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

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 /Л. ЛЕВИН/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ ПО ВЛ /В. ОВСЕЕНКО/

МОСКВА-1968

N3078-3 ТМ т3 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 /К. Крюков/

Нач. технического отдела /Н. Румянцев/

Начальник отдела типового проектирования /А. Синелобов/

Главный инженер проекта /Б. Новгородцев/

Ленинград 1968 г

N 3078 тм-т3 Лист 2 / 31

Состав проекта

		Инв. 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 свободностоящих анкерно-угловых опор ВЛ 35 кв. одноцепной У35-1 и двухцепной У35-2

Все опоры рассчитаны на нагрузки III района по ветру: марки проводов по ГОСТ 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, утвержденных 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.

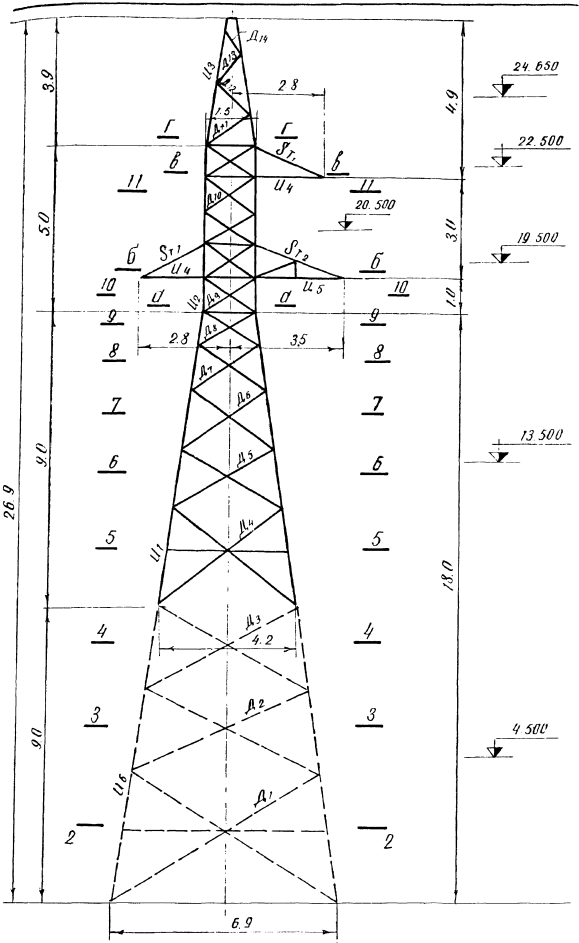
Расчетные листы включены в объем томов расчетов, а также в объем рабочих чертежей соответствующих опор.

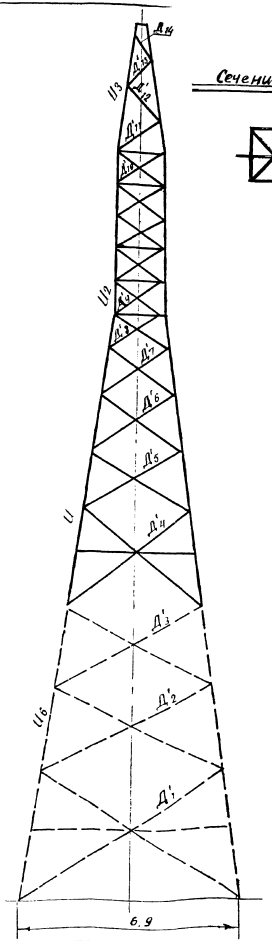
В расчетах учтена возможность установки опор на подставки высотой 9м, при установке опоры на разработанные подставки высотой H=5,0м, в элементах опоры имеется небольшой запас.

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

Содержание тома 3

		Листы
А. Опора У35-I		
1	Эскиз опоры	6
2	Нагрузки на опору	7-10
3	Давление ветра на конструкцию опоры	11
4	Расчет поясов ствола опоры	12,13
5	Расчет раскосов ствола опоры	14-16
6	Расчет тросостойки	17,18
7	Расчет траверс	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 ствола опоры	29
5	Расчет раскосов ствола опоры	30,31
В. Расчетные листы опор		
У35-1	№3078 тм — 137	
У35 2	№ 3078 тм — 138	

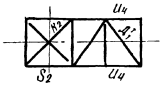




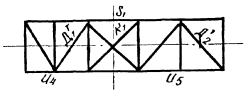
Сечение а-а

Сечение г-г

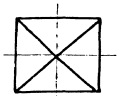
Сечение в-в



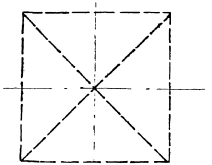
Сечение б-б



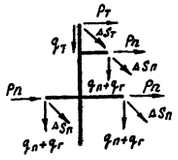
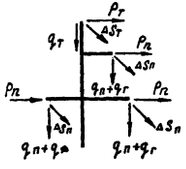
Сечение 5-5



Сечение 4-4



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

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $c=0$; $q_n^н=50$ кг/м²; $q_т^н=55$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	P_n / $P_т$
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса.	ΔS_n / $\Delta S_т$
				Вес пролета провода, троса.	q_n / $q_т$
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $c=5$ мм.; $q_n^н=125$ кг/м²; $c=10$ мм, $q_т^н=114$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	P_n / $P_т$
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса.	ΔS_n / $\Delta S_т$
				Вес пролета провода, троса.	q_n / $q_т$
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$

I район гололеда. АС-150: $\ell_{ветр.}=330$ м., $\ell_{вес.}=410$ м., $\ell_{гол.}=330$ м.; С-35: $\ell_{ветр.}=330$ м., $\ell_{вес.}=410$ м., $\ell_{гол.}=330$ м.

Обозначения	АС-150 0° норм.	n	расчет.	20° норм.	n	расчет.	60° норм.	n	расчет.	С-35 0° норм.	n	расчет.	20° норм.	n	расчет.	60° норм.	n	расчет.
P_1	265/170	1,2	320/210	260/165	1,2	315/205	230/150	1,2	280/180	130/85	1,2	155/100	130/85	1,2	150/100	115/75	1,2	135/90
P_2	0/0	—	0/0	640/540	1,3	830/705	1830/1535	1,3	2380/2000	0/0	1,3	0/0	380/340	1,3	495/440	1090/980	1,3	1420/1280
P_n / $P_т$	265/170	1,2	320/210			1145/910			2860/2180			155/100			645/540			1555/1370
ΔS_n / $\Delta S_т$	590	1,3	770	580	1,3	760	510	1,3	670	210	1,3	270	205	1,3	270	180	1,3	230
q_n / $q_т$	255/160	1,1	280/175	255/160	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
$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
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	100/65	1,4	140/90	90/60	1,4	125/80
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	1115/1010	1,3	1450/1315
P_n / $P_т$			180/120			1010/825			2540/2105			140/90			645/545			1575/1395
ΔS_n / $\Delta S_т$	590	1,3	770	580	1,3	760	510	1,3	670	210	1,3	270	205	1,3	270	180	1,3	230
q_n / $q_т$	255/160	1,1	280/175	255/160	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
	125/80	2,0	250/160	125/80	2,0	250/160	125/80	2,0	250/160	75/45	2,0	150/90	75/45	2,0	150/90	75/45	2,0	150/90
$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—

II район гололеда. АС-150: $\ell_{ветр.}=330$ м., $\ell_{вес.}=390$ м., $\ell_{гол.}=310$ м.; С-35: $\ell_{ветр.}=330$ м., $\ell_{вес.}=390$ м., $\ell_{гол.}=310$ м.

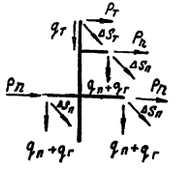
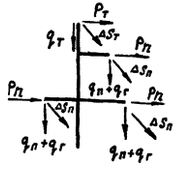
Обозначения	АС-150 0° норм.	n	расчет.	20° норм.	n	расчет.	60° норм.	n	расчет.	С-35 0° норм.	n	расчет.	20° норм.	n	расчет.	60° норм.	n	расчет.
P_1	265/170	1,2	320/210	260/165	1,2	315/205	230/150	1,2	280/180	130/85	1,2	155/100	130/85	1,2	150/100	115/75	1,2	135/90
P_2	0/0	1,3	0/0	555/495	1,3	725/645	1600/1420	1,3	2080/1850	0/0	1,3	0/0	270/290	1,3	350/380	790/830	1,3	1030/1080
P_n / $P_т$			320/210			1040/850			2860/2030			155/100			500/480			1165/1170
ΔS_n / $\Delta S_т$	360	1,3	490	350	1,3	455	310	1,3	405	-90	1,3	-120	-90	1,3	-120	-80	1,3	-105
q_n / $q_т$	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	140/90	125/80	1,1	140/90
$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P_1	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	1,3	0/0	740/620	1,3	960/810	2130/1800	1,3	2760/2340	0/0	1,3	0/0	390/390	1,3	505/505	1115/1115	1,3	1495/1495
P_n / $P_т$			250/170			1210/980			2980/2485			220/140			725/645			1685/1625
ΔS_n / $\Delta S_т$	660	1,3	860	650	1,3	840	570	1,3	740	0	1,3	0	0	1,3	0	0	1,3	0
q_n / $q_т$	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	140/90	125/80	1,1	140/90
	300/190	2,0	600/380	300/190	2,0	600/380	300/190	2,0	600/380	195/125	2,0	390/250	195/125	2,0	390/250	195/125	2,0	390/250
$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание:

1. Разность тяжения определяется для пролета $\ell=100$ м.
2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_m=30$ кг/мм²

3078 тм/3 л.1/52

Нагрузки на одноцепные анкерно-угловые опоры ВЛ 35 кв. Шифр У35-1

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $q_п^н=50$ кг/м.² $q_т^н=55$ кг/м.² $c=0$		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	$P_п$ / $P_т$
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ / $q_т$
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $c=15$ мм. $q_п^н=14$ кг/м.² $q_т^н=14$ кг/м.² $c=20$ мм.		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	$P_п$ / $P_т$
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ / $q_т$
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$

III район гололеда

Обозначения	АС-150 (ℓ ветр. = 240 м., ℓ вес. = 300 м., ℓ заб. = 240 м.) 0° норм.	п	расчет.	20° норм.	п	расчет.	60° норм.	п	расчет.	С-35 0° норм.	п	расчет.	20° норм.	п	расчет.	60° норм.	п	расчет.
P_1	195/140	1,2	230/170	190/140	1,2	230/170	170/120	1,2	200/145	90/65	1,2	110/80	90/65	1,2	110/80	80/60	1,2	95/70
P_2	0/0	—	0/0	410/420	1,3	535/545	1180/1210	1,3	1540/1570	0/0	1,3	0/0	230/240	1,3	300/310	655/700	1,3	850/910
$P_п$ / $P_т$			230/170			765/715			1740/1715			110/80			410/390			945/980
$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	60	1,3	80	60	1,3	80	50	1,3	65	95	1,3	125	95	1,3	125	85	1,3	110
$q_п$ / $q_т$	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
$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P_1	190/135	1,4	265/185	185/130	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
P_2	0/0	1,4	0/0	740/670	1,4	1035/940	2120/1930	1,4	2960/2700	0/0	1,4	0/0	390/390	1,4	550/550	1115/1115	1,4	1560/1560
$P_п$ / $P_т$	190/135		265/185	925/800		1295/1125	2085/2045		3190/2860			210/150			750/700			1740/1690
$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	390	1,4	545	380	1,4	530	840	1,4	475	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0
$q_п$ / $q_т$	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
	410/270	2,0	820/540	410/270	2,0	820/540	410/270	2,4	820/540	290/195	2,0	580/380	290/195	2,0	580/380	290/195	2,0	580/380
$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—

IV район гололеда

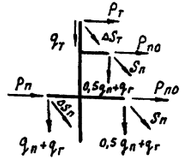
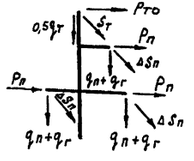
Обозначения	АС-150 (ℓ ветр. = 240 м., ℓ вес. = 260 м., ℓ заб. = 210 м.) 0° норм.	п	расчет.	20° норм.	п	расчет.	60° норм.	п	расчет.	С-35 0° норм.	п	расчет.	20° норм.	п	расчет.	60° норм.	п	расчет.
P_1	195/140	1,2	230/170	190/140	1,2	230/170	170/120	1,2	200/140	90/65	1,2	110/80	90/65	1,2	110/80	80/60	1,2	95/70
P_2	0/0	1,3	0/0	300/370	1,3	390/480	875/1050	1,3	1130/1390	0/0	1,3	0/0	320/325	1,3	415/420	920/930	1,3	1200/1210
$P_п$ / $P_т$			290/170			620/650			1330/1530			110/80			585/500			1295/1280
$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	350	1,3	455	340	1,3	440	300	1,3	390	0	1,3	0	0	1,3	0	0	1,3	0
$q_п$ / $q_т$	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	85/60	1,1	95/65	85/60	1,1	95/65	85/60	1,1	95/65
$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P_1	230/170	1,4	320/240	225/170	1,4	315/240	200/145	1,4	280/200	190/135	1,4	265/185	185/130	1,4	260/185	165/115	1,4	230/160
P_2	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
$P_п$ / $P_т$			320/240			1350/1260			3260/3120			265/185			810/785			1790/1720
$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	80	1,4	110	80	1,4	110	70	1,4	100	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0
$q_п$ / $q_т$	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	85/60	1,1	95/65	85/60	1,1	95/65	85/60	1,1	95/65
	545/380	2,0	1090/760	545/380	2,0	1090/760	545/380	2,0	1090/760	410/280	2,0	820/560	410/280	2,0	820/560	410/280	2,0	820/560
$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—

3078 тм/3 л 9/32

Нагрузки на одноцепные анкерно-угловые опоры ВЛ 35 кв шифр У35-1

| №№ схем | Расчетные схемы | Расчетные климатические условия | Схемы нагрузок | Род нагрузок | Обозначения | I район гололеда | | |

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

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III район гололеда															IV район гололеда														
						АС-150						С-35									АС-150						С-35								
						ℓ ветр. = 240 м. ℓ вес. = 300 м. ℓ вад. = 240 м.															ℓ ветр. = 240 м. ℓ вес. = 280 м. ℓ вад. = 210 м.														
						0°			20°						60°			0°			0°			20°			60°			0°			20°			60°		
						нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.
III	Оборваны два провода, дающие наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору.	t=-5°C; c=15 мм.; q=0; c=20 мм.		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса.	$P_п$ / $P_т$	0/0	1,26	0/0	690/640	1,45×0,9=1,26	870/800	2000/1830	1,26	2520/2310	0/0	1,26	0/0	290/300	1,26	370/380	825/850	1,26	1040/1070	0/0	1,26	0/0	700/705	1,26	885/890	2020/2020	1,26	2550/2550	0/0	1,26	0/0	365/365	1,26	460/460	1050/1050	1,26	1320/1320
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода.	$P_{по}$	0	1,26	0		1,26	435		1,26	1260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	350	1,26	445	1000	1,26	1290	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	340	1,26	425	335	1,26	420	295	1,26	370	-55	1,26	-70	-55	1,26	-70	-48	1,26	-61	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода.	$S_п$	2000	1,26	2510	1960	1,26	2470	1730	1,26	2170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2020	1,26	2550	1980	1,26	2500	1750	1,26	2200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	185/125 410/270	1,1 / 2,0	205/140 820/540	185/125 410/270	1,1 / 2,0	205/140 820/540	185/125 410/270	1,1 / 2,0	205/140 820/540	95/65 290/195	1,1 / 2,0	105/70 580/380	95/65 290/195	1,1 / 2,0	105/70 580/380	95/65 290/195	1,1 / 2,0	105/70 580/380	160/110 545/380	1,1 / 2,0	175/120 1090/760	160/110 545/380	1,1 / 2,0	175/120 1090/760	160/110 545/380	1,1 / 2,0	175/120 1090/760	85/60 410/280	1,1 / 2,0	95/65 820/560	85/60 410/280	1,1 / 2,0	95/65 820/560	85/60 410/280	1,1 / 2,0	95/65 820/560
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны	t=-5°C; c=15 мм.; q=0; c=20 мм.		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса.	$P_п$	0/0	1,26	0/0	690/640	1,26	870/800	2000/1830	1,26	2520/2310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0/0	1,26	0/0	700/705	1,26	885/890	2020/2020	1,26	2550/2550	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве.	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	145	1,26	180	415	1,26	525	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	185	1,26	230	525	1,26	660
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода.	$\Delta S_п$	340	1,26	425	335	1,26	420	295	1,26	370	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве.	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	825	1,26	1040	810	1,26	1020	715	1,26	900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1050	1,26	1320	1035	1,26	1300	910	1,26	1145
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	185/125 410/270	1,1 / 2,0	205/140 820/540	185/125 410/270	1,1 / 2,0	205/140 820/540	185/125 410/270	1,1 / 2,0	205/140 820/540	95/65 290/195	1,1 / 2,0	105/70 580/380	95/65 290/195	1,1 / 2,0	105/70 580/380	95/65 290/195	1,1 / 2,0	105/70 580/380	160/110 545/380	1,1 / 2,0	175/120 1090/760	160/110 545/380	1,1 / 2,0	175/120 1090/760	160/110 545/380	1,1 / 2,0	175/120 1090/760	85/60 410/280	1,1 / 2,0	95/65 820/560	85/60 410/280	1,1 / 2,0	95/65 820/560	85/60 410/280	1,1 / 2,0	95/65 820/560
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—

3078 тм/3 л. 11/82

Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Наименов. секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор $C_x I$ $q_0 = [кг/м^2]$	Площадь элементов фермы Σf_i $[м^2]$	Площадь по контуру S $(м^2)$	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамический коэфф. фермы $C_ф = C_c \cdot \varphi = 3,4\varphi$	η при $\frac{b}{h}$	Аэродинамический коэфф. простр. фермы $C_{пр} = C_ф \cdot \eta$	Нормативная ветровая нагрузка без коэфф. динамичности. Ветер ⊥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S$		Расчетная ветровая нагрузка с учетом (коэфф) динамичности $B = 1,35$ коэфф. перегр. $n = 1,2$	$n = 1,0$
										$C_x I$	$C_x II$	$C_x I$	$C_x II$
Верхняя траверса	22,5; 1000; 2050	1,4	71	0,32	1,15	0,28	0,392	0,747	0,685	25,2 г) (56)	6,3 г) (14)	41	8,5
Средняя траверса	19,5; 1000; 3750	1,3	65	0,42	1,5	0,28	0,392	0,747	0,685	30 г) (66,5)	7,5 г) (16,6)	48,6	10,0
Нижняя траверса	19,5; 1000; 2050	1,3	65	0,32	1,15	0,279	0,392	0,747	0,685	22,8 г) (51)	5,7 г) (13)	37	7,7
Тросостойка	300; 24,65; 3700; 1500	1,45	73	0,74	3,32	0,223	0,312	0,81	0,565	137	34	222	46
Верхняя секция	1500; 20,5; 5000	1,35	68	1,9	7,5	0,272	0,382	0,73	0,66	336	84	545	113
Нижняя секция	1500; 13,5; 9000; 4200	1,0	50	4,36	25,6	0,17	0,238	0,895	0,45	575	144	935	195
Подставка	4200; 4,5; 9000; 5900	1,0	50	5,20	50,0	0,104	0,146	0,99	0,29	725	181	1170	245
										Σ 1851	Σ 463	Σ 2998	Σ 625

Примечания:

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

Определение усилий в поясах ствола опоры

Сечение, отмтка, база	Схема I, I р-н гололёда, $\alpha=60°$. Разность тяжений. Изгибающие моменты (тм): От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$ (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{WII} (тм)	Вертикальная нагрузка G (т)
10-10 ▽ 18,5 δ=1,5м	1,37×8,4 = 11,50 2,18×3,5 = 7,62 2,18×2×0,5=2,18 7,91 M_{II}= 21,30 $M_{Iну}$=0,285×3,5=1,00 ΣM_{II}= 22,30	0,23×8,4 = 1,93 0,67×3,5 = 2,34 0,67×2×0,5=0,67 2,24 $\Sigma M_{\perp}$= 4,95	0,047×4,0 = 0,164 0,0486×1,0 = 0,049 0,037×1,0 = 0,037 0,222×5,95 = 1,320 0,545×2,0 = 1,090 0,894 M_{WII}= 2,66	0,09×1,0 = 0,090 0,285×3 = 0,855 0,21×8,4 = 1,760 2,81
	$U_2 = \frac{22,30+4,95+2,66}{2\times1,5} + \frac{2,81}{4} = \frac{29,91}{3} + 0,7 = 10,0+0,7 = 10,7$ т н.			
5-5 ▽ 10,7 δ=3,7м	22,30 7,91×7,8 = 61,70 7,91 ΣM_{II} = 84,00	4,95 2,24×7,8 = 17,50 2,24 $\Sigma M_{\perp}$= 22,45	2,66 0,894×7,8 = 6,96 0,935×2,8 = 2,62 1,83 ΣM_{WII} = 12,24	2,81 0,21×7,8 = 1,64 4,45
	$U_1 = \frac{84,00+22,45+12,24}{2\times3,7\times0,989} + \frac{4,45}{4} = \frac{118,70}{7,3} + 1,11 = 16,3+1,11 = 17,41$ тн			
2-2 ▽ 2,2 δ=6,25	84,00 7,91×8,5 = 67,20 ΣM_{II}= 151,20	22,45 2,24×8,5 = 19,00 2,24 $\Sigma M_{\perp}$= 41,45	12,24 1,83×8,5 = 15,60 1,17×2,3 = 2,70 3,0 ΣM_{WII} = 30,54	4,45 0,21×8,5 = 1,78 6,23
	$U_6 = \frac{151,2+41,45+30,54}{2\times6,25\times0,989} + \frac{6,23}{4} = 18,29+1,56 = 19,76$ тн.			

Сечение, отмтка, база	Схема II концевая IV р-н гололёда $\alpha=0°$. Изгибающие моменты (тм): От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$ (тм)	От ветра на конструкцию M_{WII} (тм)	Вертикальные нагрузки (т)
10-10 ▽ 18,5 δ=1,5м	0,132×8,4 = 1,01 0,14×3,5 = 0,49 0,14×2×0,5 = 0,14 0,552 M_{II} = 1,64 $M_{Iну}$= 22/3,84	1,56×8,4 = 13,10 2,98×3,5 = 10,40 2,98×2×0,5 = 2,98 10,5 $M_{\perp}$ = 26,48	0,0085×4,0 = 0,034 0,01×1,0 = 0,010 0,0085×1,0 = 0,008 0,0946×5,95 = 0,270 0,113×2,0 = 0,226 0,186 0,55	0,457×1 = 0,457 0,745×3 = 2,235 0,21×8,4 = 1,76 4,452
	$U_2 = \frac{3,84+26,48+0,55}{2\times1,5} + \frac{4,452}{4} = \frac{30,87}{3} + 1,11 = 10,3+1,11 = 11,41$ тн.			
5-5 ▽ 10,7 δ=3,7м	3,84 0,552×7,8 = 4,30 0,552 8,14	26,48 10,5×7,8 = 82,00 10,5 108,48	0,55 0,186×7,8 = 1,45 0,195×2,8 = 0,55 0,38 2,55	4,452 0,21×7,8 = 1,640 6,09
	$U_1 = \frac{8,14+108,48+2,55}{2\times3,7\times0,989} + \frac{6,09}{4} = \frac{119,17}{7,3} + 1,53 = 16,4+1,52 = 17,93$ тн.			
2-2 ▽ 2,2 δ=6,25	8,14 0,552×8,5 = 4,55 0,552 12,69	108,48 10,5×8,5 = 89,42 10,5 197,90	2,55 0,38×8,5 = 3,23 0,245×2,3 = 0,56 0,625 6,34	6,09 0,21×8,5 = 1,78 7,87
	$U_6 = \frac{12,69+197,90+6,34}{2\times6,25\times0,989} + \frac{7,87}{4} = \frac{216,93}{12,3} + 1,97 = 17,7+1,97 = 19,67$ тн			

Сечение, отмтка, база	Схема III, IV р-н гололёда, $\alpha=60°$ без разн. тяжений. Изгибающие моменты: От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$ (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
10-10 ▽ 18,5 δ=1,5м	1,32×8,4 = 11,10 1,29×3,5 = 4,50 (2,55+1,29)×0,5 = 1,92 6,45 M_{II} = 17,52 $M_{Iну}$=1,37×3,8=4,8 ΣM_{II}= 22,32	2,2×0,5 = 1,10 2,2×3,5 = 7,70 4,4 $M_{\perp}$ = 8,8	0,915×1 = 0,915 0,742×2 = 1,484 1,375×1 = 1,375 0,210×8,4 = 1,76 5,53
	$U_2 = \frac{22,32+8,8}{2\times1,5} - \frac{5,53}{4} = \frac{31,12}{3} + 1,4 = 10,4+1,4 = 11,80$ тн.		
5-5 ▽ 10,7 δ=3,7м	22,32 6,45×7,8 = 50,30 6,45 72,62	8,8 4,4×7,8 = 34,4 4,4 43,2	5,53 0,21×7,8 = 1,64 7,17
	$U_1 = \frac{72,62+43,2}{2\times3,7\times0,989} + \frac{7,17}{4} = 15,85+1,80 = 17,65$ тн		
2-2 ▽ 2,2 δ=6,25	72,62 6,45×8,5 = 54,98 6,45 127,60	43,2 4,4×8,5 = 37,4 4,4 80,6	7,17 0,21×8,5 = 1,78 8,95
	$U_6 = \frac{127,6+80,6}{2\times6,25\times0,989} + \frac{8,95}{4} = 16,9+2,24 = 19,14$ тн.		

3078тм-т3 л. 13/82

Определение усилий в поясах ствола опоры

Сечение, отметка, база	Схема II, IV р-н гололеда, α = 60° без разности тяжений			Схема II, III р-н гололеда, α = 60° с разностью тяжений (без троса)				Схема III, IV р-н гололеда, α = 60° (без троса)		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (тм)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (тн)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (тм)
	От нагрузок на провода и тросы $M_п$ (тм)	От ветра на конструкц. $M_{Wп}$ (тм)		От нагрузок на провод $M_п$ (тм)	От нагрузок на провод $M_⊥$ (тм)	От ветра на конструкции $M_{Wп}$ (тм)		От нагрузок на провода $M_п$ (тм)	От нагрузок на провода $M_⊥$ (тм)	
10-10 ▽ 18,5 в = 1,5 м	1,79 × 8,4 = 15,1 3,26 × 3,5 = 11,4 3,26 × 2 × 0,5 = 3,26 11,57 $M_п$ = 29,76 $M_{н.у}$ = 1,375 × 3,5 = 4,8 $\Sigma M_п$ = 34,56	0,0085 × 4 = 0,034 0,01 × 1 = 0,010 0,0085 × 1 = 0,008 0,046 × 5,95 = 0,270 0,113 × 2,0 = 0,226 0,186 0,55	0,915 × 1 = 0,915 1,375 × 3 = 4,120 0,21 × 8,4 = 1,76 6,795	2,86 × 3,5 = 10,00 2,86 × 2 × 0,5 = 2,86 8,58 $M_п$ = 12,86 $M_{ну}$ = 0,79 × 3,5 = 2,8 $\Sigma M_п$ = 15,66	0,475 × 3,5 = 1,665 0,475 × 2,0 × 0,5 = 0,475 1,425 2,14	0,0085 × 4 = 0,034 0,01 × 1 = 0,010 0,0085 × 1 = 0,008 0,113 × 2 = 0,226 0,14 0,278	0,79 × 3 = 2,37 0,21 × 8,4 = 1,76 4,13	1,29 × 3,5 = 4,52 (2,55 + 1,29) × 0,5 = 1,92 5,13 $M_п$ = 6,44 $M_{ну}$ = 4,8 $\Sigma M_п$ = 11,24	2,2 × 0,5 = 1,1 2,2 × 3,5 = 7,7 4,4 8,8	0,742 × 2 = 1,484 1,375 × 1 = 1,375 0,21 × 8,4 = 1,76 4,62
	$U_2 = \frac{34,56 + 0,55}{2 \times 1,5} + \frac{6,795}{4} = 11,7 + 1,7 = 13,4$ т			$U_2 = \frac{15,6 + 2,14 + 0,278}{2 \times 1,5} + \frac{4,13}{4} = \frac{17,8}{3} + 1,04 = 6,0 + 1,04 = 7,04$ тн				$U_2 = \frac{11,24 + 8,8}{2 \times 1,5} + \frac{4,62}{4} = \frac{20,04}{3} + 1,16 = 6,7 + 1,16 = 7,86$ тн		
5-5 ▽ 10,7 в = 3,7 м	34,56 11,57 × 7,8 = 90,00 124,56	0,55 0,186 × 7,8 = 1,45 0,195 × 2,8 = 0,55 2,55	6,795 0,21 × 7,8 = 1,640 8,435	15,66 8,58 × 7,8 = 67,00 8,58 82,66	2,14 1,425 × 7,8 = 11,10 1,425 13,24	0,278 0,14 × 7,8 = 1,090 0,195 × 2,8 = 0,55 0,335 ,918	4,13 0,21 × 7,8 = 1,64 5,77	11,24 5,13 × 7,8 = 40,00 5,13 51,24	8,8 4,4 × 7,8 = 34,4 4,4 43,2	4,62 0,21 × 7,8 = 1,64 6,26
	$U_1 = \frac{127,56 + 2,55}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{8,435}{4} = 17,4 + 2,11 = 19,51$ т			$U_1 = \frac{82,66 + 13,24 + 1,918}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{5,77}{4} = \frac{97,87}{7,3} + 1,45 = 13,40 + 1,45 = 14,85$ тн.				$U = \frac{51,24 + 43,2}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{6,26}{4} = \frac{94,44}{7,3} + 1,57 = 13,0 + 1,57 = 14,57$ тн		
2-2 ▽ 2.2 в = 6,25	124,56 11,57 × 8,5 = 98,00 222,56	2,55 0,38 × 8,5 = 3,23 0,245 × 2,3 = 0,56 6,34	8,435 0,21 × 8,5 = 1,780 10,215	82,66 8,58 × 8,5 = 73,00 8,58 155,66	13,24 1,425 × 8,5 = 12,10 1,425 25,34	1,918 0,335 × 8,5 = 2,85 4,768	5,77 0,21 × 8,5 = 1,78 7,55	51,24 5,13 × 8,5 = 43,50 5,13 94,74	43,2 4,4 × 8,5 = 37,4 4,4 80,6	6,26 0,21 × 8,5 = 1,78 8,04
	$U_6 = \frac{222,56 + 6,34}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{10,215}{4} = 18,6 + 2,55 = \underline{21,15}$ т			$U_6 = \frac{155,66 + 25,34 + 4,768}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{7,55}{4} = \frac{185,77}{12,3} + 1,89 = 15,1 + 1,89 = 16,99$ тн				$U_6 = \frac{94,74 + 80,6}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{8,04}{4} = \frac{175,34}{12,3} + 2,01 = 16,31$ тн		

3078 тм/3 л 14/32

Ферма II оси траверсы. Схема III, IV р-н гололеда $\alpha = 60°$
без разности тяжений

Сечение отметка	Изгибающие моменты: от тяжения	Изгибающие моменты: от весовой нагрузки	Перерезывающая сила Q (т)	Крутящий момент Mкр (тм)	Обозн. элем.	База „в" (м)	tgγ	Угол наклона раскоса к горизонту β	cos β	2cos β	$\frac{M_u}{в} tg\gamma$	4в cos β	Усилия в раскосах (т): $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{в} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4в\cos\beta}$	$D = D' + D''$
11-11 ▼21,5	1,32×5,4 = 7,15 1,29×0,5 = 0,65 2,61 7,8	0,742×2,8 = 2,08	1,29 1,32 2,61	2,2×2,8 = 6,16	D_{10}	1,5	0	35°	0,819	1,64	0	4,94	0,79	1,25	2,04
10-10 ▼18,5	2,61×3 = 7,83 2,55×0,5 = 1,28 1,29×0,5 = 0,65 6,45 17,56	0,742×6,3 = 4,70 1,375×2,8 = 3,85 0,85	2,61 2,55 1,29 6,45	6,16 2,2×3,5 = 7,70 13,86	D_9	1,5	0	35°	0,819	1,64	0	4,94	1,97	2,82	4,79
9-9 ▼17,55	17,56 6,45×0,95 = 6,1 23,66	0,85	6,45	13,86	D_8	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 6,45×1,2 = 7,75 31,41	0,85	6,45	13,86	D_7	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 6,45×1,55 = 10,00 41,41	0,85	6,45	13,86	D_6	2,5	0,15	36°	0,809	1,618	2,48	8,09	0,47	1,72	2,19
6-6 ▼13,0	41,41 6,45×1,8 = 11,60 53,01	0,85	6,45	13,86	D_5	3,0	0,15	31°	0,857	1,714	2,65	10,3	0,34	1,35	1,69
5-5 ▼10,7	53,01 6,45×2,3 = 14,80 67,81	0,85	6,45	13,86	D_4	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 6,45×2,8 = 18,10 85,91	0,85	6,45	13,86	D_3	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 6,45×2,55 = 16,50 102,41	0,85	6,45	13,86	D_2	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 6,45×3,15 = 20,30 122,71	0,85	6,45	13,86	D_1	6,25	0,15	33°	0,839	1,678	2,94	21,0	0,17	0,66	0,83

Инж. Гнездов

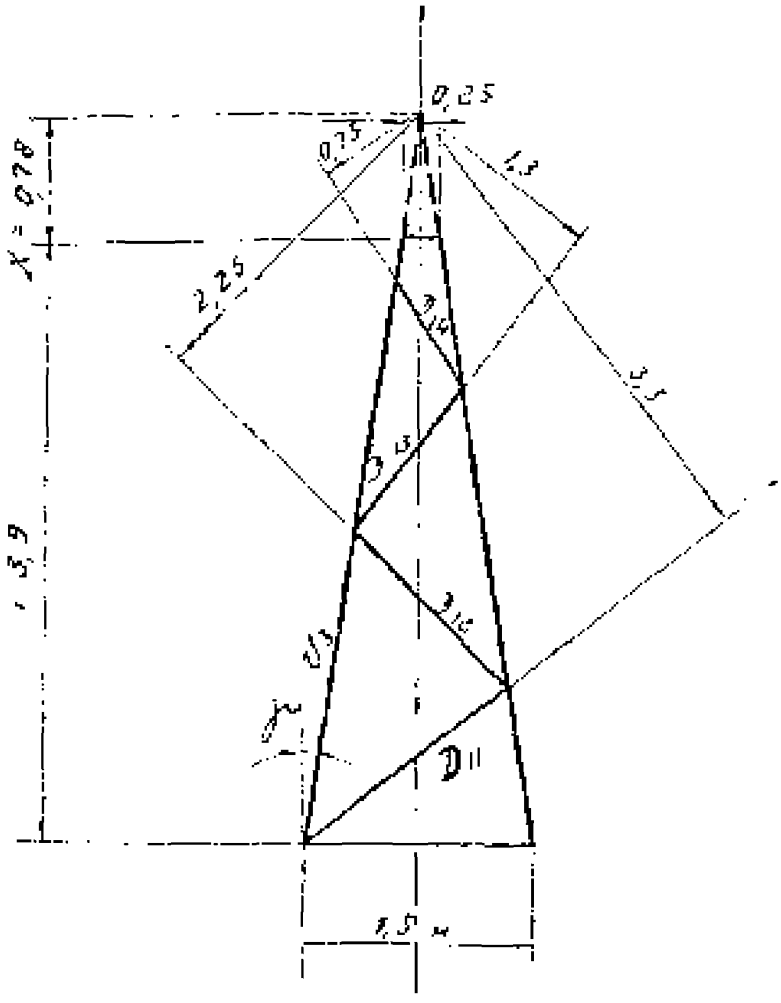
Грань ⊥ оси траверсы. Схема II концевая. IV р-он гололеда $\alpha = 0°$

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

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

Сечение, отметка	Изгибающий момент от тяжения проводов	Перерезывающая сила Q(т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обозн. элемент	База в'' (м)	tg γ	Угол наклон раскос к горизон β	cos β	2cos β	$\frac{M_u}{в}$ tg δ	4в cos β	Усилия в раскосах (т): $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{в} tg\delta}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4в\cos\beta}$	$D = D' + D''$
11-11 ▼21,5	—	2,55	2,55×2,8 = 7,1	D'_{10}	1,5	0	35°	0,819	1,638	0	4,94	0,78	1,44	2,22
10-10 ▼18,5	—	5,1	2,55×2,80 = 7,1 2,55×3,5 = 8,9 16,0	D'_9	1,5	0	35°	0,819	1,638	0	4,94	1,56	3,24	4,80
9-9 ▼17,55	2,55×4,45 = 11,30 2,55×1,45 = 3,70 5,1 15,00	5,1	16,0	D'_8	1,7	0,15	32°	0,848	1,696	1,32	5,76	0,72	2,8	3,52
8-8 ▼16,35	15,00 5,1×1,2 = 6,10 21,10	5,1	16,0	D'_7	2,0	0,15	35°	0,819	1,638	1,58	6,55	0,59	2,46	3,05
7-7 ▼14,8	21,10 5,1×1,55 = 7,90 29,00	5,1	16,0	D'_6	2,5	0,15	36°	0,809	1,618	1,74	8,09	0,49	1,98	2,47
6-6 ▼13,0	29,00 5,1×1,8 = 9,16 38,16	5,1	16,0	D'_5	3,0	0,15	31°	0,857	1,714	1,91	10,3	0,37	1,55	1,92
5-5 ▼10,7	38,16 5,1×2,3 = 11,70 49,86	5,1	16,0	D'_4	3,7	0,15	39°	0,777	1,554	2,02	11,5	0,34	1,39	1,73
4-4 ▼7,9	49,86 5,1×2,8 = 14,30 64,16	5,1	16,0	D'_3	4,55	0,15	28°	0,883	1,766	2,11	16,1	0,25	0,99	1,24
3-3 ▼5,35	64,16 5,1×2,55 = 13,01 77,17	5,1	16,0	D'_2	5,3	0,15	26°	0,899	1,798	2,19	19,0	0,21	0,84	1,05
2-2 ▼2,2	77,17 5,1×3,15 = 16,10 93,27	5,1	16,0	D'_1	6,25	0,15	33°	0,839	1,678	2,24	21,0	0,18	0,76	0,94

Расчёт тросостойки



$$x = \frac{3,9 \times 0,25}{1,5 - 0,25} = 0,78;$$

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

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

$$\gamma = 9°06'$$

Схема II $\alpha = 60°$ IV р.г.

а) Усилие в поясе

$q_г = 0,46$ т $G_{тр} = 0,25$ т

$P_г = 1,79$ т

$M_п = 1,79 \times 3,9 = 7,0$ тм

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

$\Sigma M' = 7,0 + 0,082 = 7,082$ тм

$G = 0,46 + 0,25 = 0,71$ т

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

Усилия в раскосах

$P_г = 1,79$ т

$M = 1,79 \times 0,78 = 1,39$ тм

$D_{11} = \frac{1,39}{3,3} = 0,42$ т

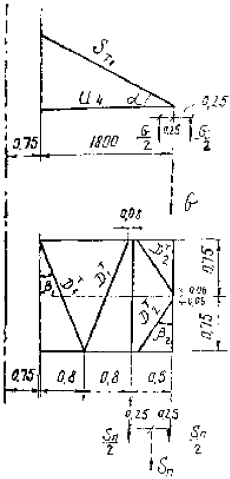
$D_{12} = \frac{1,39}{2,25} = 0,62$ т

$D_{13} = \frac{1,39}{1,3} = 1,07$ т

$D_{14} = \frac{1,39}{0,75} = 1,85$ т

Расчет траверс

1. Траверса $\ell = 2{,}8$ м



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

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

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

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

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

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

а) Усилие в поясе

Схема II к. $\alpha = 0^\circ$ IV р.г

$S_п = 2{,}98$ т. $\quad P_п = 0{,}14$ т

$g_п = 0{,}633$ т. $\quad 2g_г = 110$ кг. $\quad G_{тр} \approx 0{,}2$ т.

$$\Sigma G = g_п + g_г + 0{,}25\ G_{тр} = 0{,}633 + 0{,}055 + 0{,}25 \times 0{,}2 = 0{,}74\text{ т.}$$

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

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

$S_п = 2{,}2$ т, $\quad P_{по} = 1{,}29$ т, $\quad g_п = 0{,}633$ т, $\quad 2g_г = 0{,}11$ т

$g_л = 0{,}2 \times 1{,}1 = 0{,}22$ т. $\quad \Sigma G = 0{,}633 + 0{,}055 + 0{,}25 \times 0{,}2 + 0{,}5 \times 0{,}22 = 0{,}848$ т

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

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

$S_п = 2{,}98$ т

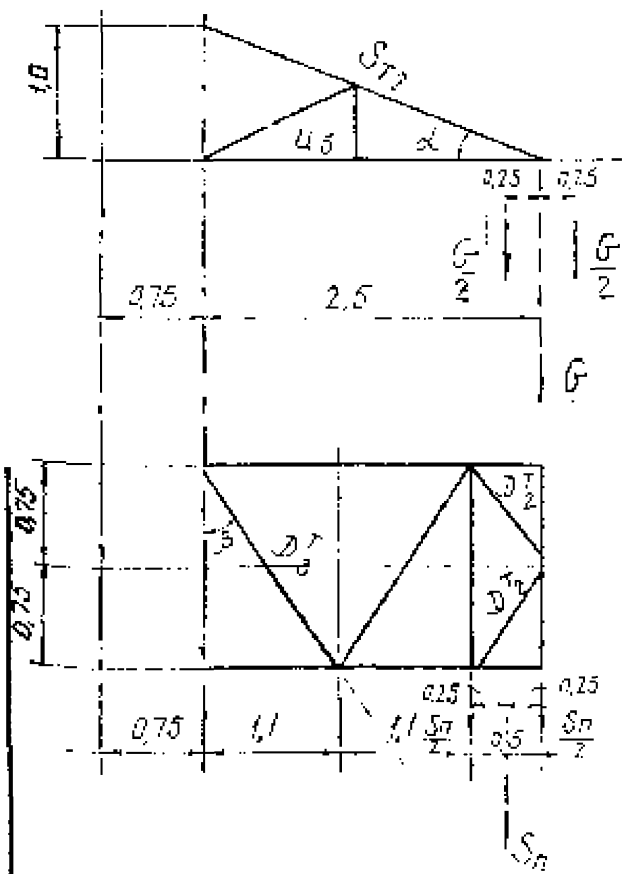
$D_1^т = \frac{2{,}98}{0{,}93} = 3{,}2$ т $\qquad D_2^т = \frac{2{,}98}{2 \cdot 0{,}854} = 1{,}75$ т.

в) Усилие в тяге.
Схема III; IV р.г.

$\Sigma G = 0{,}848$ т

$S_{т_1} = \frac{0{,}848 \times 1{,}8}{1{,}0 \times 0{,}875} = 1{,}75$ т.

2. Траверса $l = 3{,}5$ м.



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

$\alpha = 22°$

$\cos\alpha = 0{,}927$

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

$\beta = 36°$

$\cos\beta = 0{,}809$

а) Усилие в поясе

Схема III; IV р.г. $\alpha = 60°$

$S_п - 2{,}2$ т $\qquad P_{п.о} = 1{,}29$ т.

$G_{тр} = 0{,}848$ тн (см. стр. 19)

$$U_5 = \frac{0{,}848 \times 2{,}5}{1{,}0} + \frac{2{,}2 \times 2{,}5}{1{,}5} + 1{,}29 =$$

$$= 2{,}12 + 3{,}69 + 1{,}29 = 7{,}1 \text{ т}$$

б) Усилия в раскосах нижней грани.

Схема II к; IV р.г. $\alpha = 0°$

$S_п = 2{,}98$ т.

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

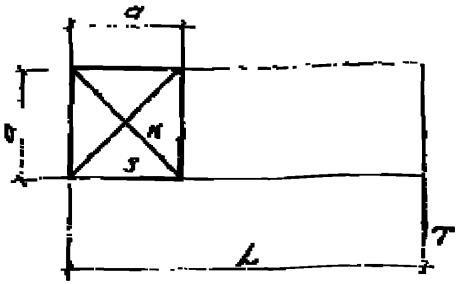
в) Усилие в тяге.

Схема III; IV р.г.

$\Sigma G = 0{,}848$ т

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

Расчет распорок и диафрагм



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

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

Схема $\overline{II}$ к; $\overline{IV}$ р-н гололеда; $\alpha = 0°$

$T = 2{,}98$ т $a = 1{,}5$ м

Распорка S_1

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

Диафрагма K_1

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

Распорка S_2

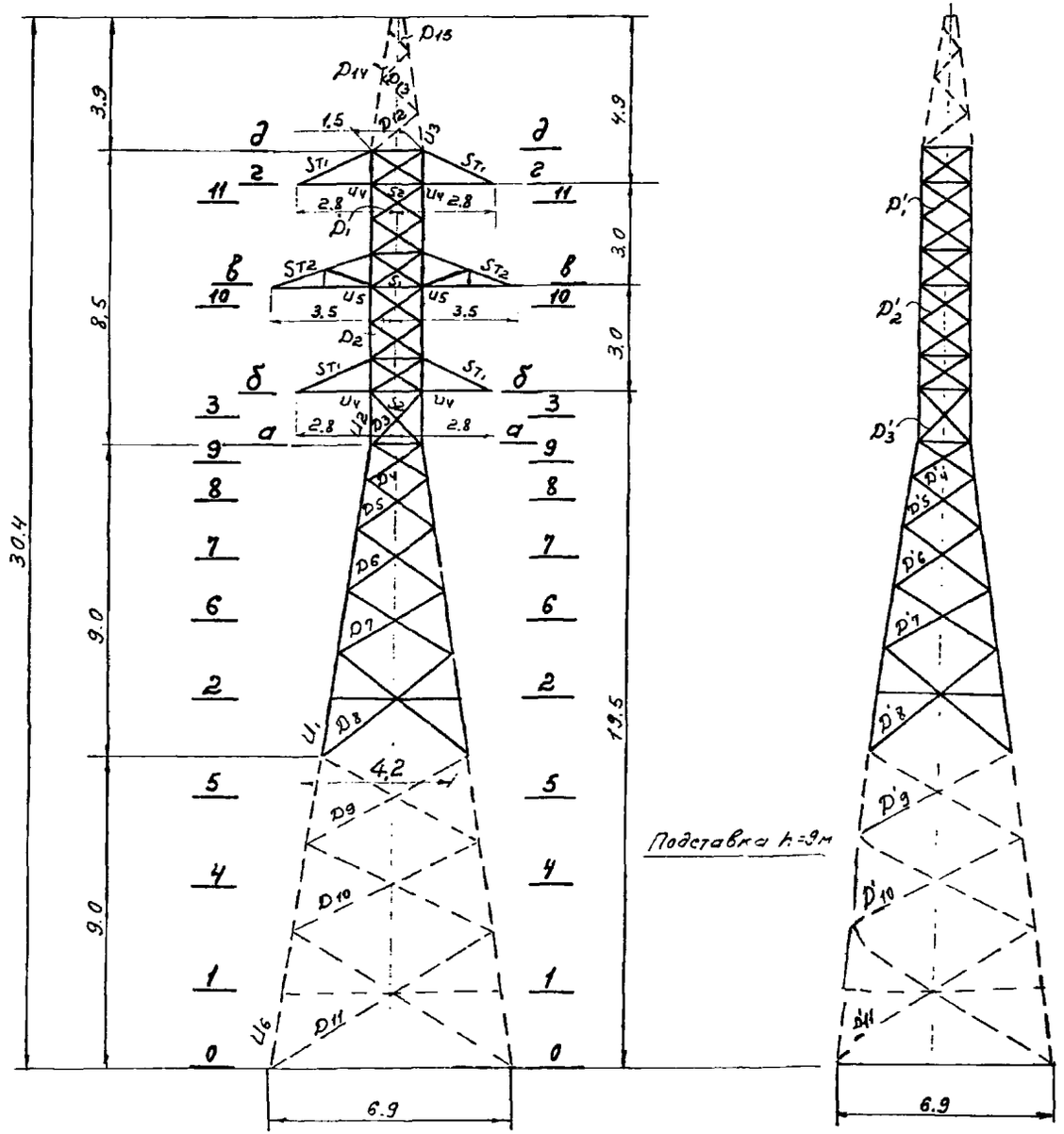
$L = 2{,}8$ м $S_2 = \frac{2{,}98\times(2{,}8-0{,}75)}{1{,}5} = 4{,}07$ т

Диафрагма K_1

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

Рассчитал /Груздев/
Проверил /Жеглова/

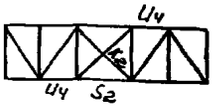
У35-2



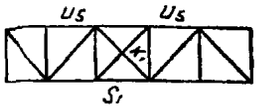
Подставка h=3м

Сечение д-д

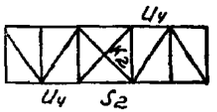
Сечение г-г



Сечение в-в

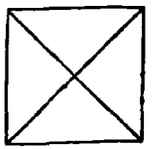


Сечение б-б

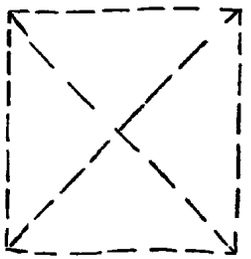


Сечение а-а

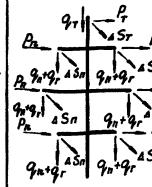
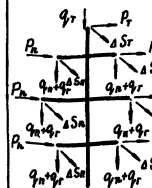
Сечение 2-2



Сечение 1-1



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

NN схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=0$; $q_n^н=50$ кг/м²; $q_т^н=66$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1
				Составляющая вдоль траверсы от тяжести провода, троса	P_2
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ / $P_т$
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=5$ мм $q_п^н=12{,}5$ кг/м²; $C=10$ мм $q_т^н=17$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ / $P_т$
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$

Примечания:

1. Разность тяжения определяется для пролета $\ell=100$ м
2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_т=30$ кг/мм²

Обозначения	I р.г. АС-150 (ℓ ветра = 305 м, ℓ вес = 380 м, ℓ заб = 305 м) 0° нормат.	0° гп	0° расчет.	20° нормат.	20° гп	20° расчет.	60° нормат.	60° гп	60° расчет.
P_1	245/165	1,2	295/195	240/160	1,2	290/190	210/140	1,2	250/170
P_2	0/0	1,3	0/0	625/525	1,3	815/685	1800/1515	1,3	2340/1970
$P_п$			295			1105			2590
$P_т$			195			875			2140
$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	575	1,3	750	565	1,3	735	500	1,3	650
$q_п$	235/155	1,1	260/170	235/155	1,1	260/170	235/155	1,1	260/170
$q_т$	120/80	2,0	240/160	120/80	2,0	240/160	120/80	2,0	240/160
$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110

Обозначения	I р.г. С-35 (ℓ ветра = 305 м, ℓ вес = 380 м, ℓ заб = 305 м) 0° нормат.	0° гп	0° расчет.	20° нормат.	20° гп	20° расчет.	60° нормат.	60° гп	60° расчет.
P_1	120/80	1,2	145/95	120/80	1,2	145/95	105/70	1,2	125/85
P_2	0/0	1,3	0/0	380/340	1,3	495/440	1090/980	1,3	1420/1280
$P_п$			145			640			1545
$P_т$			95			535			1365
$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	210	1,3	270	205	1,3	270	180	1,3	230
$q_п$	120/80	1,1	130/90	120/80	1,1	130/90	120/80	1,1	130/90
$q_т$	120/80	2,0	140/100	120/80	2,0	140/100	120/80	2,0	140/100
$q_г$	—		—	—		—	—		—

Обозначения	II р.г. АС-150 (ℓ ветра = 305 м, ℓ вес = 360 м, ℓ заб = 290 м) 0° нормат.	0° гп	0° расчет.	20° нормат.	20° гп	20° расчет.	60° нормат.	60° гп	60° расчет.
P_1	245/165	1,2	295/195	240/160	1,2	290/190	210/140	1,2	250/170
P_2	0/0	1,3	0/0	560/495	1,3	730/645	1620/1435	1,3	2110/1870
$P_п$			295			1020			2360
$P_т$			195			835			2040
$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	385	1,3	500	380	1,3	495	335	1,3	435
$q_п$	220/140	1,1	240/150	220/140	1,1	240/150	220/140	1,1	240/150
$q_т$	389/240	2,0	530/360	275/180	2,0	530/360	275/180	2,0	530/360
$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110

Обозначения	II р.г. С-35 (ℓ ветра = 305 м, ℓ вес = 360 м, ℓ заб = 290 м) 0° нормат.	0° гп	0° расчет.	20° нормат.	20° гп	20° расчет.	60° нормат.	60° гп	60° расчет.
P_1	120/80	1,2	145/95	120/80	1,2	145/95	105/70	1,2	125/85
P_2	0/0	1,3	0/0	270/190	1,3	350/380	790/830	1,3	1030/1080
$P_п$			145			495			1155
$P_т$			95			475			1165
$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	90	1,3	120	90	1,3	120	80	1,3	105
$q_п$	115/70	1,1	125/80	115/70	1,1	125/80	115/70	1,1	125/80
$q_т$	189/120	2,0	359/240	189/120	2,0	359/240	189/120	2,0	359/240
$q_г$	—		—	—		—	—		—

3078 тм-ТЭ л.25/30

Нагрузки на двухцепную анкерно-угловую опору ВЛ 35 кВ шифр У35-2

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I р.г. АС-150 0° нормат.	I р.г. АС-150 0° п	I р.г. АС-150 0° расчетн.	I р.г. АС-150 20° нормат.	I р.г. АС-150 20° п	I р.г. АС-150 20° расчетн.	I р.г. АС-150 60° нормат.	I р.г. АС-150 60° п	I р.г. АС-150 60° расчетн.	I р.г. С-35 0° нормат.	I р.г. С-35 0° п	I р.г. С-35 0° расчетн.	I р.г. С-35 20° нормат.	I р.г. С-35 20° п	I р.г. С-35 20° расчетн.	I р.г. С-35 60° нормат.	I р.г. С-35 60° п	I р.г. С-35 60° расчетн.
						Ветр. = 305 м; Гол. = 380 м; Габ. = 305 м																	
III	Оборваны два провода, дающие наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору	t = -5°С; C = 5 мм; q = 0; C = 10 мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n	0	1,3+0,9	0	595	1,17	695	1715	1,17	2010	0		0	360	1,17	420	1030	1,17	1210
					P_T	0	=1,17	0	505		590	1460		1710	0		0	350		390	960		1120
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	$P_{по}$	0	1,17	0	300	1,17	350	870	1,17	1020	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющ. ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса.	ΔS_n / ΔS_T	520	1,17	610	510	1,17	600	450	1,17	530	155	1,17	180	155	1,17	180	155	1,17	160
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода	S_n	1715	1,17	2010	1690	1,17	1980	1490	1,17	1750	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	q_n	235/155	1,1	260/170	235/155	1,1	260/170	235/155	1,1	260/170	120/80	1,1	130/90	120/80	1,1	130/90	120/80	1,1	130/90
					q_T	120/80	2,0	240/160	120/80	2,0	240/160	120/80	2,0	240/160	70/50	2,0	140/100	70/50	2,0	140/100	70/50	2,0	140/100
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны	t = -5°С; C = 5 мм; q = 0; C = 10 мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	P_n	0	1,3+0,9	0	595	1,17	695	1715	1,17	2010	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						0	=1,17	0	505		590	1460		1710									
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве.	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,17	0	180	1,17	210	520	1,17	610
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода	ΔS_n	520	1,17	610	510	1,17	600	450	1,17	530	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	S_T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1040	1,17	1210	1020	1,17	1200	900	1,17	1050
				Вес пролета провода, троса.	q_n	235/155	1,1	260/170	235/155	1,1	260/170	235/155	1,1	260/170	120/80	1,1	130/90	120/80	1,1	130/90	120/80	1,1	130/90
					q_T	120/80	2,0	240/160	120/80	2,0	240/160	120/80	2,0	240/160	70/50	2,0	140/100	70/50	2,0	140/100	70/50	2,0	140/100
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	II р.г. АС-150 0° нормат.	II р.г. АС-150 0° п	II р.г. АС-150 0° расчетн.	II р.г. АС-150 20° нормат.	II р.г. АС-150 20° п	II р.г. АС-150 20° расчетн.	II р.г. АС-150 60° нормат.	II р.г. АС-150 60° п	II р.г. АС-150 60° расчетн.	II р.г. С-35 0° нормат.	II р.г. С-35 0° п	II р.г. С-35 0° расчетн.	II р.г. С-35 20° нормат.	II р.г. С-35 20° п	II р.г. С-35 20° расчетн.	II р.г. С-35 60° нормат.	II р.г. С-35 60° п	II р.г. С-35 60° расчетн.
						Ветр. = 305 м; Гол. = 360 м; Габ. = 290 м																	
III	Оборваны два провода, дающие наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору	t = -5°С; C = 5 мм; q = 0; C = 10 мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n	0	1,3+0,9	0	700	1,17	820	2030	1,17	2380	0	—	0	390	1,17	460	1115	1,17	1300
					P_T	0	=1,17	0	595		695	1720		2010	0		0	390		460	1115		1300
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	$P_{по}$	0	1,17	0	350	1,17	410	1015	1,17	1190	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющ. ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса.	ΔS_n / ΔS_T	610	1,17	715	600	1,17	705	530	1,17	620	0	1,17	0	0	1,17	0	0	1,17	0
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода	S_n	2030	1,17	2380	2000	1,17	2340	1760	1,17	2060	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	q_n	280/140	1,1	240/150	280/140	1,1	240/150	280/140	1,1	240/150	115/70	1,1	125/80	115/70	1,1	125/80	115/70	1,1	125/80
					q_T	275/180	2,0	550/360	275/180	2,0	550/360	275/180	2,0	550/360	180/120	2,0	360/240	180/120	2,0	360/240	180/120	2,0	360/240
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны	t = -5°С; C = 5 мм; q = 0; C = 10 мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	P_n	0	1,3+0,9	0	700	1,17	820	2030	1,17	2380	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						0	=1,17	0	595		695	1720		2010									
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве.	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,17	0	195	1,17	230	560	1,17	655
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода	ΔS_n	610	1,17	715	600	1,17	705	530	1,17	620	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	S_T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1115	1,17	1310	1095	1,17	1280	965	1,17	1130
				Вес пролета провода, троса.	q_n	280/140	1,1	240/150	280/140	1,1	240/150	280/140	1,1	240/150	115/70	1,1	125/80	115/70	1,1	125/80	115/70	1,1	125/80
					q_T	275/180	2,0	550/360	275/180	2,0	550/360	275/180	2,0	550/360	180/120	2,0	360/240	180/120	2,0	360/240	180/120	2,0	360/240
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—

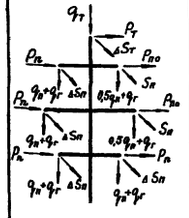
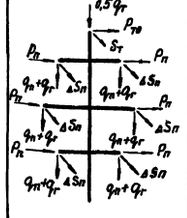
3078 тм-т3 л. 26/32

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

NN схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III р.г.																		IV р.г.														
						АС-150						С-35									АС-150						С-35										
						$l_{ветр}$ = 210 м; $l_{вес}$ = 260 м; $l_{габ}$ = 210 м															$l_{ветр}$ = 210 м; $l_{вес}$ = 225 м; $l_{габ}$ = 180 м																
						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.	нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5°C$; $C = 0$; $q_n^н = 50$ кг/м²; $q_T^н = 86$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	170/125	1,2	205/150	170/125	1,2	205/150	150/110	1,2	180/130	95/70	1,2	115/85	95/70	1,2	115/85	80/60	1,2	100/70	170/125	1,2	205/150	170/125	1,2	205/150	150/110	1,2	180/130	95/70	1,2	115/85	95/70	1,2	115/85	80/60	1,2	100/70
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	1,3	0/0	430/430	1,3	560/560	1240/1240	1,3	1610/1610	0/0	1,3	0/0	230/240	1,3	300/310	655/700	1,3	850/910	0/0	1,3	0/0	320/375	1,3	415/490	925/1085	1,3	1200/1410	0/0	1,3	0/0	320/375	1,3	415/420	920/930	1,3	1200/1210
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n			205			765			1790			115			415			950			205			620			1380			115			530			1300
					P_T			150			710			1740			85			395			980			150			640			1540			85			505			1280
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода троса	ΔS_n; ΔS_T	0	1,3	0	0	1,3	0	0	1,3	0	95	1,3	125	95	1,3	125	85	1,3	110	320	1,3	415	315	1,3	410	280	1,3	365	0	1,3	0	0	1,3	0	0	1,3	0
				Вес пролета провода, троса	q_n	160	1,1	175	160	1,1	175	160	1,1	175	85	1,1	95	85	1,1	95	85	1,1	95	140	1,1	155	140	1,1	155	140	1,1	155	70	1,1	80	70	1,1	80	70	1,1	80
					q_T	110		120	110		120	110		120	60		70	60		70	60		70	100		110	100		110	100		110	50		55	50		55	50		55
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	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.	$t = -5°C$; $C = 15$ мм; $q_n^н = 14$ кг/м²; $C = 20$ мм; $q_T^н = 17$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	165/120	1,4	230/170	160/120	1,4	225/170	145/105	1,4	205/150	160/120	1,4	225/170	160/120	1,4	225/170	140/105	1,4	200/150	200/150	1,4	280/210	195/150	1,4	270/210	175/130	1,4	245/180	205/150	1,4	290/210	200/150	1,4	280/210	180/130	1,4	250/180
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	1,4	0/0	735/670	1,4	1030/940	2120/1940	1,4	2980/2720	0/0	1,4	0/0	390/390	1,4	550/550	1115/1115	1,4	1560/1560	0/0	1,4	0/0	735/925	1,4	1030/1020	2120/2100	1,4	2980/2940	0/0	1,4	0/0	390/390	1,4	550/550	1115/1115	1,4	1560/1560
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n			230			1255			3185			225			775			1760			280			1300			3225			280			830			1810
					P_T			170			1110			2870			170			720			1710			210			1230			3120			210			760			1740
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода троса	ΔS_n; ΔS_T	395	1,4	555	390	1,4	545	340	1,4	480	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
				Вес пролета провода троса	q_n	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	85/60	1,1	95/70	85/60	1,1	95/70	85/60	1,1	95/70	140/100	1,1	155/110	140/100	1,1	155/110	140/100	1,1	155/110	70/50	1,1	80/55	70/50	1,1	80/55	70/50	1,1	80/55
					q_T	355/250	2,0	710/500	355/250	2,0	710/500	355/250	2,0	710/500	250/170	2,0	500/340	250/170	2,0	500/340	250/170	2,0	500/340	470/350	2,0	940/680	470/350	2,0	940/680	470/350	2,0	940/680	350/250	2,0	700/500	350/250	2,0	700/500	350/250	2,0	700/500
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—

3078 тм-т3 л. 27/32

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

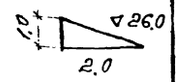
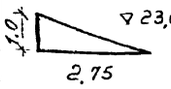
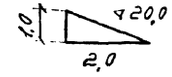
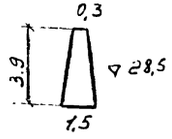
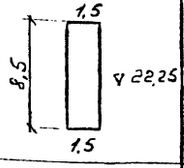
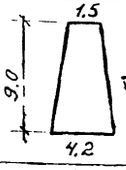
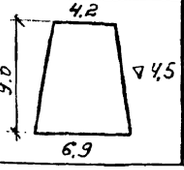
№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения
III	Оборваны два провода, дающие наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору.	$t=-5°C$; $C=15$ мм; $q=0$; $C=20$ мм.		Составляющая вдоль траверсы от тяжений целого провода, троса	P_n / P_T
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	P_{no}
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	ΔS_n / ΔS_T
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжений при обрыве провода	S_n
				Вес пролета провода, троса	q_n / q_T
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны.	$t=-5°C$; $C=15$ мм; $q=0$ $C=20$ мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	P_n
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве.	P_{To}
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода	ΔS_n
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	S_T
				Вес пролета провода, троса	q_n / q_T
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$

№№ схем	Обозначения	III р.г. АС-150 (Свето = 210 м., Свес = 260 м., Сзаб = 210 м.) 0° нормат.	гр	расчетн.	20° нормат.	гр	расчетн.	60° нормат.	гр	расчетн.	III р.г. С-35 (Свето = 210 м., Свес = 260 м., Сзаб = 210 м.) 0° нормат.	гр	расчетн.	20° нормат.	гр	расчетн.	60° нормат.	гр	расчетн.
III	P_n	0	1/1+0,5=1,26	0	700	1,26	885	2020	1,26	2550	0	1,26	0	290	1,26	370	825	1,26	1040
	P_T	0		0	640		810	1850		2330	0		0	300		380	850		1070
	P_{no}	0	1,26	0	350	1,26	440	1010	1,26	1275	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ΔS_n / ΔS_T	345	1,26	435	340	1,26	430	300	1,26	380	55	1,26	70	55	1,26	70	50	1,26	60
	S_n	2020	1,26	2550	1990	1,26	2510	1750	1,26	2210	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	q_n	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	85/60	1,1	95/70	85/60	1,1	95/70	85/60	1,1	95/70
	q_T	355/250	2,0	710/500	355/250	2,0	710/500	355/250	2,0	710/500	250/170	2,0	500/340	250/170	2,0	500/340	250/170	2,0	500/340
	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	P_n	0	1,26	0	700	1,26	885	2020	1,26	2550	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		0		0	640		810	1850		2330									
	P_{To}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	145	1,26	185	415	1,26	520
	ΔS_n	345	1,26	435	340	1,26	430	300	1,26	380	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	S_T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	825	1,26	1040	810	1,26	1020	715	1,26	900
	q_n	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	160/110	1,1	175/120	85/60	1,1	95/70	85/60	1,1	95/70	85/60	1,1	95/70
	q_T	355/250	2,0	710/500	355/250	2,0	710/500	355/250	2,0	710/500	250/170	2,0	500/340	250/170	2,0	500/340	250/170	2,0	500/340
	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—

№№ схем	Обозначения	IV р.г. АС-150 (Свето = 210 м., Свес = 225 м., Сзаб = 180 м.) 0° нормат.	гр	расчетн.	20° нормат.	гр	расчетн.	60° нормат.	гр	расчетн.	IV р.г. С-35 (Свето = 210 м., Свес = 225 м., Сзаб = 180 м.) 0° нормат.	гр	расчетн.	20° нормат.	гр	расчетн.	60° нормат.	гр	расчетн.
III	P_n	0	1/1+0,5=1,26	0	705	1,26	890	2040	1,26	2570	0	1,26	0	365	1,26	460	1050	1,26	1320
	P_T	0		0	695		880	2010		2540	0		0	365		460	1050		1320
	P_{no}	0	1,26	0	355	1,26	445	1020	1,26	1285	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ΔS_n / ΔS_T	60	1,26	75	60	1,26	75	50	1,26	60	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0
	S_n	2040	1,26	2570	2010	1,26	2530	1770	1,26	2230	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	q_n	140/100	1,1	155/110	140/100	1,1	155/110	140/100	1,1	155/110	70/50	1,1	80/55	70/50	1,1	80/55	70/50	1,1	80/55
	q_T	470/340	2,0	940/680	470/340	2,0	940/680	470/340	2,0	940/680	350/250	2,0	700/500	350/250	2,0	700/500	350/250	2,0	700/500
	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	P_n	0	1,26	0	705	1,26	890	2040	1,26	2570	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		0		0	695		880	2010		2540									
	P_{To}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,25	0	185	1,26	230	525	1,26	660
	ΔS_n	60	1,26	75	60	1,26	75	50	1,26	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	S_T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1050	1,26	1320	1035	1,26	1300	910	1,26	1145
	q_n	140/100	1,1	155/110	140/100	1,1	155/110	140/100	1,1	155/110	70/50	1,1	80/55	70/50	1,1	80/55	70/50	1,1	80/55
	q_T	470/340	2,0	940/680	470/340	2,0	940/680	470/340	2,0	940/680	350/250	2,0	700/500	350/250	2,0	700/500	350/250	2,0	700/500
	$q_г$	100	1,1	110	100	1,1	110	100	1,1	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—

3078 тм-т3 л. 20 дес

Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции	Коэф. увеличен. скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 кг/м²	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамическ. коэф. плоской фермы $C_\varphi = C_i \cdot \varphi = 1.4\varphi$	η при $\frac{b}{h} = 1$	Аэродинамическ. коэффициент просто. фермы $C_{пр} = C_\varphi (1+\eta)$	Норм. ветровая нагрузка без коэф. динамичности. Ветер ∥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S$ (кг)		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\mu = 1.35$ и коэф. перегрузки n (кг)	
										сх I	сх II	$n = 1.2$ сх I	$n = 1.0$ сх II
Верхняя траверса		1,49	75	0,32	1,0	0,32	0,448	0,63	0,731	25×2 *) (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 *) (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 *) (50)	6×2	37×2	8×2
Тросостойка		1,54	77	0,86	3,5	0,245	0,344	0,77	0610	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
Подставка		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 Ртр, указанные в скобках, определены при направлении ветра ⊥ оси траверсы.
При направлении ветра ∥ оси траверсы нагрузка составляет 0,45 Ртр.

N 3079

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

Сечения отметки и базы	Схема I; Iр-н гололеда; $\alpha = 60°$; разность тяжений. Изгибающие моменты: От нагрузок на провода и трос $M_н$ (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_\perp$ (тм)	От ветра на конструкцию опоры $M_{w_н}$ (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
3-3 ▽ 18,75 в = 1,5м.	1,37 × 11,65 = 15,9 2,14 × 2 × 6,75 = 28,9 2,14 × 2 × 3,75 = 16,1 2,14 × 2 × 0,75 = 3,2 14,21 $M_н$ = 64,1	0,23 × 11,65 = 2,69 0,65 × 2 × 6,75 = 8,77 0,65 × 2 × 3,75 = 4,87 0,65 × 2 × 0,75 = 0,98 4,13 $M_\perp$ = 17,31	0,27 × 9,75 = 2,63 0,041 × 2 × 7,25 = 0,60 0,032 × 2 × 4,25 = 0,44 0,037 × 2 × 1,25 = 0,93 0,99 × 3,5 = 3,46 1,52 $M_{w_н}$ = 8,06	0,09 × 1 = 0,09 (0,17 + 0,11) 6 = 1,68 0,27 × 11,65 = 3,15 4,92
	$U_2 = \frac{64,1 + 17,31 + 8,06}{2 \times 1,5} + \frac{4,92}{4} = 29,8 + 1,23 = 31,03$ т.			
2-2 ▽ 10,70 в = 3,7м cos γ = 0,989	64,1 14,21 × 8,05 = 114,5 14,21 $M_н$ = 178,6	17,31 4,13 × 8,05 = 33,3 4,13 $M_\perp$ = 50,61	8,06 1,52 × 8,05 = 12,25 1,04 × 2,8 = 2,91 2,56 $M_{w_н}$ = 23,22	4,92 0,27 × 8,05 = 2,17 7,09
	$U_1 = \frac{178,6 + 50,61 + 23,22}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{7,09}{4 \times 0,989} = 34,5 + 1,79 = 36,29$ т.			
1-1 ▽ 2,20 в = 6,25м. cos γ = 0,989	178,6 14,21 × 8,5 = 121,0 14,21 299,6	50,61 4,13 × 8,5 = 35,1 4,13 85,71	23,22 2,56 × 8,5 = 21,7 1,46 × 2,3 = 3,36 4,02 $M_{w_н}$ = 48,28	7,09 0,27 × 8,5 = 2,29 9,38
	$U_6 = \frac{299,6 + 85,71 + 48,28}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{9,38}{4 \times 0,989} = 35,2 + 2,37 = 37,57$ т.			

Сечения отметки и базы	Схема II; III р-н гололеда $\alpha = 60°$; разность тяжений. Изгибающие моменты: От нагрузок на провода и трос $M_н$ (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_\perp$ (тм)	От ветра на конструкцию опоры $M_{w_н}$ (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
3-3 ▽ 18,75 в = 1,5м.	1,71 × 11,65 = 19,9 2,87 × 2 × 6,75 = 38,7 2,87 × 2 × 3,75 = 21,5 2,87 × 2 × 0,75 = 4,3 18,93 $M_н$ = 84,4	0,48 × 2 × 6,75 = 6,5 0,48 × 2 × 3,75 = 3,6 0,48 × 2 × 0,75 = 0,72 2,88 $M_\perp$ = 10,82	0,056 × 9,75 = 0,55 0,008 × 2 × 7,25 = 0,12 0,011 × 2 × 4,25 = 0,09 0,008 × 2 × 1,25 = 0,014 0,207 × 3,5 = 0,73 0,317 $M_{w_н}$ = 1,50	0,41 × 1 = 0,41 (0,23 + 0,5) × 6 = 4,38 0,27 × 11,65 = 3,15 7,94
	$U_2 = \frac{84,4 + 10,82 + 1,5}{2 \times 1,5} + \frac{7,94}{4} = 32,3 + 1,98 = 34,28$ т			
2-2 ▽ 10,70 в = 3,7м cos γ = 0,989	84,4 18,93 × 8,05 = 152,5 18,93 $M_н$ = 236,9	10,82 2,88 × 8,05 = 23,20 2,88 $M_\perp$ = 34,02	1,50 0,317 × 8,05 = 2,55 0,217 × 2,8 = 0,61 0,534 $M_{w_н}$ = 4,66	7,94 0,27 × 8,05 = 2,17 10,11
	$U_1 = \frac{236,9 + 34,02 + 4,66}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{10,11}{4 \times 0,989} = 37,7 + 2,56 = 40,26$ т.			
1-1 ▽ 2,20 в = 6,25м. cos γ = 0,989	236,9 18,93 × 8,5 = 161,0 18,93 $M_н$ = 397,9	34,02 2,88 × 8,5 = 24,50 2,88 $M_\perp$ = 58,52	4,66 0,534 × 8,5 = 4,53 0,304 × 2,3 = 0,70 0,838 $M_{w_н}$ = 9,89	10,11 0,27 × 8,5 = 2,29 12,40
	$U_6 = \frac{397,9 + 58,52 + 9,89}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{12,40}{4 \times 0,989} = 37,7 + 3,14 = 40,84$ т.			

Сечения отметки и базы	Схема II концевая; IV р-н гололеда; $\alpha = 0°$; Изгибающие моменты: От нагрузок на провода и трос $M_н$ (тм)	От нагрузок на провода и трос $M_\perp$ (тм)	От ветра на конструкцию опоры $M_{w_н}$ (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
3-3 ▽ 18,75 в = 1,5м.	0,15 × 11,65 = 1,75 0,14 × 2 × 6,75 = 1,89 0,14 × 2 × 3,75 = 1,05 0,14 × 2 × 0,75 = 0,21 0,99 $M_н$ = 4,90	1,56 × 11,65 = 18,2 2,98 × 2 × 6,75 = 40,3 2,98 × 2 × 3,75 = 22,4 2,98 × 2 × 0,75 = 4,5 19,44 $M_\perp$ = 85,4	0,056 × 9,75 = 0,55 0,008 × 2 × 7,25 = 0,12 0,011 × 2 × 4,25 = 0,09 0,008 × 2 × 1,25 = 0,014 0,207 × 3,5 = 0,73 0,317 $M_{w_н}$ = 1,50	(0,04 + 0,35) × 1 = 0,39 (0,19 + 0,41) × 6 = 3,95 0,27 × 11,65 = 3,15 7,49
	$U_2 = \frac{4,9 + 85,4 + 1,5}{2 \times 1,5} + \frac{7,49}{4} = 30,6 + 1,87 = 32,47$ т.			
2-2 ▽ 10,70 в = 3,7м cos γ = 0,989	4,90 0,99 × 8,05 = 7,96 0,99 $M_н$ = 12,86	85,4 19,44 × 8,05 = 156,0 19,44 $M_\perp$ = 241,4	1,50 0,317 × 8,05 = 2,55 0,217 × 2,8 = 0,61 0,534 $M_{w_н}$ = 4,66	7,49 0,27 × 8,05 = 2,17 9,66
	$U_1 = \frac{12,86 + 241,4 + 4,66}{2 \times 3,7 \times 0,989} + \frac{9,66}{4 \times 0,989} = 35,4 + 2,45 = 37,85$ т.			
1-1 ▽ 2,20 в = 6,25м. cos γ = 0,989	12,86 0,99 × 8,5 = 8,40 0,99 $M_н$ = 21,26	241,4 19,44 × 8,5 = 166,0 19,44 407,4	4,66 0,534 × 8,5 = 4,53 0,304 × 2,3 = 0,70 0,838 $M_{w_н}$ = 9,89	9,66 0,27 × 8,5 = 2,29 11,95
	$U_6 = \frac{21,26 + 407,4 + 9,89}{2 \times 6,25 \times 0,989} + \frac{11,95}{4 \times 0,989} = 35,4 + 3,02 = 38,42$ т.			

3078 тм/3 л.50/58

Мартынова

Грань II осям траверс; Схема III; IV район гололеда; $\alpha=60°$, Расчет усилий в раскосах ствола опоры

Сечение отметка	Изгибающие моменты M_{II} (тм) от тяжения	Изгибающие моменты M_{II} (тм) от весовой нагрузки	Поперечн. сила Q_{II} (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. элемента	База b (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_ч}{b}tg\gamma$	$4b\cos\beta$	Усилия в раскосах (т) $D'=\frac{\frac{Q}{2}-\frac{M_ч}{b}tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D''=\frac{M_{кр}}{4b\cos\beta}$	$D=D'+D''$
11-11 ▽25.0	—	—	5,18	2,23×2,8=6.25	D_1	1,5	0	34°	0,829	1,658	0	4,97	1,56	1,26	2,82
10-10 ▽22,0	—	—	9,04	2,23(2,8+3,5)=14,0	D_2	1,5	0	34	0,829	1,658	0	4,97	2,72	2,81	5,53
3-3 ▽18,75	—	—	14,18	14,0	D_3	1,5	0	45°	0,707	1,414	0	4,24	5,02	3,3	8,32
9-9 ▽17,55	1,32×12,85 = 17,0 2,57×2×7,95 = 40,8 (2,57+1,29)4,95 = 19,1 (2,57+1,29)×1,95 = 7,5 14,18 84,4	(1,21-0,66)/(2,8+3,5)=3,47	14,18	14,0	D_4	1,7	0,15	32°	0,848	1,696	7,75	5,76	0,38	2,43	2,81
8-8 ▽16,35	84,4 14,18 × 1,2 = 17,1 14,18 101,5	3,47	14,18	14,0	D_5	2,0	0,15	35°	0,819	1,638	7,8	6,55	0,43	2,14	2,57
7-7 ▽14,80	101,5 14,18 × 1,55 = 22,0 14,18 123,5	3,47	14,18	14,0	D_6	2,5	0,15	36°	0,809	1,618	7,62	8,09	0,32	1,73	2,05
6-6 ▽13,00	123,5 14,18 × 1,8 = 25,5 14,18 149,0	3,47	14,18	14,0	D_7	3,0	0,15	31°	0,857	1,714	7,64	10,3	0,32	1,36	1,68
2-2 ▽10,70	149,0 14,18 ×2,3 = 32,7 14,18 181,7	3,47	14,18	14,0	D_8	3,7	0,15	39°	0,777	1,554	7,52	11,5	0,27	1,22	1,49
5-5 ▽7,90	181,7 14,18 × 2,8 = 39,7 14,18 221,4	3,47	14,18	14,0	D_9	4,55	0,15	28°	0,883	1,766	7,43	16,1	0,19	0,87	1,06
4-4 ▽5,35	221,4 14,18 × 2,55 = 36,3 14,18 257,7	3,47	14,18	14,0	D_{10}	5,3	0,15	26°	0,899	1,798	7,4	19,0	0,17	0,74	0,91
1-1 ▽2,20	257,7 14,18 × 3,15 = 44,7 14,18 302,4	3,47	14,18	14,0	D_{11}	6,25	0,15	33°	0,839	1,678	7,35	21,0	0,16	0,67	0,83

Грань ⊥ осям траверс; Схема III концевая; IV район гололеда; $\alpha = 0°$; Расчет усилий в раскосах ствола опоры.

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

Рассчитал /Цейтлин/
Проверил /Желоба/

N 3078 т.м.т. 3 Лист 31 / 31