ЭСП

ГИПРЭЭ СССР

ГЛАВЭНЕРГОПРОЕКТ

ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»

1963 г.

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОТВЕТВИТЕЛЬНЫЕ (ОТПАЕЧНЫЕ) МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ОПОРЫ ЛЭП 110 и 150 КВ, ДОПУСКАЮЩИЕ ОЦИНКОВКУ.

Рабочие чертежи

ТОМ 3

РАСЧЕТЫ И РАСЧЕТНЫЕ ЛИСТЫ

главный инженер отделения (Проценко Н.А.)
главный специалист (Коваленко Ю.С.)
начальник сектора (Гендельман Р.А.)
рук. группы (Власенко И.А.)

ИНВ. №

Харьков 1963 г.

ТИПОВЫЕ И РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

№ 1315 тм-Т3

gost.e-ecolog.ru

Перечень томов проекта

Том I Пояснительная записка и чертежи (перечень черт. N 1315тм-71) лист 5

Том II Чертежи (перечень черт. N 1315тм-72) лист 3

Том III Расчеты и расчетные листы (перечень чертежей N 1315тм-73) лист 3

Инв. № подл. 21/17
N1315тм-ТЗ Альбом 2 (2)

Перечень чертежей тома 3

№ п/п	Наименование	№ чертежей	№ листов
1	2	3	4
1	Титульные листы	1315тм-ТЗ	1
2	Перечень томов рабочего проекта	1315тм-ТЗ	2
3	Перечень чертежей тома 3	1315тм-ТЗ	3
4	Расчеты опор	1315тм-19	1-32
5	Исходные данные для расчетов	1315тм-19	2
6	Расчет одноцепной анкерно-угловой ответвительной (отпаечной) опоры. Шифр ЦУ6-4	1315тм-19	3
7	Расчет двухцепной анкерно-угловой ответвительной (отпаечной) опоры. Шифр ЦУ6-5	1315тм-19	33
8	Одноцепная анкерно-угловая ответвительная (отпаечная) опора. Шифр ЦУ6-4. Расчетный лист	1315тм-20	
9	Двухцепная анкерно-угловая ответвительная (отпаечная) опора. Шифр ЦУ6-5 Расчетный лист	1315тм-34	

Расчеты опор

Руководитель группы _____ Власенко И.А.

Старший инженер _____ Ванеев Е.М.

г. Харьков

1963г.

№1315тм/3 л. 4/97

№1315тм-19		Лист	
		1	02

Исходные данные для расчетов

Расчеты опор произведены согласно:

а) Правил устройства электроустановок (ПУЭ-58);

б) Норм и технических условий проектирования стальных конструкций (Н и ТУ1-46);

в) Инструкции ТЭП-а по расчету стальных решетчатых конструкций со стержнями из одиночных уголков с соединением элементов на сварке (№30204-с);

д) Письму института №09-300 от 20 ноября 1961г.

В расчете опор приняты:

а) Материал опор - сталь марки В.Ст.3 по ГОСТ 380-60 (характеристика стали приведена на монтажных схемах и в пояснительной записке унифицированных металлических опор для ВЛ 110кВ, допускающих оцинковку черт. №16937-Т.)

б) Допускаемые напряжения согласно Н и ТУ 1-46 приведены в пояснительной записке;

в) Допускаемые гибкости элементов конструкций приведены в пояснительной записке;

г) Нагрузка от ветра на конструкцию опоры согласно ПУЭ-58

д) Расчетные пределы приведены в пояснительной записке.

Общие пояснения, относящиеся к проекту вцелом, приведены в пояснительных записках (том 1 чертеж №1315тм-25-1

——" —— №1315тм-ТТ

№1315тм/3 л.5/97

№1315 тм 19 | 2 | 92

Расчет

одноцепной анкерно-угловой

ответвительной отпаечной

опоры

Шифр ЦУБ-4

Расчет составил Шурховецкая Е.Е.

Расчет проверил Донец Е.М.

г. Харьков

1963 г.

№1315 тм/3 Дл 6/97

№1315 тм-19	Лист 3	02

Пояснения к расчету

При разработке ответвительной одноцепной опоры ЦУ6-4 максимально использована специальная двухцепная унифицированная опора ЦУ6 3 с усилением конструкций трассостойки и одной из верхних траверс, вызванных дополнительной нагрузкой от крепления троса и провода по ответвительной линии. На опоре ЦУ6-4 предусмотрена установка только одной нижней траверсы со стороны ответвления.

Расчет выполнен для условий подвески проводов магистральной линии марок АС-120 ÷ АС-185, АСО-240 и АСО-300 ответвительной линии марок - АС-120 ÷ АС-185.

При этом углы поворота магистральной линии для проводов АС-120 ÷ АС-185 приняты $\alpha = 0° \div 60°$; АСО-240, АСО-300 - $\alpha = 0° \div 40°$. Углы поворота ответвительной линии приняты $\beta = 0° \div 30°$.

Расчетными оказались следующие усилия:

1) на магистральной линии провод АСО-300 и $\alpha = 40°$;
   на ответвлении провод АС-185 и $\beta = 30°$ в IV Р.К.У.;
2) на магистральной линии - провод АС-185 и $\alpha = 60°$;
   на ответвлении провод АС-185 и $\beta = 30°$ в IV Р.К.У.

Подбор сечений элементов данной опоры произведен по максимальным усилиям и приведен в расчетном листе.

№ 1315 тм/3 л. 7/97

Схемы расчетных нагрузок на отпаечную опору.

Провод АС-185.

Схема №1.

Нормальный режим. Провода и трос свободны от гололеда; $t = -5°C$. Ветер $V = 30$ м/сек.
I Р.К.У. $\alpha = 60° - ЛЭП$;
$\beta = 30° -$ отпайка.

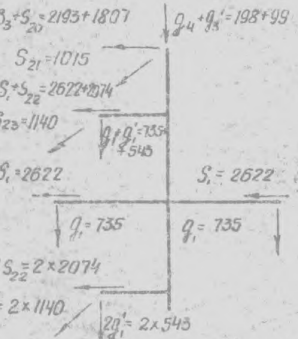


Схема №2.

Нормальный режим. Провода и трос покрыты гололедом; $t = -5°C$. Ветер $V=45$ м/сек.
IV Р.К.У. $\alpha = 60° - ЛЭП$;
$\beta = 30° -$ отпайка.



Схема №3 и №4.

Аварийный режим. Провода и трос покрыты гололедом; $t = -5°C$. Ветер отсутствует. Оборван один провод, вызывающий наибольший изгибающий (сх. №3) или крутящий момент (сх. №4).
IV Р.К.У. $\alpha = 60° - ЛЭП$;
$\beta = 30° -$ отпайка.

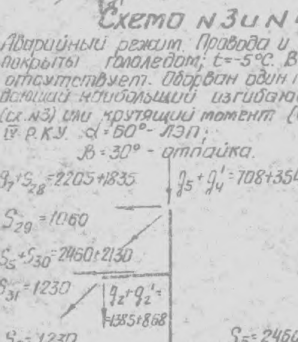


Схема №5.

Аварийный режим. Провода и трос покрыты гололедом; $t = -5°C$. Ветер отсутствует. оборван трос.
IV Р.К.У. $\alpha = 60° - ЛЭП$
$\beta = 30° -$ отпайка.



Примечания: 1. Расчетные нагрузки для всех типов проводов приведены в томе I „Технические условия на проектирование" черт. №1304 тм-25-2 и „Пояснительная записка" том I черт. №1305 тм-25-81.
2. Обозначения S_{20}÷S_{31} – нагрузки на отпаечную линию.

Рук. группы [подпись] Боронов

Схемы расчетных нагрузок на отпаечную опору.

Провода: АПО-300 - ЛЭП $\alpha = 40°$;
АС-185 - отпайки $\beta = 30°$.

Схема N 1.

Нормальный режим.
Провода и трос свободны от гололеда; $t = 5°C$.
Ветер $V = 30$ м/сек.

I Р.К.У.

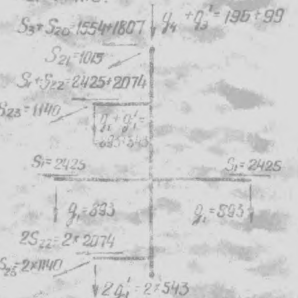


Схема N 2.

Нормальный режим.
Провода и трос покрыты гололедом; $t = -5°C$.
Ветер $V = 15$ м/сек.
IV Р.К.У.

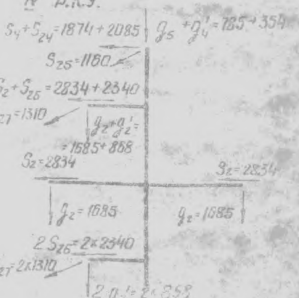


Схема N 3 и N 4.

Аварийный режим.
Провода и трос покрыты гололедом; $t = 5°C$. Ветер отсутствует. Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий (сх. N 3) или крутящий (сх. N 4) момент III Р.К.У.

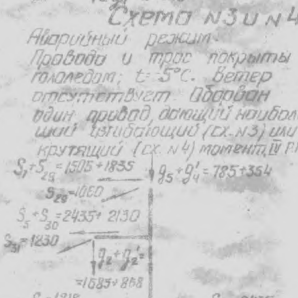
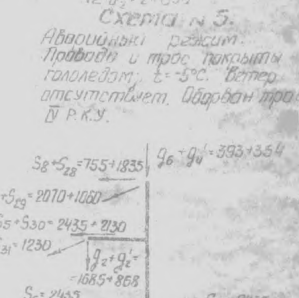


Схема N 5.

Аварийный режим.
Провода и трос покрыты гололедом; $t = -5°C$. Ветер отсутствует. Оборван трос.
IV Р.К.У.



Примечания: Расчетные нагрузки для всех марок приборов приведены в томе I „Технические условия на проектирование" чертеж N 1304 тм - 25-21 том I „Пояснительная записка" чертеж N 1305 тм - 25-21.

Обозначения $S_{20} \div S_{31}$ - нагрузки на отпаечную линию.

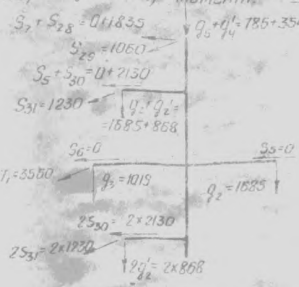
Рук. группы _____ Баранов А.Ц.

N 1315 тм-19	лист 6	92

Провод АСО-300; $d = 0^{-1}$ ЛЭП:
АС-185; $\beta = 30^{\circ}$ гололёд.

Схема № 3 и № 4.

Аварийный режим. Провода и трос покрыты гололедом; $t = -5°C$. Ветер $\gamma = 0$. Оборван провод, дающий наибольший изгибающий (сх. № 3) или крутящий (сх. № 4) момент. ИУ Р.КУ.



N 1315 тм/3 ЭМ 10/87

Рук группы _____ Баранов А.И.

Провод АС-185 $\beta = 30°$ опорная

$S_{20} = S_1 \cos 30° + S_3 \cos 60° = 2030 \times 0{,}866 + 94 \times 0{,}5 = 1760 + 47 = 1807$ кг

$S_{21} = S_1 \sin 30° = 2030 \times 0{,}5 = 1015$ кг

$S_{22} = S_5 \cos 30° + S_1 \cos 60° = 2280 \times 0{,}866 + 148 \times 0{,}5 = 1975 + 99 = 2074$ кг

$S_{23} = S_5 \sin 30° = 2280 \times 0{,}5 = 1140$ кг

$S_{24} = S_8 \cos 30° + S_4 \cos 60° = 2320 \times 0{,}866 + 150 \times 0{,}5 = 2010 + 75 = 2085$ кг

$S_{25} = S_8 \sin 30° = 2320 \times 0{,}5 = 1160$ кг

$S_{26} = S_6 \cos 30° + S_2 \cos 60° = 2620 \times 0{,}866 + 189 \times 0{,}5 = 2270 + 70 = 2340$ кг

$S_{27} = S_6 \sin 30° = 2520 \times 0{,}5 = 1310$ кг

$S_{28} = T_2 \cos 30° = 2120 \times 0{,}866 = 1835$ кг

$S_{29} = T_2 \sin 30° = 2120 \times 0{,}5 = 1060$ кг

$S_{30} = T_1 \cos 30° = 2467 \times 0{,}866 = 2130$ кг

$S_{31} = T_1 \sin 30° = 2467 \times 0{,}5 = 1230$ кг

Провод АСО 300 $\beta = 30°$ опорная

$S_{20} = S_7 \cos 30° + S_3 \cos 60° = 2030 \times 0{,}866 + 93 \times 0{,}5 = 1760 + 47 = 1807$ кг

$S_{21} = S_7 \sin 30° = 2030 \times 0{,}5 = 1015$ кг

$S_{22} = S_5 \cos 30° + S_1 \cos 60° = 2965 \times 0{,}866 + 215 \times 0{,}5 = 2570 + 108 = 2678$ кг

$S_{23} = S_5 \sin 30° = 2965 \times 0{,}5 = 1483$ кг

$S_{24} = S_8 \cos 30° + S_4 \cos 60° = 2320 \times 0{,}866 + 165 \times 0{,}5 = 2010 + 83 = 2093$ кг

$S_{25} = S_8 \sin 30° = 2320 \times 0{,}5 = 1160$ кг

$S_{26} = S_6 \cos 30° + S_2 \cos 60° = 3700 \times 0{,}866 + 162 \times 0{,}5 = 3210 + 81 = 3291$ кг

$S_{27} = S_6 \sin 30° = 3700 \times 0{,}5 = 1850$ кг

$S_{28} = T_2 \cos 30° = 2100 \times 0{,}866 = 1820$ кг

$S_{29} = T_2 \sin 30° = 2100 \times 0{,}5 = 1050$ кг

$S_{30} = T_1 \cos 30° = 3560 \times 0{,}866 = 3080$ кг

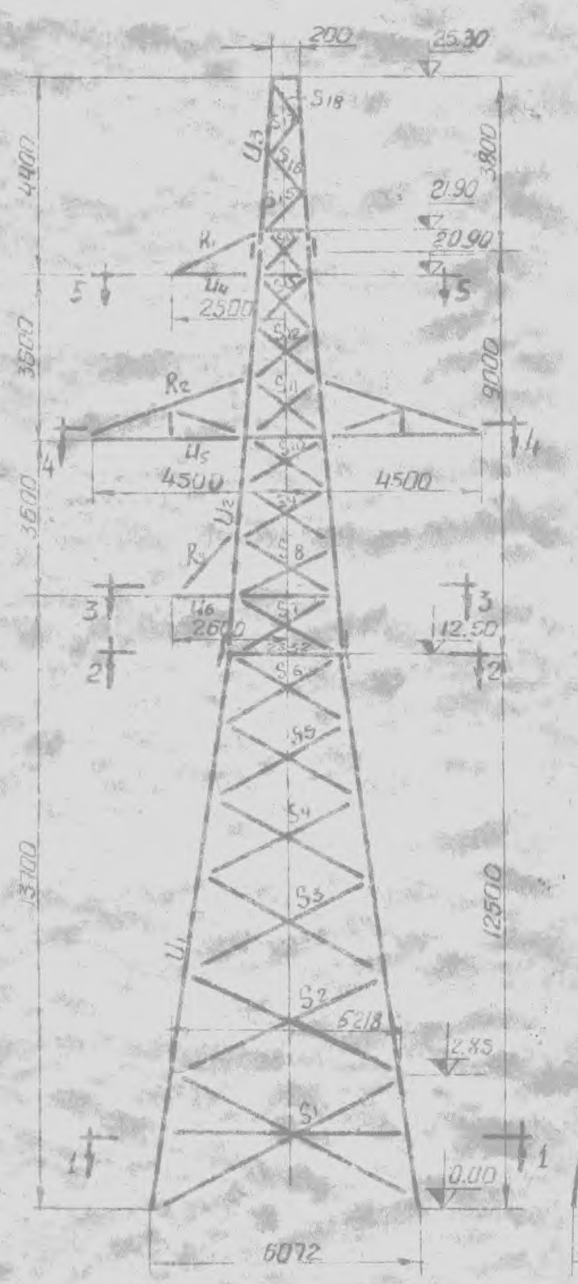
$S_{31} = T_1 \sin 30° = 3560 \times 0{,}5 = 1780$ кг

№ 13465 т.м/3 п.11/97

Рук. отд. [illegible] 1560 ЭОБ А.Ц.У

№ 13465 т.м/3 40 8 92

Схема опоры



По 5-5



По 4-4



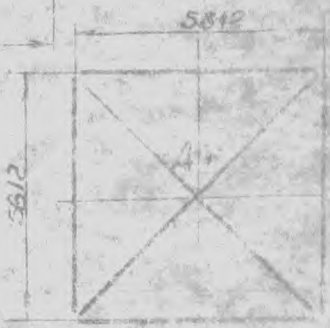
По 3-3



По 2-2



По 1-1



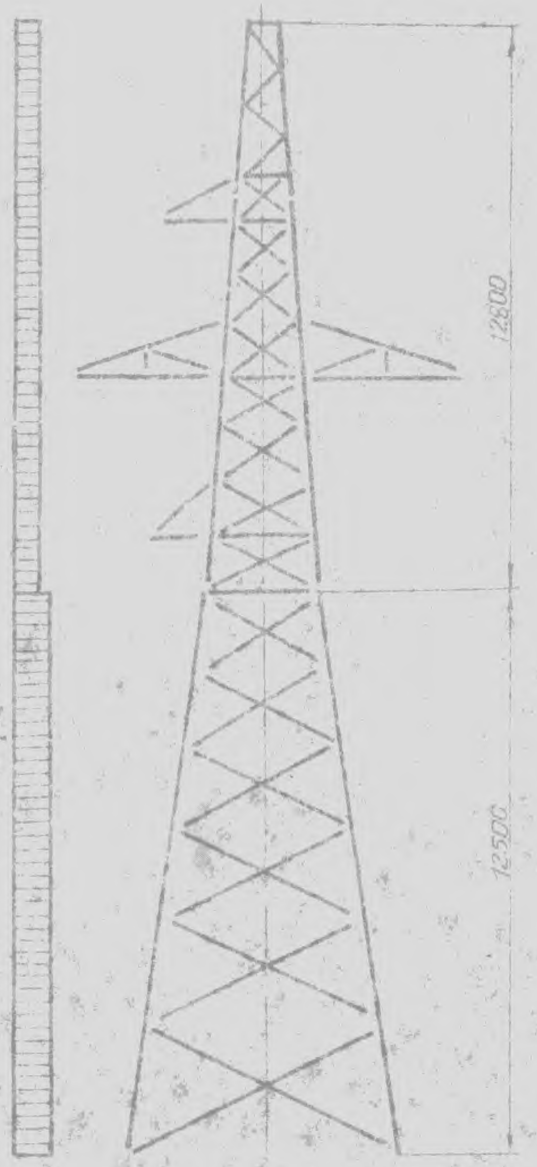
Примечание:

1 На разрезах траверсы условно не показаны.

№ 1315 тм/3 л. 2/91

№1315 тм-19	лист	9	92

Схема загружения опоры ветровой нагрузкой.



$\frac{q_{wв} = 65\ кг/пм.}{q'_{wв} = 20\ кг/пм.}$

$\frac{q_{wн} = 143\ кг/пм.}{q'_{wн} = 35\ кг/пм.}$

Примечания:

1. Определение ветровой нагрузки на конструкцию опоры см. Унифицированные металлические опоры ЛЭП 110 и 150 кв. Часть XIV черт. N 8332-А, листы 9-11.

„Расчет 2^х-цепных анкерно-угловых облегченных опор, шифр У2, У4".

2. В числителе - ветровая нагрузка при V = 30 м/сек,

в знаменателе - при V = 15 м/сек.

Определение изгибающего момента, действующего на стойки опоры

Элемент	Позиция	Определение	Провод АС-185 и АС-300/39 опоры №2 — Подстановка	Результат	Провод АС-300/39 и АС-185/43 опоры №3 — Подстановка	Результат
1	2	3	4	5	6	7
0,85 м	Нормальный режим. Схема №2	$(S_1+S_{24}+S_{25})\times 25,3$	$(2575+2085+1160)\times 25,3$	147200	$(1874+2085+1160)\times 25,3$	129500
		$(S_2+S_{25}+S_{27})\times 20,9$	$(2860+2340+1310)\times 20,9$	135000	$(2834+2340+1310)\times 20,9$	135500
		$2\times S_2\times 17,3$	$2\times 2860\times 17,3$	99000	$2\times 2834\times 17,3$	98000
		$2(S_{26}+S_{27})\times 13,7$	$2(2340+1310)\times 13,7$	100000	$2(2340+1310)\times 13,7$	100000
		$q'_{wII}\times\frac{12,5^2}{2}$	$36\times\frac{12,5^2}{2}$	2812	$36\times\frac{12,5^2}{2}$	2812
		$q'_{w8}\times 12,8\times 18,9$	$20\times 12,8\times 18,9$	4838	$20\times 12,8\times 18,9$	4838
		$(q_2+q'_2)\times 2,5$	$(1385+868)\times 2,5$	5525	$(1685+868)\times 2,5$	6380
		$2\times q'_2\times 2,6$	$2\times 868\times 2,6$	4520	$2\times 868\times 2,6$	4520
		M_{II}		499395		481550
2,85 м	Нормальный режим. Схема №2	$(S_1+S_{24}+S_{25})\times 22,45$	$(2575+2085+1160)\times 22,45$	130800	$(1874+2085+1160)\times 22,45$	115000
		$(S_2+S_{26}+S_{27})\times 18,05$	$(2860+2340+1310)\times 18,05$	117500	$(2834+2340+1310)\times 18,05$	117000
		$2\times S_2\times 14,45$	$2\times 2860\times 14,45$	82600	$2\times 2834\times 14,45$	81900
		$2(S_{26}+S_{27})\times 10,85$	$2(2340+1310)\times 10,85$	79300	$2(2340+1310)\times 10,85$	79300
		$q'_{wII}\times\frac{9,65^2}{2}$	$36\times\frac{9,65^2}{2}$	1676	$36\times\frac{9,65^2}{2}$	1676
		$q'_{w8}\times 12,8\times 16,05$	$20\times 12,8\times 16,05$	4109	$20\times 12,8\times 16,05$	4109
		$(q_2+q'_2)\times 2,5$	$(1385+868)\times 2,5$	5525	$(1685+868)\times 2,5$	6380
		$2\times q'_2\times 2,6$	$2\times 868\times 2,6$	4520	$2\times 868\times 2,6$	4520
		M_I		426130		409885
12,5 м	Монтажный режим. Схема №2	$(S_1+S_{24}+S_{25})\times 12,8$	$(2575+2085+1160)\times 12,8$	74550	$(1874+2085+1160)\times 12,8$	65500
		$(S_2+S_{25}+S_{27})\times 8,4$	$(2860+2340+1310)\times 8,4$	54700	$(2834+2340+1310)\times 8,4$	54500
		$2\times S_2\times 4,8$	$2\times 2860\times 4,8$	27400	$2\times 2834\times 4,8$	27200
		$2(S_{26}+S_{27})\times 1,2$	$2(2340+1310)\times 1,2$	8750	$2(2340+1310)\times 1,2$	8750
		$q'_{w8}\times\frac{12,8^2}{2}$	$20\times\frac{12,8^2}{2}$	1638	$20\times\frac{12,8^2}{2}$	1638

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
12.5 м.	Нагр. режим. схема №2	$(q_2+q_2')\times 2{,}5$	$(1385+868)\times 2{,}5$	5625	$(1685+868)\times 2{,}5$	6380
		$2\times q_2'\times 2{,}6$	$2\times 868\times 2{,}6$	4520	$2\times 868\times 2{,}6$	4520
		M_2		179133		168488
21.9 м	Нагр. режим. схема №2	$(S_4+S_{24}+S_{25})\times 3{,}4$	$(2578+2085+1160)\times 3{,}4$	13800	$(1874+2085+1160)\times 3{,}4$	17400
		$q'_{WB}\times\frac{3{,}4^2}{2}$	$20\times\frac{3{,}4^2}{2}$	116	$20\times\frac{3{,}4^2}{2}$	116
		M_3		19916		17516

Определение весовых нагрузок, действующих на ствол опоры, от веса проводов, троса и собственного веса конструкции.

Опасно	Режим	Определение	Провод АС-185; $\alpha=60°$ ЛЭП $\beta=30°$ отпайка		Провод АСО-300 $\alpha=40°$ ЛЭП Провод АС-185 $\beta=30°$ отпайка	
			Подстановка	Результат	Подстановка	Результат
	№	3	4	5	6	7
0.0 м	Нормальный режим Схема № 2	q_3+q_4'	708+354	1062	785+354	1139
		q_2+q_2'	1385+868	2253	1685+868	2553
		$2\times q_2$	2×1385	2770	2×1685	3370
		$2\times q_2'$	2×868	1736	2×868	1736
		Σq		7821		8798
		$G^{on}_{0.0}$	7700	7700	7700	7700
		$\Sigma G_0=\Sigma q+G^{on}_{0.0}$		15521		16498
2.85 м	Нагр. режим. Схема №2	Σq	7821	7821	8798	8798
		$G^{on}_{2.85}$	6850	6850	6850	6850
		$\Sigma G_1=\Sigma q+G^{on}_{2.85}$		14671		15648
12.5 м	Нагр. режим. Схема №2	Σq	7821	7821	8798	8798
		$G^{on}_{12.5}$	3800	3800	3800	3800
		$\Sigma G_2=\Sigma q+G^{on}_{12.5}$		11621		12598

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
24,9 м	Нормальный режим Схема №2	$0,5+G_4^1$	708+354	1062	785+354	1139
		$G_{21,9}^{on}$	240	240	240	240
		ΣG_3		1302		1379

Примечание: При подсчете весовых нагрузок собственный вес опоры принят 7700 кг.

Определение усилий в поясах.

1	Схема	Режим	Определение	Провод АС-185/29 $\alpha=60°$ ПЭП $\beta=30°$ отпайка		Провод АСО-300 $\alpha=90°$ ПЭП Провод АС-185/29 $\beta=30°$ отпайка	
				Подстановка	Результат	Подстановка	Результат
1	2		3	4	5	6	7
0,0 м	Нормальный режим Схема №2		$\frac{M_0}{2\times 6,072}$	$\frac{1199705}{2\times 6,072}$	41100	$\frac{481550}{2\times 6,072}$	39700
			$0,25\Sigma G_0$	$0,25\times 15521$	3880	$0,25\times 16493$	4125
			U_0		44980		43825
			$\frac{M_0}{2\times 6,072}$	$\frac{499935}{2\times 6,072}$	41100	$\frac{481550}{2\times 6,072}$	39700
			$0,25\left(\frac{\Sigma G}{1,25}+G_{0,0}^{on}\right)$	$0,25\left(\frac{7821}{1,25}+7100\right)$	3490	$0,25\left(\frac{8709}{1,25}+7100\right)$	3680
			U_0^1		37010		36020
2,85 м	Нормальный режим Схема №2		$\frac{M_1}{2\times 5,22}$	$\frac{426150}{2\times 5,22}$	41000	$\frac{409885}{2\times 5,22}$	39000
			$0,25\Sigma G_1$	$0,25\times 14677$	3660	$0,25\times 15948$	3910
			U_1		44660		42810
			$\frac{M_1}{2\times 5,22}$	$\frac{426150}{2\times 5,22}$	41000	$\frac{409885}{2\times 5,22}$	39000
			$0,25\left(\frac{\Sigma G}{1,25}+G_{1,85}^{on}\right)$	$0,25\left(\frac{3421}{0,25}+4850\right)$	3280	$0,25\left(\frac{8798}{1,25}+6850\right)$	3470
			U_1^1		37420		35530
12,5 м	Нормальный режим Схема №2		$\frac{M_2}{2\times 2,352}$	$\frac{177135}{2\times 2,352}$	38100	$\frac{163488}{2\times 2,352}$	36100
			$0,25\Sigma G_2$	$0,25\times 11811$	2940	$0,25\times 12558$	3140
			U_2		41040		39240

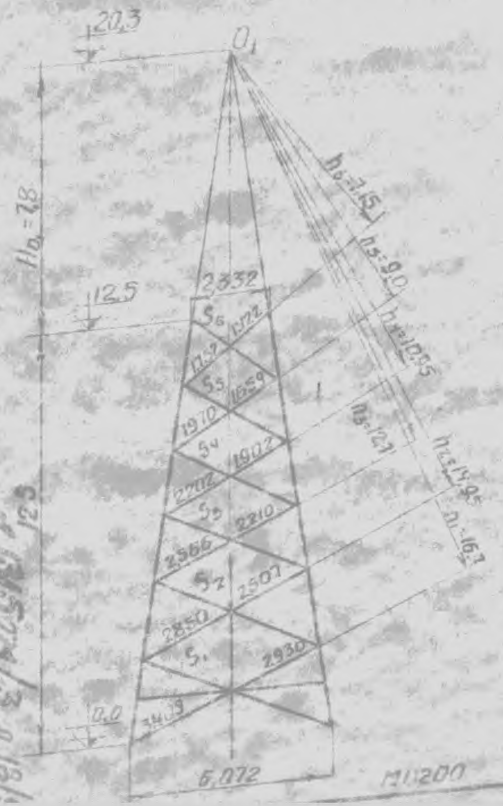
1	2	3	4	5	6	7
12,5 м	Норм. режим. Схема № 2	$\frac{M_2}{2 \times 2,332}$	$\frac{177133}{2 \times 2,332}$	38100	$\frac{168488}{2 \times 2,332}$	36170
		$0,25 \times \left(\frac{\Sigma Q}{1,25} + G^{on}_{12,5}\right)$	$0,25 \times \left(\frac{7821}{1,25} + 3800\right)$	2520	$0,25 \left(\frac{8798}{1,25} + 3801\right)$	2770
		U'_2		35480		33390
21,9 м	Нормальный режим. Схема № 2	$\frac{M_3}{2 \times 0,81}$	$\frac{19916}{2 \times 0,81}$	12300	$\frac{17516}{2 \times 0,81}$	10900
		$0,25 \Sigma G_3$	$0,25 \times 1302$	326	$0,25 \times 1379$	345
		U_3		12826		11345
		$\frac{M_3}{2 \times 0,81}$	$\frac{19916}{2 \times 0,81}$	12300	$\frac{17516}{2 \times 0,81}$	10900
		$0,25 \times \left(\frac{Q_s + Q_y'}{1,25} + G^{on}_{21,5}\right)$	$0,25 \left(\frac{708 + 354}{1,25} + 240\right)$	270	$0,25 \left(\frac{785 + 354}{1,25} + 240\right)$	288
		U'_3		12030		10612

№ 1315 ТМ/3 от 17.97

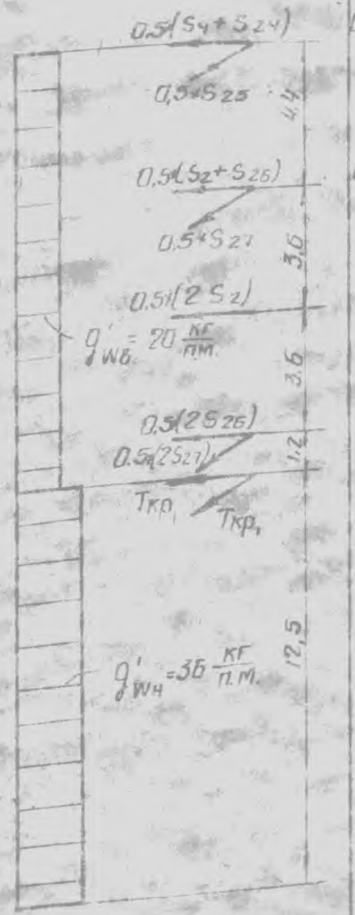
N1315 ТМ-19			93

Комбинации нагрузок на первую секцию для расчета раскосов

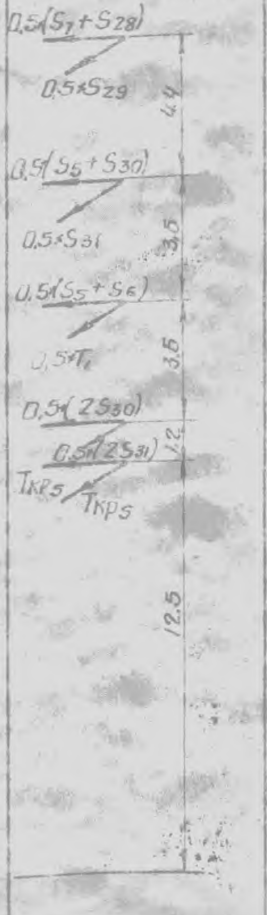
Схема N1



Комбинация N 1



Комбинация N 2



$$H_0 = \frac{12,5 \times 2,332}{6,072 - 2,332} = 7,8\ м.$$

Комбинация N 1.

Нормальный режим. Схема нагрузок N 2

Провод АС-185; α=60°-ЛЭП; β=30° отпайка

$$T_{кр_1} = \frac{S_{27} \times (2,5 + 2 \times 2,6)}{2 \times 2,332} = \frac{7,7 \times 1310}{4,664} = 2163\ кг.$$

Комбинация N 2.

Аварийный режим. Схема нагрузок N 4

Провода: АСО-300; α=40°-ЛЭП

АС-185; β=30° отпайка

Оборван провод на траверсе L=4,5 м.

$$T_{кр_5} = \frac{S_{31} \times (2,5 + 2 \times 2,6)}{2 \times 2,332} + \frac{T_1 \times 4,5}{2 \times 2,332} = \frac{7,7 \times 1230}{4,664} +$$

$$+ 0,965 \times T_1 = 2030 + 0,965\,T_1$$

Примечание: Расстояния от раскосов до моментной точки определены графически в масштабе 1:50.

Схемы для определения усилий в раскосах второй секции и трассстойки.

Схема N 2
М1:100

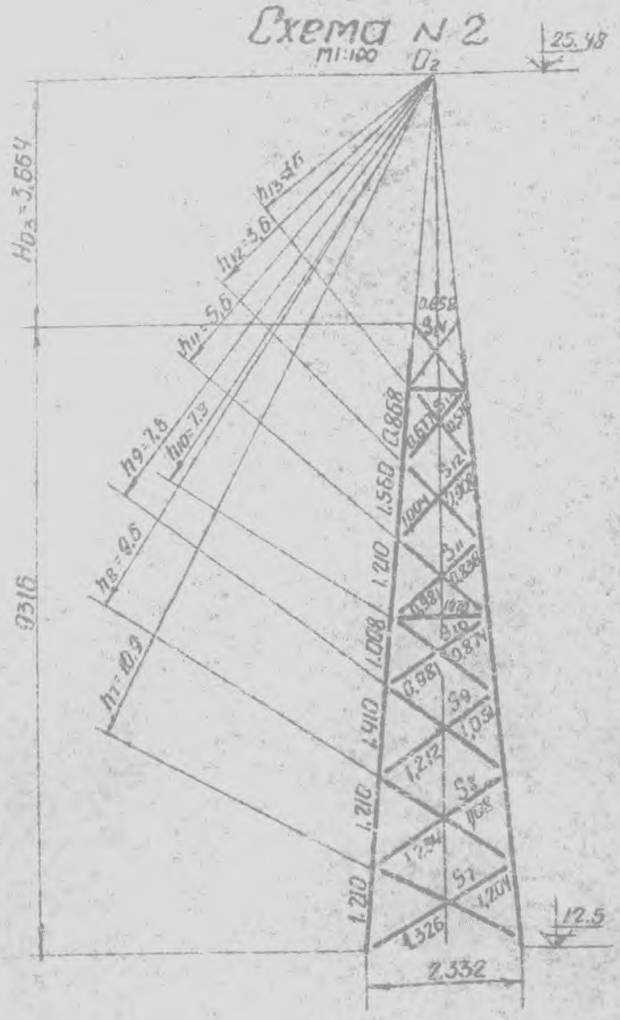
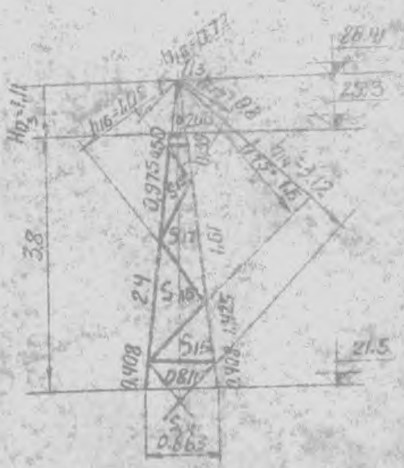


Схема N 3
М1:100



$$H_{O_2} = \frac{9.316 \times 0.658}{2.332 - 0.658} = 3.664\ м$$

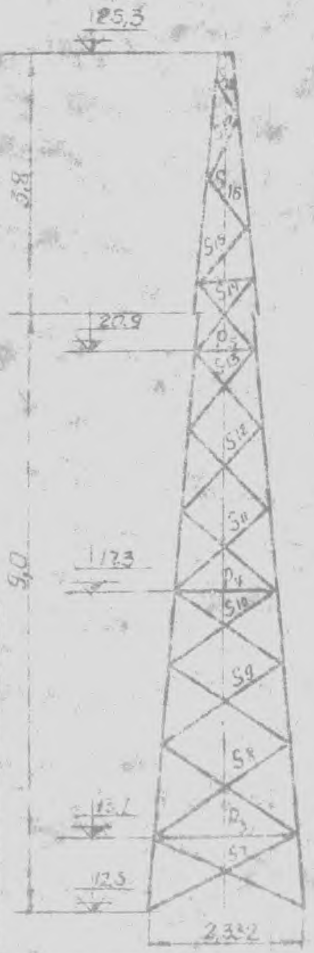
$$H_{O_3} = \frac{3.8 \times 0.2}{0.881 - 0.2} = 1.11\ м$$

Примечание: Расстояния от раскосов до моментной точки определены графически в масштабе 1:25.

N 1315 тм/3 л. 19/97

N1315 тм-19	лист	
	16	92

Комбинации нагрузок на вторую секцию и траверсостойку для расчета раскосов.



Комбинация N 1	Комбинация N 2	Комбинация N 3
$0.5(S_4 + S_{24})$	$0.5(S_1 + S_{28})$	$0.5(S_7 + S_{29})$
$0.5 \times S_{25}$	$0.5 \times S_{29}$	$0.5 \times S_{29}$
4,4	4,4	4,9
$0.5(S_2 + S_{26}) + T_{кр_4}$	$0.5(S_8 + S_{30}) + T_{кр_3}$	$0.5(S_6 + S_{30}) + T_{кр_8}$
$0.5 \times S_{27} + T_{кр_4}$	$0.5 \times S_{31} + T_{кр_3}$	$0.5 \times S_{31} + T_{кр_8} + 0.5T_1$
$q_{wв} = 20 \frac{кг}{п.м.}$	3,5	3,9
$0.5(2S_{26}) + T_{кр_7}$	$0.5(S_5 + S_{16}) + T_{кр_7}$	8,4
$0.5 \times T_1 + T_{кр_7}$	3,6	3,6
$0.5(2S_{26}) + T_{кр_7}$	$0.5(2S_{30}) + T_{кр_6}$	
$0.5(2S_{27}) + T_{кр_7}$	$0.5(2S_{31}) + T_{кр_6}$	
1,2	1,2	

Комбинация N 1.

Нормальный режим. Схема нагрузок N 2

Провод АС-185; $\alpha = 60°$ ЛЭП; $\beta = 30°$ отпайки

$$T_{кр_2} = \frac{2S_{27} \times 2.6}{2 \times 2,116} = \frac{5,2 \times 1310}{4,232} = 1610 \text{ кг}$$

$$T_{кр_4} = \frac{S_{27} \times 2.5}{2 \times 0,821} = \frac{2,5 \times 1310}{1,642} = 1990 \text{ кг}$$

Комбинация N 2.

Аварийный режим. Схема нагрузок N 4

Провода: АСО-300; $\alpha = 40°$ ЛЭП

АС-185; $\beta = 30°$ отпайки

Оборван провод на траверсе $L = 4,5$ м

$$T_{кр_6} = \frac{2S_{31} \times 2.6}{2 \times 2,116} = \frac{5,2 \times 1230}{4,232} = 1510 \text{ кг}$$

$$T_{кр_3} = \frac{S_{31} \times 2.5}{2 \times 0,821} = \frac{1230 \times 2,5}{1,642} = 1870 \text{ кг}$$

$$T_{кр_7} = \frac{4.5 \times T_1}{2 \times 1,47} = 1,53 \times T_1$$

Комбинация N 3.

Аварийный режим. Схема нагрузок N 3.

Провода: АСО-300; $\alpha = 40°$ ЛЭП,

АС-185; $\beta = 30°$ отпайка.

Оборван провод на траверсе $L = 2,5$ м.

$$T_{кр_8} = \frac{2,5 \times S_{31}}{2 \times 0,821} + \frac{2,5 \times T_1}{2 \times 0,821} = \frac{2,5 \times 1230}{1,642} + 1,52T_1 = 1810 + 1,52T_1$$

N 135 ПЯ-10 17 лист

N 135 ПЯ-10 ВЭ

Определение моментов внешних сил относительно точки схода поясов для определения усилий в раскосах

Раскосы	Комбин.	Определение	Провод АС-185/29 α=60°-ЛЭП; β=30°-опора: Подстановка	Результат	Провода: АСО-300 d=40°-ЛЭП; АС-185/29 β=30°-опора: Подстановка	Результат
1	2	3	4	5	6	7
Раскосы $S_3 \div S_6$; Грань 2 ЛЭП	Комбинация №1	$-(S_4 + S_{24}) \times 0,5 \times 5,0$	$-(2576 + 2085) \times 0,5 \times 5,0$	-11540		
		$-(S_2 + S_{26}) \times 0,6 \times 0,5$	$-(2860 + 2340) \times 0,6 \times 0,5$	-1560		
		$2 \times S_3 \times 0,5 \times 3,0$	$2 \times 2850 \times 0,5 \times 3,0$	8570		
		$2 \times S_{26} \times 0,5 \times 6,6$	$2 \times 2340 \times 6,6 \times 0,5$	15450		
		$T_{Kp_3} \times 7,8$	$2153 \times 7,8$	16850		
		$q'_{W_a} \times 12,5 \times 14,05 \times 0,5$	$35 \times 12,5 \times 14,05 \times 0,5$	3160		
		$q'_{W_b} \times 7,8^2 \times 0,5 \times 0,5$	$20 \times 7,8^2 \times 0,5 \times 0,5$	304		
		$-q'_{W_b} \times 5,0^2 \times 0,5 \times 0,5$	$-20 \times 5,0^2 \times 0,5 \times 0,5$	-125		
		M_{O_1}		31009		
Раскос S_1; Грань 1 ЛЭП	Комбинация №1	$(S_4 + S_{24}) \times 0,18 \times 0,5$	$(2576 + 2085) \times 0,18 \times 0,5$	420		
		$[1,5(S_2 + S_{26}) + T_{Kp_4}] \times 4,58$	$[1,5(2860 + 2340) + 1990] \times 4,58$	21000		
		$2S_2 \times 8,18 \times 0,5$	$2 \times 2860 \times 8,18 \times 0,5$	23400		
		$2S_{28} \times 11,78 \times 0,5$	$2 \times 2340 \times 11,78 \times 0,5$	27500		
		$T_{Kp_2} \times 11,78$	$1610 \times 11,78$	18950		
		$q'_{W_2} \times 12,8 \times 6,58 \times 0,5$	$20 \times 12,8 \times 6,58 \times 0,5$	843		
		M_{O_2}		92113		
Раскосы $S_4 \div S_6$; Грань 1 ЛЭП	Комбинация №1	$(S_4 + S_{24}) \times 0,18 \times 0,5$	$(2576 + 2085) \times 0,18 \times 0,5$	420		
		$(S_2 + S_{26}) \times 4,58 \times 0,5$	$(2860 + 2340) \times 4,58 \times 0,5$	11900		
		$2 \times S_2 \times 8,18 \times 0,5$	$2 \times 2850 \times 8,18 \times 0,5$	23400		
		$T_{Kp_4} \times 4,58$	$1990 \times 4,58$	9130		
		$q'_{W_b} \times 11,6 \times 5,98 \times 0,5$	$20 \times 11,6 \times 5,98 \times 0,5$	694		
		M_{O_3}		45544		

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
Ростверк 5-5а/Гранд 1,10	Комбинация N 1	$(S_4+S_{24})\times 0.18\times 0.5$	$(2316+2085)\times 0.18\times 0.5$	420		
		$(S_2+S_{26})\times 4.58\times 0.5$	$(2860+2340)\times 4.58\times 0.5$	11900		
		$Trp_4\times 4.58$	1990×4.58	9130		
		$q'_{WB}\times 8.0\times 4.18\times 0.5$	$20\times 8.0\times 4.18\times 0.5$	334		
		M_{02}		21784		
Ростверк 5-5а/Гранд 1,10	Комбинация N 1	$(S_4+S_{24})\times 4.1\times 0.5$	$(2576+2085)\times 4.1\times 0.5$	2590		
		$q'_{WB}\times 4.4\times 3.31\times 0.5$	$20\times 4.4\times 3.31\times 0.5$	144		
		M_{02}		2734		
Ростверк 5-5а/Гранд 1,10	Комбинация N 1	$(S_4+S_{24})\times 1.11\times 0.5$	$(2575+2085)\times 1.11\times 0.5$	2590		
		$q'_{WB}\times 3.8\times 3.01\times 0.5$	$20\times 3.8\times 3.01\times 0.5$	114		
		M_{03}		2704		
Ростверк 5-5а/Гранд 1,10	Комбинация N 2	$(S_7+S_{28})\times 5.0\times 0.5$			$(1506+1833)\times 5.0\times 0.5$	8350
		$(S_5+S_{30})\times 0.5\times 0.5$			$(2435+2130)\times 0.5\times 0.5$	1370
		$(S_5+S_6)\times 3.0\times 0.5$			$(1218+2435)\times 3.0\times 0.5$	5480
		$2.S_{30}\times 6.5\times 0.5$			$2\times 2130\times 6.5\times 0.5$	13100
		$Trp_5\times 7.8$			$(2030+2065+3335+3435)\times 7.8$	41100
		M_{01}				50960
Ростверк 5-5а/Гранд 1,10	Комбинация N 2	$(S_7+S_{28})\times 0.18\times 0.5$			$(1506+1833)\times 0.18\times 0.5$	300
		$[0.5(S_5+S_{30})+Trp_2]\times 4.58$			$[(1.5)(2435+2130)+1870]\times 4.58$	19450
		$[0.5(S_5+S_6)+Trp_3]\times 8.18$			$[0.5(2435+1218)+1535+3335]\times 8.18$	57000
		$2S_{30}\times 11.78\times 0.5$			$2\times 2130\times 11.78\times 0.5$	25100
		$Trp_6\times 11.78$			1510×11.78	17780
		M_{02}				119230
Колонны 28 и 28а/Гранд 1,10	Комбинация N 2	$(S_7+S_{28})\times 0.18\times 0.5$			$(1506+1833)\times 0.18\times 0.5$	300
		$[0.5(S_5+S_{30})+Trp_2]\times 4.58$			$[(2435+2130)+1870]\times 4.58$	19050
		$0.5(S_5+S_6)\times 8.18$			$(2435+1218)\times 8.18\times 0.5$	14950

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
Сечение 5-5 Сечение 6-6	Комбин. №2	$T_{кр7} \times 8.18$			$1.53 \times 3335 \times 8.18$	42300
		M_{02}				76600
Распоры $S_{11} = S_{12}$ Сечение 1-1	Комбинация № 3	$(S_7 + S_{28}) \times 0.18 \times 0.5$			$(1506 + 1835) \times 0.18 \times 0.5$	300
		$(S_6 + S_{30}) \times 4.58 \times 0.5$			$(1218 + 2130) \times 4.58 \times 0.5$	7670
		$T_{кр8} \times 4.58$			$(1870 + 1.52 \times 3335) \times 4.58$	32000
		M_{02}				39970
Распоры $S_{11} = S_{12}$ Сечение 1-1	Комбин. №2	$(S_7 + S_{28}) \times 1.11 \times 0.5$			$(1506 + 1835) \times 1.11 \times 0.5$	1850
		M_{03}				1850
Распоры $S_{11} = S_{12}$ Сечение 1-1	Комбин. №2	$(S_7 + S_{28}) \times 1.11 \times 0.5$			$(1506 + 1835) \times 1.11 \times 0.5$	1850
		M_{03}				1850
Распоры $S_{11} = S_{12}$ Сечение II-II	Комбинация № 2	$-S_{29} \times 0.5 \times 5$			$-1060 \times 0.5 \times 5.0$	-2650
		$-S_{31} \times 0.6 \times 0.5$			$-1230 \times 0.6 \times 0.5$	-370
		$2 S_{31} \times 6.6 \times 0.5$			$2 \times 1230 \times 6.6 \times 0.5$	8100
		$T_1 \times 3.0 \times 0.5$			$35.60 \times 3.0 \times 0.5$	5350
		$T_{кр5} \times 7.8$			$(20.70 + 0.965 \times 3560) \times 7.8$	42700
		M_{01}				53130
Распоры $S_{11} = S_{12}$ Сечение II-II	Комбинация № 2	$S_{29} \times 0.18 \times 0.5$			$1060 \times 0.18 \times 0.5$	95
		$(0.5 S_{31} + T_{кр3}) \times 4.58$			$(0.5 \times 1230 + 18.70) \times 4.58$	14400
		$2 S_{31} \times 11.78 \times 0.5$			$2 \times 1230 \times 11.78 \times 0.5$	14500
		$(0.5 T_1 + T_{кр7}) \times 8.18$			$(0.5 \times 35.60 + 14.33 \times 3560) \times 8.18$	59100
		$T_{кр6} \times 11.78$			1510×11.78	17900
		M_{02}				102795
Распоры $S_{11} = S_{12}$ Сечение II-II	Комбин. №2	$S_{29} \times 0.18 \times 0.5$			$1060 \times 0.18 \times 0.5$	95
		$(0.5 S_{31} + T_{кр3}) \times 4.58$			$(0.5 \times 1230 + 18.70) \times 4.58$	11400
		$T_1 \times 8.18 \times 0.5$			$35.60 \times 8.18 \times 0.5$	14550

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
Раскосы $S_{11}-S_{13}$ Траверсы Грань II пэп	Комбинация № 3	$T_{кр_7} \times 8,18$			$1,53 \times 3560 \times 8,18$	44500
		M_{O_2}				70545
		$S_{29} \times 0,18 \times 0,5$			$1060 \times 0,18 \times 0,5$	95
		$(T_1 + S_{31}) \times 4,58 \times 0,5$			$(3560 + 1230) 4,58 \times 0,5$	10950
		$T_{кр_8} \times 4,58$			$(1870 + 1,52 \times 3560) 4,58$	33300
		M_{O_2}				44345

Определение усилий в раскосах.

Комбинация	Раскос	Плечо	Провод АС-185/24 $\alpha = 60°$ - ПЭП; $\beta = 30°$ - отпорно		Провода: АСО-300/39 $\alpha = 90°$ (3 ПЭП); АС-185/24; $\beta = 30°$ отпорно	
			момент	усилие	момент	усилие
Комбинация № 2. Грань II ПЭП	S_1'	18,7			53130	1590
	S_2'	14,95			— " —	1780
	S_3'	12,70			— " —	2100
	S_4'	10,95			— " —	2430
	S_5'	9,00			— " —	2960
	S_6'	7,15			— " —	3730
Комбинация № 2. Грань I ПЭП	S_7	10,90			119230	5470
	S_8	9,60			76600	4000
	S_9	7,80			— " —	4930
	S_{10}	7,30			— " —	5250
Комбинация № 3. Грань II ПЭП	S_{11}'	3,60			44345	3960
	$S_{12}' S_{13}'$	3,60			— " —	6160
Комбинация № 1. Грань I ПЭП	S_{14}	3,12	2734	453		
	S_{15}	1,60	2704	1690		
	S_{16}	4,08	— " —	2910		
	S_{17}	0,8	— " —	3380		
	S_{18}	0,72	— " —	3760		

Расчет диафрагм

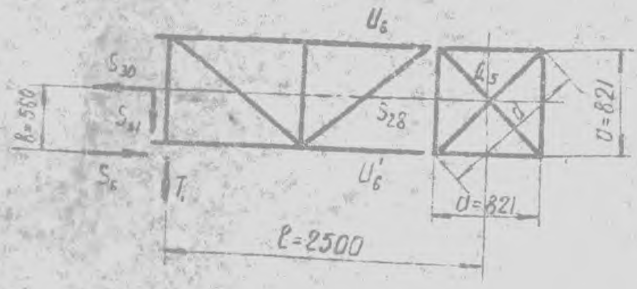
1. На уровне нижней грани траверсы $L=2,5$ м

(отметка 20,9 м)

Аварийный режим. Схема №3

Провода АСО-300 $\alpha=40°$ - ЛЭП

АС-185 $\beta=30°$ - отп



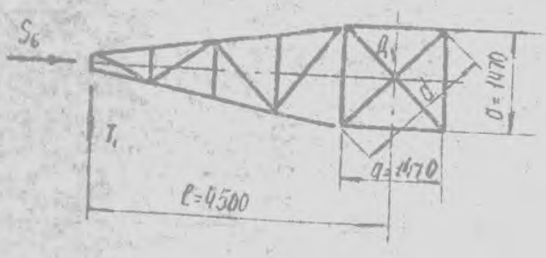
Усилие в диафрагме:

$$A_3 = M_{кр} \times \left(\frac{d}{4a^2} - \frac{d'}{4ab}\right) = [230 + 3355 \times 2,5 + 1218 \times 0,56] \times \left[\frac{1,41}{4 \times 0,821} - \frac{1,41}{4 \times 2,5}\right] = 3650 \text{ кг}$$

2. На уровне нижней гранитраверсы $L=4,5$ м (отметка 17,3 м)

Аварийный режим

Схема №4



Провода:

АСО-300 $\alpha=0°$ - ЛЭП

АС-185 $\beta=30°$ - отп.

Усилие в диафрагме:

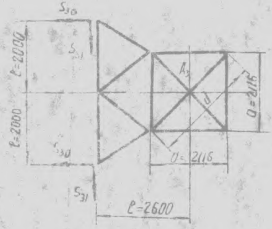
$$Д_4 = n_{ср}\left(\frac{d}{40^2} - \frac{d}{40в}\right) = 3560 \times 4{,}5\left[\frac{1{,}41}{4 \times 1{,}47} - \frac{1{,}41}{4 \times 4{,}5}\right] = 2580\,кг$$

3. На уровне нижней грани траверсы L = 2,6 п
(отметка 13,7 п)

Аварийный режим: Слепо № 4

Провода: АСО-300, $\alpha = 30°$ - ЛЭП

АС-185 $\beta = 30°$ - отпайка

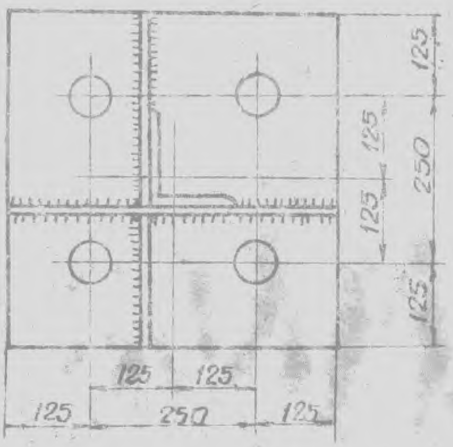


Усилие в диафрагме:

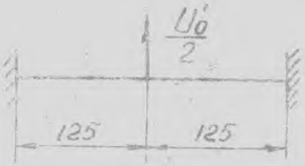
$$Д_3 = \Gamma_{1кр}\left(\frac{d}{40^2} - \frac{d}{40в}\right) = 2 \times 1230 \times 2{,}6 \times \left[\frac{1{,}41}{4 \times 2{,}116} - \frac{1{,}41}{4 \times 2{,}6}\right]$$

$Д = 198{,}5\,кг$

Расчет опорной плиты (отметка 0,0 м).



Расчетная схема.



Нормальный режим. Схема № 2.
Провод АС-185; $\alpha = 60°$ - ЛЭП;
$\beta = 30°$ - гололёд.

$U_0' = 37610$ кг. см. лист 13.

$$M_{max} = \frac{U_0' \times 25}{2 \times 8} = \frac{37610 \times 25}{2 \times 8} = 58700 \text{ кгсм.}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \times M}{50 \times [6]}} = \sqrt{\frac{6 \times 58700}{50 \times 1600}} = \sqrt{4,40} = 2,1 \text{ см.}$$

Принимаем плиту толщиной 24 мм по унификации с двухцепной специальной опорой У-6-3.

Расчет болтов

Соединяемые элементы		Расчетное усилие на болт кг	Количество болтов в шт. и диаметр мм	Проверка на срез			Проверка на смятие				Примечание
Наименование	Обозначение			Расчетная площадь болта см²	Фактическое напряжение в болте кг/см²	Допускаемое напряжение в болте кг/см²	Наименьшая толщина соединяемых элементов см	Площадь смятия болта см²	Фактическое напряжение в болте кг/см²	Допускаемое напряжение в болте кг/см²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Раскос	S_1'	1590	1×24	4,52	353	1200	0,7	1,67	955	3200	
— " —	S_2'	1780	— " —	— " —	394	— " —	0,6	1,44	1240	— " —	
— " —	S_3'	2100	— " —	— " —	465	— " —	— " —	— " —	1450	— " —	
— " —	S_4'	2430	— " —	— " —	540	— " —	— " —	— " —	1690	— " —	
— " —	S_5'	2860	— " —	— " —	635	— " —	— " —	— " —	2060	— " —	
— " —	S_6'	3730	— " —	— " —	825	— " —	— " —	— " —	2590	— " —	
— " —	S_7	5470	2×24	4,52	605	— " —	0,6	1,44	1900	— " —	
— " —	S_8	4000	1×27	5,72	704	— " —	0,8	2,16	1860	— " —	
— " —	S_9	4930	— " —	— " —	863	— " —	— " —	— " —	2280	— " —	
— " —	S_{10}	5250	— " —	— " —	920	— " —	— " —	— " —	2430	— " —	
— " —	S_{11}	3960	1×24	4,52	875	— " —	0,6	1,44	2750	— " —	
— " —	S_{12}'	6160	1×27	5,72	1080	— " —	0,8	2,16	2860	— " —	
— " —	S_{13}	6160	— " —	— " —	1080	— " —	— " —	— " —	2860	— " —	
— " —	S_{14}	453	1×24	4,52	96	1100	0,6	1,44	300	2900	
Башмак	U_6	44980	12×24	4,52	830	900	1,1	2,64	1420	2500	
Стык 1-ой с 2-ой секций	U_7	40110	10×24	— " —	908	— " —	1,0	2,40	1710	— " —	
Стык 2-ой с 3-ей секций	U_8	12626	4×24	— " —	700	— " —	0,7	1,68	1880	— " —	

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Трассстойка с верхней траверсой											
	R_1	2850	2×16	2.01	713	900	0.5	0.8	1780	2600	
Вторая секция с верхней траверсой	U_4	13068	3×24	4.52	963	1000	0.7	1.67	2600	2800	
Вторая секция с нижней траверсой	U_6	1810	2×24	4.52	200	900	0.7	1.67	545	2600	
	R_3	1580	2×16	2.01	396	900	0.5	0.8	996	2570	

N 1315 ТМ/3 от. 29/91

N135 ТМ-10	Лист	
	26	92

Расчет сварных швов.

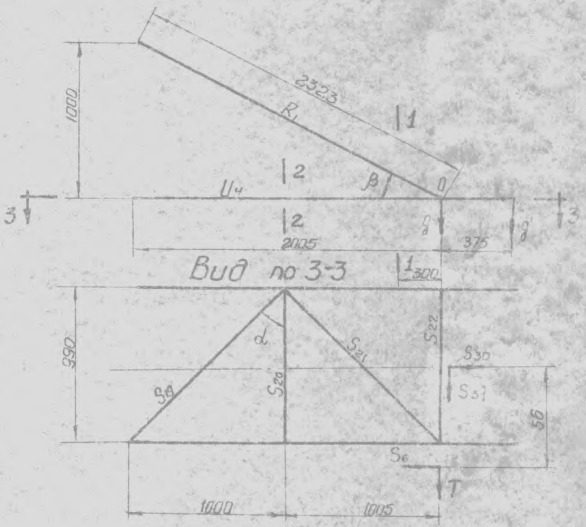
Наименование элемента	Обозначение элемента	Усилие в кг	Коэфф. условий работы	Режим	Допускаемое напряжение кг/см²	Высота шва в см	Расчетная длина шва см	
							общая	одной стороны
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Трассостойка								
Раскос	S_{15}	1690	0,8	Авар	1250	0,5	4,5+2	3,5
—"—	S_{16}	2510	0,8	—"—	—"—	—"—	6,7+2	4,5
—"—	S_{17}	3380	0,8	—"—	—"—	—"—	9,0+2	5,5
—"—	S_{18}	3760	0,8	—"—	—"—	—"—	10,0+2	6,0
Верхняя траверса $L = 2,5$ м.								
Раскос	S_{19}; S_{21}	6820	0,8	Авар	1250	0,6	19,5+2	11,0
—"—	S_{22}	4790	0,8	—"—	—"—	0,6	13,7+2	8,0

Расчет траверс.

№1315 тм/3 л. 31/97

№1315 тм-19	Лист	
	92	

Расчет верхней траверсы



$$tg\beta = \frac{1.0}{2.005} = 0.499;\quad \beta = 26°30';\quad \cos\beta = 0.895.$$

$$tg\alpha = \frac{1.0}{0.99} = 1.0101;\quad \alpha = 45°19';\quad \cos\alpha = 0.7032.$$

№1315 тм/э л.32/37
№1315-тм-19

Расчет поясов.

Аварийный режим. Схема №3 IV Р.К.У.

Провода АСО-300 $\alpha = 40°$ - ЛЭП

АС-185 $\beta = 30°$ отпайка

Усилие в поясе от весовых нагрузок $g = g_3 + g_л + 0{,}5 g_2'$

$$U_ч^g = \frac{(g_3 + g_л + 0{,}5 g_2')\times 2{,}005 + g' \times 2{,}38}{1{,}00} = \frac{(1019 + 200 + 0{,}5\cdot 868)\times 2{,}005 + 100 \times 2{,}38}{1{,}00} =$$

$= 3550$ кг.

Усилие от тяжения в проводе на основной линии.

$$U_ч^T = \frac{T \times 200{,}5}{99} = \frac{3355 \times 200{,}5}{99} = 6794 \text{ кг.}$$

Усилие от S_6.

$$U_ч^{S_6} = \frac{S_6 \times 0{,}56}{99} + \frac{S_6}{2} = \frac{1218 \times 0{,}56}{99} + \frac{1218}{2} = 690 + 609 = 1299 \text{ кг}$$

Усилие от тяжения в проводе отпайки S_{30}.

$$U_ч^{S_{30}} = \frac{S_{30}}{2} = \frac{2130}{2} = 1065 \text{ кг.}$$

Усилие от S_{31}

$$U_ч^{S_{31}} = \frac{S_{31} \times 200{,}5}{99} = \frac{1230 \times 200{,}5}{99} = 2490 \text{ кг.}$$

Полное усилие в поясе

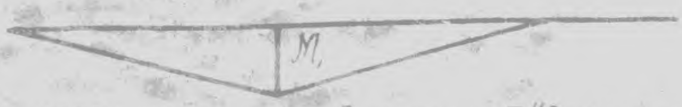
$$\Sigma U_ч = U_ч^g + U_ч^T + U_ч^{S_6} - U_ч^{S_{30}} + U_ч^{S_{31}} = 3550 + 6790 + 1299 - 1065 + 2490 =$$

$= 13058$ кг.

Местный изгиб в поясе

$$M_1 = \frac{Pe}{4} = \frac{100 \times 200{,}5}{4} = 5000 \text{ кгсм.}$$

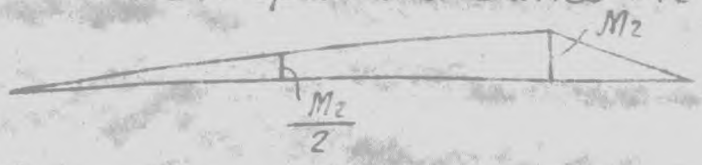
Эпюра момента M_1



При переносе силы g_2 в точку „О" возникает момент

$M_2 = g \times 37{,}5 = 100 \times 37{,}5 = 3750$ кг.

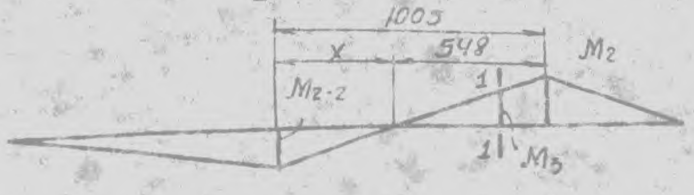
Эпюра момента M_2



Суммарная эпюра моментов

Момент в сечении 2-2

$$M_{2-2} = M_1 - \frac{M_2}{2} = 5000 - \frac{3750}{2} = 3125 \text{ кгсм.}$$



Момент в сечении 1-1 M_3

$$X = \frac{100{,}5\ M_{2-2}}{M_2 + M_{2-2}} = \frac{100{,}5 \times 3125}{3750 + 3125} = 457 \text{ см.}$$

$$M_3 = \frac{M_2 \times 248}{548} = \frac{3750 \times 248}{548} = 1700 \text{ кгсм.}$$

Расчет раскосов

Аварийный режим. Схема №3 IV Р.К.У.

Провода: АСО-300; α=0°-ЛЭП

АС-185; β=30°-отпайка.

$$S_{19} = S_{21} \frac{T_1 + S_{31}}{\cos\alpha} = \frac{3560 + 1230}{0{,}7032} = 6820 \text{ кг.}$$

$$S_{22} = T_1 + S_{31} = 3560 + 1230 = 4790 \text{ кг.}$$

Изгибающий момент в раскосе S_{22} от силы S_{30}

$$M_{22} = \frac{S_{30} \times 99}{4} = \frac{2130 \times 99}{4} = 52600 \text{ кгсм.}$$

от весовой нагрузки

$$M_{22} = \frac{pe}{4} = \frac{(100 + 868) \times 99}{4} = 24000 \text{ кгсм.}$$

Местный изгиб в раскосах

$$M_{19} = M_{21} = \frac{pe}{4} = \frac{100 \times 141}{4} = 3530 \text{ кгсм.}$$

$$M_{20} = \frac{100 \times 99}{4} = 2480 \text{ кгсм}$$

№1315 тм/3 л. 34/91
№1315 тм-19 Изм. 31 92

Расчет тяги

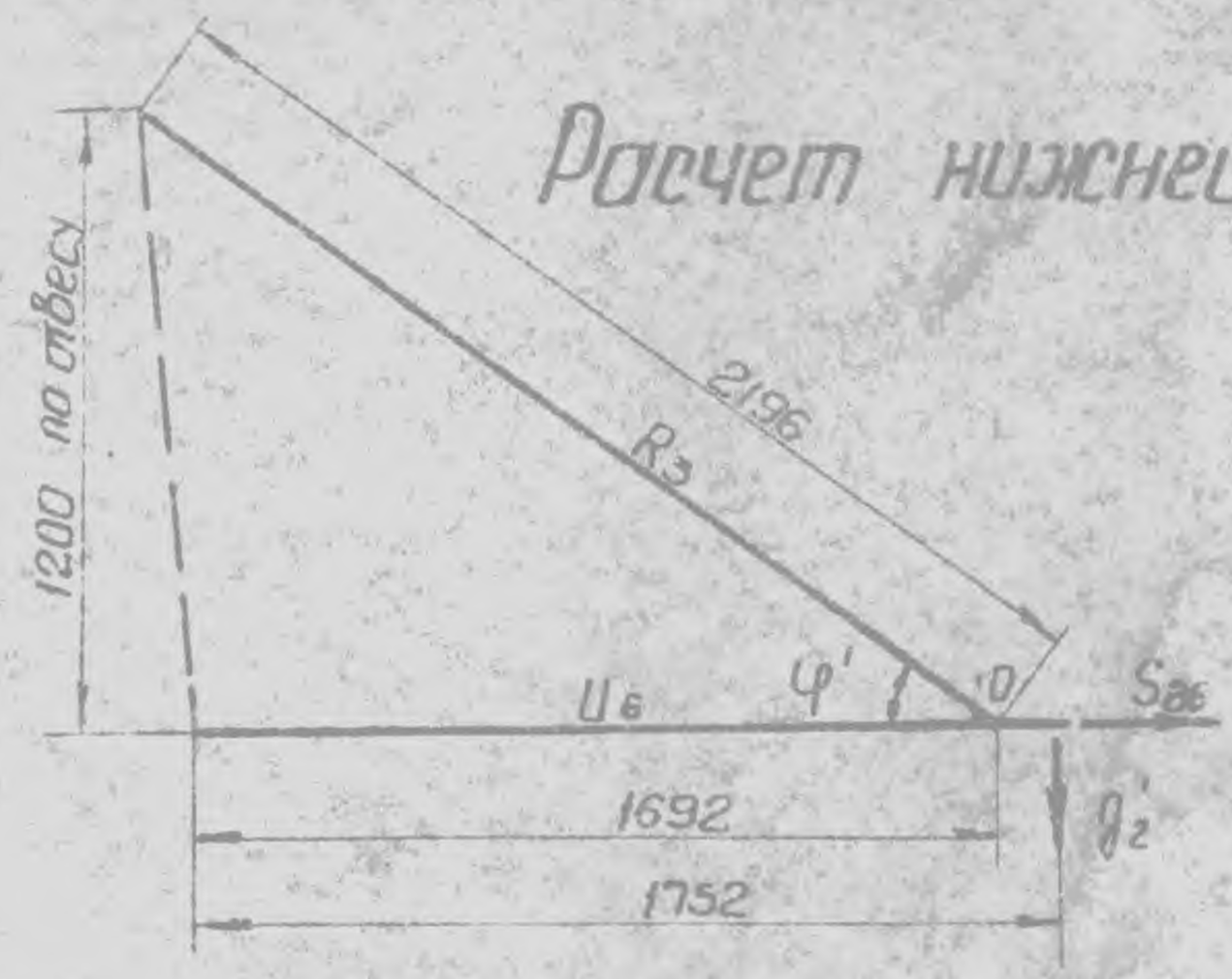
Нормальный режим. Схема № 2.

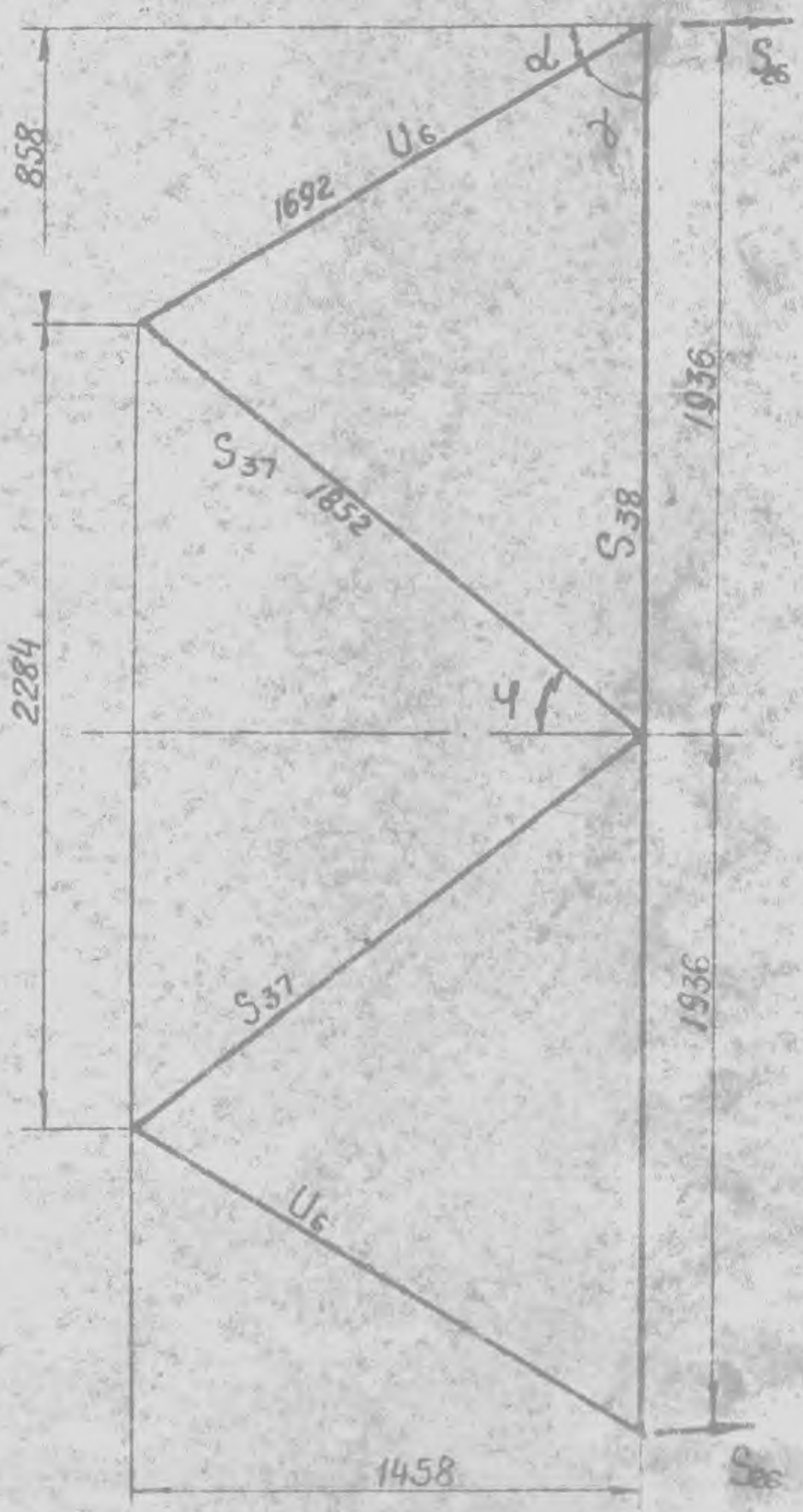
$$R_1 = \frac{(g_2 + g_2')\times 200{,}5}{2\times 100\cos\beta} = \frac{(1685 + 868)\times 200{,}5}{2\times 100\times 0{,}895} = 2850\ кг$$

№1315тм/3 л.35/97
№1315тм-19 лист 32/97

Расчет средней траверсы $L=4{,}5$ м в данном расчете не производился, т.к. расчетные условия сохраняются такими же, как при просчете траверс анкерно-угловых унифицированных опор (см. черт. N 17531-1, листы 50÷56).

Расчет нижней траверсы.





N 1315 ТМ/3 л. 37/97

N1315 тм 19	лист	
	34	92

Расчет пояса

Нормальный режим. Схема N 2 IV Р.К.У.

Провод АС-185; $\alpha = 0°$ - оттайка.

$$tg\,\delta = \frac{858}{1458} = 0.588;\quad \delta = 30°28';\quad \cos\delta = 0.8619;$$

$$\gamma = 90° - \delta = 90°30°28' = 59°32';\quad \sin\gamma = \cos\delta = 0.8619;$$

$$tg\,\varphi = \frac{1142}{1458} = 0.783;\quad \varphi = 38°04';\quad \sin\varphi = 0.6165;\quad \cos\varphi = 0.7873.$$

Усилие в поясе от $S_{вб} = 2620$ кг

$$U_б' = \frac{S_{вб}}{\sin\gamma} = \frac{2620}{0.8619} = 3080\ кг.$$

Усилие в поясе от $q_г'$:

$$U_б' = \frac{q_г' \times 175.2}{120} = \frac{868 \times 175.2}{120} = 1270\ кг$$

$$\Sigma U_б = 3080 - 1270 = 1810\ кг.$$

При переносе силы $q_г'$ в точку „0" возникает момент:

$$M = q_г' \times 6.0 = 868 \times 6.0 = 5200\ кгсм$$

Эпюра „М".



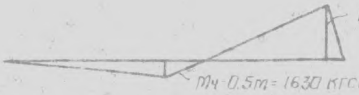
Местный изгиб пояса:

$$M_м = \frac{pe}{4} = \frac{100 \times 169.2}{4} = 4230\ кгсм.$$

Эпюра „ M_4 "



Суммарная эпюра моментов.



Местный изгиб в раскосе S37.

$$M_{37} = \frac{Pe}{4} = \frac{100 \times 185,2}{4} = 4630 \text{ кгсм.}$$

Местный изгиб в стяжке S38 с учетом собственного веса:

$$M_{38} = \frac{Pe}{4} = \frac{133 \times 400}{4} = 13800 \text{ кгсм.}$$

Расчет тяги.

Нормальный режим. Схема N 2. IV Р.К.У.

Провод - АС-185, $\beta = 0°$

$$R_3 = \frac{Q_2'}{\sin\varphi'} = \frac{868}{0.547} = 1580 \text{ кг.}$$

$$\sin\varphi' = \frac{1200}{2195} = 0.547$$

Расчет раскосов и стойки.

Нормальный режим. Схема №2. ВРКУ. Провод АС-185. β=30°. Стойка.

$\alpha = 30°28'$; $\cos\alpha = 0,8619$; $\sin\alpha = 0,5019$.

Узел 1.





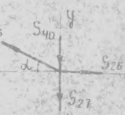
$\sum X = S_{26} - U_6 \cos\alpha = 0;$

$U_6 = \frac{S_{26}}{\cos\alpha} = \frac{2340}{0,8619} = 2720$ кг

$\sum Y = S_{27} - S_{38} + U_6 \sin\alpha = 0;$

$S_{38} = S_{27} + U_6 \sin\alpha = 1310 + 2720 \times 0,507 = 2690$ кг

Узел 2.



$\sum X = S_{26} - U_6 \cos\alpha = 0;$

$U_6 = \frac{S_{26}}{\cos\alpha} = \frac{2340}{0,8619} = 2720$ кг

$\sum Y = S_{27} + S_{40} - U_6 \sin\alpha = 0;$

$S_{40} = U_6 \sin\alpha - S_{27} = 2720 \times 0,507 - 1310 = 70$ кг.

Узел 3.



$\varphi = 38°04'$;

$\sin\varphi = 0,6165$.

$\sum X = S_{37}\cos\varphi + S_{39}\cos\varphi = 0, \quad S_{37} = -S_{39};$

$\sum Y = -S_{38} + S_{40} + S_{37}\sin\varphi + S_{39}\sin\varphi = 0;$

$S_{37} = \frac{2690 - 70}{2 \times \sin\varphi} = \frac{2620}{2 \times 0,6165} = 2130$ кг.

Расчет
двухцепной анкерно-угловой ответвительной (отпаечной) опоры
Шифр ЦУ6-5

Расчет составил Шурховецкая Е.Е.

Расчет проверил Горбенко И.М.

г. Харьков
1963г.

№ 1315 ТМ/3 л. 41/97

			Лист
№ 1315 ТМ-19		38	92

Пояснения к расчету

При разработке двухцепной ответвительной опоры ЦУБ-5 использованы нижняя и верхняя секции унифицированной опоры ЦУБ-3 с некоторыми изменениями (см. пояснительную записку).

Расчет выполнен на нагрузки от проводов магистральной линии АС-120÷АС-185; АСО-240; АСО-300 и ответвительной – марок АС-120÷АС 185.

Область применения опоры для указанных проводов приведена в пояснительной записке (черт. №1315тм-Т1, табл. №2).

Расчетными оказались следующие условия:

1) на магистральной линии провод АСО-300 $\alpha=30°$ (IV р.к.у.), на ответвлении – $\beta=0°$, при этом тяжение по ответвительной линии принимается равным 190кг, что обусловлено установкой на ответвительной линии концевой опоры;

2) на магистральной линии – провод АС-185 и $\alpha=30°$, на ответвлении – провод АС-150 и $\beta=0°$ (IV р.к.у.);

Подбор сечений элементов опоры произведен по максимальным усилиям и приведен в расчетном листе.

Схемы расчетных нагрузок на отпаечную опору

Провода: АС-185 $\alpha = 0°$ - ЛЭП

АС-150 $\beta = 0°$ - отпайка

Схема №2

Нормальный режим. Провода и трос покрыты гололедом, $t = -5°C$. Ветер $V = 15$ м/сек.

IV р.к.у.

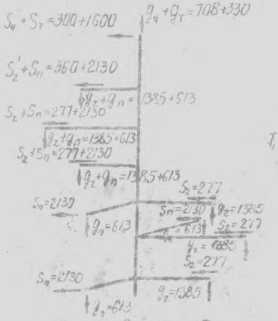


Схема №3 и №4

Аварийный режим. Провода и трос покрыты гололедом, $t = -5°C$. Ветер - 0. Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий (Ех №3) или крутящий (Ех №4) момент.

IV р.к.у.

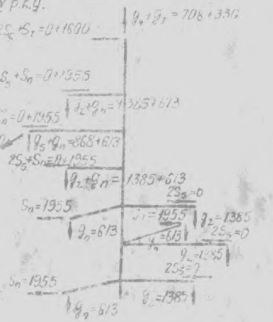
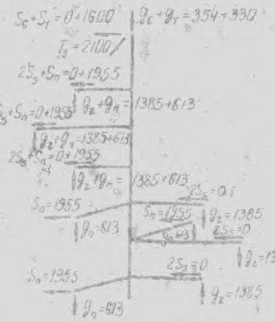


Схема №5

Аварийный режим. Провода и трос покрыты гололедом, $t = -5°C$. Ветер $V = 0$. Оборван трос.



Примечание:

Расчетные схемы нагрузок составлены на основании черт. №1305тм - 25 - 82 лист 1 Пояснительная зап[illegible]

Рук. группы [illegible]

[illegible] Гарельин

№1315тм/3 л. 13/67

№ 1315 тм | 19 | 10 | 69

Схемы расчетных нагрузок на отпаечную опору

Провод АСО-300 $d=30^{\circ}$ – ЛЭП.
отпайка: 130 кг – тяжение уменьшено.

Схема №2

Нормальный режим. Провода и трос покрыты гололедом, $t=-5^{\circ}$C. Ветер $V=15$ м/сек. IV р.к.у.

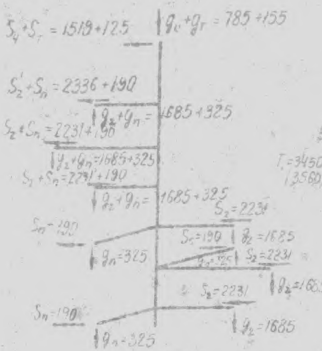


Схема №3 и №4

Аварийный режим. Проводам трос покрыты гололедом: $t=-5^{\circ}$C. Ветер $V=0$. Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий (ж.№3) или крутящий (ж.№9) момент. IV р.к.у.

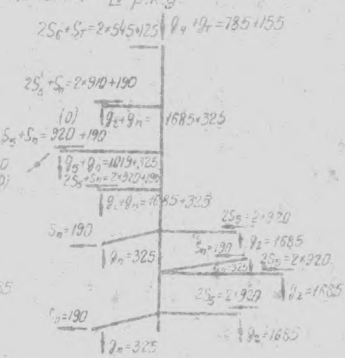
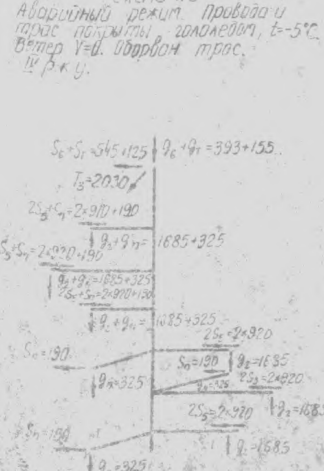


Схема №5

Аварийный режим. Провода и трос покрыты гололедом, $t=-5^{\circ}$C. Ветер $V=0$. Оборван трос. IV р.к.у.



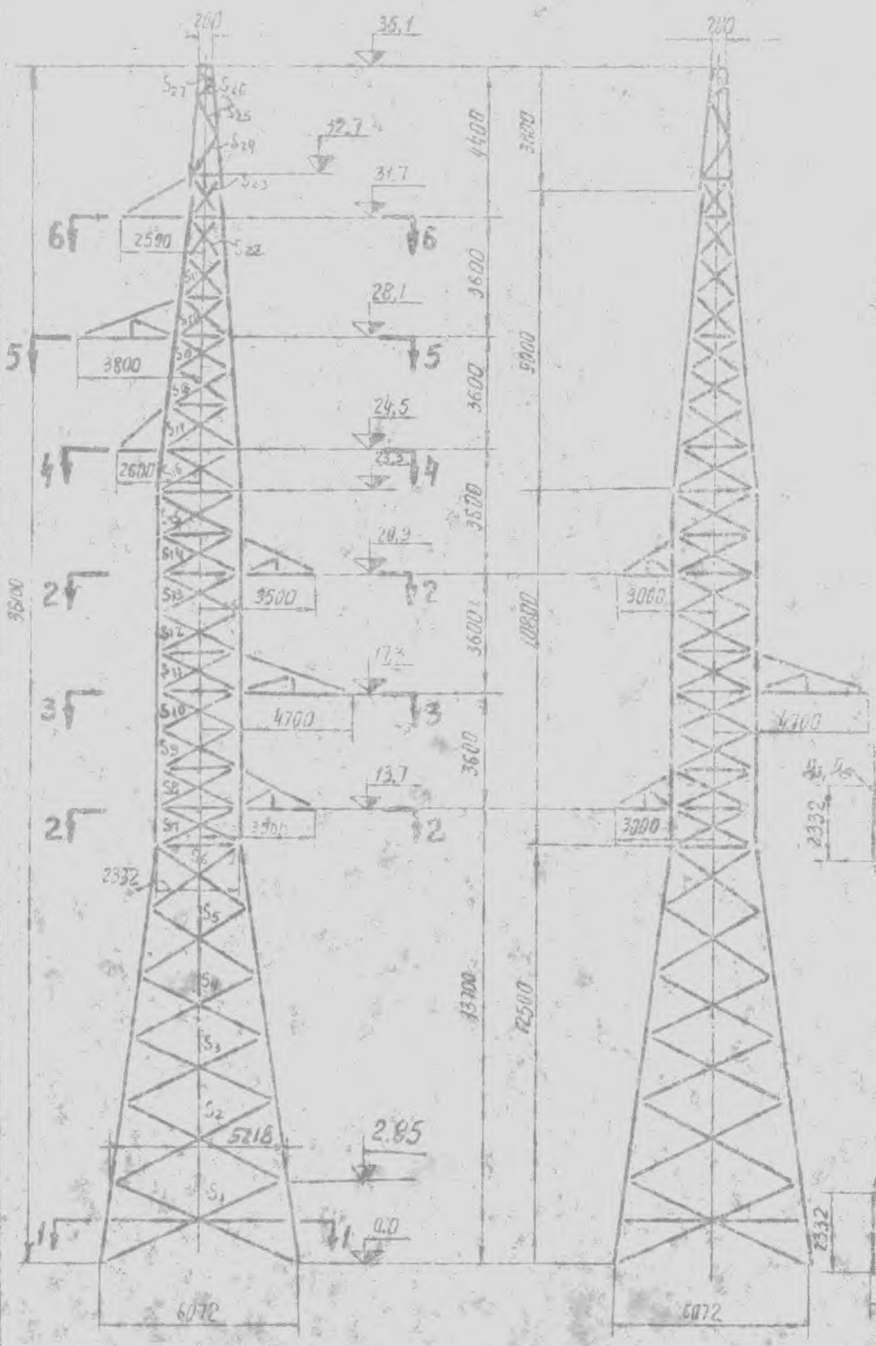
Примечания:

1. Расчетные схемы нагрузок составлены на основании черт. №1305-тм-25-92 том I „Пояснительная записка"
2. В скобках приведены нагрузки при угле поворота трассы $\beta=0^{\circ}$.

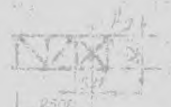
Рук. группы [illegible] Бородов Л.И.

№1316 тм/3 л. 44/97
№1316 тм 19 44 9

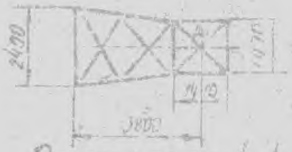
Схема опоры



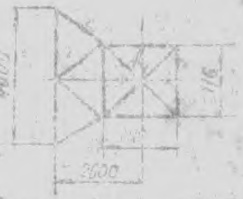
Разрез по 6-6



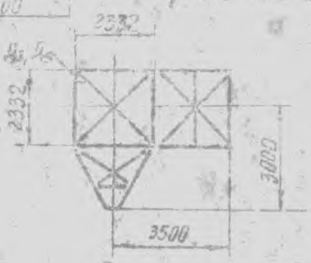
Разрез по 5-5



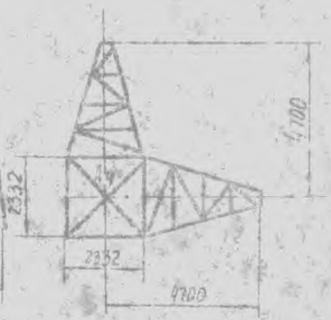
Разрез по 4-4



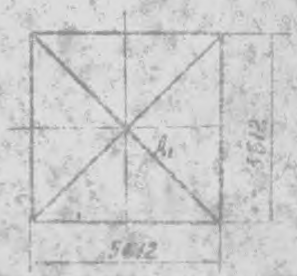
Разрез по 2-2



Разрез по 3-3



Разрез по 1-1



N1315 ТМ/3.0-46/97

N1315 ТМ10	Лист	
	42	92

Схема загружения опоры ветровой нагрузкой.

$q_{w6} = 86 \frac{кг}{п.м}$

$q''_{w6} = 28 \frac{кг}{п.м}$

$q_{w6} = 65 \frac{кг}{п.м}$

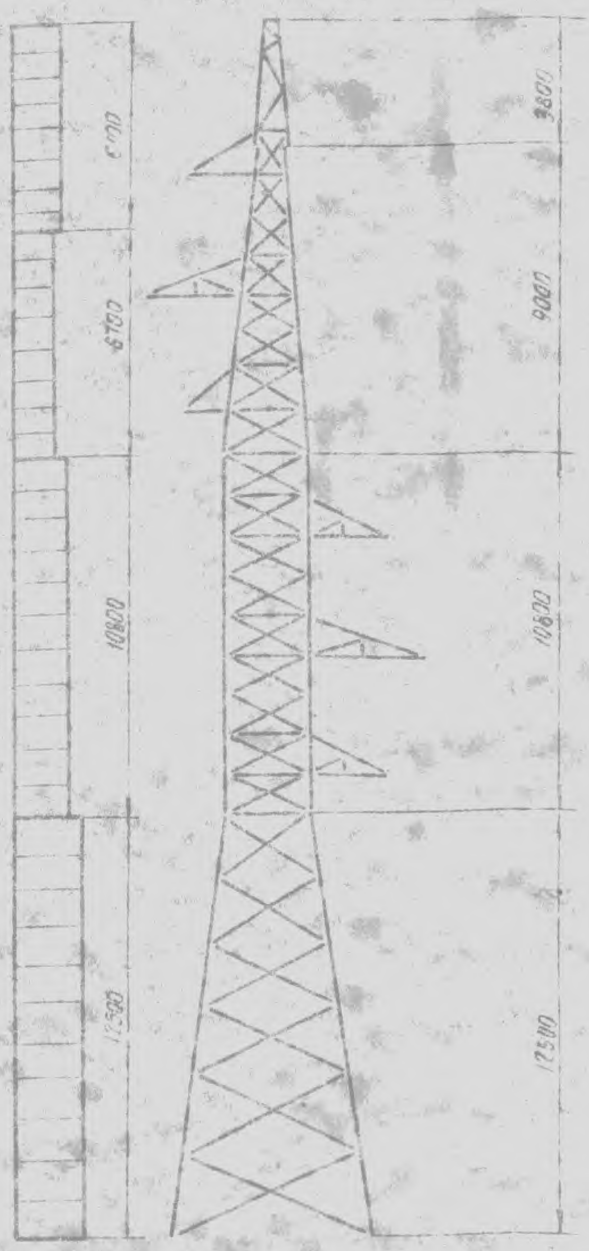
$q'_{w6} = 20 \frac{кг}{п.м}$

$q_{wcp} = 115 \frac{кг}{п.м}$

$q'_{wcp} = 29 \frac{кг}{п.м}$

$q_{wн} = 143 \frac{кг}{п.м}$

$q'_{wн} = 36 \frac{кг}{п.м}$



Примечания:

1. Определение ветровой нагрузки на конструкцию опоры см. „Унифицированные металлические опоры ЛЭП 110-150 кВ", часть XIV черт. N 16332-л, листы 9-11.
Ветровая нагрузка на вторую секцию приведена в данном расчёте лист 44
2. В числителе ветровая нагрузка при V = 30 м/сек;
в знаменателе - при V = 15 м/сек

N 1315 тм/3 л. 46/87

N1315 ТМ 19	лист	
	43	92

Подсчет ветровой нагрузки на вторую секцию ствола $H = 10,8$ м.

1. Площадь пояса

   ∠180×11 $\ell_1 = 10,8 \times 2 = 21,6$ м $F_1 = 21,6 \times 0,18 = 3,89$ м²

2. Площадь раскосов

   ∠75×6 $\ell_2 = 2,6 \times 9 \times 2 + 10,8 \times 2 = 68,6$ м; $F_2 = 68,6 \times 0,075 = 5,15$ м²

3. Площадь распорок

   ∠75×6 $\ell_3 = 4 \times 2,332 = 9,328$ м; $F_3 = 9,328 \times 0,075 = 0,7$ м²

4. Суммарная ветровая площадь

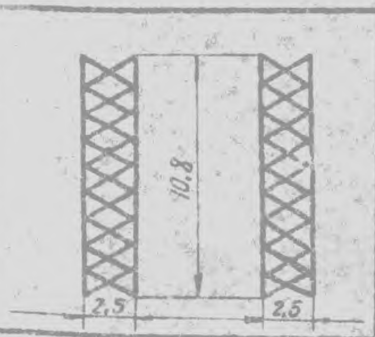
   $\Sigma F = F_1 + F_2 + F_3 = 3,89 + 5,15 + 0,7 = 9,74$ м²

5. Площадь по контуру одной грани

   $F = 2,5 \times 10,8 = 27$ м²

Примечание: Профили уточнены на рабочем чертеже.

Определение давления ветра на конструкцию секции

Наименование секции	Схема	$\frac{b_{ср}}{b_{ф}}$	F по контуру (одной грани) м²	F для сортамента (одной грани) м²	Коэф. зап. одной грани $\frac{F_{сорт}}{F_{конт}} = K_3$	Аэродинамический коэф.	Давление ветра кгс/м² на конструкцию P	Давление ветра кгс/м² на 1 п.м. q
Вторая секция		1	27	9,74	0,36	2,27	124,0 / 31,0	11,5 / 2,9,0

Давление ветра на конструкцию опоры подсчитано по формуле $P = C_x \times F \frac{V^2}{16}$.

В числителе указано давление ветра при $V = 30$ м/сек.

В знаменателе – при $V = 15$ м/сек.

Определение изгибающего момента действующего на ствол опоры

Отметка	Режим	Определение	Провод АСО-300 α=30°-ледяное тяжение по отсеку 190 кг: Подстановка	Результат	Провод АС-185 α=0°-ледяное АС-150 β=0°-отдувка: Подстановка	Результат
1	2	3	4	5	6	7
0,0 м	Нормальный режим. Схема №2	$(S_4+S_1)\times 36,1$	$(1519+125)\times 36,1$	59400	$(300+1600)\times 36,1$	68500
		$(S_2+S_n)\times 31,7$	$(2336+190)\times 31,7$	80000	$(360+2130)\times 31,7$	79000
		$(S_2+S_n)\times 108,1+24,3+209+173+12,7$	$(223,1+130)\times 104,5$	254000	$(277+2130)\times 104,5$	254000
		$q_{ma}=12,5^2\times 0,5$	$36\times 12,5^2\times 0,5$	2810	$36\times 12,5^2\times 0,5$	2810
		$q'_{ma}\times 10,8\times 17,9$	$29\times 10,8\times 17,9$	5620	$29\times 10,8\times 17,9$	5620
		$q'_{ma}\times 6,7\times 26,65$	$20\times 6,7\times 26,65$	3570	$20\times 6,7\times 26,65$	3570
		$q''_{ma}\times 6,1\times 33,05$	$26\times 6,1\times 33,05$	5240	$26\times 6,1\times 33,05$	5240
		$(g_2+g_n)+(2,5+3,8+2,6)$	$(1385+325)\times 8,9$	17900	$(1385+613)\times 8,9$	17750
		$g_2\times(3,5+4,7+3,5)$	$-1685\times 11,7$	-19700	$-1385\times 11,7$	-16200
		$g_n\times(3,0+4,7+3,0)$	325×13	423	$613\times 1,3$	796
		M_0		408263		418086
8,5	Нормальный режим. Схема №2	$(S_4+S_1)\times 33,25$	$(1519+125)\times 33,25$	54700	$(300+1600)\times 33,25$	63300
		$(S_2+S_n)\times 28,85$	$(2336+190)\times 28,85$	72800	$(360+2130)\times 28,85$	72000
		$(S_2+S_n)\times(25,25+21,65+18,05+14,45+10,85)$	$(223,1+190)\times 90,25$	218500	$(277+2130)\times 90,25$	217080
		$q'_{ma}\times 9,65^2\times 0,5$	$36\times 9,65^2\times 0,5$	1680	$36\times 9,65^2\times 0,5$	1680
		$q'_{ma}\times 10,8\times 15,05$	$29\times 10,8\times 15,05$	4700	$29\times 10,8\times 15,05$	4700
		$q'_{ma}\times 6,7\times 23,8$	$20\times 6,7\times 23,8$	3190	$20\times 6,7\times 23,8$	3190
		$q''_{ma}\times 6,1\times 30,2$	$26\times 6,1\times 30,2$	4800	$26\times 6,1\times 30,2$	4800
		$(g_2+g_n)+(2,5+3,8+2,6)$	$(1685+325)\times 8,9$	17900	$(1385+613)\times 8,9$	17750
		$g_2\times(3,5+4,7+3,5)$	$-1685\times 11,7$	-19700	$-1385\times 11,7$	-16200
		$g_n\times(3,0+4,7+3,0)$	325×13	423	$613\times 1,3$	796
		M_1		358993		369016

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
12.5м	Нормальный режим. Схема №2	$(S_4+S_T)\times 23,6$	$(1519+125)\times 23,6$	38800	$(300+1600)\times 23,6$	46800
		$(S_2'+S_n)\times 19,2$	$(2336+190)\times 19,2$	48500	$(360+2130)\times 19,2$	47800
		$(S_2+S_n)\times(15,6+12,0+8,4+4,8+1,2)$	$(2231+190)\times 42$	101700	$(277+2130)\times 42$	101000
		$q'_{wср}\times 10,8^2\times 0,5$	$29\times 10,8^2\times 0,5$	1700	$29\times 10,8^2\times 0,5$	1700
		$q'_{w8}\times 6,7\times 14,15$	$20\times 6,7\times 14,15$	1895	$20\times 6,7\times 14,15$	1895
		$q''_{w6}\times 6,1\times 20,55$	$26\times 6,1\times 20,55$	3260	$26\times 6,1\times 20,55$	3260
		$(q_г+q_n)\times(2,5+3,8+2,6)$	$(1685+325)\times 8,9$	17900	$(1385+613)\times 8,9$	17750
		$-q_{г2}\times(3,5+4,7+3,5)$	$-1685\times 11,7$	-19700	$-1385\times 11,7$	-16200
		$q_n\times(3,0+4,7+3,0)$	$325\times 1,3$	423	$613\times 1,3$	796
		M_2		194478		208301
23,3м	Нормальный режим. Схема №2	$(S_4+S_T)\times 12,8$	$(1519+125)\times 12,8$	21100	$(300+1600)\times 12,8$	24300
		$(S_2'+S_n)\times 8,4$	$(2336+190)\times 8,4$	21200	$(360+2130)\times 8,4$	20900
		$(S_2+S_n)\times(4,8+1,2)$	$(2231+190)\times 6,0$	14500	$(277+2130)\times 6,0$	14450
		$q'_{w8}\times 6,7^2\times 0,5$	$20\times 6,7^2\times 0,5$	450	$20\times 6,7^2\times 0,5$	450
		$q''_{w6}\times 6,1\times 9,75$	$26\times 6,1\times 9,75$	1545	$26\times 6,1\times 9,15$	1545
		$(q_г+q_n)\times(2,5+3,8+2,6)$	$(1685+190)\times 8,9$	17900	$(1385+613)\times 8,9$	17750
		M_3		76695		79395
32,7м	Нормальный режим Схема №2	$(S_4+S_T)\times 3,4$	$(1519+125)\times 3,4$	5600	$(300+1600)\times 3,4$	6450
		$q''_{w6}\times 3,4^2\times 0,5$	$26\times 3,4^2\times 0,5$	150	$26\times 3,4^2\times 0,5$	150
		M_1		5750		6600
32,7м	Нормальный режим Схема №5	$(S_6+S_T+T_3)\times 3,4$	$(545+125+2030)\times 3,4$	9200	$(0+1501)+2100)\times 3,4$	12550
		M_4		9200		12550

Определение весовых нагрузок, действующих на ствол опоры от веса проводов, троса и собственного веса конструкции

Отметка	Режим	Определение	Провод АСО-300 $\alpha=30°$ – ЛЭП натяжение по отпайке 100кг		Провод АС-185 $\alpha=0°$ – ЛЭП АС-150 $\beta=0°$ – ВЛ10	
			Подстановка	Результат	Подстановка	Результат
1	2	3	4	5	6	7
0,0 м	Нормальный режим схема №2	g_0+g_1	785+155	940	708+330	1038
		$(g_2+g_n)\times 6$	(1685+325)×6	12060	(1385+613)×6	11988
		Σg_0		13000		13026
		$G_{0,0}^{on}$	11860	11860	11860	11860
		$\Sigma G_0=\Sigma g_0+G_{0,0}^{on}$		24860		24886
2,85 м	Нормальный реж. схема №2	Σg_0	13000	13000	13026	13026
		$G_{2,85}^{on}$	11000	11000	11000	11000
		$\Sigma G_1=\Sigma g_0+G_{2,85}^{on}$		24000		24026
12,5 м	Нормальный реж. схема №2	Σg_0	13000	13000	13026	13026
		$G_{12,5}^{on}$	8050	8050	8050	8050
		$\Sigma G_2=\Sigma g_0+G_{12,5}^{on}$		21050		21076
23,3 м	Нормальный режим схема №2	g_0+g_1	785+155	940	708+330	1038
		$(g_2+g_n)\times 3$	(1685+325)×3	6030	(1385+613)×3	5994
		Σg_1		6970		7032
		$G_{23,3}^{on}$	3800	3800	3800	3800
		$\Sigma G_3=\Sigma g_1+G_{23,3}^{on}$		10770		10832
32,7 м	Нормальный реж. схема №2	g_4+g_1	785+155	940	708+330	1038
		$G_{32,7}^{on}$	240	240	240	240
		$\Sigma G_4=g_4+g_1+G_{32,7}^{on}$		1180		1278
32,7 м	Аварийный реж. схема №5	g_6+g_2	393+155	548	354+330	684
		$G_{32,7}^{on}$	240	240	240	240
		$\Sigma G_4=g_6+g_1+G_{32,7}^{on}$		788		924

Определение усилий в поясах

Отметка	Режим	Определение	Провод АСО-300 α=30°- ЛЭП тяжение по отгрузке -190кг Подстановка	Результат	Провод АС-185 α=0°- ЛЭП АС-150 β=0°- опт. Подстановка	Результат
1	2	3	4	5	6	7
18,0м	Нормальный режим Схема №2	$\frac{M_0}{2\times6,072}$	$\frac{408263}{2\times6,072}$	33700	$\frac{418086}{2\times6,072}$	34500
		$0,25\times\Sigma G_0$	$0,25\times24860$	6215	$0,25\times24886$	6230
		U_0		39915		40730
		$\frac{M_0}{2\times6,072}$	$\frac{408263}{2\times6,072}$	33700	$\frac{418086}{2\times6,072}$	34500
		$0,25\times\left(\frac{\Sigma Q_0}{1,25}+G_{0,8}^{on}\right)$	$0,25\times\left(\frac{13000}{1,25}+11860\right)$	5560	$0,25\times\left(\frac{13026}{1,25}+11860\right)$	5570
		U_0'		28140		28930
2,85м	нормальный режим Схема №2	$\frac{M_1}{2\times5,22}$	$\frac{358993}{2\times5,22}$	34500	$\frac{369016}{2\times5,22}$	35400
		$0,25\times\Sigma G_1$	$0,25\times24000$	6000	$0,25\times24026$	6007
		U_1		40500		41407
		$\frac{M_1}{2\times5,22}$	$\frac{358993}{2\times5,22}$	34500	$\frac{369016}{2\times5,22}$	35400
		$0,25\times\left(\frac{\Sigma Q_0}{1,25}+G_{2,85}^{on}\right)$	$0,25\times\left(\frac{13000}{1,25}+11000\right)$	5350	$0,25\times\left(\frac{13026}{1,25}+11000\right)$	5350
		U_1'		29150		30050
12,5м	Нормальный режим Схема №2	$\frac{M_2}{2\times2,332}$	$\frac{194478}{2\times2,332}$	41700	$\frac{202801}{2\times2,332}$	43500
		$0,25\times\Sigma G_2$	$0,25\times21050$	5260	$0,25\times21076$	5270
		U_2		46960		48870
		$\frac{M_2}{2\times2,332}$	$\frac{194478}{2\times2,332}$	41700	$\frac{202801}{2\times2,332}$	43600
		$0,25\times\left(\frac{\Sigma Q_0}{1,25}+G_{12,5}^{on}\right)$	$0,25\times\left(\frac{13000}{1,25}+8050\right)$	4620	$0,25\times\left(\frac{13026}{1,25}+8050\right)$	4620
		U_2'		37080		38980
23,3м	Нормальный режим Схема №2	$\frac{M_3}{2\times2,332}$	$\frac{76695}{2\times2,332}$	16450	$\frac{79395}{2\times2,332}$	16980
		$0,25\times\Sigma G_3$	$0,25\times10770$	2690	$0,25\times10832$	2710
		U_3		19140		19660

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
23,8т	Нормальный режим Схема 2	$\frac{M_3}{2\times 2,332}$	$\frac{16895}{2\times 2,332}$	16450	$\frac{79395}{2\times 2,332}$	16950
		$0,25\times\left(\frac{\sum Q_i}{1,25}+G^{on}_{23,3}\right)$	$0,25\times\left(\frac{6970}{1,25}+3800\right)$	2340	$0,25\times\left(\frac{7032}{1,25}+3800\right)$	2360
		U_3'		14110		14590
32,7т	Аварийный режим Схема 6 №3	$\frac{M_4}{2\times 0,810}$	$\frac{9200}{2\times 0,810}$	5680	$\frac{12550}{2\times 0,810}$	7750
		$0,25\times\sum G_4$	$0,25\times 708$	177	$0,25\times 924$	231
		U_4		5857		7981
		$\frac{M_4}{2\times 0,810}$	$\frac{9200}{2\times 0,810}$	5680	$\frac{12550}{2\times 0,810}$	7750
		$0,25\times\left(\frac{g_6+g_7}{1,25}+G^{on}_{32,7}\right)$	$0,25\times\left(\frac{393+155}{1,25}+240\right)$	170	$0,25\times\left(\frac{354+330}{1,25}+240\right)$	197
		U_4'		5850		7953

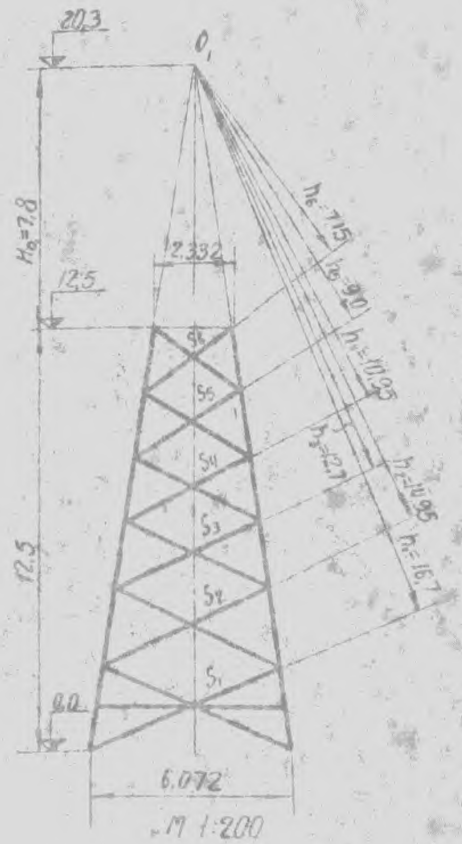
Комбинации нагрузок на первую секцию для расчета раскосов

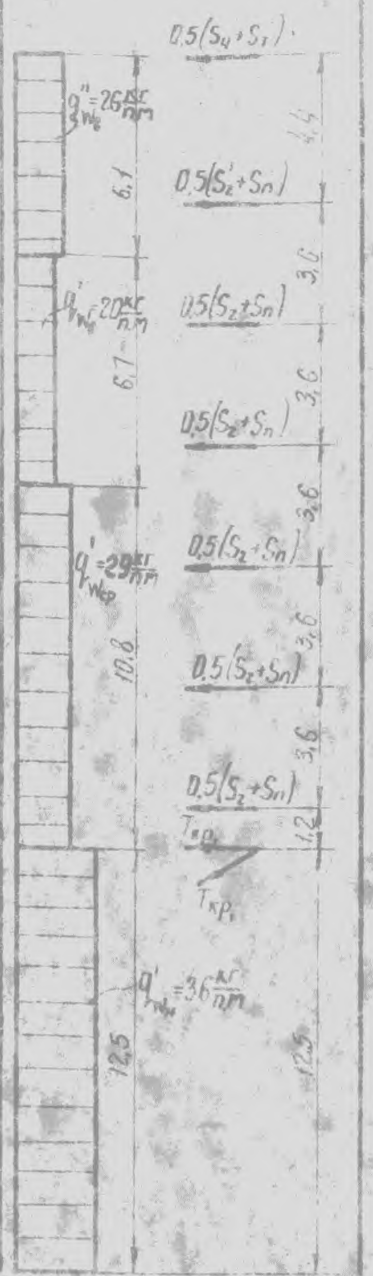
Примечание:
Расстояния от раскосов до моментной точки определены в масштабе 1:50

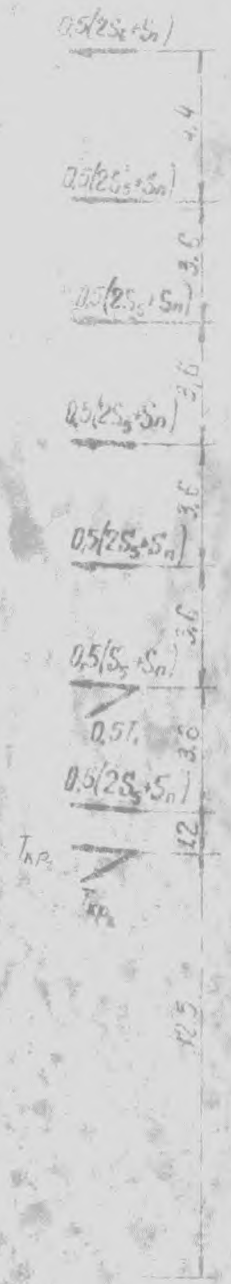
Комбинация № 1

Комбинация №2

Схема №1







$$H_0 = \frac{2,5 \times 2,332}{6,072 - 2,332} = 1,5\,м$$

Комбинация №1

Нормальный режим. Схема №2

$$T_{KP_1} = \frac{-1,2S_n + (2 \times 3,0 - 4,7)S_n}{2 \times 2,332} = 0,022S_n$$

Комбинация №2

Аварийный режим. Схема №4. Провод оборван на траверсе l_2=4,2 м

$$T_{KP_2} = \frac{-1,2S_n + (2 \times 3,0 - 4,7)S_n + 4,7 \times T_1}{2 \times 2,332} = 0,022S_n + 1,01T_1$$

Схемы для определения усилий в раскосах третьей секции и трассостойки

Схема №3

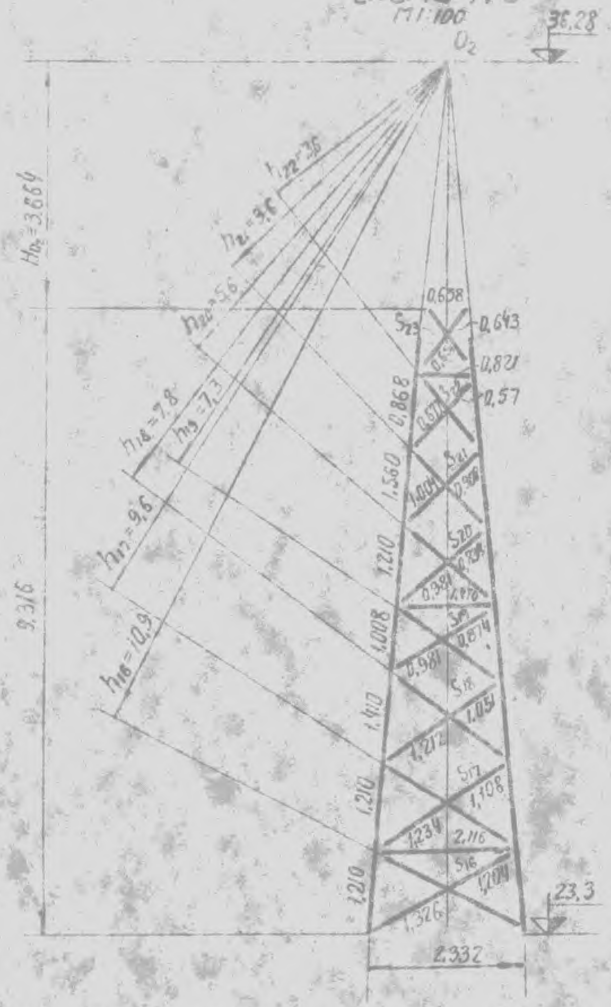
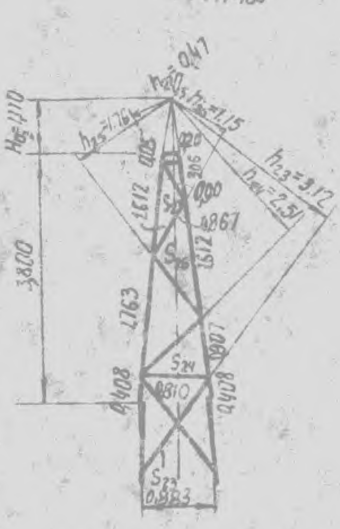


Схема №4

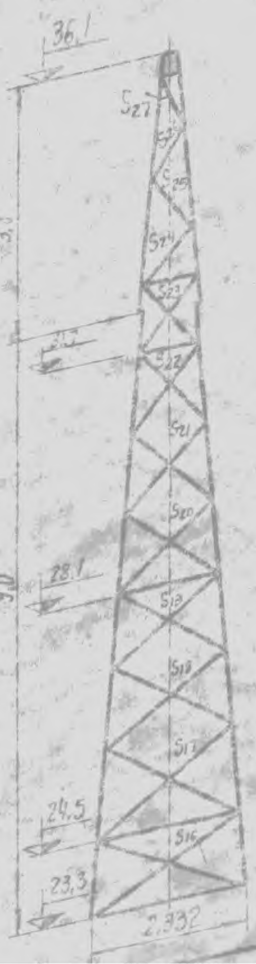


$$H_{O_2} = \frac{9,316 \times 0,658}{2,332 - 0,658} = 3,664\,м$$

$$H_{O_3} = \frac{3,8 \times 0,2}{0,831 - 0,2} = 1,11\,м$$

Примечание: Расстояния от раскосов до патентной точки определены графически в масштабе 1:25.

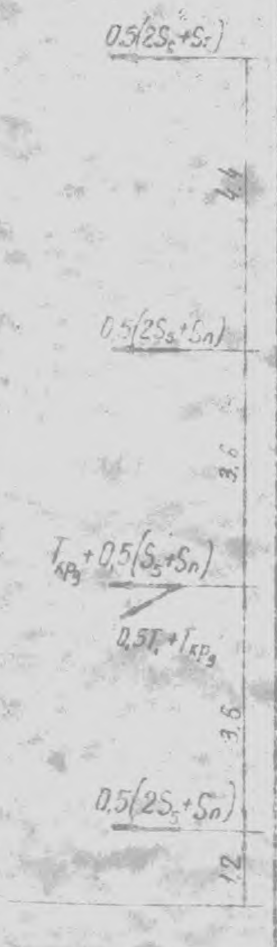
Комбинации нагрузок на третью секцию и тросостойку для расчета раскосов



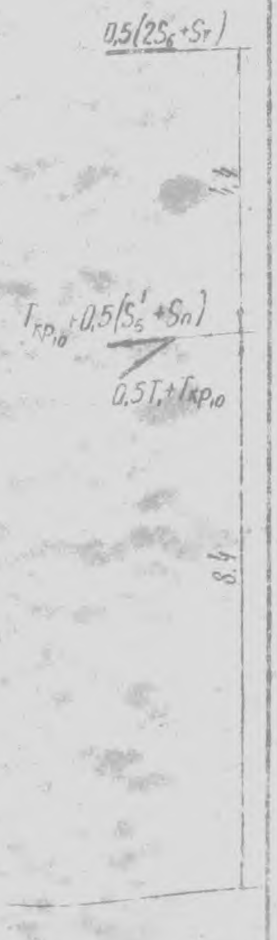
Комбинация №1



Комбинация №3



Комбинация №4



Комбинация №1

Нормальный режим. Схема №2

$$T_{KP_8}=\frac{1.2S_n}{2\times1.47}=0.407\times S_n$$

Комбинация №3

Аварийный режим. Схема №4

Провод оборван на траверсе $L=3.8$ м

$$T_{KP_9}=\frac{1.2S_n+T_1\times3.8}{2\times1.47}=0.407\times S_n+1.3\times T_1$$

Комбинация №4

Аварийный режим. Схема №3

Провод оборван на траверсе $L=2.5$ м

$$T_{KP_{10}}=\frac{T_1\times2.5+S_5\times0.55}{2\times0.821}=1.52\times T_1+0.334\times S_5$$

№ 1315-ТМ-10 ТС2 АПУ

Определение моментов внешних сил относительно точки схода поясов для определения усилий в раскосах первой, третьей секции и тросостойки

Расчетный уровень	Комбинация	Определение	Провод АС0 - 300 α=30° Δ=1,3 Л/Л тяжение по тросостойке - 190кг. Подстановка	Результат	Провод АС - 185 α=0° Δ=1,3 Л/Л АС-150 β=0° гололед Подстановка	Результат
1	2	3	4	5	6	7
$S_1 \div S_5$ 2 ярус 1 Л/Л	комбинация № 1	$-0.5\times(S_4+S_7)\times 15,8$	$-0.5\times(519+125)\times 15.8$	-12910	$-0.5\times(300+1600)\times 15.8$	-15000
		$-0.5\times(S_2'+S_8)\times 11.4$	$-0.5\times(2336+190)\times 11.4$	-14400	$-0.5\times(360+2130)\times 11.4$	-14200
		$-0.5\times(S_2+S_8)\times(7.8+4.8+0.6)$	$-0.5\times(2231+190)\times 12.6$	-15270	$-0.5\times(271+2130)\times 12.6$	-15750
		$0.5\times(S_2+S_8)\times(3.0+6.6)$	$0.5\times(2231+190)\times 9.6$	11620	$0.5\times(271+2130)\times 9.6$	11550
		$\sum kp_1\times 7.8=0.022\Sigma n\times 7.8$	$=0.022\times 190\times 7.8$	-33	$0.022\times 2130\times 7.8$	-365
		$\pm Q_{W6}^{N}\times 6.1\times 12.75\times 0.5$	$=0.5\times 26\times 6.1\times 12.75$	+1010	$=0.5\times 26\times 6.1\times 12.75$	+1010
		$+0.5\times Q_{W6}'\times 6.7\times 6.35$	$+0.5\times 20\times 6.7\times 6.35$	+425	$+0.5\times 20\times 6.7\times 6.35$	+425
		$\pm 0.5\times Q_{W\,кр}\times 3.0^2\times 0.5$	$=0.5\times 29\times 3.0^2\times 0.5$	+65	$=0.5\times 29\times 3.0^2\times 0.5$	+65
		$+0.5\times Q_{W\,кр}'\times 7.8^2\times 0.5$	$=0.5\times 29\times 7.8^2\times 0.5$	-440	$+0.5\times 29\times 7.8^2\times 0.5$	-440
		$\mp 0.5\times Q_{W}\times 12.5\times 14.05$	$=0.5\times 36\times 12.5\times 14.05$	-3160	$-0.5\times 36\times 12.5\times 14.05$	-3160
		M_{O_1}		-33153		-35265
$S_6 \div S_{10}$ 2 ярус 1 Л/Л	комбинация № 1	$0.5(S_4+S_7)\times 0.18$	$0.5\times(519+125)\times 0.18$	148	$0.5\times(300+1800)\times 0.18$	171
		$0.5(S_2'+S_8)\times 4.58$	$0.5\times(2336+190)\times 4.58$	5800	$0.5\times(360+2130)\times 4.58$	5720
		$\sum kp_6+0.5(S_2+S_8)7+8.18$	$(0.40+80+0.5(2231+190)7+8.18$	10510	$(0.40+230+0.5(271+2130)7+8.18$	12000
		$0.5(S_2+S_8)\times 11.78$	$0.5\times(2231+190)\times 11.78$	14280	$0.5\times(271+2130)\times 11.78$	14200
		$0.5\times Q_{W6}'\times 6.7\times 9.63$	$0.5\times 20\times 6.7\times 9.63$	643	$0.5\times 20\times 6.7\times 9.63$	645
		$0.5\times Q_{W6}^{N}\times 6.1\times 3.23$	$0.5\times 26\times 6.1\times 3.23$	256	$0.5\times 26\times 6.1\times 3.23$	256
		M_{O_6}		31639		33792
$S_{11} \div S_{15}$ 3 ярус 1 Л/Л	комбинация № 1	$0.5(S_4+S_7)\times 0.18$	$0.5\times(519+125)\times 0.18$	118	$0.5\times(300+1800)\times 0.18$	171
		$0.5(S_2'+S_8)\times 4.58$	$0.5\times(2336+190)\times 4.58$	5800	$0.5\times(360+2130)\times 4.58$	5720
		$\sum kp_{11}+0.5(S_2+S_8)7+8.18$	$(0.40+80+0.5(2231+190)7+8.18$	10510	$(0.40+230+0.5(271+2130)7+8.18$	12000
		$0.5\times Q_{W6}'\times 5.5\times 9.03$	$0.5\times 20\times 5.5\times 9.03$	497	$0.5\times 20\times 5.5\times 9.03$	497

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
$S_{17} \div S_{19}$ эпюр ЦЕНТ	Комбинация №1	$0,5 \times Q''_{ve} \times 6,1 \times 3,23$	$0,5 \times 26 \times 6,1 \times 3,23$	256	$0,5 \times 26 \times 6,1 \times 3,23$	256
		M_{O_2}		17211		23644
$S_{20} \div S_{22}$ эпюр ЦЕНТ	Комбинация №1	$0,5(S_4 + S_T) \times 0,18$	$0,5 \times (1519+125) \times 0,18$	148	$0,5 \times (300+1600) \times 0,18$	171
		$0,5(S'_2 + S_n) \times 4,58$	$0,5 \times (2336+190) \times 4,58$	5800	$0,5 \times (360+2130) \times 4,58$	5720
		$0,5 \times Q'_{ve} \times 1,9 \times 7,23$	$0,5 \times 20 \times 1,9 \times 7,23$	137	$0,5 \times 20 \times 1,9 \times 7,23$	137
		$0,5 \times Q''_{ve} \times 6,1 \times 3,23$	$0,5 \times 26 \times 6,1 \times 3,23$	256	$0,5 \times 26 \times 6,1 \times 3,23$	256
		M_{O_2}		6341		6284
S_{23} эпюр ЦЕНТ	Комбинация №1	$0,5(S_4 + S_T) \times 1,11$	$0,5 \times (1519+125) \times 1,11$	912	$0,5 \times (300+1600) \times 1,11$	1055
		$0,5 \times Q''_{ve} \times 4,4 \times 3,31$	$0,5 \times 26 \times 4,4 \times 3,31$	190	$0,5 \times 26 \times 4,4 \times 3,31$	190
		M_{O_2}		1102		1245
$S_{24} \div S_{27}$ эпюр ЦЕНТ	Комбинация №1	$0,5(S_4 + S_T) \times 1,11$	$0,5 \times (1519+125) \times 1,11$	910	$0,5 \times (300+1600) \times 1,11$	1055
		$0,5 \times Q''_{ve} \times 3,4 \times 2,81$	$0,5 \times 26 \times 3,4 \times 2,81$	125	$0,5 \times 26 \times 3,4 \times 2,81$	125
		M_{O_3}		1035		1180
$S_1 \div S_5$; $S_{10} \div S_{15}$ эпюр ЦЕНТ	Комбинация №2	$-0,5(2S_6 + S_T) \times 15,8$	$-0,5 \times (2 \times 545+125) \times 15,8$	-9600	$-0,5 \times (0+1600) \times 15,8$	-12650
		$-0,5 \times (2S'_5 + S_n) \times 11,4$	$-0,5 \times (2 \times 910+190) \times 11,4$	-11450	$-0,5 \times (0+1955) \times 11,4$	-11150
		$-0,5 \times (2S_5 + S_n) \times (7,8+4,2+0,6)$	$-0,5 \times (2 \times 920+190) \times 12,6$	-12850	$-0,5 \times (0+1955) \times 12,6$	-12300
		$0,5 \times (2S_5 + S_n) \times 6,6$	$0,5 \times (2 \times 920+190) \times 6,6$	6700	$0,5 \times (0+1955) \times 6,6$	6450
		$0,5(2S_5 + S_n) \times 3,0$	$0,5(920+190) \times 3,0$	1665	$0,5(0+1955) \times 3,0$	2930
		$\pm T_{KP_2} \times 7,8$	$-(0,022 \times 190+1,01 \times 3450) \times 7,8$	-27200	$-(0,022 \times 1955+1,01 \times 2460) \times 7,8$	-19750
		M_{O_1}		-52735		-46470
$S_{16} \div S_{18}$ эпюр ЦЕНТ	Комбинация №3	$0,5(2S_6 + S_T) \times 0,18$	$0,5 \times (2 \times 545+125) \times 0,18$	110	$0,5 \times (0+1600) \times 0,18$	144
		$0,5(2S'_5 + S_n) \times 4,58$	$0,5 \times (2 \times 910+190) \times 4,58$	4600	$0,5(0+1955) \times 4,58$	4480
		$[T_{KP_3} + 0,5(S_5 + S_n)] \times 8,18$	$[2,407 \times 190+1,3 \times 3450+\frac{920+190}{2}] \times 8,18$	41800	$[0,407 \times 1955+1,3 \times 2460+0,5 \times 1955] \times 8,18$	40700
		$0,5(2S_5 + S_n) \times 11,78$	$0,5 \times (2 \times 920+190) \times 11,78$	12000	$0,5 \times (0+1955) \times 11,78$	11500
		M_{O_2}		58510		56824

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
$S_{17} \div S_{19}$ 2 ярус ЛЭП	комбинация №3	$0,5\times(2S_6+S_T)\times 0,18$	$0,5\times(2\times545+125)\times0,18$	110	$0,5\times(0+1600)\times0,18$	144
		$0,5\times(2S_5'+S_n)\times 4,58$	$0,5\times(2\times910+190)\times4,58$	4600	$0,5\times(0+1955)\times4,58$	4480
		$[T_{пр_3}+0,5(S_5+S_n)]\times 8,18$	$[0,407\times190+13\times3450+\frac{910+190}{2}]0,18$	41800	$[0,407\times1955+13\times2460+0,5\times1955]0,18$	40700
		M_{o_2}		46510		45324
$S_{20} \div S_{22}$ 2 ярус ЛЭП	комбинация №4	$0,5\times(2S_6+S_T)\times0,18$	$0,5\times(2\times545+125)\times0,18$	110	$0,5\times(0+1600)\times0,18$	144
		$[T_{пр_{10}}+0,5(S_5'+S_n)]\times4,58$	$[1,52\times3450+0,334\times910+\frac{910+190}{2}]4,58$	28000	$[1,52\times2460+0,5\times1955]4,58$	21800
		M_{o_2}		28110		21944
$S_{23} \div S_{27}$ 2 ярус ЛЭП	комбинация №4	$0,5\times(2S_6+S_T)\times1,11$	$0,5\times(2\times545+125)\times1,11$	675	$0,5\times(0+1600)\times1,11$	1180
		M_{o_3}		675		1180

Определение усилий в раскосах

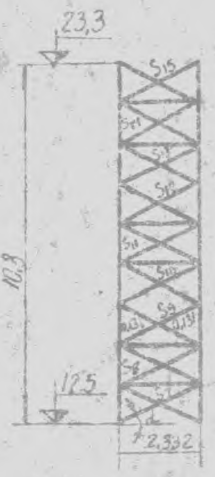
Комбинация	Раскос	Плечо	Провод АСО-300 $\alpha=30°$ - ЛЭП тяжение-отстойка 190кг.		Провод АС-185 $\alpha=0°$ - ЛЭП АС-150 $\beta=0°$ - отпойка	
			Момент	Усилие	Момент	Усилие
1	2	3	4	5	6	7
Комбинация №2 2 ярус ЛЭП	S_1	16,7	52735	1580	46470	1390
	S_2	14,95	— " —	1765	— " —	1550
	S_3	12,7	— " —	2080	— " —	1830
	S_4	10,95	— " —	2410	— " —	2120
	S_5	9,0	— " —	2930	— " —	2580
	S_6	7,15	— " —	3700	— " —	3270
Комбинация №3 2 ярус ЛЭП	S_{16}	10,9	58510	2690	56824	2600
	S_{17}	9,6	46510	2420	45324	2360
	S_{18}	7,8	— " —	2980	— " —	2900
	S_{19}	7,3	— " —	3190	— " —	3100
Комбинация №4 2 ярус ЛЭП	S_{20}	5,6	28110	2510	21944	1965
	S_{21}	3,6	— " —	3900	— " —	3050
	S_{22}	3,6	— " —	3900	— " —	3050

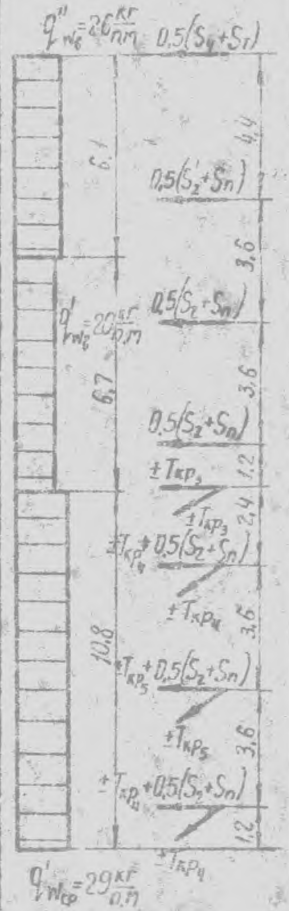
Продолжение

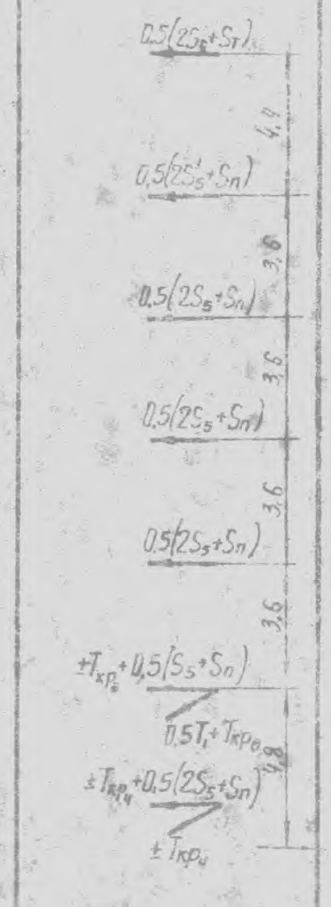
1	2	3	4	5	6	7
Комбинация №1 гроздь 1 ЛЭП	S_{23}	3.12	1102	177	1245	210
	S_{24}	2.51	1035	414	1180	470
	S_{25}	1.76	— " —	587	— " —	670
	S_{26}	1.15	— " —	900	— " —	1025
	S_{27}	0.47	— " —	2200	— " —	2510

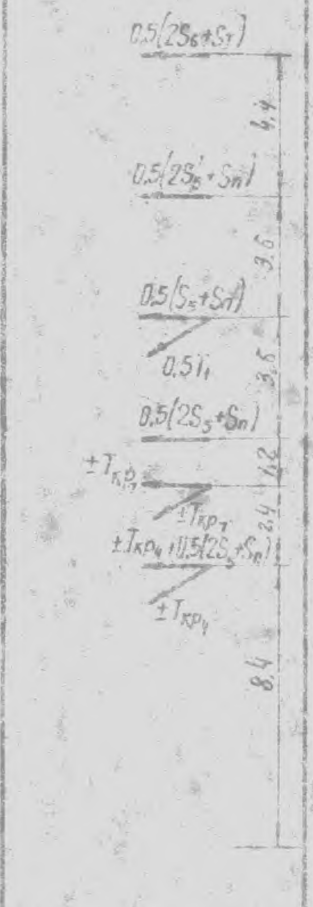
Комбинация нагрузок на вторую секцию для расчета раскосов

Схема №2









Комбинация №1

Нормальный режим. Схема №2

$T_{крЗ}=\frac{1,2\cdot S_n}{2\cdot 2,332}=0,257\cdot S_n$; $T_{крЧ}=\frac{3,0\cdot S_n}{2\cdot 2,332}=0,645\cdot S_n$

$T_{крЗ}=\frac{4,7\cdot S_n}{2\cdot 2,332}=1,01\cdot S_n$;

Комбинация №2

Аварийный режим. Схема №4.

Провод оборван на траверсе $L=4,7м$

$T_{крб}=\frac{(-1,2-4,7+3,0)S_n}{2\cdot 2,332}+\frac{4,7\cdot T_1}{2\cdot 2,332}=-0,624\,S_n+1,01T_1$

Комбинация №3

Аварийный режим. Схема №4

Провод оборван на траверсе $L=3,8м$

$T_{кЧ}=\frac{1,2S_n+3,8T}{2\cdot 2,332}=0,257\cdot S_n+0,815\cdot T_1$

$tg\alpha=\frac{1,2}{2,332}=0,5146$

$\alpha=27°14'$

$Cos\alpha=0,8831$

92	67	ВЛ-ПТ СЦЕП	
		13457ТМ/ЭЗ-АС60/97	

Расчет раскосов второй секции

Расчетный вариант	Комбинация	Определение	Провод АСО-300 $\alpha=30°$ - ЛЭП тяжение по отпойке - 190кг. Подстановка	Результат	Провод АС-185 $\alpha=0°$ - ЛЭП АС-150 $\beta=0°$ - отпойка Подстановка	Результат
1	2	3	4	5	6	7
S_{11} 2 цепь Т ЛЭП	Комбинация № 1	$0.5\times(S_4+S_T)$	$0,5\times(1519+125)$	822	$0,5\times(300+1600)$	950
		$0,5\times(S_2'+S_n)$	$0.5\times(2336+190)$	1263	$0,5\times(360+2130)$	1245
		$0,5\times(S_2+S_n)\times2$	$0,5\times(2231+190)\times2$	2421	$0,5\times(277+2130)\times2$	2407
		$\pm T_{KP_3}$	$-0,257\times190$	-49	$-0,257\times2130$	-548
		$[\pm T_{KP_4}+0,5(S_2+S_n)]\times2$	$[0,645\times190+0,5(2231+190)]\times2$	2666	$[0,645\times2130+0,5(277+2130)]\times2$	5156
		$\pm T_{KP_3}+0,5(S_2+S_n)$	$-1,01\times190+0,5\times(2231+190)$	1018	$-1,01\times2130+0,5(277+2130)$	-946
		$0,5\times Q'_{WCB}\times10,8$	$0,5\times29\times10,8$	157	$0,5\times29\times10,8$	157
		$0,5\times Q'_{WB}\times6,7$	$0,5\times20\times6,7$	67	$0,5\times20\times6,7$	67
		$0,5\times Q''_{WB}\times6,1$	$0,5\times26\times6,1$	79	$0,5\times26\times6,1$	79
		Q_1		8444		8567
S_{10} 1 цепь Т ЛЭП	Комбинация № 1	$0,5\times(S_4+S_T)$	$0,5\times(1519+125)$	822	$0,5\times(300+1600)$	950
		$0,5\times(S_2+S_n)$	$0,5\times(2336+190)$	1263	$0,5\times(360+2130)$	1245
		$0,5\times(S_2+S_n)\times2$	$0,5\times(2231+190)\times2$	2421	$0,5\times(277+2130)\times2$	2407
		$\pm T_{KP_3}$	$0,257\times190$	49	$0,257\times2130$	548
		$[\pm T_{KP_4}+0,5(S_2+S_n)]$	$-0,645\times190+0,5(2231+190)$	1088	$-0,645\times2130+0,5(277+2130)$	-166
		$\pm T_{KP_3}+0,5(S_2+S_n)$	$1,01\times190+0,5\times(2231+190)$	1402	$1,01\times2130+0,5(277+2130)$	3353
		$0,5\times Q'_{WCB}\times9,6$	$0,5\times29\times9,6$	139	$0,5\times29\times9,6$	139
		$0,5\times Q'_{WB}\times6,7$	$0,5\times20\times6,7$	67	$0,5\times20\times6,7$	67
		$0,5\times Q''_{WB}\times6,1$	$0,5\times26\times6,1$	79	$0,5\times26\times6,1$	79
		Q_2		7330		8622

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
$S_4 \div S_{13}$ грань I-АВ	Комбинация №1	$0,5\times(S_4+S_T)$	$0,5\times(1519+125)$	822	$0,5\times(300+1600)$	950
		$0,5\times(S_2'+S_n)$	$0,5\times(2336+190)$	1263	$0,5\times(360+2130)$	1245
		$0,5\times(S_2+S_n)\times2$	$0,5\times(2231+190)\times2$	2421	$0,5\times(277+2130)\times2$	2407
		$\pm T_{KP_3}$	$-0,257\times190$	-49	$-0,257\times2130$	-548
		$T_{KP_4}+0,5(S_2+S_n)$	$0,645\times190+0,5(2231+190)$	1333	$0,645\times2130+0,5(277+2130)$	2578
		$0,5\times Q'_{WCP}\times6,0$	$0,5\times29\times6,0$	87	$0,5\times29\times6,0$	87
		$0,5\times Q'_{WB}\times6,7$	$0,5\times20\times6,7$	67	$0,5\times20\times6,7$	67
		$0,5\times Q''_{WB}\times6,1$	$0,5\times26\times6,1$	79	$0,5\times26\times6,1$	79
		Q_3		6023		6865
$S_{14} \div S_{15}$ грань I-АВ	Комбинация №1	$0,5\times(S_4+S_T)$	$0,5\times(1519+125)$	822	$0,5\times(300+1600)$	950
		$0,5\times(S_2'+S_n)$	$0,5\times(2336+190)$	1263	$0,5\times(360+2130)$	1245
		$0,5\times(S_2+S_n)\times2$	$0,5\times(2231+190)\times2$	2421	$0,5\times(277+2130)\times2$	2407
		T_{KP_3}	$0,257\times190$	49	$0,257\times2130$	548
		$0,5\times Q'_{WCP}\times2,4$	$0,5\times29\times2,4$	35	$0,5\times29\times2,4$	35
		$0,5\times Q'_{WB}\times6,7$	$0,5\times20\times6,7$	67	$0,5\times20\times6,7$	67
		$0,5\times Q''_{WB}\times6,1$	$0,5\times26\times6,1$	79	$0,5\times26\times6,1$	79
		Q_4		4736		5331
S_1 грань I-АВ	Комбинация №2	$0,5\times(2S_6+S_T)$	$0,5\times(2\times545+125)$	608	$0,5\times(0+1600)$	800
		$0,5\times(2S_5'+S_n)$	$0,5\times(2\times910+190)$	1050	$0,5\times(0+1955)$	978
		$0,5\times(2S_5+S_n)\times3$	$0,5\times(2\times920+190)\times3$	3045	$0,5\times(0+1955)\times3$	2930
		$T_{KP_5}+0,5(S_5+S_n)$	$0,624\times190+1,01\times3450+\frac{920+190}{2}$	4164	$0,620\times1955+1,01\times2460+\frac{0+1955}{2}$	4688
		$T_{KP_4}+0,5(2S_5+S_n)$	$0,645\times190+0,5(2\times920+190)$	1138	$0,645\times1955+0,5(0+1955)$	2237
		Q_1		10005		11633
S_2 грань I-АВ	Комбинация №2	$0,5\times(2S_6+S_T)$	$0,5\times(2\times545+125)$	608	$0,5\times(0+1600)$	800
		$0,5\times(2S_5'+S_n)$	$0,5\times(2\times910+190)$	1050	$0,5\times(0+1955)$	978
		$0,5\times(2S_5+S_n)\times3$	$0,5\times(2\times920+190)\times3$	3045	$0,5\times(0+1955)\times3$	2930

Продолжение

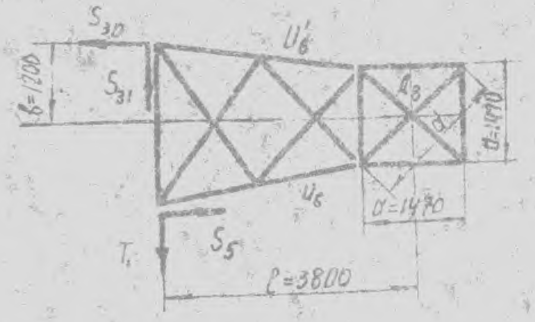
1	2	3	4	5	6	7
$S_6 \div S_8$ эпюра $M_{изг}$	Комбинация №2	$T_{кр_6} + 0,5(S_5 + S_n)$	$0,624 \times 190 + 1,01 \times 3450 + \frac{920+190}{2}$	4164	$0,624 \times 1955 + 1,01 \times 2460 + \frac{0+1955}{2}$	4688
		Q_2		8887		9396
$S_M \div S_{13}$; Грань Д.1317	Комбинация №3	$0,5 \times (2S_6 + S_T)$	$0,5 \times (2 \times 545 + 125)$	608	$0,5 \times (0 + 1600)$	800
		$0,5 \times (2S_5' + S_n)$	$0,5 \times (2 \times 910 + 190)$	1050	$0,5 \times (0 + 1955)$	978
		$0,5 \times (S_5 + S_n)$	$0,5 \times (920 + 190)$	555	$0,5 \times (0 + 1955)$	978
		$0,5 \times (2S_5 + S_n)$	$0,5 \times (2 \times 920 + 190)$	1015	$0,5 \times (0 + 1955)$	978
		$T_{кр_7}$	$0,257 \times 190 + 0,815 \times 3450$	2859	$0,257 \times 1955 + 0,815 \times 2460$	2513
		$-T_{кр_4} + 0,5 \times (2S_5 + S_n)$	$-0,645 \times 190 + 0,5(2 \times 920 + 190)$	893	$-0,645 \times 1955 + 0,5(0 + 1955)$	-282
		Q_3		6980		5965
$S_M \div S_{01}$ Грань Д.1317	Комбинация №3	$0,5 \times (2S_6 + S_T)$	$0,5 \times (2 \times 545 + 125)$	608	$0,5 \times (0 + 1600)$	800
		$0,5 \times (2S_5' + S_n)$	$0,5 \times (2 \times 910 + 190)$	1050	$0,5 \times (0 + 1955)$	978
		$0,5 \times (S_5 + S_n)$	$0,5 \times (920 + 190)$	555	$0,5 \times (0 + 1955)$	978
		$0,5 \times (2S_5 + S_n)$	$0,5 \times (2 \times 920 + 190)$	1015	$0,5 \times (0 + 1955)$	978
		$T_{кр_7}$	$0,257 \times 190 + 0,815 \times 3450$	2859	$0,257 \times 1955 + 0,815 \times 2460$	2513
		Q_4		6087		6247
$S_{11} \div S_{12}$ эпюра $M_{изг}$	Комбинация №2	$0,5 \times T_1 + T_{кр_6}$	$0,5 \times 3560 - 0,624 \times 190 + 1,01 \times 3560$	5261	$0,5 \times 2460 - 0,624 \times 1955 + 1,01 \times 2460$	2500
		$T_{кр_4}$	$0,645 \times 190$	123	$0,645 \times 1955$	1260
		Q_1		5384		3760
$S_6 \div S_{10}$ эпюра $M_{изг}$	Комбинация	$0,5 \times T_1 + T_{кр_6}$	$0,5 \times 3560 + 0,624 \times 190 + 1,01 \times 3560$	5499	$0,5 \times 2460 + 0,624 \times 1955 + 1,01 \times 2460$	4940
		Q_2		5499		4940

Определение усилий в раскосах второй секции

№ колонны-ции	Раскос	Cosα	Провод АСО-300 β=30°-ЛЭП тяжение по отпайке 190кг		Провода АС-185 β=0°-ЛЭП АС-150 β=0°-отп.	
			Поперечная сила	Усилие	Поперечная сила	Усилие
1	2	3	4	5	6	7
№2	S_7	0,8891	—	—	11633	6540
№2	S'_7	—"—	5384	3040	—	—
№1	$S_8 \div S_{10}$	—"—	—	—	8622	4840
№2	$S'_8 \div S'_{10}$	—"—	5099	3090	—	—
№3	$S_{11} - S_{13}$	—"—	6980	3930	—	—
№1	$S_{11} \div S_{13}$	—"—	—	—	6865	3870
№3	$S_{14} \div S_{15}$	—"—	—	—	6247	3510

Расчет диафрагм

1. На уровне нижней грани траверсы $L=3,8$ м (отметка 28,1 м)



Аварийный режим.

Схема № 4

Провода АСО-300 $\alpha=30°$ - ЛЭП

АС-185 $\beta=30°$ - отп.

$S_{30}=2130$ кг

$S_{31}=1230$ кг

$S_5=920$ кг

$T_1=3450$ кг

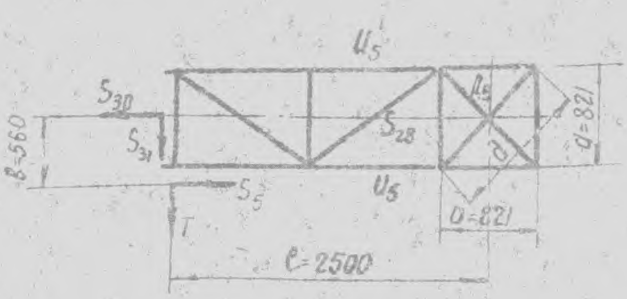
Усилие в диафрагме:

$$A_8=\frac{T}{4}\times\frac{d}{a^2}(\ell-a)=M_{кр}\left(\frac{d}{4a^2}-\frac{d}{4a\ell}\right)=[(3450+1230)\times 3,8+(2130+920)\times 1,2]\times$$

$$\times\left[\frac{2,08}{4\times 1,47^2}-\frac{2,08}{4\times 1,47\times 3,8}\right]=3160\ кг.$$

$A_8=3160$ кг.

2. На уровне нижней грани траверсы $L=2,5$ м (отметка 31,7 м)



Аварийный режим

Схема № 3

Провода:

АСО-300 $\alpha=30°$ - ЛЭП

АС-185 $\beta=30°$ - отп.

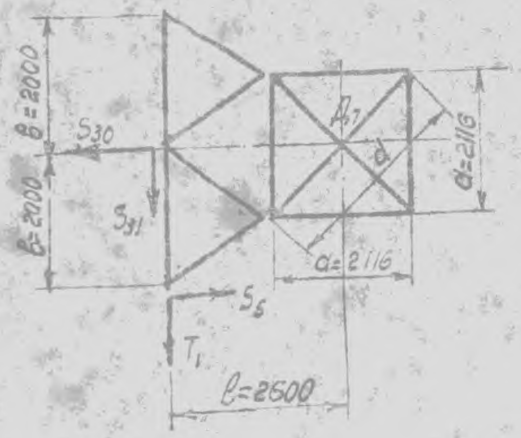
Усилие в диафрагме:

$$Д_9 = M_{кр}\left[\frac{d}{4a^2} - \frac{d}{4ae}\right] = \left[(3450+1230)\times 2{,}5 + 920\times 0{,}56\right]\times$$

$$\times\left[\frac{1{,}41}{4\times 0{,}821} - \frac{1{,}41}{4\times 2{,}5}\right] = 3530\ кг$$

$$d = a\sqrt{2}$$

3. На уровне нижней грани траверсы $L = 2{,}6$ м (отметка 24,5 м.)



Аварийный режим

Схема №4

Провода АСО-300 $\alpha = 30°$ - ЛЭП

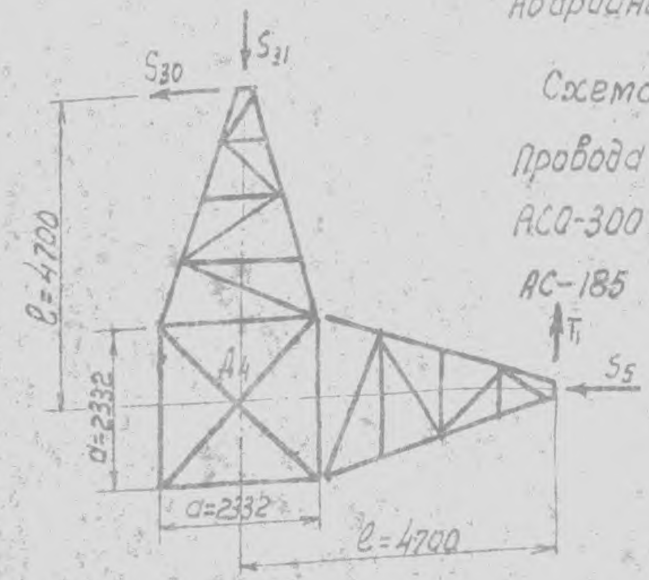
АС-185 $\beta = 30°$ - отп.

Усилие в диафрагме:

$$Д_7 = M_{кр}\left[\frac{d}{4a^2} - \frac{d}{4ae}\right] = \left[(3450+1230)+2{,}6+920\times 2{,}0\right]\times\left[\frac{1{,}41}{4\times 2{,}116} - \frac{1{,}41}{4\times 2{,}6}\right] =$$

$= 435$ кг.

4. На уровне нижней грани траверсы $L = 4{,}7$ м (отметка 17,3 м)



Аварийный режим

Схема №4

Провода

АСО-300 $\alpha = 30°$ - ЛЭП

АС-185 $\beta = 30°$ - отп

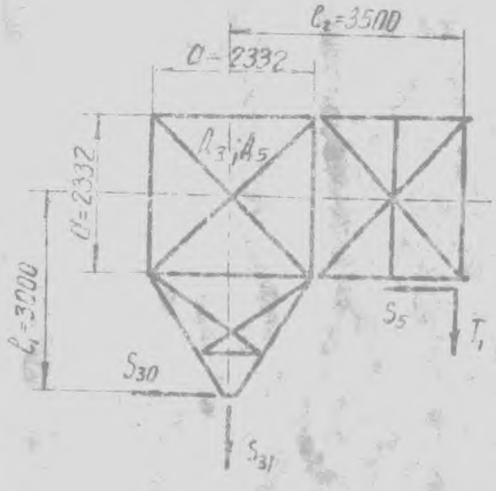
Расчет ведет по принципу независимости действия сил.

Усилие в диафрагме:

$$Д_4 = M_{кр}\left(\frac{d}{4a^2} - \frac{d}{4ae}\right) = [(2130+3450)\times 4{,}7]\times\left[\frac{1{,}41}{4\times 2{,}332} - \frac{1{,}41}{4\times 4{,}7}\right];$$

$Д_4 = 2000$ кг

5. На уровне нижней грани траверс $L = 3{,}5$ м и $L = 3{,}0$ м (отметки 13,7 м и 20,9 м)



Аварийный режим. Схема №4

Провода: АСО-300 $\alpha = 30°$ – ЛЭП

АС-185 $\beta = 30°$ – отп

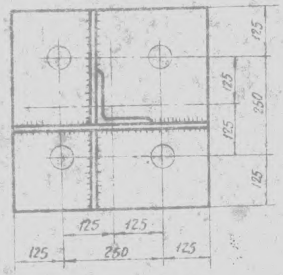
Усилие в диафрагме по принципу независимости действия сил:

$$Д_3 = Д_5 = T_1 \times e_2 + S_5 \frac{a}{2}\left(\frac{d}{4a^2} - \frac{d}{4a e_2}\right) + S_{30} e_1 \left(\frac{d}{4a^2} - \frac{d}{4a e_1}\right) =$$

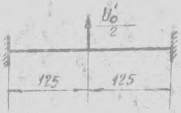
$$= \left[3450 \times 3{,}5 + 920 \times \frac{2{,}332}{2}\right] \times \left[\frac{1{,}41}{4 \times 2{,}332} - \frac{1{,}41}{4 \times 3{,}5}\right] + 2130 \times 3{,}0 \times$$

$$\times \left[\frac{1{,}41}{4 \times 2{,}332} - \frac{1{,}41}{4 \times 3{,}0}\right] = 878 \text{ кг}$$

Расчет опорной плиты (отметка 0,0 м)



Расчетная схема



Нормальный режим. Схема №2

Провода АС-185 $\alpha = 0°$ - ДЭП

АС-150 $\beta = 0°$ - опайка

$U_0' = 28930$ кг (см. лист 48)

$$M_{max} = \frac{U_0' \times 2,5}{2 \times 8} = \frac{28930 \times 2,5}{2 \times 8} = 45200 \text{ кгсм}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \times M}{50 \times [\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \times 45200}{50 \times 1600}} = \sqrt{3,4} = 1,85 \text{ см}$$

Принимаем плиту толщиной 24 мм по унификации со специальными опорами.

Расчет болтов

Соединяемые элементы		Расчетное усилие на болт кг	Количество болтов шт.	Диаметр мм	Проверка на срез			Проверка на смятие				Примечание
Наименование	Обозначение				Расчетная площадь болта $см^2$	Фактическое напряжение в болте $кг/см^2$	Допускаемое напряжение в болте $кг/см^2$	Наименьшая толщина соединяемых элементов см	Площадь смятия болта $см^2$	Фактическое напряжение в болте $кг/см^2$	Допускаемое напряжение в болте $кг/см^2$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Раскос	S_1	1580	1	24	4,52	350	1200	0,7	1,68	940	3200	
— " —	S_2	1765	— " —	— " —	— " —	392	— " —	0,6	1,44	1225	— " —	
— " —	S_3	2080	— " —	— " —	— " —	460	— " —	— " —	— " —	1445	— " —	
— " —	S_4	2410	— " —	— " —	— " —	533	— " —	— " —	— " —	1675	— " —	
— " —	S_5	2930	— " —	— " —	— " —	650	— " —	— " —	— " —	2030	— " —	
— " —	S_6	3700	— " —	— " —	— " —	820	— " —	— " —	— " —	2570	— " —	
— " —	S_7	6540	2	24	4,52	724	— " —	0,6	1,44	2280	— " —	
— " —	S_7	3040	— " —	— " —	— " —	336	— " —	— " —	— " —	2110	— " —	
— " —	$S_8 \div S_{10}$	4840	1	27	5,72	845	1100	0,8	2,16	2240	2900	
— " —	$S_8 \div S_{10}$	3090	1	24	4,52	684	1200	0,6	1,44	2150	3200	
— " —	$S_{11} \div S_{13}$	3870	— " —	— " —	— " —	860	1100	— " —	— " —	2690	2900	
— " —	$S_{11} \div S_{13}$	3510	— " —	— " —	— " —	778	1200	0,6	— " —	2440	3200	
— " —	S_{14}	2690	2	24	— " —	297	— " —	— " —	— " —	1870	— " —	
— " —	S_{17}	2420	1	27	5,72	423	— " —	0,8	2,16	1120	— " —	
— " —	S_{18}	2980	— " —	— " —	— " —	522	— " —	— " —	— " —	1380	— " —	
— " —	S_{19}	3190	— " —	— " —	— " —	558	— " —	— " —	— " —	1475	— " —	
— " —	S_{20}	2510	1	24	4,52	555	— " —	0,6	1,44	1745	— " —	
— " —	$S_{21} \div S_{22}$	3900	1	27	5,72	684	— " —	0,8	2,16	1800	— " —	
— " —	S_{23}	200	1	24	4,52	44	1100	0,6	1,44	138	2900	

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №
67
92
ТМ-19
№ 2515

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Башмак опоры	U_0	40730	12×24	4,52	750	900	1,1	2,64	1285	2600	
Стык I и II секций	U_2	48870	14×24	— " —	775	— " —	1,1	2,64	1320	— " —	
Стык II и III секций	U_3	19680	10×24	— " —	435	— " —	1,0	2,40	820	— " —	
Стык III секции и траверсы К	U_4	7981	4×24	— " —	442	— " —	0,7	1,68	1190	— " —	
Болты крепящие траверсы К стволу опоры											
Траверса L=2,5m к стволу	пояс	U_5	12953	3×24	4,52	960	1000	0,7	1,68	2570	2800
	раск	R_1	2850	2×16	2,01	710	900	0,5	0,8	1780	2600
Траверса L=3,0m к стволу	пояс	U_6	13515	3×24	4,52	1000	1000	0,7	1,68	2690	2800
	раск	R_2	4580	3×16	2,01	760	900	0,5	0,8	1910	2600
Траверса L=2,5m к стволу	пояс	U_7	3175	2×24	4,52	352	1000	0,6	1,44	1100	2800
	раск	R_3	2340	2×16	2,01	583	900	0,5	0,8	1465	2600
Траверса L=3,5m к стволу	пояс	U_8	6498	2×24	4,52	718	1000	0,6	1,44	2260	2800
	раск	R_4	3600	2×16	2,01	895	900	0,5	0,8	2250	2600
Траверса L=3,0m к стволу	пояс	U_9	3025	1×24	4,52	680	1100	0,6	1,44	2100	2900
	раск	R_5	890	1×16	2,01	443	1100	0,5	0,8	1110	2900
Траверса L=2,7m к стволу	пояс	U_{10}	7325	2×24	4,52	810	1000	0,6	1,44	2540	3800
	раск	R_6	2690	2×16	2,01	670	900	0,5	0,8	1680	2600
Раскос		S_{42}	4920	1×27	5,72	860	1200	0,6	1,62	3030	3200
— " —		S_{44}	3650	1×24	4,52	810	— " —	0,6	1,44	2540	— " —
— " —		S_{32}	4360	1×24	— " —	965	— " —	0,6	— " —	3030	— " —
— " —		S_{34}	3340	1×24	— " —	740	— " —	0,6	— " —	2320	— " —
— " —		S_{43}	5600	2×24	— " —	620	— " —	0,6	— " —	1950	2800

N 13155 тм/3 д. 71/67

N 13155 тм 19 | 68 | 92 | инст.

Расчет сварных швов

Наименование элемента	Обозначение элемента	Усилие в кг	Коэфф. условий работ	Режим	Допускаемое напряжение кг/см²	Высота шва в см	Расчетная длина шва см: общая	Расчетная длина шва см: одной стороны
1	2	3	4	5	6	7	8	9
				Трассостойка				
Раскос	S_{24}	470	0.8	норм реж.	1100	0,5	1,5+2	1,8
— " —	S_{25}	670	— " —	— " —	— " —	— " —	2,8+2	2,4
— " —	S_{26}	1025	— " —	— " —	— " —	— " —	3,3+2	2,6
— " —	S_{27}	2510	— " —	— " —	— " —	— " —	8,2+2	5,1
				Вторая секция				
Раскос	$S_8 - S_{10}$	4840	0.75	норм р.	1100	0,6	14+2	8
— " —	S_{11}	3870	— " —	— " —	— " —	0,6	11,2+2	6,6

Расчет траверс.

Расчет составил: /Ковтуненко В.И./

Расчет проверил: /Горбенко И.М./

Пояснения к расчету траверс

Расчет траверс выполнен на нагрузки унифицированных опор ЛЭП 110 и 150кв, допускающих оцинковку (см. черт. N 1305тм-25-92; N 1305тм-25-93 том I „Пояснительная записка").

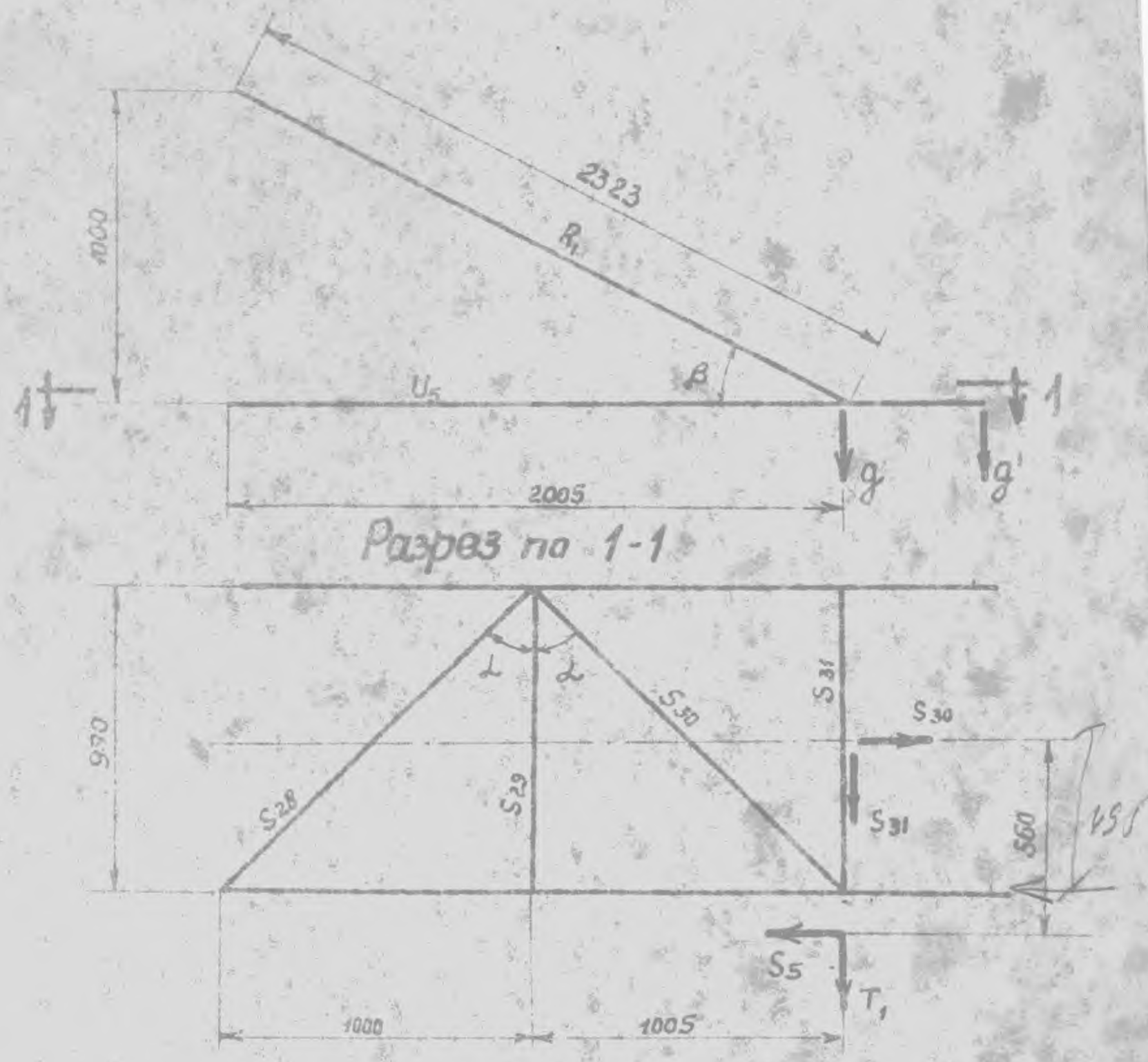
Расчет траверс L=2,5m ; L=3,8m ; L=2,6m произведен на совместное действие нагрузок от магистральной и ответвительной линий.

Расчетным для магистральной линии является провод марки АСО-300 при $\alpha=30°$ и ответвительной линии - провод марки АС-185 при $\beta=30°$. Причем в траверсе L=2,6m для раскоса S_{39} расчетным является сочетание нагрузки от провода марки АСО-300 при $\alpha=30°$ для ЛЭП и тяжение равное 190кг для ответвительной линии.

Расчет траверс L=3,5m и L=4,7m произведен на нагрузки от магистральной линии - провод марки АСО-300 $\beta=30°$.

Расчет траверсы L=3,0m выполнен на нагрузки от ответвительной линии - провод марки АС-185 $\beta=0°$.

Расчет траверсы L = 2,5 м.



$$tg\,\beta = \frac{1000}{2005} = 0{,}499\,; \qquad \beta = 26°30'\,; \quad \cos\beta = 0{,}895\,;$$

$$tg\,\alpha = \frac{1000}{990} = 1{,}0101, \quad \alpha = 45°19'; \quad \cos\alpha = 0{,}703$$

N 1315 ТМ/3 Л 75/92

N1315 ТМ19	Листов	
	72	92

Расчет поясов.

Аварийный режим, схема № 4, IV р.к.у.

провод АСО - 300 $\alpha = 30° - ДЗП$

АС - 185 $\beta = 30° - отяжка$

Усилие в поясе от g

$$g = g_{\Pi} + 0{,}5 g_{\Pi} + g_{\Pi} = 1019 + 868 \cdot 0{,}5 + 700 = 1653 \text{ кг}$$

$$U_5' = \frac{g \times 2{,}005}{1{,}0} = \frac{1653 \times 2{,}005}{1{,}0} = 3310 \text{ кг}$$

Усилие в поясе от веса оттяжной гирлянды

$$g' = 100 \text{ кг}$$

$$U_5'' = \frac{g' \times 2{,}38}{1{,}0} = \frac{100 \times 2{,}38}{1{,}0} = 238 \text{ кг}$$

Усилие в поясе от T_1 и S_{31}

$$U_5''' = \frac{(S_{31} + T_1) \times 2{,}005}{0{,}99} = \frac{(1230 + 3450) \times 2{,}005}{0{,}99} = 9500 \text{ кг}$$

Усилие в поясе от S_{35} и S_{30}

$$U_5^{IV} = \frac{S_{35} \times 0{,}56}{0{,}99} + 0{,}5 S_{35} - 0{,}5 S_{30} =$$

$$= \frac{920 \times 0{,}56}{0{,}99} + 0{,}5 \times 920 - 0{,}5 \times 230 =$$

$$= 520 + 460 - 1065 = -85 \text{ кг}$$

Полное усилие в поясе

$$U_5 = U_5' + U_5'' + U_5''' + U_5^{IV} = 3310 + 238 + 9500 - 85 = 12\,963 \text{ кг}$$

Определение местного изгиба в поясе в сечении 1-1

от веса монтера

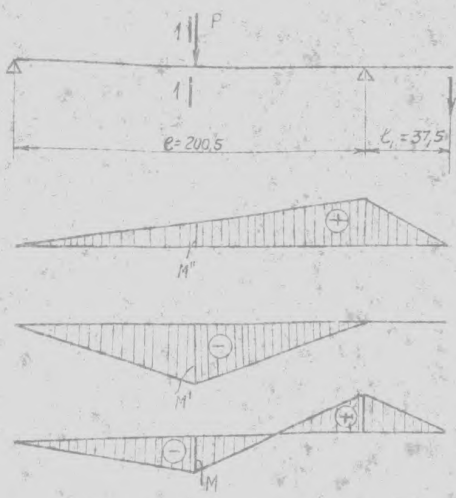
$$M' = \frac{P \times \ell}{4} = \frac{100 \times 200{,}5}{4} = 5000 \text{ кг см},$$

от веса оттягивающей гирлянды

$$M'' = \frac{g' \cdot \ell_1}{2} = \frac{100 \cdot 37{,}5}{2} = 1875 \text{ кг см}$$

Суммарный момент в сечении 1-1

$$M = M' - M'' = 5000 - 1875 = 3125 \text{ кгсм}$$



Расчет раскосов

Аварийный режим; схема № 4; IV р.к.у.

Провода АСО -300 $\varphi = 0° —$ ЛЗП

АС 185 $\beta = 30° —$ опоры

$$S_{28-30} = \frac{T_1 + S_{31}}{\cos\varphi} = \frac{3560 + 1230}{0{,}703} = \frac{4790}{0{,}703} = 6820 \text{ кг}$$

Местный изгиб в раскосах

$$M_{28;30} = \frac{100 \times 141}{4} = 3530 \text{ кгсм}$$

$$M_{29} = \frac{110 \times 99,0}{4} = 2780 \text{ кгсм}$$

Усилие в раскосе S_{31} от нагрузки $T = S_{31}$

$$S_{31} = T + S_{31} = 3560 + 1230 = 4790 \text{ кг}$$

Момент в раскосе S_{31}

а) от весовой нагрузки g

$$g = g_{оп} \cdot P = 868 \cdot 1,00 = 968 \text{ кг}$$

$$M_{31} = \frac{g \cdot \ell}{4} = \frac{968 \cdot 99}{4} = 24000 \text{ кгсм}$$

б) от тяжения S_{30}

$$M'_{31} = \frac{S_{30} \cdot h_2}{4} = \frac{2130 \cdot 99}{4} = 52700 \text{ кгсм}$$

Расчет тяги R_1.

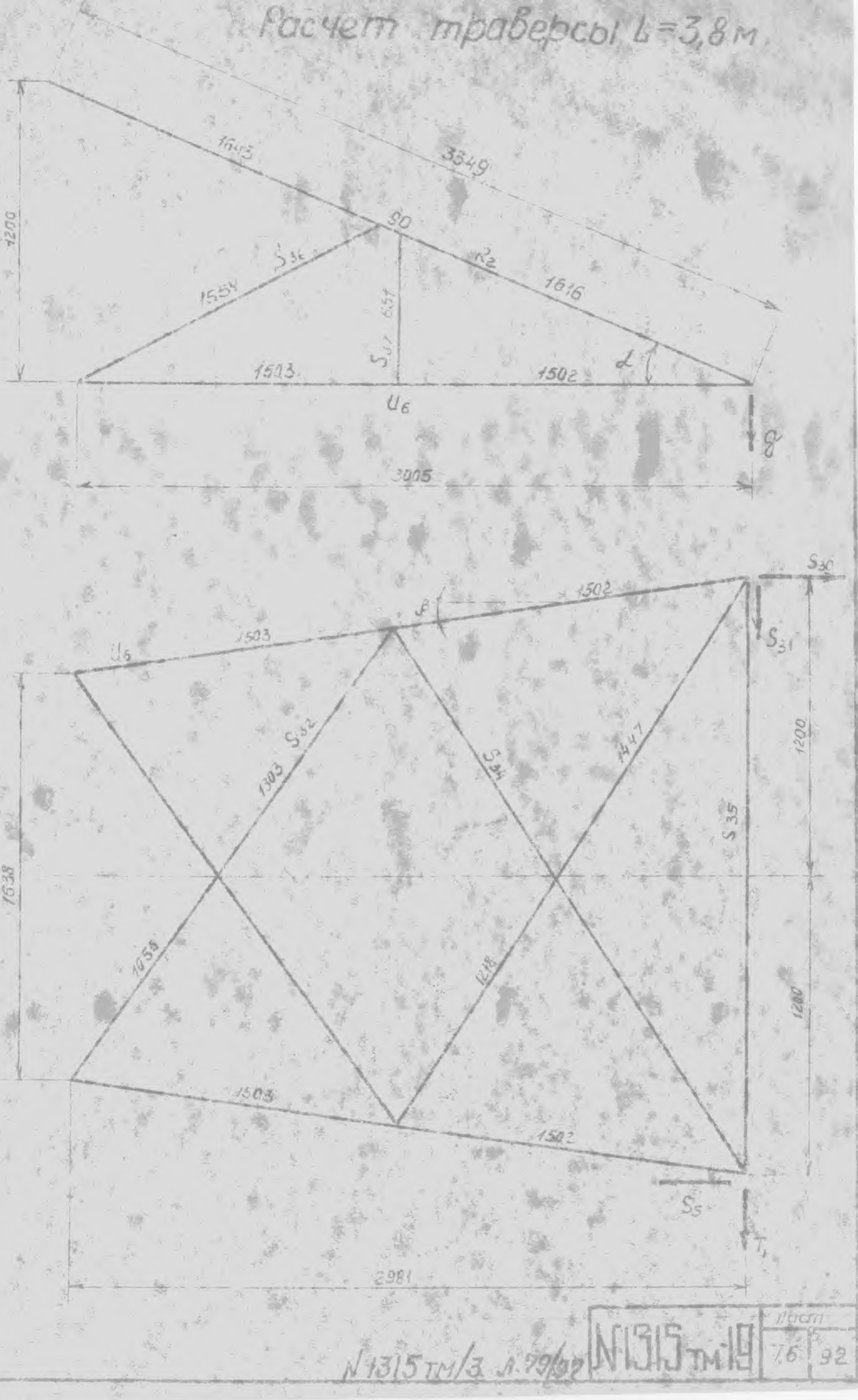
Нормальный режим, схема № 2, IV р.к.у.

провода АСО-300 — ЛЭП

АС-185 — отпайка

$$R_1 = \frac{(T_2 + T_1) \times 2005}{2 \times 1,0 \times \cos\beta} = \frac{(1685 + 868) \times 2005}{2 \times 1,0 \times 0,395} = 2850 \text{ кг}$$

Расчет траверсы L=3,8 м



N 1315 ТМ-19 | Лист 16 | 92

Аварийный режим; схема № 4, (Vр.в.у.);

провод АСО-300 $\alpha = 30°$ — ЛЗП;

АС-185 $\beta = 30°$ — отпайка

$$tg\,\alpha = \frac{1200}{3127} = 0{,}384$$

$\alpha = 21°$; $\cos\alpha = 0{,}935$.

$$tg\,\beta = \frac{381}{2980} = 0{,}128$$

$\beta = 7°17'$; $\cos\beta = 0{,}992$.

Усилие в поясе.

Усилие в поясе от g

$$g = g_5 + g_{гл} + g' = 1019 + 200 + 100 = 1319\ кГ$$

g' – вес оттяжной гирлянды

$$U_6' = \frac{g \times 3{,}005}{1{,}2} = \frac{1319 \times 3{,}005}{1{,}2} = 3300\ кГ$$

Усилие в поясе от S_{30} и S_5

$$U_6'' = \frac{(S_{30} + S_5) \times 1{,}2}{1{,}64 \times \cos\beta} + 0{,}5\,S_5 - 0{,}5\,S_{30} =$$

$$= \frac{(2130 + 920)1{,}2}{1{,}64 \times 0{,}992} + 0{,}5 \times 920 - 0{,}5 \times 2130 =$$

$$= 2250 + 460 - 1065 = 1645\ кГ.$$

Усилие в поясе от T_1 и S_{31}:

$$U_6''' = \frac{(T_1 + S_{31})2{,}38}{1{,}64 \times \cos\beta} = \frac{(3450 + 1230)2{,}38}{1{,}64 \times 0{,}992} = 8570\ кГ.$$

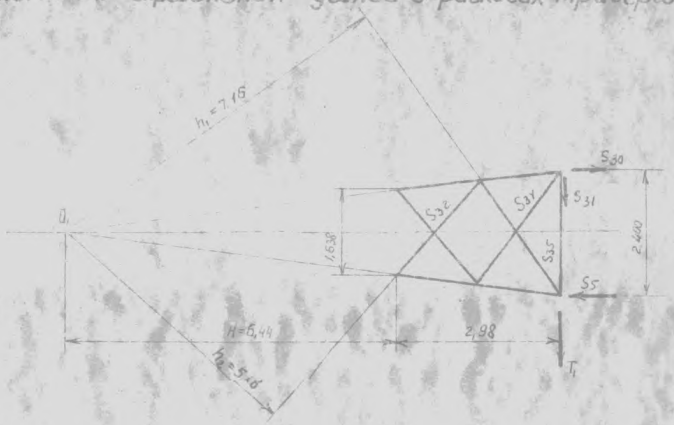
Полное усилие в поясе:

$$U_6 = U_6' + U_6'' + U_6''' = 3300 + 1645 + 8570 = 13515\ кГ$$

Местный изгиб пояса

$$M = \frac{P \times e}{4} = \frac{100 \times 150}{4} = 3750\ кГсм.$$

Схема для определения усилий в раскосах траверсы.



$$H = \frac{1,638 \times 2,98}{2,4 - 1,638} = 6,44\ м$$

Определение усилий в раскосах.

Изгибающий момент относительно точки O_1

$$M_{O_1} = (T_1 + S_{31}) \times (2,98 + 6,44) + (S_5 + S_{30}) \times 1,2 =$$

$$= (3450 + 1230) \times 9,42 + (920 + 2130) \times 1,2 =$$

$$= 44100 + 3660 = 47760\ кГ{\cdot}м$$

$$S_{34} = \frac{M_{O_1}}{2h_1} = \frac{47760}{2 \times 7,16} = 3340\ кГ$$

$$S_{32} = \frac{M_{O_1}}{2h_2} = \frac{47760}{2 \times 5,46} = 4360\ кГ$$

Местный изгиб в раскосах

$$M_{34} = \frac{100 \times 145}{4} = 3630\ кГ{\cdot}см$$

$$M_{32} = \frac{100 \times 130}{4} = 3250\ кГ{\cdot}см$$

Усилие в стяжке S_{35}

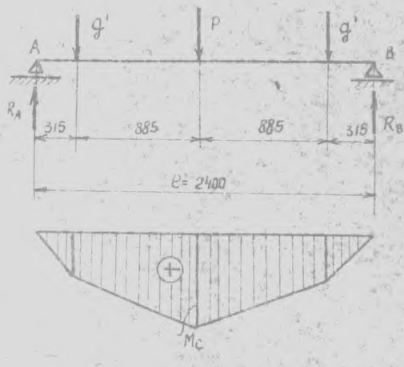
Аварийный режим ; схема № 4 ; IV р.к.у. ;

провод АСО – 300 $\alpha = 0°$ — ЛЭП

АС-185 $\beta = 30°$ — отпайка .

$$S_{35} = T_1 + S_{31} = 3560 + 1230 = 4790 \text{ кГ}$$

Местный изгиб в стяжке.



$q' = P = 100 \text{ кГ}$

Реакции $R_A = R_B = 0{,}5 \times 300 = 150 \text{ кГ}$

$$M_c = R_A \times 120 - q' \times 88{,}5 = 150 \times 120 - 100 \times 88{,}5 =$$

$$= 18000 - 8850 = 9150 \text{ кГ см}$$

Усилие в тяге .

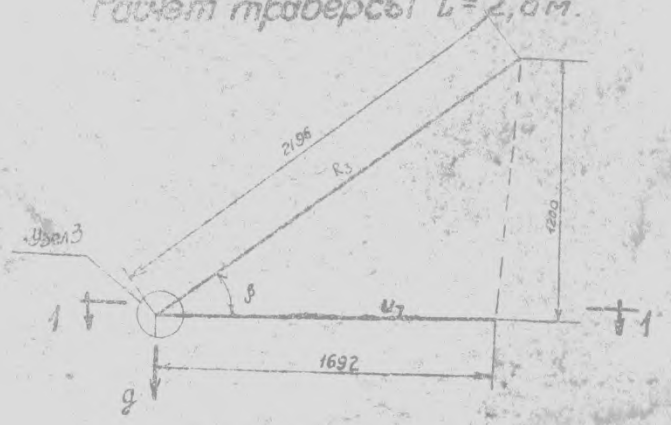
Схема № 2 ; нормальный режим; IV р.к.у.

$$R_2 = \frac{g_e \times 3{,}005}{2 \times 1{,}2 \times \cos\alpha} + \frac{g_n \times 3{,}005}{1{,}2 \times \cos\alpha} =$$

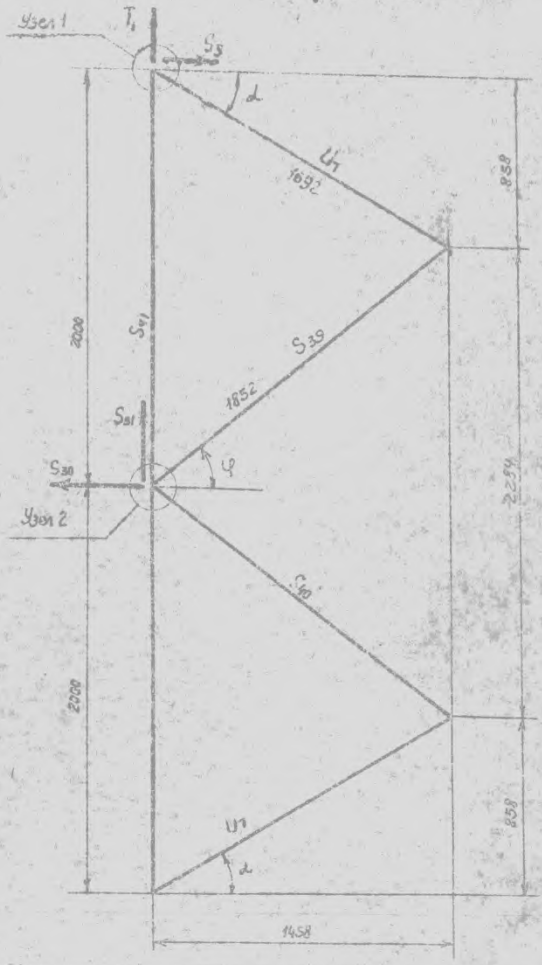
$$= \frac{168{,}5 \times 3{,}005}{2 \times 1{,}2 \times 0{,}935} + \frac{868 \times 3{,}005}{1{,}2 \times 0{,}935} =$$

$$= 2250 + 2330 = 4580 \text{ кГ}$$

Расчет траверсы L = 2,6 м.



Разрез по 1-1



$tg\alpha = \frac{858}{1458} = 0{,}589$

$\alpha = 30°30'$

$\sin\alpha = 0{,}506$

$\cos\alpha = 0{,}862$

$tg\varphi = \frac{1142}{1458} = 0{,}784$

$\varphi = 38°6'$

$\sin\varphi = 0{,}617$

$\cos\varphi = 0{,}787$

$ctg\varphi = 1{,}273$

$\sin\beta = \frac{1200}{2196} = 0{,}547$

$\beta = 33°10'$

$\cos\beta = 0{,}837$

Определение усилий в поясе и стяжке.

Узел 1.



Аварийный режим; схема №4;

№ р.к.у.

Провод АСО-300 $\alpha = 30°$ — ЛЭП

АС-185 $\beta = 30°$ — отпайка

$\Sigma x = S_5 - U_7 \cos\alpha = 0$

$U_7 = \frac{S_5}{\cos\alpha} = \frac{920}{0,862} = 1065$ кг

$\Sigma y = T_1 - S_{41} + U_7 \sin\alpha = 0$

$S_{41} = T_1 + U_7 \sin\alpha = 3450 + 1065 \times 0,508 = 3992$ кг

Момент в стяжке от g



$g = g_n + P = 868 + 100 = 968$ кг

$M_{41} = \frac{ge}{4} = \frac{968 \times 400}{4} = 96800$ кгсм

Узел 3



$g = g_э + 0,5 g_n + g_л = 1019 + 0,5 \times 325 + 200 = 1382$ кг

$\Sigma x = -U_7 + R_3 \cos\beta = 0$

$\Sigma y = R_3 \sin\beta - g = 0$

$R_3 = \frac{g}{\sin\beta} = \frac{1382}{0,547} = 2520$ кг

$U_7 = R_3 \cos\beta = 2520 \times 0,837 = 2110$ кг

Полное усилие в поясе

$U_7 = 1065 + 2110 = 3175$ кг.

Местный изгиб в пояске U_7

$$M_1 = \frac{P \times e}{4} = \frac{100 \times 169}{4} = 4220 \text{ кгсм}$$

Расчет раскосов S_{39}, S_{40}.

I. Аварийный режим, схема №4; IV р-н У;

провод АСО-300 $\alpha = 30°$ — ЛЭП

АС-185 $\beta = 30°$ — отпайка.

Числовые значения величин S_{30} и S_{31} см. расчет одноцепной отпаечной опоры, лист 8.

Узел 2.



$$\sum X = -S_{30} + S_{39} \times \cos\varphi + S_{40} \times \cos\varphi = 0$$

$$\sum y = S_{31} + S_{39} \sin\varphi - S_{40} \sin\varphi + S_{41} = 0$$

$$S_{40} = \frac{S_{31} + S_{39} \sin\varphi + S_{41}}{\sin\varphi} = \frac{S_{31}}{\sin\varphi} +$$

$$+ S_{39} + \frac{S_{41}}{\sin\varphi},$$

$$-S_{30} + S_{39} \times \cos\varphi + \frac{S_{31} \times \cos\varphi}{\sin\varphi} + S_{39}\cos\varphi +$$

$$+ \frac{S_{41} \times \cos\varphi}{\sin\varphi} = 0.$$

$$2S_{39} \times \cos\varphi = -S_{41} \times ctg\,\varphi + S_{30} - S_{31} \times ctg\,\varphi,$$

$$S_{39} = \frac{-S_{41} \times ctg\,\varphi + S_{30} - S_{31} \times ctg\,\varphi}{2\cos\varphi} =$$

$$= \frac{-3992 \times 1{,}273 + 2130 - 1230 \times 1{,}273}{2 \times 0{,}787} =$$

$$= \frac{-5070 + 2130 - 1570}{1{,}574} = -\frac{4510}{1{,}574} = -2870 \text{ кг}$$

$$S_{40} = \frac{1230 - 2870 \times 0{,}617 + 3992}{0{,}617} =$$

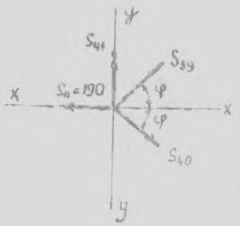
$$= \frac{1230 - 1770 + 3992}{0{,}617} = 3600 \text{ кг}$$

II. Аварийный режим; схема №4; IV р.к.у.;

провод АСО-300 $\alpha = 30^\circ$ — ЛЭП

отпайка — 190 кг — уменьшенное тяжение.

Узел 2.



$$\sum x = S_n - S_{39}\cos\varphi - S_{40}\cos\varphi = 0$$

$$\sum y = S_{41} + S_{39}\sin\varphi - S_{40}\sin\varphi = 0$$

$$S_{40} = \frac{S_{41} + S_{39}\sin\varphi}{\sin\varphi};$$

$$S_n - S_{39}\cos\varphi - \frac{S_{41}\cos\varphi}{\sin\varphi} - \frac{S_{39}\sin\varphi\cos\varphi}{\sin\varphi} = 0$$

$$S_n - S_{41}\operatorname{ctg}\varphi = 2S_{39}\cos\varphi$$

$$S_{39} = \frac{S_n - S_{41}\operatorname{ctg}\varphi}{2\cos\varphi} = \frac{190 - 3918 \times 1{,}273}{2 \times 0{,}787} =$$

$$= \frac{190 - 5000}{1{,}574} = -3060 \text{ кг}$$

$$S_{40} = \frac{3918 - 3060 \times 0{,}617}{0{,}617} = \frac{2028}{0{,}617} = 3280 \text{ кг}$$

Момент в раскосах S_{39} и S_{40}

$$M_{39} = M_{40} = \frac{P \times e}{4} = \frac{400 \times 185}{4} = 18\,250 \text{ кг см},$$

Определение усилия в тяге R_3.

Нормальный режим; схема №2, IV р.к.у.;

провод АСО-300 — ЛЭП

АС-185 — отпайка

Узел 3.



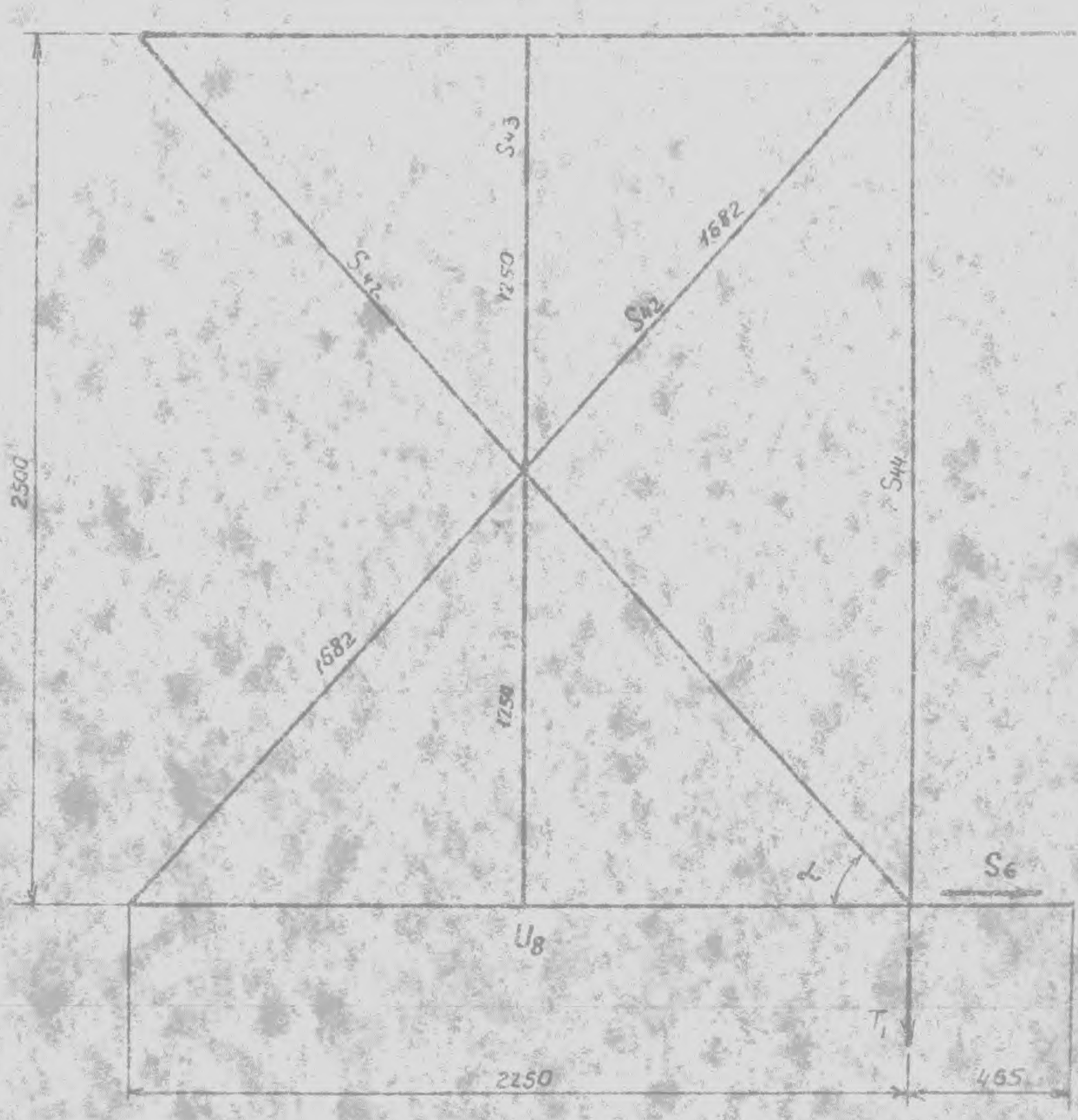
$$g = 0{,}9 g_2 + g_n \times 0{,}5 = 0{,}9 \times 525 + 0{,}5 \times 866 = 1277 \text{ кг}$$

$$\sum y = R_3 \sin\beta - g = 0;$$

$$R_3 = \frac{g}{\sin\beta} = \frac{1277}{0{,}547} = 2340 \text{ кг}$$

Расчет траверсы L=3,5 м





N1315TM/3 r. 87/97

N1315TM19

Arch.

84 92

Расчет поясов.

Провод АСО-300; схема №4; аварийный режим,

IV, р+у; $\alpha = 30°$

Усилие в поясе от g

$$U_g' = \frac{g \cdot 2,25}{1,2} = \frac{1219 \cdot 2,25}{1,2} = 2280 \text{ кг},$$

где: $g = 1019 + 200 = 1219$ кг

Усилие в поясе от T_1

$$U_g'' = \frac{T_1 \cdot 2,25}{2,5} = \frac{3450 \cdot 2,25}{2,5} = 3110 \text{ кг}$$

Усилие в поясе от S_6

$$U_g''' = \frac{S_6 \cdot 1,25}{2,5} + 0,5 S_6 = \frac{920 \cdot 1,25}{2,5} + 0,5 \cdot 920 =$$

$$= 460 + 460 = 920 \text{ кг}$$

Сила $g' = 100$ кг переносится в точку O_1 с моментом, при этом усилие в поясе от g' равно:

$$U_g'''' = \frac{g' \cdot 2,25}{1,2} = \frac{100 \cdot 2,25}{1,2} = 188 \text{ кг}$$

Полное усилие в поясе

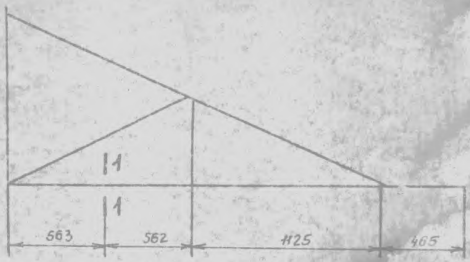
$$U_3 = U_g' + U_g'' + U_g''' + U_g'''' = 2280 + 3110 + 920 + 188 = 6498 \text{ кг}$$

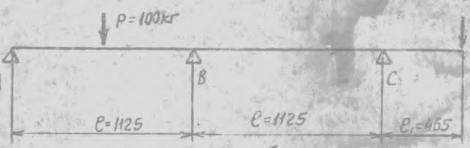
Определение местного изгиба в поясе.

p – вес человека

g – вес оттяжной гирлянды.

Построим суммарную эпюру моментов от сил g' и P и вычислим момент в поясе в сечении 1-1 (определение моментов на опорах и в пролетах см. „Энциклопедический справочник", Машиностроение, т I, книга 2, стр. 55, табл. 3 и 4).

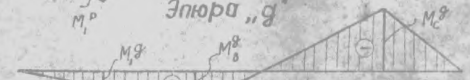




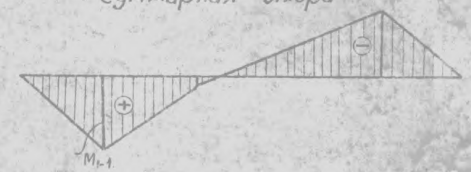
Эпюра „P"



Эпюра „g"



Суммарная эпюра



$M_1^P = P \times \ell \times 0{,}203 = 100 \times 112{,}5 \times 0{,}203 = 2285$ кГсм.

$M_B^g = g' \times \ell_1 \times 0{,}25 = 100 \times 46{,}5 \times 0{,}25 = 1160$ кГсм.

$M_B^P = P \times \ell \times 0{,}094 = 100 \times 112{,}5 \times 0{,}094 = 1060$ кГсм

$M_C^g = g' \times \ell_1 = 100 \times 46{,}5 = 4650$ кГсм

$$M_1^g = 0{,}5 \times M_B^g = 0{,}5 \times 1160 = 580 \text{ кГсм}$$

$$M_{g-1} = M_1^p + M_1^g = 2285 + 580 = 2865 \text{ кГсм}$$

Определение усилий в раскосах.

Провод АСО-300; схема №4; аварийный режим; IV р.к.у.;

$\beta = 0°$.

$$S_{42} = \frac{T_1}{\sin\alpha} = \frac{3650}{0{,}743} = 4920 \text{ кГ},$$

где $\sin\alpha = \frac{2500}{3364} = 0{,}743$

$$S_{44} = T_1 = 3650 \text{ кГ}$$

Местный изгиб в раскосах

$$M_{42} = \frac{100 \times 168}{4} = 4200 \text{ кГсм}$$

$$M_{42} = \frac{100 \times 125}{4} = 3130 \text{ кГсм}.$$

$$M_{44} = \frac{90 \times 250}{4} = 5250 \text{ кГсм}.$$

Усилие в тяге.

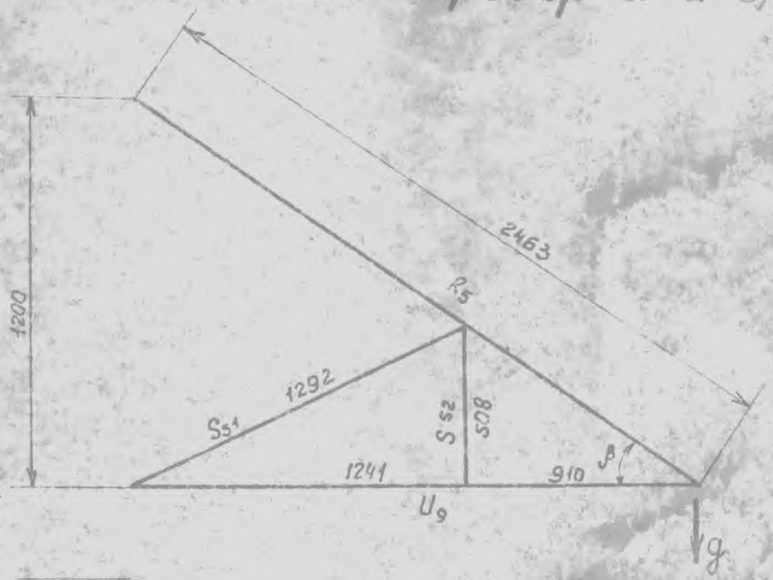
Провод АСО-300; схема № 2; нормальный режим, IV р.к.у.

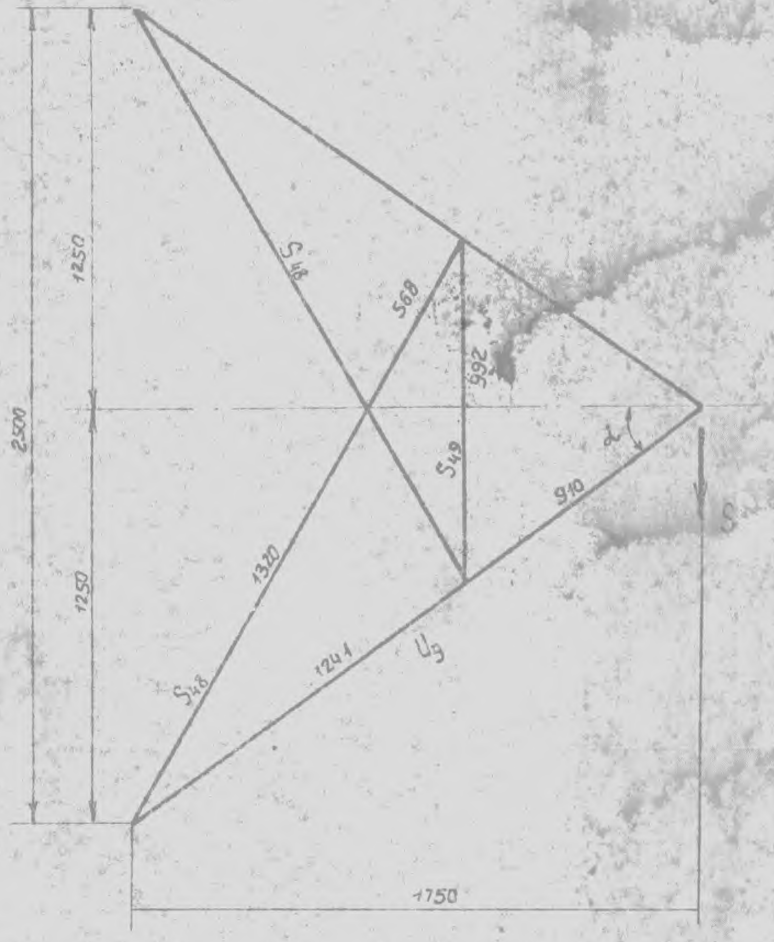
$$R_4 = \frac{q_2 \times 2{,}25}{1{,}2 \times \cos\beta} = \frac{1685 \times 2{,}25}{1{,}2 \times 0{,}83} = 3600 \text{ кГ},$$

где $\cos\beta = \frac{2250}{2550} = 0{,}88$

№ 1315 ТМ/3 л. 90/97
Лист
N1315-ТМ19 87 92

Расчет траверсы l=3,0 м





Нормальный режим ; схема № 2 ; IV р-ку ; провод АС-185; $\beta = 0°$.

Расчет поясов.

$$tg\alpha = \frac{1250}{1750} = 0{,}715$$

$$\alpha = 35°30'\ ; \quad \cos\alpha = 0{,}815$$

$$tg\,\beta = \frac{1200}{2151} = 0{,}558$$

$$\beta = 29°10'; \quad \cos\beta = 0{,}873$$

Усилие в поясе от g_2

$$U_g' = \frac{g_2 \times 1{,}75}{2 \times 1{,}2 \cos\alpha} = \frac{868 \times 1{,}75}{2 \times 1{,}2 \times 0{,}815} = 775\ кг$$

Усилие в поясе от S_1

$$U_g'' = \frac{S_1 \times 1{,}75}{2{,}5 \times \cos\alpha} = \frac{2820 \times 1{,}75}{2{,}5 \times 0{,}815} = 2250\ кг$$

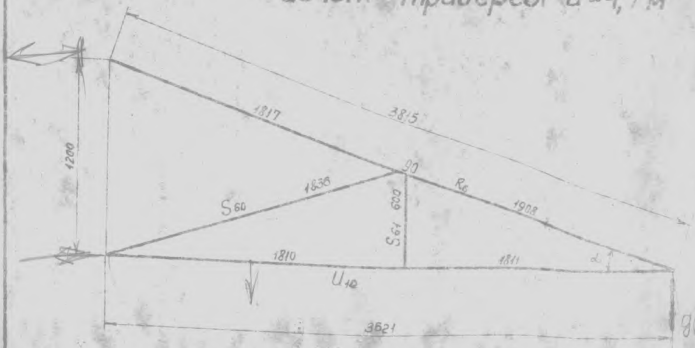
Суммарное усилие в поясе

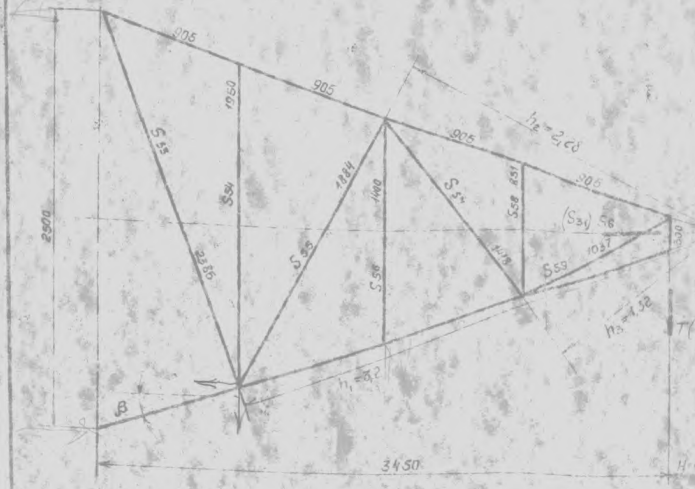
$$U_g = U_g' + U_g'' = 775 + 2250 = 3025\ кг$$

Усилие в тяге.

$$R_5 = \frac{g_2 \times 1{,}75}{2 \times 1{,}2 \cos\alpha \times \cos\beta} = \frac{868 \times 1{,}75}{2 \times 1{,}2 \times 0{,}815 \times 0{,}873} = 890\ кг$$

Расчет траверсы L=4,7 м





$$H = \frac{0{,}34 \cdot 3{,}450}{2{,}500 - 0{,}3} = 0{,}47$$

Расстояния от моментной точки О до раскосов определены графически в масштабе 1:20.

В скобках приведены нагрузки от проводов отвественной линии. Расчет выполнен на нагрузки от проводов магистральной линии, т.к. они оказались большими.

Провод АСО-300.

Схема №4, аварийный режим;

IV р.к.у.; $\alpha = 30°$

$$tg\,\alpha = \frac{1200}{3620} = 0{,}332$$

$\alpha = 18°20'$; $\cos\alpha = 0{,}949$

$$tg\,\beta = \frac{1100}{3450} = 0{,}319$$

$\beta = 17°40'$; $\cos\beta = 0{,}953$

Усилие в поясе.

Усилие в поясе от g

$$U_{10}' = \frac{g \times 3{,}45^2}{2 \times 1{,}2 \times \cos\beta} = \frac{1219 \times 3{,}45}{2 \times 1{,}2 \times 0{,}953} = 1840\ кг.$$

$g = 1019 + 200 = 1219\ кг.$

Усилие в поясе от T_1

$$U_{10}'' = \frac{T_1 \times 3{,}45}{2{,}5 \times \cos\beta} = \frac{3450 \times 3{,}45}{2{,}5 \times 0{,}953} = 5000\ кг$$

Усилие в поясе от S_6

$$U_{10}''' = \frac{S_6 \times 0{,}5}{\cos\beta} = \frac{920 \times 0{,}5}{0{,}953} = 485\ кг$$

$$U_{10} = U_{10}' + U_{10}'' + U_{10}''' = 1840 + 5000 + 485 = 7325\ кг$$

Местный изгиб пояса

$$M = \frac{pe}{3} = \frac{100 \times 181}{4} = 4525\ кг\,см$$

Определение усилий в раскосах

Изгибающий момент относительно точки O_1

$$M_{O_1} = T_1 \times 0{,}47 = 3450 \times 0{,}47 = 1620\ кг.м$$

$$S_{53} = \frac{M_{O_1}}{h_1} = \frac{1620}{3{,}2} = 505\ кг$$

$$S_{55} = \frac{M_{O_1}}{h_2} = \frac{1620}{2{,}28} = 710\ кг$$

$$S_{57} = \frac{M_{01}}{h_3} = \frac{1620}{1,32} = 1230 \text{ кг}$$

$$S_{59} = \frac{M_{01}}{h_4} = \frac{1620}{0,38} = 4260 \text{ кг}$$

Местный изгиб в раскосах.

$$S_{53} = \frac{100 \times 239}{4} = 5980 \text{ кгсм}$$

$$S_{54} = \frac{100 \times 195}{4} = 4870 \text{ кгсм}$$

$$S_{55} = \frac{100 \times 189}{4} = 4720 \text{ кгсм}$$

$$S_{56} = \frac{100 \times 140}{4} = 3500 \text{ кгсм}$$

$$S_{57} = \frac{100 \times 142}{4} = 3550 \text{ кгсм}$$

$$S_{58} = \frac{100 \times 85}{4} = 2120 \text{ кгсм}$$

$$S_{59} = \frac{100 \times 104}{4} = 2600 \text{ кгсм}$$

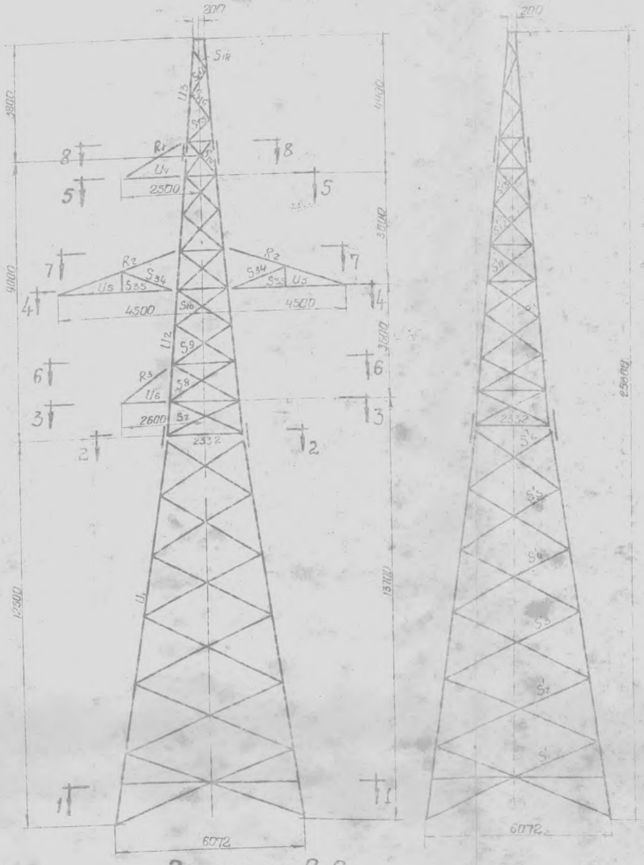
Усилие в тяге R_6.

Схема № 2; нормальный режим; IV р.к.у.

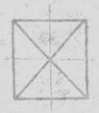
$$K_6 = \frac{g_2 \times 3,45}{2 \times 1,2 \times \cos\alpha_2 \times \cos\beta} = \frac{1685 \times 3,45}{2 \times 1,2 \times 0,940 \times 0,953} = 3690 \text{ кг}$$

N 1315 тм-20 д

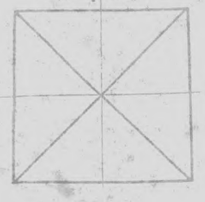
Схема опоры шифр ЦУ 6-4



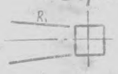
Разрез по 2-2



Разрез по 1-1



Разрез по 8-8



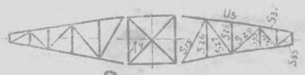
Разрез по 5-5



Разрез по 7-7



Разрез по 4-4



Разрез по 6-6



Разрез по 3-3



Схемы максимальных расчетных нагрузок на опору.

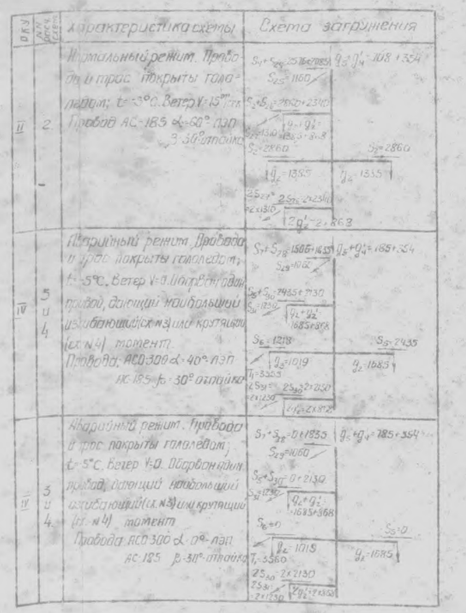


Таблица расчетных величин и подбора сечений элементов опоры.

Часть опоры	Наименование элементов	Обозначение элементов	Усилие от нормативного ветрового напора, кг: норм. режим	Усилие от нормативного ветрового напора, кг: повр. режим	Учет влияния эксцентриситетов при центрировании на башмак: Sp, %	Учет влияния эксцентриситетов при центрировании на башмак: tgα	Расчетное ветровое усилие с учетом коэфф. k, кг: N кг	m	Расчетная длина стержня, см	Сечение	Gор кг	Fнетто см²	W см³	Длина см: в плоскости X	Длина см: в плоскости Y	Радиусы инерции см: rx	Радиусы инерции см: ry	λ max	Jx	i = Jx/F расч	K = i₀/i	Min ширина Mo	Расчетная гибкость: λ пояса или λ раскоса	[λ]	φ	Коэфф. условий работы m	Rбр ψ или Rбетр	Напряжения σ кг/см²: σт N	σт M	Σσ	[σ]	Примечания
Первая секция	Пояс	U1	-44660	—	—	—	-44660	—	2	∠180×11	38.8	33.2		217	217	3.59	8.1						61	120	0.856	—	33.2	1345		1345	1600	
	Раскос	S'1	—	-1590	—	—	-1590	—	4	∠110×7	15.2			341	341	2.19	15.6						156	150	0.302	0.75	3.44	464	—	464	1800	
	Раскос	S'2	—	-1780	—	—	-1780	—	4	∠90×6	10.6			285	285	1.78	15.9						159	180	0.293	0.75	2.32	767	—	767	1800	
	Раскос	S'3	—	-2100	—	—	-2100	—	4	∠70×6	8.15			257	257	1.38	18.6						186	180	0.218	0.75	1.34	1565	—	1565	1800	
	Раскос	S'4	—	-2430	—	—	-2430	—	4	∠70×6	8.15			220	220	1.38	15.9						159	180	0.295	0.75	1.74	1395	—	1395	1800	
	Раскос	S'5	—	-2960	—	—	-2960	—	4	∠70×6	8.15			197	197	1.38	14.3						143	180	0.348	0.75	2.12	1395	—	1395	1800	
	Раскос	S'6	—	-3730	—	—	-3730	—	4	∠70×6	8.15			175	175	1.38	12.7						127	180	0.415	0.75	2.53	1475	—	1475	1800	
Вторая секция	Пояс	U2	-41010	—	—	—	-41010	—	2	∠160×10	31.4	26.3		121	121	3.19	3.8						38	120	0.926	—	29.1	1410	—	1410	1800	
	Раскос	S1	—	-5470	—	—	-5470	—	4	∠70×6	8.15			133	133	1.38	9.6						96	180	0.636	0.75	3.88	1410	—	1410	1800	
	Раскос	S2	—	-4000	—	—	-4000	—	4	∠70×6	8.15			123	123	1.38	8.9						89	180	0.696	0.75	4.25	950	—	950	1800	
	Раскос	S3	—	-4930	—	—	-4930	—	4	∠70×6	8.15			121	121	1.38	8.8						88	180	0.702	0.75	4.3	1150	—	1150	1800	
	Раскос	S10	—	-5250	—	—	-5250	—	4	∠70×6	8.15			95	95	1.38	11						71	180	0.804	0.75	4.9	1170	—	1170	1800	
	Раскос	S'1	—	-3960	—	—	-3960	—	3	∠70×6	8.15			98	98	1.38	11						71	180	0.804	0.75	4.9	810	—	810	1800	
	Раскос	S12	—	-6160	—	—	-5160	—	3	∠70×6	8.15			107	107	1.38	7.8						78	180	0.762	0.75	4.65	1325	—	1325	1800	
	Раскос	S'3	—	-5160	—	—	-5160	—	3	∠70×6	8.15			68	68	1.38	5.0						50	180	0.890	0.75	5.42	1135	—	1135	1800	
	Раскос	S14	-453	—	—	—	-453	—	2	∠70×6	8.15			65	65	1.38	4.6						46	180	0.982	0.75	5.5	82	—	82	1500	
Вторая секция	Диафр.	A3	—	-1985	—	—	-1985	—	4	∠70×6	8.15			161	161	1.34	11.7						10	180	0.411	1.0	3.84	517	—	517	1800	
	Диафр.	A4	—	-2580	—	—	-2580	—	4	∠70×6	8.15			115	115	1.38	8.3						93	180	0.732	1.0	5.96	435	—	435	1800	
	Диафр.	A5	—	-3650	—	—	-3650	—	3	∠70×6	8.15			70	70	1.38	5.1						51	180	0.887	1.0	7.22	505	—	505	1800	
Третья секция	Пояс	U3	-12626	—	—	—	-12626	—	2	∠110×7	13.8			240	240	3.08	7.8	131	0.543	0.13	1.118	87	120	0.708	—	9.8	1290	—	1290	1600	
	Раскос	S15	-1690	—	—	—	-1690	—	2	∠50×5	4.8			158	158	1.94	16.1	11.2	0.071	0.13	0.85	136	180	0.376	0.8×0.9	1.29	1310	—	1310	1600	
	Раскос	S16	-2510	—	—	—	-2510	—	2	∠50×5	4.8			108	108	0.98	11.0	11.2	0.104	0.191	0.98	108	180	0.536	0.8×0.9	1.85	1355	—	1355	1800	
	Раскос	S17	-3360	—	—	—	-3360	—	2	∠50×5	4.8			76	76	0.98	7.7	11.2	0.145	0.445	1.03	47	180	0.839	0.8×0.9	3.10	1210	—	1210	1600	
Верхняя траверса	Пояс	U4	—	-13068	—	—	-13068	3125	3	∠100×7	13.8	12.0		18.0	200	200	3.08	—	65	131	0.855	0.89	0.99	64	120	0.84	0.85	9.26	1325	174	1499	1840	
	Раскос	S45m	—	-6820	—	—	-6820	3530	3	∠90×6	10.6	—		9.5	141	141	—	1.79	19	82.1	0.582	0.89	1.0	79	180	0.756	0.8×0.9	5.78	1180	356	1536	1800	
	Раскос	S22	—	-4790	—	—	-4790	24000 / 5270	3	2∠90×6	21.6	23.4		120	90	90	2.78	—	16	2∠47 / 2080				16	400	—	0.9	16.35	293	360 / 640	1683	1800	
	Раскос	S20	—	—	—	—	—	2430	3	∠90×6	10.6			49	99	99	—	1.79	55	—	—	—	—	55	220	—	—	—	—	250	250	1800	
	Тяга	R1	+2850	—	—	—	+2850	—	2	∠90×5	4.8	3.4	—	232	232	—	0.98	237	—	—	—	—	237	400	—	0.9	3.54	806	—	806	1600	
Средняя траверса	Пояс	U5	—	-10020	—	—	-10020	1600 / 4500	4	∠90×6	10.6			12.45 / 33.8	180	180	2.78	—	65	521	0.456	—	—	65	120	0.835	0.85	7.52	1330	153 / 133	1616	1800	
	Тяга	R2	+2750	—	—	—	+2750	—	2	∠50×5	4.8			196	196	—	0.98	200	—	—	—	—	200	400	—	—	4.3	575	—	575	1600	
	Раскос	S25	—	-8140	—	—	-840	4200	4	∠70×6	8.15	—		5.66	168	168	—	1.38	122	37.6	0.224	0.492	0.954	116	175	0.478	0.8×0.9	2.80	300	742	1042	1800	
	Раскос	S21	—	-1190	—	—	-1190	3540	4	∠70×6	8.15			5.55	146	146	—	1.38	106	37.6	0.257	0.564	0.993	103	176	0.510	0.8×0.9	3.28	363	645	1008	1800	
	Раскос	S29	—	-1900	—	—	-1900	3057	4	∠70×6	8.15			5.50	122	122	—	1.38	89	37.6	0.308	0.675	1.0	89	176	0.696	0.8×0.9	4.10	464	540	1004	1800	
	Раскос	S31	—	-3020	—	—	-3920	2440	4	∠70×6	8.15			5.50	96	96	—	1.38	70	37.6	0.392	0.86	1.0	70	168	0.810	0.8×0.9	4.15	825	425	1250	1800	
	Раскос	S23	—	-2430	—	—	-2430	1350	4	∠50×5	4.8	—		2.31	54	54	—	0.98	55	11.2	0.208	0.457	1.0	55	164	0.815	0.8×0.9	3.03	705	585	1290	1800	
	Раскос	S26						3370		∠50×5	4.8	—		2.31	132	132	—								200	—	—	—	—	1430	1430	1800	
	Раскос	S28 ; S30 ; S32 ; S34 ; S33 ; S36 Конструктивно								∠50×5																						
Нижняя траверса	Пояс	U6	+1810	—	—	—	+1810	—	2	∠90×6	10.6	—		12.45	169	169	2.78	—	61	—	—	—	—	61	120	0.855	0.85	7.7	565	—	565	1600	
	Стойка	S35	-2690	—	—	—	-2690	—	2	∠90×6	10.6	—		12.45	407	407	2.78	—	144	—	—	—	—	144	180	—	—	10.6	392	—	1482	1600	
	Раскос	S37	-2130	—	—	—	-2130	—	2	∠90×6	10.6	—		12.45	185	185	—	1.79	103	—	—	—	—	103	180	—	0.85	6.9	690	—	690	1600	
	Тяга	R3	+1580	—	—	—	+1580	—	2	∠50×5	4.8	—		—	220	220	—	0.98	225	—	—	—	—	225	400	—	—	4.8	165	—	165	1500	

Примечания:

1. Материал сталь марки ВСт3 с допускаемым напряжением:
   а) для нормативных режимов [σ] = 1510 кг/см²;
   б) для аварийных режимов [σ] = 1800 кг/см².
2. Сортамент уголков принят по ГОСТ 8509-57.
3. Расчет выполнен согласно ПУЭ-58, Н и ТУ 141-45, письму института Энергосетьпроект № 09-300 от 20 ноября 1961 г. и инструкции ТЭП'а № 30204.
4. Весовые нагрузки от проводов и троса приняты с учетом ветрового увеличения эквивалентного пролета против расчетного на 25%.
5. Расчетными приняты следующие условия:
   Два магистральных линии: провод АС-300/39 α=40° на ответвлении провода АС-185 и β=30°
   2) на магистральной линии - провод АС-185 и β=60° на ответвлении провода АС-185 и β=30°
4. Суммарное давление ветра на конструкцию опоры:
   по схеме 1 вдоль оси траверсы - 2617 кг;
   по схеме 2 вдоль оси траверсы - 706 кг.
5. Расчет опоры от чертеж N 1315 тм-19.
6. Монтажная схема опоры N 1315 тм-14 д.

Данным чертежом аннулируется чертеж N 1315 тм-20
Гл. инженер Донец Е.М.
1965 г.

N 1315тм/3 Л. 96/97

ЭСП	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Украинское отделение	Унифицированные специальные свободностоящие одноцепные стальные анкерно-угловые опоры ВЛ 110 и 150 кв. Рабочие чертежи.		Лист	N1
	Нач. СТП	Гнидельман	Одноцепная анкерно-угловая		
	Руководитель группы	Власенко	промежуточная (плечевая) опора.		
	Старший инженер	Донец	Шифр ЦУ 6-4.		
г. Харьков сентябрь 1963 г.	Инженер	Шульгевич	Расчетный лист.		
	Чертежник	Донец	М 1:100 / Разм. 50 см²	N 1315 тм-20 д	

1315/3 — 96

Таблица расчетных величин и подбора сечений элементов опор

Схема опоры

Шифр 4Ц46-5

315 тм-34

Разрез по 1-1

Разрез по 2-2

Разрез по 3-3

Разрез по 4-1

Разрез по 5-5

Разрез по 6-6

Разрез по 7-7

Разрез по 8-8

Разрез по 9-9

Разрез по 10-10

Разрез по 11-11

Разрез по 12-12

Разрез по 13-13

Разрез по 14-14

Разрез по 15-15

Схемы максимальных расчетных нагрузок на опору

Схема загружения

Примечания:

1. Материал: сталь марки Вст.3 с допускаемым напряжением:
   а) для нормальных режимов [б] = 1500 кг/см². б) для аварийных режимов [б] = 1800 кг/см²
2. Сортамент уголков принят по ГОСТ 8509-57.
3. Расчет выполнен согласно ПУЭ-58, Ин 191-46, письму инстанции N 09-360 от 20 ноября 1962 и инструкции ТЭП № 30204-е
4. Расчетные климатические условия:
   а) на магистральной линии: провод АС 0-300 при θ=30°(в РКЭ) на отвердении в 1-ом этом тяжение при наибольшей ветровой нагрузке, равным 120 кг, что обеспечено установкой на анкерно-угловой линии концевой арматуры.
   б) на магистральной линии: провод АС-185 при θ=0° (в РКЭ) провод АС-150 при θ=0° (в РКЭ)
5. Способом нормальных проводов и троса применять с учетом требования эксплуатации.
6. Сытование крепление троса на металлическую опору по схеме 2 бака все траверсы на магистральной линии 3300 кг, по схеме 2 бака все траверсы на магистральной линии 1050 кг.
7. Расчеты даны по черт. N 1315 тм-19.
8. Монтажная схема опоры черт. N 1315 тм-21.

Данный чертеж линкуется чертежом N 1315 тм-34

Взамен инв. № 1315 тм-34

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

ЭСП | ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Украинское отделение

N 1315 тм/3 л. 97/97

Анкерно-угловая опора на 330 кв. Одноцепная. Промежуточная опора на 330 кв. Одноцепная

Разрез. черт. Листов N

Экспериментальная анкерно-угловая (облегченная) опора 4Ц46-5 на 330 кв.

Расчетный лист

gost.e-ecolog.ru