

МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ С С С Р  
Г Л А В Т Е Х С Т Р О Й П Р О Е К Т  
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ  
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
« Э Н Е Р Г О С Е Т Ъ П Р О Е К Т »

# ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

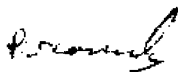
УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ  
ОПОРЫ ВЛ 35, 110 и 150 кВ

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 3

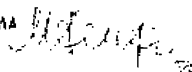
РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР 35 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР  
ИНСТИТУТА



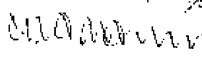
/С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА  
ИНСТИТУТА



/М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ  
ИНСТИТУТА



/А. ЛЕВИН/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ  
ПО ВЛ



/В. ВСЕВОЛОД/

МОСКВА - 1968

N 3078 - 3 *Лист*  
1

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

# ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ  
ОПОРЫ ВЛ 35, 110 и 150 кВ

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ  
ТОМ 3

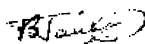
РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР 35 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР



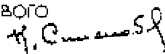
/И. К. КРЮКОВ/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА



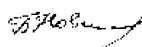
/Н. РУМЯНЦЕВ/

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ТИПОВОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ



/А. СИНЕЛОВОВ/

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА



/В. НОВГОРОДЦЕВ/

ЛЕНИНГРАД 1958 г.

N 3078 ТМТЗ 

Лист
2/31

Состав проекта

	Циф. номер
Том 1 - Пояснительная записка	3078ТМ-Т1
Том 2 - Расчеты промежуточных опор ВЛ 35кВ	3078ТМ-Т2
Том 3 - Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 35кВ	3078ТМ-Т3
Том 4 - Расчеты промежуточных опор ВЛ 110кВ	3078ТМ-Т4
Том 5 - Расчеты промежуточных опор ВЛ 150кВ	3078ТМ-Т5
Том 6 - Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 110-150кВ	3078ТМ-Т6
Том 7 - Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 35кВ	3078ТМ-Т7
Том 8 - Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 35кВ	3078ТМ-Т8
Том 9 - Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 110 и 150кВ	3078ТМ-Т9
Том 10 - Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 110-150кВ	3078ТМ-Т10
Том 11 - Нагрузки на фундаменты	3078ТМ-Т11

## Аннотация

В настоящем томе приводятся расчеты свободстоящих анкерно-угловых опор ВЛ 35 кв. одноцепной УЗС-1 и двухцепной УЗС-2

Все опоры рассчитаны на нагрузки III района по ветру: марки проводов ЛПГЭС 839-59 и районы по гололеду, принятые в расчетах каждой опоры, указаны на листах нагрузок (см. листы 7, 8, 9, 10).

Расчеты опор выполнены по методу предельных состояний согласно нормам ПУЭ-65, СНиП II-И. 9-62 с учетом изменений некоторых пунктов ПУЭ-65, утвержденным решением Министерства энергетики и электрификации СССР № 113 от 7 сентября 1967г при рассмотрении проекта унифицированных опор. Секции и элементы опор рассчитаны на наиболее неблагоприятные условия их применения.

Расчетные листы включены в объем томов расчетов, а также в объем рабочих чертежей соответствующих опор.

В расчетах учтена возможность установки опор на подставки высотой 9 м, при установке опоры на разработанные подставки высотой  $H=5,0$  м, в элементах опоры имеется небольшой запас.

Подсчет нагрузок, выполнен с разностью и без разности тяжения. В числителе - указаны нагрузки без разности тяжения, в знаменателе - с разностью тяжений.

## Содержание тома 3

Листы

### А. Опора У35-1

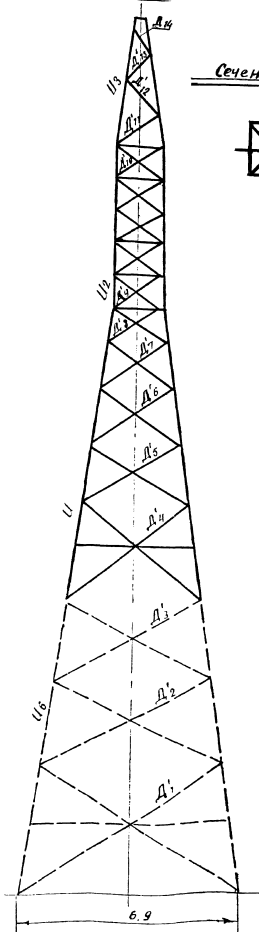
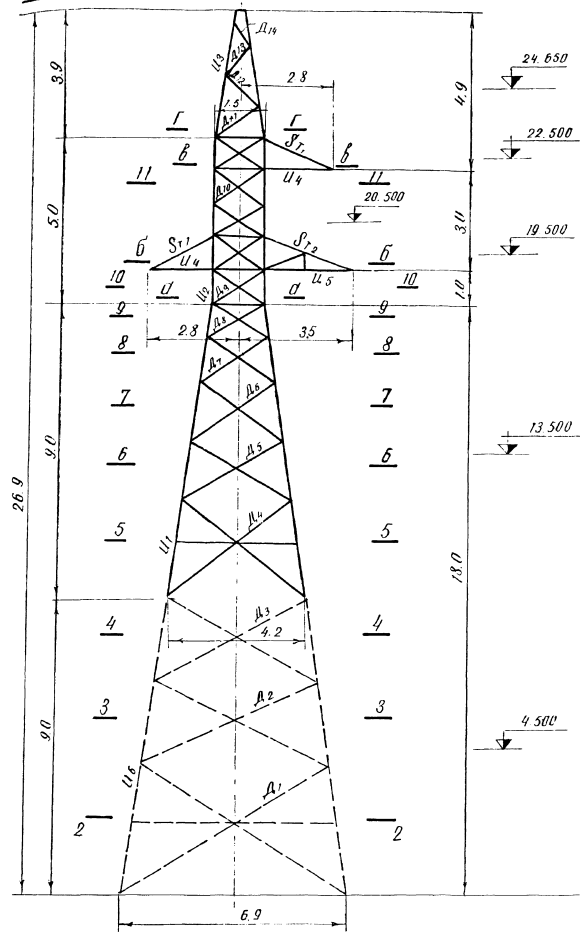
1	Эскиз опоры	6
2	Нагрузки на опору	7-10
3	Давление ветра на конструкцию опоры	11
4	Расчет поясов ствoла опоры	12,13
5	Расчет раскосов ствoла опоры	14-16
6	Расчет тросостойки	17, 18
7	Расчет траверса	19-21
8	Расчет распорок и диафрагм	22

### Б. Опора У35-2

1	Эскиз опоры	23
2	Нагрузка на опору	24-27
3	Давление ветра на конструкцию опоры	28
4	Расчет поясов ствoла опоры	29
5	Расчет раскосов ствoла опоры	30, 31

### В. Расчетные листы опор

У35-1	№3078 ТМ — 137
У35-2	№3078 ТМ — 138



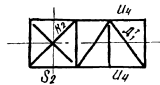
Сечение а-а



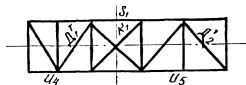
Сечение 2-2



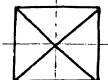
Сечение в-в



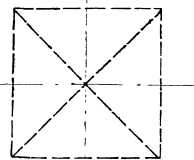
Сечение б-б



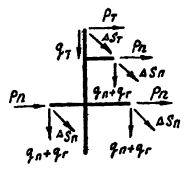
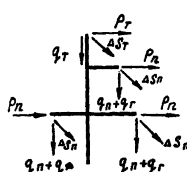
Сечение 5-5



Сечение 4-2



### Нагрузки на одноцепные анкерно-угловые опоры ВЛ 35 кВ. шифр У 35 - 1

Л.М. с/км	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	I район вологодск.																								II район вологодск												
					АС-150												С-35												АС-150						С-35						
					ℓ прог. = 320 м. ℓ рас. = 410 м. ℓ каб. = 330 м.																								ℓ прог. = 330 м. ℓ рас. = 380 м. ℓ каб. = 310 м.												
					0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°								
нормат.	ℓ	расчет.	нормат.	ℓ	расчет.	нормат.	ℓ	расчет.	нормат.	ℓ	расчет.	нормат.	ℓ	расчет.	нормат.	ℓ	расчет.	нормат.	ℓ	расчет.	нормат.	ℓ	расчет.	нормат.	ℓ	расчет.	нормат.	ℓ	расчет.												
I	Провода и трос не обвешаны и обвешаны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей тросов.	$t = -5^{\circ}C; \alpha = 0; \rho_n = 50 \text{ кг/м}^3; \rho_T = 55 \text{ кг/м}^3$ 	Давление ветра на пролет провода, троса.	$P_1$	265/170	1,2	220/210	280/165	1,2	230/205	230/150	1,2	130/130	155/85	1,2	150/100	115/75	1,2	125/90	265/170	1,2	320/210	280/165	1,2	215/205	230/150	1,2	230/180	130/85	1,2	155/100	180/85	1,2	150/100	115/75	1,2	135/90				
				$P_2$	0/0	-	0/0	640/340	1,3	830/705	1830/1535	1,3	2380/2000	0/0	1,3	0/0	380/340	1,3	495/440	1080/980	1,3	1420/1280	0/0	1,3	0/0	555/495	1,3	225/245	1680/1420	1,3	2080/1850	0/0	1,3	0/0	270/290	380/330	1,3	1030/1080			
				$P_n$	265/170	1,2	220/210			1145/910			2860/2180			155/100			645/540			1555/1370			320/210			1040/850			2260/2030			155/100			500/180			1165/1170	
				$P_T$	590/590	1,3	770/770	580/580	1,3	780/780	510/510	1,3	670/670	210/210	1,3	270/270	205/205	1,3	270/270	180/180	1,3	230/230	360/360	1,3	470/470	350/350	1,3	455/455	310/310	1,3	405/405	-90/-90	1,3	-120/-120	-90/-90	1,3	-120/-80	-80/-80	1,3	-105/-105	
				$\Delta S_n$	590/590	1,3	770/770	580/580	1,3	780/780	510/510	1,3	670/670	210/210	1,3	270/270	205/205	1,3	270/270	180/180	1,3	230/230	360/360	1,3	470/470	350/350	1,3	455/455	310/310	1,3	405/405	-90/-90	1,3	-120/-120	-90/-90	1,3	-120/-80	-80/-80	1,3	-105/-105	
				$\Delta S_T$	590/590	1,3	770/770	580/580	1,3	780/780	510/510	1,3	670/670	210/210	1,3	270/270	205/205	1,3	270/270	180/180	1,3	230/230	360/360	1,3	470/470	350/350	1,3	455/455	310/310	1,3	405/405	-90/-90	1,3	-120/-120	-90/-90	1,3	-120/-80	-80/-80	1,3	-105/-105	
$q_n$	255/180	1,1	280/175	255/180	1,1	280/175	255/160	1,1	280/175	130/80	1,1	145/90	130/80	1,1	145/90	130/80	1,1	145/90	240/150	1,1	265/165	240/150	1,1	265/165	240/150	1,1	265/165	125/80	1,1	140/90	125/80	1,1	140/80	125/80	1,1	140/90					
$q_T$	180/180	1,1	175/175	180/180	1,1	175/175	180/180	1,1	175/175	80/80	1,1	90/90	80/80	1,1	90/90	80/80	1,1	90/90	150/150	1,1	165/165	150/150	1,1	165/165	150/150	1,1	165/165	80/80	1,1	90/90	80/80	1,1	90/80	80/80	1,1	90/90					
$g_r$	100/100	1,1	110/110	100/100	1,1	110/110	100/100	1,1	110/110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100/100	1,1	110/110	100/100	1,1	110/110	100/100	1,1	110/110	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
II	Провода и трос не обвешаны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей тросов.	$t = -5^{\circ}C; \alpha = 5 \text{ мм}; \rho_n = 125 \text{ кг/м}^3; \rho_T = 140 \text{ кг/м}^3; c = 10 \text{ мм}; \rho_T = 140 \text{ кг/м}^3$ 	Давление ветра на пролет провода, троса.	$P_1$	130/85	1,4	180/120	130/85	1,4	180/120	115/75	1,4	160/105	100/65	1,4	140/90	100/60	1,4	125/80	180/120	1,4	250/170	180/120	1,4	250/170	155/105	1,4	220/145	155/100	1,4	220/140	155/100	1,4	220/140	135/90	1,4	190/125				
				$P_2$	0/0	-	0/0	640/540	1,3	830/705	1830/1535	1,3	2380/2000	0/0	1,3	0/0	390/350	1,3	505/455	115/1010	1,3	1450/1315	0/0	1,3	0/0	740/620	1,3	980/810	230/1800	1,3	2760/2340	0/0	1,3	0/0	380/380	505/415	1,3	1485/1485			
				$P_n$			180/120			1010/825			2540/2105			140/90			545/545			1575/1395			250/170			1210/980			2380/2185			220/140			725/645			1685/1625	
				$P_T$			180/120			1010/825			2540/2105			140/90			545/545			1575/1395			250/170			1210/980			2380/2185			220/140			725/645			1685/1625	
				$\Delta S_n$	590/590	1,3	770/770	580/580	1,3	780/780	510/510	1,3	670/670	210/210	1,3	270/270	205/205	1,3	270/270	180/180	1,3	230/230	660/660	1,3	860/860	650/650	1,3	840/840	570/570	1,3	740/740	0/0	1,3	0/0	0/0	0/0	1,3	0/0	0/0	1,3	0/0
				$\Delta S_T$	590/590	1,3	770/770	580/580	1,3	780/780	510/510	1,3	670/670	210/210	1,3	270/270	205/205	1,3	270/270	180/180	1,3	230/230	660/660	1,3	860/860	650/650	1,3	840/840	570/570	1,3	740/740	0/0	1,3	0/0	0/0	0/0	1,3	0/0	0/0	1,3	0/0
$q_n$	255/180	1,1	280/175	255/180	1,1	280/175	255/160	1,1	280/175	130/80	1,1	145/90	130/80	1,1	145/90	130/80	1,1	145/90	240/150	1,1	265/165	240/150	1,1	265/165	240/150	1,1	265/165	125/80	1,1	140/90	125/80	1,1	140/80	125/80	1,1	140/90					
$q_T$	180/180	1,1	175/175	180/180	1,1	175/175	180/180	1,1	175/175	80/80	1,1	90/90	80/80	1,1	90/90	80/80	1,1	90/90	150/150	1,1	165/165	150/150	1,1	165/165	150/150	1,1	165/165	80/80	1,1	90/90	80/80	1,1	90/80	80/80	1,1	90/90					
$g_r$	100/100	1,1	110/110	100/100	1,1	110/110	100/100	1,1	110/110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100/100	1,1	110/110	100/100	1,1	110/110	100/100	1,1	110/110	-	-	-	-	-	-	-	-	-					

**Примечание:**

1. Разность тяжения определяется для пролета ℓ = 100 м.
2. Максимальное напряжение в тросе  $\sigma_T = 30 \text{ кг/мм}^2$

2078ТМ-3

перезуки на одиночные анкерно-угловые опоры ВЛ 35 кВ. шифр У35-1

М.М.СМ	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	III район гололеда												IV район гололеда																														
					ЛС-150						С-35						ЛС-150						С-35																								
					t ветр = 240 м. t рос = 300 м. t обл = 240 м.												t ветр = 240 м. t рос = 260 м. t обл = 210 м.																														
					0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°																				
нормат.		л		расчет.		нормат.		л		расчет.		нормат.		л		расчет.		нормат.		л		расчет.																									
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$q_n = 50 \text{ кг/м}^2$ $q_r = 55 \text{ кг/м}^2$ $t = -5^\circ\text{C}$ $c = 0$		Давление ветра на пролет провода, троса.	$P_1$	195/140	220/170	190/140	1,2	1,2	230/170	120	1,2	200/145	90/65	1,2	110/80	90/65	1,2	85/70	195/140	12	230/170	190/140	1,2	220/170	120	1,2	240/140	90/65	1,2	110/80	90/65	1,2	80/60	95/70											
				Составляющая вдоль траверсы от тяжести провода, троса.	$P_2$	0/0	0/0	410/420	1,3	1,3	535/545	1180/1210	1,3	1540/1570	0/0	1,3	0/0	230/310	655/700	1,3	850/910	0/0	1,3	0/0	300/370	1,3	390/420	875/1050	1,3	1180/1380	0/0	1,3	0/0	320/325	415/420	320/330	1,3	1200/1210									
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	$P_T$			290/170			765/715			1740/1715			110/80			410/390			945/980			290/170			620/650			1330/1530			110/80			585/500	1295/1280								
				Составляющая $\perp$ траверсе от разности тяжести провода, троса.	$\Delta S_T$	60	1,3	80	60	1,3	80	50	1,3	65	95	1,3	125	95	1,3	125	85	1,3	110	350	1,3	465	340	1,3	440	300	1,3	390	0	1,3	0	0	1,3	0	0	1,8	0						
				Вес пролета провода, троса.	$q_n$	185	1,1	205	185	1,1	205	185	1,1	205	95	1,1	105	95	1,1	105	95	1,1	105	180	1,1	175	160	1,1	175	160	1,1	120	110	1,1	120	60	1,1	95	85	1,1	95	85	1,1	65	60	1,1	65
				$q_r$	125		140	125		140	125		140	65		70	65		70	65		70	110		120	110		120	110		120	110		120	60		65	60		65	60		65				
$q_T$																																															
$q_r$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110																																						
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$q_n = 14 \text{ кг/м}^2$ $q_r = 14 \text{ кг/м}^2$ $t = -5^\circ\text{C}$ $c = 20 \text{ мм}$		Давление ветра на пролет провода, троса.	$P_1$	190/135	265/185	185/130	1,4	1,4	260/185	165/115	1,4	230/160	150/105	1,4	210/150	145/105	1,4	200/150	130/90	1,4	180/130	230/170	1,4	320/240	225/170	1,4	315/240	200/145	1,4	280/200	150/135	1,4	265/185	185/130	1,4	260/185	165/115	1,4	230/160						
				Составляющая вдоль траверсы от тяжести провода, троса.	$P_2$	0/0	1,4	0/0	740/670	1,4	1035/940	2120/2700	1,4	2960/2700	0/0	1,4	0/0	390/390	14	550/550	1115/1115	1,4	1560/1560	0/0	1,4	0/0	740/725	1,4	1035/1020	2130/2090	1,4	2980/2920	0/0	1,4	0/0	390/390	1,4	550/550	1115/1115	1,4	1560/1560						
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	$P_T$	190/135		265/185	325/800		1295/1125	2285/2045		210/150				750/700		1740/1630			320/240																								
				Составляющая $\perp$ траверсе от разности тяжести провода, троса.	$\Delta S_T$	390	1,4	545	380	1,4	530	840	1,4	475	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	80	1,4	110	80	1,4	110	70	1,4	100	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0			
				Вес пролета провода, троса.	$q_n$	185/125	1,1	205/140	185/125	1,1	205/140	185/125	1,1	205/140	95/65	1,1	105/70	95/65	1,1	105/70	95/65	1,1	105/70	180/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120
				$q_r$	410/270		2,0	880/540	410/270		2,0	880/540	410/270		2,0	880/540	410/270		2,0	880/540	410/270		2,0	880/540																							
$q_T$																																															
$q_r$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110																																						

3078 ТМ-1 1.9/82







# Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Наименование конструкции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скорости ветра по высоте	Нормативный скоростной напор $q_0 = \frac{\rho v_0^2}{2}$	Площадь элементов фермы $\Sigma f_i$ (м <sup>2</sup> )	Площадь по контуру $R$ (м <sup>2</sup> )	Коэффициент заполнения $\psi = \frac{\Sigma f_i}{R}$	Аэродинамический коэфф. фермы $C_x = C_z \psi = 0,4 \psi$	$\beta$ при $\frac{B}{h}$	Аэродинамический коэфф. проств. фермы $C_{pr} = C_{pr} (1-\psi)$	Нормативная ветровая нагрузка без коэфф. динамичности		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамичности $B=1,35$	
										Ветер II траверсе $P = q_0 C_{pr} S$		коэфф. переср. $K$	
										Сх. I	Сх. II	$n=1,2$ Сх. I	$n=1,0$ Сх. II
Верхняя траверса		1,4	71	0,32	1,15	0,28	0,392	0,747	0,685	25,2 (56)	6,3 (14)	41	8,5
Средняя траверса		1,3	65	0,42	1,5	0,28	0,392	0,747	0,685	30 (66,5)	7,5 (16,6)	48,6	10,0
Широкая траверса		1,3	65	0,32	1,15	0,279	0,392	0,747	0,685	22,8 (51)	5,7 (13)	37	7,7
Расстояния секция		1,45	73	0,74	3,32	0,223	0,312	0,81	0,565	137	34	222	46
Верхняя секция		1,35	68	1,9	7,5	0,272	0,382	0,73	0,66	336	84	545	113
Широкая секция		1,0	50	4,36	25,6	0,17	0,238	0,895	0,45	575	144	935	195
Подставка		1,0	50	5,20	50,0	0,104	0,146	0,99	0,29	725	181	1170	245
										$\Sigma 1851$	$\Sigma 463$	$\Sigma 2998$	$\Sigma 625$

**Примечания:**

1. Опора сосчитана на скоростной напор  $50 \text{ км/ч}^2$  на высоте до 15 м.  
 2. Ветровые нагрузки на траверсы  $P_{тр}$ , указанные в скобках определены при направлении ветра  $\perp$  траверсе. При ветре  $\parallel$  траверсе нагрузка составляет  $0,45 P_{тр}$

## Определение усилий в поясах ствoла опоры

Сечение отмет- ка, база	Схема I, I р-н гололёда, $\alpha = 60^\circ$ . Разность тяжёний				Схема II концевая IV р-н гололёда $\alpha = 0^\circ$				Схема III, IV р-н гололёда, $\alpha = 60^\circ$ без разн. тяжёний			
	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальная нагрузка G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки (т)	Изгибающие моменты			
	От нагрузок на провода и трос $M_H$ (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_L$ (тм)	От ветра на конструкцию опоры $M_{WH}$ (тм)		От нагрузок на провода и трос $M_H$ (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_L$ (тм)	От ветра на конструкцию $M_{WH}$ (тм)		От нагрузок на провода и трос $M_H$ (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_L$ (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)	
10-10 ▽ 18,5 8-1,5м	$1,37 \times 8,4 = 11,50$ $2,18 \times 3,5 = 7,62$ $2,18 \times 2 \times 0,5 = 2,18$ $1,91 M_H = 21,30$ $M_{WH} = 0,285 \times 3,5 = 1,00$ $\Sigma M_H = 22,30$	$0,23 \times 8,4 = 1,93$ $0,67 \times 3,5 = 2,34$ $0,67 \times 2 \times 0,5 = 0,67$ $2,24 \Sigma M_L = 4,95$	$0,041 \times 4,0 = 0,164$ $0,0186 \times 1,0 = 0,019$ $0,037 \times 1,0 = 0,037$ $0,222 \times 5,95 = 1,320$ $0,545 \times 2,0 = 1,090$ $0,894 M_{WH} = 2,66$	$0,09 \times 1,0 = 0,090$ $0,285 \times 3 = 0,855$ $0,21 \times 8,4 = 1,760$ <u>2,81</u>	$0,132 \times 8,4 = 1,01$ $0,14 \times 3,5 = 0,49$ $0,14 \times 2 \times 0,5 = 0,14$ $0,552 M_H = 1,64$ $M_{WH} = \frac{2,2}{3,24}$	$1,56 \times 8,4 = 13,10$ $2,98 \times 3,5 = 10,40$ $2,98 \times 2 \times 0,5 = 2,98$ $10,5 M_L = 26,48$	$0,0085 \times 4,0 = 0,034$ $0,01 \times 1,0 = 0,010$ $0,0085 \times 1,0 = 0,008$ $0,046 \times 5,95 = 0,270$ $0,113 \times 2,0 = 0,226$ $\frac{0,186}{0,55}$	$0,457 \times 1 = 0,457$ $0,745 \times 3 = 2,235$ $0,21 \times 8,4 = 1,76$ <u>44,52</u>	$1,32 \times 8,4 = 11,10$ $1,29 \times 3,5 = 4,50$ $(2,55 \times 2) \times 0,5 = 1,92$ $6,45 M_H = 17,52$ $M_{WH} = 1,37 \times 3,8 = 4,8$ $\Sigma M_H = 22,32$	$2,2 \times 0,5 = 1,10$ $2,2 \times 3,5 = 7,70$ $4,4 M_L = 8,8$	$0,915 \times 1 = 0,915$ $0,742 \times 2 = 1,484$ $1,375 \times 1 = 1,375$ $0,210 \times 8,4 = 1,76$ <u>5,53</u>	
	$\mathcal{U}_2 = \frac{22,30 + 4,95 + 2,66 + 2,81}{2 \times 1,5} + \frac{2,81}{3} + 0,7 = 10,0 + 0,7 = 10,7 \text{ тн.}$				$\mathcal{U}_2 = \frac{3,84 + 26,48 + 0,55 + 4,452}{2 \times 1,5} + \frac{30,87}{3} + 1,11 = 10,3 + 1,11 = 11,41 \text{ тн.}$				$\mathcal{U}_2 = \frac{22,32 + 8,8}{2 \times 1,5} + \frac{5,53}{3} + 1,4 = 10,4 + 1,4 = 11,80 \text{ тн.}$			
5-5 ▽ 10,7 8-3,7м	$22,30$ $7,91 \times 7,8 = 61,70$ $7,91 \Sigma M_H = 84,00$	$4,95$ $2,24 \times 7,8 = 17,50$ $2,24 \Sigma M_L = 22,45$	$0,894 \times 7,8 = 6,96$ $0,935 \times 2,8 = 2,62$ $1,83 \Sigma M_{WH} = 12,24$	$2,81$ $0,21 \times 7,8 = 1,64$ <u>4,45</u>	$3,84$ $0,552 \times 7,8 = 4,30$ $0,552 \quad 8,14$	$26,48$ $10,5 \times 7,8 = 82,00$ $10,5 \quad 108,48$	$0,186 \times 7,8 = 1,45$ $0,195 \times 2,8 = 0,55$ $0,38 \quad 2,55$	$4,452$ $0,21 \times 7,8 = 1,640$ <u>6,09</u>	$22,32$ $6,45 \times 7,8 = 50,30$ $6,45 \quad 72,62$	$8,8$ $4,4 \times 7,8 = 34,4$ $4,4 \quad 43,2$	$5,53$ $0,21 \times 7,8 = 1,64$ <u>7,17</u>	
	$\mathcal{U}_1 = \frac{84,00 + 22,45 + 12,24}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{4,45}{4} = \frac{119,70}{7,3} + 1,11 = 16,3 + 1,11 = 17,41 \text{ тн.}$				$\mathcal{U}_1 = \frac{8,14 + 108,48 + 2,55}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{6,09}{4} = \frac{119,17}{7,3} + 1,53 = 16,4 + 1,53 = 17,93 \text{ тн.}$				$\mathcal{U}_1 = \frac{72,62 + 43,2}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{7,17}{4} = 15,85 + 1,80 = 17,65 \text{ тн.}$			
2-2 ▽ 2,2 8-6,25	$84,00$ $7,91 \times 8,5 = 67,20$ $\Sigma M_H = 151,20$	$22,45$ $2,24 \times 8,5 = 19,00$ $2,24 \Sigma M_L = 41,45$	$1,83 \times 8,5 = 15,60$ $1,17 \times 2,3 = 2,70$ $3,0 \Sigma M_{WH} = 30,54$	$4,45$ $0,21 \times 8,5 = 1,78$ <u>6,23</u>	$8,14$ $0,552 \times 8,5 = 4,55$ $0,552 \quad 12,69$	$108,48$ $10,5 \times 8,5 = 89,25$ $10,5 \quad 197,90$	$0,38 \times 8,5 = 3,23$ $0,245 \times 2,3 = 0,56$ $0,625 \quad 6,34$	$6,09$ $0,21 \times 8,5 = 1,78$ <u>7,87</u>	$72,62$ $6,45 \times 8,5 = 54,98$ $6,45 \quad 127,60$	$43,2$ $4,4 \times 8,5 = 37,4$ $4,4 \quad 80,6$	$7,17$ $0,21 \times 8,5 = 1,78$ <u>8,95</u>	
	$\mathcal{U}_6 = \frac{151,2 + 41,45 + 30,54}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{6,23}{4} = 18,29 + 1,56 = 19,76 \text{ тн.}$				$\mathcal{U}_6 = \frac{12,69 + 197,90 + 6,34}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{7,87}{4} = \frac{216,93}{12,3} + 1,97 = 17,7 + 1,97 = 19,67 \text{ тн.}$				$\mathcal{U}_6 = \frac{127,6 + 80,6}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{8,95}{4} = 16,9 + 2,24 = 19,14 \text{ тн.}$			

3078 тн-т.3 л. 13/62

## Определение усилий в поясах ствола опоры

Сечение, отметка, база	Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha = 60^\circ$ без разности тяжений			Схема II, III р-н гололеда, $\alpha = 60^\circ$ с разностью тяжений (без троса)			Схема III, IV р-н гололеда, $\alpha = 60^\circ$ (без троса)			
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (тн)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (тн)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (тн)	
	От нагрузок на провода и тросы $M_{II}$ (тм)	От ветра на конструкцию $M_{III}$ (тм)		От нагрузок на провода $M_{II}$ (тм)	От нагрузок на провода $M_{II}$ (тм)		От ветра на конструкцию $M_{III}$ (тм)	От нагрузок на провода $M_{II}$ (тм)		От нагрузок на провода $M_{II}$ (тм)
10-10 ▽ 18,5 $b = 1,5$ м	$1,79 \times 8,4 = 15,1$ $3,26 \times 3,5 = 11,4$ $3,26 \times 2 \times 0,5 = 3,26$ <hr/> 11,57 $M_{II} = 29,76$ $M_{III} = 1,375 \times 3,5 = 4,8$ $\Sigma M_{II} = 34,56$	$0,0085 \times 4 = 0,034$ $0,01 \times 1 = 0,010$ $0,0085 \times 1 = 0,008$ $0,046 \times 5,95 = 0,270$ $0,113 \times 2,0 = 0,226$ <hr/> 0,186      0,55	$0,915 \times 1 = 0,915$ $1,375 \times 3 = 4,120$ $0,21 \times 8,4 = 1,76$ <hr/> 6,795	$2,86 \times 3,5 = 10,00$ $2,86 \times 2 \times 0,5 = 2,86$ <hr/> 8,58 $M_{II} = 12,86$ $M_{III} = 0,79 \times 3,5 = 2,8$ $\Sigma M_{II} = 15,66$	$0,475 \times 3,5 = 1,665$ $0,475 \times 2,0 \times 0,5 = 0,475$ <hr/> 1,425      2,14	$0,0085 \times 4 = 0,034$ $0,01 \times 1 = 0,010$ $0,0085 \times 1 = 0,008$ $0,113 \times 2 = 0,226$ <hr/> 0,14      0,278	$0,79 \times 3 = 2,37$ $0,21 \times 8,4 = 1,76$ <hr/> 4,13	$1,29 \times 3,5 = 4,52$ $(2,55 + 1,29) \times 0,5 = 1,92$ <hr/> 5,13 $M_{II} = 6,44$ $M_{III} = 4,8$ $\Sigma M_{II} = 11,24$	$2,2 \times 0,5 = 1,1$ $2,2 \times 3,5 = 7,7$ <hr/> 4,4      8,8	$0,742 \times 2 = 1,484$ $1,375 \times 1 = 1,375$ $0,21 \times 8,4 = 1,76$ <hr/> 4,62
	$\Sigma U_2 = \frac{34,56 + 0,55}{2 \times 1,5} + \frac{6,795}{4} = 11,7 + 1,7 = 13,4 \tau$			$\Sigma U_2 = \frac{15,6 + 2,14 + 0,278}{2 \times 1,5} + \frac{4,13}{4} = \frac{17,8}{3} + 1,04 = 6,0 + 1,04 = 7,04 \tau$			$\Sigma U_2 = \frac{11,24 + 8,8}{2 \times 1,5} + \frac{4,62}{4} = \frac{20,04}{3} + 1,16 = 6,7 + 1,16 = 7,86 \tau$			
5-5 ▽ 10,7 $b = 3,7$ м	$34,56$ $11,57 \times 7,8 = 90,00$ <hr/> 124,56	$0,55$ $0,186 \times 7,8 = 1,45$ $0,195 \times 2,8 = 0,55$ <hr/> 2,55	$6,795$ $0,21 \times 7,8 = 1,640$ <hr/> 8,435	$15,66$ $8,58 \times 7,8 = 67,00$ <hr/> 8,58      82,66	$2,14$ $1,425 \times 7,8 = 11,10$ $1,425$ 13,24	$0,278$ $0,14 \times 7,8 = 1,090$ $0,195 \times 2,8 = 0,55$ <hr/> 0,335      1,918	$4,13$ $0,21 \times 7,8 = 1,64$ <hr/> 5,77	$11,24$ $5,13 \times 7,8 = 40,00$ <hr/> 5,13      51,24	$8,8$ $4,4 \times 7,8 = 34,4$ <hr/> 4,4      43,2	$4,62$ $0,21 \times 7,8 = 1,64$ <hr/> 6,26
	$\Sigma U_1 = \frac{124,56 + 2,55}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{8,435}{4} = 17,4 + 2,11 = 19,51 \tau$			$\Sigma U_1 = \frac{82,66 + 13,24 + 1,918}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{5,77}{4} = \frac{97,87}{7,3} + 1,45 = 13,40 + 1,45 = 14,85 \tau$			$\Sigma U_1 = \frac{51,24 + 43,2}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{6,26}{4} = \frac{94,44}{7,3} + 1,57 = 13,0 + 1,57 = 14,57 \tau$			
2-2 ▽ 2,2 $b = 6,25$	$124,56$ $11,57 \times 8,5 = 98,00$ <hr/> 222,56	$2,55$ $0,38 \times 8,5 = 3,23$ $0,245 \times 2,3 = 0,56$ <hr/> 6,34	$8,435$ $0,21 \times 8,5 = 1,780$ <hr/> 10,215	$82,66$ $8,58 \times 8,5 = 73,00$ <hr/> 8,58      155,66	$13,24$ $1,425 \times 8,5 = 12,10$ <hr/> $1,425$ 25,34	$1,918$ $0,335 \times 8,5 = 2,85$ <hr/> $4,768$	$5,77$ $0,21 \times 8,5 = 1,78$ <hr/> 7,55	$51,24$ $5,13 \times 8,5 = 43,50$ <hr/> 5,13      94,74	$43,2$ $4,4 \times 8,5 = 37,4$ <hr/> 4,4      80,6	$6,26$ $0,21 \times 8,5 = 1,78$ <hr/> 8,04
	$\Sigma U_6 = \frac{222,56 + 6,34}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{10,215}{4} = 18,6 + 2,65 = 21,15 \tau$			$\Sigma U_6 = \frac{155,66 + 25,34 + 4,768}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{7,55}{4} = \frac{185,77}{12,3} + 1,89 = 15,1 + 1,89 = 16,99 \tau$			$\Sigma U_6 = \frac{94,74 + 80,6}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{8,04}{4} = \frac{175,34}{12,3} + 2,01 = 16,31 \tau$			

3078 тм/3 л. 14/32

Срание II оси траверсы. Схема III, IV р-н гололеда  $\alpha = 60^\circ$   
 без разности тяжёлый?

Сечение отметка	Изгибающие моменты		Перере- зывающая сила $Q(\text{т})$	Крутящий момент $M_{кр}(\text{тм})$	Обозн. элемент	База "в" (м)	$\text{tg}\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонту $\beta$	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{B} \text{tg}\gamma$	$4B\cos\beta$	Усилия в раскосах (т)		
	от тяжёлый	от весовой нагрузки											$D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_u}{B} \text{tg}\gamma$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B \cos\beta}$	$D = D' + D''$
11-11 ▼21,5	$1,32 \times 5,4 = 7,15$ $1,29 \times 0,5 = 0,65$ 7,8	$0,742 \times 2,8 = 2,08$	$\frac{1,29}{2,61}$	$2,2 \times 2,8 = 6,16$	D <sub>10</sub>	1,5	0	35°	0,819	1,64	0	4,94	0,79	1,25	2,04
10-10 ▼18,5	$2,61 \times 3 = 7,83$ $2,55 \times 0,5 = 1,28$ $1,29 \times 0,5 = 0,65$ 9,76	$0,742 \times 6,3 = 4,70$ $1,375 \times 2,8 = 3,85$ 0,85	$\frac{2,61}{6,45}$	$6,16$ $2,2 \times 3,5 = 7,70$ 13,86	D <sub>9</sub>	1,5	0	35°	0,819	1,64	0	4,94	1,97	2,82	4,79
9-9 ▼17,55	$17,56$ $6,45 \times 0,95 = 6,1$ 23,66	0,85	6,45	13,86	D <sub>8</sub>	1,7	0,15	32°	0,848	1,696	2,09	5,76	0,67	2,40	3,07
8-8 ▼16,35	$23,66$ $6,45 \times 1,2 = 7,75$ 31,41	0,85	6,45	13,86	D <sub>7</sub>	2,0	0,15	35°	0,819	1,638	2,40	6,55	0,51	2,12	2,63
7-7 ▼14,8	$31,41$ $6,45 \times 1,55 = 10,00$ 41,41	0,85	6,45	13,86	D <sub>6</sub>	2,5	0,15	36°	0,809	1,618	2,40	8,09	0,47	1,72	2,19
6-6 ▼13,0	$41,41$ $6,45 \times 1,8 = 11,60$ 53,01	0,85	6,45	13,86	D <sub>5</sub>	3,0	0,15	31°	0,857	1,714	2,55	10,3	0,34	1,35	1,69
5-5 ▼10,7	$53,01$ $6,45 \times 2,3 = 14,80$ 67,81	0,85	6,45	13,86	D <sub>4</sub>	3,7	0,15	39°	0,777	1,554	2,75	11,5	0,31	1,21	1,52
4-4 ▼7,9	$67,81$ $6,45 \times 2,8 = 18,10$ 85,91	0,85	6,45	13,86	D <sub>3</sub>	4,55	0,15	28°	0,883	1,766	2,84	16,1	0,22	0,86	1,08
3-3 ▼5,35	$85,91$ $6,45 \times 2,55 = 16,50$ 102,41	0,85	6,45	13,86	D <sub>2</sub>	5,3	0,15	26°	0,899	1,798	2,9	19,0	0,18	0,73	0,91
2-2 ▼2,2	$102,41$ $6,45 \times 3,15 = 20,30$ 122,71	0,85	6,45	13,86	D <sub>1</sub>	6,25	0,15	33°	0,839	1,678	2,94	21,0	0,17	0,66	0,83

Грань I оси траверсы. Схема II канцевая. IV р-ом гололеда  $\alpha = 0^\circ$

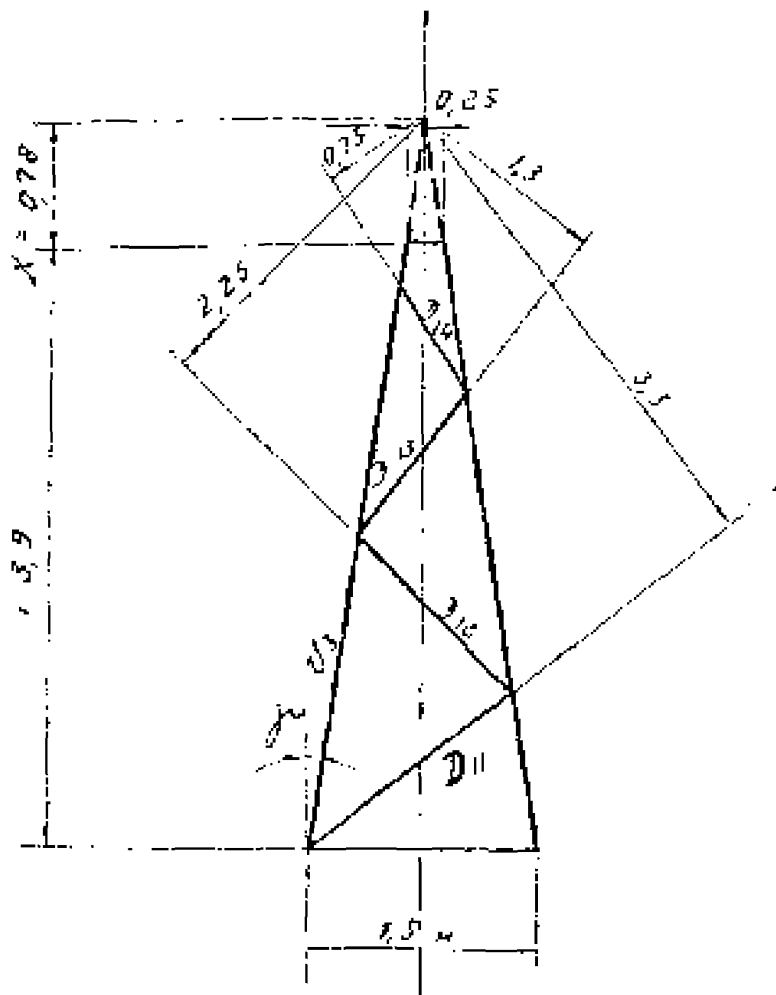
Сечение отметка	Углубляющие моменты от тажежня (тм.)	Поперечная сила Q(т)	Крутящий момент Mкр(тм)	Обозн. элемен- та	База (м) "в"	$tg\beta$	Угол наклона раскоса к горизонту	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$M_{\text{в}} \cdot \frac{1}{\cos\beta}$	$4\cos\beta$	Усилия в раскосах (т)		
												$D = \frac{Q \cdot M_{\text{в}}}{2\cos\beta}$	$D = \frac{M_{\text{кр}}}{4\cos\beta}$	$D = D' + D''$
1-1 ▽21,5	—	$\frac{1,56}{2,98}$ 4,54	$2,98 \times 2,8 = 8,35$	$D'_{10}$	1,5	0	$35^\circ$	0,819	1,64	0	4,94	1,39	1,7	3,09
10-10 ▽18,5	—	$\frac{4,54}{2 \times 2,98 = 5,96}$ 10,50	$2,98 \times 3,5 = 10,4$	$D'_9$	1,5	0	$35^\circ$	0,819	1,64	0	4,94	3,22	2,1	5,32
9-9 ▽17,55	$\frac{1,56 \times 3,35 = 14,6}{2,98 \times 4,45 = 13,3}$ $\frac{2,98 \times 2 \times 1,45 = 8,65}{10,5}$ 36,55	10,5	10,4	$D'_8$	1,7	0,15	$32^\circ$	0,848	1,696	3,22	5,76	1,2	1,81	3,01
8-8 ▽16,35	$\frac{36,55}{10,5 \times 1,2 = 12,60}$ 49,15	10,5	10,4	$D'_7$	2,0	0,15	$35^\circ$	0,819	1,638	3,70	6,55	0,95	1,59	2,54
7-7 ▽14,8	$\frac{49,15}{10,5 \times 1,55 = 16,30}$ 65,45	10,5	10,4	$D'_6$	2,5	0,15	$36^\circ$	0,809	1,618	3,92	8,09	0,82	1,29	2,11
6-6 ▽13,0	$\frac{65,45}{10,5 \times 1,8 = 18,90}$ 84,35	10,5	10,4	$D'_5$	3,0	0,15	$31^\circ$	0,857	1,714	4,22	10,3	0,60	1,01	1,61
5-5 ▽10,7	$\frac{84,35}{10,5 \times 2,3 = 23,20}$ 107,55	10,5	10,4	$D'_4$	3,7	0,15	$39^\circ$	0,777	1,554	4,35	11,5	0,58	0,91	1,49
4-4 ▽7,9	$\frac{107,55}{10,5 \times 2,8 = 29,40}$ 136,95	10,5	10,4	$D'_3$	4,55	0,15	$28^\circ$	0,883	1,766	4,50	16,1	0,43	0,65	1,08
3-3 ▽5,35	$\frac{136,95}{10,5 \times 2,55 = 26,80}$ 163,75	10,5	10,4	$D'_2$	5,3	0,15	$26^\circ$	0,899	1,798	4,65	19,0	0,34	0,55	0,89
2-2 ▽2,2	$\frac{163,75}{10,5 \times 3,15 = 33,10}$ 196,85	10,5	10,4	$D'_1$	6,25	0,15	$33^\circ$	0,839	1,678	4,72	21,0	0,32	0,50	0,82

Этаж 1 оси траверсы. Схема III. IV р.г.  $\alpha = 0$  без разн. тпэфс.

Северное отметка	Узловая момента тяжеля проводов	Перерезка волосяя сила $Q(\tau)$	Крутящий момента $M_{кр}(\tau\text{м})$	Обозн. элемент	База $B''$ " (м)	$tg\alpha$	Угол наклон раскос к горизонт $\beta$	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_{кр}}{B} \cdot tg\alpha$	$4B\cos\beta$	Усилия в раскосах (т)		
												$\gamma = \frac{Q}{2} \cdot \frac{M_{кр}}{B \cdot tg\alpha}$	$\gamma'' = \frac{M_{кр}}{4B\cos\beta}$	$\gamma = \gamma' + \gamma''$
11-11 ▼ 21,5	—	2,55	$2,55 \times 2,8 = 7,1$	$D'_{10}$	1,5	0	$35^\circ$	0,819	1,638	0	4,94	0,78	1,44	2,22
10-10 ▼ 18,5	—	5,1	$\frac{2,55 \times 2,8 = 7,1}{2,55 \times 3,5 = 8,9}$ 16,0	$D'_{9}$	1,5	0	$35^\circ$	0,819	1,638	0	4,94	1,56	3,24	4,80
9-9 ▼ 17,55	$\frac{2,55 \times 4,45 = 11,30}{2,55 \times 1,45 = 3,70}$ 5,1	5,1	16,0	$D'_{8}$	1,7	0,15	$32^\circ$	0,848	1,696	1,32	5,76	0,72	2,0	3,52
8-8 ▼ 16,35	$\frac{5,1 \times 1,2 = 6,10}{21,10}$	5,1	16,0	$D'_{7}$	2,0	0,15	$35^\circ$	0,819	1,638	1,58	6,55	0,59	2,46	3,05
7-7 ▼ 14,8	$\frac{5,1 \times 1,55 = 7,90}{29,00}$	5,1	16,0	$D'_{6}$	2,5	0,15	$36^\circ$	0,809	1,618	1,74	8,09	0,49	1,98	2,47
6-6 ▼ 13,0	$\frac{5,1 \times 1,8 = 9,16}{38,16}$	5,1	16,0	$D'_{5}$	3,0	0,15	$31^\circ$	0,857	1,714	1,91	10,3	0,37	1,55	1,92
5-5 ▼ 10,7	$\frac{5,1 \times 2,3 = 11,70}{49,86}$	5,1	16,0	$D'_{4}$	3,7	0,15	$39^\circ$	0,777	1,554	2,02	11,5	0,34	1,39	1,73
4-4 ▼ 7,9	$\frac{5,1 \times 2,8 = 14,30}{64,16}$	5,1	16,0	$D'_{3}$	4,55	0,15	$28^\circ$	0,883	1,766	2,11	16,1	0,25	0,99	1,24
3-3 ▼ 5,35	$\frac{5,1 \times 2,55 = 13,01}{77,17}$	5,1	16,0	$D'_{2}$	5,3	0,15	$26^\circ$	0,899	1,798	2,19	19,0	0,21	0,84	1,05
2-2 ▼ 2,2	$\frac{5,1 \times 3,15 = 16,10}{93,27}$	5,1	16,0	$D'_{1}$	6,25	0,15	$33^\circ$	0,839	1,678	2,24	21,0	0,18	0,76	0,94



# Расчёт тросостойки



$$x = \frac{3,9 \times 0,25}{1,5 - 0,25} = 0,70;$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0,525}{3,9} = 0,16$$

$$\cos \gamma = 0,9874$$

$$\gamma = 9^{\circ}06'$$

Схема II  $\alpha = 60^\circ$  IV р.г

а) Усилие в поясе

$$q_r = 0,46 \tau \quad G_{rp} = 0,25 \tau$$

$$P_r = 1,79 \tau$$

$$M_u = 1,79 \times 3,9 = 7,0 \text{ тм}$$

$$M_{\text{вн}} = 0,042 \times 1,95 = 0,082 \text{ тм}$$

$$\Sigma M' = 7,0 + 0,082 = 7,082 \text{ тм}$$

$$G = 0,46 + 0,25 = 0,71 \tau$$

$$U_3 = \frac{7,082}{2 \cdot 1,5 \cdot 0,987} + \frac{0,71}{1} = 2,4 + 0,17 = 2,57 \tau$$

Усилия в раскосах

$$P_r = 1,79 \tau$$

$$M = 1,79 \times 0,78 = 1,39 \text{ тм}$$

$$D_u = -\frac{1,39}{3,3} = 0,42 \tau$$

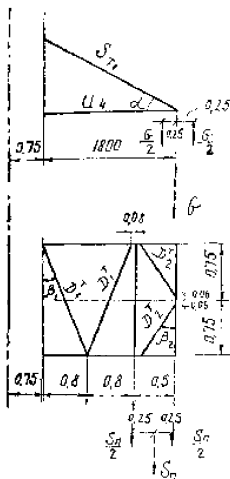
$$D_{12} = \frac{1,39}{2,25} = 0,62 \tau$$

$$D_{13} = \frac{1,39}{1,3} = 1,07 \tau$$

$$D_{14} = \frac{1,39}{0,75} = 1,85 \tau$$

# Расчет траверс

1. Траверса  $l = 2,8 \text{ м}$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{1,8} = 0,555 \quad \alpha = 29^\circ$$

$$\cos \alpha = 0,870$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{0,59}{1,5} = 0,394 \quad \beta_1 = 21^\circ 30'$$

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{0,42}{0,69} = 0,61 \quad \beta_2 = 31^\circ 24'$$

$$\cos \beta_1 = 0,93$$

$$\cos \beta_2 = 0,854$$

а) Условие в поясе

Схема IIк,  $\alpha = 0^\circ$  IV р.г

$$S_{II} = 2,98 \text{ т} \quad P_{II} = 0,14 \text{ т}$$

$$g_{II} = 0,633 \text{ т} \quad 2g_{II} = 110 \text{ кг} \quad G_{II} \approx 0,2 \text{ т}$$

$$\Sigma G = g_{II} + g_{II} + 0,25 \cdot G_{II} = 0,633 + 0,655 + 0,25 \times 0,2 = 0,74 \text{ т}$$

$$U_4 = \frac{0,74 \times 1,8}{1,0} + \frac{2,98 \times 1,8}{1,5} = 1,33 + 3,6 = 4,93 \text{ т}$$

Схема III; IV р.г.  $\alpha = 60^\circ$

$$S_{III} = 2,2 \text{ т}, \quad P_{III} = 1,29 \text{ т}, \quad g_{III} = 0,633 \text{ т}, \quad 2g_{III} = 0,11 \text{ т}$$

$$g_{III} = 0,2 \times 1,1 = 0,22 \text{ т} \quad \Sigma G = 0,633 + 0,655 + 0,25 \times 0,2 + 0,5 \times 0,22 = 0,848 \text{ т}$$

$$U_5 = \frac{0,848 \cdot 1,8}{1,0} + \frac{2,2 \cdot 1,8}{1,5} + 1,29 = 1,53 + 2,64 + 1,29 = 5,46 \text{ т}$$

б) Усилия в раскосах нижней грани.  
Схема II к; IV р.г.  $\alpha = 0^\circ$

$$S_n = 2,98 \text{ т}$$

$$D_1^T = \frac{2,98}{0,93} = 3,2 \text{ т} \quad D_2^T = \frac{2,98}{2 \cdot 0,854} = 1,75 \text{ т}$$

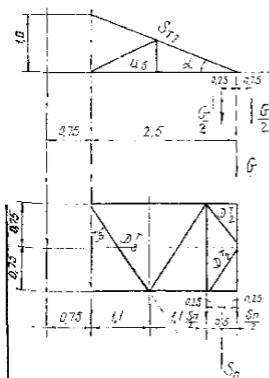
в) Усилия в тяге.

Схема III; IV р.г.

$$\Sigma G = 0,848 \text{ т}$$

$$S_T = \frac{0,848 \times 1,8}{1,0 \times 0,875} = 1,75 \text{ т}$$

2. Траверса  $l = 3,5 \text{ м}$ .



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{2,5} = 0,4$$

$$\alpha = 22^\circ$$

$$\operatorname{Cos} \alpha = 0,927$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1,1}{1,5} = 0,73$$

$$\beta = 36^\circ$$

$$\operatorname{Cos} \beta = 0,809$$

а) Усилие в поясе

Схема III; IV р.г.  $\alpha = 60^\circ$

$$S_n = 2,2 \text{ т} \quad P_{\text{п.о}} = 1,29 \text{ т.}$$

$$G_{\text{тр}} = 0,848 \text{ тн (см. стр. 19)}$$

$$\begin{aligned} U_5 &= \frac{0,848 \times 2,5}{1,0} + \frac{2,2 \times 2,5}{1,5} + 1,29 = \\ &= 2,12 + 3,69 + 1,29 = 7,1 \text{ т} \end{aligned}$$

б) Усилия в раскосах нижней грани.

Схема II к; IV р.г.  $\alpha = 0^\circ$

$$S_n = 2,98 \text{ т.}$$

$$D_3^T = \frac{2,98}{0,803} = 3,7 \text{ т.}$$

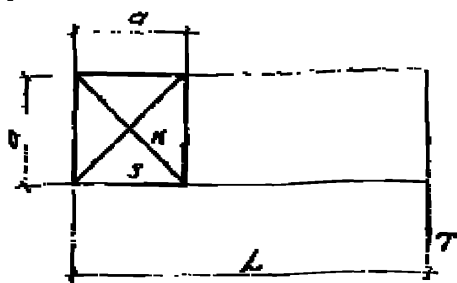
в) Усилие в тяге.

Схема III; IV р.г.

$$\Sigma G = 0,848 \text{ т}$$

$$S_{T_2} = \frac{0,848 \times 2,5}{1,0 \times 0,927} = 2,28 \text{ т}$$

## Расчет распорок и диафрагм



$$S = \frac{T(L - \frac{a}{2})}{a}$$

$$K = \frac{\sqrt{2} \cdot T \cdot L}{4 \times a}$$

Схема II к; IV р-н гололеда;  $L = 0^\circ$

$$T = 2,98 \text{ м} \quad a = 1,5 \text{ м}$$

Распорка  $S_1$

$$L = 3,5 \text{ м}; \quad S_1 = \frac{2,98 \times (3,5 - 0,75)}{1,5} = 5,45 \text{ м}$$

Диафрагма  $K_1$

$$K_1 = \frac{\sqrt{2} \times 2,98 \times 3,5}{4 \times 1,5} = 2,43 \text{ м}$$

Распорка  $S_2$

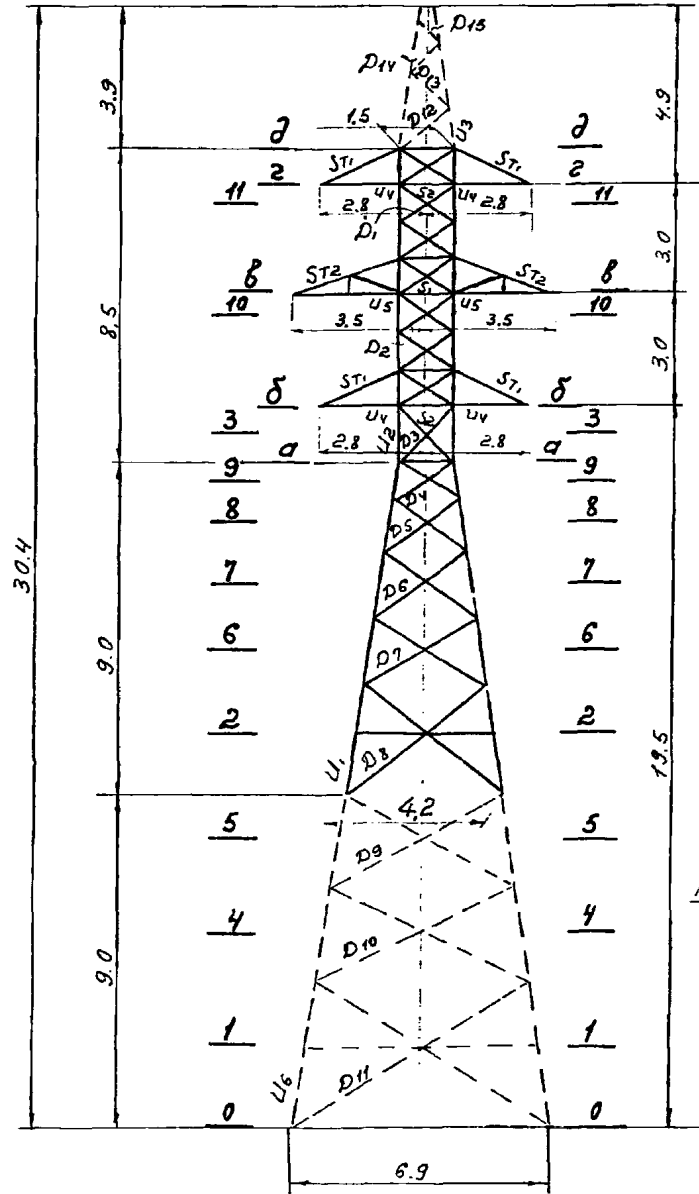
$$L = 2,8 \text{ м} \quad S_2 = \frac{2,98 \times (2,8 - 0,75)}{1,5} = 4,07 \text{ м}$$

Диафрагма  $K_2$

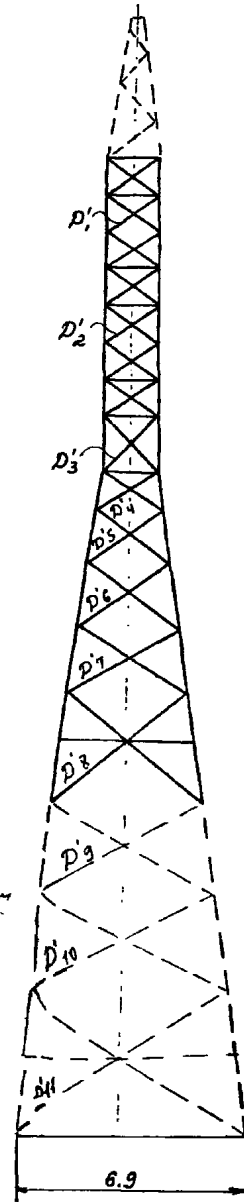
$$K_2 = \frac{\sqrt{2} \times 2,98 \times 2,8}{4 \times 1,5} = 1,95 \text{ м}$$

Рассчитал *Григорьев* / Григорьев /  
 Проверил *Жежлова* / Жежлова /

У35-2



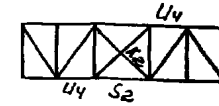
Подставка h=9м



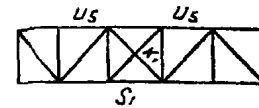
Сечение 2-2



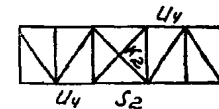
Сечение 2-2



Сечение 8-8



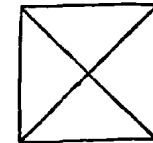
Сечение 5-5



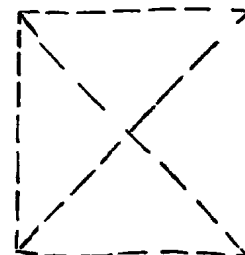
Сечение 1-1



Сечение 2-2



Сечение 1-1



# Нагрузки на двухцепную анкерно-угловую опору ВЛ 35 кв. шифр 435-2

3078 т-13 д-85/80

МН схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I р.г.												II р.г.																							
						АС-150						С-35						АС-150						С-35																	
						С ветр = 385 м. С вес = 380 м. С лед = 305 м.												С ветр = 385 м. С вес = 360 м. С лед = 290 м.																							
						0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°													
нормат.	г.	расчет.	нормат.	г.	расчет.	нормат.	г.	расчет.	нормат.	г.	расчет.	нормат.	г.	расчет.	нормат.	г.	расчет.	нормат.	г.	расчет.	нормат.	г.	расчет.																		
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 5; q_n = 50 \text{ кг/м}^2; q_{л} = 66 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_1$	245	1,2	295	240	1,2	290	210	1,2	250	120	1,2	145	120	1,2	145	105	1,2	85	245	1,2	295	240	1,2	290	210	1,2	250	120	1,2	145	120	1,2	145	105	1,2	85
				Составляющая вдоль траверсы от тяжести провода, троса	$P_2$	0	1,3	0	625	0	625	1800	1,3	2340	0	1,3	0	380	1,3	495	1090	1,3	1420	0	1,3	0	560	730	1,3	2110	0	1,3	0	170	1,3	330	790	1,3	1030		
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_n$			295		1105		2590		145		640		1545		295		1020		2360		145		495		145		495		1155							
				Составляющая I траверсы от разности тяжести проводов, тросов	$\Delta S_n$	575	1,3	750	565	1,3	735	500	1,3	650	210	1,3	270	205	1,3	270	180	1,3	230	385	1,3	500	380	1,3	495	335	1,3	435	90	1,3	120	90	1,3	120	80	1,3	105
				Вес пролета провода, троса	$q_n$	235	1,1	260	235	1,1	260	235	1,1	260	120	1,1	130	120	1,1	130	120	1,1	130	280	1,1	240	220	1,1	240	220	1,1	240	115	1,1	125	115	1,1	125	115	1,1	125
				Вес чирянд изоляторов	$q_{г}$	155	1,1	170	155	1,1	170	155	1,1	170	80	1,1	90	80	1,1	90	80	1,1	90	140	1,1	150	140	1,1	150	140	1,1	150	70	1,1	80	70	1,1	80	70	1,1	80
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 5; q_n = 50 \text{ кг/м}^2; q_{л} = 11 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_1$	120	1,4	170	120	1,4	170	105	1,4	145	110	1,4	155	110	1,4	155	95	1,4	135	170	1,4	240	170	1,4	240	150	1,4	210	170	1,4	240	150	1,4	210			
				Составляющая вдоль траверсы от тяжести провода, троса	$P_2$	0	1,3	0	630	1,3	820	1825	1,3	2370	0	1,3	0	390	1,3	505	1115	1,3	1450	0	1,3	0	735	955	1,3	2750	0	1,3	0	390	1,3	505	1115	1,3	1495		
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_n$			170		290		2515		155		660		1585		240		1195		2460		155		505		155		505		1705							
				Составляющая I траверсы от разности тяжести проводов, тросов	$\Delta S_n$	575	1,3	750	565	1,3	735	500	1,3	650	210	1,3	270	205	1,3	270	180	1,3	230	670	1,3	870	660	1,3	860	580	1,3	755	0	1,3	0	0	1,3	0	0	1,3	0
				Вес пролета провода, троса	$q_n$	135	1,1	150	135	1,1	150	135	1,1	150	70	1,1	80	70	1,1	80	70	1,1	80	160	1,1	170	160	1,1	170	160	1,1	170	80	1,1	90	80	1,1	90	80	1,1	90
				Вес чирянд изоляторов	$q_{г}$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	50	1,1	60	50	1,1	60	50	1,1	60	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	50	1,1	60	50	1,1	60	50	1,1	60

**Примечания:**  
 1. Разность тяжения определяется для пролета  $l=100\text{ м}$   
 2. Максимальное напряжение в тросе  $\sigma_m = 30 \text{ кг/мм}^2$





Нагрузки на двухцепную анкерно-угловую опору ВЛ 35 кв. Шифр У35-2

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные мультиметрические угловы	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III п.г.																		IV п.г.																			
						AC-150									C-35									AC-150									C-35										
						Ветер = 210 м																		Ветер = 210 м																			
						Весь = 260 м																		Весь = 225 м																			
Лед = 210 м																		Лед = 180 м																									
0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°															
нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.														
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5^{\circ}C$ ; $C = 0$ ; $\rho_n = 50 \text{ кг/м}^3$ ; $\rho_t = 66 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_1$	170 125	1.2 1.2	205 150	170 125	1.2 1.2	205 150	150 110	1.2 1.2	180 130	95 70	1.2 1.2	115 85	95 70	1.2 1.2	115 85	80 60	1.2 1.2	100 70	170 125	1.2 1.2	205 150	170 110	1.2 1.2	180 130	95 70	1.2 1.2	115 85	95 70	1.2 1.2	115 85	80 60	1.2 1.2	100 70					
				Составляющая вдоль траверсы от тяжелой проволоки, троса	$P_2$	0 0	1.3 1.3	0 430	0 430	1.3 1.3	580 1240	1240 1240	1.3 1.3	1610 1610	0 0	1.3 1.3	0 0	1.3 1.3	0 230	0 240	1.3 1.3	300 310	655 700	1.3 1.3	850 910	0 0	1.3 1.3	0 320	0 490	1.3 1.3	415 1085	925 1085	1.3 1.3	1200 1410	0 0	1.3 1.3	0 320	0 325	1.3 1.3	415 420	920 930	1.3 1.3	1200 1210
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_n$ $P_t$			205 150			765 710			1790 1740				115 85			415 395			950 980			205 150			620 640			1320 1540			115 85			530 505			1300 1280	
				Составляющая I траверсы от разности тяжелых проводов	$\Delta S_n$ $\Delta S_t$	0 0	1.3 1.3	0 0	0 0	1.3 1.3	0 0	0 0	1.3 1.3	95 95	1.3 1.3	125 125	95 85	1.3 1.3	110 110	320 140	1.3 1.1	415 155	315 70	1.3 1.1	410 110	280 100	1.3 1.1	365 110	0 50	1.3 1.1	0 55	0 50	1.3 1.1	0 55	0 50	1.3 1.1	0 55	0 50	1.3 1.1	0 55	0 50	1.3 1.1	0 55
				Вес пролета провода, троса	$q_n$ $q_t$	180 110	1.1 1.1	175 120	180 110	1.1 1.1	175 120	160 110	1.1 1.1	175 120	85 60	1.1 1.1	95 70	85 60	1.1 1.1	95 70	85 60	1.1 1.1	95 70	85 60	1.1 1.1	95 70	100 100	1.1 1.1	155 110	140 50	1.1 1.1	155 55	70 50	1.1 1.1	80 55	70 50	1.1 1.1	80 55	70 50	1.1 1.1	80 55		
				Вес гирлянд изоляторов	$g_n$ $g_t$	100 100	1.1 1.1	110 100	100 100	1.1 1.1	110 100	100 100	1.1 1.1	110 100	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	100 100	1.1 1.1	110 100	100 100	1.1 1.1	110 100	100 100	1.1 1.1	110 100	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t = -5^{\circ}C$ ; $C = 15 \text{ мм}$ ; $\rho_n = 40 \text{ кг/м}^3$ ; $\rho_t = 17 \text{ кг/м}^3$ ; $C = 80 \text{ мм}$ ; $\rho_n = 47 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_1$	165 120	1.4 1.4	230 170	160 120	1.4 1.4	225 170	145 105	1.4 1.4	205 150	160 120	1.4 1.4	225 170	140 105	1.4 1.4	200 150	200 150	1.4 1.4	220 150	200 150	1.4 1.4	280 210	195 130	1.4 1.4	270 210	175 130	1.4 1.4	245 180	205 150	1.4 1.4	290 210	200 150	1.4 1.4	280 210	180 150	1.4 1.4	250 180		
				Составляющая вдоль траверсы от тяжелой проволоки, троса	$P_2$	0 0	1.4 1.4	0 735	0 670	1.4 1.4	1030 940	2120 1940	1.4 1.4	2980 2720	0 0	1.4 1.4	0 390	0 390	1.4 1.4	550 550	1115 1115	1.4 1.4	1560 1560	0 0	1.4 1.4	0 735	0 1020	1.4 1.4	0 2940	0 2100	1.4 1.4	0 2980	0 2100	1.4 1.4	0 390	0 390	1.4 1.4	550 550	1115 1115	1.4 1.4	1560 1560		
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_n$ $P_t$			230 170			1255 110			3185 2870			225 170			775 720			1760 1710			280 210			1300 1230			3225 3120			280 210			830 760			1810 1740		
				Составляющая I траверсы от разности тяжелых проводов	$\Delta S_n$ $\Delta S_t$	395 395	1.4 1.4	555 390	390 390	1.4 1.4	545 340	340 140	1.4 1.4	480 0	0 0	1.4 1.4	0 0	0 0	1.4 1.4	0 0	80 80	1.4 1.4	110 80	80 70	1.4 1.4	110 70	100 100	1.4 1.4	100 0	0 0	1.4 1.4	0 0	0 0	1.4 1.4	0 0	0 0	1.4 1.4	0 0	0 0	1.4 1.4	0 0		
				Вес пролета провода троса	$q_n$ $q_t$	160 365	1.1 2.0	175 710	160 365	1.1 2.0	175 395	160 395	1.1 2.0	175 395	85 250	1.1 2.0	95 300	85 250	1.1 2.0	95 300	85 250	1.1 2.0	85 300	85 250	1.1 2.0	85 300	140 470	1.1 2.0	155 540	140 470	1.1 2.0	155 340	70 470	1.1 2.0	80 340	70 470	1.1 2.0	80 340	70 470	1.1 2.0	80 340		
				Вес гирлянд изоляторов	$g_n$ $g_t$	100 100	1.1 1.1	110 100	100 100	1.1 1.1	110 100	100 100	1.1 1.1	110 100	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	100 100	1.1 1.1	110 100	100 100	1.1 1.1	110 100	100 100	1.1 1.1	110 100	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	

3078 т-г3 л. 27/82

Нагрузки на двухцепную анкерно-угловую опору ВЛ35 кв. Шифр 435-2.

III	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III п.г.												IV п.г.																								
						AC-150						C-35						AC-150						C-35																		
						С ветра = 210 м. С вост. = 260 м. С запад = 210 м.												С ветра = 210 м. С вост. = 235 м. С запад = 180 м.																								
						0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°														
нормат.	г	расчет.	нормат.	г	расчет.	нормат.	г	расчет.	нормат.	г	расчет.	нормат.	г	расчет.	нормат.	г	расчет.	нормат.	г	расчет.	нормат.	г	расчет.																			
Оборваны два провода, дающие наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору.		Составляющая вблиз провода от точки отрыва провода, троса	$P_n$	0	0	700	1,26	885	2020	1,26	2550	0	1,26	0	200	1,26	370	825	1,26	1040	0	1400	0	705	1,26	890	2040	1,26	2570	0	1,26	0	365	1,26	460	1050	1,26	1320				
		Составляющая вблизи провода от точки отрыва провода, троса	$P_{n0}$	0	1,26	0	350	1,26	440	1010	1,26	1275	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		Составляющая I проводки от точки отрыва провода, троса	$\Delta S_n$	345	1,26	435	340	1,26	430	300	1,26	380	55	1,26	70	55	1,26	70	50	1,26	60	60	1,26	75	60	1,26	75	50	1,26	60	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0
		Составляющая I проводки от точки отрыва провода, троса	$S_n$	2020	1,26	2550	1990	1,26	2510	1750	1,26	2210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Все пролета провода, троса	$Q_n$	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175
		Все вилки изоляторов	$Q_r$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Оборван один трос. Провода не оборваны.		Составляющая вблиз провода от точки отрыва провода, троса	$P_n$	0	1,26	0	700	1,26	885	2020	1,26	2550	0	1,26	0	200	1,26	370	825	1,26	1040	0	1,26	0	705	1,26	890	2040	1,26	2570	0	1,26	0	365	1,26	460	1050	1,26	1320			
		Составляющая вблизи провода от точки отрыва провода, троса	$P_{n0}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Составляющая I проводки от точки отрыва провода, троса	$\Delta S_n$	345	1,26	435	340	1,26	430	300	1,26	380	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Составляющая I проводки от точки отрыва провода, троса	$S_n$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Все пролета провода, троса	$Q_n$	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175	180	1,1	175
		Все вилки изоляторов	$Q_r$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

3078 т-3 л. 23/22

# Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции	Коеф. увеличен. скорости по напора по высоте	Нормативный скоростной напор $q_0$ (кг/м <sup>2</sup> )	Площадь элемент фермы $\Sigma f_i$ (м <sup>2</sup> )	Площадь по контуру $S$ (м <sup>2</sup> )	Коэффициент заполнения $\gamma = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамическ. коеф. плоской фермы $C_x = C_z; \gamma = 1,49$	$\lambda$ при $\frac{b}{h} = 1$	Аэродинамическ. коэффициент проств. фермы $C_{pr} = C_p (1+2)$	Норм. ветровая нагрузка без коэф. динамичности		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\mu = 1,35$ и коэф. перегрузки $\eta$		
										Ветер II траверсе $P = q_0 C_{pr} S$ (кг)		коэф. динамичности $\mu = 1,35$ и коэф. перегрузки $\eta$		
										сх I	сх II	$\eta = 1,2$ сх I	$\eta = 1,0$ сх II	
Верхняя траверса		1,49	75	0,32	1,0	0,32	0,448	0,63	0,731	25*2 <sup>*</sup> (55)	6*2	41*2	8*2	
Средняя траверса		1,42	72	0,42	1,37	0,307	0,431	0,65	0,712	32*2 <sup>*</sup> (71)	8*2	52*2	11*2	
Нижняя траверса		1,35	68	0,32	1,0	0,32	0,448	0,63	0,731	23*2 <sup>*</sup> (50)	6*2	37*2	8*2	
Тросовый кат		1,54	77	0,86	3,5	0,245	0,344	0,77	0,610	165	41	270	56	
Верхняя секция		1,39	70	3,62	12,8	0,283	0,396	0,70	0,674	610	153	990	207	
Нижняя секция		1,0	50	4,88	25,7	0,19	0,266	0,87	0,497	640	160	1040	217	
Подстабы		1,0	50	6,53	49,6	0,132	0,185	0,96	0,363	900	225	1460	304	
											4020	838		

\* Ветровые нагрузки на траверсы  $P_{тр}$ , указанные в скобках, определены при направлении ветра  $\perp$  оси траверсы. При направлении ветра  $\parallel$  оси траверсы нагрузка составляет  $0,45 P_{тр}$ .

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

Сечения отметки и базы	Схема I; II-н гололеда; $\alpha = 60^\circ$ ; разность тяжелей.				Схема II; III-н гололеда $\alpha = 60^\circ$ ; разность тяжелей				Схема III концевая; IV-н гололеда; $\alpha = 0^\circ$ ;															
	Изгибающие моменты				Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты				Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты		Вертикальные нагрузки G (т)											
	От нагрузок на про- вода и трос $M_H$ (тм)	От нагрузок на про- вода и трос $M_L$ (тм)	От ветра на конст- рукцию опоры $M_{WH}$ (тм)	От ветра на конст- рукцию опоры $M_{WL}$ (тм)		От нагрузок на про- вода и трос $M_H$ (тм)	От нагрузок на про- вода и трос $M_L$ (тм)	От ветра на конст- рукцию опоры $M_{WH}$ (тм)	От ветра на конст- рукцию опоры $M_{WL}$ (тм)		От нагрузок на про- вода и трос $M_H$ (тм)	От нагрузок на про- вода и трос $M_L$ (тм)		От ветра на конст- рукцию опоры $M_{WH}$ (тм)	От ветра на конст- рукцию опоры $M_{WL}$ (тм)									
3-3 $\nabla 18,75$ $\delta = 1,5 м.$	$1,37 \times 11,65 = 15,9$ $2,14 \times 2 \times 6,75 = 28,9$ $2,19 \times 2 \times 3,75 = 16,1$ $2,14 \times 2 \times 0,75 = 3,2$ 14,21	$0,23 \times 11,65 = 2,63$ $0,65 \times 2 \times 6,75 = 8,77$ $0,65 \times 2 \times 3,75 = 4,87$ $0,65 \times 2 \times 0,75 = 0,98$ 4,13	$0,27 \times 3,75 = 2,63$ $0,041 \times 2 \times 7,25 = 0,60$ $0,052 \times 2 \times 4,25 = 0,44$ $0,037 \times 2 \times 1,25 = 0,33$ $0,29 \times 3,5 = 3,46$ $M_{WH} = 8,06$	$0,09 \times 1 = 0,09$ $(0,17 + 0,11) \times 6 = 1,68$ $0,27 \times 11,65 = 3,15$ $2,87 \times 2 \times 0,75 = 4,3$ 4,92	$1,71 \times 11,65 = 19,9$ $2,87 \times 2 \times 6,75 = 38,7$ $2,87 \times 2 \times 3,75 = 21,5$ $2,87 \times 2 \times 0,75 = 4,3$ 10,93	$0,48 \times 2 \times 6,75 = 6,5$ $0,48 \times 2 \times 3,75 = 3,6$ $0,48 \times 2 \times 0,75 = 0,72$ $M_H = 84,4$	$0,036 \times 9,75 = 0,35$ $0,008 \times 2 \times 7,25 = 0,12$ $0,011 \times 2 \times 4,25 = 0,09$ $0,008 \times 2 \times 1,25 = 0,014$ $0,207 \times 3,5 = 0,73$ $M_{WH} = 1,50$	$0,41 \times 1 = 1,41$ $(0,23 + 0,5) \times 6 = 4,38$ $0,27 \times 11,65 = 3,15$ 7,94	$0,15 \times 11,65 = 1,75$ $0,14 \times 2 \times 6,75 = 1,89$ $0,14 \times 2 \times 3,75 = 1,05$ $0,14 \times 2 \times 0,75 = 0,21$ 0,88	$1,56 \times 11,65 = 18,2$ $2,98 \times 2 \times 6,75 = 40,3$ $2,98 \times 2 \times 3,75 = 22,4$ $2,98 \times 2 \times 0,75 = 4,5$ 19,44	$0,056 \times 9,75 = 0,55$ $0,008 \times 2 \times 7,25 = 0,12$ $0,011 \times 2 \times 4,25 = 0,09$ $0,008 \times 2 \times 1,25 = 0,014$ $0,207 \times 3,5 = 0,73$ $M_{WH} = 1,50$	$0,04 \times 0,39 \times 1 = 0,39$ $(0,10 + 0,47) \times 6 = 3,95$ $0,27 \times 11,65 = 3,15$ 7,49	$M_H = 64,1$ $M_L = 17,31$	$M_H = 84,4$ $M_L = 10,82$	$M_H = 4,90$ $M_L = 85,4$	$M_H = 178,6$ $M_L = 50,61$	$M_H = 236,9$ $M_L = 34,02$	$M_H = 12,86$ $M_L = 241,4$	$M_H = 178,6$ $M_L = 50,61$	$M_H = 236,9$ $M_L = 34,02$	$M_H = 12,86$ $M_L = 241,4$	$M_H = 178,6$ $M_L = 50,61$	$M_H = 236,9$ $M_L = 34,02$	$M_H = 12,86$ $M_L = 241,4$
$U_2 = \frac{64,1 + 17,31 + 8,06}{2 \times 1,5} + \frac{4,92}{4} = 29,8 + 1,23 = 31,03 м.$	$U_2 = \frac{84,4 + 10,82 + 1,5}{2 \times 1,5} + \frac{7,94}{4} = 32,3 + 1,98 = 34,28 м.$	$U_2 = \frac{4,9 + 85,4 + 1,5}{2 \times 1,5} + \frac{7,49}{4} = 30,6 + 1,87 = 32,47 м.$	$U_1 = \frac{178,6 + 50,61 + 23,22}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{7,09}{4 \times 0,989} = 34,5 + 1,79 = 36,29 м.$	$U_1 = \frac{236,9 + 34,02 + 4,66}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{10,11}{4 \times 0,989} = 37,7 + 2,56 = 40,26 м.$	$U_1 = \frac{12,86 + 241,4 + 4,66}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{9,66}{4 \times 0,989} = 35,4 + 2,45 = 37,85 м.$	$U_6 = \frac{239,6 + 85,71 + 48,28}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{9,38}{4 \times 0,989} = 35,2 + 2,37 = 37,57 м.$	$U_6 = \frac{397,9 + 58,52 + 9,89}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{12,40}{4 \times 0,989} = 37,7 + 3,14 = 40,84 м.$	$U_6 = \frac{21,26 + 407,4 + 9,89}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{11,95}{4 \times 0,989} = 35,4 + 3,02 = 38,42 м.$																

3078 м/3 н. 30/30

Иванов

Грань II осям траверс; Схема III; IV район гололеда,  $\alpha=60^\circ$ , расчет усилий в раскосах стбóла опоры

Сечение отметка	Изгибающие моменты $M_{II}$ (тм)		Поперечн. сила $Q_{II}$ (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. элемента	База $b$ (м)	$t_{gr}$	Угол наклона раскоса к горизонталу $\beta$	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_4}{b t_{gr}}$	$4b \cos \beta$	Усилия в раскосах (т)		
	от тяжести	от боковой нагрузки											$D' = \frac{a - M_4 t_{gr}}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$
11-11 125,0	—	—	5,18	$2,23 \times 2,8 = 6,25$	$D_1$	1,5	0	$34^\circ$	0,829	1,658	0	4,97	1,56	1,26	2,82
10-10 122,0	—	—	9,04	$2,23(2,8+3,5)=14,0$	$D_2$	1,5	0	$34^\circ$	0,829	1,658	0	4,97	2,72	2,81	5,53
3-3 118,75	—	—	14,18	14,0	$D_3$	1,5	0	$45^\circ$	0,707	1,414	0	4,24	5,02	3,3	8,32
9-9 117,55	$\frac{1,32 \times 12,85 = 17,0}{2,57 \times 2 \times 7,95 = 40,8}$ $\frac{(2,57 + 1,29) \times 4,95 = 19,1}{(2,57 + 1,29) \times 1,95 = 7,5}$ 14,18	$\frac{84,4}{84,4}$ $(1,21 - 0,66)(2,8 + 3,5) = 3,47$	14,18	14,0	$D_4$	1,7	0,15	$32^\circ$	0,848	1,696	7,75	5,76	0,38	2,43	2,81
8-8 116,35	$\frac{14,18 \times 1,2 = 17,1}{14,18}$ 101,5	3,47	14,18	14,0	$D_5$	2,0	0,15	$35^\circ$	0,819	1,638	7,8	6,55	0,43	2,14	2,57
7-7 114,80	$\frac{14,18 \times 1,55 = 22,0}{14,18}$ 123,5	3,47	14,18	14,0	$D_6$	2,5	0,15	$36^\circ$	0,809	1,618	7,62	8,09	0,32	1,73	2,05
6-6 113,00	$\frac{14,18 \times 1,8 = 25,5}{14,18}$ 149,0	3,47	14,18	14,0	$D_7$	3,0	0,15	$31^\circ$	0,857	1,714	7,64	10,3	0,32	1,36	1,68
2-2 111,70	$\frac{14,18 \times 2,3 = 32,7}{14,18}$ 181,7	3,47	14,18	14,0	$D_8$	3,7	0,15	$39^\circ$	0,777	1,554	7,52	11,5	0,27	1,22	1,49
5-5 117,90	$\frac{14,18 \times 2,8 = 39,7}{14,18}$ 221,4	3,47	14,18	14,0	$D_9$	4,55	0,15	$28^\circ$	0,883	1,766	7,43	16,1	0,19	0,87	1,06
4-4 115,35	$\frac{14,18 \times 2,55 = 36,3}{14,18}$ 257,7	3,47	14,18	14,0	$D_{10}$	5,3	0,15	$26^\circ$	0,899	1,798	7,4	19,0	0,17	0,74	0,91
1-1 112,20	$\frac{257,7}{14,18}$ $\frac{14,18 \times 3,15 = 44,7}{14,18}$ 302,4	3,47	14,18	14,0	$D_{11}$	6,25	0,15	$33^\circ$	0,839	1,678	7,35	21,0	0,16	0,67	0,83

Грань I осям траверс; Схема III концевая; IV район гололеда;  $\alpha=0^\circ$ ; Расчет усилий в раскосах створа опоры.

Сечение отметка	Изгибающие моменты $M_L$ (тм)	Поперечн. сила $Q_L$ (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. элемента	База $b$ (м)	$tg \gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтальн. $\beta$	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_L}{b} tg \gamma$	$4b \cos \beta$	Усилия в раскосах (т)		
												$D' = \frac{Q_L - \frac{M_L tg \gamma}{b}}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$
11-11 ▽25,0	—	3,89	$2,57 \times 2,8 = 7,21$	$D'_1$	1,5	0	$34^\circ$	0,829	1,658	0	4,97	1,17	1,45	2,62
10-10 ▽22,0	—	6,46	$2,57(2,8+3,5) = 16,2$	$D'_2$	1,5	0	$34^\circ$	0,829	1,658	0	4,97	1,95	3,26	5,21
3-3 ▽18,75	—	11,6	16,2	$D'_3$	1,5	0	$45^\circ$	0,707	1,414	0	4,24	4,11	3,83	7,94
9-9 ▽17,55	$\frac{1,32 \times 12,85 = 17,0}{2,57 \times 2 \times 7,95 = 40,8}$ $\frac{2,57 \times 4,95 = 12,7}{2,57 \times 1,95 = 5,0}$ $\frac{11,60}{75,5}$	11,6	16,2	$D'_4$	1,7	0,15	$32^\circ$	0,848	1,696	6,65	5,76	0,50	2,81	3,31
8-8 ▽16,35	$\frac{11,60 \times 1,2 = 13,9}{11,60}$ $\frac{75,5}{89,4}$	11,6	16,2	$D'_5$	2,0	0,15	$35^\circ$	0,819	1,638	6,69	6,55	0,54	2,47	3,01
7-7 ▽14,80	$\frac{11,6 \times 1,55 = 18,0}{11,6}$ $\frac{89,4}{107,4}$	11,6	16,2	$D'_6$	2,5	0,15	$36^\circ$	0,809	1,618	6,45	8,09	0,40	2,01	2,41
6-6 ▽13,0	$\frac{11,6 \times 1,8 = 20,9}{11,6}$ $\frac{107,4}{128,3}$	11,6	16,2	$D'_7$	3,0	0,15	$31^\circ$	0,857	1,714	6,43	10,3	0,37	1,57	1,94
2-2 ▽10,70	$\frac{11,6 \times 2,3 = 26,7}{11,6}$ $\frac{128,3}{155,0}$	11,6	16,2	$D'_8$	3,7	0,15	$33^\circ$	0,777	1,554	6,28	11,5	0,31	1,41	1,72
5-5 ▽7,90	$\frac{11,6 \times 2,8 = 32,5}{11,6}$ $\frac{155,0}{187,5}$	11,6	16,2	$D'_9$	4,55	0,15	$28^\circ$	0,883	1,766	6,20	16,1	0,23	1,01	1,24
4-4 ▽5,35	$\frac{11,6 \times 2,55 = 29,5}{11,6}$ $\frac{187,5}{217,0}$	11,6	16,2	$D'_{10}$	5,3	0,15	$28^\circ$	0,899	1,798	6,16	19,0	0,20	0,85	1,05
1-1 ▽2,20	$\frac{11,6 \times 3,15 = 36,5}{11,6}$ $\frac{217,0}{253,5}$	11,6	16,2	$D'_{11}$	6,25	0,15	$33^\circ$	0,839	1,678	6,07	21,0	0,16	0,77	0,93

Рассчитал *И.В.С.* / Цейтлин /  
 Проверил *Хем* / Жеглова /

N 3078 ТМ-ТЛ 31/37