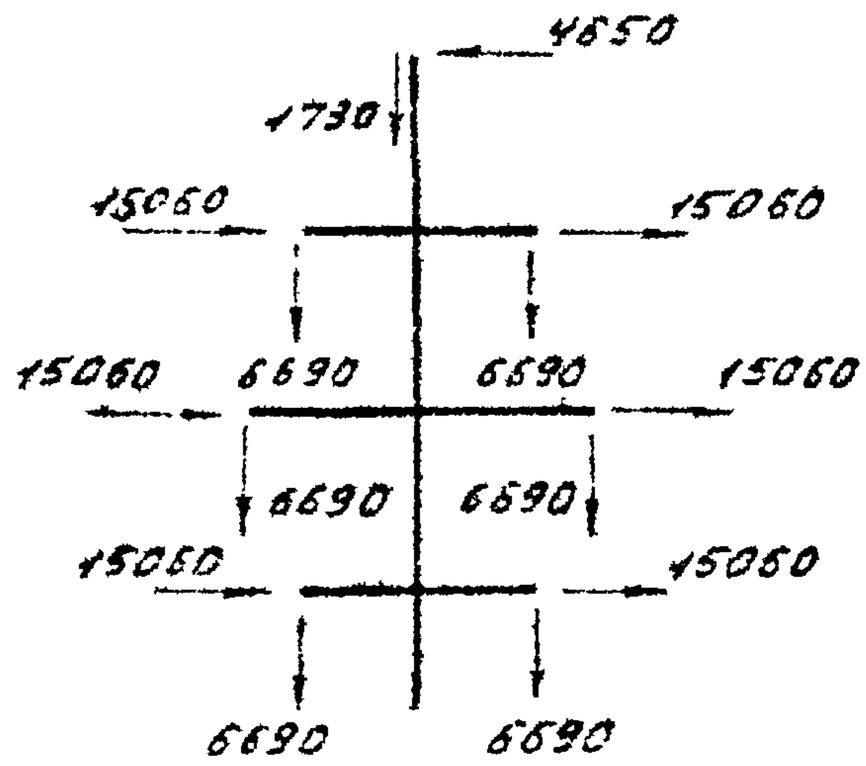


Расчет подставки С70 под опору У330-2

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×АС0-400; 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 конструкцию опоры		Вертикальные нагрузки
Q_{II}	M_{II}	$Q_{W\,II}$	$M_{W\,II}$	G
На отметке ▽ 30+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
$95,0 \times 5,3 =$	503,0	$1,72 \times 5,3 =$	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

$$U_п = \frac{2797,3 + 48,48}{2 \times 10,0 \times 0,989} + \frac{74,79}{4 \times 0,989} = 144 + 18,9 = 162,9 т$$

$l = 270$ см $\qquad L\ 200 \times 30$

$$\lambda = \frac{270 \times 1,14}{3,89} = 79, \quad \varphi = 0,758$$

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

Расчет раскосов подставки

Усилия в раскосах определены по формуле.

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

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

Изгибающие моменты M_{II} от тяжения	от весовой нагрузки	Поперечная сила Q_{II}	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

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

$$D_п = \frac{\frac{69,3}{2} - \frac{2044,8 + 26,0}{10,0} \times 0,15}{2 \times 0,899} + \frac{92,5}{4 \times 10,0 \times 0,899} =$$

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

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

$\lambda = \frac{600}{9,19} = 188$; $\varepsilon_p^2 = 0,776$; $\lambda_0 = 188 \times 0,776 = 146 < 150$

$\varphi = 0,336$

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

Грань ⊥ осям траверс

Схема III, концевая, IV р-н гололеда; $\gamma = 0$
(см. расчет № 3080 тм-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		

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

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

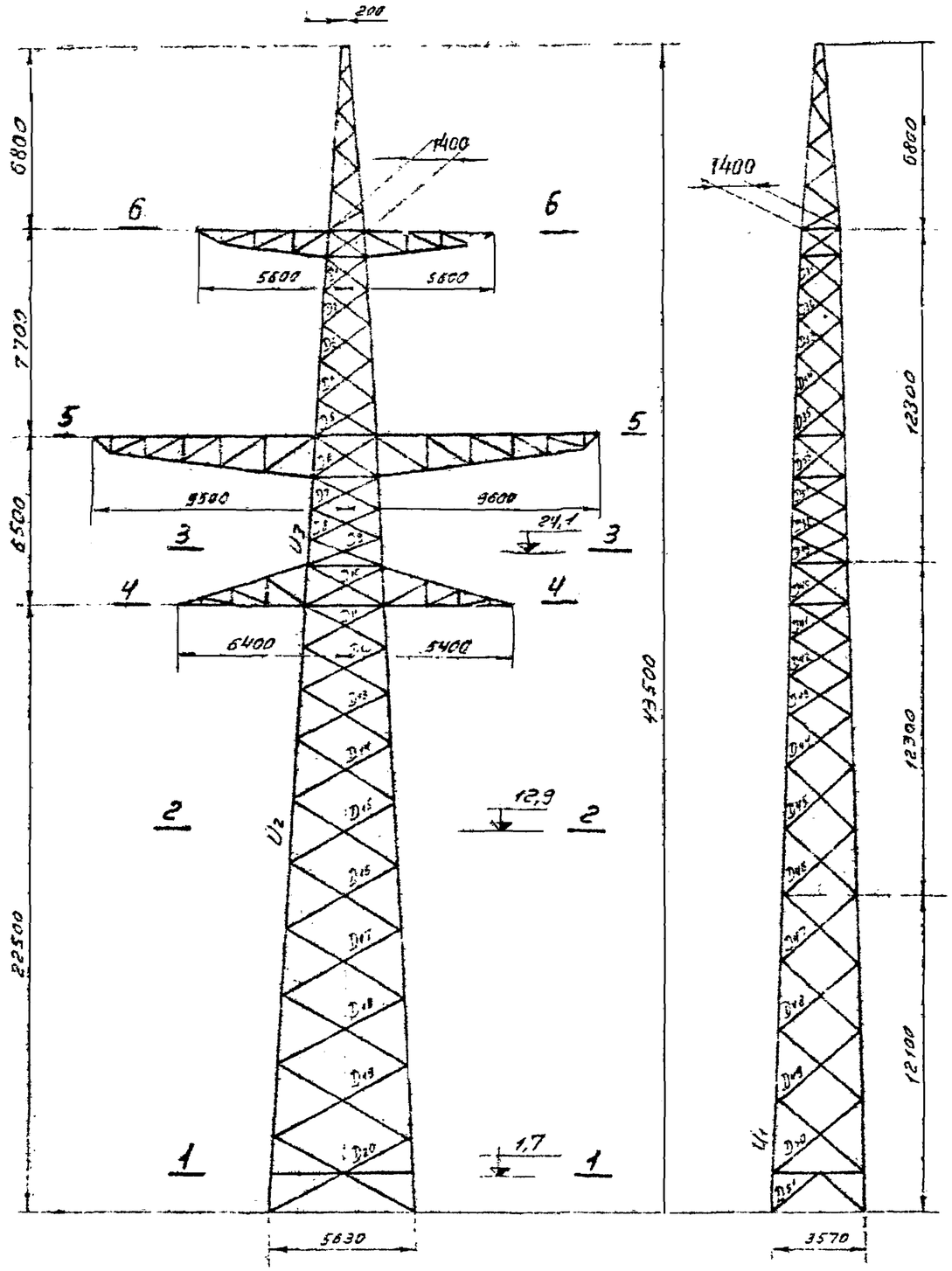
$\ell = 600$ см ; $\angle$ 160×10

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

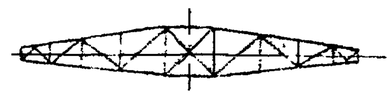
Расчет выполнил [signature] (Лабенкова)

Расчет проверил [signature] (Токарева)

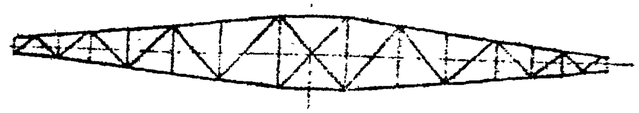
ПС 330-6



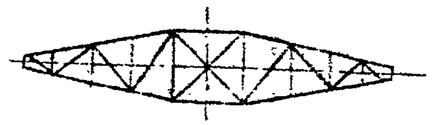
Сечение 6-6



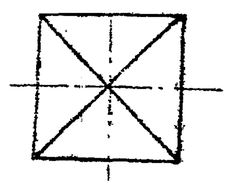
Сечение 5-5



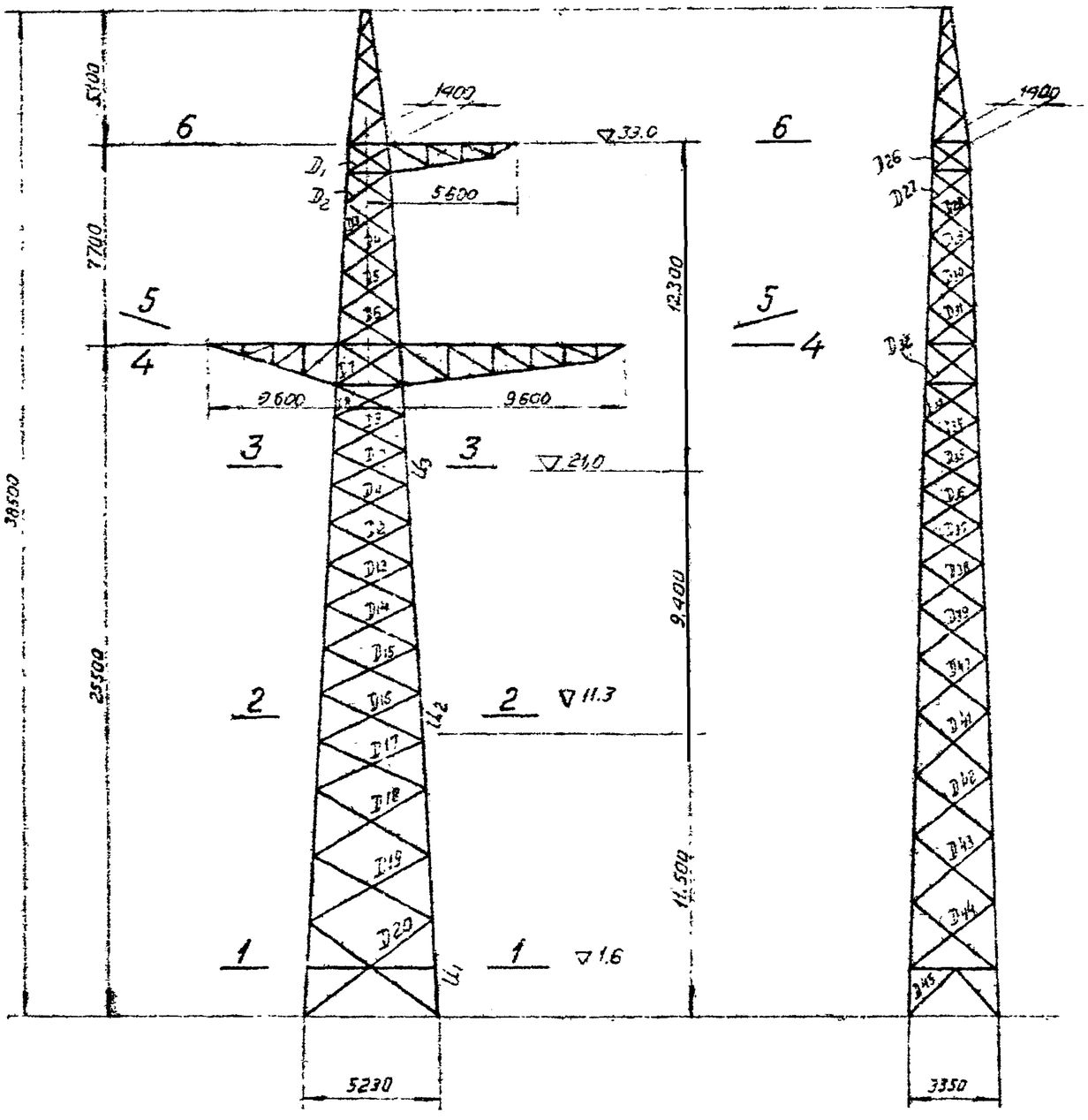
Сечение 4-4



Сечение 1-1

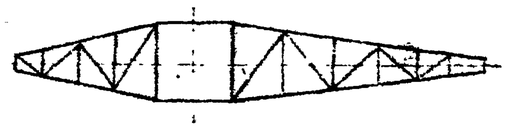


ПС 330-5

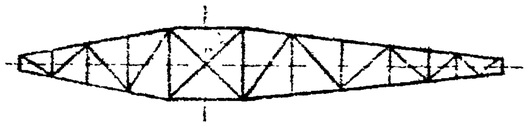


Сечение 6-6

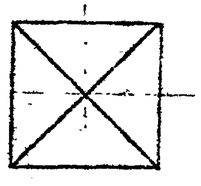
Сечение 5-5



Сечение 4-4



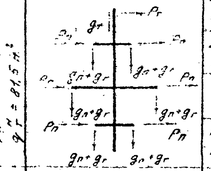
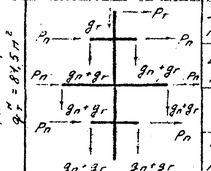
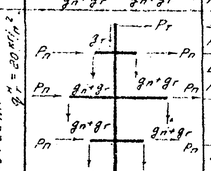
Сечение 1-1



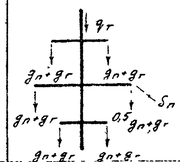
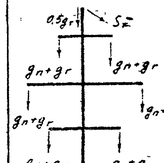
N3081тм-т2

Нагрузки на двухцепную промежуточную опору ВЛ 330кВ. Шифр ПС 330-Б.

Таблица №1

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозн.	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		
					Lветр.	395м									395м									395м									395м					
					Lвес.	495м									490м			495м			495м			425м			455м			455м			380м			415м			415м		
					Lгаб.	395м									390м			395м			—			340м			365м			—			305м			330м			—		
						нарнат.	n	расчетн.	нарнат.	n	расчетн.	нарнат.	n	расчетн.	нарнат.	n	расчетн.	нарнат.	n	расчетн.	нарнат.	n	расчетн.	нарнат.	n	расчет.	нарнат.	n	расч.	нарнат.	n	расч.	нарнат.	n	расч.	нарнат.	n	расч.	нарнат.	n	расч.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_{гн}=60$ кг/м², $q_{гг}=84.5$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n / P_r	905	1,2	1085	1050	1,2	1260	300	1,2	360	905	1,2	1085	1050	1,2	1260	300	1,2	360	905	1,2	1085	1050	1,2	1260	300	1,2	360	905	1,2	1085	1050	1,2	1260	300	1,2	360
				Вес пролета провода, троса	g_n / g_r	1100	1,1	1210	1430	1,1	1640	305	1,1	335	1090	1,1	1200	1490	1,1	1640	305	1,1	335	945	1,1	1040	1365	1,1	1500	280	1,1	310	845	1,1	930	1245	1,1	1370	255	1,1	280
				Вес гирлянд изоляторов	g_r	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	$g_n{*}g_r$ / g_r	1225	—	1350	1615	—	1780	305	—	335	1215	—	1340	1615	—	1780	305	—	335	1070	—	1180	1490	—	1640	280	1,1	310	970	—	1070	1370	—	1510	255	—	280
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен под ∠45° к оси траверс.	$t=-5°C$, $C=0$, $q_{гн}=60$ кг/м², $q_{гг}=84.5$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n / P_r	640	1,2	770	745	1,2	895	210	1,2	250	640	1,2	770	745	1,2	895	210	1,2	250	640	1,2	770	745	1,2	895	210	1,2	250	640	1,2	770	745	1,2	895	210	1,2	250
				Вес пролета провода, троса	g_n / g_r	1100	1,1	1210	1490	1,1	1640	305	1,1	335	1090	1,1	1200	1490	1,1	1640	305	1,1	335	945	1,1	1040	1365	1,1	1500	280	1,1	310	845	1,1	930	1245	1,1	1370	255	1,1	280
				Вес гирлянд изоляторов	g_r	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	$g_n{*}g_r$ / g_r	1225	—	1350	1615	—	1780	305	—	335	1275	—	1340	1615	—	1780	305	—	335	1070	—	1180	1490	—	1640	280	1,1	310	970	—	1070	1370	—	1510	255	—	280
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$, $C=20$ кг/м, $q_{гн}=150$ кг/м², $q_{гг}=208$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n / P_r	480	1,4	670	530	1,4	745	200	1,4	280	620	1,4	870	670	1,4	940	295	1,4	415	765	1,4	1070	815	1,4	1140	397	1,4	550	900	1,4	1260	960	1,4	1340	485	1,4	680
				Вес пролета провода, троса	g_n / g_r	1100 / 395	1,1 / 2,0	1210 / 790	1490 / 445	1,1 / 2,0	1640 / 890	305 / 115	1,1 / 2,0	335 / 230	1090 / 930	1,1 / 2,0	1200 / 1860	1490 / 1040	1,1 / 2,0	1640 / 2080	305 / 295	1,1 / 2,0	335 / 590	945 / 1385	1,1 / 2,0	1040 / 2770	1365 / 1625	1,1 / 2,0	1500* / 3250	280 / 500	1,1 / 2,0	310 / 1000	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_r	125	1,1	140	125	1,1	180	—	—	—	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	$g_n{*}g_r$ / g_r	1620	—	2140	2060	—	2670	420	—	565	2145	—	3200	2655	—	3860	600	—	925	2455	—	3950	3115	—	4890	780	—	1310	2965	—	4945	3590	—	5950	980	—	1730

Продолжение таблицы №1

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Nоозн.	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	
					Bвтр	395 м						395 м						395 м						395 м					
					Bвес	495 м						490 м		495 м		495 м		435 м		455 м		455 м		380 м		415 м		415 м	
					Bгол.	395 м						390 м		395 м		—		340 м		365 м		—		305 м		330 м		—	
						норм.	п	расчет	норм.	п	расчет	норм	п	расчет	норм.	п	расч.	норм.	п	расч.	норм.	п	расч.	норм.	п	расч.	норм.	п	расчет.	норм.	п	расчет
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору	$\xi=-5°6; \beta=0; \varphi^{н}=0$		Тяжение провода при обрыве	$S_п$	1890	1,3×0,8=1,04	1965	2440	1,3×0,8=1,04	2540	—	—	—	2365	1,3×0,8=1,04	2460	2980	1,3×0,8=1,04	3100	—	—	—	2365	1,3×0,8=1,04	2460	3190	1,3×0,8=1,04	3320	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	1100	1,1	1210	1490	1,1	1640	305	1,1	335	1090	1,1	1200	1490	1,1	1640	305	1,1	335	945	1,1	1040	1365	1,1	1500	280	1,1	310	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	—	—	—	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	$g_п+g_г$ $g_г$	1225	—	1350	1615	—	1780	305	—	335	1215	—	1340	1615	—	1780	305	—	335	1070	—	1180	1490	—	1640	280	—	310	970	—	1070	1370	—	1510	255	—	280
IV	Оборван один трос провода не оборваны Тяжение троса равно половине максимального тяжения	$\xi=-5°6; \beta=0; \varphi^{н}=0$		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	—	—	—	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	1090	1,1	1200	1490	1,1	1640	305	1,1	335	945	1,1	1040	1365	1,1	1500	280	1,1	310	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	—	—	—	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	$g_п+g_г$ $g_г$	1225	—	1350	1615	—	1780	305	—	335	1215	—	1340	1615	—	1780	305	—	335	1070	—	1180	1490	—	1640	280	—	310	970	—	1070	1370	—	1510	255	—	280

1. Высота центра тяжести троса = 33,3 м

$q_т^{н} = 1,63 \times 50 = 81,5$ кг/м²

2. Высота центра тяжести провода 17,9 м

$g_п^{н} = 60$ кг/м².

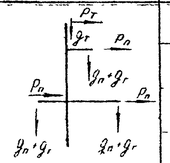
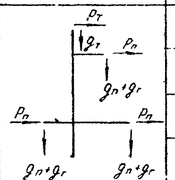
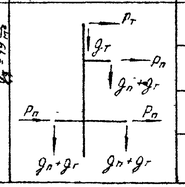
3. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания $K = 0,8$

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

5. Нагрузки округлены до значений кратных 5кг.

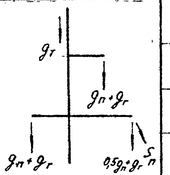
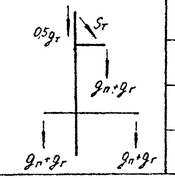
Нагрузки на одноцепные промежуточные опоры ВЛ 330 кв ПС330-5 и ПС330-7

Таблица №2.

N схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Вид нагрузок	Обознач	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		
					С ветр	450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м		
					С вес	565м			565м			565м			550м			565м			565м			480м			515м			515м			425м			465м			465м		
					С 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.	$t=-5°C$, $C=0$, $g_п^н=50\ кг/м^2$, $g_т^н=76\ кг/м^2$		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	$t=-5°C$, $C=0$, $g_п^н=50\ кг/м^2$, $g_т^н=76\ кг/м^2$		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	$t=-5°C$ $C=5\div10$ $g_п^н=12{,}5\ кг/м^2$ $C=15\div20$ мм, $g_п^н=14{,}0\ кг/м^2$ $g_т^н=19\ кг/м^2$		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	910	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	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		
					$\ell_{встр}$	450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м			450м		
					$\ell_{вес}$	565м			565м			565м			550м			565м			565м			480м			515м			515м			425м			465м			465м		
					$\ell_{габ}$	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	$g_п$ $g_т$	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
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	$g_п$ $g_т$	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

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 330-6 по схемам I и I^а

Таблица №3

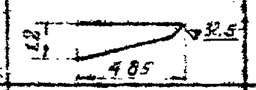
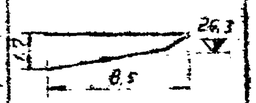
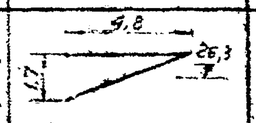
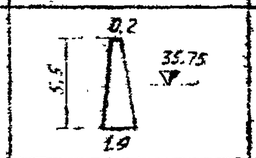
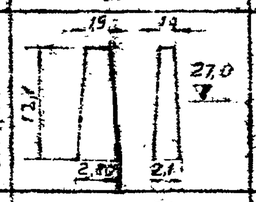
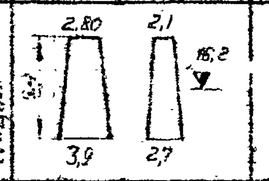
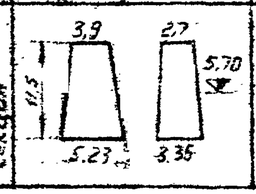
Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секций (м)	Коэффициент увеличения скоростного напора	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м²)	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамический коэфф. плоской фермы $C_ф = C_1 \cdot \varphi = 1{,}4 \cdot \varphi$	η	Аэродинамический коэфф. пространствен. фермы $C_{пр} = C_ф(1+\eta)$	Нормативная ветровая нагр. без учета коэффициента динамики (кг): При ветре ∥ траверсе $P = q_0 \times C_{пр} \times S$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0{,}8P$ ⊥ трав.	При ветре под ∠45°: $P_\parallel = 0{,}8P$ ∥ траверсе	Расчетная ветровая нагр. с учетом коэфф. динамики $B = 1{,}35$ и коэфф. перегр. $n = 1{,}2$ (кг): При ветре ∥ трав. $P_p = q_0 C_{пр} = S p n$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0{,}8 \cdot P_p$ ⊥ трав.	При ветре под ∠45°: $P_\parallel = 0{,}8 P_p$ ∥ трав.
Верхняя траверса	4,85; 1,2; ▽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
Средняя траверса	8,5; 1,7; ▽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
Нижняя траверса	1,5; 83,25; 4,9	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
Толстовка	0,2; 7,0; ▽40,00; 1,4	1,8	90	1,33	5,6	0,24	0,336	0,78	0,599	300	240	240	485	390	390
Верхняя секция	1,4; 12,1; 2,80; 60; ▽30,45; 2,10	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
Средняя секция	2,80; 18,3; 4,26; 2,10; ▽18,25; 2,87	1,20	60	7,62 / 6,76	43,5 / 30,7	0,175 / 0,22	0,245 / 0,308	0,875 / 0,84	0,46 / 0,567	1300 / 1130	1040	1040	1830	1690	1690
Нижняя секция	4,26; 2,87; 5,60; 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 $P = q_н C_{пр} S$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0{,}8P$	При ветре под ∠45°: $P_{\parallel} = 0{,}8P$	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики $\beta = 1{,}05$ и коэфф. перегр. $\eta = 1{,}2$ (кг): При ветре II траверсе $P = q_н C_{пр} S \beta$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0{,}8P$	При ветре под ∠45°: $P_{\parallel} = 0{,}8P$
Верхняя траверса		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		1,48	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		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
Трассостойка		1,69	84,5	1,09	4,4	0,25	0,35	0,76	0,62	230	180	180	375	290	290
Верхняя секция		1,5	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		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		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 II 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	Изгибающие моменты. (тм)			Вертикальные нагрузки	Изгибающие моменты	Вертикальные нагрузки
	от нагрузок на провода M_{II} и трос	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$	G (т)	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на констр. опоры: II траверсе $M_{W_{II}}$	⊥ траверсе $M_{W_{\perp}}$	G т	от нагрузок на провода и трос M_{II} и от ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$	G (т)
3-3 ▽ 24,0 B_{ω} = 2,79 м 3'-3' ▽ 24,1 $B_{уз}$ = 2,11 м $\cos\chi_{\omega}$ = 0,958 $\cos\chi_{уз}$ = 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 = 2,83 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
	$U_3 = \frac{51,14 + 24,94}{2 \times 0,998 \times 2,79} + \frac{11,6}{4 \times 0,998} = 13,58 \times 2,9 = 16,58$ т			$U_3 = \frac{36,24 + 23,49}{2 \times 0,998 \times 2,79} + \frac{26,51}{2 \times 0,899 \times 2,11} + \frac{11,6}{4 \times 0,998} = 10,72 + 6,28 + 2,9 = 19,9$ 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_{ω} = 4,08 м 2'-2' ▽ 11,9 м $B_{уз}$ = 2,83 м $\cos\chi_{\omega}$ = 0,998 $\cos\chi_{уз}$ = 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 = 38,4 2 × 0,145 × 10,6 = 3,07 1,69 × 5,1 = 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_{ω} = 5,54 м $B_{уз}$ = 3,45 м $\cos\chi_{\omega}$ = 0,998 $\cos\chi_{уз}$ = 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 4,65 × 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

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

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

Таблица N 6

Сечение, отметка, базы	Схема II; IV район гололеда			Схема I а; 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 I-I W_{II}		
3-3 ▽ 21,3м $B_ш$ = 2,95м 3'-3' ▽ 21,2м $B_{уз}$ = 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 $B_ш$ = 4,00м 2'-2' ▽ 11,2м $B_{уз}$ = 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 $M_{W_{II}}$ = 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				$U_2 = \frac{93,4 + 47,1}{2 \times 4,0 \times 0,998} + \frac{10,84}{4 \times 0,998} = 17,6 + 2,7 = 20,3$ 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 $M_{W_{II}}$ = 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		
								$b_1 = 5{,}6$ м; $b_2 = 9{,}6$ м		
		$b_ш$ (м)	$b_{уз.}$ (м)	$\cos\beta$	Обозн. раскосов	$4b\cos\beta$	$\frac{b_0}{4b_{уз}\cos\beta}$	от $M_{кр}$	от $S_п$	Σ
$b_0 = 1{,}40$ 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
$b_0 = 1{,}84$ 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

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

b_0 – база на отметке приложения силы

N308 1тм-Т2 Лист 56 ГЛ

Расчет усилий в раскосах ствола опоры ПС330-6

Таблица № 7

Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг)						3320		
		$в_ш$ (м)	$в_{уз.}$ (м)	$\cos\beta$	Обозн. раскосов	$4в\cos\beta$	$\frac{в_0}{4в_{уз}\cos\beta}$	$в_2 = 9{,}5$ м		
								от $M_{кр.}$	от $S_п$	Σ
$в_0 = 1{,}74$ м						$M_{кр}$ (тм)		31,9		
Средняя секция	широкая	—	2,20	0,883	D_{10}	7,73	—	4,11	—	4,11
		—	2,30	0,848	D_{11}	7,80	—	4,10	—	4,10
		—	2,40	0,848	D_{12}	8,15	—	3,92	—	3,92
		—	2,52	0,875	D_{13}	8,82	—	3,62	—	3,62
		—	2,64	0,883	D_{14}	9,30	—	3,44	—	3,44
		—	2,75	0,891	D_{15}	9,85	—	3,20	—	3,20
	узкая	2,93	2,19	0,809	D_{40}	9,51	0,245	3,35	0,82	4,17
		3,10	2,27	0,857	D_{41}	10,60	0,224	3,00	0,75	3,75
		3,28	2,36	0,788	D_{42}	10,38	0,234	3,02	0,78	3,80
		3,50	2,47	0,788	D_{43}	11,00	0,224	2,90	0,75	3,65
		3,72	2,59	0,788	D_{44}	11,70	0,214	2,73	0,71	3,44
		3,95	2,71	0,799	D_{45}	12,60	0,202	2,53	0,57	3,20
		4,20	2,82	0,829	D_{46}	13,90	0,187	2,30	0,62	2,92

Усилия в раскосах определены по формуле:

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

$в_0$ - база на отметке, где приложена сила

продолжение таблицы № 7

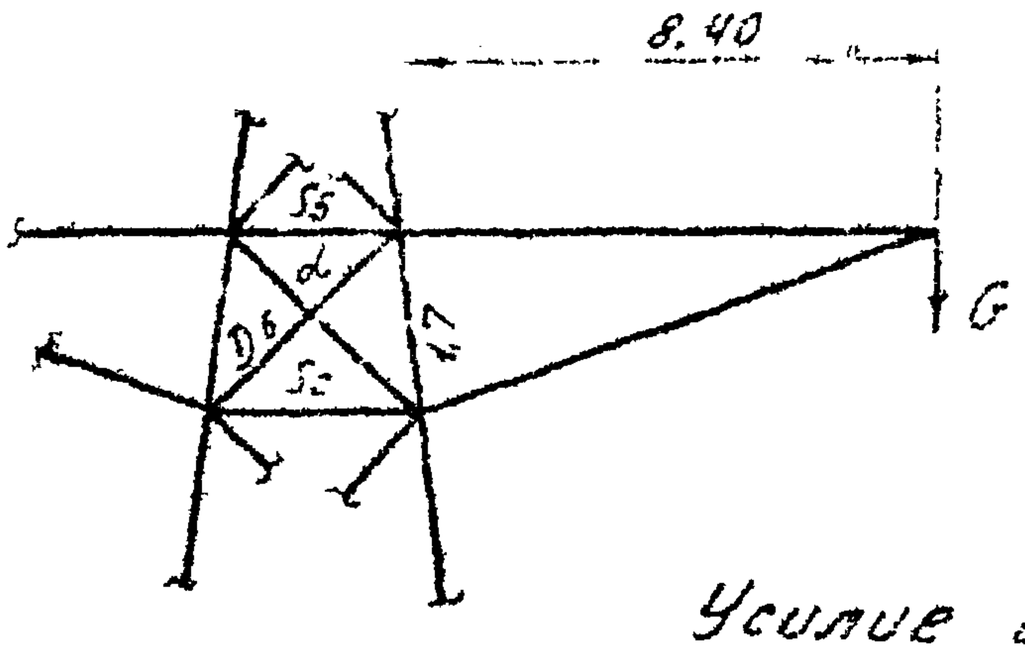
Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг)						3320		
		$в_ш$ (м)	$в_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обозн. раскосов	$4в\cos\beta$	$\frac{в_0}{4в_{уз}\cos\beta}$	$l_2 = 9{,}6$ м		
								От $M_{кр}$	От $S_п$	Σ
$в_р = 1{,}74$ м						$M_{кр}$ (тм)		31,9		
Нижняя секция	Широкая	—	2,88	0,914	D_{16}	10,57	—	3,02	—	3,02
		—	3,01	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

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

$в_0$ — база на отметке приложения силы

Расчет распоров ствола опоры ПС 330-Б при временной подвеске одной цепи.

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



$G = 5,95$ т

$\cos d = 0,819$

$M = 5,95 \times 8,40 = 50,0$ тм

Усилие в распорках:

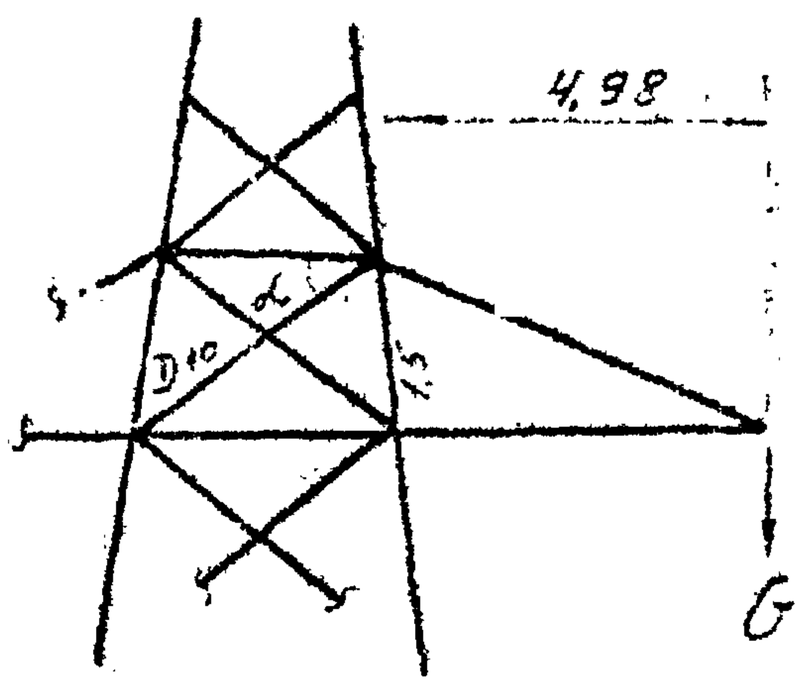
$S_2 = \frac{50,0}{1,7 \times 4} = -7,35$ т

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

Усилие в раскосе D5

$D_6 = \frac{7,35}{0,819} = 9,00$ т

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



$G = 5,95$ т

$\cos d = 0,903$

$M = 5,95 \times 4,98 = 29,6$ 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 опоры	S_n (кг)						3320		
								$\ell_1 = 5.6$; $\ell_2 = 9.5$		
		$b_ш$ (м)	$b_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обозн. раскос	$4b\cos\beta$	$\frac{b_n}{4b_{уз}\cos\beta}$	от $M_{кр}$	от S_n	Σ
$b_0 = 1{,}4$ м					$M_{кр}$ (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	3,48	0,95	4,43
		1,90	1,70	0,772	D_{29}	5,86	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					$M_{кр}$ (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

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

b_0 — плечо по отметке приложения силы S_n

Расчет усилий в раскосах ствола опоры ПС 330-6

Таблица № 8.

Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг)						3320		
		$b_ш$ (м)	$b_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обознач. раскос.	$4b\cos\beta$	$\frac{b_0}{4b_{из}\cos\beta}$	$\ell = 9.6$		
								ст $M_{кр}$	ст $S_п$	Σ
$b_0 = 1,84$ 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	0,883	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	0,246	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

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

b_0 – база на отметке приложения силы $S_п$

Расчет усилий в раскосах ствола опоры ПС 330-5

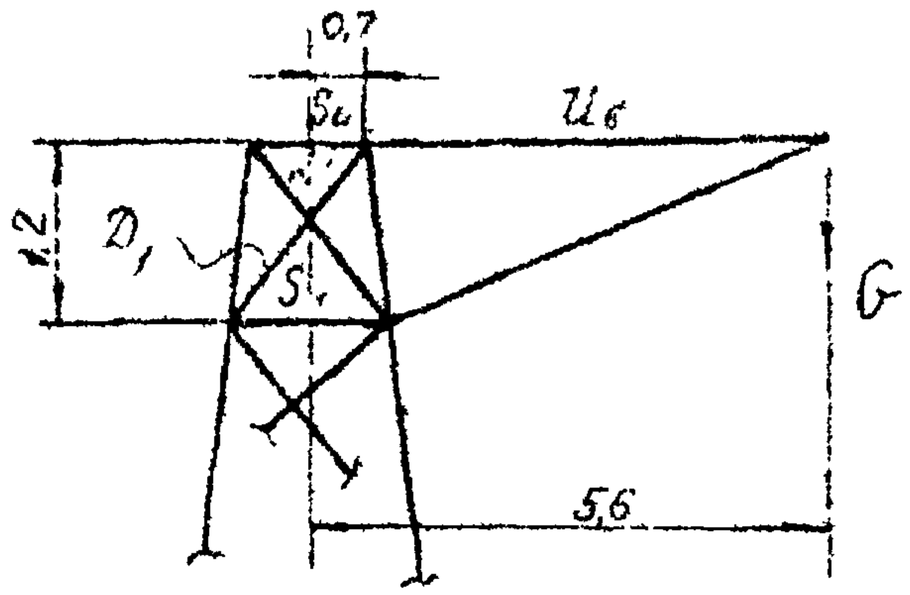
Таблица № 8

Секция	Ствол опоры	S_n (кг)						3320		
								$\ell = 9,6$		
		$B_ш$ (м)	$B_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обозн. раскос	$4B\cos\beta$	$\frac{b_o}{4B_{уз}\cos\beta}$	от $M_{кр}$	от S_n	Σ
$b_o = 1,84$ м							$M_{кр}$ (тм)	31,9		
Нижняя секция	Широкого	—	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
	Узкого	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	2,607
	Наклонная	—	3,30	0,866	D20	11,4	—	2,80	—	2,80
	Вертикальная	5,15	3,30	0,731	D46	15,0	0,191	2,12	0,635	2,755

b_o — база на отметке приложения силы S_n

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

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



сх. II, IV р.в. провода 2×АС0-400

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

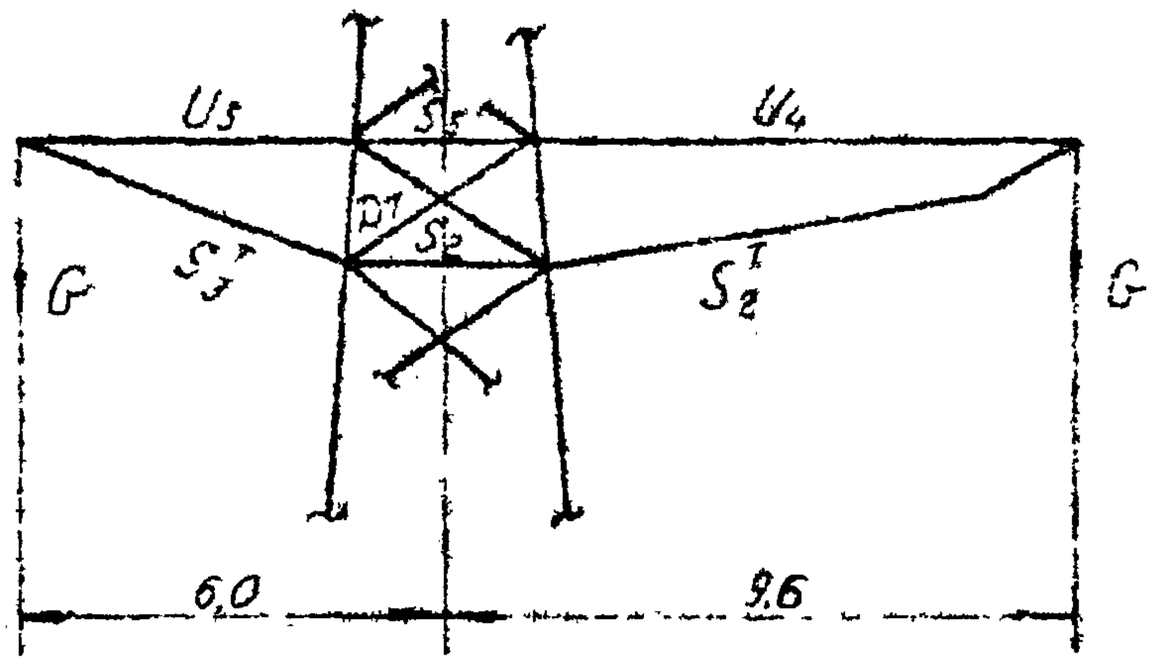
$G = 2{,}42m$

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

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

$U_5 = 17{,}43m$

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



Сх. II, IV р.в.

провода 2×АС0-400

$$S_5 = \frac{U_4}{2} + \frac{U_5}{2} - \frac{17{,}72}{2 \times 0{,}998} + \frac{15{,}97}{2 \times 0{,}916} = 8{,}86 + 8{,}2 = 17{,}06m$$

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

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

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

расчет траверс

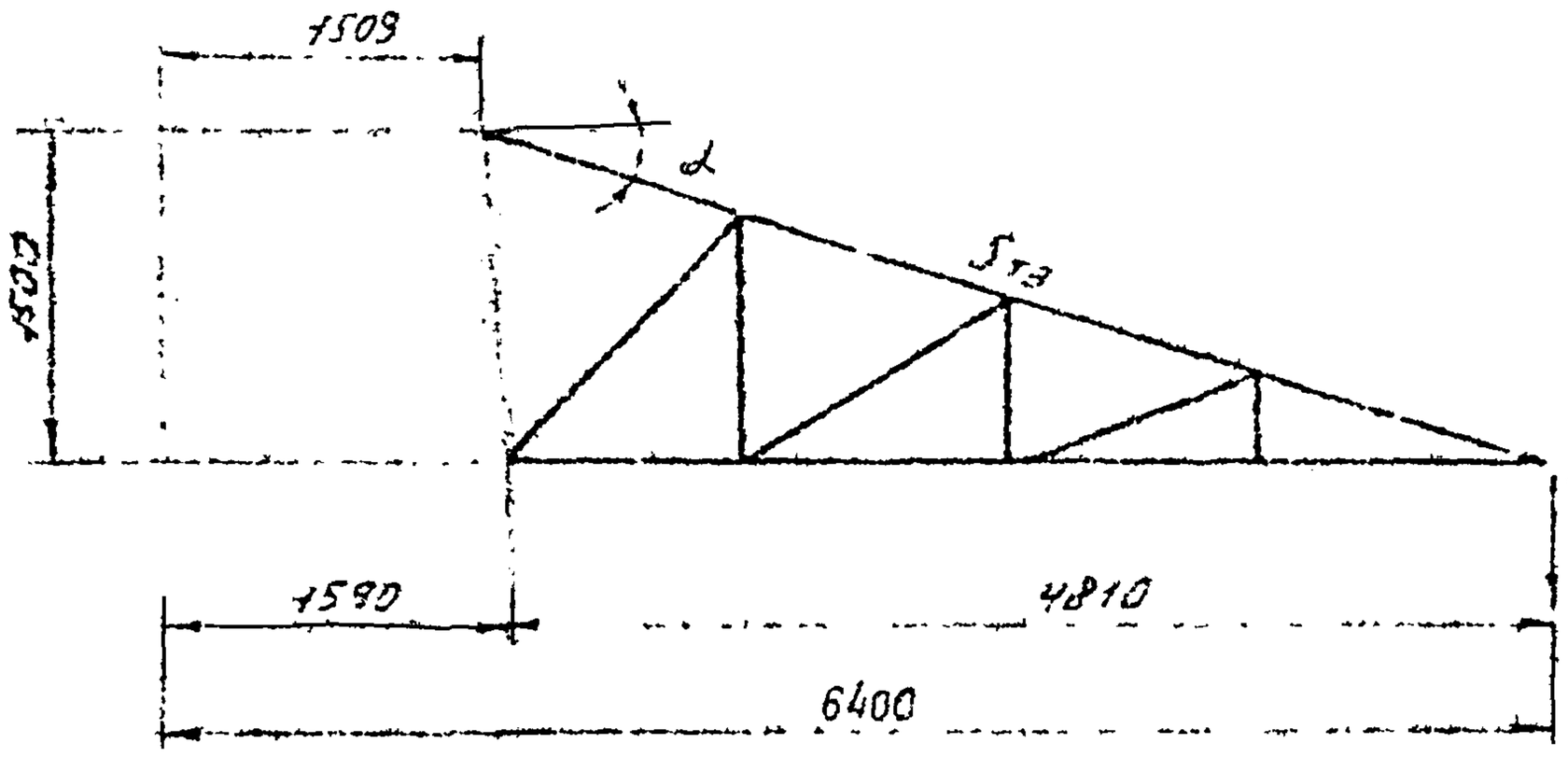
Нижняя траверса $\ell = 6.4$ м

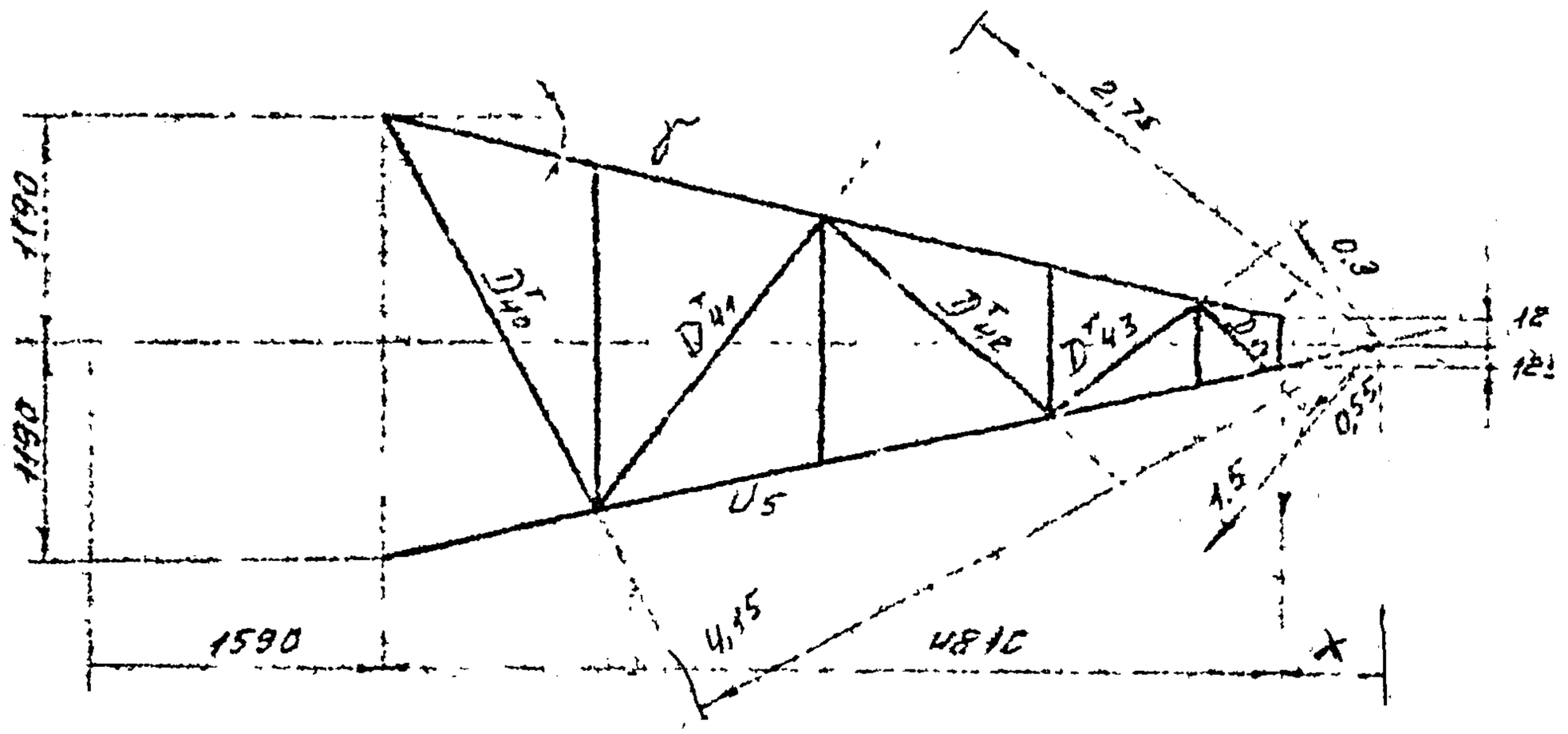
опора ПС 330-6

$$tg\,\alpha = \frac{1.5}{4.897} = 0,308 \qquad \cos\alpha = 0,956$$

$$tg\,\gamma = \frac{1.19 - 0,125}{4,81} = \frac{1,065}{4,81} = 0,222 \qquad \cos\gamma = 0,976$$

$$\frac{0,125}{x} = \frac{1065}{4,81} = \qquad X = 0,566\ м$$





Расчет пролета

Расчетный режим схема III, III р.к.у. провод 2×АСО-400

$S_n = 3,32$ т $G_{гр.} = 0,3$ т

$g_n = 1,5$ т $g_г = 0,14$ т $g_п = 0,15 \times 1,1 = 0,165$ 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

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

Расчет расходов нижней грани

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

$S_n = 3,32$ м $X = 0,565$ м $l_{пр} = 3,32 \times 0,565 = 1,88$ м

$D^г_{40} = \frac{1,88}{4,75} = 0,46$ м $D^г_{43} = \frac{1,88}{0,8} = 2,36$ м

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

$D^г_{42} = \frac{1,88}{1,5} = 1,25$ м

Усилие в поясе. Схема II; IV р-н головного провод 2×АС0-4

$g_n = 5,81$ т $g_г = 0,14$ т $P_п = 1,34$ т

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

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

~ 10,8 м.

Расчет матч

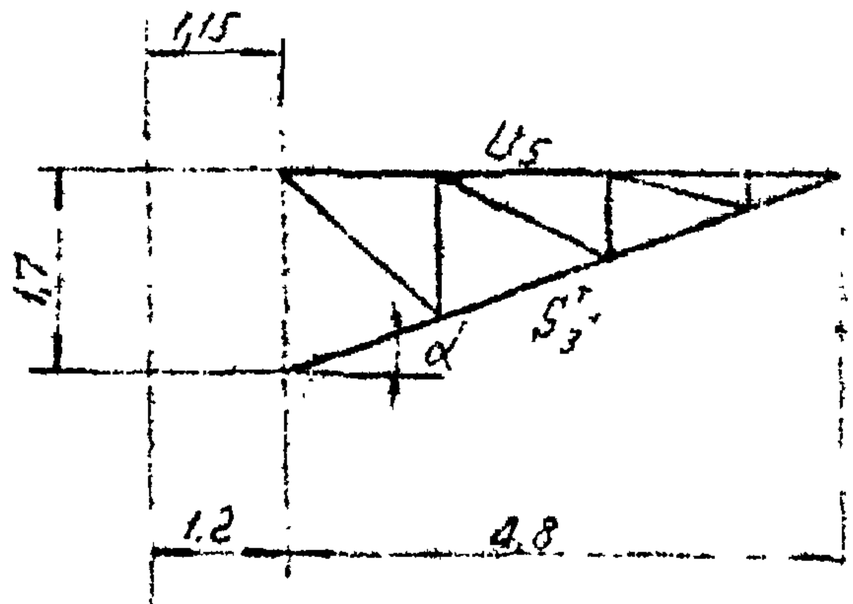
Схема II; IV р.к.у. Провод 2×АСО-400

$g_n = 5,81$ т $g_г = 0,14$ т $G_{гр} \equiv 0,3$ т

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

$$S^г_3 = \frac{3,05 \times 4,9}{1,5 \times 0,956 \times 0,976} = 10,7 \text{ м}$$

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

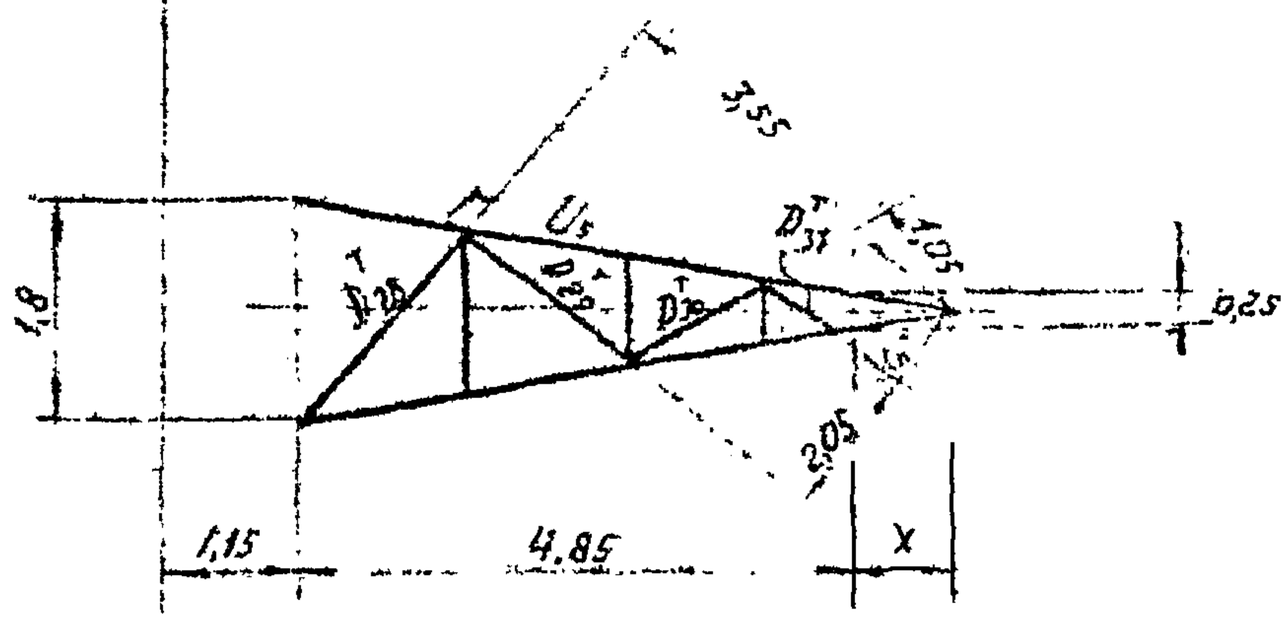


$$tg\,\alpha = \frac{1,7}{4,8} = 0,354$$

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

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

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



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

$$X = 0,785\,м$$

Расчет пояса

Схема III р к.у, пролёт 2×АСО-400

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

$G_{тр} = 0,4$ т

Суммарная вертикальная нагрузка

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

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

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

Расчет распосов верхней грани

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

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

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

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

Расчет подкоса

Схема II, IV р-ку провод. 2 × АСО-400

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

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

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

Усилие в поясе по схеме II, IV р.ку.

провод 2 × АСО - 400

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

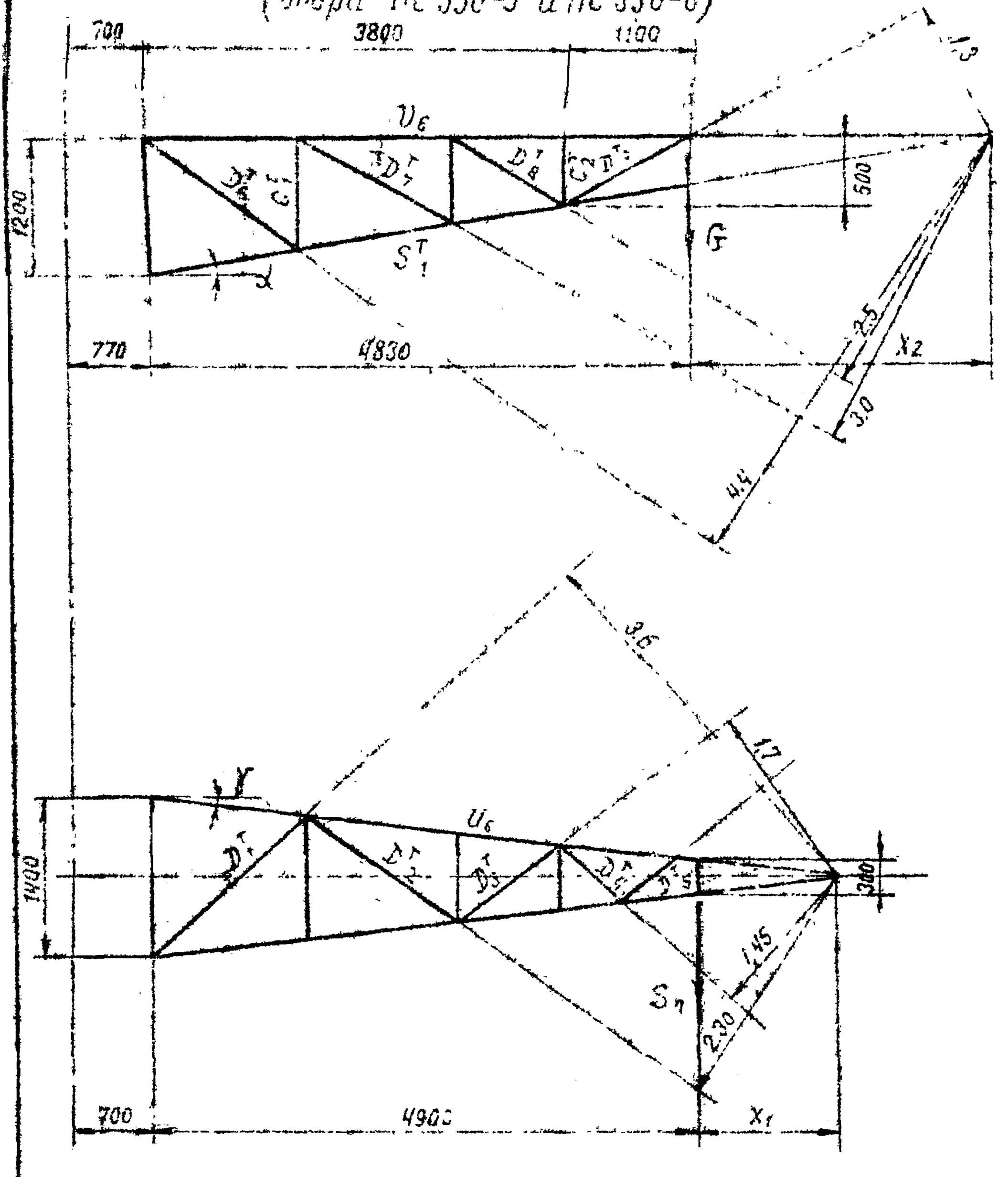
$$\sum G = 0,5 \times 6,495 + 0,5 \times 0,14 + 0,25 \times 0,4 = 3,42m$$

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

$= 9,9 + 0,73 = +10,63m.$

Верхняя трайверса $\ell = 5,6$ м

(опора ПС 330-5 и ПС 330-6)



$$\frac{X_2 + 1,1}{4,83 - 1,1} = \frac{0,6}{0,6}$$

$X_2 = 2,53$ м

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

$X_1 = 1,34$ м

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

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

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

$\gamma = 6°30'$ $\quad Cos\gamma = 0,993$

Расчет пояса

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

$S_n = 3,32\ м$ $g_n = 1,7\ м$ $g_n = 0,14\ м$, $g_n = 0,15 \times 1,1 = 0,165$

$C_{пр.} = 0,3\ м.$

$\Sigma C = 0,25 \times 1,7 + 0,5 \times 0,14 + 0,5 \times 0,165 +$

$+ 0,25 \times 0,3 = 0,658\ м$

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

$U_б = -11,7 + 2,7 = -9,0\ т$

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

$g_n = 6,495\ м$, $g_r = 0,14\ м$ $C_{пр} = 0,3\ м$ $P_n = 1,44\ м$

$\Sigma C = 0,5 \times 6,495 + 0,5 \times 0,14 + 0,25 \times 0,3 = 3,393\ м$

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

$= 14,63\ м$

Расчет раскосов боковой грани

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

$g_n = 6,495\ м$ $g_r = 0,14\ м$

$\Sigma C = 6,495 \times 0,5 + 0,5 \times 0,14 = 3,318\ м.$

$M = 3,318 \times 2,63 = 8,75\ тм$

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

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

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

Расчет подкоса

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

$l_п = 6,495$ м. $\quad q_п = 0,14$ м $\quad G_{гр.} = 0,3$ м

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

$$S_1^I = \frac{3,393 \times 4,83}{1,2 \times 0,981 \times 0,993} = 14,0 \text{ м}$$

Расчет раскосов верхней грани

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

$S_п = 3,32$ м, $\quad x = 1,34$ м, $\quad M = 3,32 \times 1,34 = 4,45$ м.

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

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

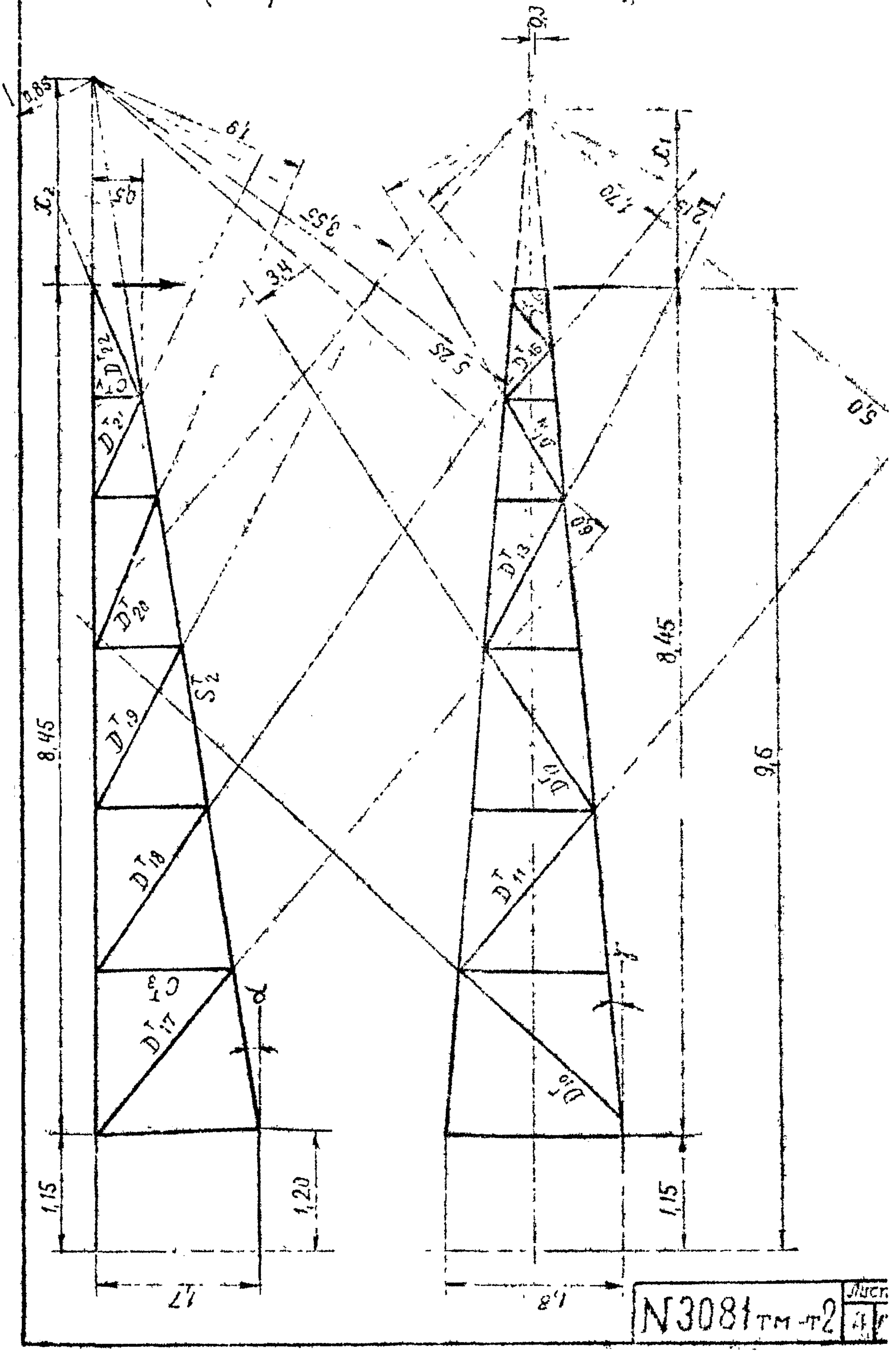
$$D_3^I = \frac{4,45}{1,7} = 2,62 \text{ м}.$$

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

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

Средняя траверса ℓ = 9,6 м

(опоры ПС 330-5 и ПС 330-6)



$$tg\alpha = \frac{1,7 - 0,5}{8,45 - 1,1} = \frac{1,2}{7,35} = 0,163 ; \quad \alpha = 9°18' \quad Cos\alpha = 0.987$$

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

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

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

Расчет пояса

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

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

$g_л = 0,15 \times 1,1 = 0,165\ m$ $\quad C_{гр} = 0.4m$

Суммарная вертикальная нагрузка на сжатый пояс

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

$$U_4 = \frac{3,32 \times 8,45}{1,8 \times 0,995} + \frac{0,628 \times 8,45}{1,7 \times 0,987} = -15,7 + 3,2 = -12,5t$$

$$U_4 = 15,7 + 3,2 = 18,9t$$

Расчет раскосов верхней грани

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

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

$$D_{10}^{т} = \frac{5,6}{6,7} = 0,84m \qquad D_{m}^{т} = \frac{5,6}{1,70} = 3,3m$$

$$D_{11}^{т} = \frac{5,6}{5,0} = 1,12m \qquad D_{15}^{т} = \frac{5,6}{1,70} = 3,3m$$

$$D_{12}^{т} = \frac{5,6}{3,4} = 1,65m. \qquad D_{16}^{т} = \frac{5,6}{1,46} = 3,84m$$

$$D_{13}^{т} = \frac{5,6}{2,15} = 2,6m.$$

Расчет подвески

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

$g_п = 5,81 m$, $g_г = 0,14 m$, $G_{гр} = 0,4 m$,

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

$$S_c^I = \frac{3,07 \times 8,4}{1,7 \times 0,987 \times 0,990} = 15,6 m.$$

Усилие в поясе

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

$g_п = 5,81 m$, $g_г = 0,14 m$, $G_{гр} = 0,4 m$, $P_п = 1,34 m$

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

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

Расчет расходов опорных узлов

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

$g_п = 5,81 m$, $g_г = 0,14 m$; $m = 2,97 \times 1,95 = 5,8 тт$

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

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

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

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

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

Схема II, IV р.к.у. провод 2×АСО-400

$g_п = 5,490$ т $g_г = 0,14$ т $G_{тр} = 0,4$ т $P_п = 1,44$ т

$$\Sigma G = 0,5 \times 6,495 + 0,5 \times 0,14 + 0,25 \times 0,4 = 3,42 \text{ т}$$

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

Расчет пасынка

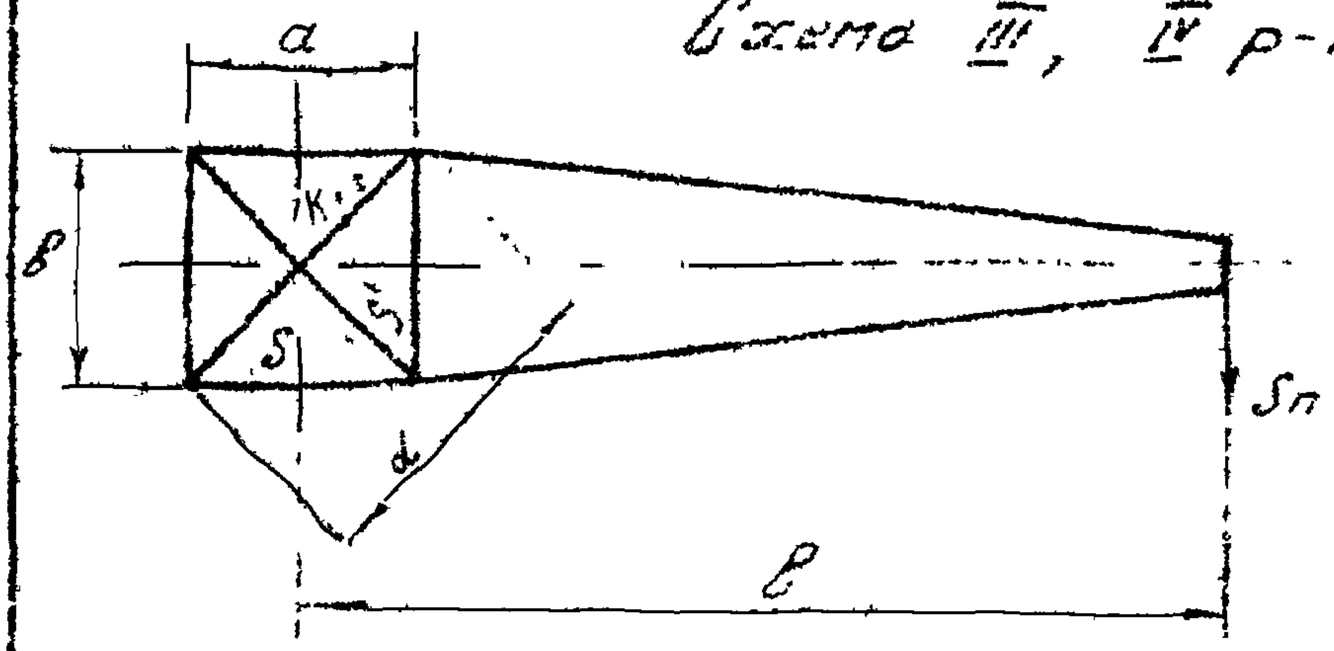
Схема II, IV р.к.у. провод 2×АСО-400

$\Sigma G = 3,42$ т $P_п = 1,44$ т

$$S_2^т = \frac{3,42 \times 8,4}{1,7 \times 0,986 \times 0,996} = 17,1 \text{ т.}$$

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс опоры ПО330-6

Схема III, IV р-н гололёда



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

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

Верхняя траверса ($\ell = 5{,}6$ м)

$a = 1{,}52$ м; $b = 1{,}46$ 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; $b = 1{,}74$ 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 проверка ($l = 6,4$ м)

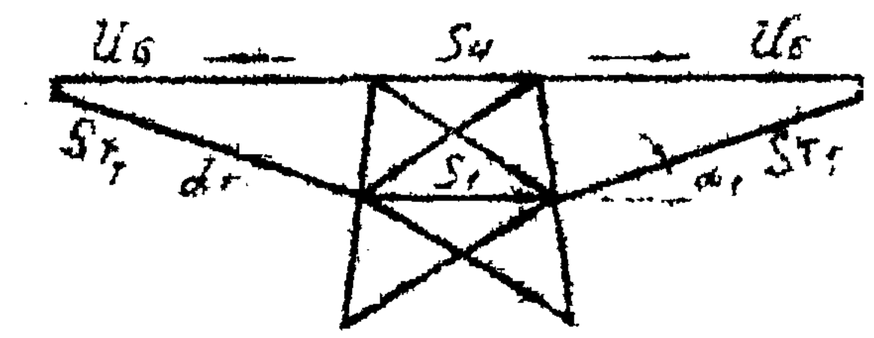
$a = 2,909$ м; $b = 2,167$ м; $d = 3,627$ м; $l = 6,4$ м

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

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

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

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

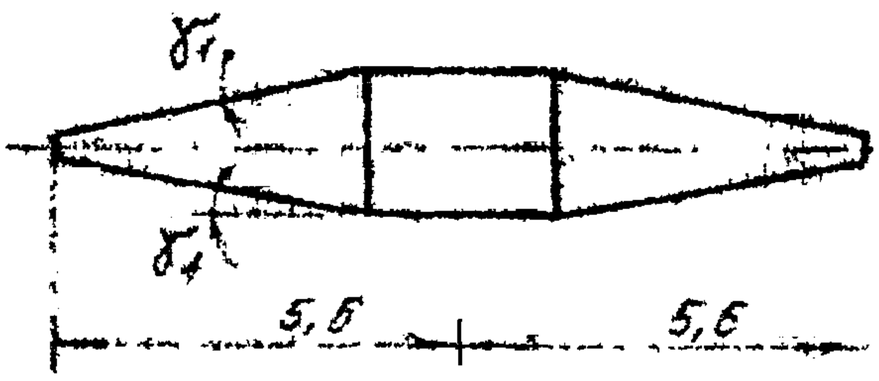


$\cos \alpha_1 = 0,985$

$\cos \beta_1 = 0,992$

$S_{r1} = -14,0\ т$

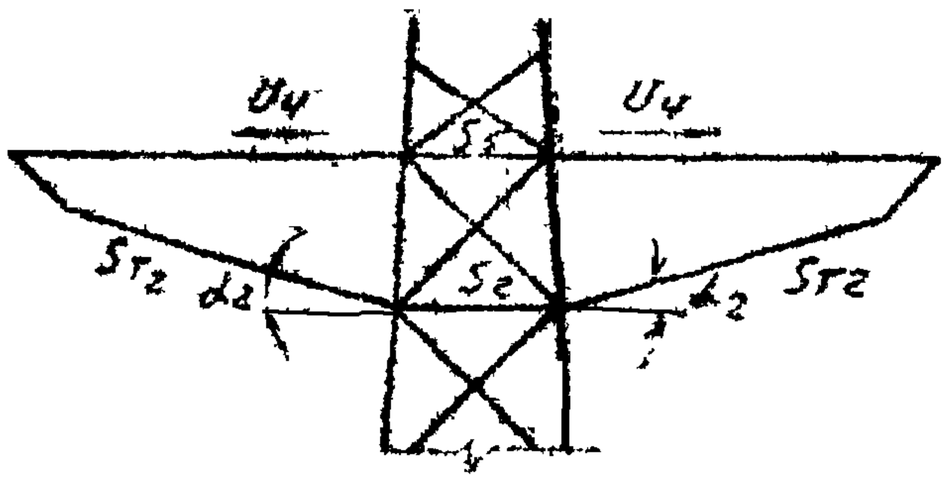
$U_б = +14,63$ м



$S_н = 14,0 \times 0,992 = +13,9$ т

$S_1 = 14,63 \times 0,985 = -14,3$ т

Пролет $l = 9,6$ м

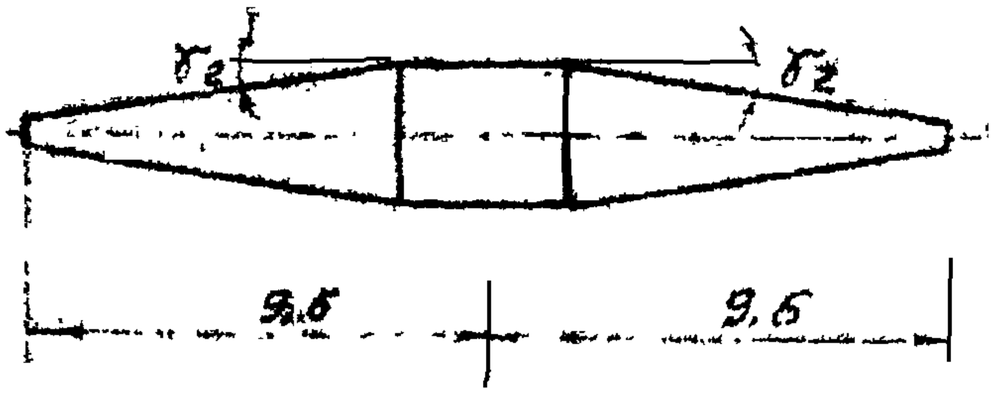


$\cos \alpha_2 = 0,986$

$\cos \beta_2 = 0,996$

$S_{r2} = -15,6\ т$

$U_н = +15,97$ м

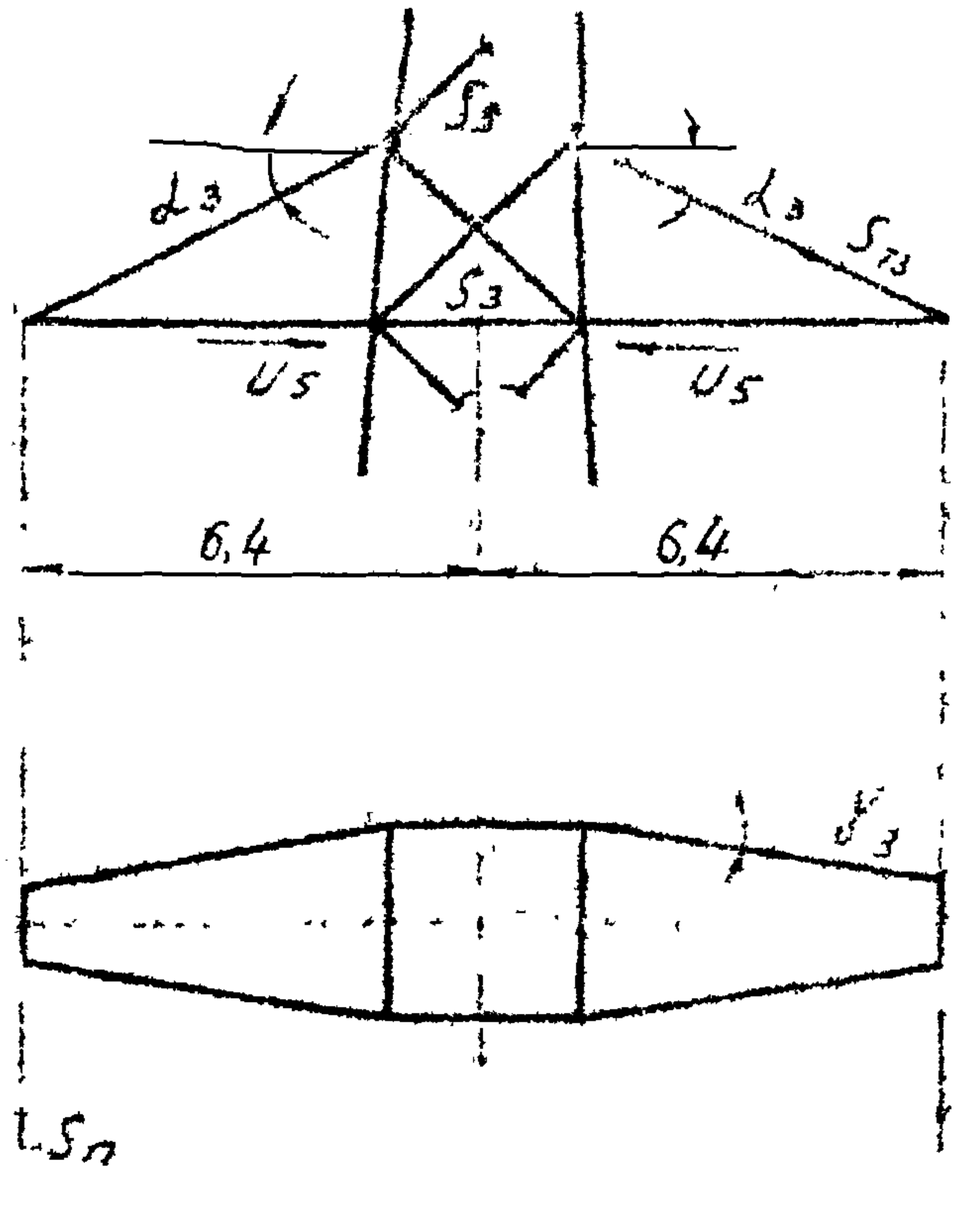


$S_2 = 15,6 \times 0,986 \times 0,996 =$

$-15,3$ т

$S_5 = 15,97 \times 0,996 = +15,9$ т

Прогон $\ell = 5,4$ м



$\cos \alpha_3 = 0,956$

$\cos \gamma_3 = 0,976$

$S_{T3} = 10,7$ т

$U_5 = 10,8$ т.

$S_6 = 10,7 \times 0,955 \times 0,975 =$

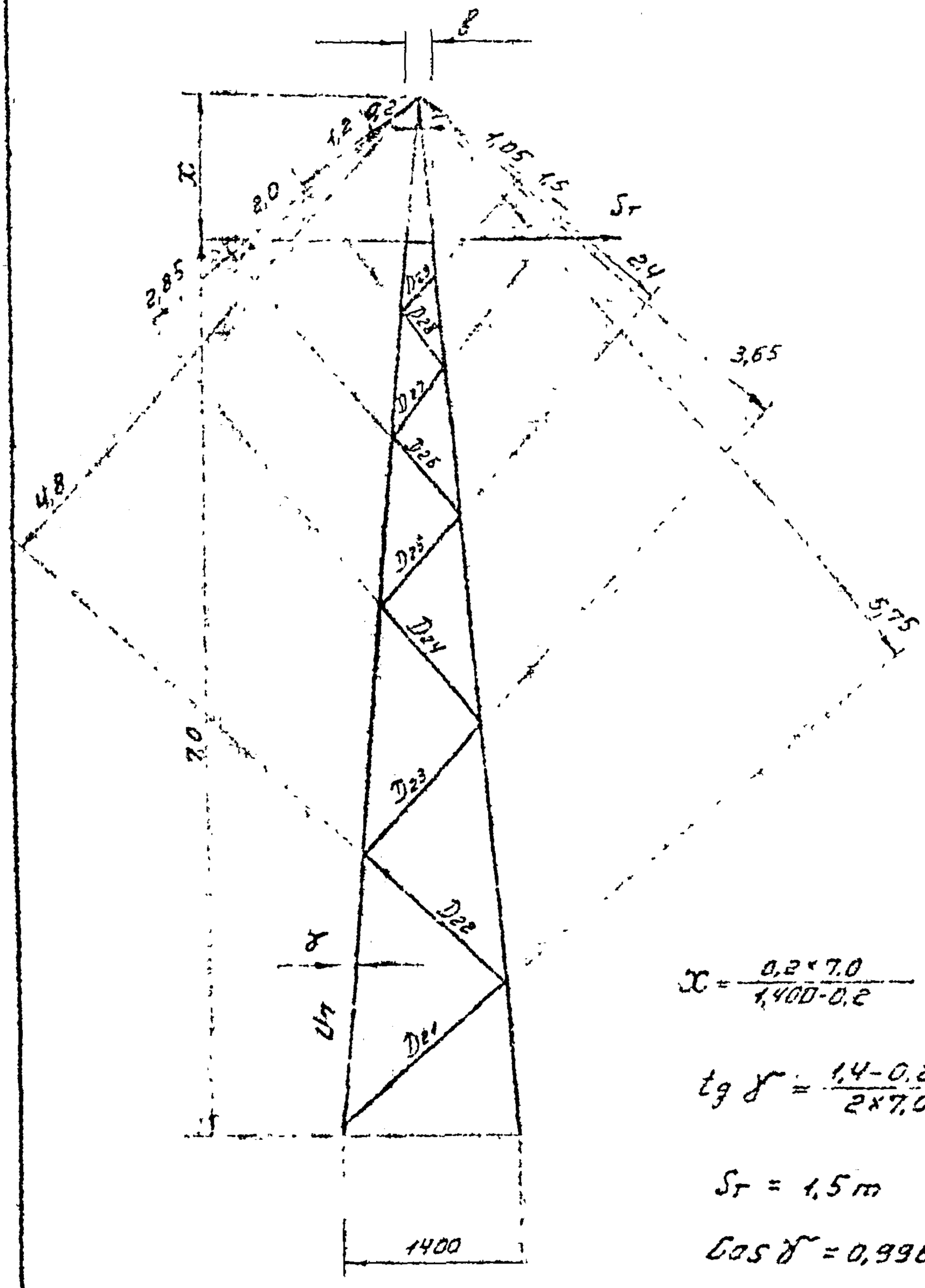
$= +10,0$ т

$S_3 = 10,8 \times 0,975 =$

$= -10,5$ т

Расчет тросостойки

H = 7,0 м



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

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

$S_т = 1,5\ т$

$Cos\ \gamma = 0,996$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

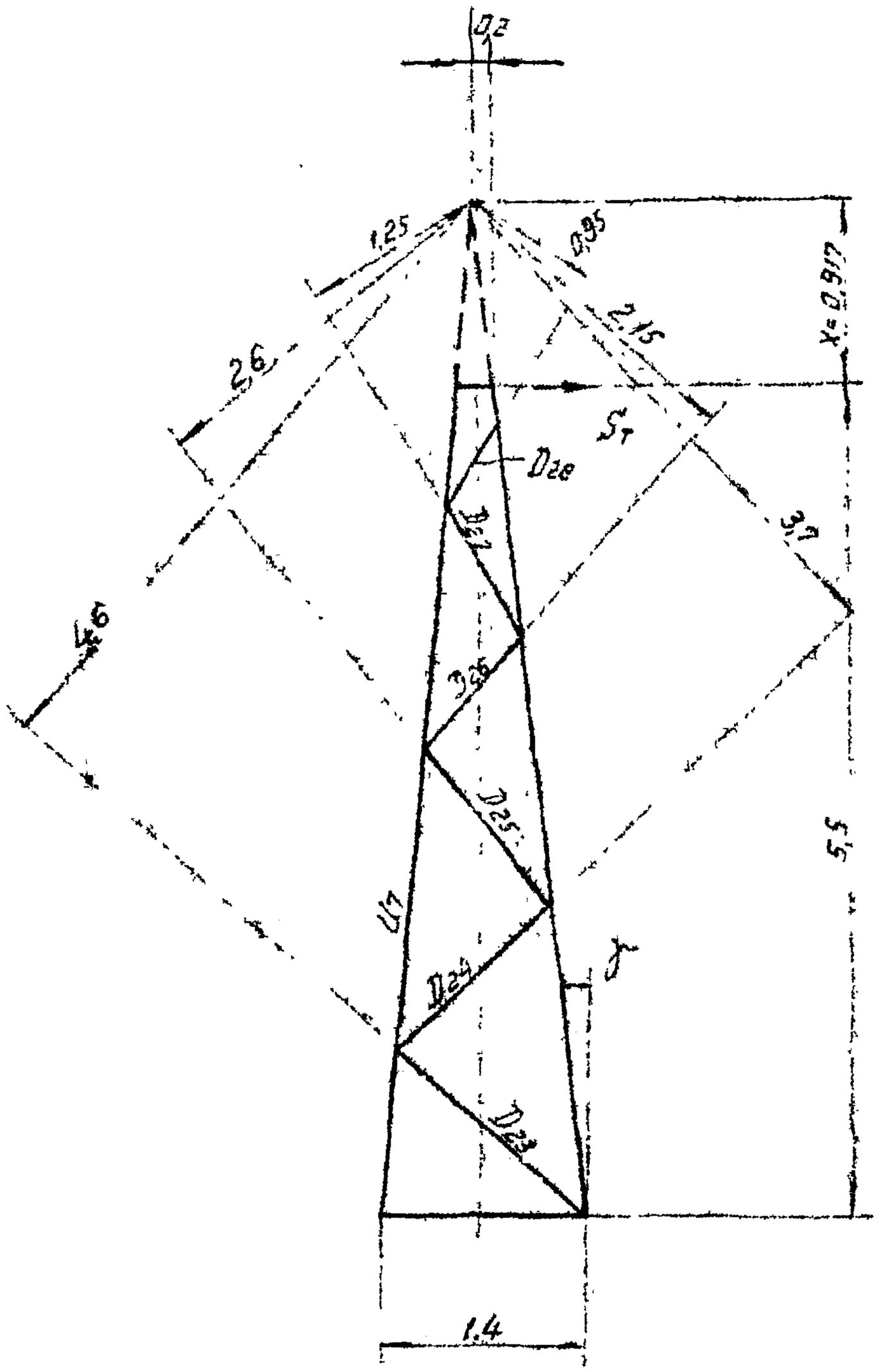
$$D_{22} = \frac{1{,}75}{2 \cdot 4{,}8} + \frac{0{,}75 \times 1{,}165}{2 \cdot 0{,}2 \times 4{,}80} = 0{,}54 \text{ т}$$

$$D_{21} = \frac{1{,}75}{2 \times 5{,}75} + \frac{0{,}75 \times 1{,}145}{2 \cdot 0{,}2 \times 5{,}75} = 0{,}53 \text{ т}$$

N 3081 ТМ-Т2 | Лист 79 | 171

Расчет тросостойки

$H = 5{,}5$ м



$\gamma = 6°12'$

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

$$Cos\gamma = 0{,}994$$

Расчет пояса

Схема IV, I р-н гололеда

Усилие в поясе

$S_T = 1{,}5$т $\quad g_T = 380$кг $\quad G_{пр} = 0{,}25$т

$M_1 = 1,5 \times 5,5 = 8,25$тм

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

$$U_7 = \frac{8,25 + 0,12}{2 \times 1,4 \times 0,994} + \frac{0,44}{4 \times 0,994} = 3,0 + 0,11 = 3,11\text{т}$$

Усилия в расксах

Схема $\underline{IV}; \underline{IV}$ 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

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

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

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

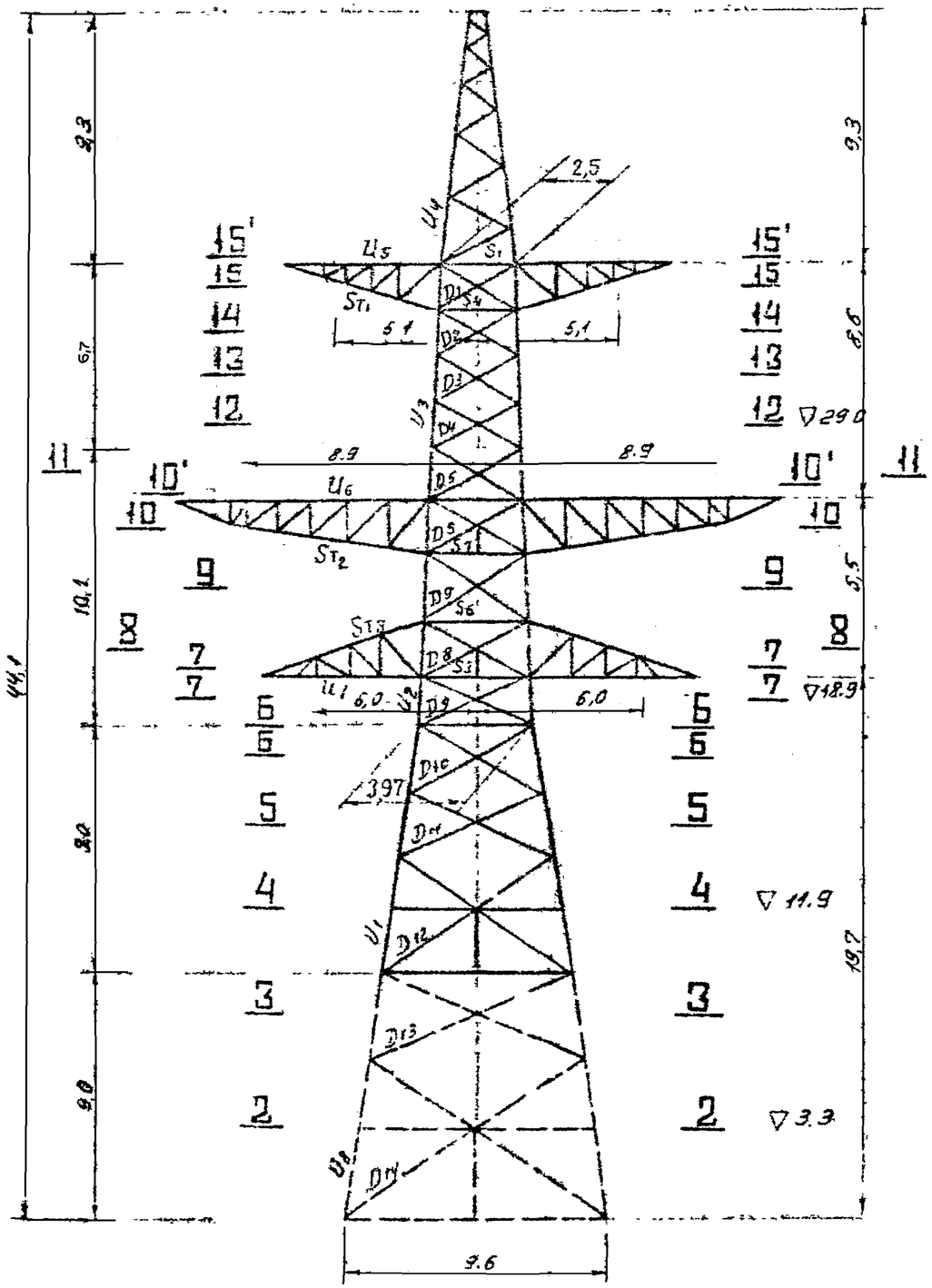
$$D_{25} = \frac{1,38}{2 \times 2,6} + \frac{0,75 \times 0,917}{2 \times 0,2 \times 2,6} = 0,27 + 0,66 = 0,99\text{т}$$

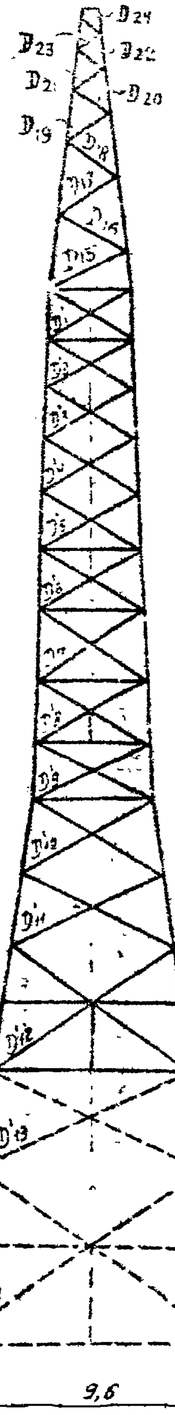
$$D_{26} = \frac{1,38}{2 \times 2,15} + \frac{0,75 \times 0,917}{2 \times 0,2 \times 2,15} = 0,32 + 0,8 = 1,12\text{т}$$

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

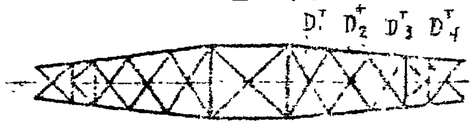
$$D_{28} = \frac{1,38}{2 \times 0,95} + \frac{0,75 \times 0,917}{2 \times 0,2 \times 0,95} = 0,73 + 1,81 = 2,54\text{т}$$

УС 330-2

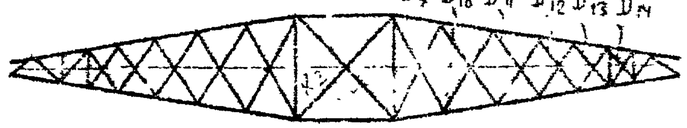




15'-15

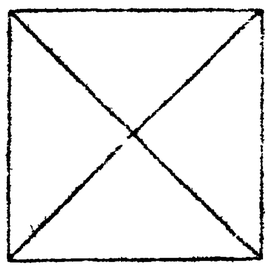


10'-10'

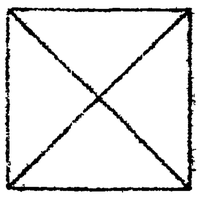


7'-7'

2-2



4-4



6'6'

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

Таблица N

Наименован. секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор $C_x \cdot \Gamma$ $q_0 \cdot f_{кг}/м^2$	Площадь элементов фермы $\Sigma f_{ш}$ ($м^2$)	Площадь на контуру S ($м^2$)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_{ш}}{S}$	Аэродинамич. коэффициент плоскости фермы $C_ф = C_0 \cdot \varphi = 1{,}4\varphi$	η при $\frac{b}{h} = 1$	Аэродинам. коэффициент пространств. фермы $C_{пр} = C_ф (1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без коэффициента динамичности. Ветер II траверсе $P = q_0 \cdot C_{пр} \cdot S$ (кг)		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэффициента динамичности $\beta = 1{,}35$ и коэфф. перегрузки n	
										Сх. I	Сх. II	$n = 1{,}2$ сх. I	$n = 1{,}0$ сх. II
Верхняя траверса	5,8; 1,0; 34,0	1,64	82	1,52	4,65	0,326	0,456	0,63	0,745	2×130 2) (285)	2×35 2) (70)	2×210	2×50
Средняя траверса	9,4; 3,0; 25,2	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	20,7; 3,0; 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
Просветная	7,2; 39,45; 9,3; 2,5	1,73	89	2,28	12,5	0,183	0,256	0,875	0,48	535	135	865	185
Верхняя секция	2,5; 31,45; 6,7; 3,1	1,6	80	4,4	18,7	0,236	0,33	0,78	0,59	880	220	1420	300
Средняя секция	3,1; 11,05; 10,1; 4,1	1,41	70	8,22	36,4	0,226	0,316	0,8	0,57	1450	365	2350	490
Нижняя секция	4,1; 3,5; 9,0; 6,0	1,0	50	7,8	48,5	0,161	0,226	0,91	0,43	1040	260	1690	350
Нижняя секция	6,0; 1,5; 9,0; 9,34	1,0	5,0	9,0	72	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 $\frac{кг}{м^2}$ 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 $P_{тр}$

N3081тм-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			Схемы 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_{II}	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$		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 нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	
12-12 ▼29,0 B=3,0 Cosγ=0,999	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 $M_{W_{II}}$=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	$M_{W_{II}}=\frac{13,32}{4,8}=2,77$	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 $M_{H\,y}$=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
	$U_4=\frac{191,1+13,32}{2\times3,0\times0,999}+\frac{15,325}{4\times0,999}=34,0+3,82=37,82$ т			$U_4=\frac{229,0+2,77}{2\times3,0\times0,999}+\frac{25,06}{4\times0,999}=38,5+6,25=44,75$ т			$U_4=\frac{168,8\times61,0}{2\times3,0\times0,999}+\frac{22,155}{4\times0,999}=38,4+5,55=43,96$ т		
7-7 ▼18,9 B=3,9 Cosγ=0,999	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 2×15,98×7,3=220,0 2×15,06×0,8=24,0 94,0 813,0	$M_{W_{II}}=\frac{32,065}{4,8}=6,65$	25,06 4×6,69=26,76 0,66×10,1 6,55 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=105,2 166,0	22,155 6,69×4=26,800 0,66×10,1=6,650 55,605
	$U_3=\frac{628,0+55,19}{2\times3,9\times0,999}+\frac{32,065}{4\times0,999}=87,6+8,0=95,6$ т			$U_3=\frac{813,0+6,65}{2\times3,9\times0,999}+\frac{58,47}{4\times0,999}=1040+14,62=118,62$ т			$U_3=\frac{578+166}{2\times3,9\times0,999}+\frac{55,6}{4\times0,999}=95,1+13,9=109,0$ т		
4-4 ▼11,3 B=6,6 Cosγ=0,989	616,0 71,25×7,6=540,0 M_{II}=1178	55,19 6,105×7,6=46,40 1,69×2,2=3,71 7,795 105,30	32,065 0,66×7,5=5,00 37,065	813,0 94,01×7,6=715,0 1528,0	$M_{W_{II}}=\frac{105,3}{4,8}=22,0$	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
	$U_2=\frac{1178+105,3}{2\times6\times0,989}+\frac{37,065}{4\times0,989}=108+9,3=117,3$ т			$U_2=\frac{1528,0+22,0}{2\times6\times0,989}+\frac{63,47}{4\times0,989}=1295+16=145,5$ т			$U_2=\frac{1103+245}{2\times6\times0,989}+\frac{60,605}{4\times0,989}=114+15,3=129,3$ т		
2-2 ▼3,3 B=8,5 Cosγ=0,989	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 2221,0	$M_{W_{II}}=\frac{169,9}{4,8}=35,4$	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
	$U_1=\frac{1748+169,9}{2\times8,5\times0,989}+\frac{42,3}{4\times0,989}=114+10,7=124,7$ т			$U_1=\frac{2281+35,4}{2\times8,5\times0,989}+\frac{68,7}{4\times0,989}=1360+17,3=153,3$ т			$U_1=\frac{1657+329,2}{2\times8,5\times0,989}+\frac{65,835}{4\times0,989}=118,0+16,6=134,6$ т		

Примечание

1 Максимальное тяжение в тросе в I-II районах гололеда σ_1=40 кг/см² (см расчет 3080 тм-т 5 листы 41/53);
в III-IV районах гололеда σ_1=30 кг/см², нагрузки на провода и тросы см. расчет 3080 тм-т 5 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	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонту	$Cos\beta$	$2Cos\beta$	$\frac{Mu}{в}tg\gamma$	$4вCos\beta$	Усилия в раскосах (т): $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{Mu}{в}tg\gamma}{2Cos\beta}$	$D'' = \frac{Mкр}{4вCos\beta}$	$D = D' + D''$
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	(6,69-3,78)×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°	0,856	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 ось м траверс Схема III, концевая, IV р-он гололеда $\alpha = 0°$

Таблица N

Элемент (N) отправочная марка	Изгибающие моменты (тм) От тяжения провода, троса.	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. эл-та	База в° "(м)	tgγ	Угол наклона раскоса к горизонтали β	Cosβ	2Cosβ	$\frac{M_u}{в}tgγ$	4вCosβ	Усилие в раскосах $D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_u}{в}tgγ / 2Cosβ$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4вCosβ}$	$D = D' + D''$
15-15 ▽34,0	3,3×2,3 = 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	0,72	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 = 54,7 / 36,0 / 90,7	15,3	61,2	D'_3	2,85	0,05	31°	0,857	1,71	1,59	3,75	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 / 26,3 / 146,0	15,3	61,2	D'_5	3,20	0,05	31°	0,857	1,71	2,32	10,3	3,12	5,62	8,74
10-10 ▽25,2	3,3×16,9 = 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	8,32	9,26	18,08
9-9 ▽22,95	3,3×2,25 = 304,5 / 85,5 / 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 ▽16,95	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	16,2	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, $\alpha = 0^\circ$

Провода 2×АСО-400

$S_n = 13,9$ т

$P_n = 0,67$ т

$0,5g_{n_1} + g_. = 0,5 \times 1,37 + 0,5 \times 4,44 + 3,88 = 3,78$ т

$G'_{тр} = 0,5$ т

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

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

$= -31,4 + 7,85 - 0,33 = -23,88$ т

$U_6 = 31,4 + 7,85 + 0,33 + 39,58$ т

Расчет подкоса

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

$g_n = 6,69$ т $\quad G'_{тр} = 0,5$ т

$G = 0,5 \times 6,69 + 0,25 \times 05 = 3,48$ т

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

Расчет раскосов нижней грани

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

Провода 2×АСО-400

$S_n = 13,9$т $\quad x_1 = 3,42$м

$M_{изг} = 13,9 \times 3,42 = 47,5$тм

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

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

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

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

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

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

Расчет распоров боковых граней

Схема II, IV р-н гололёд $\alpha = 0^\circ$

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

$x_2 = 3{,}0$ м

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

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

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

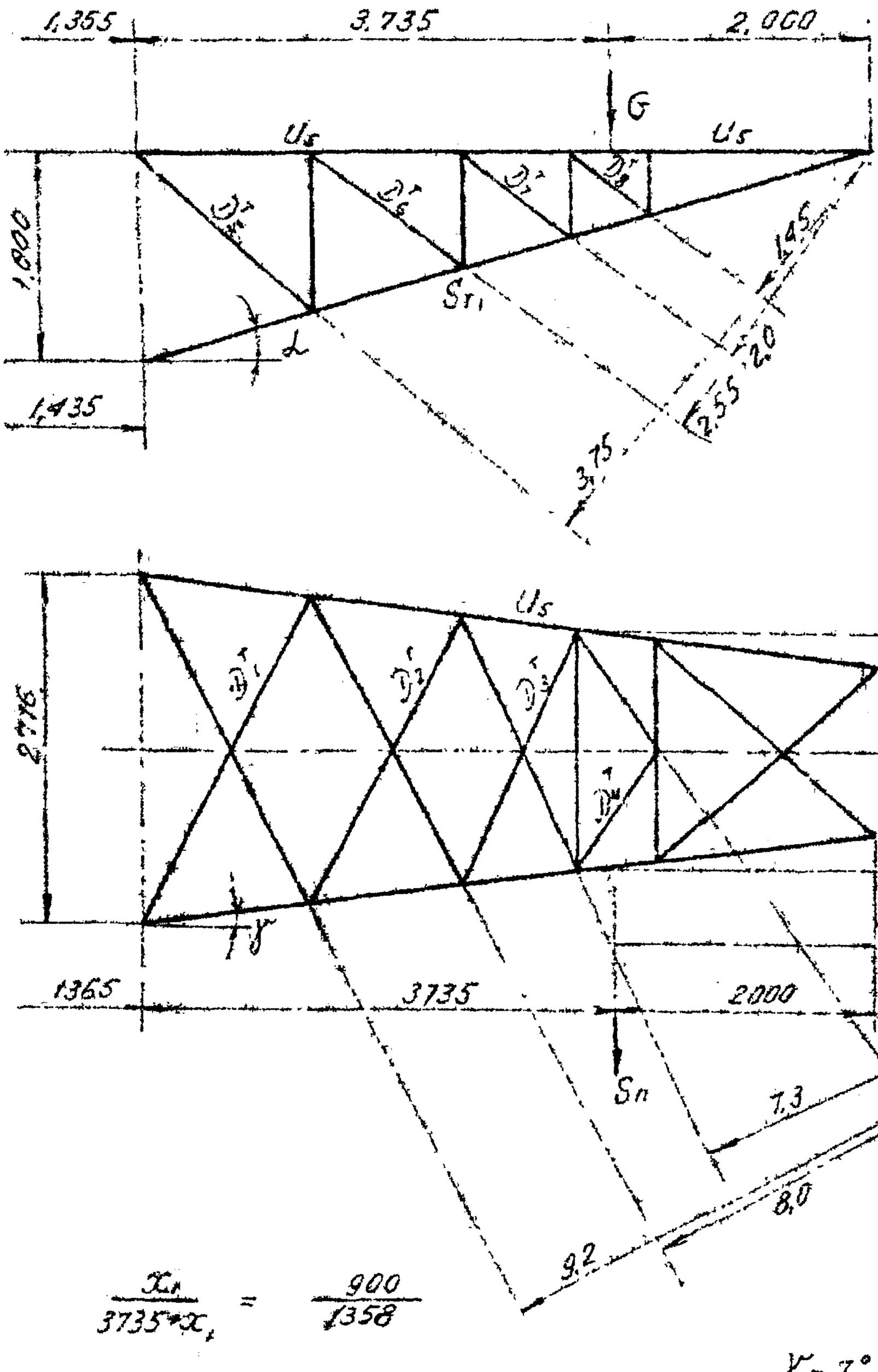
$$D^{т}_{17} = \frac{9{,}4}{3{,}46} = 2{,}73\,т$$

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

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

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

Верхняя траверса $\ell = 5.1$ м



$$\frac{x_п}{3735 - x_1} = \frac{900}{1358}$$

$$1358 x_1 - 900 x_1 = 3350000$$

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

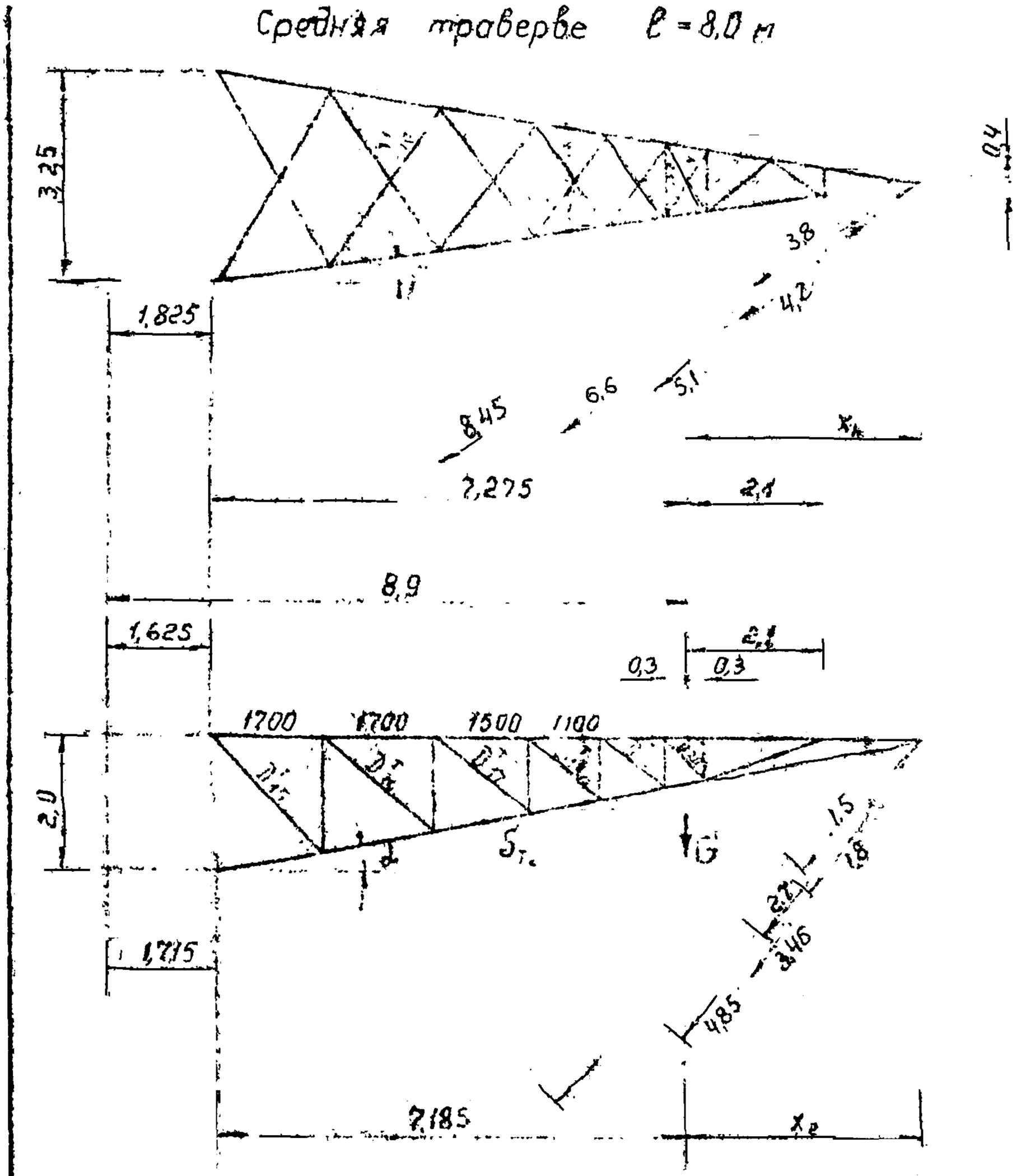
$$tg\gamma = \frac{1358 - 0{,}9}{3{,}735} = 0{,}123$$

$\gamma = 7°$

$Cos\gamma = 0{,}992$

N3081ТМ-Т2.

Средняя траверса $\ell = 8{,}0$ м



$$\frac{x_2}{7{,}275-0{,}3+x_2} = \frac{0{,}6}{2{,}0}$$

$$6{,}975 \times 0{,}6 + 0{,}6\,x_2 = 2x_2$$

$$1{,}4\,x_2 = 4{,}18$$

$$x_2 = 3{,}0$$

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

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

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

$$\frac{x_1-2{,}1}{7{,}275+x_1} = \frac{0{,}2}{1{,}625}$$

$$1{,}455 + 0{,}2x_1 = 1{,}625\cdot x_1 - 3{,}4$$

$$x_1 = \frac{4{,}855}{1{,}425} = 3{,}42\text{ м}$$

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

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

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

$$tg\alpha = \frac{1,6}{5,735} = 0,279 \qquad \alpha = 15^{\circ}36' \qquad Cos\alpha = 0,963$$

Расчет пояса

Схема II, концевая, IV р-н гололеда

$\alpha = 0^{\circ}$; Провод 2 × АСО-400

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

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

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

$$= -19,3 + 5,17 - 0,33 = 14,46\text{т}$$

$$U_5 = +19,3 + 5,17 + 0,33 = +24,8\text{т}$$

Расчет подкоса

Схема II; IV р-н гололеда, $\alpha = 0^{\circ}$ Провод 2×АСО-400

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

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

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

Расчет оскосов верхней грани

Схема II концевая, IV р-н гололеда

$\alpha = 0^{\circ}$; $\quad S_п = 13,9$т Провод 2 × АСО-400

$x = 7,32$м

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

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

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

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

Расчет оттяжек боковых граней

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

Провода 2×АСО-400

$g_п = 7{,}375$ т $G_{тр} = 0{,}5$ т $x_2 = 2{,}0$ м

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

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

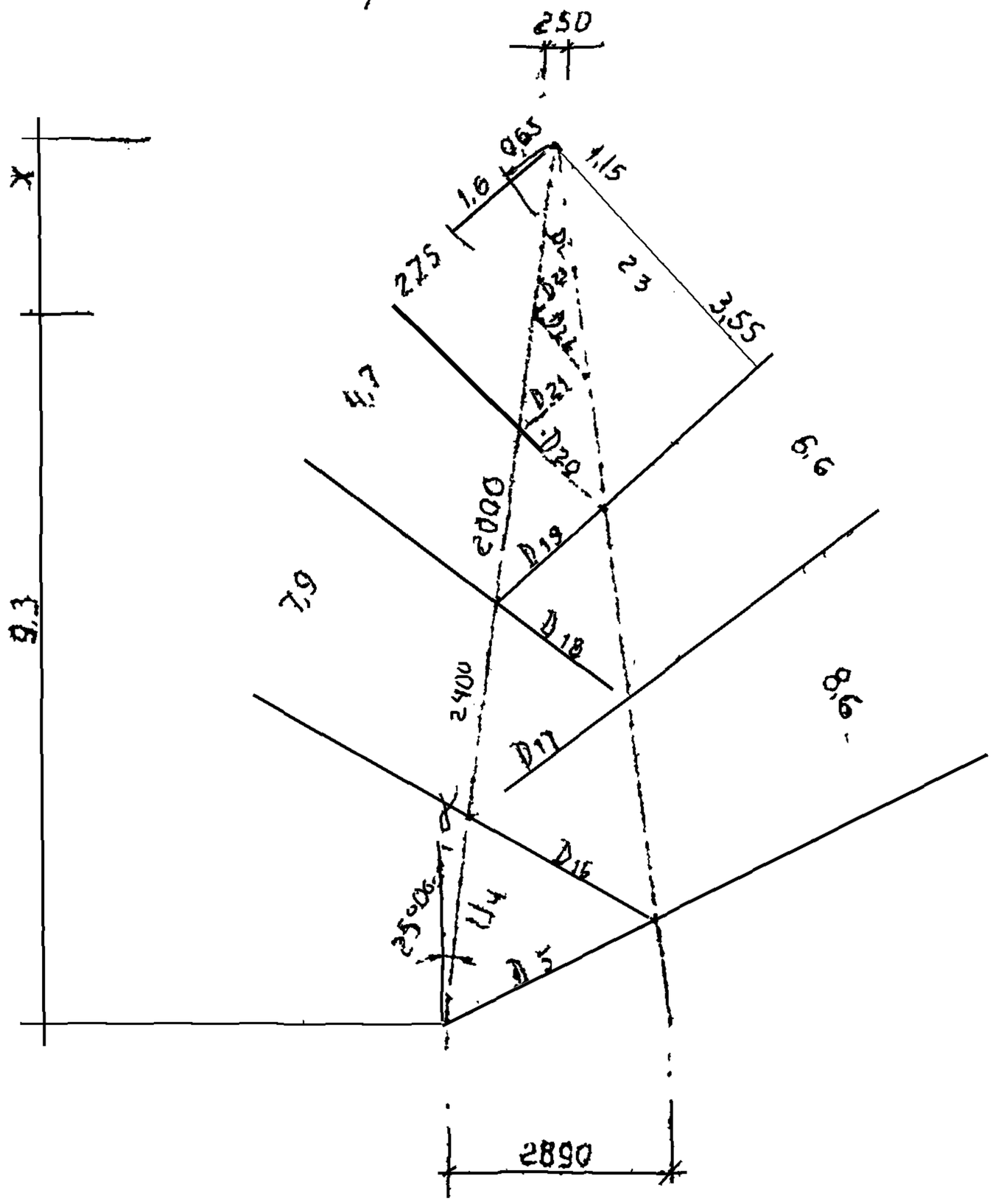
$$D_5^т = \frac{7{,}64}{3{,}75} = 2{,}07\text{т}$$

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

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

$$D_8^{т'} = \frac{1{,}91 \times 1{,}7}{1{,}45} = 2{,}24\text{т}$$

Тросостойка H = 93м



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

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

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

$$\gamma = 7°12$$

$$Cos\gamma = 0,992$$

Расчетные схемы: схема II, IV р-н гололеда

$\alpha = 60°$ $P_т = 4,69т$

схема II концевая,

IV р-н гололеда $S_т = 4,06т$

Расчет пояса

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

$\alpha = 60°$ $g_т = 1,945т$

$G = 1,945 + 0,4 = 2,345т$

$M = 4,69 \cdot 9,3 = 43,6тм$

$M_{ку} = 1,945 \times 0,6 = 0,98тм$

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

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

Усилия в раскосах

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

$x = 0{,}99\ м$ $\qquad P_т = 4{,}69\ т$ $\qquad g_т = 1{,}945\ т$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Расчет распорок и раскосов

Опоры УС 330-2

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

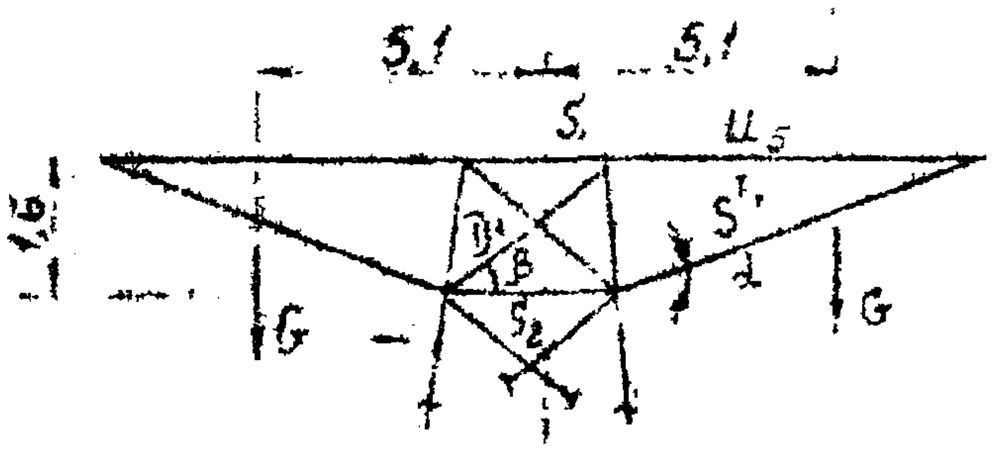


Схема II (концевая)

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

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

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

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

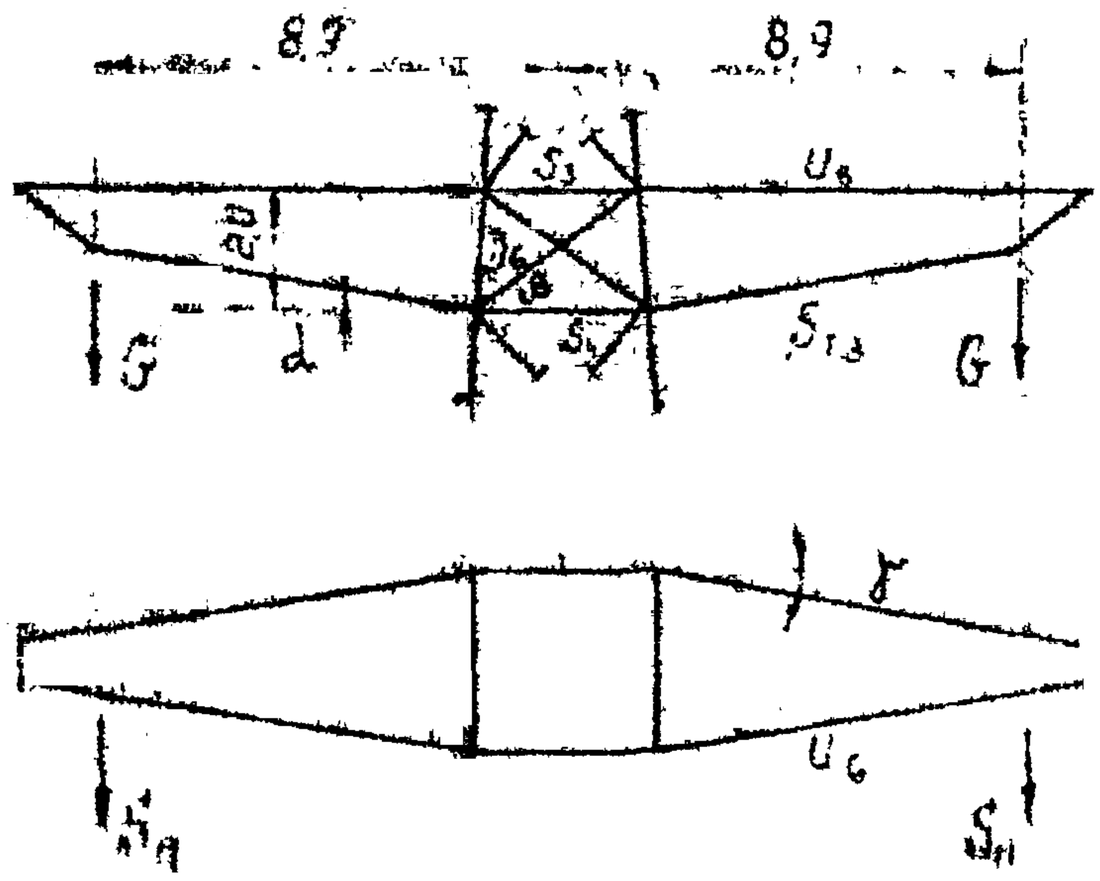
Схема II (концевая) IV р-н гололеда

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 $\ell = 8,9$

$S_{т_2} = -12,8$ т

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

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

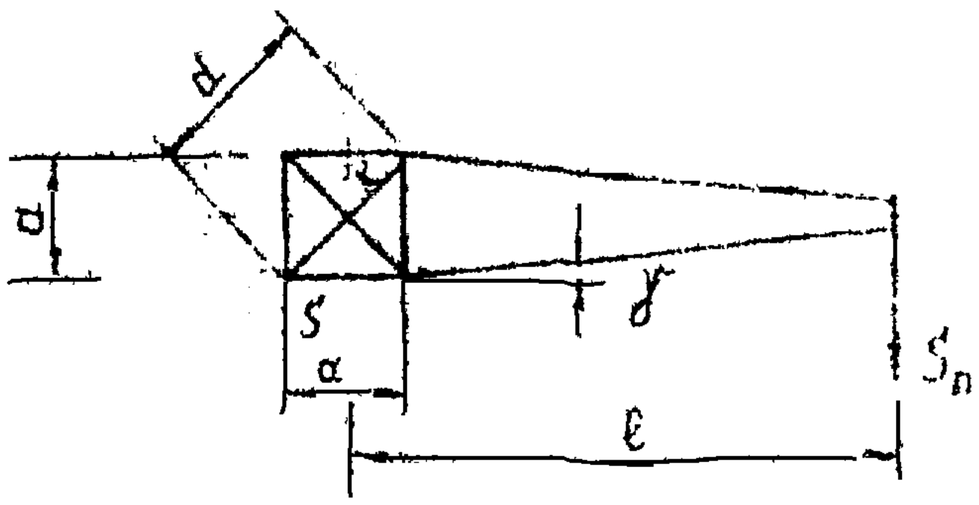
$$S_4 = -\frac{12,8}{0,988 \times 0,979} = -13,2\text{ т}$$

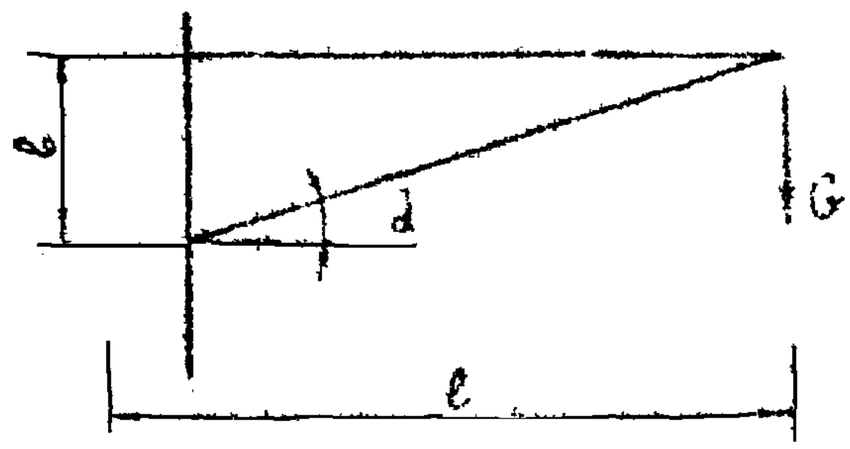
Усилие в распорке D_6 при подвеске одной цепи

$M = 2,13 \times 2,275 = 15,5$ 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





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

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

При подвеске одной цепи

1. Траверса $\ell = 5,1$ м

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

$S_п = 13,9$ т $\quad g_п = 3,78$ т

$G = 2,13$ т (см. расчет траверс)

$a = 2,71$ м $\quad b = 1,6$ м $\quad l = 3,84$ 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 $\quad l = 8,9$ м

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

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

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

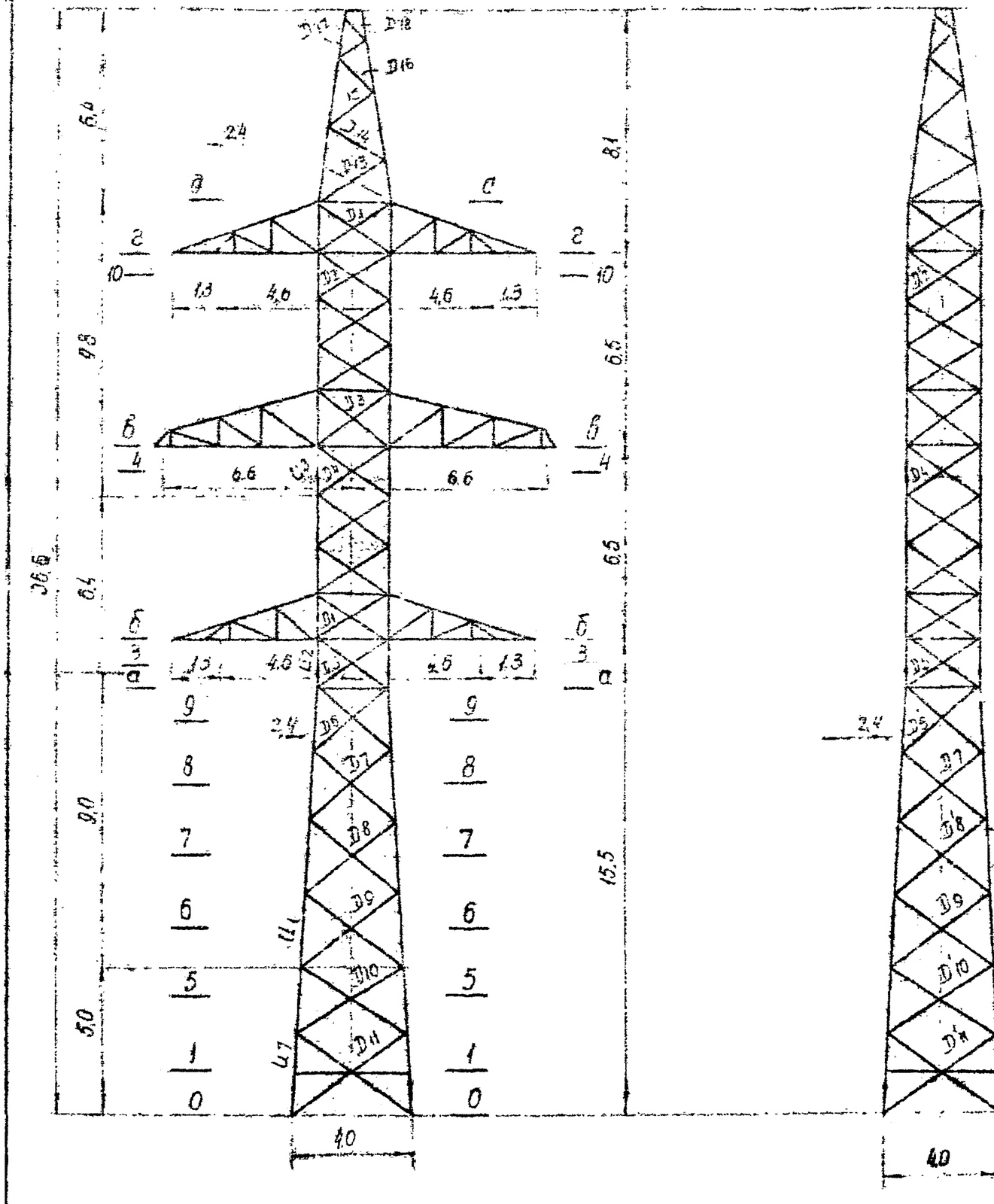
$S = +96,85$ т $\quad S = -11,35$ т

$$K = \frac{18,9}{4} \times \frac{46}{3,25^2} (8,9 - 3,25) = 8,55 \text{ т}$$

Расчет сделал /С. Грузде8/

Расчет проверил /Н. Токарева/

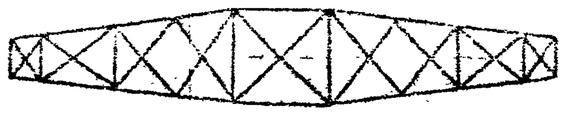
УС УЦО-О



Сечение д-д

Сечение г-г

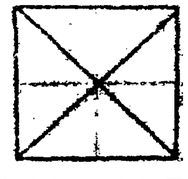
Сечение в-в



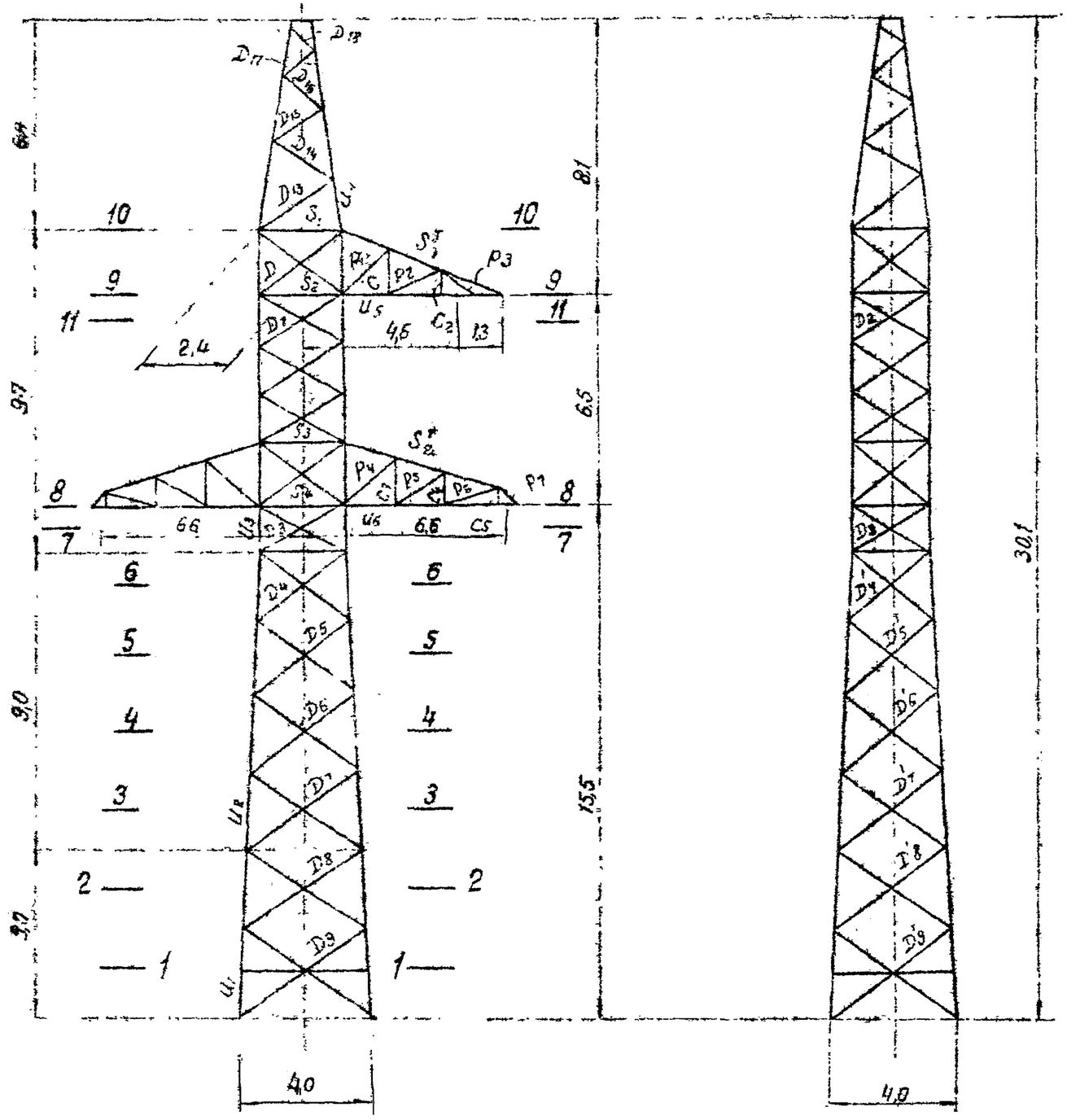
Сечение б-б

Сечение а-а

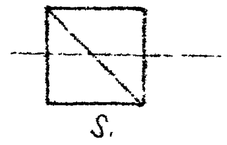
Сечение 1-1



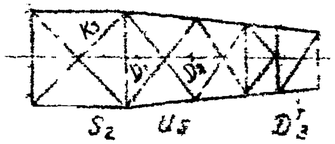
УС 220-5



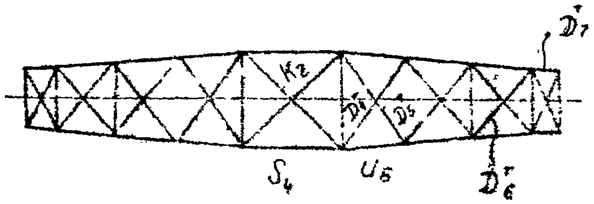
Сечение 10-10



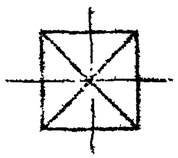
Сечение 9-9



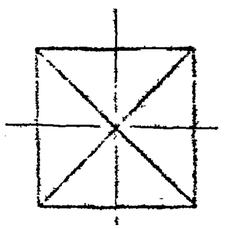
Сечение 8-8



Сечение 7-7

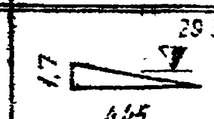


Сечение 1-1

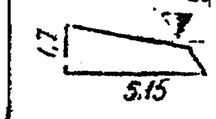


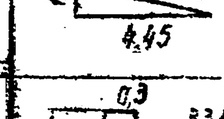
Давление ветра на конструкцию опоры УС 220-5 Схема I и II

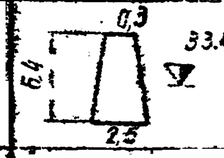
Таблица №9

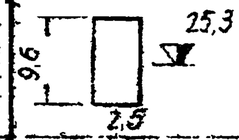


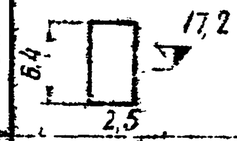
Наименов. секции	Эскиз и средняя отметка секции	Коэфф. увел. скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 кг/м²	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффиц. заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинам. коэфф. плоской фермы $C_ф = C_i \cdot \varphi = 1{,}4\varphi$	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	$n=1{,}1$ 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

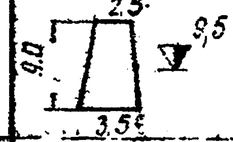


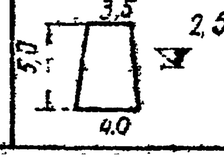












Примечания:

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 $C_ф = C_i \varphi = 1{,}4\varphi$	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
Трапеция	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	130
								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 ⊥ траверсе. 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				Схема II, II р-н гололеда, $\alpha = 60°$ безразн. тяжения		
	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}		От нагрузок на провода и трос M_{II}	от ветра на конструкцию опоры M_{WII}	
4–4 ▽212м δ = 2,5м	3,85 × 15,4 = 59,5 5,41 × 2 × 7,3 = 78,8 5,41 × 2 × 0,8 = 8,7 25,5 M_{II} = 147,0	0,275 × 15,4 = 4,24 0,22 × 2 × 7,3 = 3,21 0,22 × 2 × 0,8 = 0,35 1,155 $M_{\perp}$ = 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_{WII} = 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_{WII} = 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 ▽14,8м δ = 2,5м	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 = 0,33 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 ▽76,2м δ = 3,3м Cos φ = 0,999	318,1 36,32 × 8,5 = 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 × 3,6 = 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				$U_T = \frac{861,5 + 15,88}{2 \times 3,3 \times 0,999} + \frac{34,65}{4 \times 0,999} = 134,0 + 8,7 = 142,7$т		
1–1 ▽1,5м δ = 3,85м Cos φ = 0,999	630,1 36,32 × 4,7 = 171,0 M_{III} = 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_I} = 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 УС 220-5 Таблица №1

Сечения, отметки, базы	Схема I; I р-н гололеда; $\alpha = 60°$ без разности 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 конструкцию опоры M_{wII}	
7-7 ▽ 14,75 м в = 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 $M_{н.у}$ = (0,98 + 0,38) 4,9 = 6,65 ΣM_{II} = 116,05	0,51 × 12,15 = 6,30 0,13 × 8,0 = 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 $M_{н.у}$ = (0,81 + 2,6 + 0,38) 4,9 = 18,5 ΣM_{II} = 158,0	0,11 × 12,15 = 1,34 0,025 × 8,0 = 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 в = 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 1,26 × 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 в = 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 осям траверс, Схема III; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$

таблица № 13

Сечение отметка	Изгибающие моменты M_0 (тм) от тяжечия	Изгибающие моменты M_0 (тм) от весовой нагрузки	Поперечная сила Q_1 (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач элемента	База „в" (м)	$tg\,\gamma$	Угол наклона раскосов трав β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{в} tg\,\gamma$	$4в\cos\beta$	Усилия в раскосах (т) $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{в} tg\,\beta}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4в\cos\beta}$	$D = D + D''$
10-10 ▽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	3,03	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	—	—	36,77	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	3,32×23,6=78,0 6,08×2×15,5=186,0 (6,08+3,05)×9,0=82,0 6,08×2×2,5=30,0 36,77 37,0	(3,46-1,92)×6,9=10,65	36,77	36,2	D_6	2,6	0,0536	37°	0,798	1,59	7,95	8,3	6,5	4,35	10,85
8-8 ▽10,9	37,0 37,6 36,77×2,1=77,0 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 ▽6,2	537,2 36,77×2,4=87,8 36,77 625,0	10,65	36,77	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 Мкр (тм)	Обозначение элем	База "в" (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: $D' = \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{M}{b} tg\beta}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b\cos\beta}$	$D = D' + D''$
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	4,96	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 осям траверс: Схема III IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$

Таблица № 15

Сечение, отметка	Изгибающие моменты M_{II} (тм): от тяжения	Изгибающие моменты M_{II} (тм): от весовой нагрузки	Поперечная сила Q_{II} (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозначение элемента	База b'' (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к вертикали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{b} tg\beta$	$4b\cos\beta$	Усилия в раскосах (т): $D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_u}{b} tg\beta$ / $2\cos\beta$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b\cos\beta}$	$D = D' + D''$
II-II ▽ 21,2	—	—	3,34+3,04 = 6,38	5,25 × 4,9 = 25,7	D_2	2,5	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
6-6 ▽ 13,0	3,34 × 17,1 = 57,1 6,08 × 9,0 = 54,5 (6,08 + 3,04) × 2,5 / 18,52 = 22,8 134,4	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	134,4 18,52 × 2,1 = 39,0 173,4	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	173,4 18,52 × 2,3 = 42,6 216,0	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	216,0 18,52 × 2,4 = 44,5 260,5	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	260,5 18,52 × 2,3 = 42,6 303,1	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	303,1 18,52 × 2,4 = 44,5 347,6	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

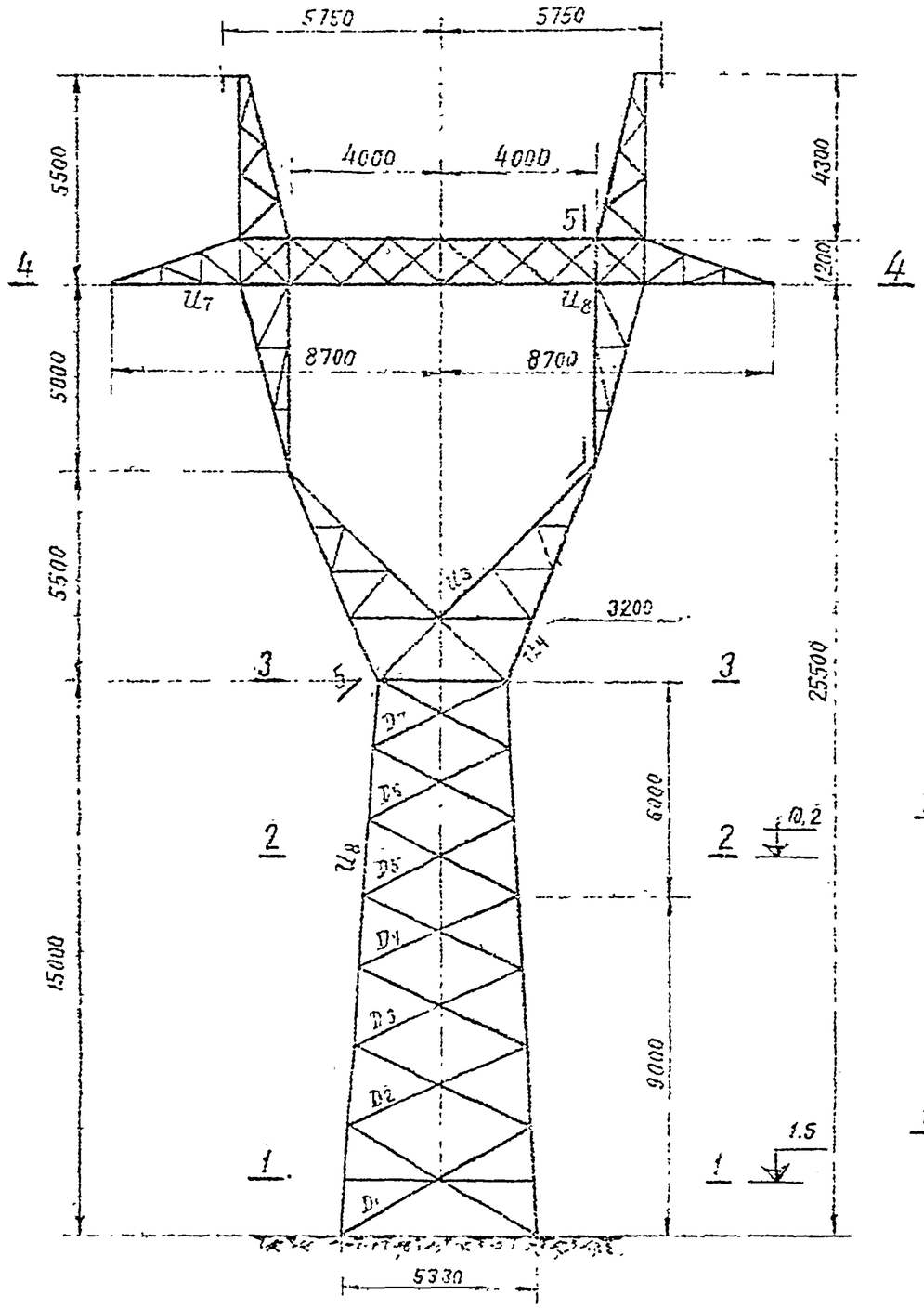
Сечение отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_\perp$ (тм)	Попереч сила $Q_\perp$ (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач элем	База „в" (м)	$tg\,\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$Cos\beta$	$2Cos\beta$	$\frac{M_u}{в} tg\gamma$	$4вCos\beta$	Усилия в раскосах (т) $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_к}{в} tg\gamma}{2Cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4вCos\beta}$	$D = D' + D''$
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

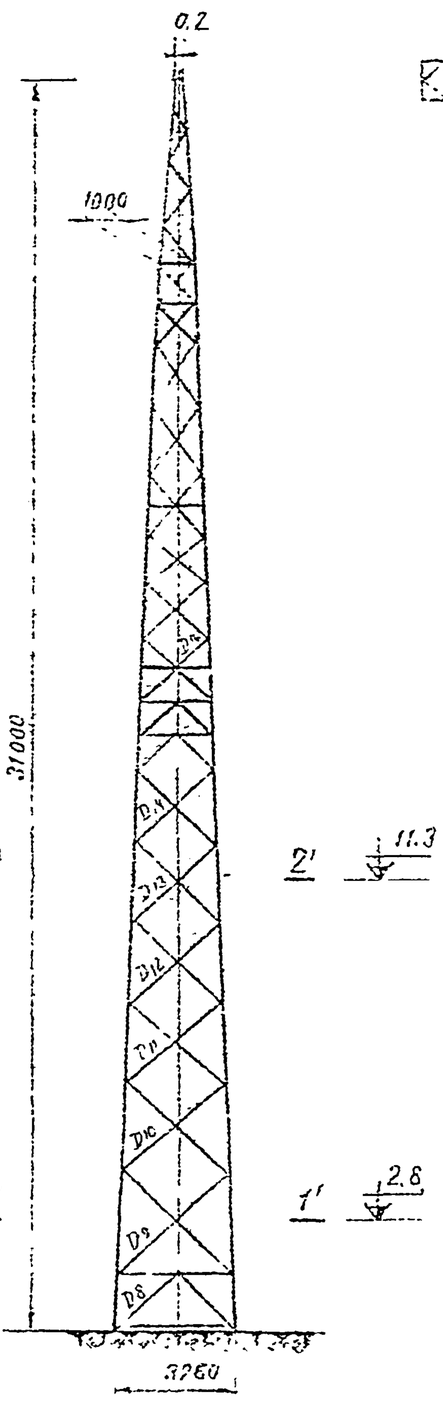
Расчет выполнил [signature] / Груздев /

Расчет проверил [signature] / Токарева /

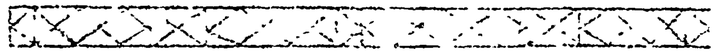
№ 308 тм-т2

ПС 330-7.



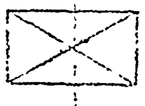


Сечение 4-4

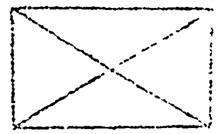


Сечение 5-5

по 3-3

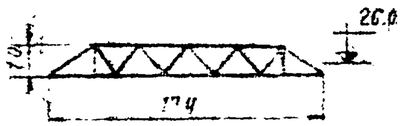
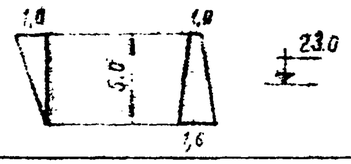
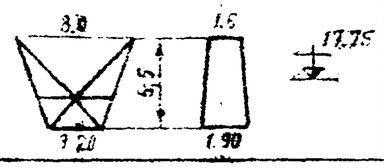
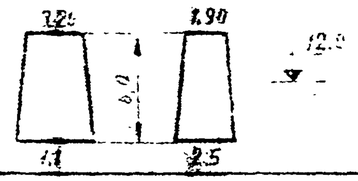
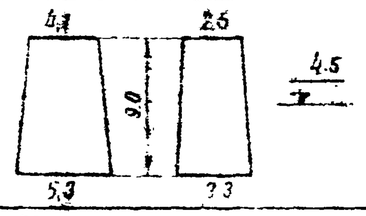


по 1-1.



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 и траверсе $P_н = q_0 C_{пр} S$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0{,}8 P_н$	При ветре под ∠45°: $P_н = 0{,}8 P_н$	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамики $\beta = 1{,}$ и коэф. перегрузки $n = 1{,}2$ (кг): При ветре и траверсе $P_р = q_0 C_{пр} S \beta$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0{,}8 P_р$	При ветре под ∠45°: $P_н = 0{,}8 P_р$
Тросостойка (2 шт)		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		1,48	74	5,6	13,9	0,4	0,56	0,5	0,84	390 2) 860	560 2)	390 2)	630	910	630
Отойка рамы (2 шт)		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		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		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		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 $P_н = 0{,}45\ P_{тр}$.
3. При направлении ветра ⊥ траверсе давление ветра указано в числителе.
   При направлении ветра ∥ траверсе давление ветра указано в знаменателе

N3081 тм-т 2

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 $M_{\parallel}$	Схема I, I р-н гололеда. Изгибающие моменты (Тм): От ветра на конструкцию опоры $M_{w\parallel}$	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 $M_{\parallel}$	Схема II, IV р-н гололеда. Изгибающие моменты (Тм): От ветра на конструкцию опоры $M_{w\parallel}$	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 $M_{\parallel}$	Схема I^а, I р-н гололеда. Изгибающие моменты (Тм): От ветра на конструкцию опоры: ∥ траверсе $M_{w\parallel}$	Схема I^а, I р-н гололеда. Изгибающие моменты (Тм): От ветра на конструкцию опоры: ⊥ траверсе $M_{w\perp}$	Схема I^а, I р-н гололеда. Вертикальная нагрузка G (т)
2-2 ▽ 10,2 м $b_ш$ = 3,9 м 2'-2' ▽ 11,3 м $b_{уз}$ = 2,1 м $\cos\gamma_ш$ = 0,997 $\cos\gamma_{уз}$ = 0,998	0,385 × 20,8 × 2 = 16,0 1,265 × 3 × 15,3 = 58,2 4,565 $M_{\parallel}$ = 74,2	0,5 × 18,55 = 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 $M_{w\parallel}$ = 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 $M_{\parallel}$ = 96,5	$M_{w\parallel} = \frac{36,6}{4,8} = 7,65$	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 $M_{\parallel}$ = 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 $M_{w\parallel}$ = 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 $M_{w\perp}$ = 30,29	10,73
	$U_2 = \frac{74,2+36,6}{2\times3,9\times0,997} + \frac{10,73}{4\times0,997} = 14,3 + 2,7 = 17,0$ т			$U_2 = \frac{96,5+7,65}{2\times3,9\times0,997} + \frac{27,750}{4\times0,997} = 13,4 + 7,0 = 20,4$ т			$U_2 = \frac{52,0+31,23}{2\times3,9\times0,997} + \frac{30,29}{2\times2,1\times0,998} + \frac{10,73}{4\times0,998} = 10,7 + 7,2 + 2,7 = 20,6$ т			
1-1 ▽ 1,5 $b_ш$ = 5,1 м 1'-1' ▽ 2,8 м $b_{уз}$ = 3,0 м $\cos\gamma_ш$ = 0,997 $\cos\gamma_{уз}$ = 0,998	74,2 4,565 × 8,7 = 39,8 $M_{\parallel}$ = 114,0	36,6 3,11 × 8,7 = 27,1 0,93 × 3,0 = 2,79 $M_{w\parallel}$ = 66,49	10,73 0,19 × 8,7 = 1,65 12,38	96,5 5,78 × 8,7 = 50,4 $M_{\parallel}$ = 146,9	$M_{w\parallel} = \frac{66,49}{4,8} = 13,85$	27,750 0,19 × 8,7 = 1,65 29,4	52,0 3,21 × 8,7 = 27,9 $M_{\parallel}$ = 79,9	31,23 2,605 × 8,7 = 22,7 0,75 × 3,0 = 2,25 $M_{w\parallel}$ = 56,18	30,29 3,08 × 8,5 = 26,18 1,13 × 1,7 = 1,92 $M_{w\perp}$ = 58,39	12,38
	$U_1 = \frac{114,0+66,49}{2\times5,1\times0,997} + \frac{12,38}{4\times0,997} = 17,8 + 3,1 = 20,9$ т			$U_1 = \frac{146,9+13,85}{2\times5,1\times0,997} + \frac{29,4}{4\times0,997} = 15,8 + 7,4 = 23,2$ т			$U_1 = \frac{79,9+56,18}{2\times5,1\times0,997} + \frac{58,39}{2\times3,0\times0,998} + \frac{12,38}{4\times0,998} = 13,35 + 9,75 + 3,1 = 26,2$ т			

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

$$U_n = \frac{\Sigma M_{\parallel}}{2 b_ш \cos\gamma_ш} + \frac{\Sigma M_{\perp}}{2 b_{уз} \cos\gamma_{уз}} + \frac{G}{4\cos\gamma_ш}$$

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

Расчёт боковой решетки „рюмки."

Наружная грань.

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

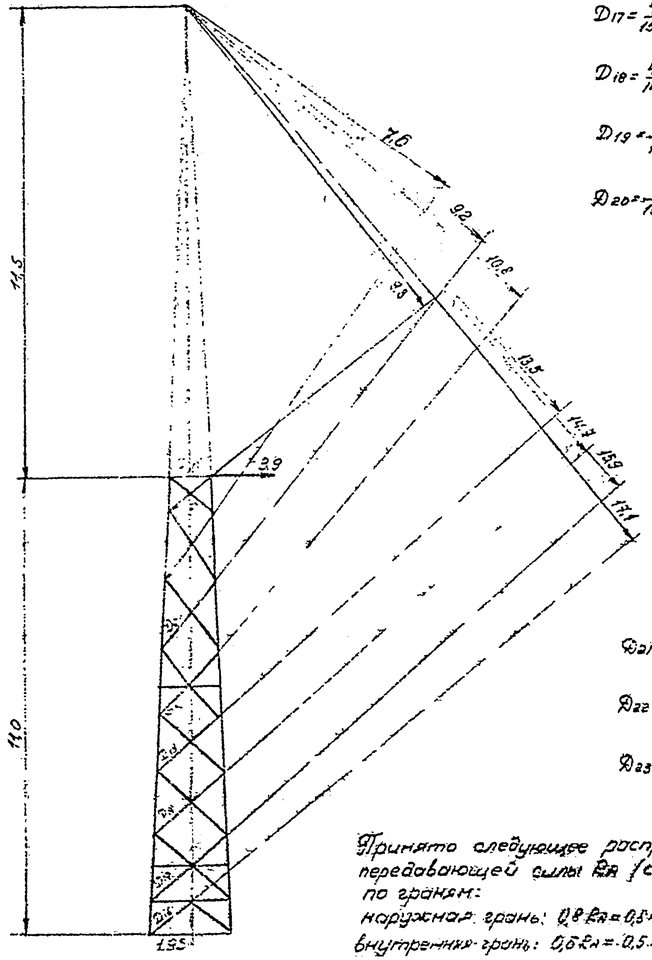
$D_{16} = \frac{44{,}85}{17{,}4 \times 2} = 1{,}31$ т

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

$D_{20} = \frac{44{,}85}{12{,}8 \times 2} = 2{,}07$ 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 передающей 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.

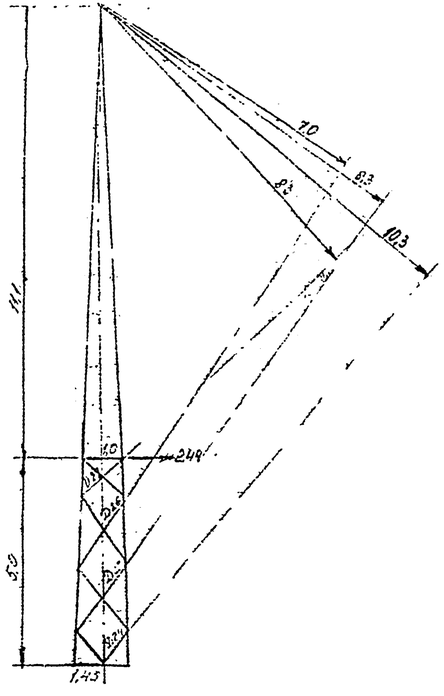
$M = 4{,}87 \times 0{,}5^{y)} \times 11{,}1 = 27{,}0$ тм

$D_{24} = \frac{27{,}0}{2 \times 10{,}3} = 7{,}31$ 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.

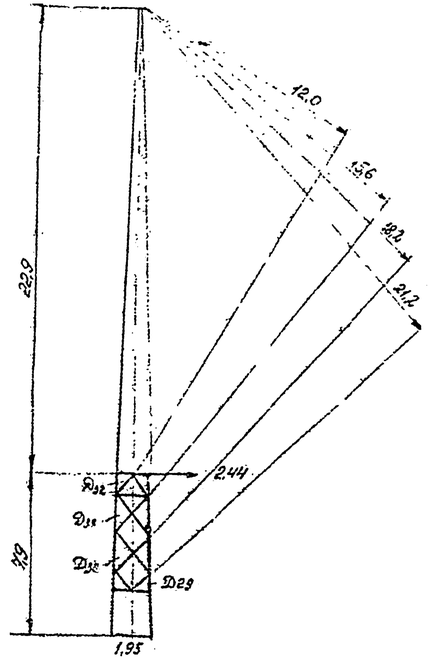
$M = 4{,}87 \times 0{,}5^{y)} 22{,}9 = 55{,}76$ тм

$D_{28} = \frac{55{,}76}{2 \times 21{,}2} = 1{,}32$ т.

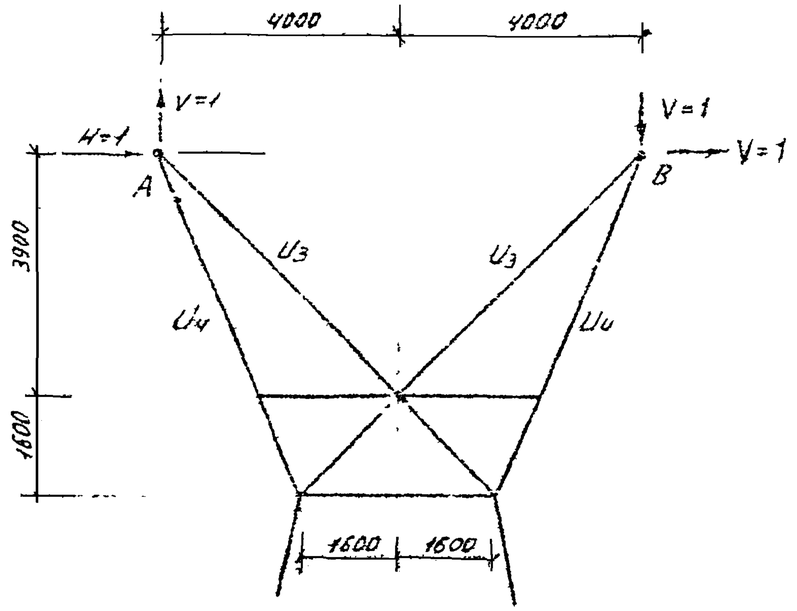
$D_{30} = \frac{55{,}76}{2 \times 18{,}2} = 1{,}53$ т

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

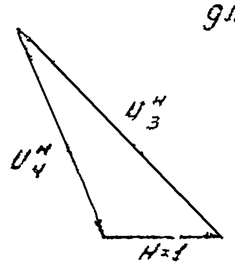
$D_{32} = \frac{55{,}76}{2 \times 12{,}0} = 2{,}32$ т



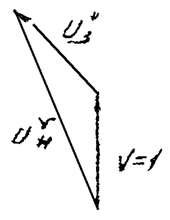
Определение усилий в элементах опоры между ▽ 15.0 – ▽ 20.5



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

Нагрузки от рамы-оголовка

Схема I

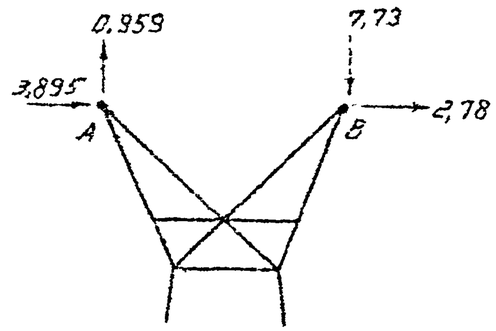
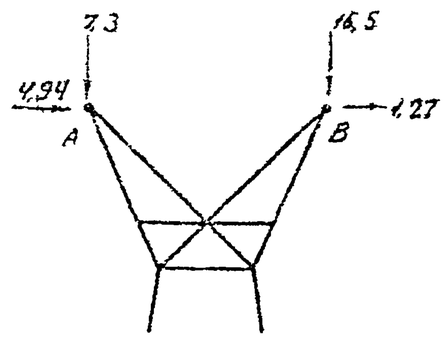


Схема II

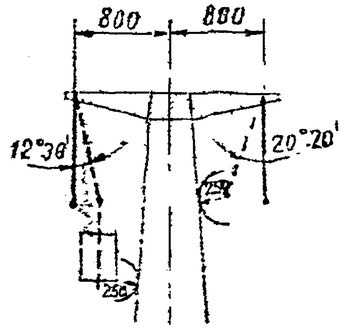


Определение усилий U_3 и U_4 от нагрузок рамы-оголовка по схемам I и II (т)

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

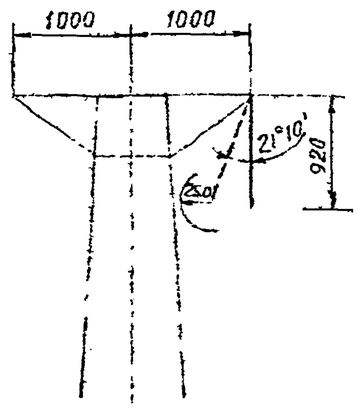
Воздушные изоляционные расстояния при плавке гололеда на тросах

П 220-1; ПС 220-7

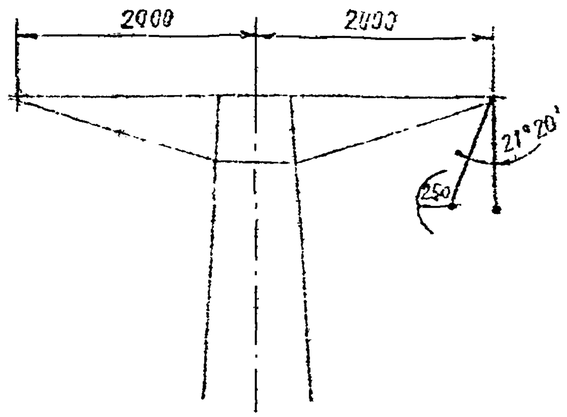


Для опоры ПС 220-7 необходимо подвесить балласт АЦ-185 с 6 ти грузами.

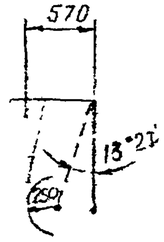
П 220-2, П 220-3



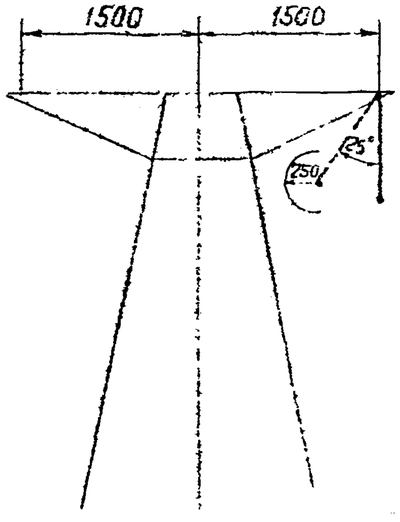
П 330-2



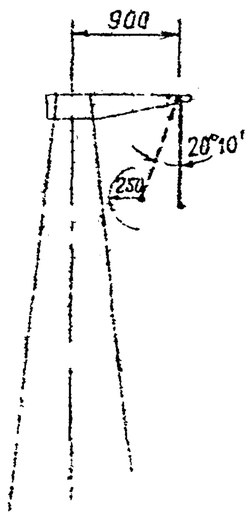
П 330-5



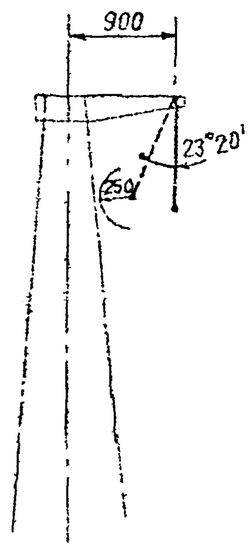
ПС 220-5; ПС 220-6



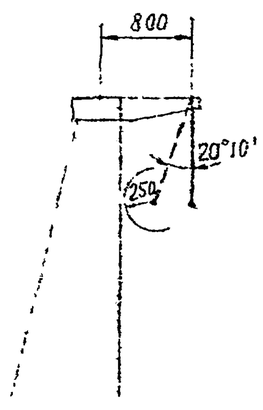
ПС 330-5



ПС 330-6



ПС 330-7



Расчет выполнил /Жеглова/

Расчет проверил /Элькинд/

Расчет усилий в раскосах ствола опоры ПС 330-7

Таблица №19

Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг)						3320		
		$в_ш$ (м)	$в_{уз.}$ (м)	$\cos\beta$	Обознач. раскосов	$4в\cos\beta$	$\frac{в_0}{4в_{уз}\cos\beta}$	$l = 8,7$ м		
								отп $M_{кр}$	отп $S_п$	Σ
$в = 1,0$ м								28,8 тм		
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	7,96	—	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:

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

Расчет тросостойки H= 4,3м

1 Расчет тросов

Схема IV 1 р-н гололед

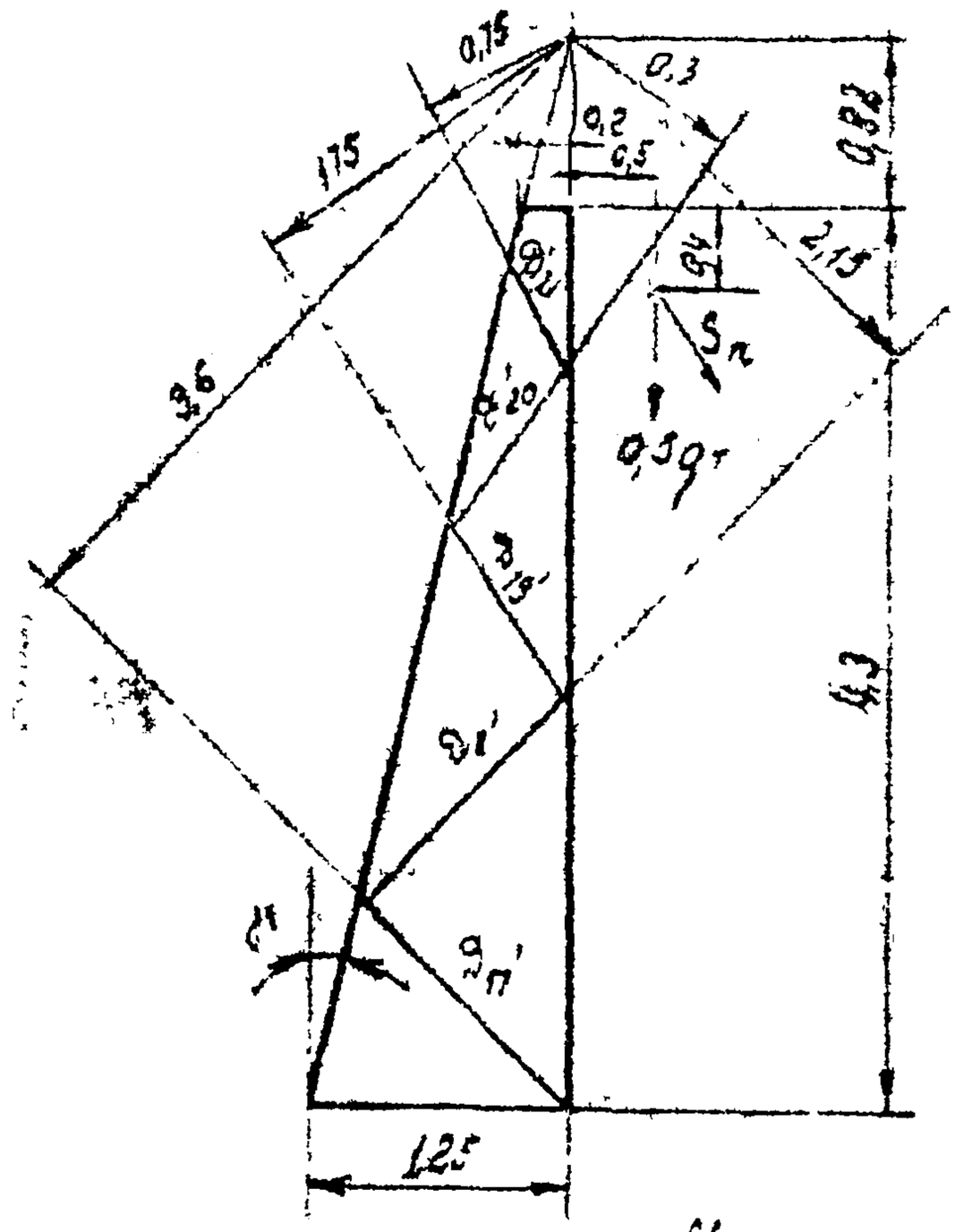
$S_т = 1500$ кг $\quad q_т = 0,5 \times 380 = 190$ кг $\quad 6 т/см = 300$ кг

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

$$U_9 = \frac{6,45}{2 \times 1,0 \times 0,996} + \frac{0,095}{2 \times 1,25 \times 0,971} + \frac{0,3 + 0,19}{4 \times 0,971} = 3,25 + 0,04 + 0,13 = 3,42 т$$

2 Расчёт расосов. Схема IV.

а) Фаза и оси проверок.



$\cos \gamma_1 = 0,971$

$M_{кр} = 1,5 \times 0,5 = 0,75$ тм;

$$Q_i = \frac{M_{кр}\, x}{2 b_3\, z_i} = \frac{0,75 \times 0,82}{2 \times 0,22 z_i} = \frac{1,54}{z_i};$$

$Q_{11}' = \frac{1,54}{3,6} = 0,43$ т

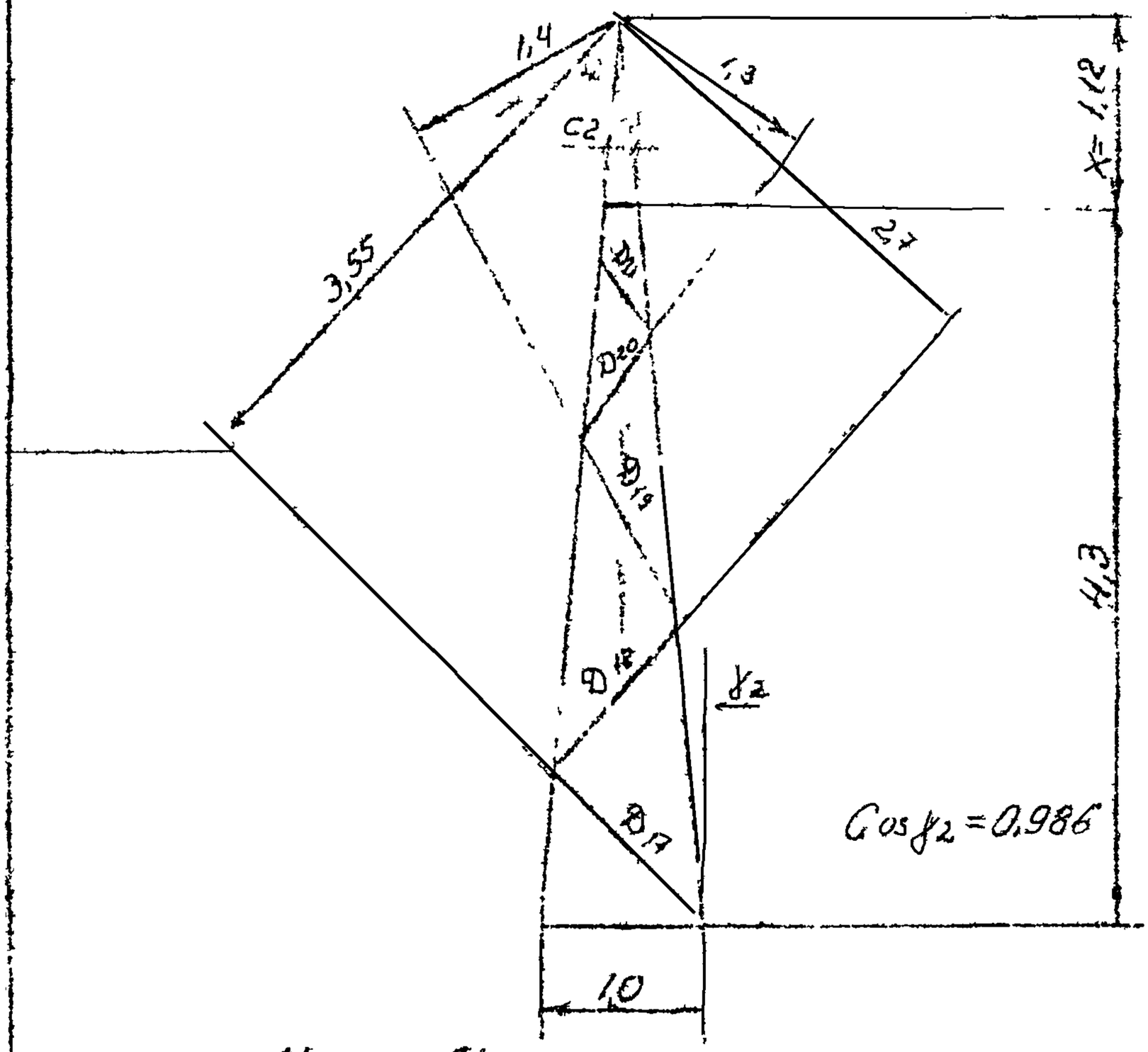
$Q_{20}' = \frac{1,54}{0,9} = 1,71$ т

$Q_{18}' = \frac{1,54}{2,15} = 0,72$ т

$Q_{21}' = \frac{1,54}{0,75} = 2,06$ т

$Q_{19}' = \frac{1,54}{1,75} = 0,88$ т

5) Ряд 1 оси А-Б



$$D_i = \frac{M}{2\pi i} + \frac{M_{кр} \times x}{2\, b_0\, \pi i}$$

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

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

$D_{17} = \frac{2,94}{3,55} = 0,83$ т

$D_{18} = \frac{2,94}{2,7} = 1,09$ т

$D_{19} = \frac{2,94}{1,4} = 2,1$ т

$D_{20} = \frac{2,94}{1,3} = 2,26$ т

$D_{21} = \frac{2,94}{0,98} = 3,0$ т

Расчет рамы - столовка опор! (размеры для расчета приняты предварительно)

Схема рамы

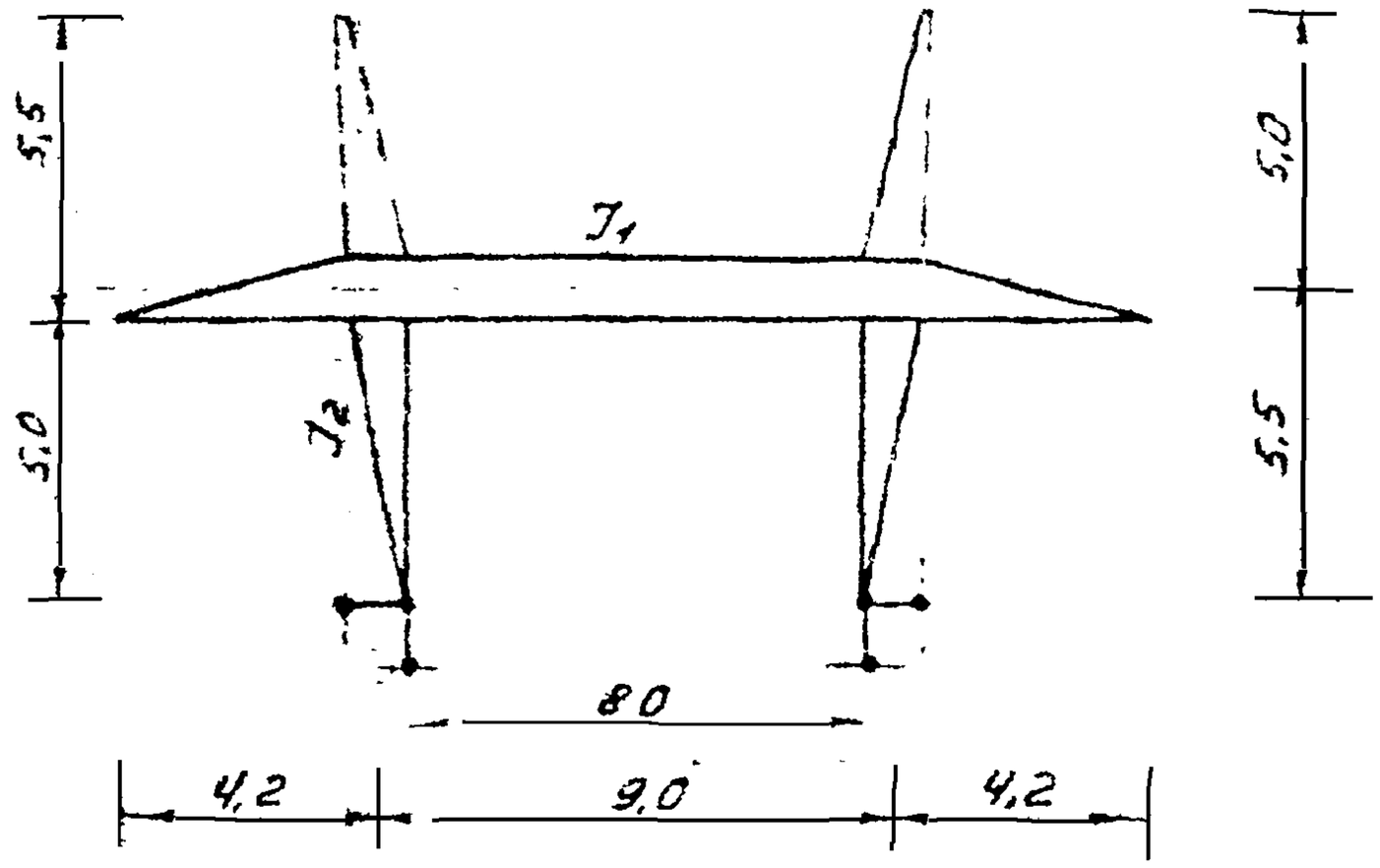


Схема нагрузок на раму

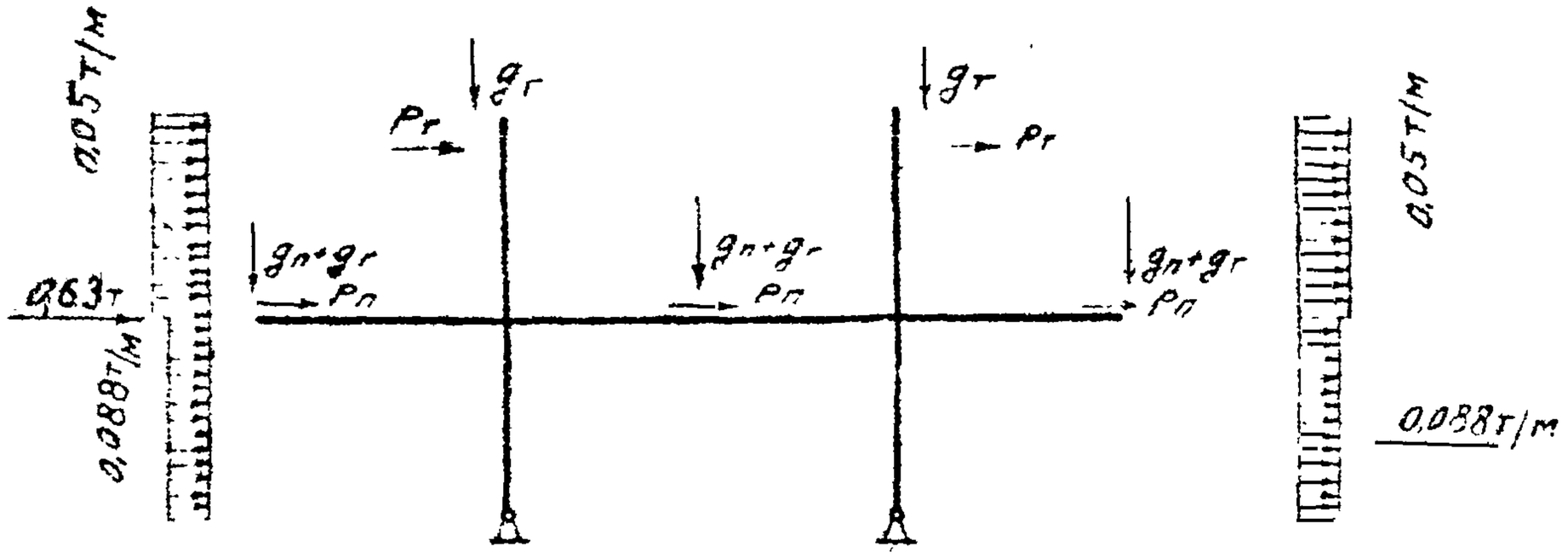


Схема I, I р-н гололёдо

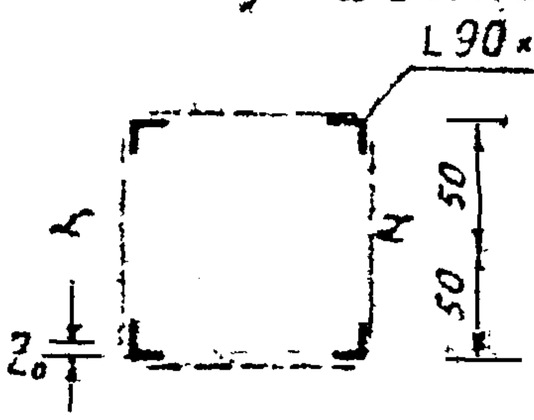
$p_n = 1265$ кг, $p_r = 385$ кг, $g_n+g_r = 2005$ кг, $g_r = 380$ кг

Схема II, IV р-н гололёдо

$p_n = 1440$ кг, $p_r = 730$ кг, $g_n+g_r = 6635$ кг, $g_r = 1945$ кг

Определение моментов инерции сечений рамы.

а) Болка - траверса



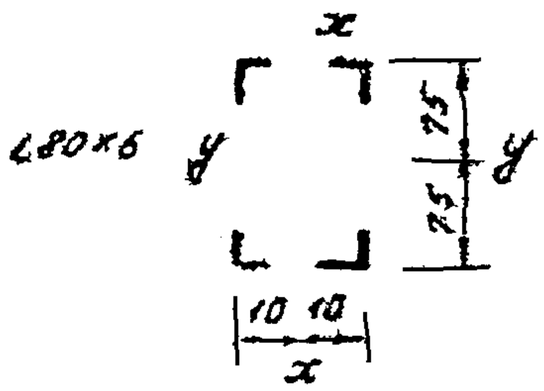
$F_L = 12,3\ см^2$, $z_0 = 2,47$ см, $a = 50 - 2,47 = 47,53$ см

$J_1 = 4F_L\ a^2 = 4 \cdot 123 \cdot 47,53^2 = 111000\ см^4$

$J_1 = 111000\ см^4$

б) Стойка

Нижнее сечение



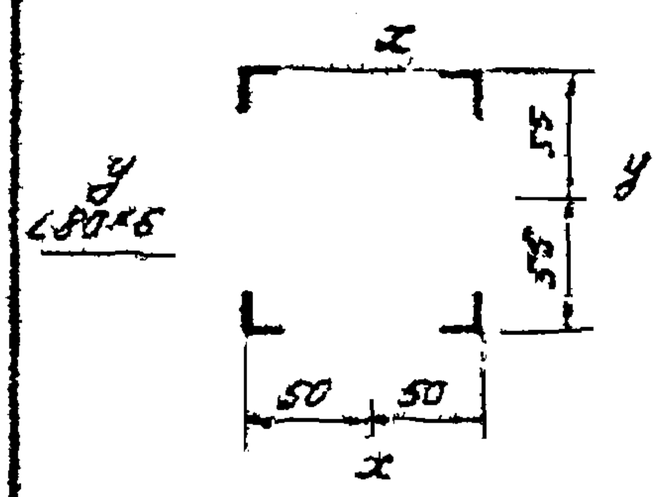
$F_L = 9{,}38\ см^2$; $Z_0 = 2{,}19\ см$

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

$= 2{,}29\ 10^3\ см^4$

$a = 10 - 2{,}19 = 7{,}81$ см

Верхнее сечение

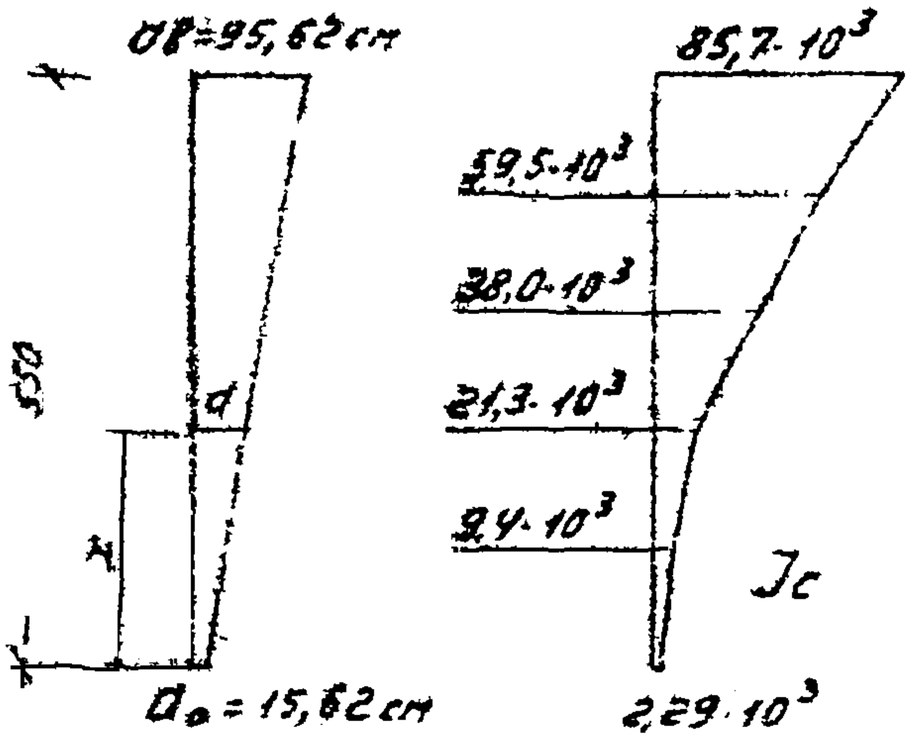


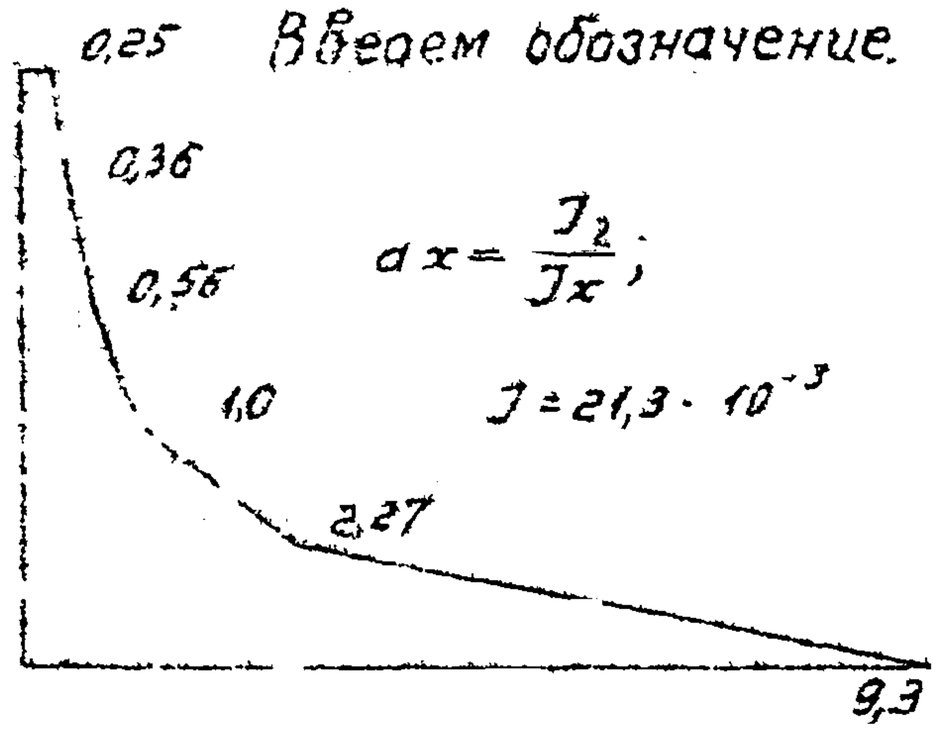
$J_c = 9{,}38 * 4 \times 47{,}81^2 = 85700\ см^4 =$

$= 85{,}7 \cdot 10^3\ см^4$

$a = 50 - 2{,}19 = 47{,}81$ см

Составим уровнение, выражающее изменение момента инерции J_c по длине стойки





Введем обозначение.

$a x = \frac{J_2}{Jx}$;

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

$J_x^c = 4 F_y \left(\frac{a}{2}\right)^2$; $a = a_0 + a$

$\frac{95{,}62 \cdot 15{,}62}{550} = \frac{a'}{x}$; $a' = 0{,}145x$

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

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

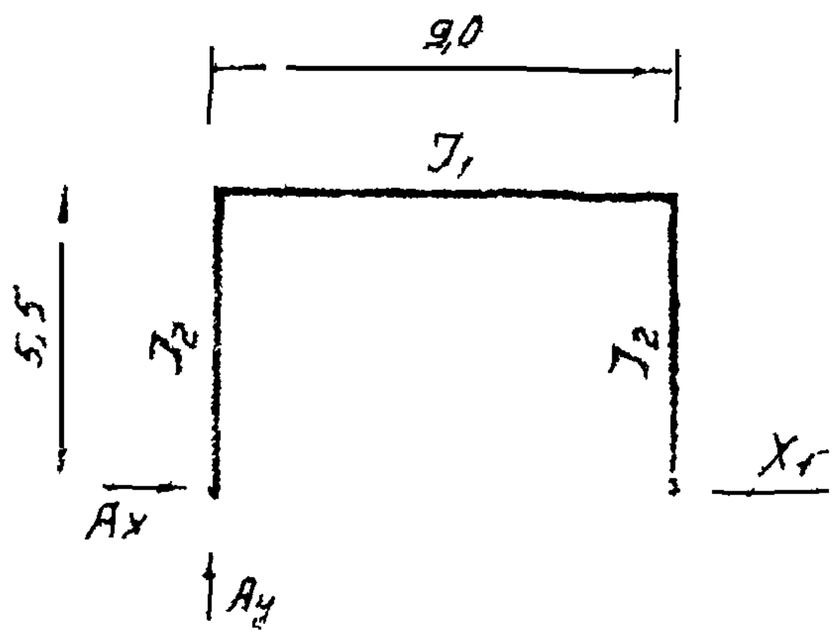
$= F_y \left(a_0^2 + 0{,}290 a_0 x + 0{,}021 x^2\right) = F_y (244 + 4{,}5x + 0{,}021 x^2) =$

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

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

J - момент инерции в одном из сечений

Выбор основной системы и построение эпюр усилий



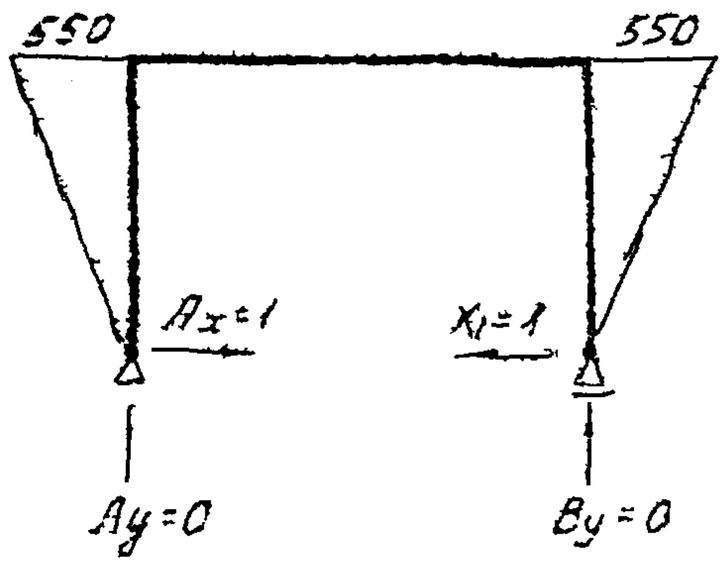
Основная система метода сил

Уравнение метода сил

$$X_1 \delta_{11} + \Delta_p = 0$$

$$\boxed{X_1 = -\frac{\Delta_p}{\delta_{11}}}$$

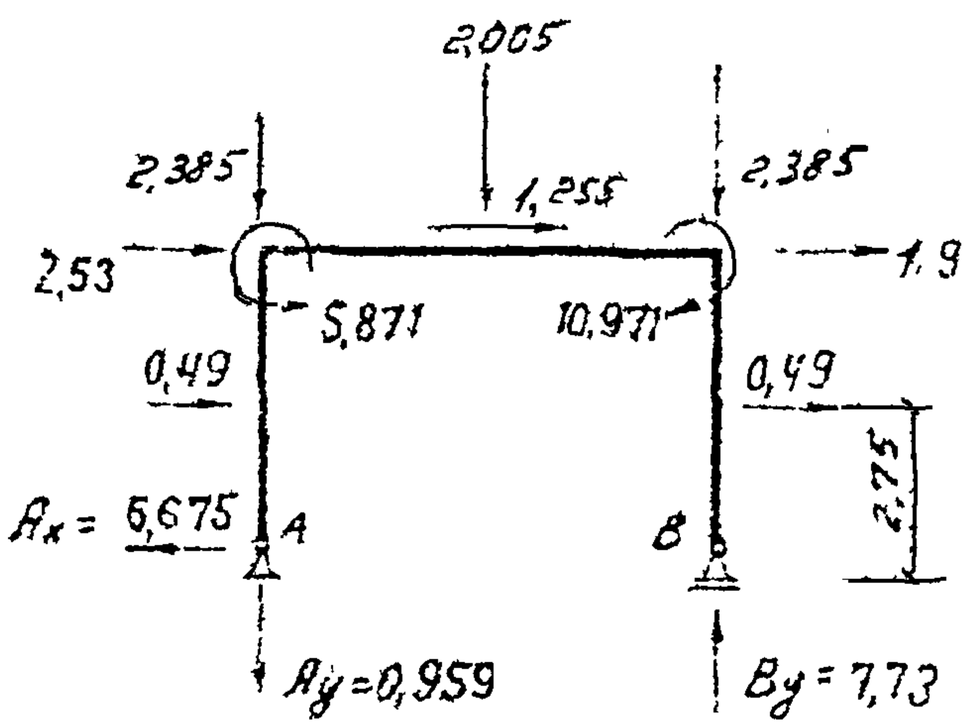
555 550



Эпюра „M" от X=1

Расчет рамы по сх I

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



$$\Sigma X = 0$$

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

$$Ax = 6{,}675\ т$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$2 \times 0{,}49 \times 2{,}75 + (1{,}9 + 2{,}53 + 1{,}255) \times 5{,}5 +$$

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

$$= 2{,}695 + 31{,}32 + 21{,}465 + 9{,}02 + 10{,}971 - 5{,}871$$

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

$$By = 7{,}73\ т$$

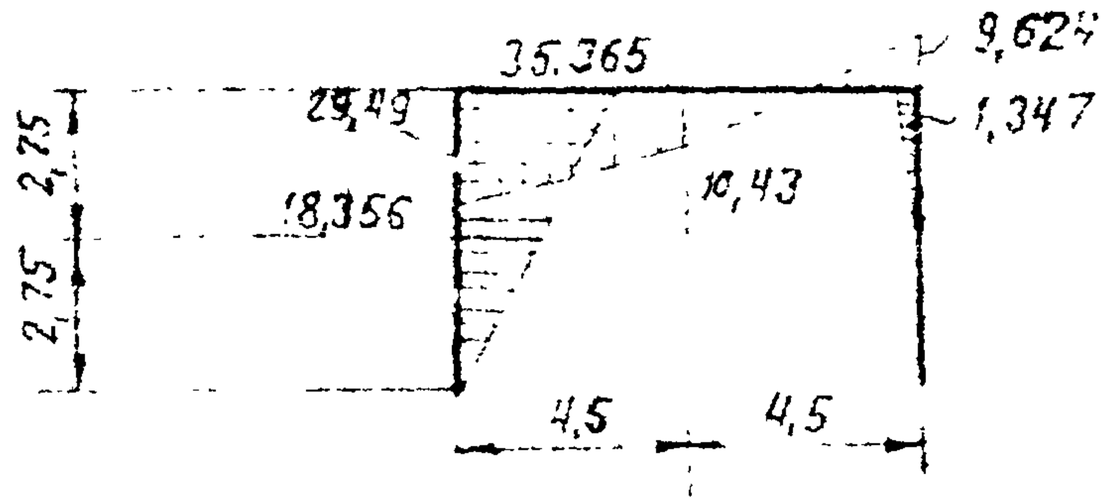
$$\Sigma M_B = 0$$

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

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

$$Ay = \frac{8{,}53}{9{,}0} = 0{,}959\ т$$

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



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

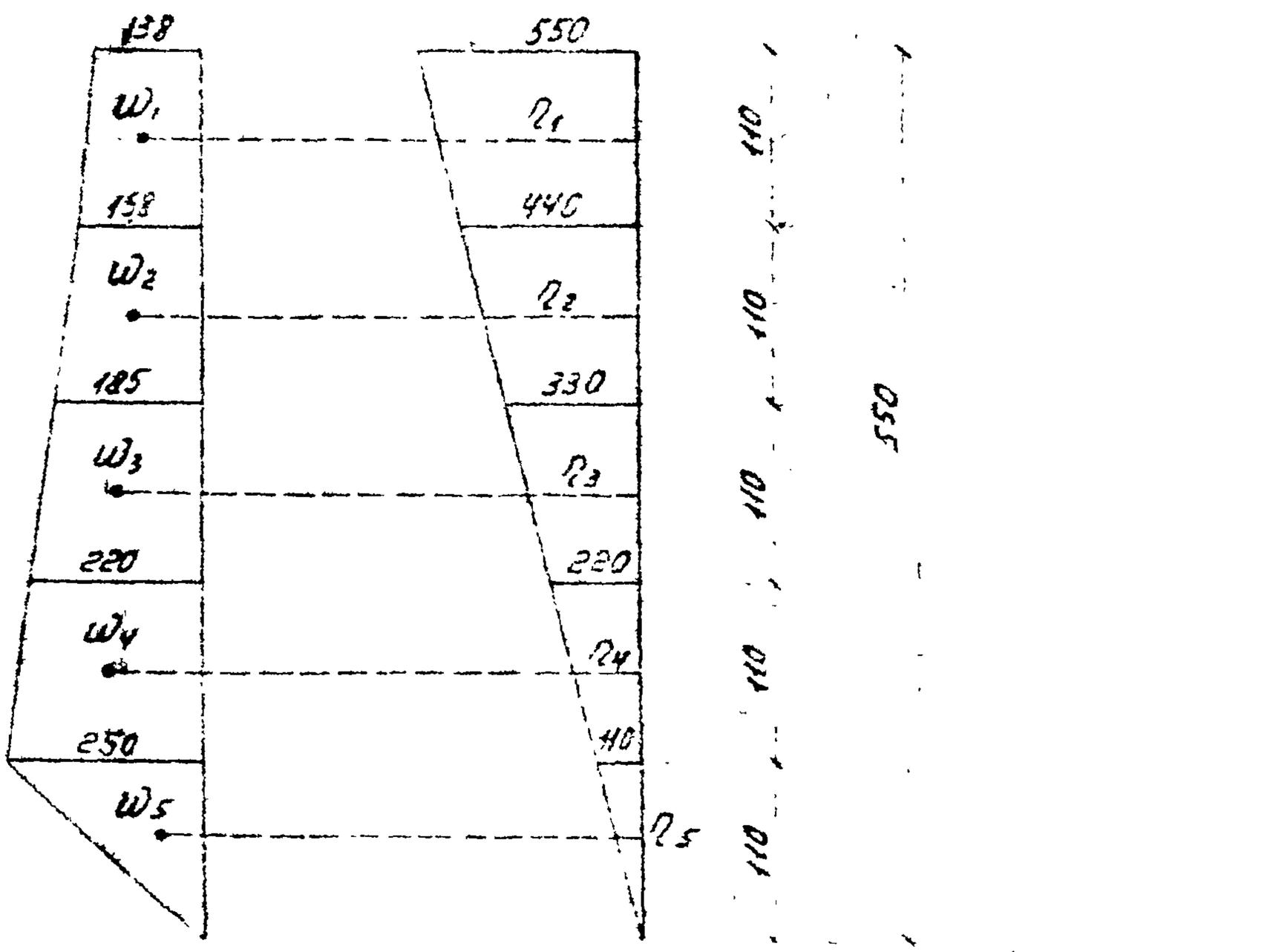
$$\Delta_{ip} = \frac{1}{E} \int_0^e \frac{1}{J_x} M_p M_i \, dx$$

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)

$$EJ\Delta_{ip} = \int_0^e M_p \, dx \, M_i \, dx$$

Построим для стоек приведённую эпюру

Эпюра $\alpha_x M_i'$ Эпюра „M_i''



$$\delta_{11} = \underbrace{\frac{1}{EJ_1}(550 \times 900 \times 550)}_{\delta_{11}'} + \underbrace{2\frac{1}{EJ}\int_0^2 M_1(\alpha M_1)d\alpha}_{\delta_{11}''}$$

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

Первый член формулы

$$\delta_{11}' = \frac{1}{EJ_1}(550 \times 900 \times 550) = \frac{272\ 10^6}{2,1 \cdot 10^6\ 111 \cdot 10^3} = 1,158 \cdot 10^{-3}\ см.$$

δ_{11}'' определим суммированием:

$$W_1 \eta_1 = 16280 \times 495 = 80,58\ 10^5$$

$$W_2 \eta_2 = 18800 \times 385 = 72,38 \cdot 10^5$$

$$W_3 \eta_3 = 22400 \times 275 = 61,6 \cdot 10^5$$

$$W_4 \eta_4 = 25800 \times 165 = 42,57 \cdot 10^5$$

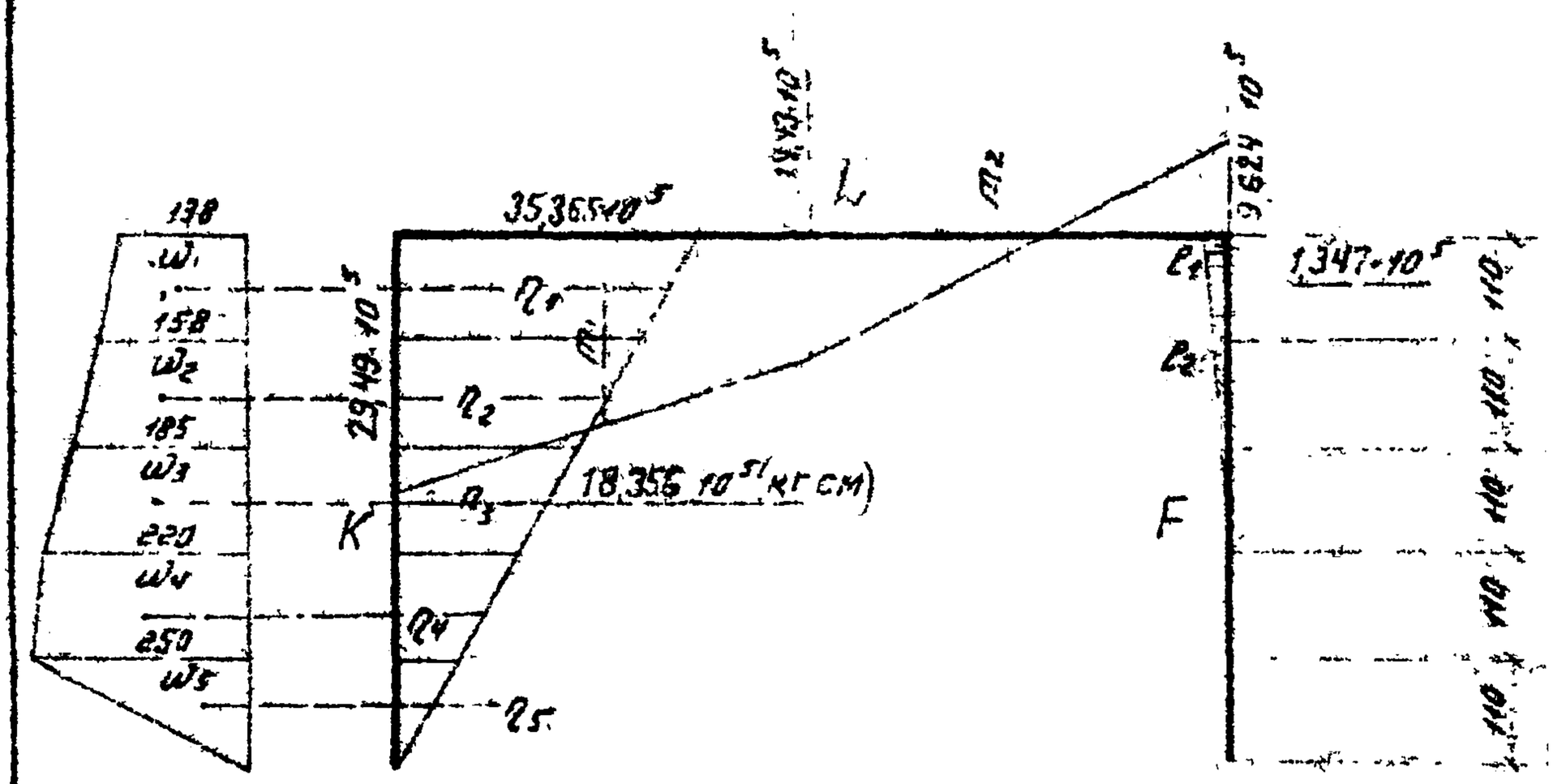
$$W_5 \eta_5 = 13750 \times \frac{2}{3} \times 110 = 10,08 \cdot 10^5$$

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

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

$$\delta_{11} = \delta_{11}' - \delta_{11}'' = 1,168 \cdot 10^{-3} + 1,19\ 10^{-3} = 2358 \cdot 10^{-3}\ см$$

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

$$\Delta' = \frac{1}{2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 111 \cdot 10^3}(-54{,}351 \cdot 10^{10} - 5{,}94 \cdot 10^{10}) = -2{,}586$$

Второй член формулы определим суммированием:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

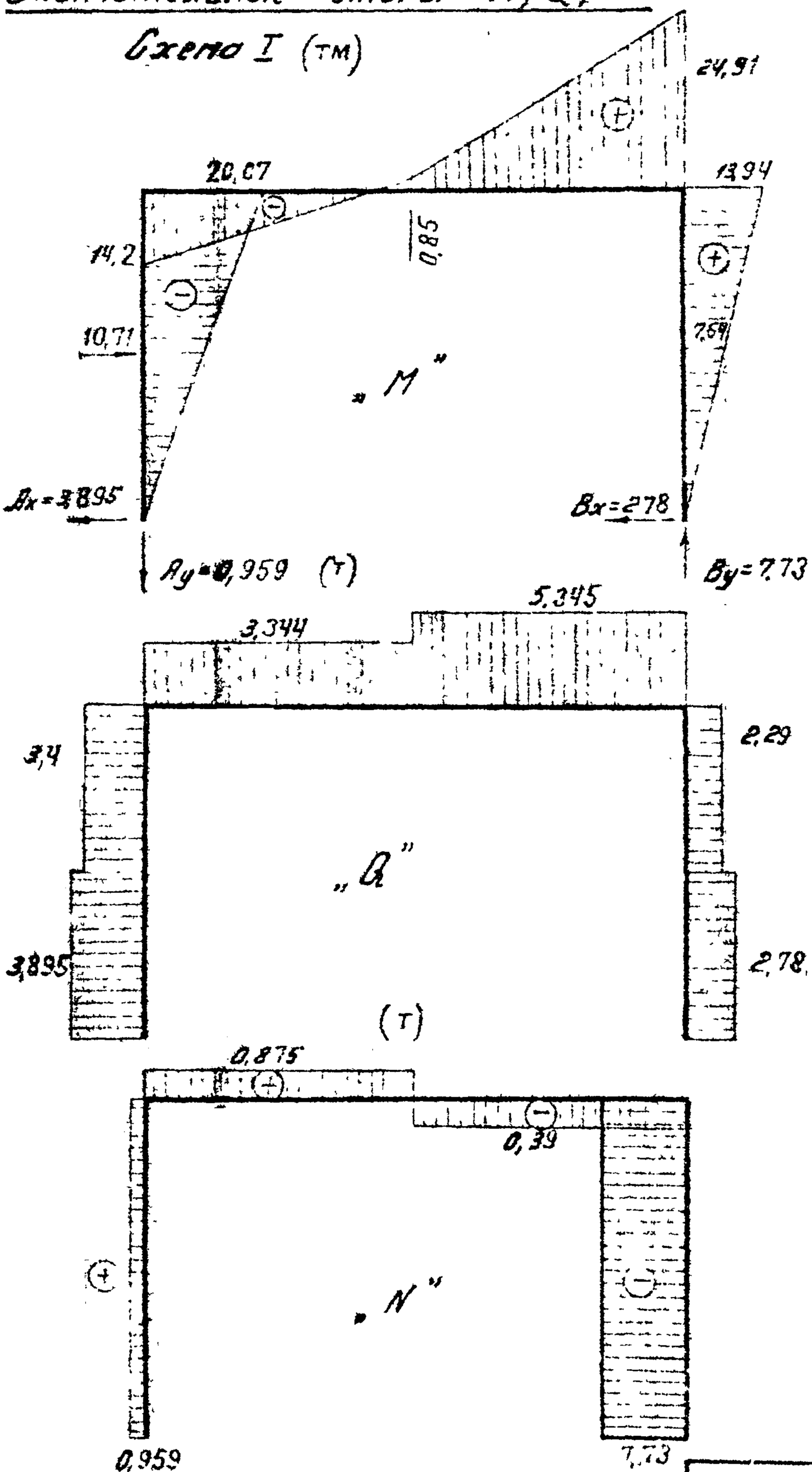
$$\Delta'' = \frac{1}{EJ_2}(\Sigma \omega_i \Omega_i + \Sigma \omega_i \ell_i) = \frac{-17{,}835 \cdot 10^{10}}{2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 21{,}3 \cdot 10^3} = -3{,}980 \text{ см}$$

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

$$X_1 = -\frac{\Delta_{1p}}{\delta_1} = -\frac{-6{,}57}{2{,}358\,10^{-3}} = 2{,}78 \cdot 10^{3} = 2780\ кг$$

Окончательные эпюры M, Q, N

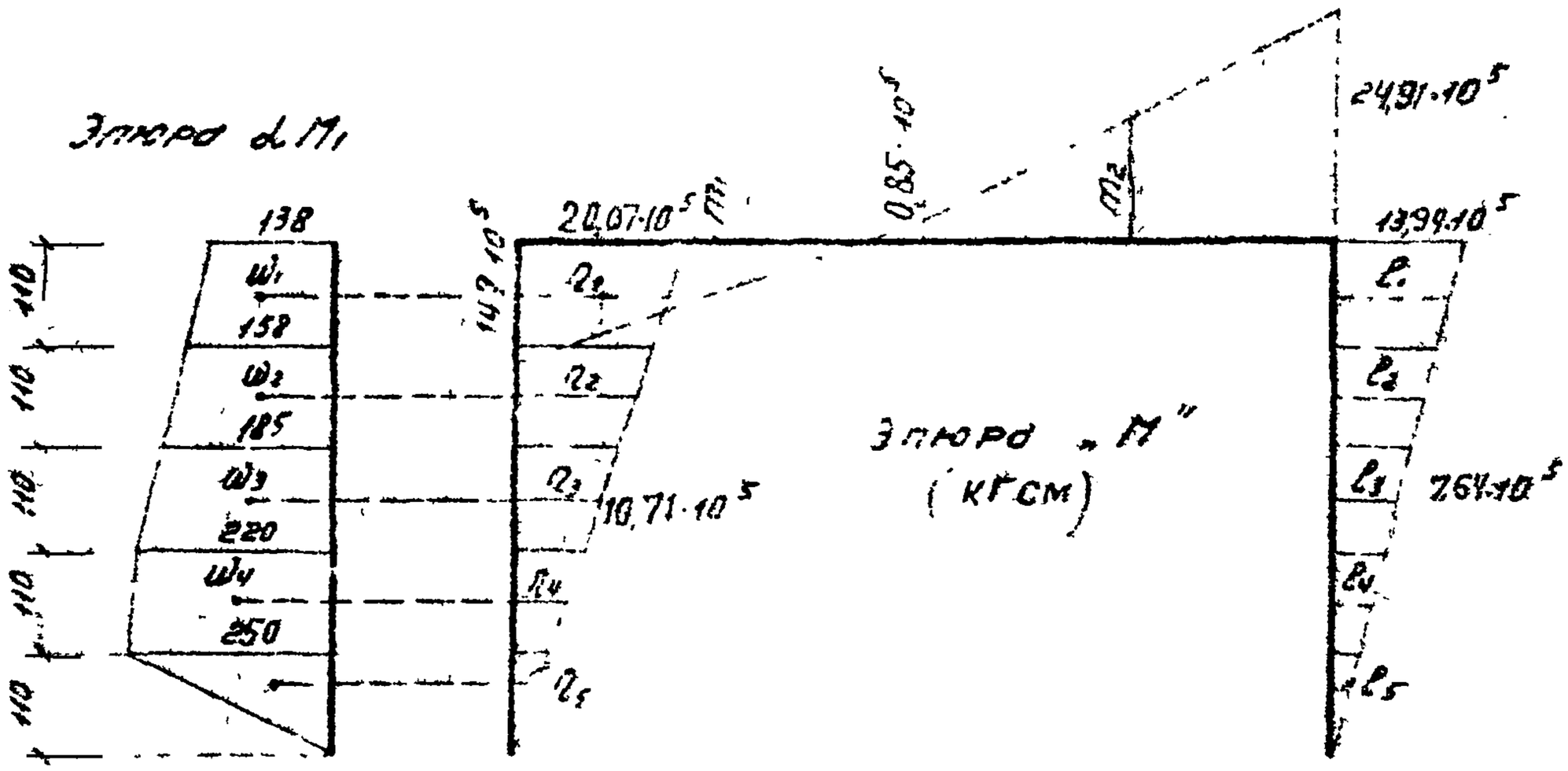
Схема I (тм)



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 $\bar{M}_1$

$\Omega_1 = 18{,}196\cdot10^5$ $\quad \ell_1 = 12{,}678\cdot10^5$ $\quad m_1 = 6{,}67\cdot10^5$

$\Omega_2 = 14{,}45\cdot10^5$ $\quad \ell_2 = 10{,}6\cdot10^5$ $\quad m_2 = 12{,}88\cdot10^5$

$\Omega_3 = 10{,}71\cdot10^5$ $\quad \ell_3 = 7{,}64\cdot10^5$

$\Omega_4 = 6{,}425\cdot10^5$ $\quad \ell_4 = 4{,}583\cdot10^5$

$\Omega_5 = 2{,}854\cdot10^5$ $\quad \ell_5 = 2{,}036\cdot10^5$

$\omega_1\Omega_1 = -16280 \times 18196\cdot10^5 = -2{,}962\cdot10^{10}$

$\omega_2\Omega_2 = -18800 \times 14{,}45\cdot10^5 = -2{,}717\cdot10^{10}$

$\omega_3\Omega_3 = -22400 \times 10{,}71\cdot10^5 = -2{,}399\cdot10^{10}$

$\omega_4\Omega_4 = -25800 \times 6{,}425\cdot10^5 = 1{,}658\cdot10^{10}$

$\omega_5\Omega_5 = -13750 \times 2{,}854\cdot10^5 = 0{,}391\cdot10^{10}$

$$\sum_{i=1}^{i=5} \omega_i\Omega_i = -10\,127\cdot10^{10}\ \text{см}^3$$

$\omega_1 \eta_1 = 16280 \times 1,678 \cdot 10^{-5} = 2,064 \cdot 10^{10}$

$\omega_2 \eta_2 = 18800 \times 4,16 \cdot 10^{-5} = 1,91 \cdot 10^{10}$

$\omega_3 \eta_3 = 22400 \times 64 \cdot 10^{-5} = 1,707 \cdot 10^{10}$

$\omega_4 \eta_4 = 25800 \times 4583 \cdot 10^{-5} = 1,182 \cdot 10^{10}$

$\omega_5 \eta_5 = 13750 \times 2,036 \cdot 10^{-5} = 0,280 \cdot 10^{10}$

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

$$\delta_{1p}' = \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \times 11 \cdot 10^3} (-550 \times 450 \times 6,67 \cdot 10^5 + 550 \times 450 \times 1288 \cdot 10^5) =$$

$= 0$

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

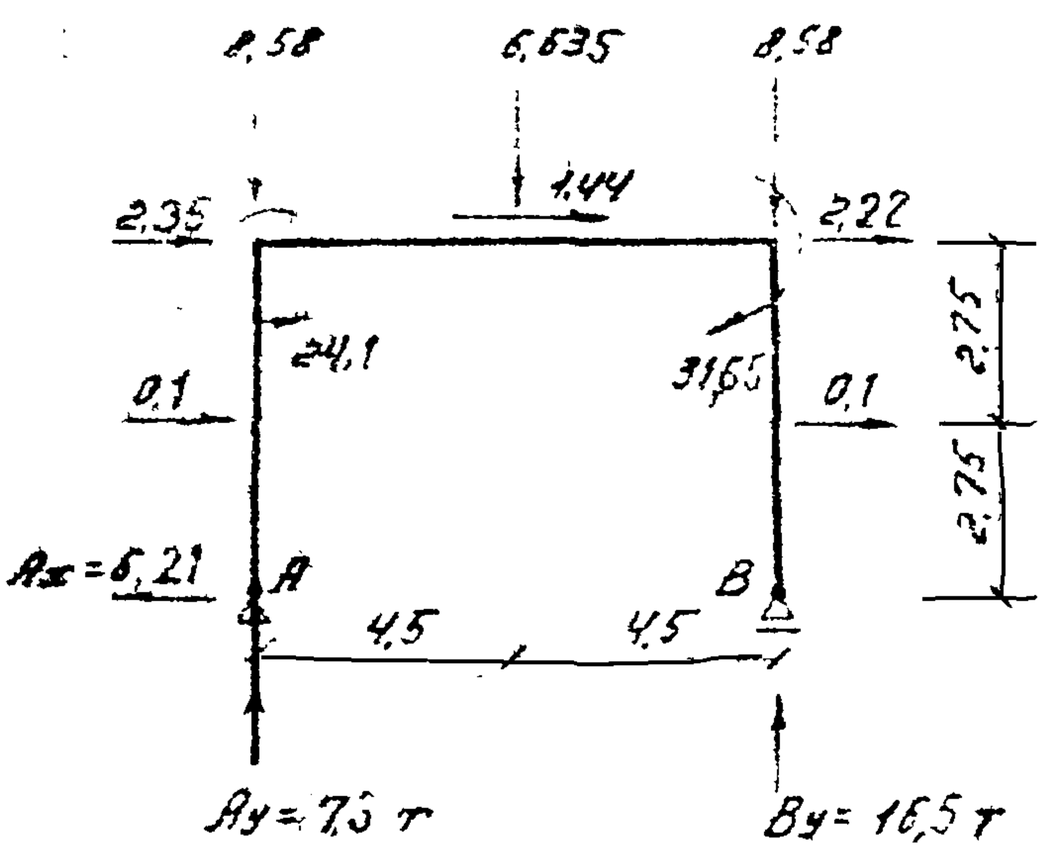
$\delta_{1p} = \delta_{1p}' + \delta_{1p}'' = 0,859 - 0,667 = 0,08 \text{см} \approx 0$

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

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:



$$\Sigma X = 0$$

$$2{,}35 + 2{,}22 + 1{,}44 + 2 \times 0{,}1 - Ax = 0$$

$$\underline{Ax = 6{,}21 \text{ т}}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

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

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

$$\underline{By = 16{,}5 \text{ т}}$$

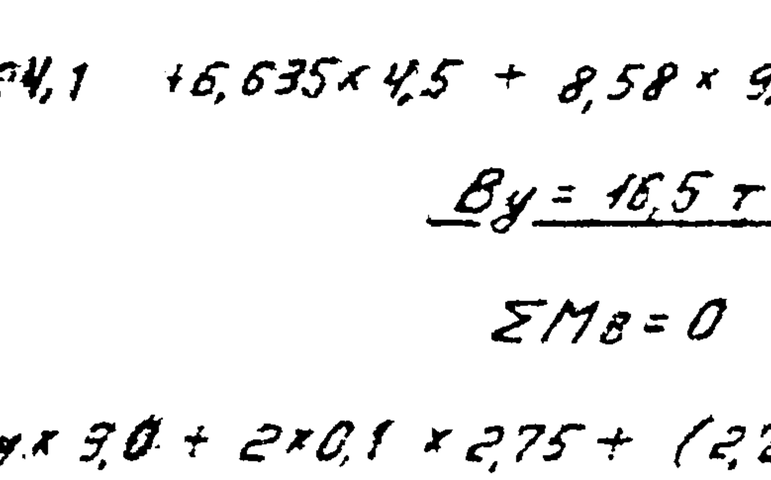
$$\Sigma M_B = 0$$

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

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

$$\underline{Ay = 7{,}3 \text{ т}}$$

Эпюра „ M_p " в основной системе от нагрузки по схеме



(тм)

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

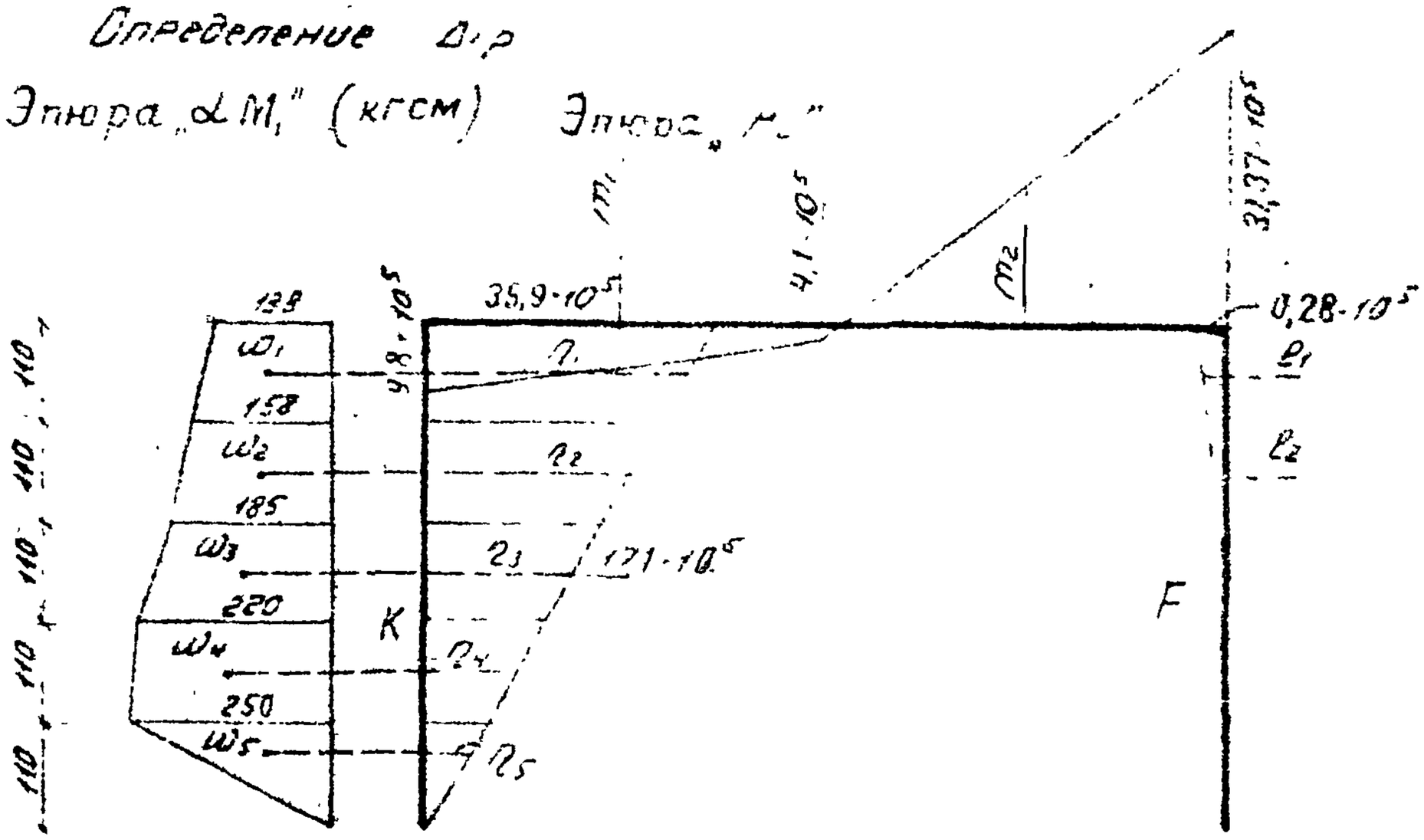
$$X_1 = - \frac{\Delta_{1P}}{\delta_{11}}.$$

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_i" (кгсм) Эпюра „M_p"



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

$\rho_1 = 30,54 \cdot 10^5$ $\quad$ $\ell_1 = 0,22 \cdot 10^5$

$\rho_2 = 23,82 \cdot 10^5$ $\quad$ $\ell_2 = 0,11 \cdot 10^5$

$\rho_3 = 17,1 \times 10^5$ $\quad$ $m_1 = 6,95 \cdot 10^5$

$\rho_4 = 10,26 \cdot 10^5$ $\quad$ $m_2 = 13,64 \cdot 10^5$

$\rho_5 = 4,558 \cdot 10^5$

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

Первый член формулы.

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

Второй член формулы определен суммированием:

$$W_1 Q_1 = -16280 \times 50{,}54\,10^5 = -4{,}97 \cdot 10^{10}$$

$$W_2 Q_2 = -18800 \times 23{,}88 \cdot 10^5 = -4{,}478\,10^{10}$$

$$W_3 Q_3 = -22400 \times 17{,}1\ 10^5 = -3\,83 \cdot 10^{10}$$

$$W_4 Q_4 = -25800 \times 10{,}28 \cdot 10^5 = -2{,}647 \cdot 10^{10}$$

$$W_5 Q_5 = -13750 \times 4{,}558 \times 10^5 = -0{,}625 \cdot 10^{10}$$

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

$$W_1 P_1 = +16280 \times 0{,}22 \cdot 10^5 = -0{,}036 \cdot 10^{10}$$

$$W_2 P_2 = +18800 \times 0{,}11 \cdot 10^5 = -0{,}02 \cdot 10^{10}$$

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

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

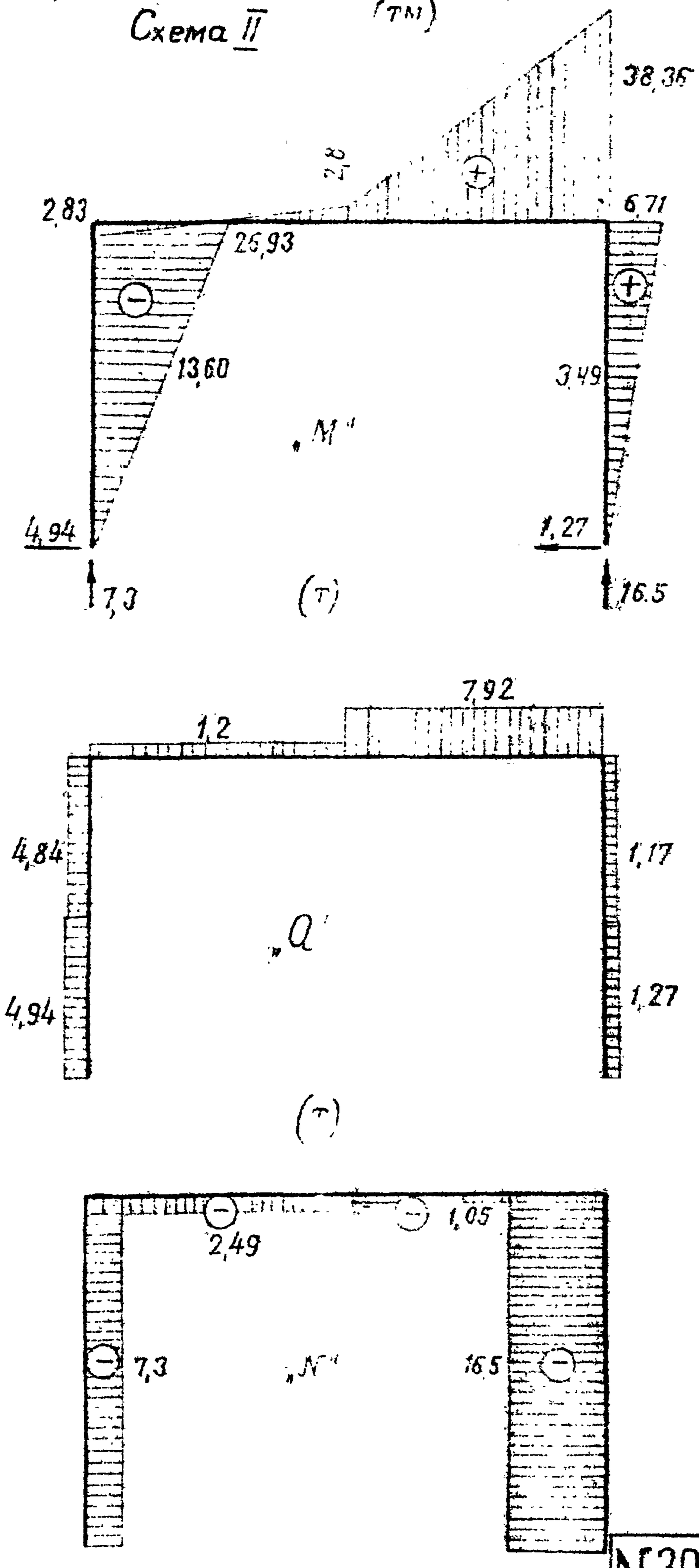
$$= -3{,}71\ см$$

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

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

Окончательные эпюры M, Q, N
(тм)

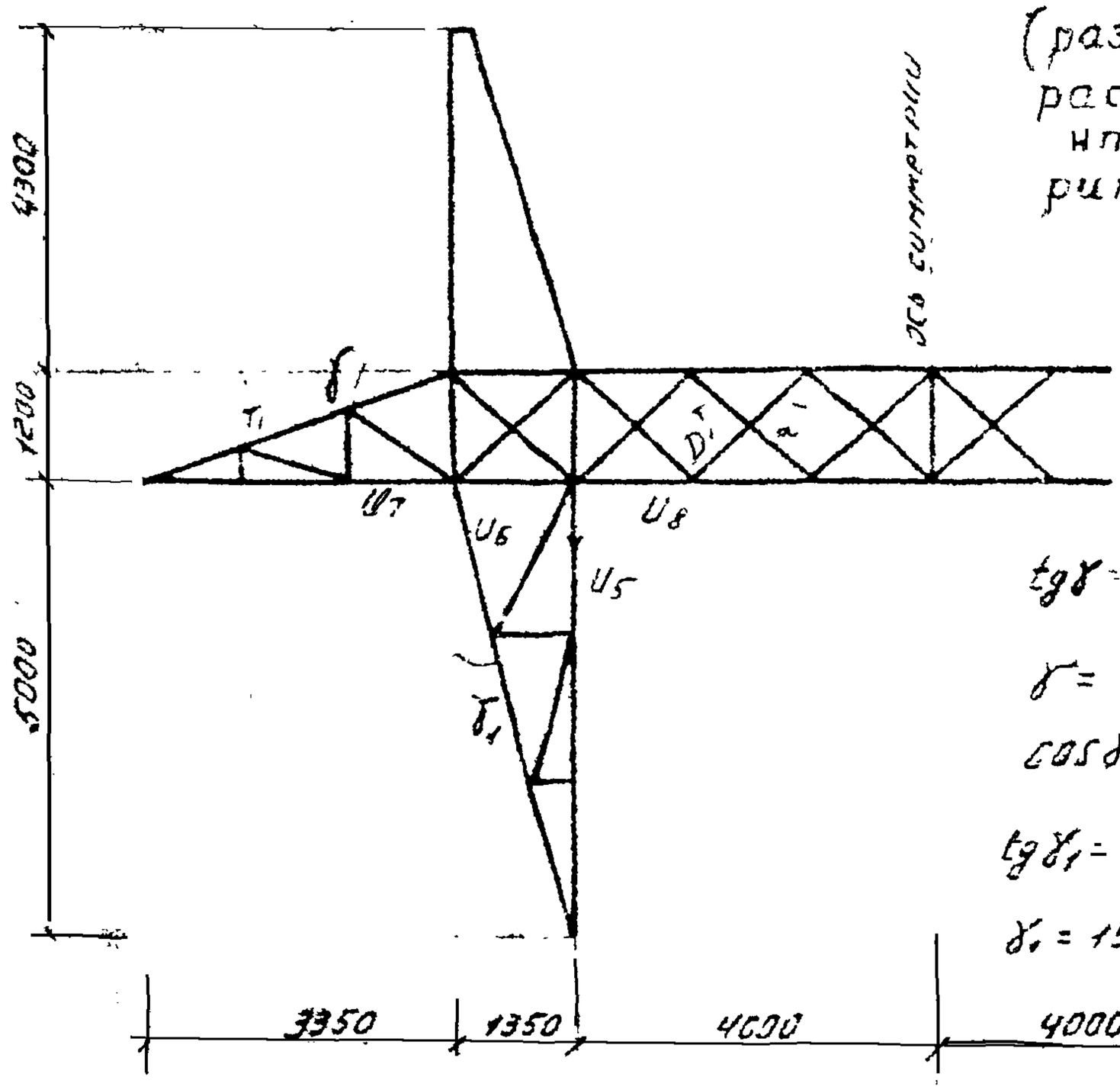
Схема II



N3081 ТМ-Т2

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

$U_7 = \frac{M}{2B} = \frac{3165}{2 \times 1,2} = 13,18$ т $T_1 = \frac{M}{2B\cos\delta} = \frac{31,65}{2 \times 1,2 \times 0,94} = +14,02$ т

Рамный участок $M = 38,36$

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

Раскос D_1^T $Q = 7,92$

$\cos\alpha = 0,569$

$D_1^T = \frac{7,92}{4 \times 0,569} = 2,96$ т

2. Стойка рамы

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

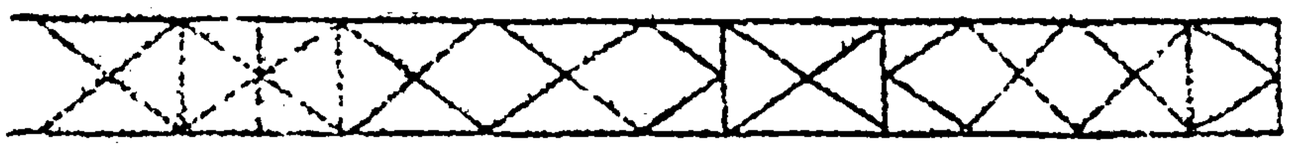
$U_5 = \frac{M}{2B\cos\gamma_1} + \frac{N}{4 \times \cos\gamma_1} = \frac{26,93}{2 \times 1,25 \times 0,966} + \frac{7,3}{4 \times 0,966} = 11,2 + 1,9 = 13,1$ т

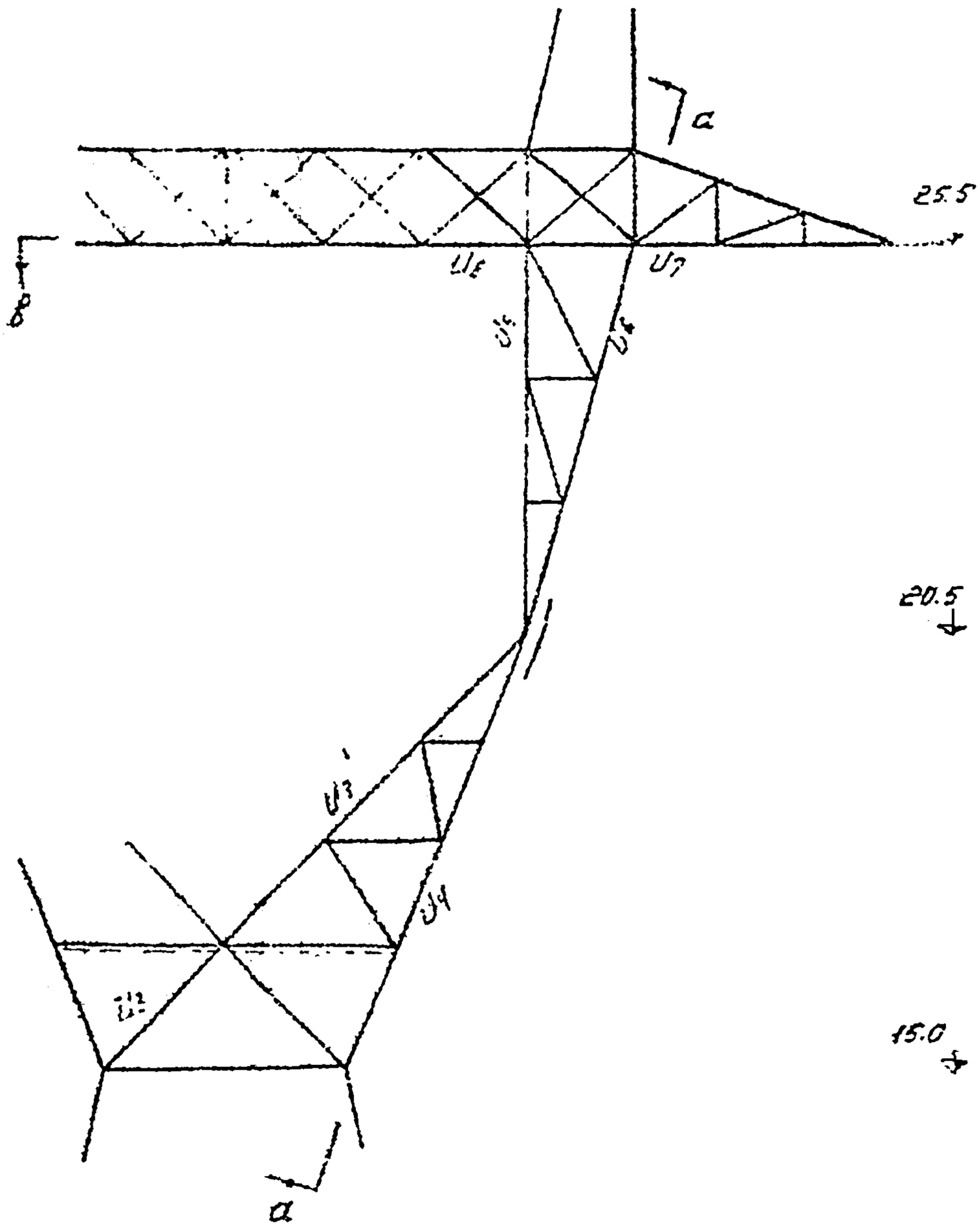
$U_5 = 13,1 \times 0,965 = 12,65$ (растяжение)

Расчёт опоры между отметками ▽15.0 - ▽25.5

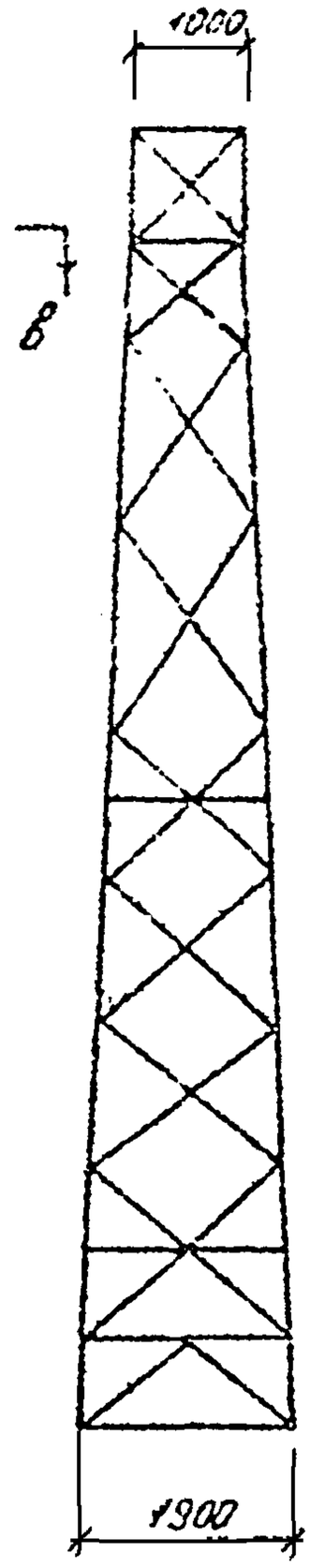
по схеме аварийного режима III, IV р-н гололеда

(обрыв проводов)





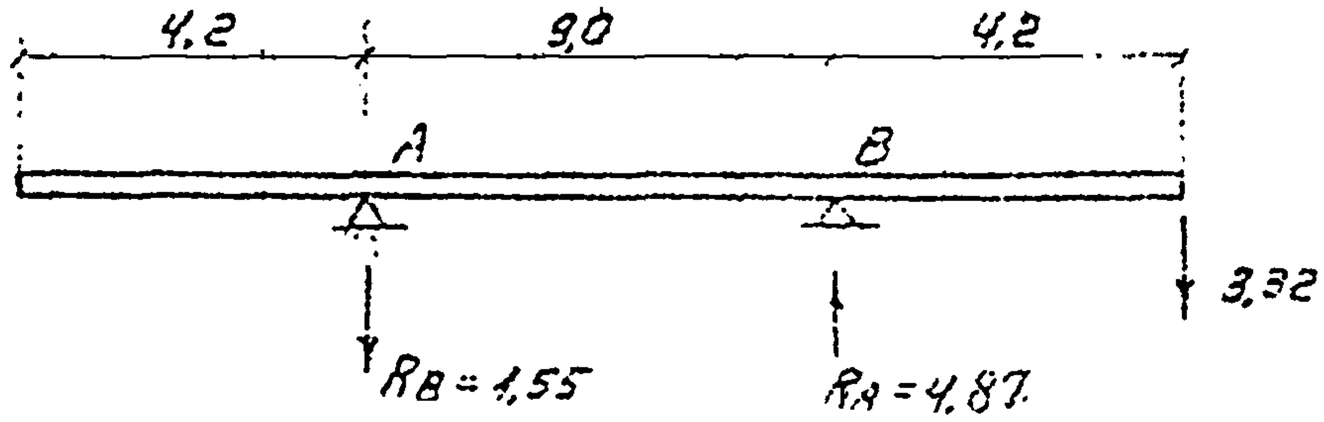
а-а



в-в

Определение горизонтальных реакций на стойки.

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



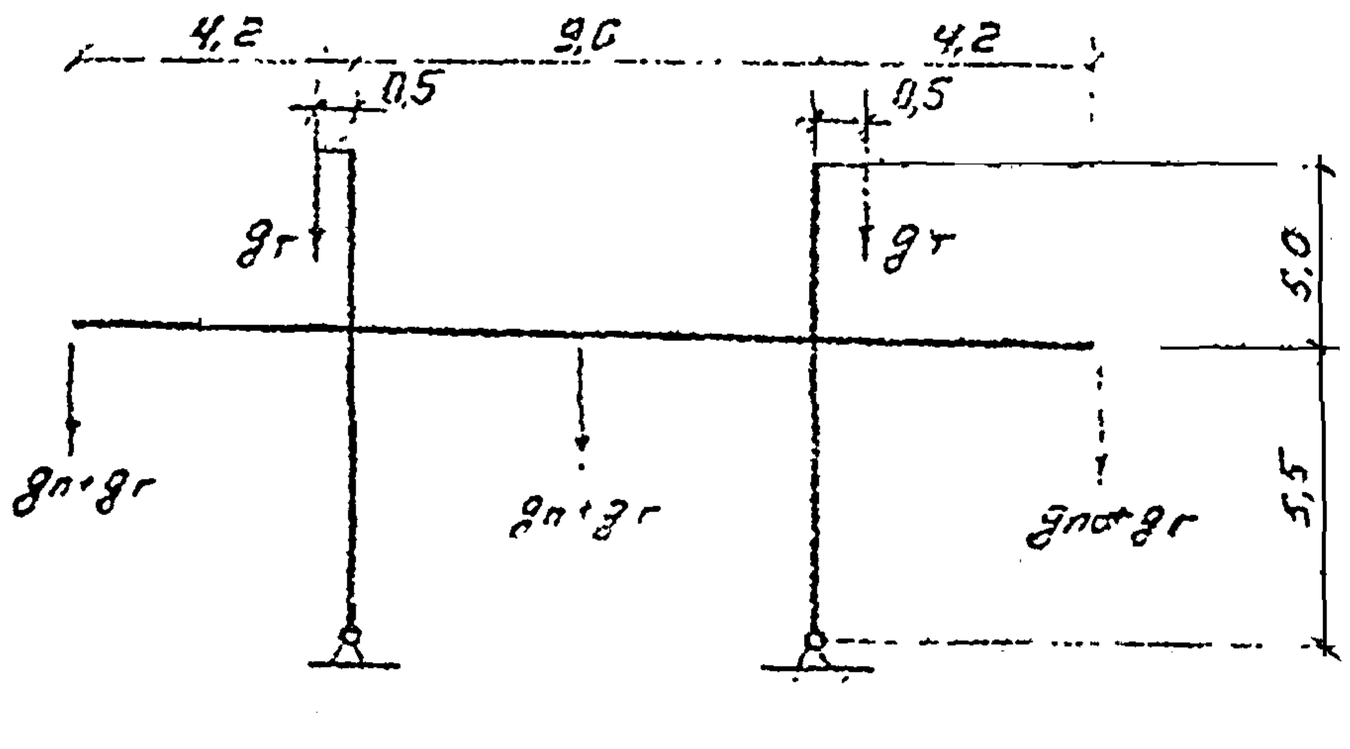
Сх. III,

III р-н гололёда

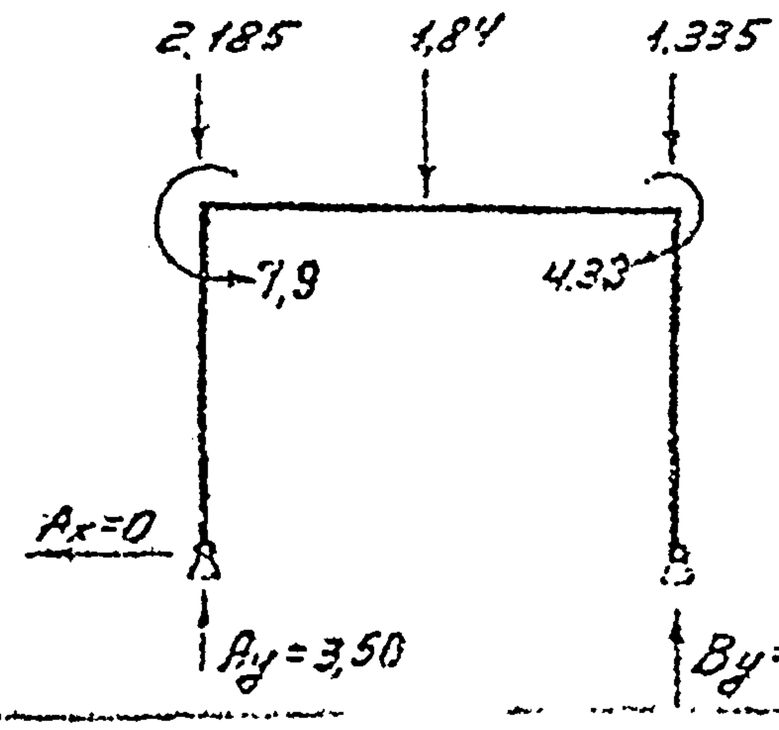
$$R_A = \frac{3,32 \times 13,2}{9,0} = 4,87\ т$$

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

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

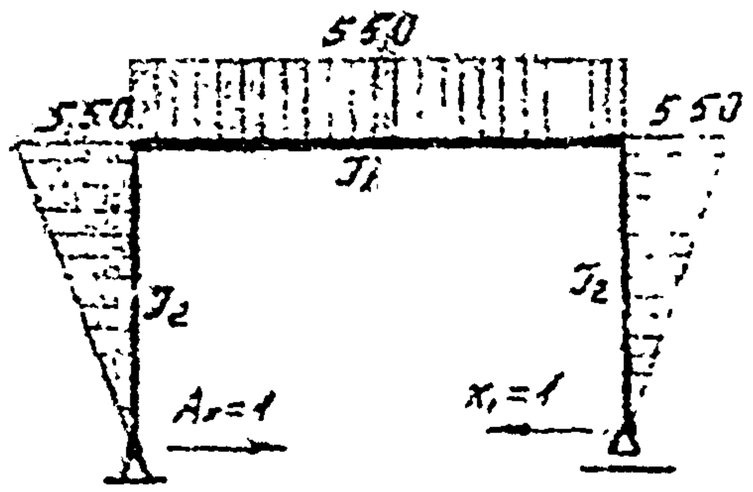


$g_т = 0,345\ т$ $g_п + g_т = 1,840\ т$ $g_{по} + g_т = 0,990\ т.$



Нагрузки в основной системе

Эпюра „M" от $X_1 = 1$



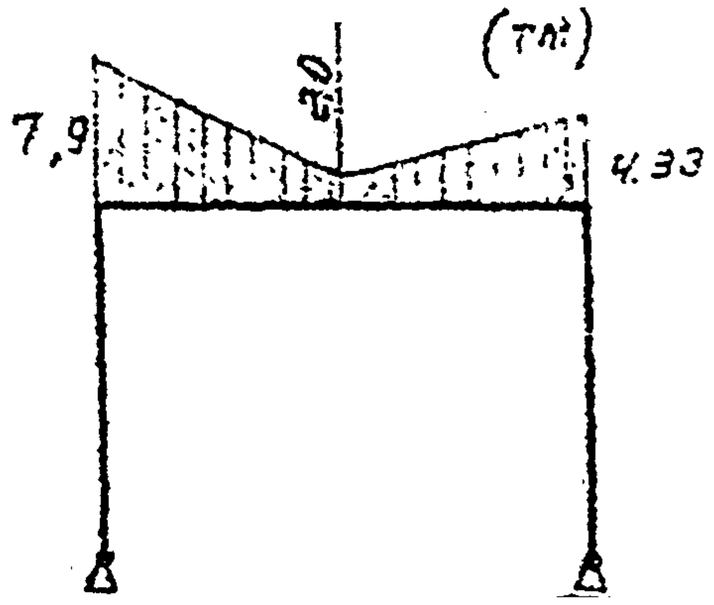
$J_p = J_1 = 111000\ см^4$ (стр. 114)

Момент инерции стойки J_2 принимаем постоянным по высоте стойки для сечения $\frac{h}{2} = 2.75\ м$

(см. уровнение на стр. 115

$J_c = J_2 = 29020\ см^4$

Эпюра „M_p" (тм)



$\delta_{11} = 2\,358 \cdot 10^{-3}\ \frac{1}{см}$ (см. стр. 118)

$$\Delta_{1P} = \frac{1}{EJ_1}\left(\frac{7.9\cdot10^5+20\cdot10^5}{2}\times450\cdot550+\right.$$

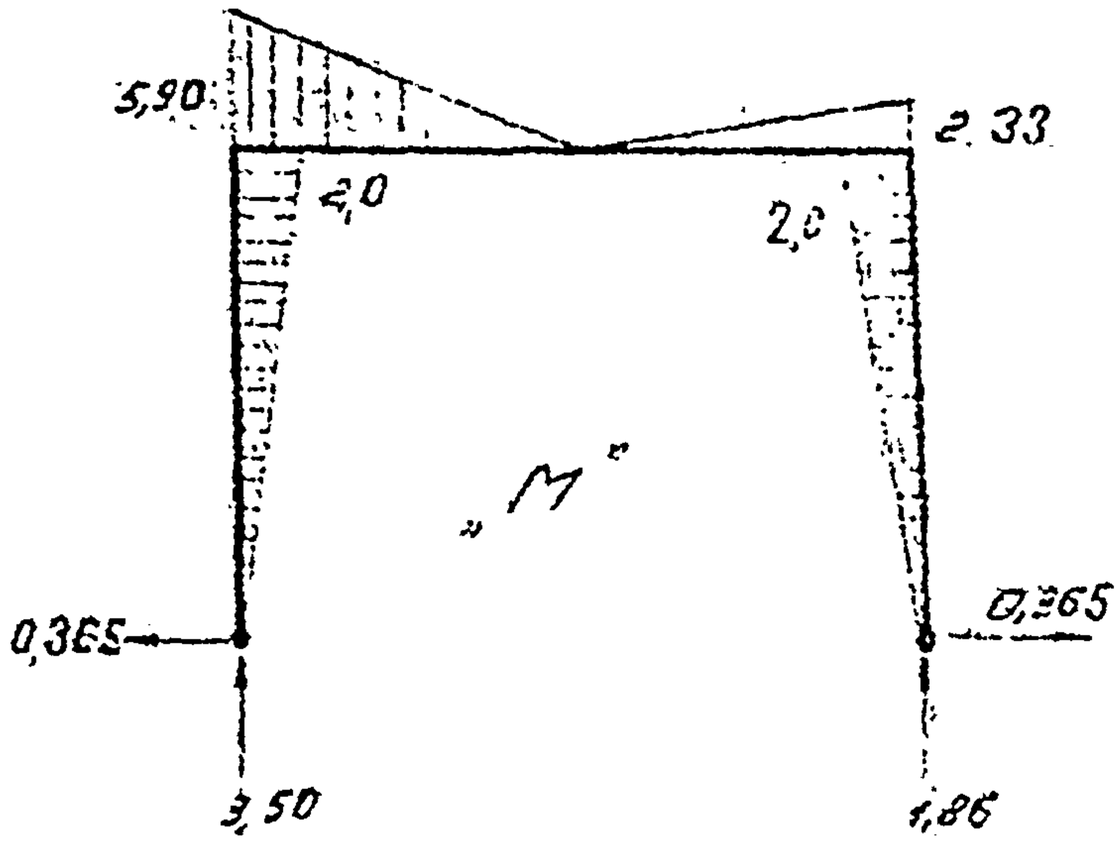
$$\left.+\frac{20\cdot10^5+4.33\cdot10^5}{2}\times450\times550\right)=$$

$$=\frac{1}{2.1\cdot10^6\cdot111\times10^{-8}}\left(12,25\times10^{10}+7,8\cdot10^{10}\right)=$$

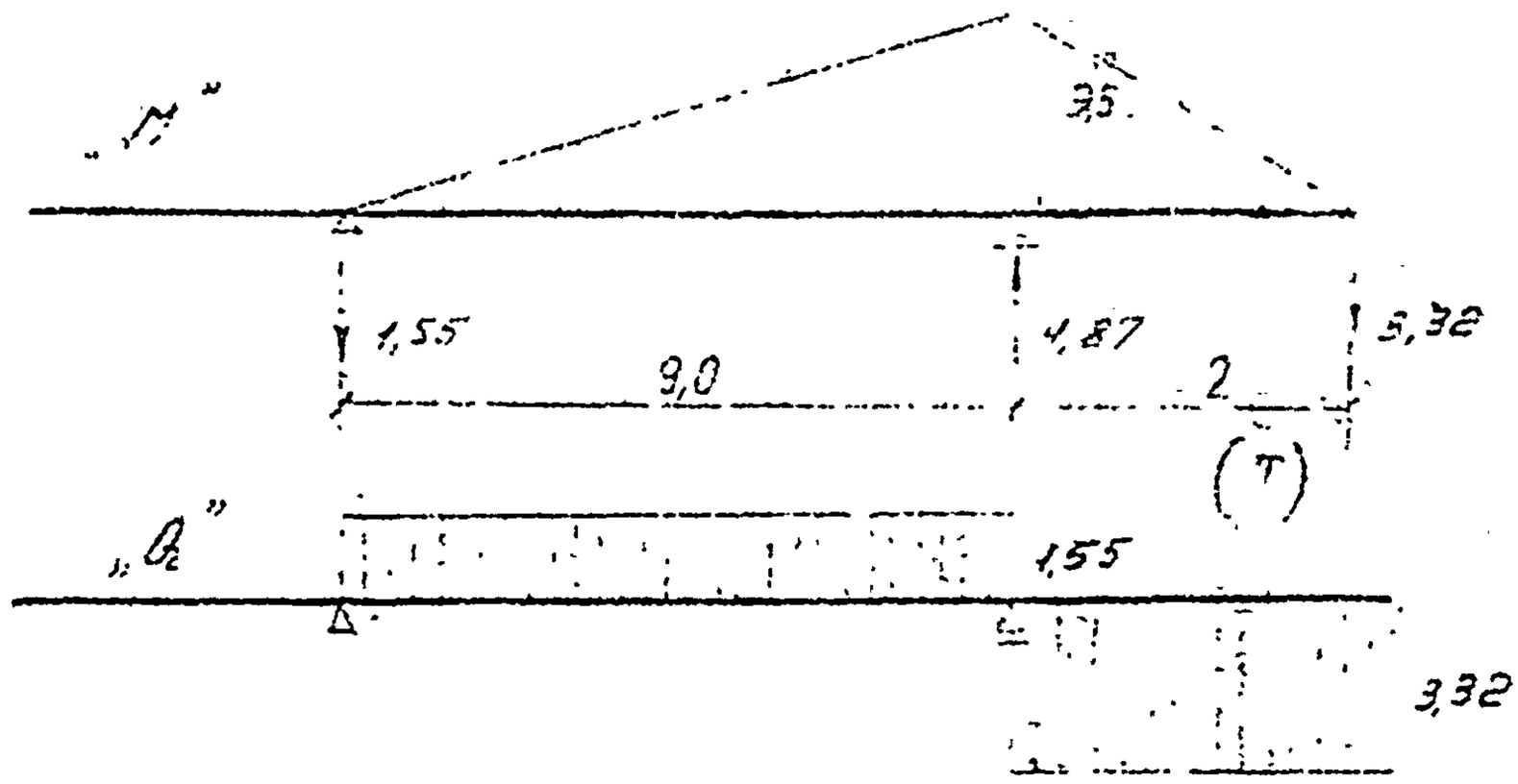
$$=\frac{20,05\cdot10^{10}}{2.1\cdot111\cdot10^{10}}=0,86\ см.$$

$$X_1 = -\frac{0,86}{2.358\cdot10^{-3}} = -365\ кг.$$

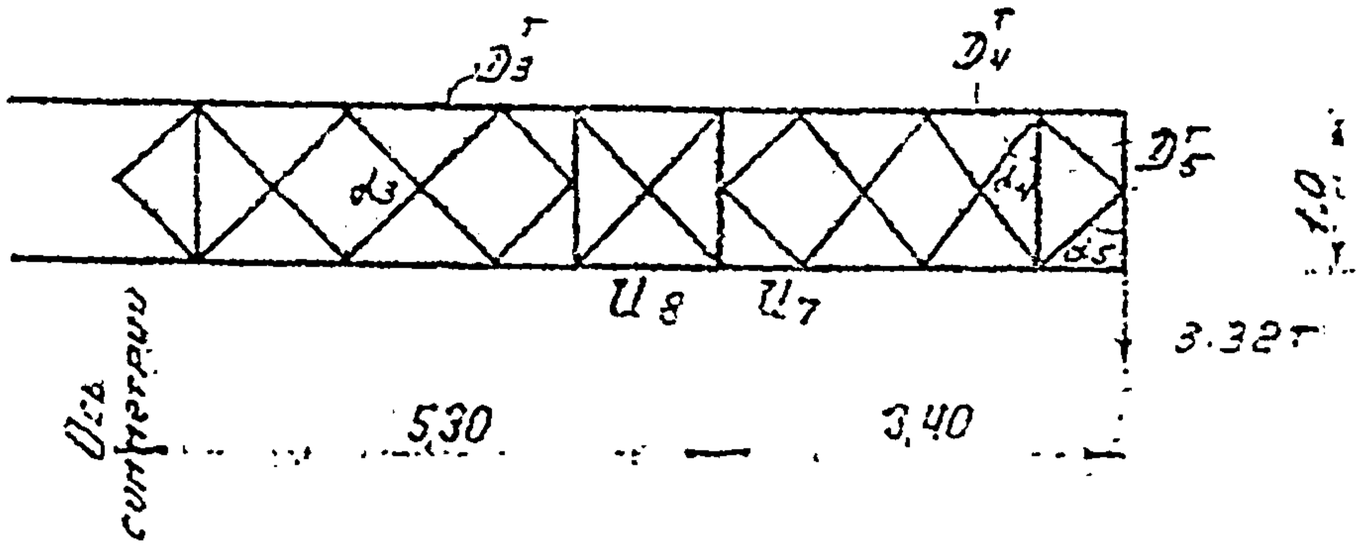
Окончательная эпюра M (схема III).
от вертикальных нагрузок (тм)



Эпюры „M" и „Q" от горизонтальных нагрузок



Определение усилий в элементах траверсы



$\cos\alpha_3 = 0{,}599$

$\cos\alpha_4 = 0{,}703$

$\cos\alpha_5 = 0{,}536$

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 $D_4^т$

$Q_4 = 3{,}32\,т$ $\qquad D_4^т = \frac{3{,}32}{2\times 0{,}703} = 2{,}36\,т$

Раскос $D_5^т$

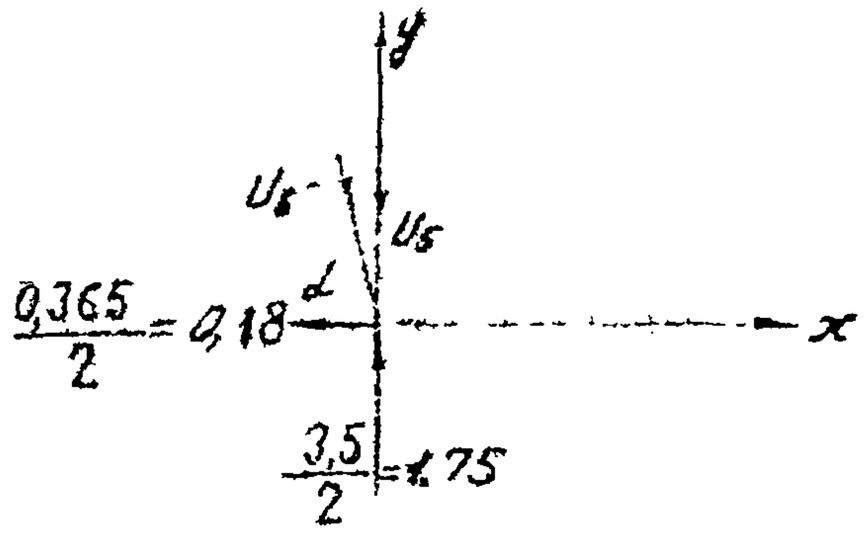
$Q_5 = 3{,}32\,т$ $\qquad D_5^т = \frac{3{,}32}{2\times 0{,}536} = 3{,}1\,т$

Пояс рамного участка

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

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

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

$U_5 = \frac{0,18}{0,242} = 0,74\ т$

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

$U_5 + 0,74 \times 0,27 - 1,75 = 0,$

$U_5 = 1,04\ т$

б) из плоскости рамы

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

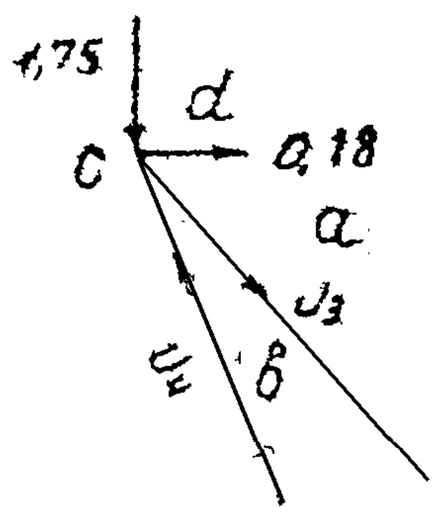
Суммарные усилия

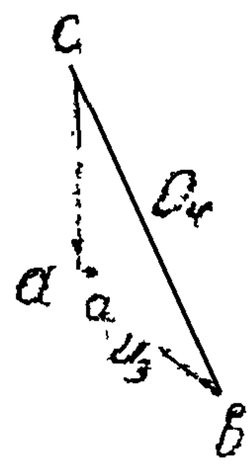
$+U_5 = 8,93 - 1,04 = 9,97\ т$ $\qquad -U_5 = -8,93 + 1,04 = -7,89\ т$

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

2) Пояса рогов

а) в плоскости рамы





$U_3 = +1,4\ т$

$U_4 = -3,0\ т$

б) из плоскости рамы

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

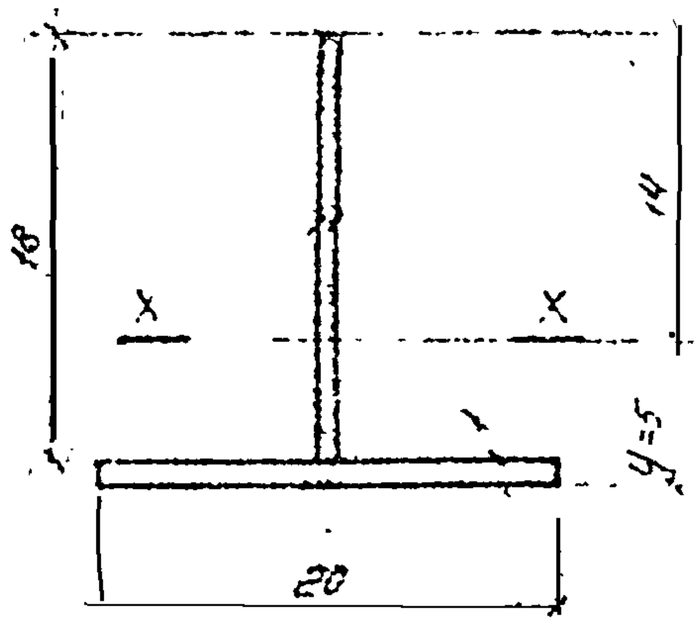
Суммарные усилия

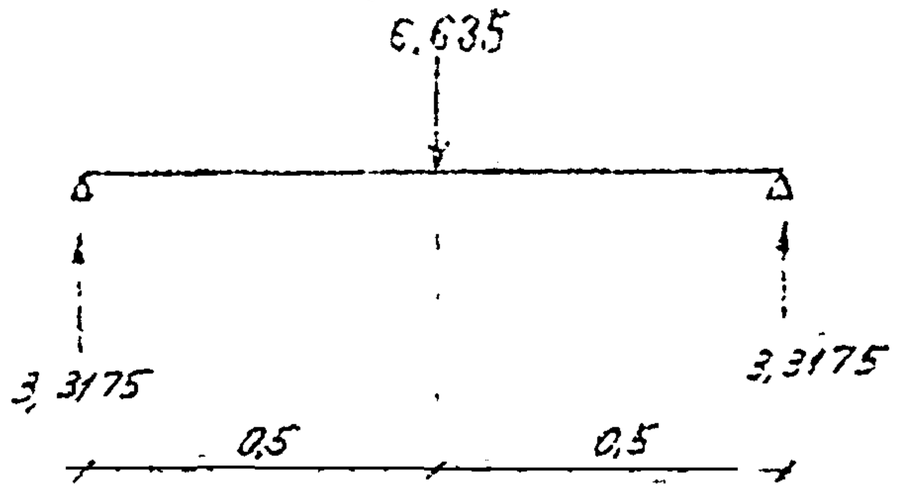
$+U_3 = +13,48 + 1,4 = 14,88\ т$ $\qquad -U_3 = -13,48 + 1,4 = -12,08\ т$

$+U_4 = +18,48 - 3,0 = 10,48\ т$ $\qquad -U_4 = -13,48 - 3,0 = -16,48\ т$

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

$$J_x = \frac{1}{3} \times (1,0 \times 14^3 + 20 \times 5^3 - 19 \cdot 4^3) =$$

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

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

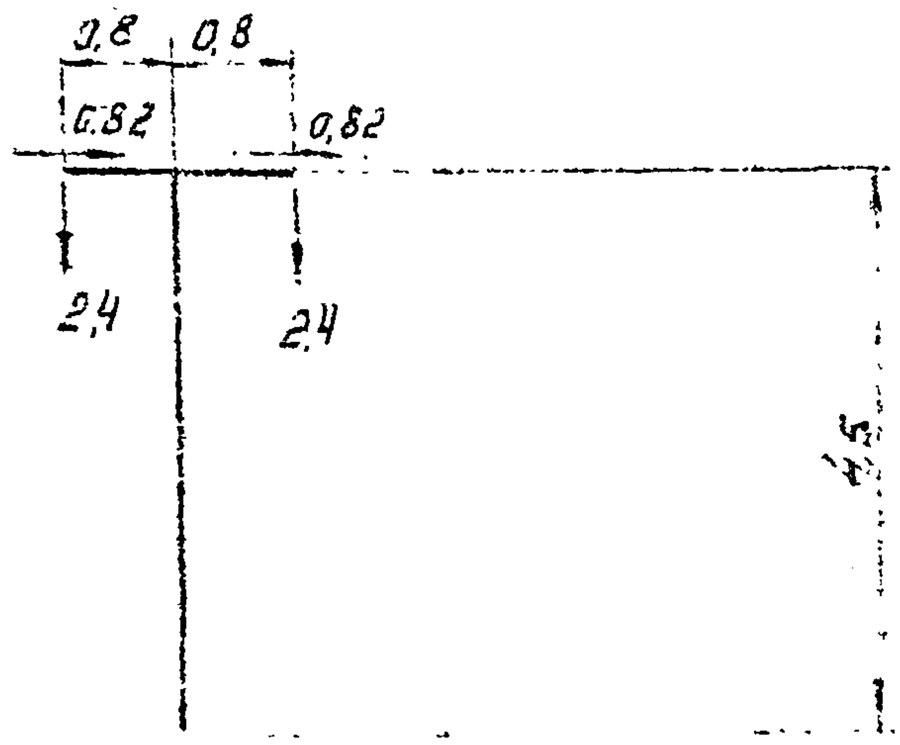
$$\sigma = \frac{155300}{95,9} = 1730 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

Расчет выполнил. [signature] /Элькинд/

Расчет проверил [signature] /Кириллова/

Расчет тросостойки СТ1

для опор П220-1 и ПС 220-7



Применять тросостойку СТ для опоры П220-1
возможно при ℓ ветр = 390м ℓ вес = 490м
для опоры ПС220-7 при ℓ ветр. = 320м; ℓ вес. = 570м.

Расчет пояса

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

$P_T = 0,82т$ $q_T = 2,4т.$

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.

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

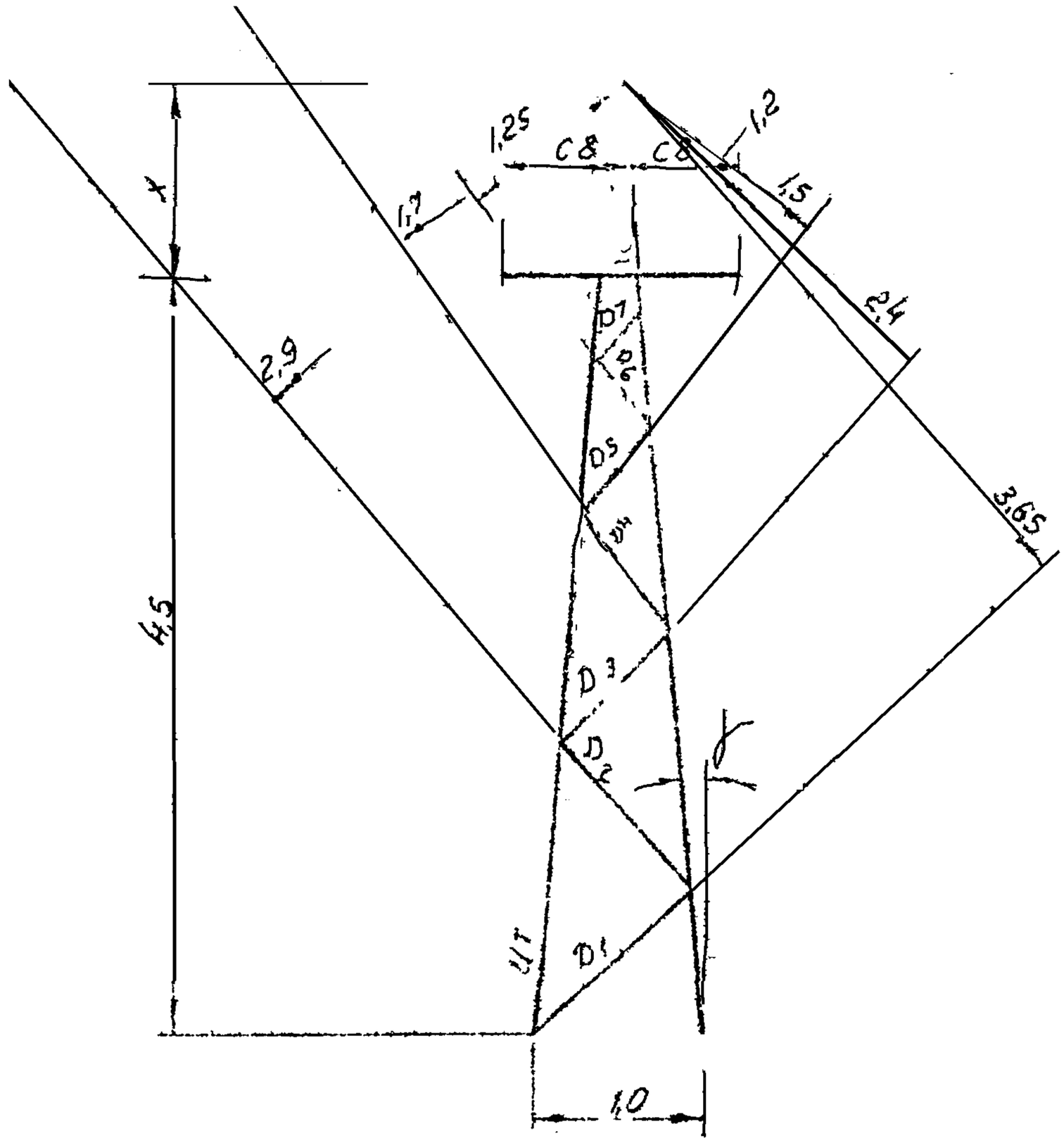
$$U_T = \frac{8,03}{2 \times 0,32 \times 0,997} + \frac{5,20}{4 \times 0,997} = 4,37 + 1,3 = 5,67т \quad 4020$$

L 63×5 $F = 6,13 см^2$ $\ell = 175$ см. $Z_x = 1,94$ см $r_0 = 1,14$

$$\lambda_p = \frac{\ell \cdot r_1}{Z_x} = \frac{175 \cdot 1,14}{1,94} = 103. \qquad \varphi = 0,576.$$

$$\sigma = \frac{U}{F \cdot \varphi}$$

$$\sigma = \frac{5670}{6,13 \times 0,575} = 1610 \text{ кг/см}^2$$



$$tg\,\gamma = \frac{1,0 - 0,2}{2 \times 4} = 0,089 \qquad \cos\gamma = 0,996$$

$$x = \frac{0,2}{2\,tg\,\gamma} = \frac{0,2}{2 \times 0,089} = 1,13\ м.$$

Расчет распосов

Схема IV ; IV район гололеда

$S'_T = 1,5\ т$;

$M_{кр} = 1,5 \times 0,8 = 1,2\ тм$

$M_{из} = 1,5 \times 1,13 = 1,69\ тм$

$$D = \frac{M_{из}}{2R} + \frac{M_{кр} X}{2 b_0 R}$$

$b_0 = 0,2 м$

$$D_7 = \frac{1,69}{2 \times 1,2} + \frac{1,2 \times 1,13}{2 \times 0,2 \times 1,2} = 0,7 + 2,83 = 3,53\ т \quad 1\phi\,20\ [3,8]\ 2d$$

$D_6 = \frac{1,69}{2 \times 1,25} + \frac{1,2 \times 1,13}{2 \times 0,2 \times 1,25} = 0,68 + 2,7 = 3,38$ т

1 ф 20 [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 ф 16 [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 ф 16 [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 ф 16 [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 ф 16 [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 ф 16 [2,56]

L 63×15; $F = 6,13$ см.^{2}; $Z_y = 1,25$ 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.^{2}

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}; $Z_y = 0,98$ 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}

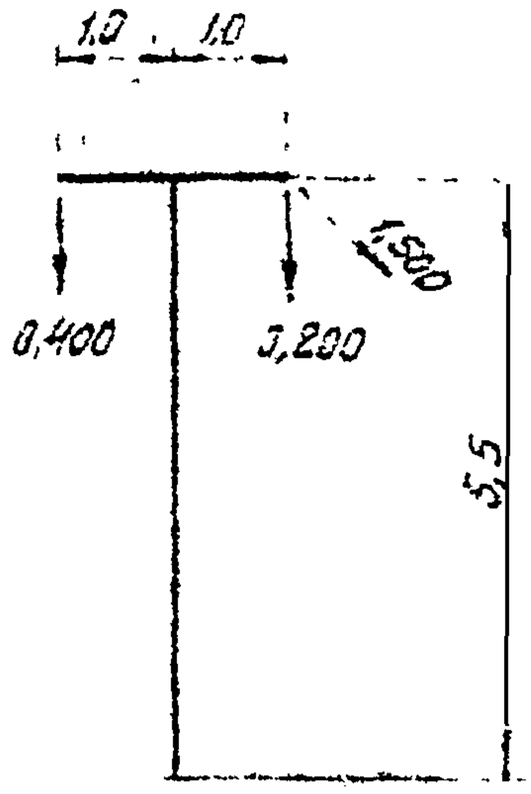
D_3, $\ell_3 = 95$ см.; $\lambda = \frac{95}{0,98} = 97$ $\mu = 0,949$ $\lambda_p = 92$ $\varphi = 0,672$ $\sigma_3 = \frac{1760}{4,8 \times 0,672 \times 0,75} = 730$ кг/см.^{2}

D_2; $\ell_2 = 115$ см.; $\lambda = \frac{115}{0,98} = 117$ $\mu = 0,889$ $\lambda_p = 104$ $\varphi = 0,568$ $\sigma_2 = \frac{1460}{4,8 \times 0,568 \times 0,75} = 720$ 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 ≈ 0,5т

Расчет троса

Схема IV, I р. г. Трос С-70. $S_{\text{т}} = 400$ кг., $S_{\text{т}} = 1500$ кг

$M_{II} = (0,400 - 0,200) \times 10 = 0,2$ тм

$M_{\perp} = 1,5 \times 55 = 8,25$ т

$G = 0,400 + 0,200 + 0,50 = 1,1$ т

$$tg\,\gamma = \frac{1,16 - 0,5}{2 \times 5,5} = \frac{0,66}{11,0} = 0,05$$

$\gamma = 3^{\circ}26'$ $\quad Cos\,\gamma = 0,998$

$\Sigma M = M_{II} + M_{\perp} = 0,2 + 8,25 = 8,45$ т

$$U = \frac{\Sigma M}{2B\,Cos\,\gamma} + \frac{G}{4\,Cos\,\gamma} \qquad B = 1,16\ м$$

$$U = \frac{8,45}{2 \cdot 1,16 \cdot 0,998} + \frac{1,1}{4 \cdot 0,998} = 3,65 + 0,28 = 3,93\ т$$

∟63×5 $\quad F = 6,13$ см.^{2} $\quad \ell = 190$ см $\quad r_x = 1,94$ $\quad \lambda_{min} = 114$ $\quad \lambda_p = \frac{\ell_0}{r_x} = 98$

$\varphi = 0,625$

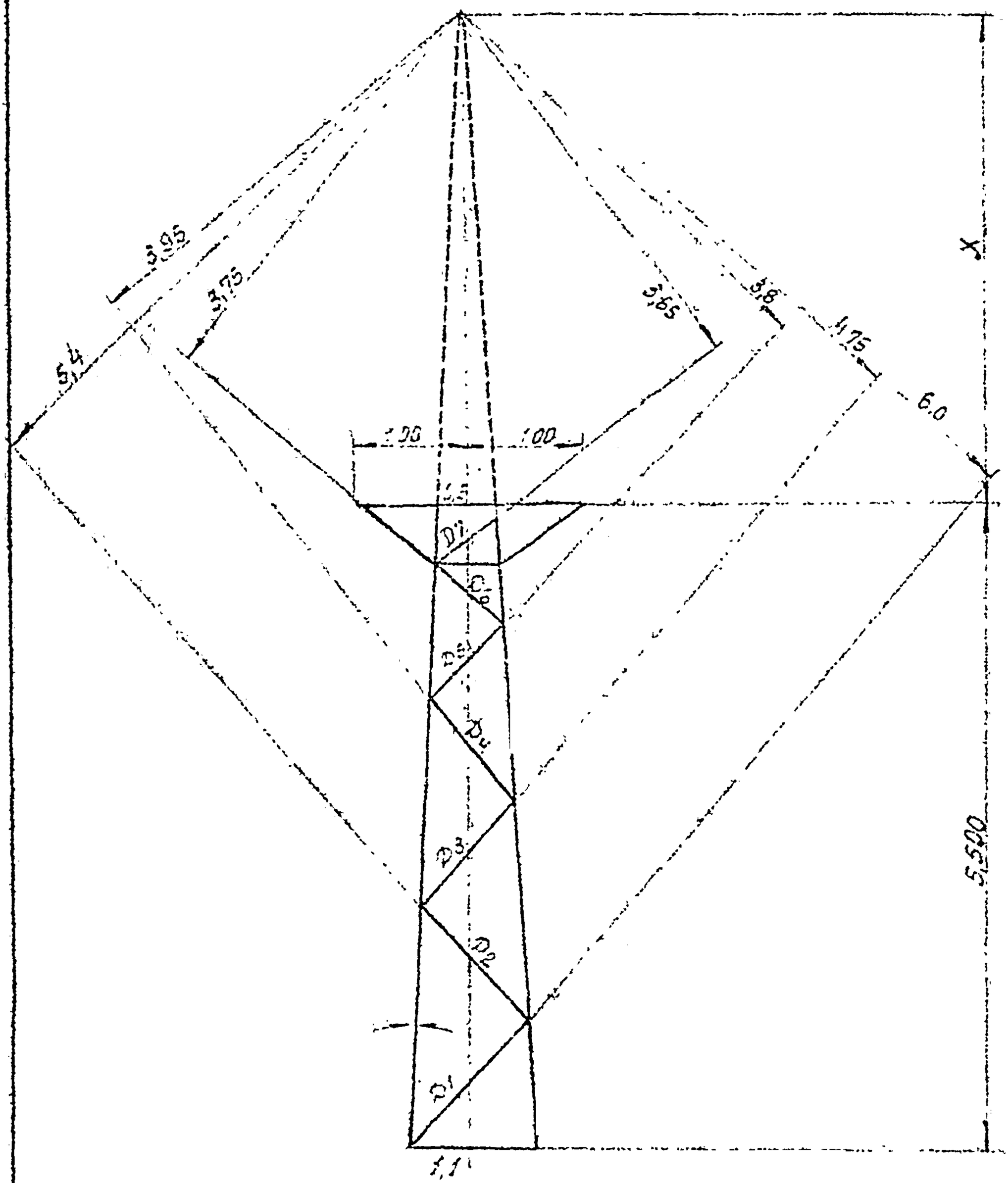
$$\sigma = \frac{3,930}{6,13 \cdot 0,627} = 1020\ кг/см.^2$$

Определение количества болтов в стыке тросостойки с верхней секцией

Болт ф16 при $\delta = 6$ держит 2,61 т.

Необходимое количество болтов $n = \frac{3,93}{2,61} = 1,5$ шт.

Ставим 4 ф16



$$X = \frac{5,5 \times 0,5}{1,16 - 0,5} = 4,17 \text{ м.}$$

$$tg\,\gamma = \frac{1,16 - 0,5}{2 \times 5,5} = 0,06$$

$$Cos\,\gamma = 0,998$$

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 стабятся на 1 болт ϕ16 [2,56 т]

Все раскосы из ∟50×5 $F = 4,8$ см.^{2} $\gamma_y = 0,98$ 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., $\lambda = \frac{90}{0,98} = 132$ $M_p = 0,964$; $\lambda_p = 92 \times 0,964 = 89$; $\varphi = 0,69$

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., $\lambda = \frac{65}{0,98} = 66$; $M_p = 1,00$; $\lambda_p = 66 \times 1,00 = 66$; $\varphi = 0,83$

$$\sigma = \frac{D}{F \cdot \varphi \cdot m}$$

m - коэфф. условий работы $m = 0,75$

$$\sigma_1 = \frac{1570}{4,8 \cdot 0,430 \cdot 0,75} = 1010 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{1740}{4,8 \cdot 0,499 \cdot 0,75} = 970 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{1980}{4,8 \cdot 0,544 \cdot 0,75} = 1010 \text{ кг/см}^2$$

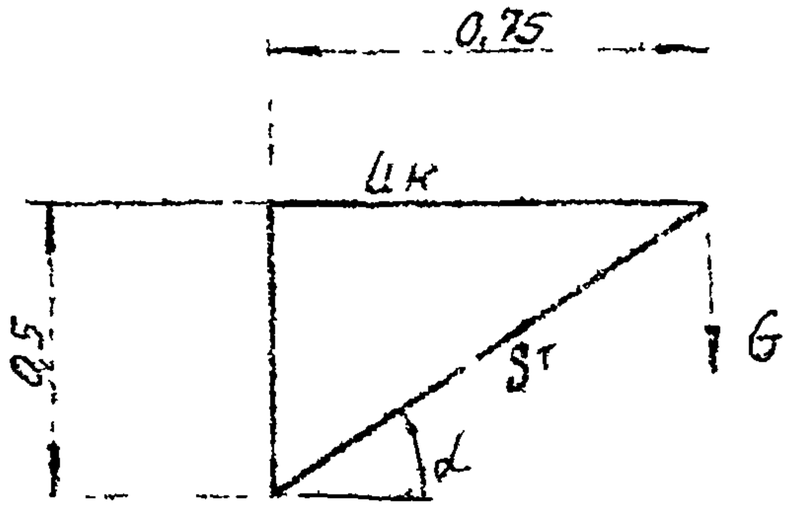
$$\sigma_4 = \frac{2350}{4,8 \cdot 0,564 \cdot 0,75} = 1130 \text{ кг/см}^2$$

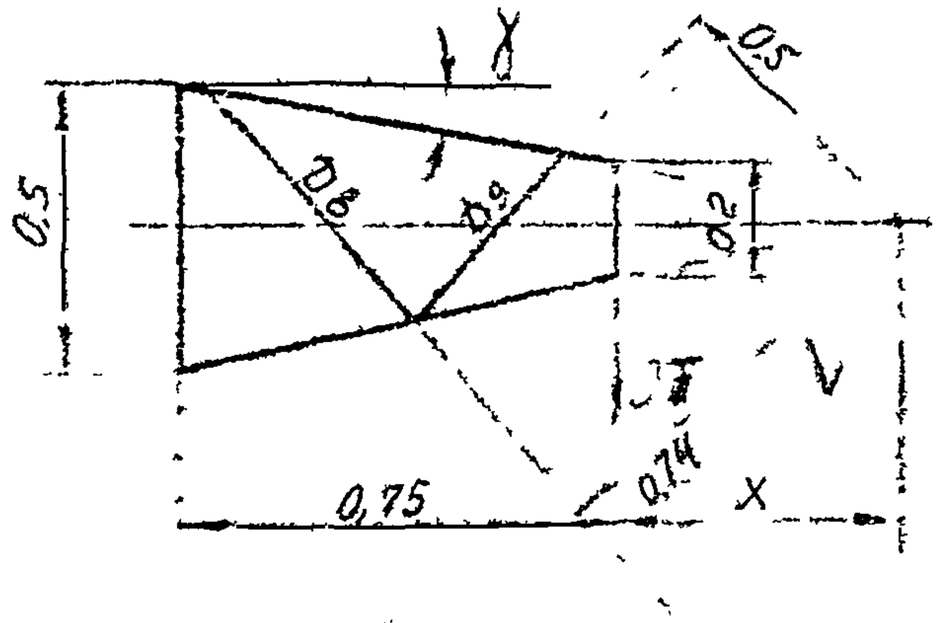
$$\sigma_5 = \frac{2490}{4,8 \cdot 0,696 \cdot 0,75} = 990 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_6 = \frac{2500}{4,8 \cdot 0,804 \cdot 0,75} = 870 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_7 = \frac{2560}{4,8 \cdot 0,830 \cdot 0,75} = 860 \text{ кг/см}^2$$

Расчет консоли





$tg\ \alpha = \frac{0,5}{0,75} = 0,667$

$\alpha = 33°42'$

$Cos\ \alpha = 0,832$

$tg\ \gamma = \frac{0,15}{0,75} = 0,20$

$\gamma = 10°49'$

$Cos\ \gamma = 0,98$

$X = \frac{0,75 \times 0,2}{0,5 - 0,2} = 0,5$ м

Расчет пояса Схема IV, I р.г.

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 $F = 6,13$ $Z_y = 1,25$ 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

$$G = \frac{2{,}04}{2} + \frac{0{,}025}{4} = 1{,}02 + 0{,}013 = 1{,}03 \text{ т.}$$

$$S_т = \frac{1{,}03 \times 0{,}75}{0{,}5 \times 0{,}982 \times 0{,}832} = 1{,}9 \text{ т.}$$

$\angle$ 50 × 5 $\quad F = 4{,}8$ см.^{2} $\quad r_y = 0{,}98$ $\quad \ell = 0{,}9$ 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

$$D_в = \frac{0{,}75}{0{,}74} = 1{,}02 \text{ т.} \qquad D_g = \frac{0{,}75}{0{,}5} = 1{,}5 \text{ т.}$$

Раскосы $\angle$ 50 × 5; $\quad F = 4{,}8$ см.^{2}; $\quad r_y = 0{,}98$ см.

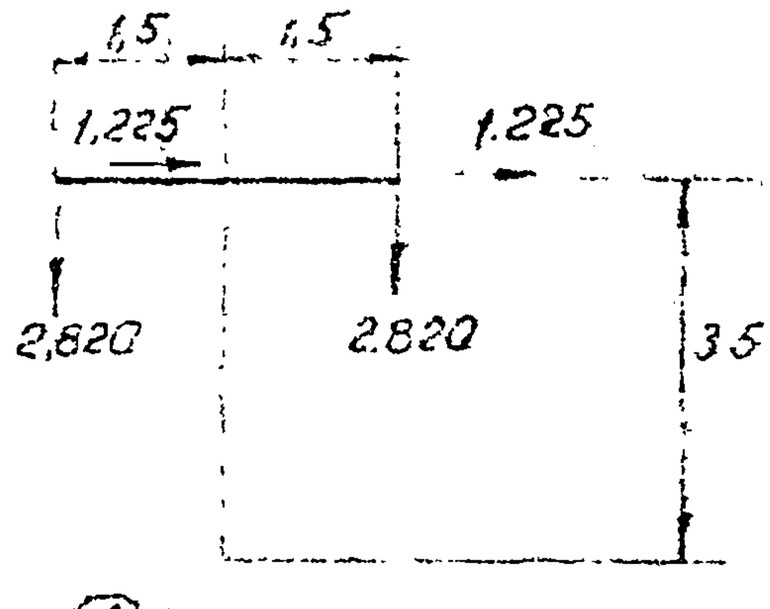
$\ell_в = 50$ см $\quad \lambda = \frac{50}{0{,}98} = 52$; $\quad \lambda_р = 52 \times 1{,}0 = 52$; $\quad \varphi = 0{,}884$

$\ell_g = 40$ см. $\quad \lambda = \frac{40}{0{,}98} = 41 \qquad \varphi = 0{,}917$

$$\sigma_в = \frac{1020}{4{,}8 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}884} = 320 \text{ кг/см.}^2$$

$$\sigma_g = \frac{1500}{4{,}8 \times 0{,}75 \times 0{,}917} = 450 \text{ кг/см.}^2$$

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 $\approx 0.5\,т$

$M_\perp = 0$

$M_{II} = 2.45 \times 3.5 = 8.58\,тм.$

$G = 2,82 \times 2 + 0.5 = 6,14\,т$

$$tg\,\gamma = \frac{2.0 - 0,5}{2 \times 3,5} = \frac{1.5}{7.0} = 0.212$$

$\gamma = 11°58'$

$Cos\,\gamma = 0.9782$

$$U = \frac{\Sigma M}{2,8 \cdot Cos\gamma} + \frac{G}{4\,Cos\gamma}$$

$$U = \frac{8,58}{2 \times 1.9 \times 0.9782} + \frac{8,14}{4 \times 0.9782} = 2,3 + 1,57 = 3,9\,т$$

$\angle$ 63×5 $F = 6.13\,см^2$ $\ell = 170\,см$ $Z = 1,94$ $M_n = 1.14$

$$\lambda_p = \frac{\ell\, M_n}{Z_x} = \frac{170 \times 1.14}{1,94} = 100 \qquad \varphi = 0,60$$

$$\sigma = \frac{U}{F \cdot \varphi} = \frac{390}{6,13 \cdot 0,60} = 1060\,кг/см^2$$

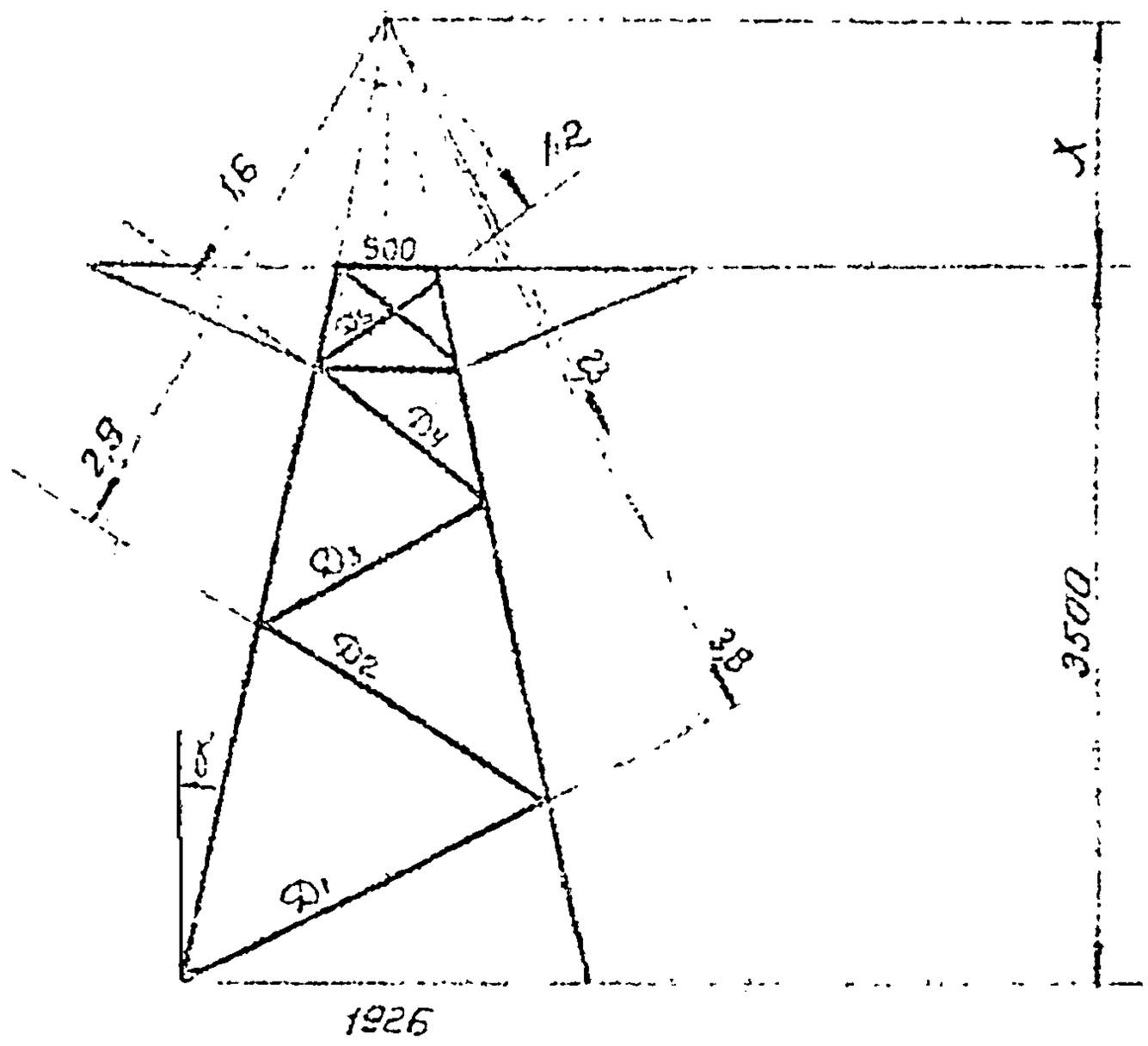
N 3081 ТМ-Т 2

Определение количества болтов в стыке тросостойки с верхней секцией

Болт ф 16 при $\delta = 5$ держит 2.61т

Необходимое кол-во болтов $h = \frac{3.9}{2.61} = 1,5$

ставим 4 ф 16.



$\gamma = 11°58'$ $\quad x = \frac{0.5}{2 tg\gamma} = \frac{0.5}{2 \times 0,212} = 1.18$ м

Расчет раскосов

Схема IV, III-р г; трос С-70

X = 1.18 м.

Sт = 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.

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

$$D_1 = \frac{1.77}{2 \times 3.8} + \frac{2.25 \times 1.18}{2 \times 0.5 \times 3.8} = 0.23 + 0,70 = 0.93 т$$

$$D_2 = \frac{1.77}{2 \times 2.9} + \frac{3.25 \times 1.18}{2 \times 0.5 \times 2.9} = 0,30 + 0.92 = 1,22 т$$

$$D_3 = \frac{1.77}{2 \times 2.3} + \frac{2.25 \times 1,18}{2 \times 0,5 \times 2,3} = 0.40 + 1,15 = 1,55 т$$

$$D_4 = \frac{1.77}{2 \times 1.6} + \frac{2.25 \times 1,18}{2 \times 0.5 \times 1.6} = 0.55 + 1.66 \quad 2.21 т.$$

$$D_5 = \frac{1.77}{2 \times 2} + \frac{2.25 \times 1,18}{2 \times 0.5 \times 1.2} = 0.73 + 2,2 = 2,93 т \ (2d)$$

Все раскосы ставим на болт ϕ 16
который при d = 5 держит 2.56 т
с обрезом 2d [3.0 т]

Сортамент раскосов L 50 х 5 F = 4.8 см² Z_y = 0.9

D_1	ℓ_1 = 200 см	$\lambda = \frac{200}{0,98} = 204$	M_p = 0,770	λ_p = 204 × 0.770 = 157	φ = 0.295
D_2	ℓ_2 = 170 см.	$\lambda = \frac{170}{0.98} = 173$	M_p = 0,784	λ_p = 173 × 0,764 = 136	φ = 0.376
D_3	ℓ_3 = 125 см	$\lambda = \frac{125}{0.98} = 128$	M_p = 0.860	λ_p = 128 × 0.860 = 110	φ = 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 $\lambda = \frac{75}{0{,}98} = 77$ $M_p = 1.00$ $\lambda_p = 77 \times 1.0 = 77$ $\varphi = 0{,}768$

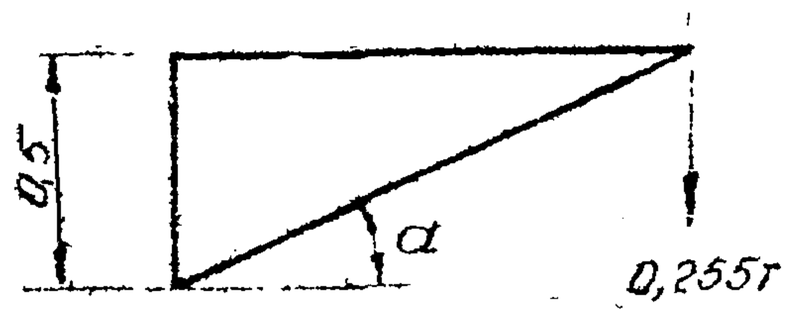
$$\sigma = \frac{D}{F \cdot \varphi \cdot m}$$

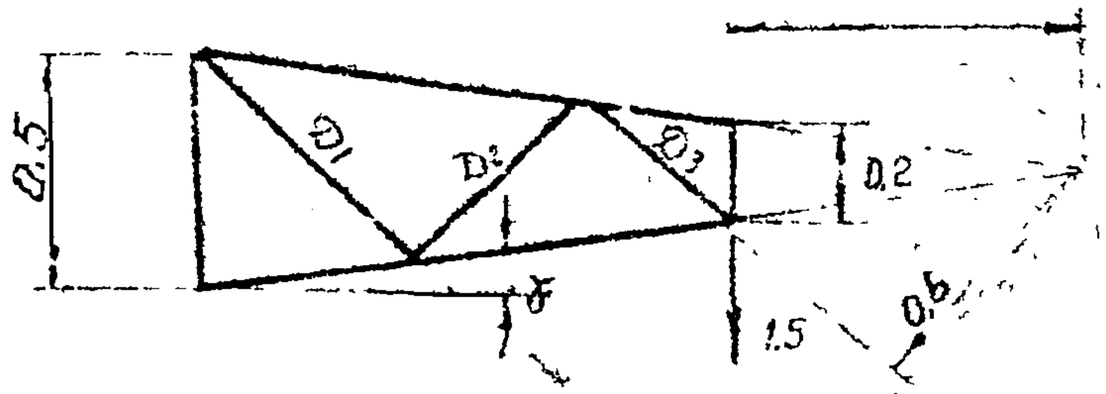
$\sigma_1 = \frac{930}{4{,}8 \times 0\,299 \times 0{,}75} = 870$ кг/см^2 $\sigma_4 = \frac{2210}{4{,}8 \times 0\,592 \times 0.15} = 1040$ кг/см

$\sigma_2 = \frac{1220}{4{,}8 \times 0{,}316 \times 0{,}75} = 900$ кг/см^2 $\sigma_5 = \frac{2930}{4{,}8 \times 0{,}768 \times 0.15} = 1060$ кг/см^2

$\sigma_3 = \frac{1550}{4\,8 \times 0520 \times 0.75} = 830$ кг/см^2

Расчет консоли





$tg\,\alpha = \frac{0\,5}{1.25} = 0\,4$

$\alpha = 21°48'$

$\cos\alpha = 0\ 9285$

$tg\,\gamma = \frac{0{,}15}{1{,}25} = 0{,}12$

$\gamma = 6°52'$

$\cos\gamma = 0.\ 9927$

$X = \frac{0{,}2}{2\,tg\,\gamma} = \frac{0{,}2}{2 \times 0{,}12} = 0.83$т

Схема IV, III р. г

Вес троса $g_т = 0{,}255$ т.

Вес консоли $\simeq 0{,}05$ т.

$S_т = 1{,}5_4 \cdot T$

$G = \frac{0.255}{2} + \frac{0{,}05}{4} = 0{,}128 + 0{,}013 = 0{,}14$ 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

$\lfloor$ 63×5 $\quad F = 6.13\ см^2 \quad z_y = 1.25\ см \quad \ell = 90\ см$

$$\lambda = \frac{90}{1.25} = 72 \qquad \varphi = 0.798$$

$$\sigma = \frac{4560}{6,13 \times 0.798} = 930\ кг/см^2$$

Необходимое количество болтов $n = \frac{U}{N}$

Болт ф 16 при $\delta = 5$ мм держит 2,61т

$$n = \frac{4.55}{2,61} = 1.78$$

Подкос консоли

Схема II ; IV р.г.

$g_т = 2,82$ т

$g_{конс} = 0.05$ т

$$G = \frac{2,82}{2} + \frac{0,05}{4} = 1,41 + 0,015 = 1,43\ т$$

$$S_т = \frac{1,43 \times 1,25}{0,5 \times 0,9285 \times 0,992} = 3.90\ т$$

L 63×5 , $F = 6,13\ см^2$ $z_y = 1.25$ см ; $\ell = 140$ см;

$$\lambda = \frac{140}{1.25} = 112 \qquad \varphi = 0,506$$

$$\sigma = \frac{3910}{6.13 \times 0,506} = 1260\ кг/см^2$$

Болт ф-16 держит 2.56 м

Необхсдимое кол-во болтов $n = \frac{N}{U}$

$$h = \frac{3,91}{2,56} = 1,53$$

Распоры верхней грани

$M_{изг.} = 1.5 \times 0.83 = 1.24$ тм

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 $Z_y = 0{,}98$ 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 $\lambda = \frac{40}{0.98} = 41$ $M_p = 1.0$ $\lambda_p = 41 \times 1 = 41$ $\varphi = 0{,}917$

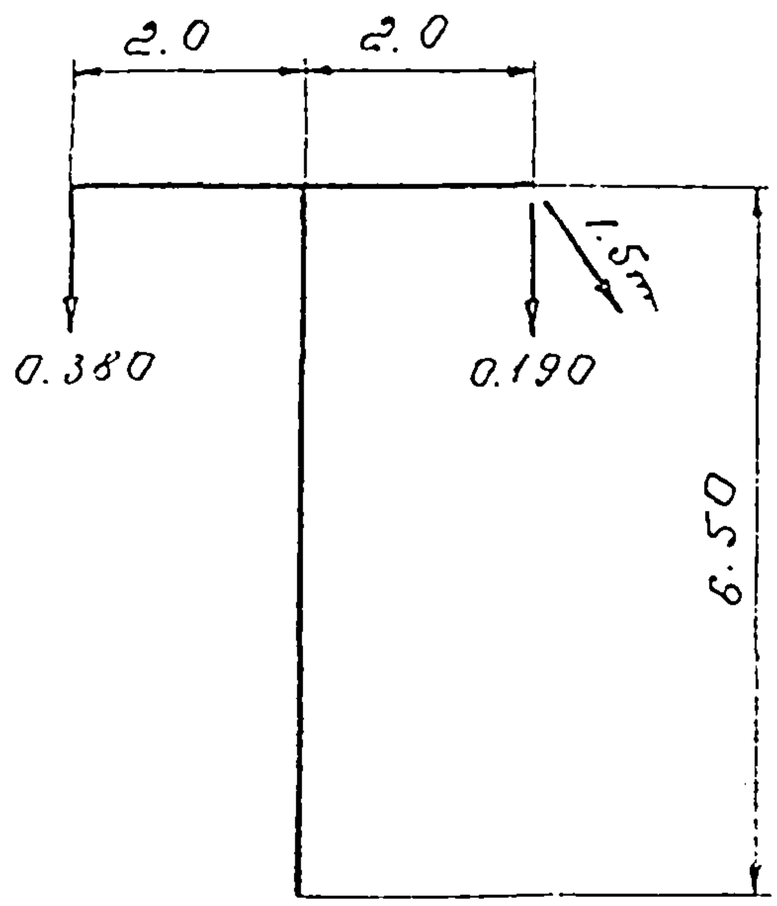
$$\sigma_1 = \frac{1130}{4{,}8 \times 0.75 \times 0.855} = 370 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{1510}{4.8 \times 0.75 \times 0.887} = 470 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{2070}{4{,}8 \times 0.75 \times 0{,}917} = 620 \text{ кг/см}^2$$

Расчет тросостойки С74

для опоры П330-3



При подвеске провода 2×АСО-400 применять тросостойку С74 для опоры П330-3 возможно при

$\ell_{ветр.}$ = $\ell_{вес.}$ =

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 ≈ 0.6 т

$M_{II} = (0.380 - 0.190) \times 2.0 = 0.38$ тм $M_{\perp} = 1.5 \times 6.5 = 9.75$ 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; $F = 6,13 \text{ см}^2$, $\rho = 200 \text{ см}$; $z_x = 1,94$; $M_\Pi = 1,14$

$$\lambda_\rho = \frac{\rho M_\Pi}{z_x} = \frac{200 \times 1,14}{1,94} = 117 \qquad \varphi = 0,461$$

$$\sigma = \frac{U}{F\varphi} = \frac{4390}{6,13 \times 0,461} = 15,55 \text{ кг/см}^2$$

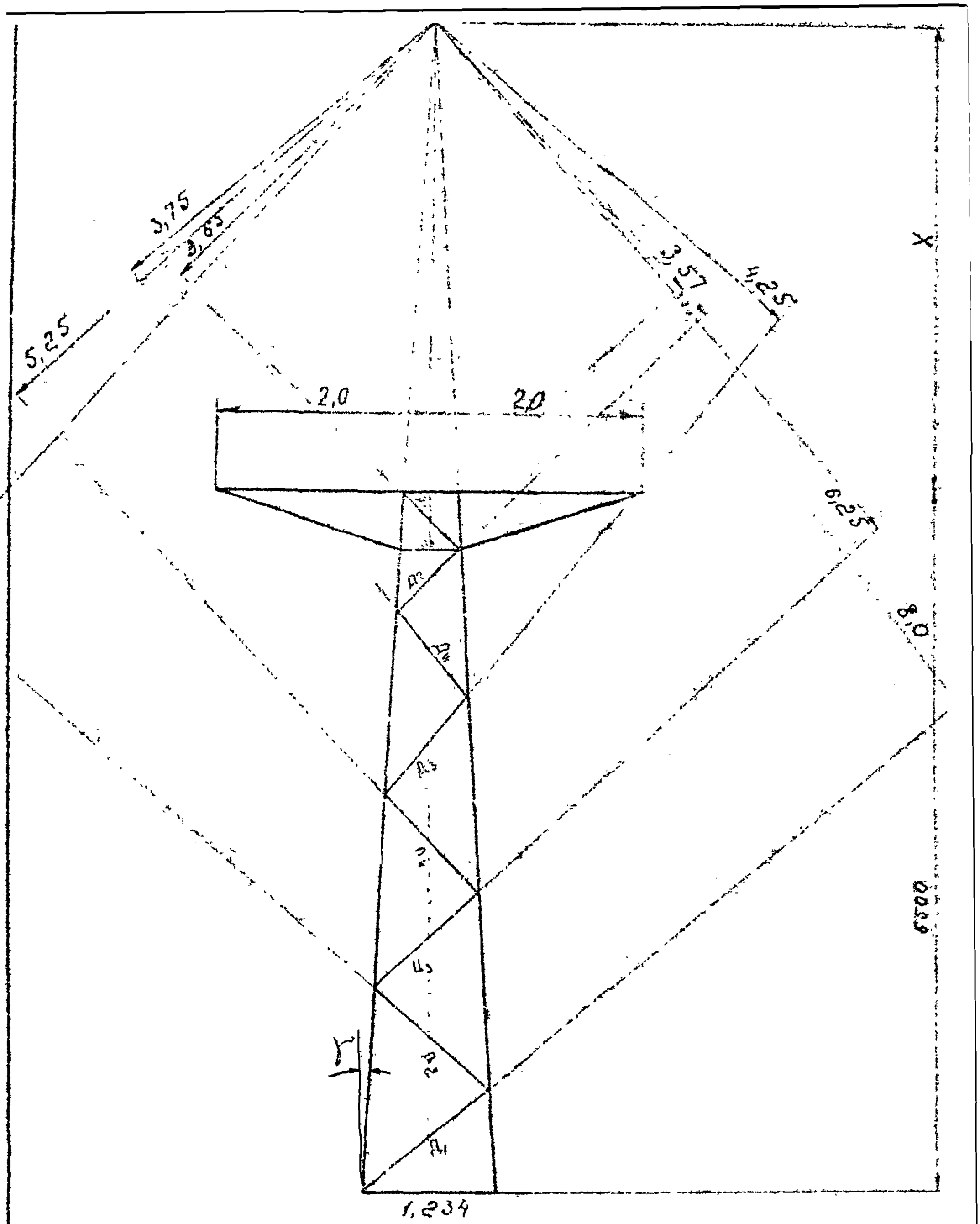
Конструктивно берем пояс L 70×6

Определение количества болтов б 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.к.у. трос „С-70"

$S_T = 1.5 T$; $X = 4,4$ м, $\delta_0 = 0,5$ м

$M_{кр} = 1,5 \times 2 = 3,0$ тм

$$M_{изг} = 0,5 \left(S_T + \frac{M_{кр}}{\delta_0} \right) \times X$$

$$M_{изг} = 0,5 \cdot \left(1,5 + \frac{3,0}{0,5} \right) \cdot 4,4 = 0.5 \cdot 7.5 \cdot 4.43 = 16.6 тм$$

$D_1 = \frac{16.6}{8.0} = 2,08 T$

$D_2 = \frac{16.6}{7.2} = 2,31 T$

$D_3 = \frac{16.6}{6.25} = 2.66 T$

$D_4 = \frac{16.6}{5.25} = 3.15 T$

$D_5 = \frac{16,6}{4,25} = 3,90 T$

$D_6 = \frac{16.6}{3,75} = 4,42 T$ (обрез 2d)

$D_7 = \frac{16,6}{3,65} = 4,54 T$ (обрез 2d)

$D_8 = \frac{16,6}{3,57} = 4,56 T$ (обрез 2d)

Все раскосы стыкуются на 1 болт Ø20

Все раскосы L63×40×6 $F = 5,90 см^2$ $z_y = 1,11$ см

D_1	$\ell_1 = 150$ см	$\lambda = \frac{150}{1,11} = 135$	$\varphi_p = 0,842$	$\lambda_p = 135 \times 0.842 = 114$	$\gamma = 0,492$
D_2	$\ell_2 = 145$ см	$\lambda = \frac{145}{1.11} = 131$	$\varphi_p = 0,852$	$\lambda_p = 131 \times 0,852 = 111$	$\gamma = 0,513$
D_3	$\ell_3 = 130$ см	$\lambda = \frac{130}{1,11} = 117$	$\varphi_p = 0.889$	$\lambda_p = 117 \times 0.889 = 104$	$\gamma = 0,56$
D_4	$\ell_4 = 130$ см	$\lambda = \frac{130}{1,11} = 117$	$\varphi_p = 0,855$	$\lambda_p = 117 \times 0,855 = 100$	$\gamma = 0,60$
D_5	$\ell_5 = 120$ см	$\lambda = \frac{120}{1.11} = 108$	$\varphi_p = 0,916$	$\lambda_p = 108 \times 0.916 = 99$	$\gamma = 0.59$
D_6	$\ell_6 = 105$ см	$\lambda = \frac{105}{1,11} = 95$	$\varphi_p = 0.955$	$\lambda_p = 95 \times 0,955 = 91$	$\gamma = 0,681$
D_7	$\ell_7 = 85$ см	$\lambda = \frac{85}{1,11} = 77$	$\varphi_p = 1,00$	$\lambda_p = 77 \times 1.00 = 77$	$\gamma = 0.768$
D_8	$\ell_8 = 75$ см	$\lambda = \frac{75}{1,11} = 68$	$\varphi_p = 1.00$	$\lambda_p = 68 \times 1.00 = 68$	$\gamma = 0.820$

$$\sigma = \frac{D}{F \cdot \varphi \cdot m}$$

$\sigma_1 = \frac{2080}{5.90 \times 0,492 \times 0.75} = 960 кг/см^2$

$\sigma_2 = \frac{2310}{5.90 \times 0.513 \times 0.75} = 1020 кг/см^2$

$\sigma_3 = \frac{2560}{5.90 \times 0,568 \times 0,75} = 1060 кг/см^2$

$\sigma_4 = \frac{3150}{5.9 \times 0.50 \times 0,75} = 1190 кг/см^2$

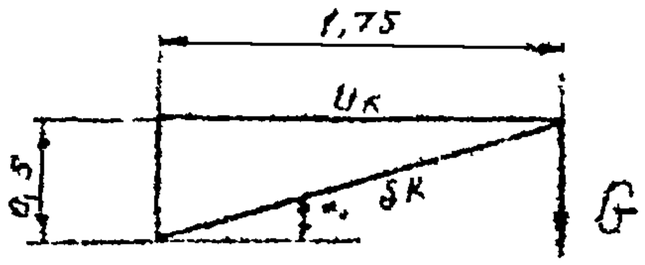
$\sigma_5 = \frac{3900}{5,9 \times 0,59 \times 0.75} = 1490 кг/см^2$

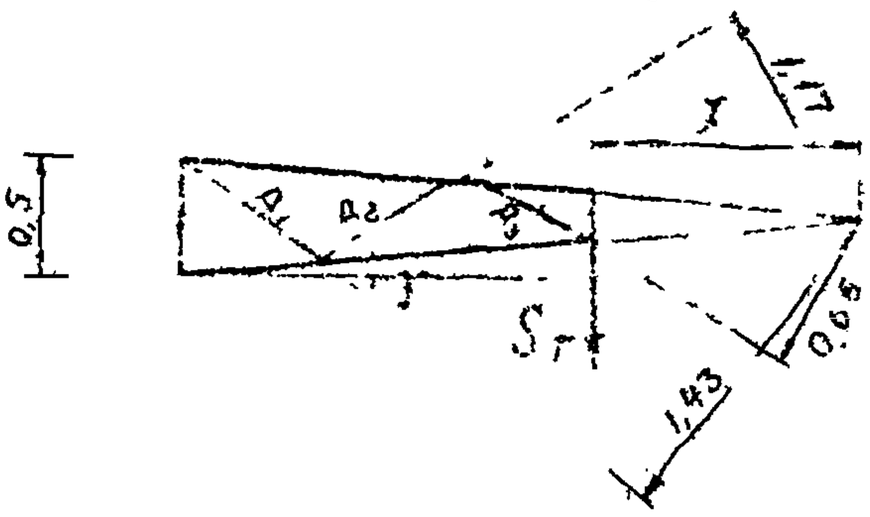
$\sigma_6 = \frac{4420}{5.9 \times 0,681 \times 0.75} = 1470 кг/см^2$

$\sigma_7 = \frac{4540}{5.9 \times 0768 \times 0,75} = 1340 кг/см^2$

$\sigma_8 = \frac{4560}{5.9 \times 0820 \times 0,75} = 1260 кг/см^2$

Расчет консоли





$tg\alpha = \frac{0,5}{1,75} = 0,286$ $\quad tg\gamma = \frac{0,15}{1,75} = 0,086$

$\alpha = 15°58$ $\quad \gamma = 4°56'$ $\quad \lambda = \frac{1,75 - 0,2}{0,5 - 0,2} =$

$\cos\alpha = 0,9615$ $\quad \cos\gamma = 0,9963$ $\quad = 1,17$ 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 $\quad F = 8,15$ см^2 $\quad z_y = 1,38$ см $\quad \rho = 130$ см

$\lambda = \frac{130}{1,38} = 95$ $\quad \varphi = 0,645$

$\sigma = \frac{5680}{8,15 \times 0,645} = 1080$ кг/см^2

Необходимое количество болтов $n = \frac{U}{N}$

Болт Ø20 при $\delta = 6$ мм держит 4,08 т

$n = \frac{5,68}{4,08} = 1,39$ шт

Ставим 2 болта Ø20

Пояс 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, $F = 8{,}13\ см^2$; $z_y = 1{,}25$ см $\ell = 180$ 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

$$\text{Ж.} = \frac{1{,}34}{3{,}4} = 0{,}4$$

Стыковка болтов ф20

Раскосы верхней грани

Схема IV, I район гололеда

$M_{изг} = 1{,}5 \times 1{,}17 = 1{,}76$ тм

Усилия в раскосах

$$D_1 = \frac{1{,}76}{1{,}43} = 1{,}23\ т \qquad D_3 = \frac{1{,}76}{0{,}66} = 2{,}66\ т\ (сжатие)$$

$$D_2 = \frac{1{,}76}{1{,}17} = 1{,}50\ т$$

болты ф16

Напряжения в раскосах

L 50×5, $F = 4{,}8\ см^2$ $z_y = 0{,}98$ см

D_1, $\ell = 80$ см, $\lambda = \frac{80}{0{,}98} = 82$ $M_p = 0{,}994$, $\lambda_p = 82 \times 0{,}994 = 82$

$\varphi = 0{,}738$ $\sigma = \frac{1230}{4{,}8 \times 0{,}738 \times 0{,}75} = 460\ кг/см^2$

D_2, $\ell = 60$ см $\lambda = \frac{60}{0{,}98} = 61$ $M_p = 1{,}00$ $\lambda_p = 61 \times 1{,}0 = 61$

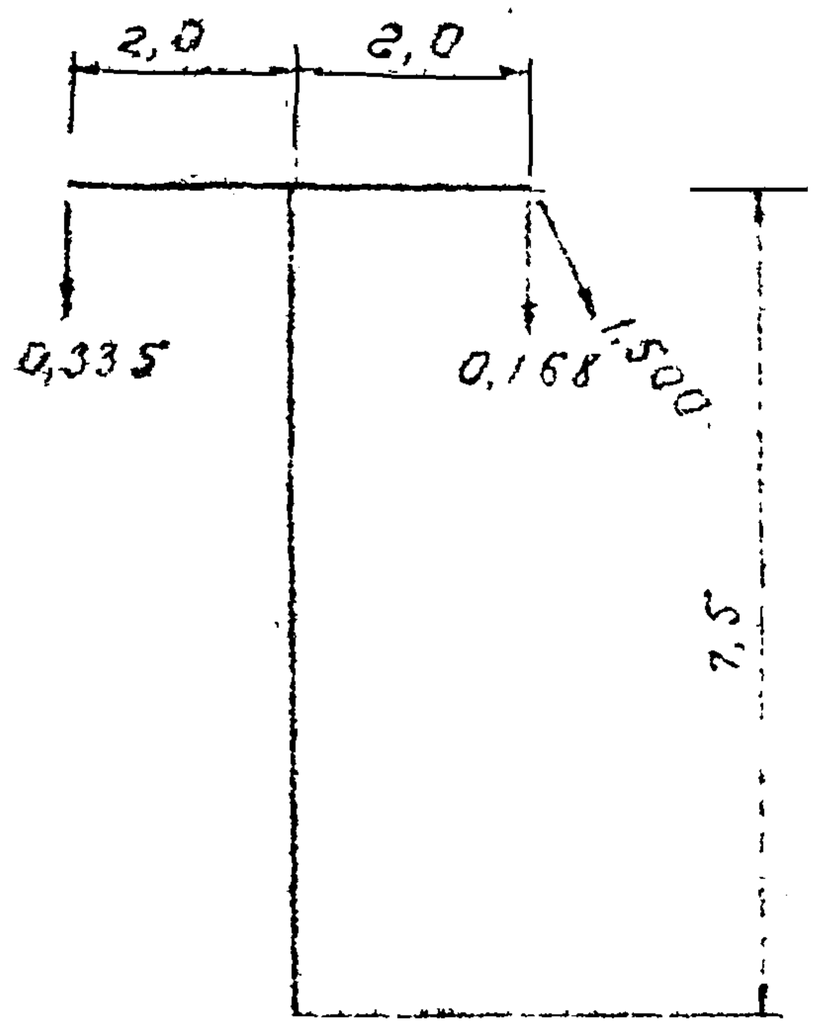
$\varphi = 0{,}855$ $\sigma = \frac{1500}{4{,}8 \times 0{,}855 \times 75 \cdot 790}\ кг/см^2$

$Д_3$, $\ell = 58$ см $\quad \lambda = \frac{56}{0,98} = 57 \quad M_p = 1,00$

$\lambda_p = 57 \times 1,0 = 57 \qquad \varphi = 0,869$

$$\sigma = \frac{2660}{4,8 \times 0,869 \times 0,75} = 850 \text{ кг/см}^2$$

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-10

$g_т = 0.335$ 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; $F = 8,15 \text{ см}^2$; $\ell = 200 \text{ см}$; $r_x = 2,15 \text{ см}$, $M_n = 1,14$

$$\lambda_p = \frac{\ell \times M_n}{r_x} = \frac{200 \times 1,14}{2,15} = 106 \quad \varphi = 0,552$$

$$\sigma = \frac{4420}{8,15 \times 0,552} = 980 \text{ кг/см}^2$$

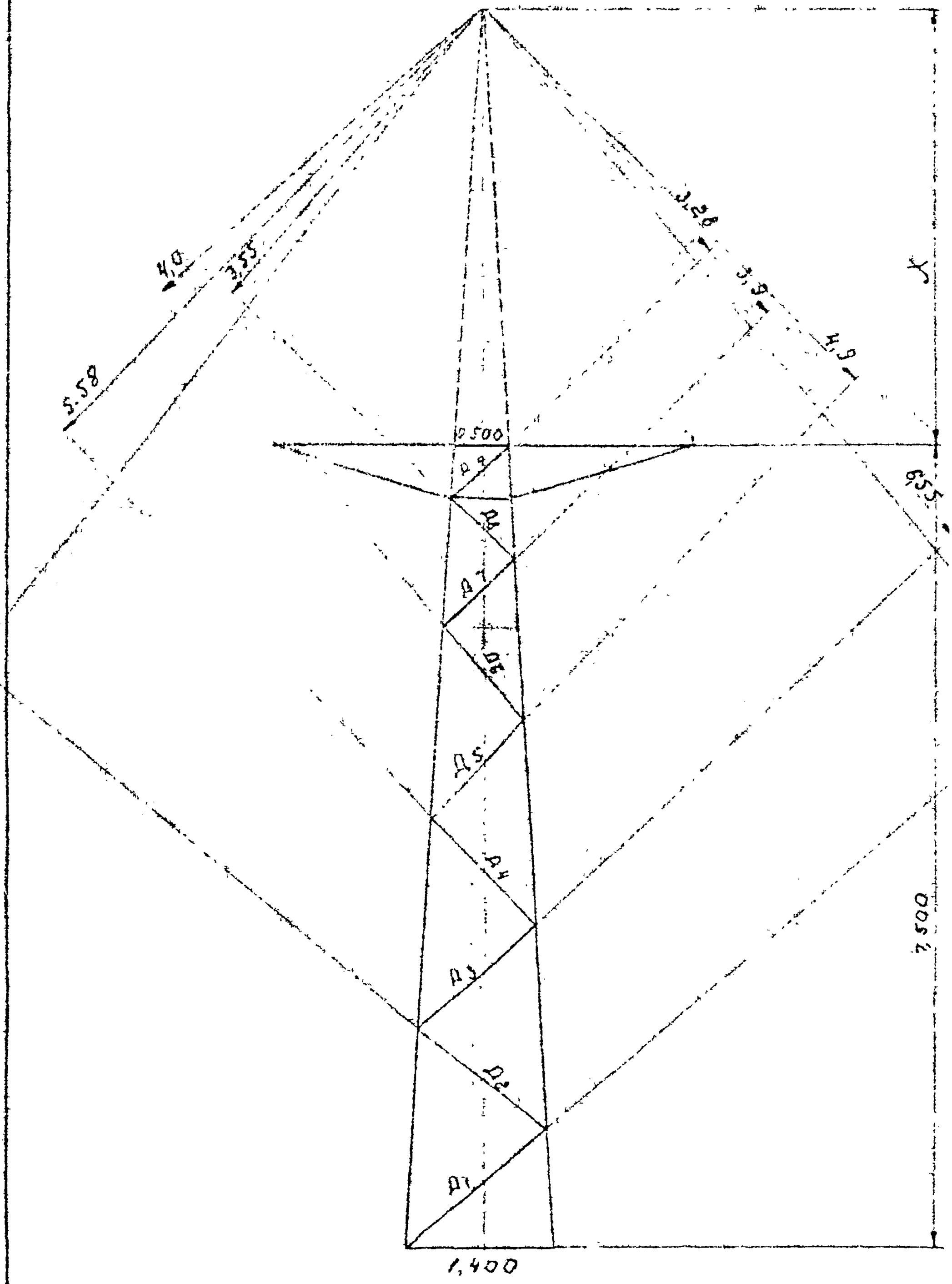
Определение количества болтов в стойке трехстойки с верхней секцией

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



$$\frac{500}{1400} = \frac{x}{x + 1000} \; ; \; x = 4,16 \text{ м}$$

Расчет раскосов

Схема I; II р - трос „С-70"

$S_т = 1,5$ т $X = 4,16$ м $b_с = 0,5$ м

$M_{кр} = 1,5 \times 2 = 3,0$ т м

$M_{изг} = 0,5 \left(S_т + \frac{M_{кр}}{b} \right) \times h = 0,5 \times \left(1,5 + \frac{3,0}{0,5} \right) \times 4,16 = 15,6$ т м

$Д_1 = \frac{15,6}{8,2} = 1,9$ 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 обрез 2d

$Д_3 = \frac{15,6}{6,55} = 2,4$ т $Д_8 = \frac{15,6}{3,55} = 4,4$ т обрез 2d

$Д_4 = \frac{15,6}{5,55} = 2,8$ т $Д_9 = \frac{15,6}{3,4} = 4,56$ т обрез 2d

$Д_5 = \frac{15,6}{4,9} = 3,18$ т

Все раскосы стыкуются на 1 болт ф20

Все раскосы из L 63×40×6, $F = 5,80$ см^2, $z_y = 1,11$ 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 $\lambda = \frac{140}{1,11} = 126$ $M_p = 0,865$; $\lambda_p = 126 \times 0,865 = 109$ $\varphi = 0528$

$Д_5$, $\ell = 125$ см $\lambda = \frac{125}{1,11} = 113$ $M_p = 0901$; $\lambda_p = 113 \times 0,901 = 102$ $\varphi = 0,584$

$Д_6$, $\ell = 120$ 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 $\lambda = \frac{99}{1,11} = 81$ $M_p = 0,997$, $\lambda_p = 81 \times 0,997 = 81$ $\varphi = 0,744$

$Д_8$, $\ell = 80$ 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

$$\sigma_1 = \frac{1900}{5,90 \times 0.430 \times 0,75} = 1000 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{2020}{5,90 \times 0,492 \times 0.75} = 930 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{2400}{5,90 \times 0,513 \times 0,75} = 1060 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_4 = \frac{2100}{5,90 \times 0,533 \times 0,75} = 1200 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_5 = \frac{3180}{5,90 \times 0,584 \times 0,75} = 1230 \text{ кг/см}^2$$

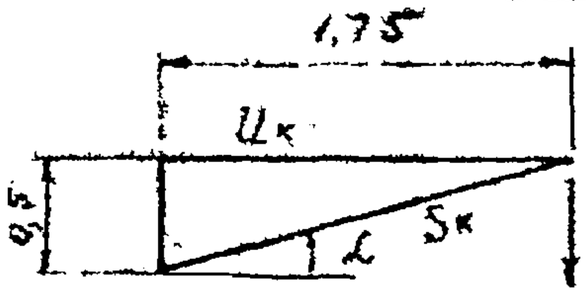
$$\sigma_6 = \frac{3900}{5,90 \times 0609 \times 0,75} = 1450 \text{ кг/см}^2$$

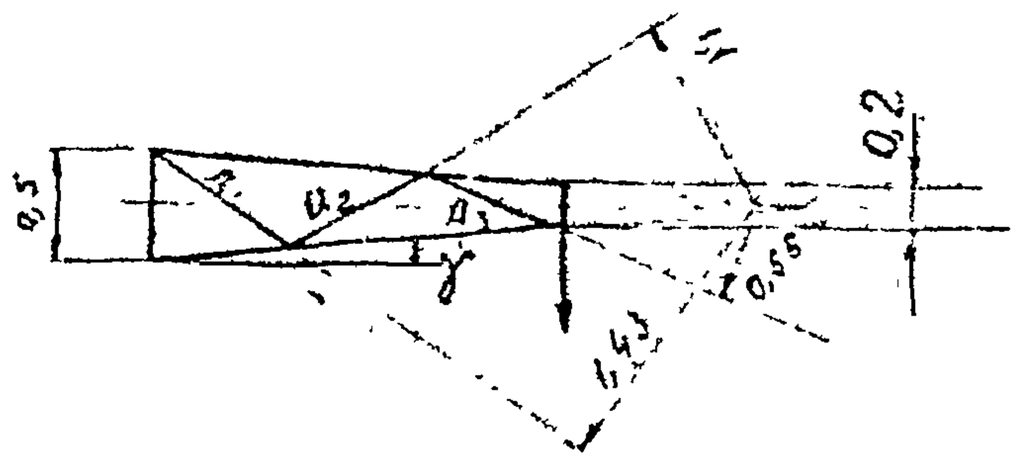
$$\sigma_7 = \frac{3990}{5,90 \times 0,744 \times 075} = 1210 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_8 = \frac{4400}{5,90 \times 0,738 \times 0,75} = 1250 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_9 = \frac{4560}{5,90 \times 0,820 \times 0,75} = 1260 \text{ кг/см}^2$$

Расчет консоли





$$tg\alpha = \frac{0,5}{1.75} = 0,286$$

$$\alpha = 15^\circ 58'$$

$$\cos\alpha = 0,961$$

$$tg\gamma = \frac{0.15}{1,75} = 0,086$$

$$\gamma = 4^\circ 56'$$

$$\cos\gamma = 0.996$$

$$X = \frac{1,75 \; 0,2}{0,5 - 0,2} = 1,16 м$$

Схема IV. II р.к.у.

Вес троса $g_т = 0.335$ т

Вес консоли $\simeq 0.065$ т

$S_т = 1.5$ т

$$G = \frac{0.335}{4} + \frac{0.065}{2} = 0,08 + 0.033 = 0.113\ т$$

$$U_к = \frac{1.5 \times 1.75}{0.5 \times 0.9963} + \frac{0,113 \times 1.75}{0,5 \times 0.9963} = 5.25 + 0,40 = 5,65\ т$$

L 70×6 $F = 8.15\ см^2$ $r_y = 1.38$ см $\ell = 130$ см

$$\lambda = \frac{130}{1.38} = 95 \quad \varphi = 0.645 \quad \sigma = \frac{5650}{8.15 \times 0,675} = 1075\ кг/см^2$$

$$n = \frac{5.65}{4.08} = 1,38\ шт.$$ Стабун 2 болта Ø20

Марка консоли

Схема II; IV район головой $g_т = 1.73$ т; $G_к = 0.065$ т

$$G = \frac{4.73}{2} + \frac{0.065}{2} = 0,87 + 0.033 = 0.9\ т$$

$$S_т = \frac{0.3 \times 1.75}{0,5 \times 0.9615 \times 0,9963} = 3,3\ т$$

L 63×5, $F = 6,13\ см^2$, $r_y = 1.25$ см; $\ell = 180$ см

$$\lambda = \frac{180}{1.25} = 131 \quad \varphi = 0,396$$

$$\sigma = \frac{3.3}{8.15 \times 0.396} = 1020\ кг/см^2$$

болт Ø20; $\delta = 6$ несущий 4,8 т

$$n = \frac{3,3}{4.8} = 0.7$$

Стабун 2 болта Ø20

Раскос грани

Схема IV I р-н гололеда

$M_{изг}$ 1,5 т × 1,16 = 1,74 тм

Усилия в раскосах

$$D_1 = \frac{1,74}{1,43} = 1,23 \text{ т}$$

$$D_2 = \frac{1,74}{1,17} = 1,50 \text{ т}$$

$$D_3 = \frac{1,74}{0,65} = 2,66 \text{ т (обрез 2d)}$$

Болты ⌀ 16

Напряжения в раскосах

L 50×5 $F = 4,8 \text{ см}^2$ $r_y = 0,98$ 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 $\lambda = \frac{60}{0,98} = 61$ $M_p = 1,00$ $\lambda_p = 61$ $\varphi = 0,855$

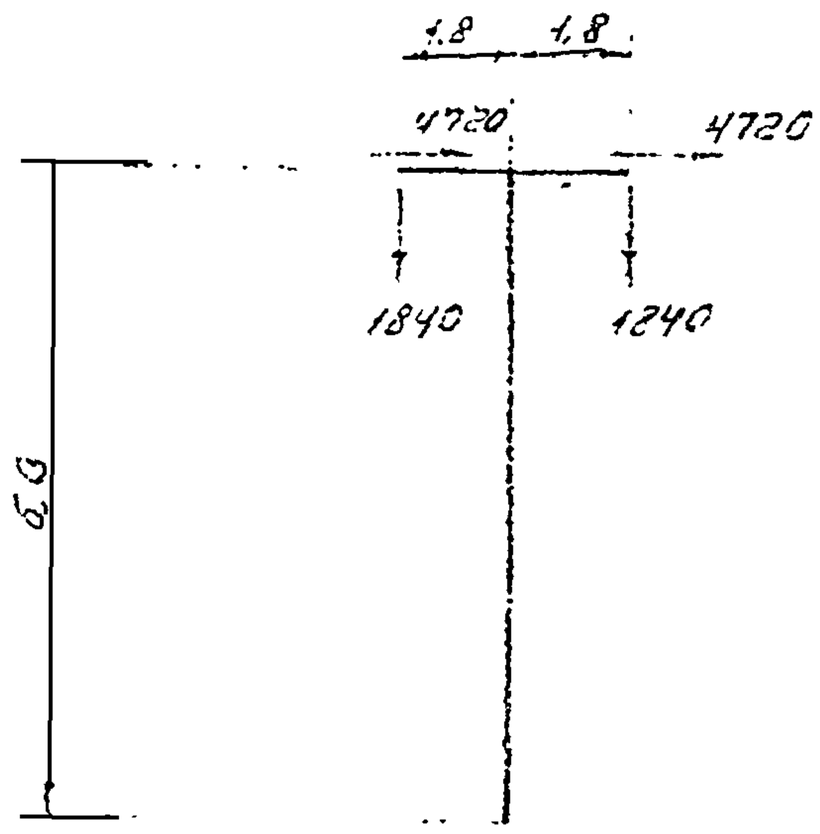
D_3 $\ell_3 = 56$ см $\lambda = \frac{56}{0,98} = 57$ $M_p = 1,00$ $\lambda_p = 57$ $\varphi = 0,869$

$$\sigma_1 = \frac{1230}{4,8 \times 0,738 \times 0,75} = 460 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{1500}{4.8 \times 0.738 \times 0,75} = 490 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{2690}{4,8 \times 0,738 \times 0.75} = 850 \text{ кг/см}^2$$

Расчет тросостойки С75 для опоры У220-2



Расчет тросостойки выполнен по нагрузкам на опору У220-2 (см. №3020тм-т3 л. 35÷38)

Расчет троса

Схема II, IV $\alpha = 60°$

$P_т = 4,72$ т $\quad g_т = 1,84$ т $\quad G_{тр} = 1,0$ т

$$x = \frac{6.0 \times 0,7}{2,5 \times 0,7} = \frac{4.2}{1.7} = 2,47 \text{ м}$$

$$tg\,\gamma = \frac{0,85}{6.0} = 0,142 \qquad \gamma = 8°5'$$

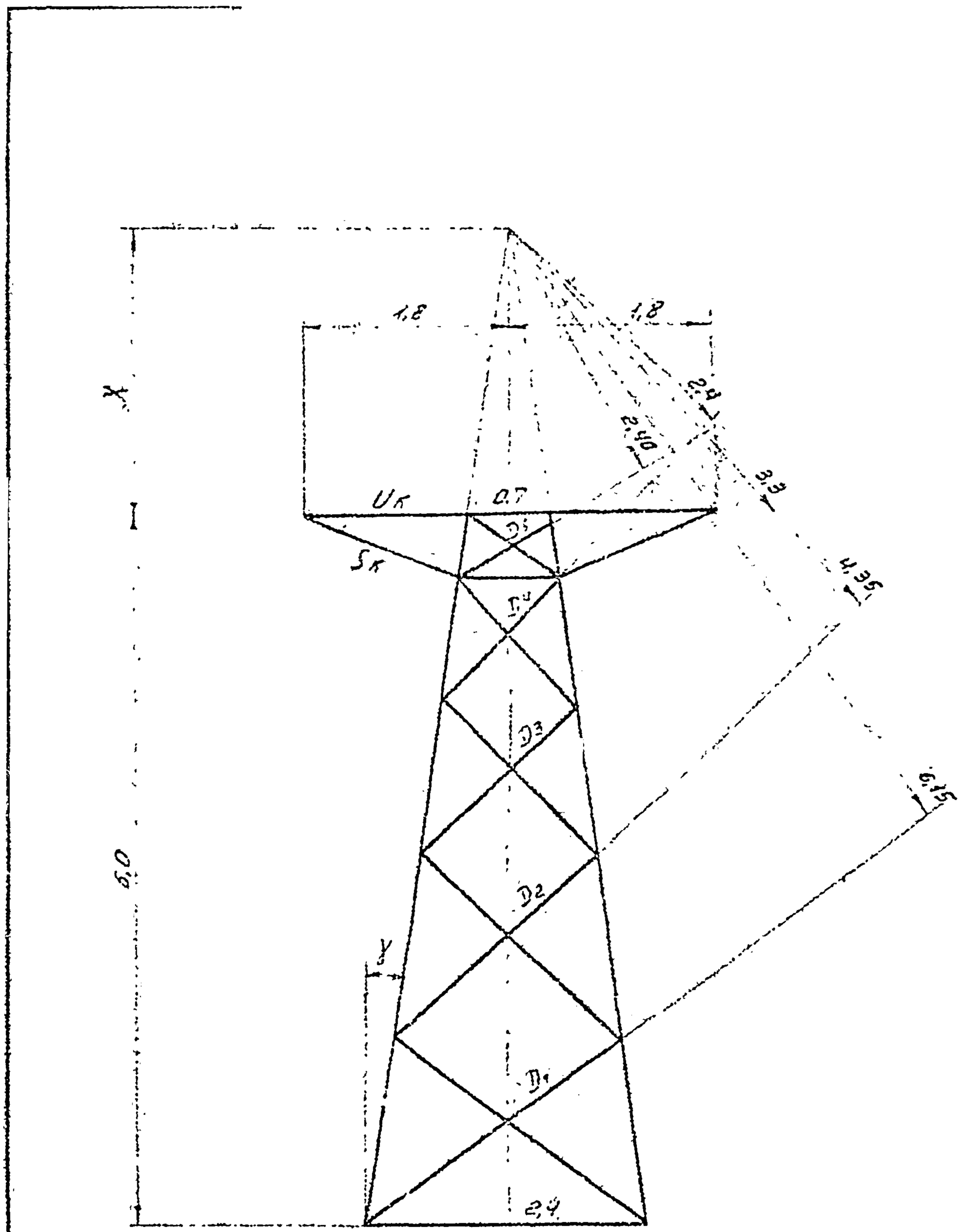
$$\cos\gamma = 0,9897$$

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

$$M_{II} = 2 \times 4,72 \times 6,0 = 56,7 \text{ тм}$$

$$G = 2 \times 1,84 + 1,0 = 4,68 \text{ т}$$

$$U_т = \frac{56,7}{2 \times 2,5 \times 0,9897} + \frac{4,68}{4 \times 0,9897} = 11,45 + 1,18 = 12,63 \text{ т}$$



$$X = \frac{0.7}{2\,tg\,\gamma} = \frac{0.7}{2 \times 0,142} = 2,47\,т.м.$$

$\llcorner$ 90×7 $\quad F = 12{,}3\ см^2 \quad z_y = 1{,}78\ см \quad \ell = 150\ см$

$$\lambda_p = \frac{150}{13{,}8} = 90 \qquad \varphi = 0{,}59$$

$$\sigma = \frac{12530}{12{,}3 \times 0{,}59} = 1490\ кг/см^2$$

1 болт ф 20 держит при $\delta = 7$ 4,08 т

Необходимое количество болтов $n = \frac{1263}{4{,}08} \cong 3{,}1$

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

$$N = \left(3{,}38 + 1{,}69 + \frac{2{,}91 \cdot 1{,}8}{0{,}7}\right) \cdot 2{,}07 =$$

$$D_3 = \frac{31{,}1}{2 \times 2 \times 3{,}30} = 2{,}36\ т$$

$$D_4 = \frac{31{,}1}{2 \times 2 \times 2{,}4} = 3{,}20\ т$$

$$D_1 = \frac{31{,}1}{2 \times 2 \times 6{,}15} = 1{,}27\ т$$

$$D_5 = \frac{31{,}1}{2 \times 2 \times 2{,}40} = 3{,}20\ т$$

$$D_2 = \frac{31{,}1}{2 \times 2 \times 4{,}35} = 1{,}79\ т$$

Все раскосы ставятся на 1 болт ф 20, который при $\delta = 5$ держит 3,20 т

Сортамент раскосов $\llcorner$ 63×5

$\llcorner$ 63×5 $\quad F = 6{,}13\ см^2 \quad z_y = 1{,}25\ см$

D_1 $\ell_1 = 170\ см$ $\lambda = \frac{170}{1{,}25} = 136$ $\mu_p = 0{,}843$ $\lambda_p = 136 \times 0{,}840 = 114$ $\varphi = 0{,}492$

D_2 $\ell_2 = 130\ см$ $\lambda = \frac{130}{1{,}25} = 104$ $\mu_p = 0{,}928$ $\lambda_p = 130 \times 0{,}927 = 97$ $\varphi = 0{,}627$

D_3 $\ell_3 = 90\ см$ $\lambda = \frac{90}{1{,}25} = 72$ $\mu_p = 1{,}00$ $\lambda_p = 72$ $\varphi = 0{,}798$

$\varphi = 0{,}86$

D_4 $\ell_4 = 75\ см$ $\lambda = \frac{75}{1{,}25} = 60$ $\mu_p = 1{,}00$ $\lambda_p = 60$

D_5 $d_5 = 50$ см $\lambda = \frac{50}{4,25} = 46$ $\mu_p = 1,00$ $R_p = 40$ $\varphi = 0,92$

$$\sigma = \frac{D}{F \cdot \varphi \cdot m}$$

$\sigma_1 = \frac{1270}{6,13 \times 0,75 \times 0,492} = 560$ кг/см²

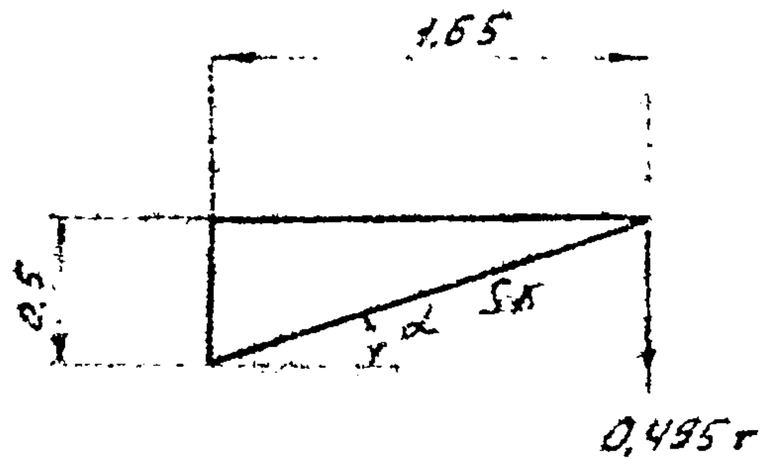
$\sigma_5 = \frac{3200}{6,13 \times 0,75 \times 0,92} = 750$ кг/см²

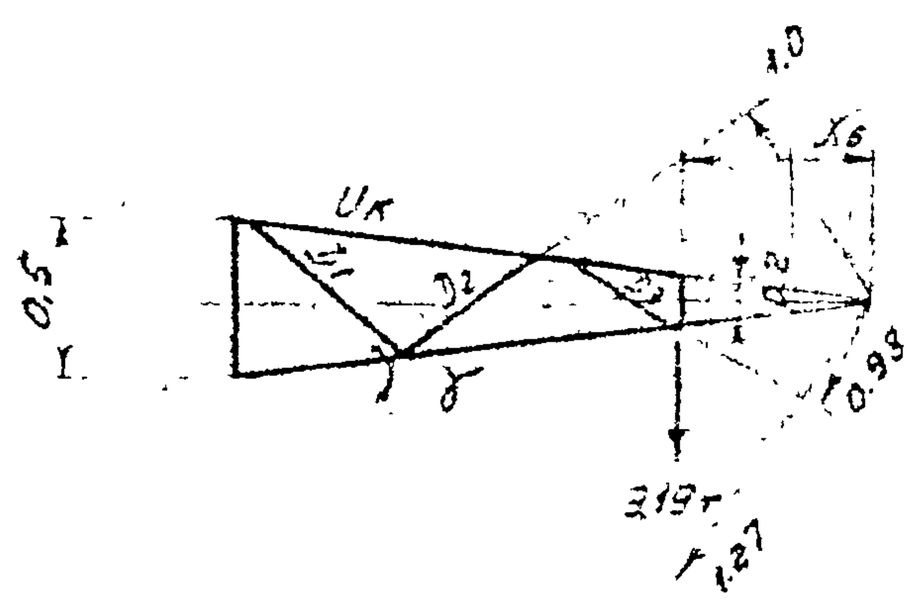
$\sigma_2 = \frac{1790}{6,13 \times 0,75 \times 0,627} = 620$ кг/см²

$\sigma_3 = \frac{2360}{6,13 \times 0,75 \times 0,799} = 640$ кг/см²

$\sigma_4 = \frac{320}{6,13 \times 0,75 \times 0,86} = 810$ кг/см²

Расчет консоли





$tg\,\alpha = \frac{0,5}{1,650} = 0,303$

$\alpha = 16°57'$

$\cos\alpha = 0,9566$

$tg\,\gamma = \frac{0,15}{1,65} = 0,091$

$\gamma = 5°11'2'$

$\cos\gamma = 0,9959$

$X = \frac{0,2}{2\,tg\,\gamma} = 1,1$ м

Усилие в поясе консоли

Схема II к ; IV р.г. $\alpha = 0°$;

Вес троса 0,495 т

Вес консоли ≈ 0,065 т

$S_т = 4,07$ т $\quad g_т = 0,92$ т $\quad P_т = 0,323$ т

$$G = \frac{0,92}{2} + \frac{0,065}{4} = 0,46 + 0,018 = 0,48 \text{ т}$$

$$U_к = \frac{4,07 \cdot 1,65}{0,5 \cdot 0,3959} + \frac{0,48 \cdot 1,65}{0,5 \cdot 0,3959} = 13,5 + 1,58 = 15,08 \text{ т}$$

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 $n = \frac{U}{N}$

болт ф.20 при $\delta = 9$ несущ. 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. $\alpha = 0°$

$S_п = 1.84т$ $S_к = 0.065т$;

$$S = \frac{0.065}{4} + \frac{1.84}{2} = 0.018 + 0.92 = 0.94т$$

$$S_т = \frac{0.94 \times 1.65}{0.5 \times 0.9566 \times 0.9959} = 3.3т$$

L 70×6 $F = 8.15\ см^2$ $z_y = 1.38\ см$, $\ell = 170\ см$

$$\lambda = \frac{170}{1.38} = 123 \qquad \varphi = 0.435$$

$$\sigma = \frac{3300}{8.15 \times 0.435} = 930\ кг/см^2$$

Болт ф 20 $\delta = 6$ несущ. 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; II р.г. $\alpha = 0°$ $S_т = 4.07т$

$N_{из} = 4.07 \times 1.10 = 4.43тн$

Усилия в раскосах

$$D_3 = \frac{4.49}{0.98} = 4.56т \qquad D_2 = \frac{4.49}{1.0} = 4.49т \qquad D_1 = \frac{4.49}{1.27} = 3.54т$$

$\angle$ 70×5 $\quad F = 8{,}15\ см^2,\ i_g = 1{,}38\ см;$

$D_1 \quad l_1 = 80\ см \quad \lambda = \frac{80}{1{,}38} = 58 \quad \mu = 1{,}0 \quad R_a = 58 \quad \varphi = 0{,}865$

$D_2 \quad l_2 = 60\ см \quad \lambda = \frac{60}{1{,}38} = 44 \quad \mu = 1{,}0 \quad R_a = 44 \quad \varphi = 0{,}908$

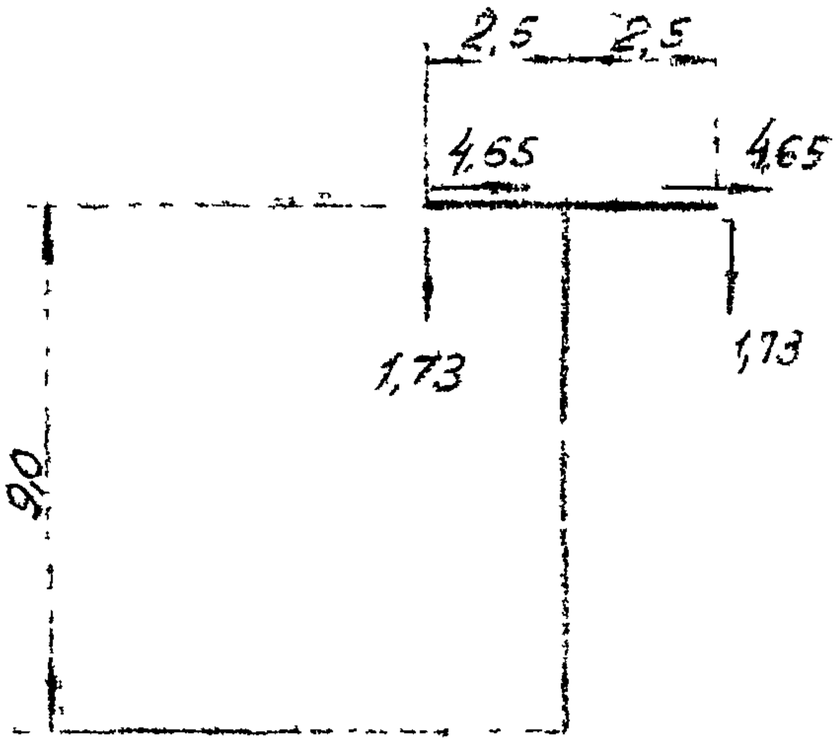
$Э \quad l_3 = 40\ см \quad \lambda = \frac{40}{1{,}38} = 29 \quad \mu = 1{,}0 \quad R_a = 29 \quad \varphi = 0{,}942$

$$\sigma_1 = \frac{3540}{8{,}15 * 0{,}75 * 0{,}866} = 670\ кг/см^2 \quad 1\,\Phi\,20$$

$$\sigma_2 = \frac{4490}{8{,}15 * 0{,}75 * 0{,}908} = 810\ кг/см^2 \quad 1\,\Phi\,20 \quad (2d)$$

$$\sigma_3 = \frac{4550}{8{,}15 * 0{,}75 * 0{,}942} = 790\ кг/см^2 \quad 1\,\Phi\,20 \quad (2d)$$

Расчет тросостойки С77 для опор УС 330-2 и У330-2



Расчет выполнен по нагрузкам на опору У33 (см. т 3080 тм-т5 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

$$tg\,\gamma = \frac{2{,}6 - 0{,}7}{2 \times 9{,}0} = \frac{1{,}9}{18{,}0} = 0{,}106 \quad \gamma = 6°3$$

$$\cos\gamma = 0{,}9942.$$

$$U_т = \frac{83{,}7}{2 \times 2{,}5 \times 0{,}9942} + \frac{4{,}46}{4 \times 0{,}9942} = 16{,}85 + 1{,}12 = 17{,}97 \text{ т.}$$

$L\ 100 \times 7 \quad F = 13{,}8\ см^2 \quad r_y = 1{,}98$ см. $\quad l = 170$ см

$$M_п = 1{,}14 \quad \lambda_p = \frac{170 \times 1{,}14}{1{,}97} = 98 \quad \psi = 0{,}618$$

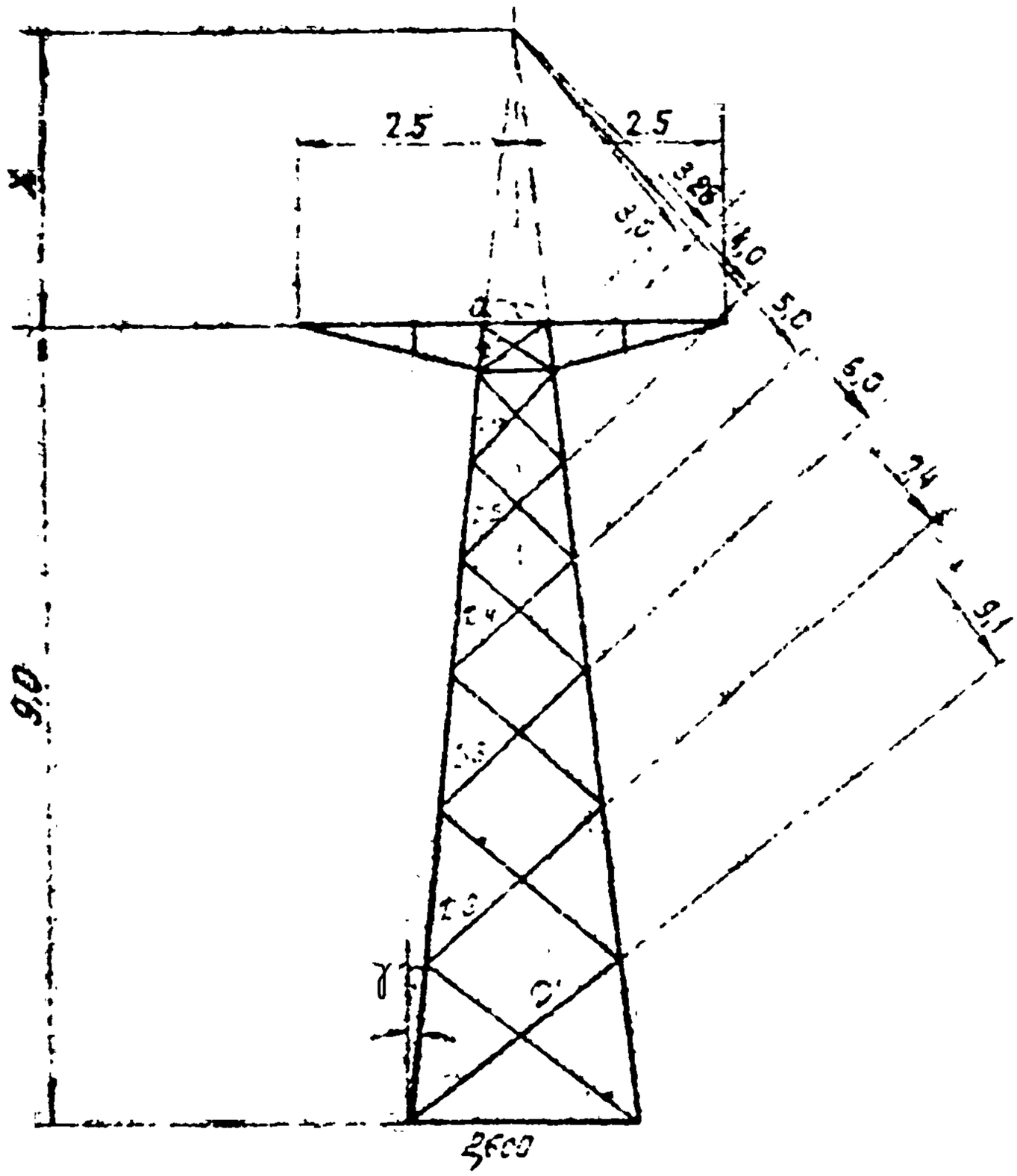
$$\sigma = \frac{17970}{13{,}8 \times 0{,}618} = 2100\ кг/см^2$$

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



$$x = \frac{2.0 \times 0.7}{2.6 - 0.7} = \frac{6.3}{1.9} \approx 3.32 \text{ м.}$$

Усилия в раскосах

Расчетная схема IV, IV р.г. $\alpha = 63°$

$S_T = 2.86$ т

$P_{T0} = 1.65$ т $\qquad P_T = 3.3$ т

$M_{kp} = 2.86 \times 2.5 = 7.15$ тм

$$M = 0.5 \times \left(3.3 + 1.65 + \frac{7.15}{0.7}\right) \times 3.3 = 0.5 \times 15.20 \times 3.3 = 25.1 \text{ тм}$$

$D_7 = \frac{25.1}{2 \times 3.0} = 4.18$ т $\qquad D_3 = \frac{25.1}{2 \times 6.0} = 2.09$ т

$D_6 = \frac{25.1}{2 \times 3.29} = 3.84$ т $\qquad D_2 = \frac{25.1}{2 \times 7.4} = 1.7$ т

$D_5 = \frac{25.1}{2 \times 4.0} = 3.14$ т $\qquad D_1 = \frac{25.1}{2 \times 9.1} = 1.39$ т

$D_4 = \frac{25.1}{2 \times 5.0} = 2.51$ т

Все раскосы ставятся на 1 болт Ф20

Сортамент раскосов

$\angle 63\times5 \quad F=6{,}13\ см^2 \quad Z_y=1{,}25\ см.$

$D_1\ \ell_1=145 \quad \lambda=\frac{145}{1{,}25}=116 \quad M_p=0{,}892 \quad \lambda_p=103 \quad \varphi=0{,}576$

$D_2\ \ell_2=140 \quad \lambda=\frac{140}{1{,}25}=112 \quad M_p=0{,}904 \quad \lambda_p=101 \quad \varphi=0{,}592$

$D_3\ \ell_3=120 \quad \lambda=\frac{120}{1{,}25}=96 \quad M_p=0{,}962 \quad \lambda_p=99 \quad \varphi=0{,}672$

$D_4\ \ell_4=95 \quad \lambda=\frac{95}{1{,}28}=76 \quad M_p=1{,}00 \quad \lambda_p=76 \quad \varphi=0{,}774$

$D_5\ \ell_5=85 \quad \lambda=\frac{85}{1{,}25}=68 \quad M_p=1{,}00 \quad \lambda_p=68 \quad \varphi=0{,}820$

$\angle 70\times6 \quad F=8{,}15\ см^2 \quad Z_y=1{,}38\ см.$

$D_6\ \ell_6=70 \quad \lambda=\frac{70}{1{,}38}=51 \quad M_p=1{,}00 \quad \lambda_p=51 \quad \varphi=0{,}887$

$D_7\ \ell_7=45 \quad \lambda=\frac{45}{1{,}38}=33 \quad M_p=1{,}00 \quad \lambda_p=33 \quad \varphi=0{,}934$

$$\sigma_1=\frac{1390}{6{,}13\times0{,}75\times0{,}576}=520\ кг/см^2$$

$$\sigma_2=\frac{1700}{6{,}13\times0{,}75\times0{,}592}=620\ кг/см^2$$

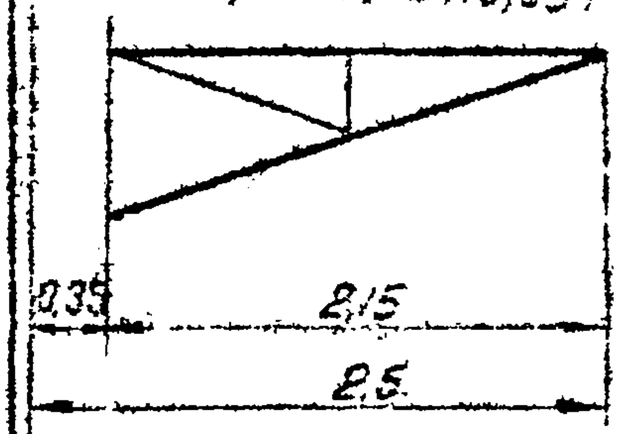
$$\sigma_3=\frac{2090}{6{,}13\times0{,}75\times0{,}672}=680\ кг/см^2$$

$$\sigma_4=\frac{2510}{6{,}13\times0{,}75\times0{,}774}=710\ кг/см^2$$

$$\sigma_5=\frac{3140}{6{,}13\times0{,}75\times0{,}820}=820\ кг/см^2$$

$$\sigma_6=\frac{3840}{8{,}15\times0{,}75\times0{,}887}=710\ кг/см^2$$

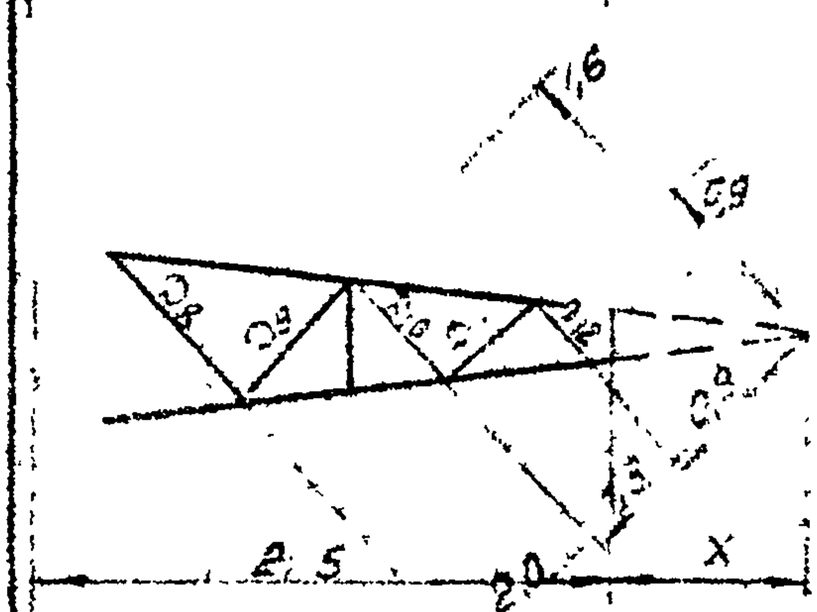
$$\sigma_7=\frac{4180}{8{,}15\times0{,}75\times0{,}934}=730\ кг/см^2$$



Расчет косоли

$$tg\alpha=\frac{0{,}6}{2{,}2}=0{,}273$$

$Cos\alpha=0{,}9648$



$$tg\gamma=\frac{0{,}7-0{,}2}{2\times2{,}2}=\frac{0{,}5}{4{,}4}=0{,}113$$

$Cos\gamma=0{,}994$

N 3081 Т М-Т2

Пояс консоли

Схема II к IV р-к загол-ка, $\alpha = 0^\circ$

Вес консоли $\simeq 0{,}2$ т $\quad q_т = \frac{1{,}73\text{т}}{2} = 0{,}87$ т

$S_т = 4{,}06$ т.

$G = \frac{0.87}{2} + \frac{0.2}{4} = 044 + 0{,}05 = 0{,}49$ т

$\lfloor 80\times6 \quad F = 9{,}38\ см^2 \quad r_x = 2{,}47\ см \quad \ell = 120\ см$

$\lambda = \frac{165\cdot1{,}14}{2{,}47} = 76 \qquad \varphi = 0{,}774$

$U_к \frac{4{,}06\times2{,}2}{0{,}7\times1{,}594} - \frac{0{,}49\times2{,}2}{0{,}934\times0{,}7} = 12{,}85 + 1{,}55 = 14{,}4$т (растяж.)
$-12.85 - 1{,}55 = 11{,}3$т (сжим.)

$\sigma = \frac{14300}{9{,}38\times0.75\times1{,}774} = 2070\ кг/см^2$

1 болт ф20 $\quad \delta = 6$ мм. $\quad$ держит 4,08т

Необходимое кол-во болтов

$n = \frac{14{,}4}{4{,}08} = 3.5$ $\quad$ ставим 4 ф20

Подкос консоли

Схема II, IV р. г. $\quad \alpha = 0 \qquad q_т = 1{,}73$ т.

$G = 0{,}87 + \frac{0{,}2}{4} = 0{,}92$ т.

$S_к = \frac{0{,}92\times2{,}2}{0{,}7\times0{,}9648\times0{,}995} = 3{,}01$ т.

$\lfloor 63\times5 \quad F = 6{,}13\ см^2 \quad r_x = 1{,}94\ см. \quad \ell = 120\ см$

$\lambda = \frac{220}{1{,}94} = 113 \qquad \varphi = 0{,}499$

$\sigma = \frac{3010}{6{,}13\times0{,}499} = 990\ кг/см^2$

Необходимое кол-во болтов $n = \frac{3{,}01}{3{,}4} = 0{,}89 \sim 2$ шт.

ставим 2 ф20

Раскосы верхней арсны

Схема II к; IV р-н загорода; $\alpha = 0°$

$M_{оп} = 4,06 \times 0,86 = 3,5$ тм

Усилия в раскосах

$D_8 = \frac{3,5}{2,0} = 1,75$ т. $\quad D_{10} = \frac{3,5}{1,3} = 2,69$ т

$D_9 = \frac{3,5}{1,6} = 2,19$ т $\quad D_{11} = \frac{3,9}{0,9} = 3,80$ т $\quad D_{13} = \frac{3,5}{0,9} = 3,5$ т

L 63×5 $\quad F = 6,13$ см^2 $\quad r_y = 1,25$ см

D_9	$\ell_8 = 95$ см.	$\lambda = \frac{95}{1,25} = 76$	$M_p = 1,0$	$\lambda_p = 76$	$\varphi_8 = 0,77$
D_9	$\ell_9 = 75$ см.	$\lambda = \frac{75}{1,25} = 60$	$M_p = 1,00$	$\lambda_p = 60$	$\varphi_9 = 0,36$
D_{10}	$\ell_{10} = 60$ см.	$\lambda = \frac{60}{1,25} = 48$	$M_p = 1,00$	$\lambda_p = 48$	$\varphi_{10} = 0,896$
D_{11}	$\ell_{11} = 50$ см.	$\lambda = \frac{50}{1,25} = 40$	$M_p = 1,00$	$\lambda_p = 40$	$\varphi_{11} = 0,92$
D_{12}	$\ell_{12} = 40$ см.	$\lambda = \frac{40}{1,25} = 32$	$M_p = 1,0$	$\lambda = 32$	$\varphi_{12} = 0,936$

$$\sigma_9 = \frac{2190}{0,863 \times 6,13 \times 0,75} = 550 \text{ кг/см.}$$

$$\sigma_{10} = \frac{2690}{0,896 \cdot 6,13 \cdot 0,75} = 530 \text{ кг/см.}^2$$

$$\sigma_{11} = \frac{3800}{0,927 \cdot 6,13 \cdot 0,75} = 890 \text{ кг/см.}^2$$

$$\sigma_{12} = \frac{3800}{0,936 \cdot 6,13 \cdot 0,75} = 880 \text{ кг/см.}^2$$

Расчет выполнил: /Масловская/

Расчет проверил: /Токарева/

Определение воздушных изоляционных расстояний при плавке гололеда на трассах.

Опора П 220-1, П 220-3

ℓ ветр. = 475 м $P_B = \frac{335}{4} = 84$ кг.

ℓ вес = 0,75 × 475 = 356 м $q_{\gamma т}^{н} = 75$ кг/м^2

$q_т = 0{,}61 \times 356 = 217$ кг $q_г = 25$ кг.

$tg\alpha = \frac{84}{217 + 12{,}5} = \frac{84}{229{,}5} = 0{,}368$, $\alpha = 20°20'$

Опора П 220-2

$q_{\gamma т}^{н} = 81$ кг/м^2,

ℓ ветр. = 425 м $P_B = \frac{320}{4} = 80$ кг

ℓ вес = 0,75 × 425 = 320 м

$q_т = 0{,}61 \times 320 = 195$ кг

$tg t = \frac{80}{195 + 12{,}5} = \frac{80}{207{,}5} = 0{,}337$, $\alpha = 21°10$

Опора П 330-2

$q_{\gamma т}^{н} = 81{,}5$ кг/м^2; $P_B = \frac{300}{4} = 75$ кг

ℓ ветр = 395 м

ℓ вес = 395 × 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 $\quad P5 = 71$ кг

$\ell_{ветр} = 450$ м $\quad \ell_{вес} = 0{,}75 \times 450 = 338$ м

$q_т = 0{,}61 \times 338 = 206$

$tg\alpha = \frac{71}{275+12{,}5} = \frac{71}{218{,}5} = 0{,}33 \quad \alpha = 18°20'$

Опора ПС 220-5

$q_т^н = 120$ кг/м^2 $\quad \ell_{ветр} = 475$ м $\quad P5 = 156$ кг

$\ell_{вес} = 0{,}75 \times 475 = 356$ м

$q_т = 0{,}61 \times 356 = 217$ кг

$tg\alpha = \frac{156}{217+12{,}5} = \frac{155}{229{,}5} = 0{,}68 \quad \alpha = 34°20'$

Опора ПС 220-6

$q_т = 130$ кг/м^2 $\quad \ell_{ветр} = 475$ м. $\quad P6 = \frac{570}{4} = 167{,}5$ 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 $\quad P6 = 156$ 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

$tg\alpha = \frac{156}{688{,}5+12{,}5} = 0{,}22$

$\alpha = 12°30'$

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

$\ell_{вес.} = 0{,}75 \cdot 450 = 338$ м.

$q_т = 0{,}61 \times 338 = 206$ кг.

$tg\alpha = \frac{80}{206 + 12{,}5} = \frac{80}{218{,}5} = 0{,}356 \qquad \alpha = 20°10'$

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.

$q_т = 0{,}61 \times 296 = 180$ кг

$tg\alpha = \frac{85}{180 + 12{,}5} = \frac{85}{192{,}5} = 0{,}432 \qquad \alpha = 28°20'$