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

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ35 110 и 150 кв

Рабочие чертежи

ТОМ 6

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР 110-150 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 г.

N3078тмтБ Лист 1 :53

gost.e-ecolog.ru

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 6

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР 110-150 кв

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР /К. КРЮКОВ/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА /Н. РУМЯНЦЕВ/

НАЧ. ОТДЕЛА ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ /К. СИНЕЛОБОВ/

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА /Б. НОВГОРОДЦЕВ/

ЛЕНИНГРАД 1968 г.

N 3078 тм-т6 Лист 2 6

Состав проекта

		Инв. номер
Том 1	Пояснительная записка	3078 тм-т1
Том 2	Расчеты промежуточных опор ВЛ 35 кв	3078 тм-т2
Том 3	- Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 35 кв	3078 тм-т3
Том 4	– Расчеты промежуточных опор ВЛ 110 кв	3078 тм-т4
Том 5	– Расчеты промежуточных опор ВЛ 150 кв	3078 тм-т5
Том 6	- Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 110-150 кв	3078 тм-т6
Том 7	– Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 35 кв	3078 тм-т7
Том 8	– Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 35 кв	3078 тм-т8
Том 9	– Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 110 и 150 кв	3078 тм-т9
Том 10	– Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 110-150 кв	3078 тм-т10
Том 11	- Нагрузки на фундаменты	3078 тм-т11

Аннотация

В настоящем томе приводятся расчеты свободно-стоящих анкерно-угловых опор ВЛ 110 кв: одноцепных У110-1, У110-3 и двухцепных У110-2, У110-4.

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 8÷11, 24÷27, 39÷46.

Расчеты опор выполнены по методу предельных состояний согласно нормам ПУЭ-65, СН и П II-В.9-62 с учетом изменений некоторых пунктов. ПУЭ-65, утвержденных решением Министерства энергетики и электрификации СССР N 113 от 7 сентября 1967г при рассмотрении проекта унифицированных опор.

Секции и элементы опор рассчитаны на наиболее неблагоприятные условия их применения.

Опоры У110-3 и У110-4, являются нормальными, т.е рассчитанными на обрыв двух проводов, для ВЛ с проводами до АС-120 включительно и облегченными, т.е. рассчитанными на обрыв одного провода, для ВЛ с проводами АС-150.

Все опоры применяются в качестве концевых при предельных углах поворота, указанных на монтажной схеме соответствующей опоры.

Расчетные листы включены в объем томов рабочих чертежей соответствующих опор.

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

Содержание тома 6

I. Опора У110-1

1. Эскиз опоры 7
2. Нагрузки на опору 8 ÷ 11
3. Давление ветра на конструкцию опоры 12
4. Расчет поясов ствола опоры 13
5. Расчет раскосов ствола опоры 14 ÷ 16
6. Расчет тросостойки 17 ÷ 18
7. Расчет траверс 19 ÷ 21
8. Расчет распорок и диафрагм 22
9. Определение усилий в поясе U, при $\sigma_т$ = 45 кг/мм² 23

II. Опора У110-2

1. Эскиз опоры 24
2. Нагрузки на опору 25 ÷ 28
3. Давление ветра на конструкцию опоры 29
4. Расчет поясов ствола опоры 30 - 31а
5. Расчет раскосов ствола опоры 32а ÷ 35а
6. Определение усилий в поясе U, при $\sigma_т$ = 40 кг/мм² 36а

III. Опора У110-3

1. Эскиз опоры 37
2. Нагрузки на опору 39 ÷ 42
3. Давление ветра на конструкцию опоры 47
4. Расчёт поясов ствола опоры 49
5. Расчет раскосов ствола опоры 51 - 52
6. Расчет тросостойки 55 - 56
7. Расчет траверс 57 - 58
8. Расчет распорок и диафрагм. 59
9. Проверка поясов опоры по схеме II к 60
10. Проверка раскосов при обрыве 2-х проводов АС-120 62

IV. Опора У110-4

1. Эскиз опоры 38
2. Нагрузки на опору 43 ÷ 46
3. Давление ветра на конструкцию опоры 48
4. Расчет поясов ствола опоры 50
5. Расчет раскосов ствола опоры 53 - 54
6. Проверка поясов опоры по схеме II к 61
7. Проверка раскосов при обрыве 2-х проводов АС-120 63

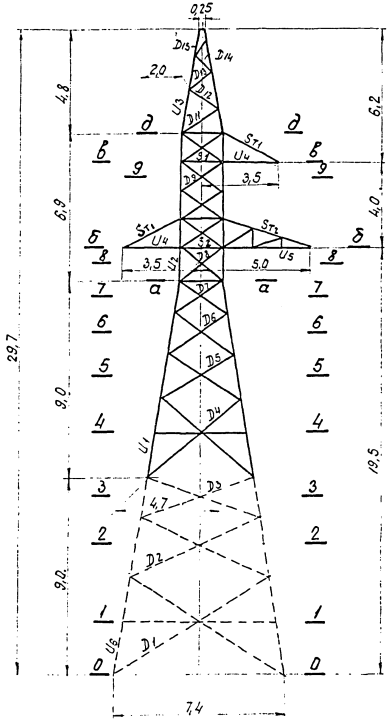
При необходимости комплектования расчёта какой-либо одной опоры выдавать листы по нижеследующему перечню:

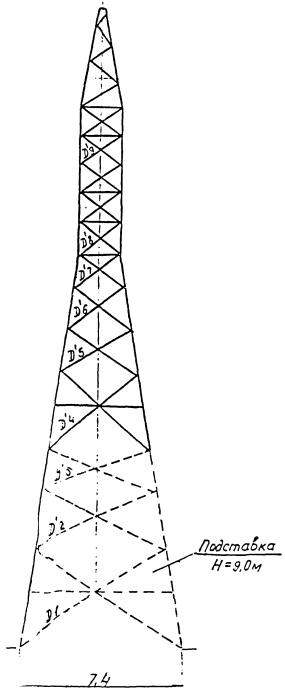
для опоры У110-1 листы 1-23,
3078 тм-155

для опоры У110-2 листы 1-6,6а,17-22,24-36а,
3078 тм-156

для опоры У110-3 листы 1÷6,6а,37,39÷42,47,49,
51,52,55÷60,62.

для опоры У110-4 листы 1÷6,6а,38,43÷46,48,
50,53÷59,61,63.

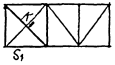




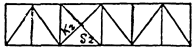
Сечение д-д



Сечение в-в



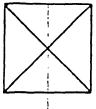
Сечение б-б



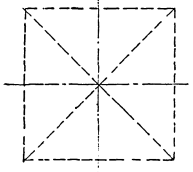
Сечение а-а



Сечение 4-4

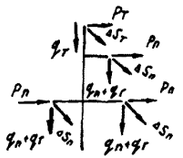
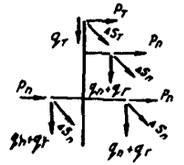


Сечение 1-1



Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кв шифр У110-1

Таблица № 1

N/N схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда: АСО-240 (ℓветр. = 395 м, ℓвес. = 495 м, ℓгаб. = 395 м) 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.	I район гололеда: С-50 (ℓветр. = 395 м, ℓвес. = 495 м, ℓгаб. = 395 м) 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.	II район гололеда: АСО-240 (ℓветр = 395 м, ℓвес. = 475 м, ℓгаб. = 380 м) 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.	II район гололеда: С-50 (ℓветр = 395 м, ℓвес. = 475 м, ℓгаб. = 380 м) 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.
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; $q_т^н = 68$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	365/230	1,2	440/275	360/225	1,2	430/270	320/200	1,2	385/240	210/130	1,2	250/155	205/125	1,2	245/150	180/115	1,2	215/140	365/230	1,2	440/275	360/225	1,2	430/270	320/200	1,2	385/240	210/130	1,2	250/155	205/125	1,2	245/150	180/115	1,2	215/140
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	—	0/0	860/725	1,3	1120/940	2490/2090	1,3	3240/2720	0/0	—	0/0	475/435	1,3	620/565	1370/1260	1,3	1780/1640	0/0	—	0/0	800/690	1,3	1040/895	2310/2000	1,3	3000/2600	0/0	—	0/0	325/360	1,3	425/470	940/1040	1,3	1220/1350
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n $P_т$			440/275			1560/1210			3625/2940			250/155			865/715			1995/1780			440/275			1470/1165			3385/2840			250/155			670/620			1435/1490
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	ΔS_n $\Delta S_т$	800	1,3	1040	785	1,3	1020	695	1,3	905	220	1,3	285	215	1,3	280	190	1,3	250	625	1,3	815	615	1,3	800	545	1,3	710	210	1,3	275	210	1,3	275	180	1,3	235
				Вес пролета провода, троса	q_n $q_т$	460	1,1	505	460	1,1	505	460	1,1	505	200	1,1	220	200	1,1	220	200	1,1	220	440	1,1	485	440	1,1	485	440	1,1	485	195	1,1	215	195	1,1	215	195	1,1	215
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5°C$; $C = 5$ мм; $q_n^н = 12{,}5$ кг/м²; $C = 10$ мм; $q_т^н = 17{,}0$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	185/115	1,4	260/160	180/115	1,4	250/160	160/100	1,4	225/140	155/95	1,4	220/135	150/90	1,4	210/125	135/85	1,4	190/120	245/155	1,4	340/220	240/150	1,4	335/210	210/135	1,4	295/190	235/145	1,4	330/205	230/145	1,4	320/205	205/125	1,4	290/175
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	—	0/0	895/745	1,3	1160/970	2590/2150	1,3	3370/2800	0/0	—	0/0	500/450	1,3	650/585	1450/1300	1,3	1890/1690	0/0	—	0/0	1070/880	1,3	1390/1140	3100/2550	1,3	4000/3310	0/0	—	0/0	500/450	1,3	650/585	1450/1300	1,3	1890/1690
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n $P_т$			260/160			1410/1130			3595/2940			220/135			860/710			2080/1810			340/220			1725/1350			4295/3480			330/205			970/790			2180/1865
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	ΔS_n $\Delta S_т$	865	1,3	1130	855	1,3	1110	750	1,3	975	280	1,3	365	275	1,3	355	245	1,3	320	1100	1,3	1440	1090	1,3	1420	960	1,3	1260	280	1,3	365	275	1,3	355	245	1,3	320
				Вес пролета провода, троса	q_n $q_т$	460 190	1,1 2,0	505 380	460 190	1,1 2,0	505 380	460 190	1,1 2,0	505 380	200 100	1,1 2,0	220 200	200 100	1,1 2,0	220 200	200 100	1,1 2,0	220 200	440 425	1,1 2,0	485 850	440 425	1,1 2,0	485 850	440 425	1,1 2,0	485 850	195 255	1,1 2,0	215 510	195 255	1,1 2,0	215 510	195 255	1,1 2,0	215 510
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

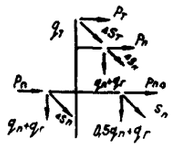
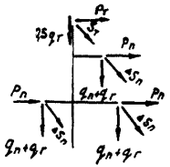
Примечания

1. Разность тяжений подсчитана при смежном пролёте ℓ = 100 м.
2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_т = 30$ кг/мм².

3078тм/6 л 9

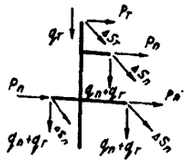
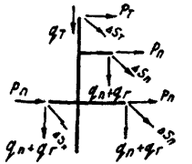
Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кв шифр У 110-1

Продолжение таблицы №1

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда: АСО-240 (ℓветр = 395 м, ℓвес. = 495 м, ℓгаб. = 395 м) 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.	С-50 (ℓветр = 395 м, ℓвес. = 495 м, ℓгаб. = 395 м) 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.	II район гололеда: АСО-240 (ℓветр. = 395 м, ℓвес. = 475 м, ℓгаб. = 380 м) 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.	С-50 (ℓветр. = 395 м, ℓвес. = 475 м, ℓгаб. = 380 м) 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору	$t=-5°C$; $C=5$ мм; $C=10$ мм; $q=0$;		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n / P_T	0 / 0	1,3×0,9=1,17	0 / 0	855 / 710	1,17	1000 / 850	2470 / 2075	1,17	2900 / 2450	0 / 0	—	0 / 0	445 / 420	1,17	520 / 490	1290 / 1210	1,17	1510 / 1420	0 / 0	1,3×0,9=1,17	0 / 0	1030 / 850	1,17	1210 / 995	2980 / 2460	1,17	3500 / 2880	0 / 0	—	0 / 0	440 / 435	1,17	515 / 510	1270 / 1260	1,17	1490 / 1470
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	P_{no}	0	1,17	0	430	1,17	505	1235	1,17	1450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,17	0	515	1,17	605	1490	1,17	1740	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения целого провода, троса	ΔS_n / ΔS_T	790	1,17	925	780	1,17	915	685	1,17	800	155	1,17	180	150	1,17	175	135	1,17	160	1040	1,17	1220	1020	1,17	1200	900	1,17	1050	20	1,17	25	20	1,17	25	15	1,17	20
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода	S_n	2470	1,17	2900	2430	1,17	2860	2140	1,17	2510	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2980	1,17	3480	2930	1,17	3430	2570	1,17	3010	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	q_n / q_T	460 / 190	1,1 / 2,0	505 / 380	460 / 190	1,1 / 2,0	505 / 380	460 / 190	1,1 / 2,0	505 / 380	200 / 100	1,1 / 2,0	220 / 200	200 / 100	1,1 / 2,0	220 / 200	200 / 100	1,1 / 2,0	220 / 200	440 / 425	1,1 / 2,0	485 / 850	440 / 425	1,1 / 2,0	485 / 850	440 / 425	1,1 / 2,0	485 / 850	195 / 255	1,1 / 2,0	215 / 510	195 / 255	1,1 / 2,0	215 / 510	195 / 255	1,1 / 2,0	215 / 510
				Вес гирлянд изоляторов	q_r	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны	$t=-5°C$; $C=5$ мм; $C=10$ мм; $q=0$;		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	P_n	0 / 0	1,3×0,9=1,17	0 / 0	855 / 710	1,17	1000 / 850	2470 / 2075	1,17	2900 / 2450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0 / 0	1,3×0,9=1,17	0 / 0	1030 / 850	1,17	1210 / 995	2980 / 2460	1,17	3500 / 2880	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	P_{To}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	225	1,17	265	650	1,17	760	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	220	1,17	260	635	1,17	745
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения целого провода	ΔS_n	790	1,17	925	780	1,17	915	685	1,17	790	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1040	1,17	1220	1020	1,17	1200	900	1,17	1050	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	S_T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1290	1,17	1510	1270	1,17	1480	1120	1,17	1310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1270	1,17	1490	1250	1,17	1470	1100	1,17	1290
				Вес пролета провода, троса	q_n / q_T	460 / 190	1,1 / 2,0	505 / 380	460 / 190	1,1 / 2,0	505 / 380	460 / 190	1,1 / 2,0	505 / 380	200 / 100	1,1 / 2,0	220 / 200	200 / 100	1,1 / 2,0	220 / 200	200 / 100	1,1 / 2,0	220 / 200	440 / 425	1,1 / 2,0	485 / 850	440 / 425	1,1 / 2,0	485 / 850	440 / 425	1,1 / 2,0	485 / 850	195 / 255	1,1 / 2,0	215 / 510	195 / 255	1,1 / 2,0	215 / 510	195 / 255	1,1 / 2,0	215 / 510
				Вес гирлянд изоляторов	q_r	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кВ шифр У110-1

Продолжение таблицы № 1

N/N схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III район гололеда												IV район гололеда											
						АСО-240						С-50						АСО-240						С-50					
						$C_{ветр}$ = 330м; $C_{вес}$ = 416м; $C_{наб}$ = 330м												$C_{ветр}$ = 330м; $C_{вес}$ = 360м; $C_{наб}$ = 290м											
						0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°		
						нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.
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; $q_т^н=68$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_т$	310/200	1,2	370/240	305/195	1,2	365/235	270/175	1,2	325/210	175/110	1,2	210/135	170/105	1,2	205/125	150/95	1,2	180/115	310/200	1,2	370/240	305/195	1,2	365/235	270/175	1,2	325/210	175/110	1,2	210/135	170/105	1,2	205/125	150/95	1,2	180/115
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_z	0/0	—	0/0	600/590	1,3	780/770	1190/1715	1,3	2250/2240	0/0	1,3	0/0	225/300	1,3	295/390	650/870	1,3	845/1130	0/0	—	0/0	455/520	1,3	590/675	1320/1510	1,3	1720/1960	0/0	1,3	0/0	160/215	1,3	210/280	465/625	1,3	605/815
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n $P_т$			370/240			1145/1005			2575/2450			210/135			500/515			1025/1245			370/240			955/910			2045/2170			210/135			415/405			785/930
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	ΔS_n $\Delta S_т$	30	1,3	40	30	1,3	40	25	1,3	35	446	1,3	580	440	1,3	575	385	1,3	500	370	1,3	480	365	1,3	475	320	1,3	415	310	1,3	405	305	1,3	395	270	1,3	350
				Вес пролета провода, троса	q_n $q_т$	385	1,1	425	385	1,1	425	385	1,1	426	170	1,1	190	170	1,1	190	170	1,1	190	335	1,1	370	335	1,1	370	335	1,1	370	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	166
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
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 $q_т^н=17,0$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_т$	290/190	1,4	410/270	285/185	1,4	400/260	250/165	1,4	350/230	260/170	1,4	365/240	255/170	1,4	360/240	225/150	1,4	315/210	340/220	1,4	480/310	336/215	1,4	470/300	295/190	1,4	415/265	330/215	1,4	465/300	325/210	1,4	455/295	285/185	1,4	400/260
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_z	0/0	—	0/0	1075/935	1,4	1500/1310	3100/2700	1,4	4350/3800	0/0	1,4	0/0	500/500	1,4	700/700	1440/1440	1,4	2020/2020	0/0	1,4	0/0	1075/935	1,4	1500/1330	3100/2880	1,4	4350/4000	0/0	1,4	0/0	500/500	1,4	700/700	1440/1440	1,4	2020/2020
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n $P_т$			410/270			1900/1570			4700/4030			365/240			1060/940			2335/2230			480/310			1970/1680			4765/4265			465/300			1155/995			2420/2280
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	ΔS_n $\Delta S_т$	800	1,4	1120	785	1,4	1100	695	1,4	975	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	430	1,4	600	425	1,4	600	375	1,4	525	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0
				Вес пролета провода, троса	q_n $q_т$	385 645	1,1 2,0	425 1290	385 645	1,1 2,0	425 1290	385 645	1,1 2,0	425 1290	170 415	1,1 2,0	190 850	170 425	1,1 2,0	190 860	170 425	1,1 2,0	190 850	335 845	1,1 2,0	370 1690	335 845	1,1 2,0	370 1690	335 845	1,1 2,0	370 1690	150 590	1,1 2,0	165 1180	150 590	1,1 2,0	165 1180	150 590	1,1 2,0	165 1180
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

3088тм/с л. 11

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кВ шифр У110-1

Продолжение таблицы № 1

Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III район гололеда												IV район гололеда											
					АСО-240						С-50						АСО-240						С-50					
					$\ell_{ветр}$ = 330м; $\ell_{вес.}$ = 415м; $\ell_{габ}$ = 330м												$\ell_{ветр}$ = 330м; $\ell_{вес.}$ = 360м; $\ell_{габ}$ = 290м											
					0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°		
					нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t=-5°C$; $C=15$мм; $q=0$; $c=20$мм	Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n	0	—	0	1030	1,26	1300	2970	1,26	3760	0	—	0	445	1,26	560	1280	1,26	1620	0	—	0	1040	1,26	1310	3000	1,26	3780
				$P_т$	0		0	905		1140	2610		3290	0		0	460		580	1330		1680	0		0	960		1210	2800		3530
			Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	$P_{то}$	0	—	0	515	1,26	650	1485	1,26	1880	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	520	1,26	655	1500	1,26	1900
			Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	ΔS_n / $\Delta S_т$	725	1,26	915	715	1,26	900	830	1,26	795	90	1,26	115	90	1,26	115	80	1,26	100	400	1,26	505	395	1,26	500	350	1,26	440
			Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения при обрыве провода	S_n	2970	1,26	3750	2930	1,26	3690	2580	1,26	3250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3000	1,26	3790	2950	1,26	3720	2600	1,26	3280
			Вес пролета провода, троса	q_n	385	1,1	425	385	1,1	425	385	1,1	425	170	1,1	190	170	1,1	190	170	1,1	190	335	1,1	370	335	1,1	370	335	1,1	370
				$q_т$	645	2,0	1290	645	2,0	1290	645	2,0	1290	425	2,0	850	425	2,0	850	425	2,0	850	845	2,0	1690	845	2,0	1690	846	2,0	1690
			Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165
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	0	—	0	1030	1,26	1300	2970	1,26	3760	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	1040	1,26	1310	3000	1,26	3780
					0		0	905		1140	2610		3290										0		0	960		1210	2800		3530
			Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	240	1,26	305	695	1,26	875	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения целого провода	ΔS_n	725	1,26	915	715	1,26	900	830	1,26	795	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400	1,26	505	395	1,26	500	350	1,26	440
			Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1380	1,26	1740	1360	1,26	1720	1200	1,26	1520	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Вес пролета провода, троса	q_n	385	1,1	425	385	1,1	425	385	1,1	425	170	1,1	190	170	1,1	190	170	1,1	190	335	1,1	370	335	1,1	370	335	1,1	370
				$q_т$	645	2,0	1290	645	2,0	1290	645	2,0	1290	425	2,0	850	425	2,0	850	425	2,0	850	845	2,0	1690	845	2,0	1690	845	2,0	1690
			Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	166	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165

0°			20°			60°		
нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.
0	—	0	455	1,26	575	1320	1,26	1670
0		0	465		585	1340		1690
—	—	—	—	—	—	—	—	—
-60	1,26	-75	-60	1,26	-75	-50	1,26	-65
—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165
590	2,0	1180	590	2,0	1180	590	2,0	1180
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	—	0	240	1,26	305	695	1,26	875
—	—	—	—	—	—	—	—	—
1370	1,26	1730	1350	1,26	1700	1190	1,26	1500
150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165
590	2,0	1180	590	2,0	1180	590	2,0	1180
—	—	—	—	—	—	—	—	—

Ж3Т-ТМ/6 л. 12

Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Таблица № 2

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличения α скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м²) Сх. I	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамич. коэф. плоской фермы $C_ф = C_i \varphi = 1{,}4\varphi$	η при $\frac{b}{h} = 1$	Аэродинамич. коэф. пространств. фермы $C_{пр} = C_ф (1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без коэф. динамичности. Ветер II траверсе $p = q_0 C_{пр} S$ Сх. I	Сх. II	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамич. $\beta = 1{,}35$ коэф. перегруз. n (кг) $n = 1{,}2$ Сх. I	$n = 1{,}0$ Сх. II
Верхняя траверса	23.5; 1.33; 2.5	1,43	72	0,41	1,66	0,246	0,345	0,77	0,61	(33²) (73)	8²) (18)	53	11
Нижняя траверса	19.5; 1.33; 4.0	1,3	65	0,79	2,66	0,297	0,417	0,68	0,7	54²) (121)	13,5²) (30)	87	18
Нижняя траверса	19.5; 1.3; 2.5	1,3	65	0,41	1,66	0,246	0,345	0,77	0,61	30²) (66)	7,5²) (16,5)	49	10
Трасостойка	0.25; 27.2; 4.8; 2.0	1,5	75	1,01	5,5	0,184	0,258	0,88	0,485	200	50	324	68
Верхняя секция	21.4; 6.8; 2.0	1,38	69	3,9	13,6	0,287	0,402	0,70	0,685	640	160	1035	216
Нижняя секция	2.0; 13.5; 9.0; 4.7	1,0	50	4,9	30,2	0,162	0,226	0,91	0,432	650	162	1050	220
Подставка	4.7; 4.5; 9.0; 7.4	1,0	50	8,73	54,5	0,16	0,224	0,91	0,428	1170	293	1890	395
										2777	694	4488	938

Примечания:

1. Опора сосчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$, указанные в скобках, определены при направлении ветра ⊥ траверсе. При ветре II траверсе нагрузка составляет $0{,}45\,P_{тр}$.

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

Таблица № 3

Сечение, отметка, база	Схема I, I р-н гололёда, $\alpha = 60°$, разность тяжений				Схема II, III р-н гололёда, $\alpha = 60°$, разность тяжений				Схема III, II р-н гололеда, $\alpha = 60°$ разн. тяжен			Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha = 60°$ раз тяж.		
	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертик. нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертик. нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертик. нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструк. опоры M_{WII}	
8-8 ↓ 18,80 $b = 2,0$м	1,78 × 10,9 = 19,4 2,94 × 4,7 = 13,7 2,94 × 2 × 0,7 = 4,1 10,6 M_{II} = 37,2 M_{HY} = 3,4 ΣM_{II} = 40,6	0,25 × 10,9 = 2,73 0,905 × 4,7 = 4,25 0,905 × 2 × 0,7 = 1,27 2,965 $\Sigma M_{\perp}$ = 8,25	0,324 × 8,5 = 2,76 0,053 × 4,7 = 0,25 0,087 × 0,7 = 0,06 0,049 × 0,7 = 0,03 $\frac{1,035}{6,8} \times \frac{6,1^2}{2}$ = 2,84 1,443 M_{WII} = 5,94	0,22 0,57 × 3 = 2,01 0,173 × 10,9 = 2,98 5,2	2,23 × 10,9 = 24,3 4,03 × 4,7 = 18,9 4,03 × 2 × 0,7 = 5,7 14,32 M_{II} = 48,9 M_{HY} = 9,4 ΣM_{II} = 58,3	0 0,975 × 4,7 = 4,58 0,975 × 2 × 0,7 = 1,36 2,925 $M_{\perp}$ = 5,94	$M_{WII} = \frac{5,94}{4} = 1,49$ (см. сх. I)	1,04 1,88 × 3 = 5,64 2,98 9,66	1,69 × 10,9 = 18,4 3,53 × 0,7 = 2,5 3,53 × 0,7 = 2,5 1,9 × 4,7 = 8,9 19,65 M_{II} = 32,3 M_{HY} = 7,6 ΣM_{II} = 39,9	-0,065 × 10,9 = -0,7 0,44 × 0,7 = 0,31 0,44 × 0,7 = 0,31 3,28 × 4,7 = 15,4 4,095 $M_{\perp}$ = 16,32	1,345 2,225 × 2 = 4,45 1,195 2,98 9,97	2,42 × 10,9 = 26,4 4,77 × 4,7 = 22,4 2 × 4,77 × 0,7 = 6,7 16,73 M_{II} = 55,5 M_{HY} = 11,1 ΣM_{II} = 66,6	$M_{WII} = \frac{5,94}{4} = 1,49$ (см. сх. I)	1,345 2,225 × 3 = 6,68 2,98 11,0
	$U_2 = \frac{40,6 + 8,25 + 6,94}{2 \times 2,0} + \frac{5,2}{4} = 13,7 + 1,3 = 15,0$ м				$U_2 = \frac{58,3 + 5,94 + 1,49}{2 \times 2,0} + \frac{9,66}{4} = 16,5 + 2,4 = 18,9$ м				$U_2 = \frac{39,9 + 15,32}{2 \times 2,0} + \frac{9,97}{4} = 13,8 + 2,5 = 16,3$м			$U_2 = \frac{66,6 + 1,49}{2 \times 2,0} + \frac{11,0}{4} = 17,2 + 2,8 = 20,0$м		
4-4 ↓ 10,5 $b = 4,2$ $\cos\gamma = 0,989$	40,6 10,6 × 8,3 = 88,0 10,6 ΣM_{II} = 128,6	8,25 2,965 × 8,3 = 24,65 2,965 $\Sigma M_{\perp}$ = 32,9	5,94 1,443 × 8,3 = 11,97 $\frac{1,035}{6,8} \times 0,7 \times 7,95$ = 0,85 $\frac{1,050}{9,0} \times \frac{7,5^2}{2}$ = 3,28 2,433 M_{WII} = 22,04	6,2 0,173 × 8,3 = 2,3 7,5	58,3 14,32 × 8,3 = 119,0 14,32 ΣM_{II} = 177,3	5,94 2,925 × 8,3 = 24,36 2,925 $M_{\perp}$ = 30,3	$M_{WII} = \frac{22,04}{4} = 5,52$	9,66 2,3 11,96	39,9 10,65 × 8,3 = 88,6 $M_{\perp}$ = 128,5	15,32 4,095 × 8,3 = 33,98 $M_{\perp}$ = 49,30	9,97 2,3 12,27	66,6 16,73 × 8,3 = 138,8 16,73 M_{II} = 205,4	$M_{WII} = \frac{22,04}{4} = 5,52$	11,0 2,3 13,3
	$U_1 = \frac{128,6 + 32,9 + 22,04}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{7,5}{4} = 22,1 + 1,9 = 24,0$ м				$U_1 = \frac{177,3 + 30,3 + 5,52}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{11,96}{4} = 25,6 + 3,0 = 28,6$ м				$U_1 = \frac{128,5 + 49,3}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{12,27}{4} = 21,4 + 3,1 = 24,5$м			$U_1 = \frac{205,4 + 5,52}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{13,3}{4} = 25,5 + 3,3 = 28,8$т		
1-1 ↓ 2,2 $b = 6,8$м $\cos\gamma = 0,989$	128,6 10,6 × 8,3 = 88,0 10,6 ΣM_{II} = 214,6	32,9 2,965 × 8,3 = 24,7 2,965 57,6	22,04 2,433 × 8,3 = 20,20 $\frac{1,050}{9,0} \times 15 \times 0,8 \times 8,3$ = 1,16 $\frac{1,89}{9,0} \times \frac{6,8^2}{2}$ = 4,35 4,04 M_{WII} = 48,3	7,5 0,23 × 8,3 = 2,3 9,8	177,3 14,32 × 8,3 = 119,0 14,32 ΣM_{II} = 296,3	80,3 2,925 × 8,3 = 24,3 2,925 $M_{\perp}$ = 54,6	$M_{WII} = \frac{48,3}{4} = 12,1$	11,96 2,3 14,26	128,5 10,65 × 8,3 = 88,6 217,1	49,30 4,095 × 8,3 = 34,00 83,30	12,27 2,3 14,57	205,4 16,73 × 8,3 = 138,8 16,73 M_{II} = 344,2	$M_{WII} = \frac{48,3}{4} = 12,1$	13,3 2,3 15,6
	$U_6 = \frac{214,6 + 57,6 + 48,3}{2 \times 6,8 \times 0,989} + \frac{9,8}{4} = 24,2 + 2,5 = 26,7$ м				$U_6 = \frac{296,3 + 54,6 + 12,1}{2 \times 6,8 \times 0,989} + \frac{14,26}{4} = 27,0 + 3,6 = 30,6$ м				$U_6 = \frac{217,1 + 83,3}{2 \times 6,8 \times 0,989} + \frac{14,57}{4} = 22,3 + 3,6 = 25,9$т			$U_6 = \frac{344,2 + 12,1}{2 \times 6,8 \times 0,989} + \frac{15,6}{4} = 26,6 + 3,9 = 30,5$т		

3078тм/6 л. 14

Определение усилий в раскосах

Грань II осям траверсы. Схема III. IV р-н гололеда $\alpha=60°$ без разности тяжения

Таблица №4

Сечение, отметка	Изгибающие моменты (тм): От тяжения	От весовой нагрузки	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обозначение элемента	База в (м)	$tg\beta$	Угол наклона раскоса к горизонту β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_ц}{в}tg\gamma$	$4в\cos\beta$	Усилие в раскосах (т): $D'=\frac{\frac{Q}{2}-\frac{M_ц}{в}tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D''=\frac{Мкр}{4в\cos\beta}$	$D=D'+D''$
9-9 +22.8	1,67×6,75 = 11,3 1,9×0,65 = 1,2 3,57 / 12,5	1,195×3,5 = 4,2	3,57	3,28×3,5 = 11,5	D_9	2,0	0	30°	0,866	1,73	0	6,92	1,03	1,67	2,7
8-8 +18,75	1,67×10,85 = 18,1 3,78×4,75 = 18,0 (3,78+1,9)×0,75 = 4,2 11,15 / 40,3	2,225×3,5 = 7,8 1,195×5,0 = 6,0 -2,225×3,5 = -7,8 6,0	11,13	3,28×5,0 = 16,4	D_8	2,0	0	35°	0,819	1,64	0	6,55	3,41	2,5	5,91
7-7 +17.35	40,3 11,13×1,3 = 14,5 54,8	6,0	11,13	16,4	D_7	2,2	0,15	43°	0,731	1,46	4,15	6,43	0,97	2,55	3,52
6-6 +15.70	54,8 11,13×1,65 = 13,4 73,2	6,0	11,13	16,4	D_6	2,7	0,15	36°	0,809	1,62	4,4	8,72	0,72	1,88	2,60
5-5 +13.70	73,2 11,13×2,0 = 22,3 95,5	6,0	11,13	16,4	D_5	3,3	0,15	31°	0,857	1,71	4,6	11,35	0,56	1,44	2,00
4-4 +10.5	95,5 11,13×2,6 = 29.0 124,5	6,0	11,13	16,4	D_4	4,2	0,15	37°	0,799	1,6	4,7	13,42	0,54	1,22	1,76
3-3 +8.2	124,5 11,13×2,9 = 32,3 156,8	6,0	11,13	16,4	D_3	5,1	0,15	22°	0,927	1,85	4,8	18,9	0,41	0,87	1,28
2-2 +5.9	156,8 11,13×5,1 = 56,9 213,7	6,0	11,13	16,4	D_2	5,85	0,15	26°	0,899	1,80	5,65	21,1	0,11	0,78	0,89
1-1 +2.2	213,7 11,13×3,5 = 39,0 252,7	6,0	11,13	16,4	D_1	7,0	0,15	35°	0,819	1,64	5,4	22,9	0,10	0,72	0,82

Определение усилий в раскосах

Грань ⊥ оси траверс. Схема II концевая IV р. г. $\alpha = 0°$

Таблица № 5

Сечение, отметка	Изгибающие моменты от тяжения (тм)	Попереч. сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обознач. элемента	База (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонту	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_y}{B} tg\gamma$	$4B\cos\beta$	Усилие в раскосах		
												$D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_y}{B} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B\cos\beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▽22,8	—	2,02 4,35 6,37	4,35×3,5 = 15,2	D'_9	2,0	0	30°	0,866	1,73	0	6,92	1,85	2,2	4,05
8-8 ▽18,75	—	6,37 2×4,35=8,7 15,07	4,35(3,5+1,5) = 21,75	D'_8	2,0	0	35°	0,819	1,64	0	6,55	4,65	3,32	7,97
7-7 ▽17,35	2,02×12,25 = 24,7 4,35×6,15 = 26,7 2×4,35×2,15 = 18,7 70,1	15,07	21,75	D'_7	2,2	0,15	43°	0,731	1,46	4,8	6,43	1,88	3,38	5,26
6-6 ▽15,70	70,1 15,07×1,65 = 24,9 95,0	15,07	21,75	D'_6	2,7	0,15	36°	0,809	1,62	5,28	8,72	1,69	2,51	4,20
5-5 ▽13,70	95,0 15,07×2,0 = 30,14 125,14	15,07	21,75	D'_5	3,3	0,15	31°	0,857	1,71	5,70	11,35	1,08	1,92	3,00
4-4 ▽10,5	125,14 15,07×2,5 = 39,20 164,34	15,07	21,75	D'_4	4,2	0,15	37°	0,799	1,50	5,86	13,42	1,05	1,62	2,67
3-3 ▽8,2	164,34 15,07×2,9 = 43,80 208,14	15,07	21,75	D'_3	5,1	0,15	22°	0,927	1,85	6,12	18,90	0,77	1,15	1,92
2-2 ▽5,9	208,14 15,07×2,3 = 34,70 242,84	15,07	21,75	D'_2	5,85	0,15	26°	0,898	1,80	6,25	21,1	0,72	1,03	1,75
1-1 ▽2,2	242,84 15,07×3,7 = 55,6 298,44	15,07	21,75	D'_1	7,0	0,15	35°	0,819	1,64	6,40	22,9	0,70	0,95	1,65

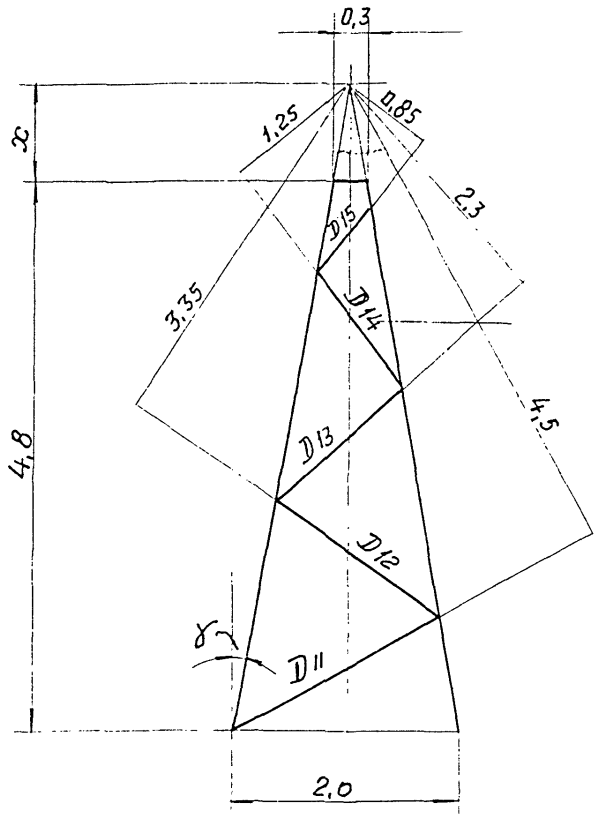
Определение усилий в раскосах

Грань ⊥ оси траверсы. Схема III IV р. г. $\alpha = 0°$ без разности тяжений

Таблица №6

Изгибающий момент от тяжения проводов (тм)	Попереч. сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обознач. элемента	База в (м)	tgγ	Угол наклона раскоса к горизонту β	cos β	2 cos β	$\frac{M_y}{b} tg\gamma$	4b cos β	Усилия в раскосах: $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_y}{b} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b\cos\beta}$	$D = D' + D''$
—	3,79	3,79 × 3,5 = 13,3	D'_9	2,0	0	30°	0,866	1,73	0	6,92	1,1	1,92	3,02
—	3,79	3,79 × 5,0 = 18,95	D'_8	2,0	0	35°	0,819	1,64	0	6,55	1,16	2,9	4,06
3,79 × 2,15 = 8,15 / 8,15	3,79	18,95	D'_7	2,2	0,15	43°	0,731	1,46	0,56	6,43	0,92	2,95	3,87
8,15 / 3,79 × 1,65 = 6,25 / 14,40	3,79	18,95	D'_6	2,7	0,15	36°	0,809	1,62	0,53	8,72	0,85	2,17	3,02
14,40 / 3,79 × 2,0 = 7,56 / 21,96	3,79	18,95	D'_5	3,3	0,15	31°	0,857	1,71	1,00	11,35	0,53	1,67	2,2
21,96 / 3,79 × 2,6 = 9,87 / 31,83	3,79	18,95	D'_4	4,2	0,15	37°	0,799	1,6	1,14	13,42	0,48	1,41	1,89
31,83 / 3,79 × 2,9 = 11,0 / 42,83	3,79	18,95	D'_3	5,1	0,15	22°	0,927	1,85	1,26	18,90	0,34	1,0	1,34
42,83 / 3,79 × 2,3 = 8,72 / 51,55	3,79	18,95	D'_2	5,85	0,15	26°	0,899	1,80	1,33	21,1	0,32	0,9	1,22
51,55 / 3,79 × 3,7 = 14,0 / 65,55	3,79	18,95	D'_1	7,0	0,15	35°	0,819	1,64	1,41	22,9	0,30	0,83	1,13

Расчет тросостойки



$$x = \frac{4,8 \times 0,3}{2 - 0,3} = 0,85$$

$$tg\gamma = \frac{0,85}{4,8} = 0,177$$

$$Cos\gamma = 0,985$$

Схема II к IV р.г $\alpha = 0°$ опора концевая

а) Усилие в поясе

$S_T = 2{,}02\,м$ $q_T = 0{,}67\,м$ $G_{трос} \cong 0{,}25\,м$ $P_T = 0{,}25\,м$

$M_{\perp} = 2{,}02 \times 4{,}8 = 9{,}7\,тм$

$M_{II} = 0{,}25 \times 4{,}8 = 1{,}2\,тм$

$M_{WII} = 0{,}072 \times 2{,}4 = 0{,}17\,тм$

$\Sigma M = 9{,}7 + 1{,}2 + 0{,}17 = 11{,}07\,тм$

$G = 0{,}67 + 0{,}25 = 0{,}92\,т$

$$U_3 = \frac{11{,}07}{2 \times 2{,}0 \times 0{,}985} + \frac{0{,}92}{4 \times 0{,}985} = 2{,}82 + 0{,}23 = 3{,}05\,т$$

б) Усилия в раскосах

$S_T = 2{,}02\,м$

$M = S_T \times x = 2{,}02 \times 0{,}85 = 1{,}72\,тм$

$$D_{II} = \frac{1{,}72}{2 \times 4{,}5} = 0{,}19\,т$$

$$D_{12} = \frac{1{,}72}{2 \times 3{,}35} = 0{,}26\,т$$

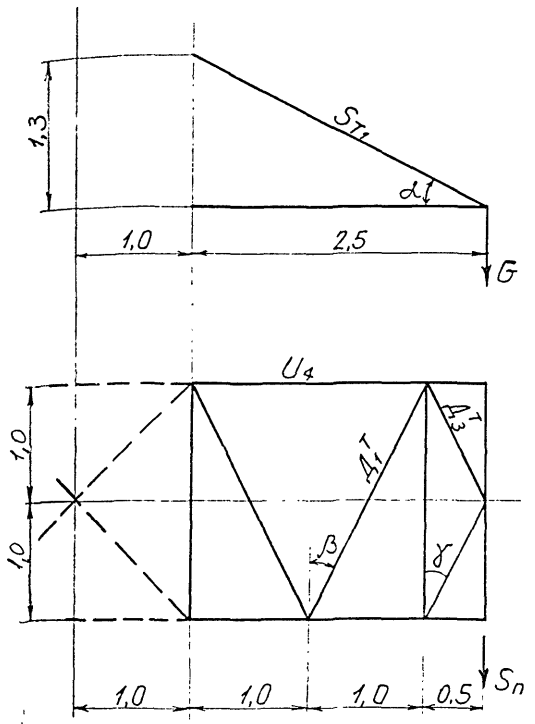
$$D_{13} = \frac{1{,}72}{2 \times 2{,}3} = 0{,}37\,т$$

$$D_{1У} = \frac{1{,}72}{2 \times 1{,}25} = 0{,}69\,т$$

$$D_{15} = \frac{1{,}72}{2 \times 0{,}85} = 1{,}01\,т$$

Расчет траверс

1. Траверса $\ell = 3{,}5$ м



$$tg\alpha = \frac{1,3}{2,5} = 0,52$$

$$\cos\alpha = 0,887$$

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

$$\cos\beta = 0,894$$

$$tg\gamma = \frac{0,5}{1,0} = 0,5$$

$$\cos\gamma = 0,894$$

а) Усилие в поясе.

Схема II к.; IV р. г. $\alpha = 0°$, опора концевая

$S_n = 4,35$ т $\quad g_n = 1,03$ т $\quad G_{тр} \cong 0,2$ т

$P_n = 0,24$ т $\quad g_г = 0,165$ т.

$$\Sigma G = g_n + 0,5 g_г + 0,25 G_{тр} = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,2 = 1,16 \text{ т.}$$

$$U_4 = \frac{1,16 \times 2,5}{1,3} + \frac{4,35 \times 2,5}{2,0} + 0,24 = 2,23 + 5,45 + 0,24 = 7,92 \text{ т.}$$

Схема III, IV р. г. $\alpha = 60°$

$S_n = 3,28$ т $\quad P_{n_0} = 1,9$ т

$g_n = 1,03$ т $\quad g_г = 0,165$ т $\quad G_{тр} \cong 0,2$ т $\quad g_л = 0,2 \times 1,1 = 0,22$ т

$$\Sigma G = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,2 + 0,5 \times 0,22 = 1,27 \text{ т}$$

$$U_4 = \frac{1,27 \times 2,5}{1,3} + \frac{3,28 \times 2,5}{2,0} + 1,9 = 2,45 + 4,05 + 1,9 = 8,4 \text{ т.}$$

б) Усилия в раскосах нижней грани.

Схема II к., IV р. г. $\alpha = 0°$, опора концевая

$S_n = 4{,}35\,т$ $\quad Д_1^т = \frac{4{,}35}{0{,}894} = 4{,}9\,т$

$$Д_3^т = \frac{4{,}35}{2 \times 0{,}894} = 2{,}45\,т$$

в) Усилие в тяге.

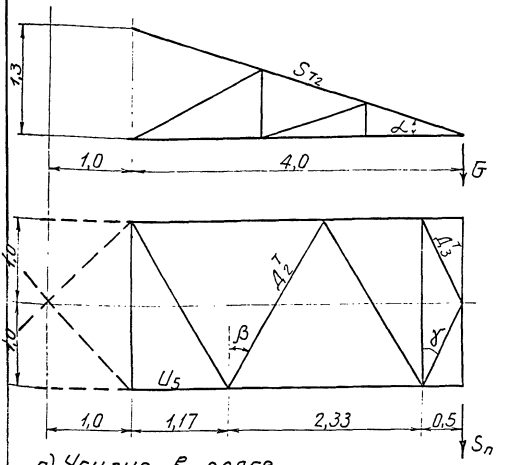
Схема II, IV р. г.

$g_n = 1{,}03\,т$ $\quad g_г = 0{,}165\,т$ $\quad G_{тр} \cong 0{,}2\,т$

$\Sigma G = 1{,}03 + 0{,}5 \times 0{,}165 + 0{,}25 \times 0{,}2 = 1{,}16\,т$

$$S_{т_1} = \frac{1{,}16 \times 2{,}5}{1{,}3 \times 0{,}887} = 2{,}52\,т$$

2. Траверса $\ell = 5{,}0$ м.



$tg\alpha = \frac{1{,}3}{4{,}0} = 0{,}325$

$\cos\alpha = 0{,}951$

$tg\beta = \frac{1{,}16}{2{,}0} = 0{,}58$

$\cos\beta = 0{,}865$

$tg\gamma = \frac{0{,}5}{1{,}0} = 0{,}5$

$\cos\gamma = 0{,}894$

а) Усилие в поясе.

Схема II к, IV р. г., $\alpha = 0°$, опора концевая

$S_n = 4{,}35\,т$ $\quad P_n = 0{,}24\,т$ $\quad g_n = 1{,}03\,т$ $\quad g_г = 0{,}165\,т$ $\quad G_{тр} \cong 0{,}3\,т$.

$\Sigma G = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,3 = 1,19\ т$

$$U_5 = \frac{1,19 \times 4,0}{1,3} + \frac{4,35 \times 4,0}{2,0} + 0,24 = 3,66 + 8,7 + 0,24 = 12,6\ т$$

Схема III. IV р. г. $\alpha = 60°$

$S_n = 3,28\ м$ $P_{n_0} = 1,9\ т$

$g_n = 1,03\ т$ $g_г = 0,165\ т$ $G_{тр} \cong 0,3\ т$ $g_л = 0,2 \times 1,1 = 0,22\ т$

$\Sigma G = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,3 + 0,5 \times 0,22 = 1,30\ т$

$$U_5 = \frac{1,3 \times 4,0}{1,3} + \frac{3,28 \times 4,0}{2,0} + 1,9 = 4,0 + 6,56 + 1,9 = 12,46\ т$$

б) Усилие в раскосах нижней грани.

Схема II к., IV р. г., $\alpha = 0°$, опора концевая

$S_n = 4,35\ м$

$$Д_2^T = \frac{4,35}{0,865} = 5,03\ т$$

$$Д_3^T = \frac{4,35}{2 \times 0,894} = 2,45\ т.$$

в) Усилие в тяге

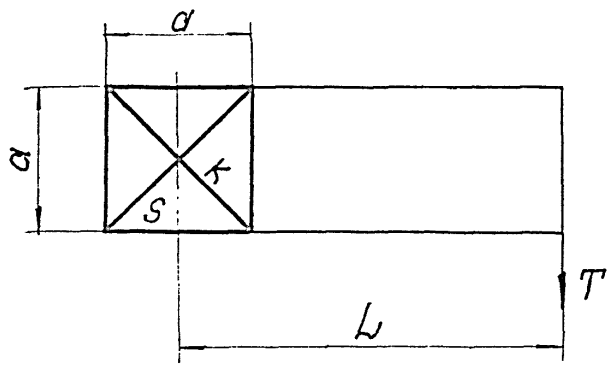
Схема II, IV р. г.

$g_n = 1,03\ т$ $g_г = 0,165\ т$ $G_{тр} \cong 0,3\ т$

$\Sigma G = 1,03 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,3 = 1,19\ т$

$$S_{T_2} = \frac{1,19 \times 4,0}{1,3 \times 0,951} = 3,86\ т.$$

Расчет распорок и диафрагм



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

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

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

$T = 4.35$т $\quad a = 2$м

Распорка S_1

$L = 3{,}5$м. $\quad S_1 = \frac{4{,}35 \times 2{,}5}{2{,}0} = 5{,}43$т

Диафрагма K_1

$$K_1 = \frac{\sqrt{2} \times 4{,}35 \times 3{,}5}{4 \times 2{,}0} = 2{,}7\text{т}$$

Распорка S_2

$L = 5{,}0$м $\quad S_2 = \frac{4{,}35 \times 4{,}0}{2{,}0} = 8{,}7$т

Диафрагма K_2

$$K_2 = \frac{\sqrt{2} \times 4{,}35 \times 5{,}0}{4 \times 2{,}0} = 3{,}85\text{т}$$

Определение усилия в поясе U_1 при $\sigma^{max}_{троса} = 45\ кг/мм^2$

Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha = 55°$ без разн. тяжения

$P_{1т} = 410$ $P_{1п} = 425$

$P_{2т} = 2800$ $P_{2п} = 4025$

$\Sigma P_т = 3210\ кг$ $\Sigma P_п = 4450$

$$M = 3,21 \times 19,2 + 4,45 \times 13,0 + 2 \times 4,45 \times 9,0 + 11,1 =$$
$$= 61,6 + 57,9 + 80,2 + 11,1 = 210,8\ тм$$

$M_{WII} = 5,52\ тм$

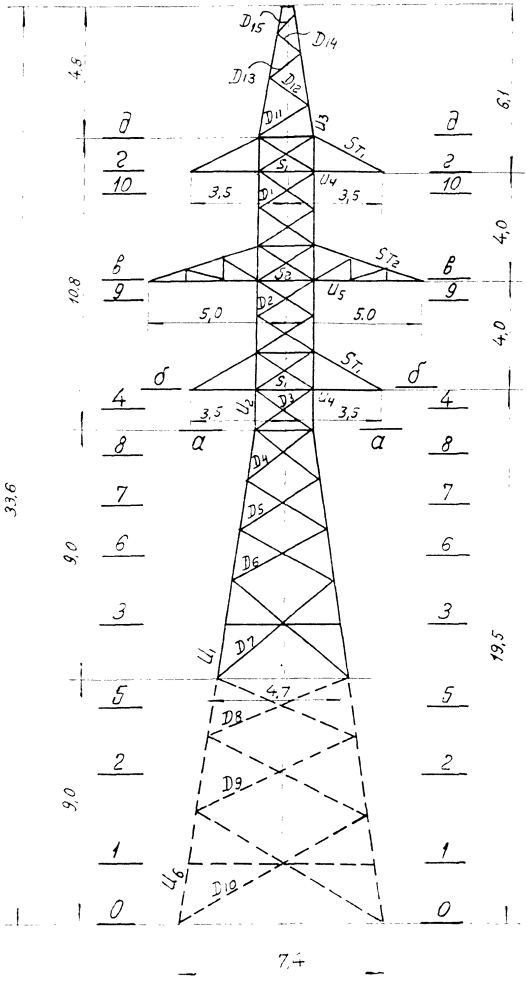
$G = 13,3\ т$ (см. стр. 13)

$$U_2 = \frac{210,8 + 5,52}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{13,3}{4} = 26,1 + 3,3 = 29,4\ т$$

$F_{\Phi т} = 14,1$ (см. расч. лист)

$$\sigma = \frac{29400}{14,1} = 2090\ кг/см^2$$

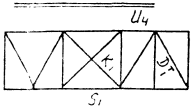
У110-2



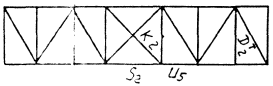
Сечение д-д



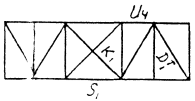
Сечение г-г



Сечение в-в



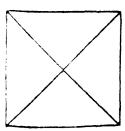
Сечение б-б



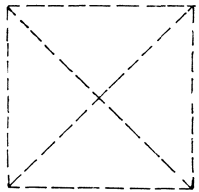
Сечение а-а



Сечение 3-3

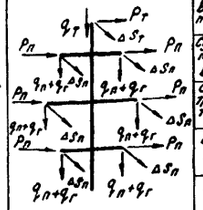
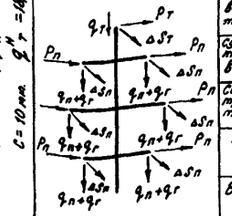


Сечение 1-1



Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кв. Шифр У 110-2

Таблица N 1

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда, АСО-240, ℓ ветр = 395 м., ℓ вес = 495 м., ℓ габ. = 395 м.																		II район гололеда, АСО-240, ℓ ветр = 395 м., ℓ вес = 475 м., ℓ габ. = 380 м.																	
						0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			50°			0°			20°			50°		
						нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей	$t=-5°C$; $C=0$; $q_п^н=50$ кг/м.²; $q_т^н=74$ кг/м.²		Давление ветра на пролет провода троса	P_1	365/230	1,2	440/275	360/225	1,2	430/270	320/200	1,2	485/240	225/140	1,2	270/170	220/135	1,2	265/165	195/125	1,2	235/150	365/230	1,2	440/275	360/225	1,2	430/270	335/210	1,2	510/250	225/140	1,2	270/170	220/135	1,2	265/165	205/130	1,2	245/160
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода троса.	P_2	0/0	—	0/0	860/725	1,3	1120/940	2490/2090	1,3	3250/2700	0/0	—	0/0	490/450	1,3	640/585	1420/1300	1,3	1850/1690	0/0	—	0/0	800/690	1,3	1040/895	1950/1680	1,3	2530/2190	0/0	—	0/0	330/365	1,3	430/475	805/880	1,3	1040/1150
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ / $P_т$			440/275			1550/1210			3735/2940			270/170			905/750			2085/1840			440/275			1470/1165			3040/2440			270/170			695/640			1285/1310
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	800	1,3	1040	785	1,3	1020	695	1,3	905	250	1,3	325	245	1,3	320	215	1,3	280	625	1,3	815	615	1,3	800	575	1,3	745	210	1,3	275	210	1,3	275	190	1,3	245
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	460	1,1	505	460	1,1	505	460	1,1	505	200	1,1	220	200	1,1	220	200	1,1	220	440	1,1	485	440	1,1	485	440	1,1	485	195	1,1	215	195	1,1	215	195	1,1	215
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t=-5°C$; $C=5$ мм.; $q_п^н=125$ кг/м.²; $q_т^н=18{,}5$ кг/м.²; $C=10$ мм.		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	185/115	1,4	260/160	180/115	1,4	250/160	160/100	1,4	225/140	170/105	1,4	240/150	170/105	1,4	240/150	150/90	1,4	210/125	245/155	1,4	340/220	240/150	1,4	335/210	220/140	1,4	310/200	255/160	1,4	360/225	250/160	1,4	350/225	230/145	1,4	325/205
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода троса	P_2	0/0	—	0/0	895/745	1,3	1160/970	2590/2150	1,3	3350/2800	0/0	—	0/0	500/455	1,3	650/590	1450/1310	1,3	1890/1710	0/0	—	0/0	1070/880	1,3	1390/1140	2600/2130	1,3	3350/2770	0/0	—	0/0	500/480	1,3	650/625	1210/1170	1,3	1580/1520
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ / $P_т$			260/160			1410/1130			3575/2940			240/150			890/740			2100/1835			340/220			1725/1350			3660/2970			360/225			1000/850			1905/1725
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	865	1,3	1130	855	1,3	1110	750	1,3	975	275	1,3	360	270	1,3	350	240	1,3	315	1120	1,3	1460	1100	1,3	1430	1020	1,3	1320	130	1,3	170	130	1,3	170	120	1,3	160
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	460 / 190	1,1 / 2,0	505 / 380	460 / 190	1,1 / 2,0	505 / 380	460 / 190	1,1 / 2,0	505 / 380	200 / 100	1,1 / 2,0	220 / 200	200 / 100	1,1 / 2,0	220 / 200	200 / 100	1,1 / 2,0	220 / 200	440 / 425	1,1 / 2,0	485 / 850	440 / 425	1,1 / 2,0	485 / 850	440 / 425	1,1 / 2,0	485 / 850	195 / 255	1,1 / 2,0	215 / 510	195 / 255	1,1 / 2,0	215 / 510	195 / 255	1,1 / 2,0	215 / 510
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

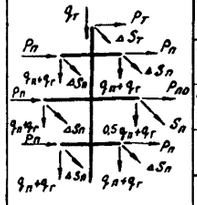
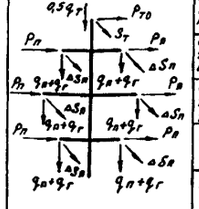
Примечания:

1. Разность тяжения подсчитана при смежном пролете $\ell = 100$ м.
2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_н = 30$ кг/мм²

3078тм/6 л. 26

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кв. шифр У 110-2

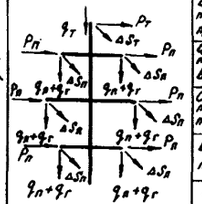
Продолжение таблицы № 1

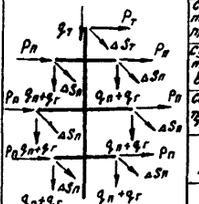
№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда: АСО-240, ℓ ветр = 395 м., ℓ вес = 495 м., ℓ заб = 395 м. — 0° нормат.	0° п	0° расчетн	20° нормат.	20° п	20° расчетн	60° нормат.	60° п	60° расчетн	С-50 — 0° нормат.	0° п	0° расчетн	20° нормат.	20° п	20° расчетн	60° нормат.	60° п	60° расчетн
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t = -5°C$ $c = 5$ мм; $q = 0$; $c = 10$ мм.		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	$P_п$	0	1,3×0,9=1,17	0	855	1,17	1000	2470	1,17	2900	0	—	0	440	1,17	515	1270	1,17	1490
					$P_т$	0		0	725		850	2090		2450	0		0	415		490	1200		1400
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	$P_{по}$	0	1,17	0	430	1,17	505	1235	1,17	1450	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющ. ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	$\Delta S_п$	790	1,17	925	780	1,17	915	675	1,17	790	135	1,17	160	130	1,17	150	115	1,17	135
					$\Delta S_т$																		
				Составляющая ⊥ тр-се от тяжения при обрыве провода	$S_п$	2470	1,17	2900	2430	1,17	2850	2140	1,17	2510	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	$q_п$	460	1,1	505	460	1,1	505	460	1,1	505	200	1,1	220	200	1,1	220	200	1,1	220
					$q_т$	190	2,0	380	190	2,0	380	190	2,0	380	100	2,0	200	100	2,0	200	100	2,0	200
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны.	$t = -5°C$ $c = 5$ мм; $q = 0$ $c = 10$ мм.		Составляющая вдоль тр-сы от тяжения целого провода	$P_п$	0	1,3×0,9=1,17	0	855	1,17	1000	2470	1,17	2900	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						0		0	725		850	2090		2450									
				Составляющая вдоль тр-сы от тяжения троса при обрыве	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	220	1,17	260	635	1,17	745
				Составляющая ⊥ тр-се от тяжения целого провода	$\Delta S_п$	790	1,17	925	780	1,17	915	675	1,17	790	—	—	—	—	—	—	—	—	
				Составляющая ⊥ тр-се от тяжения троса при обрыве	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1270	1,17	1490	1250	1,17	1460	1100	1,17	1290
				Вес пролета провода, троса	$q_п$	460	1,1	505	460	1,1	505	460	1,1	505	200	1,1	220	200	1,1	220	200	1,1	220
					$q_т$	190	2,0	380	190	2,0	380	190	2,0	380	100	2,0	200	100	2,0	200	100	2,0	200
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	II район гололеда: АСО-240, ℓ ветр = 395 м., ℓ вес = 475 м., ℓ заб = 380 м. — 0° нормат.	0° п	0° расчетн	20° нормат.	20° п	20° расчетн	50° нормат.	50° п	50° расчетн	С-50 — 0° нормат.	0° п	0° расчетн	20° нормат.	20° п	20° расчетн	50° нормат.	50° п	50° расчетн
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t = -5°C$ $c = 5$ мм; $q = 0$; $c = 10$ мм.		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	$P_п$	0	1,3×0,9=1,17	0	1030	1,17	1210	2510	1,17	2950	0	—	0	435	1,17	510	1060	1,17	1240
					$P_т$	0		0	850		995	2070		2450	0		0	435		510	1060		1240
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	$P_{по}$	0	1,17	0	515	1,17	605	1250	1,17	1470	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющ. ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	$\Delta S_п$	1040	1,17	1220	1020	1,17	1200	945	1,17	1100	0	—	0	0	—	0	0	—	0
				Составляющая ⊥ тр-се от тяжения при обрыве провода	$S_п$	2970	1,17	3480	2930	1,17	3430	2700	1,17	3170	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	$q_п$	440	1,1	485	440	1,1	485	440	1,1	485	195	1,1	215	195	1,1	215	195	1,1	215
					$q_т$	425	2,0	850	425	2,0	850	425	2,0	850	255	2,0	510	255	2,0	510	255	2,0	510
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны.	$t = -5°C$ $c = 5$ мм; $q = 0$ $c = 10$ мм.		Составляющая вдоль тр-сы от тяжения целого провода	$P_п$	0	1,3×0,9=1,17	0	1030	1,17	1210	2510	1,17	2950	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						0		0	850		995	2070		2450									
				Составляющая вдоль тр-сы от тяжения троса при обрыве	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	215	1,17	250	525	1,17	615
				Составляющая ⊥ тр-се от тяжения целого провода	$\Delta S_п$	1040	1,17	1220	1020	1,17	1200	945	1,17	1100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ тр-се от тяжения троса при обрыве	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1245	1,17	1450	1230	1,17	1430	1140	1,17	1330
				Вес пролета провода, троса	$q_п$	440	1,1	485	440	1,1	485	440	1,1	485	195	1,1	215	195	1,1	215	195	1,1	215
					$q_т$	425	2,0	850	425	2,0	850	425	2,0	850	255	2,0	510	255	2,0	510	255	2,0	510
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кв. шифр У 110-2

Продолжение таблицы №1





№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III район гололеда																		IV район гололеда																	
						АСО-240									С-50									АСО-240									С-50								
						l ветр. = 330 м. l вес = 415 м. l габ. = 330 м.																		l ветр = 330 м. l вес = 360 м. l габ. = 290 м.																	
						0°			20°			46°			0°			20°			46°			0°			20°			50°			0°			20°			50°		
						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.	И	расчетн.	нормат.	П	расчетн.	нормат.	П	расчетн.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=0$ $q_п^н=50$ кг/м.² $q_т^н=74$ кг/м.²		Давление ветра на пролет провода троса.	P_1	310/200	1,2	370/240	305/195	1,2	365/235	290/185	1,2	350/225	190/120	1,2	230/145	180/110	1,2	215/130	170/105	1,2	200/130	310/200	1,2	370/240	305/195	1,2	365/235	285/185	1,2	340/220	190/120	1,2	230/145	180/110	1,2	215/130	170/105	1,2	200/125
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода троса.	P_2	0/0	—	0/0	600/590	1,3	780/770	1350/1330	1,3	1760/1720	0/0	—	0/0	225/300	1,3	290/390	550/735	1,3	715/955	0/0	—	0/0	465/525	1,3	605/685	1140/1290	1,3	1480/1680	0/0	—	0/0	160/210	1,3	210/225	390/515	1,3	510/670
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	$P_п$ $P_т$			370/240			1145/1005			2110/1945			230/145			505/520			915/1085			370/240			970/920			1820/1900			230/145			425/355			710/795
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода троса	$\Delta S_п$	45	1,3	60	45	1,3	60	40	1,3	55	430	1,3	560	425	1,3	550	395	1,3	510	370	1,3	480	365	1,3	475	335	1,3	435	295	1,3	385	290	1,3	380	270	1,3	345
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ $q_т$	385	1,1	425	385	1,1	425	385	1,1	425	170	1,1	190	170	1,1	190	170	1,1	190	335	1,1	370	335	1,1	370	335	1,1	37	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=15$ мм. $q_п^н=14$ кг/м.² $q_т^н=18,5$ кг/м.² $C=20$ мм.		Давление ветра на пролет провода троса	P_1	290/190	1,4	410/270	285/185	1,4	400/260	265/175	1,4	375/245	285/185	1,4	400/260	280/180	1,4	390/250	265/170	1,4	375/240	340/220	1,4	480/310	335/215	1,4	470/300	310/200	1,4	435/280	360/235	1,4	505/330	355/230	1,4	500/320	325/215	1,4	455/305
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода троса.	P_2	0/0	—	0/0	1075/935	1,4	1500/1310	2450/2110	1,4	3400/2980	0/0	1,4	0/0	500/500	1,4	700/700	1130/1130	1,4	1580/1580	0/0	1,4	0/0	1075/995	1,4	1500/1390	2610/2410	1,4	3650/3370	0/0	—	0/0	500/500	1,4	700/700	1210/1210	1,4	1700/1700
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$			410/270			1900/1570			3775/3225			400/260			1090/950			1955/1820			480/310			1970/1690			4085/3650			505/330			1200/1020			2155/2005
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода троса.	$\Delta S_п$ $\Delta S_т$	800	1,4	1120	785	1,4	1100	740	1,4	1080	0	—	0	0	—	0	0	—	0	460	1,4	645	455	1,4	640	420	1,4	590	0	—	0	0	—	0	0	—	0
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ $q_т$	385 645	1,1 2,0	425 1290	385 645	1,1 2,0	425 1290	385 645	1,1 2,0	425 1290	170 425	1,1 2,0	190 850	170 425	1,1 2,0	190 850	170 425	1,1 2,0	190 850	335 845	1,1 2,0	370 1690	335 845	1,1 2,0	370 1690	335 845	1,1 2,0	370 1690	150 590	1,1 2,0	165 1180	150 590	1,1 2,0	165 1180	150 590	1,1 2,0	165 1180
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

3078тм/6 л. 28

N3078 т.м.-6

Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Таблица № 2

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции	Коэф. увеличен. скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 кг/м²	Площадь элементов фермы $\sum f_i$ (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\sum f_i}{S}$	Аэродинамич. коэф. плоской фермы $C_\Phi = c_i;\ \varphi = 1{,}44\varphi$	η при $\frac{e}{h} = 1$	Аэродинамич. коэффициент простр. фермы $C_{пр} = C_\Phi (1+\eta)$	Норм. ветровая нагрузка без коэф. динамичности: Ветер ⊥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S$		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динам. $\beta = 1{,}35$ и коэф. перегрузки n (кг)	
										Сх I	Сх II	$n = 1{,}2$ Сх. I	$n = 1{,}0$ Сх. II
Верхняя траверса	1,33 ▽28,0 2,5	1,55	78	0,41	1,66	0,246	0,345	0,76	0,608	35×2 *) (78)	9×2	57×2	12×2
Средняя траверса	1,33 ▽24,0 4,0	1,45	73	0,79	2,66	0,297	0,417	0,68	0,702	61×2 *) (136)	15×2	99×2	20×2
Нижняя траверса	1,33 ▽20,0 2,5	1,35	68	0,41	1,66	0,246	0,345	0,76	0,607	31×2 *) (69)	8×2	50×2	11×2
Трассостойка	0,3 4,8 ▽31,2 2,0	1,60	80	1,01	5,5	0,184	0,258	0,83	0,485	213	53	345	72
Верхняя секция	10,8 ▽23,4 2,0	1,42	71	5,60	21,6	0,259	0,362	0,75	0,633	973	243	1580	328
Нижняя секция	2,0 9,0 ▽13,5 4,7	1,0	50	5,60	30,2	0,185	0,259	0,88	0,486	735	184	1190	249
Подставка	4,7 ▽4,5 9,0 7,4	1,0	50	8,73	54,5	0,16	0,224	0,91	0,428	1170	292	1900	395
												5427	1133

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

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

Таблица №3

Сечения отметки базы	Схема I I р-н гололеда $\alpha=60°$ разность тяжений				Схема II; IV р-н гололеда $\alpha=50°$ разность тяжений			
	Изгибающие моменты				Изгибающие моменты			
	От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм).	От нагрузок на пров. и тров $M_{\perp}$ (тм).	От ветра на конструкцию опоры $M_{W II}$ (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)	От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм).	От нагрузок их провода и трос $M_{\perp}$ (тм).	От ветра на конструкцию опоры $M_{W II}$ (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
4-4 ▽18.8 м. b=2.0 м.	1,84×14,8 = 27,2 2,94×2×8,7 = 51,2 2,94×2×4,7 = 27,7 2,94×2×0,7 = 4,12 19,48 M_{II} = 110,22	0,28×14,8 = 4,14 0,905×2×8,7 = 15,8 0,905×2×4,7 = 8,5 0,905×2×0,7 = 1,27 5,71 $M_{\perp}$ = 29,70	0,345×12,4 = 4,28 0,057×2×9,2 = 1,05 0,093×2×5,2 = 1,03 0,05×2×1,2 = 0,12 1,58×7,1 = 11,2 2,34 $M_{W II}$ = 17,68	0,22×1 = 0,22 (0,505+0,165)×6=4,02 0,317×14,9=4,73 8,97	2,005×14,8 = 29,6 3,65×2×8,7 = 63,5 3,65×2×4,7 = 34,3 3,65×2×0,7 = 5,1 23,9 M_{II} = 132,5	0,59×2×8,7 = 10,3 0,59×2×4,7 = 5,6 0,59×2×0,7 = 0,83 3,54 $M_{\perp}$ = 16,7	0,072×12,4 = 0,89 0,012×2×9,2 = 0,22 0,02×2×5,2 = 0,21 0,011×2×1,2 = 0,03 0,328×7,1 = 2,33 0,486 $M_{W II}$ = 3,68	1,35×1 = 1,35 (2,06×0,17)×6=1,93 0,317×14,9=4,73 19,46
	$U_2 = \frac{110,22+29,7+17,68}{2\times2,0} + \frac{8,97}{4} = 39,5+2,24 = 41,74$ т.				$U_2 = \frac{132,5+16,7+3,68}{2\times2,0} + \frac{19,46}{4} = 38,1+4,85 = 42,95$ т.			
3-3 ▽10,5 м. b=4,2 м. φ=0,989	110,22 19,48×8,3 = 162,0 19,48 M_{II} = 272,22	29,70 5,71×8,3 = 47,5 5,71 $M_{\perp}$ = 77,2	17,68 2,34×8,3 = 19,4 1,19×3,0 = 3,57 3,53 $M_{W II}$ = 40,65	8,97 0,317×8,3=2,63 11,60	132,5 23,9×8,3 = 198,0 23,9 M_{II} = 330,5	16,7 3,54×8,3 = 29,4 3,54 $M_{\perp}$ = 46,1	3,68 0,486×8,3 = 4,03 0,249×3,0 = 0,75 0,735 $M_{W II}$ = 8,46	19,46 0,317×8,3=2,63 22,09
	$U_1 = \frac{272,22+77,2+40,65}{2\times4,2\times0,989} + \frac{11,60}{4\times0,989} = 47,0+2,94 = 49,94$ т.				$U_1 = \frac{330,5+46,1+8,46}{2\times4,2\times0,989} + \frac{22,09}{4\times0,989} = 46,4+5,58 = 51,98$ т.			
1-1 ▽2,2 м. b=6,8 м. φ=0,989	272,22 19,48×8,3 = 161,8 19,48 M_{II} = 434,0	77,2 5,71×8,3 = 47,4 5,71 $M_{\perp}$ = 124,6	40,65 3,53×8,3 = 31,7 1,9×0,76×3,4=2,48 4,98 $M_{W II}$ = 74,83	11,6 0,317×83=2,64 14,24	330,5 23,9×8,3 = 198,5 23,9 M_{II} = 529,0	46,1 3,54×8,3 = 29,3 3,54 $M_{\perp}$ = 75,4	8,46 0,735×8,3=6,63 0,395×0,76×3,4=0,82 1,04 $M_{W II}$ = 15,61	22,09 0,317×8,3=2,64 24,73
	$U_6 = \frac{434,0+124,6+74,83}{2\times6,8\times0,989} + \frac{14,24}{4\times0,989} = 47,2+3,6 = 50,8$ т.				$U_6 = \frac{529,0+75,4+15,61}{2\times6,8\times0,989} + \frac{24,73}{4\times0,989} = 45,8+6,25 = 52,05$ т.			

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола, опоры У110-2

Продолжение таблицы №3

сечения, отметки, базы	Схема II к; IV р.г.; α = 0° Опора без подставки ($\ell_{вес}$ = 100м)				Схема II к; IV р.г.; α = 0° Опора с подставкой ($\ell_{вес}$ = 180м)			
	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры MW_{II}		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры MW_{II}	
4-4 ▽18,8 м	0,255×14,8 = 3,8 0,24×2×8,7 = 4,2 0,24×2×4,7 = 2,3 0,24×2×0,7 = 0,3 1,695 M_{II} = 10,6	2,0×14,8 = 29,6 4,35×2×8,7 = 75,8 4,35×2×4,7 = 41,0 4,35×2×0,7 = 6,1 28,1 $M_{\perp}$ = 152,5	0,49 MW_{II} = 3,68	0,37×1 = 0,37 0,57×5 = 3,42 0,165×6 = 0,99 0,317×14,9 = 4,73 9,51	1,695 M_{II} = 10,6	28,1 $M_{\perp}$ = 152,5	0,49 MW_{II} = 3,68	0,67×1 = 0,67 1,03×6 = 6,18 0,165×6 = 0,99 0,317×14,9 = 4,73 12,57
в = 2,0 м (▽9,8)	$U_2 = \frac{10,6 + 152,5 + 3,68}{2 \times 2,0} + \frac{9,51}{4} = 41,6 + 2,4 = 44,0$ т				$U_2 = \frac{10,6 + 152,5 + 3,68}{2 \times 2,0} + \frac{2,57}{4} = 41,6 + 3,14 = 44,74$ т			
3-3 ▽10,5 м	1,695×8,3 = 14,1 10,6 M_{II} = 24,7	28,1×8,3 = 233,5 152,5 $M_{\perp}$ = 385,65	0,74 MW_{II} = 8,46	0,317×8,3 = 2,63 9,51 12,14	1,695 M_{II} = 24,7	28,1 $M_{\perp}$ = 385,6	0,74 MW_{II} = 8,46	0,317×8,3 = 2,63 12,57 15,2
в = 4,2 м Cosγ = 0,989 (▽1,5)	$U_1 = \frac{24,7 + 385,65 + 8,46}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{12,14}{4 \times 0,989} = 50,3 + 3,1 = 53,4$				$U_1 = \frac{24,7 + 385,65 + 8,46}{2 \times 4,2 \times 0,989} + \frac{15,2}{4 \times 0,989} = 50,3 + 3,85 = 54,15$ т			
1-1 ▽2,2 м					1,695×8,3 = 14,1 24,7 38,8	28,1×8,3 = 233,5 385,65 619,85	1,04 MW_{II} = 15,61	0,317×8,3 = 2,63 15,2 17,83
в = 6,8 м Cosγ = 0,989					$U_{II} = \frac{38,8 + 619,85 + 15,61}{2 \times 6,8 \times 0,989} + \frac{17,83}{4 \times 0,989} = 50,1 + 4,5 = 54,6$ т			

Грань II осям траверс; схема III; IV район гололеда, $\alpha = 50°$. Расчет усилий в раскосах ствола опоры.

Таблица № 4

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	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_U}{B} tg\gamma$	$4B\cos\beta$	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_U}{6} tg\gamma}{2\cos\beta}$	Усилия в раскосах $D'' = \frac{M_{кр}}{4B\cos\beta}$	Усилия в раскосах $D = D' + D''$
II-10 ▽26,8	—	—	6,16	3,45×3,5=12,1	D_1	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	1,83	1,80	3,63
9-9 ▽22,8	—	—	12,54	3,45×5,0=17,3	D_2	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	3,75	2,57	6,32
4-4 ▽18,8	—	—	18,92	17,3	D_3	2,0	0	37°	0,800	1,60	0	6,40	5,95	2,71	8,66
8-8 ▽17,2	1,37×16,4 = 22,5 3,19×2×10,3 = 65,8 (3,19+1,6)6,3 = 30,2 3,19×2×2,3 = 14,7 18,92 133,2	(2,25-1,2)5=5,25	18,92	17,3	D_4	2,3	0,15	40°	0,766	1,53	8,7	7,03	0,50	2,46	2,96
7-7 ▽15,2	133,2 18,92×2,0 = 37,8 18,92 171,0	5,25	18,92	17,3	D_5	2,9	0,15	36°	0,809	1,62	8,8	9,38	0,41	1,84	2,25
6-6 ▽13,1	171,0 18,92×2,1 = 39,8 18,92 210,8	5,25	18,92	17,3	D_6	3,5	0,15	30°	0,866	1,73	9,05	12,1	0,24	1,43	1,67
3-3 ▽10,5	210,8 18,92×2,4 = 45,5 18,92 256,3	5,25	18,92	17,3	D_7	4,2	0,15	36°	0,809	1,62	9,15	13,6	0,19	1,27	1,46
5-5 ▽7,9	256,3 18,92×2,8 = 53,0 18,92 309,3	5,25	18,92	17,3	D_8	5,0	0,15	24°	0,913	1,83	9,25	18,3	0,12	0,94	1,06
2-2 ▽5,4	309,3 18,92×2,5 = 47,3 18,92 356,6	5,25	18,92	17,3	D_9	5,8	0,15	26°	0,899	1,80	9,22	20,9	0,13	0,83	0,96
1-1 ▽2,2	356,6 18,92×3,2 = 60,7 417,3	5,25	18,92	17,3	D_{10}	6,8	0,15	30°	0,866	1,73	9,21	23,5	0,14	0,74	0,88

Грань ⊥ оси траверс; схема II концевая IV район гололеда, $\alpha = 0°$.
Расчет усилий в раскосах ствола опоры.

Таблица N 5

Сечение отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_{\perp}$ (тм)	Поперечн. сила Q (т)	Обознач. элемента	База в (м)	tgγ	Угол наклона раскоса горизонтали β	cosβ	2cosβ	$\frac{M_4}{6} tg\gamma$	$D = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_4}{6} tg\gamma}{2\cos\beta}$
0-10 ▽26,8	—	10,72	D_1'	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	3,2
9-9 ▽22,8	—	19,42	D_2'	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	5,77
4-4 ▽18,8	—	28,12	D_3'	2,0	0	37°	0,800	1,60	0	8,80
8-8 ▽17,2	2,02×16,4 = 33,2 4,35×2×10,3 = 89,5 4,35×2×6,3 = 54,8 4,35×2×2,3 = 20,0 28,12 197,5	28,12	D_4'	2,3	0,15	40°	0,766	1,53	12,9	0,76
7-7 ▽15,2	197,5 28,12×2,0 = 56,24 28,12 253,74	28,12	D_5'	2,9	0,15	36°	0,809	1,62	13,1	0,59
6-6 ▽13,1	253,74 28,12×2,1 = 59,0 28,12 312,74	28,12	D_6'	3,5	0,15	30°	0,866	1,73	13,4	0,38
3-3 ▽10,7	312,74 28,12×2,4 = 67,6 28,12 380,34	28,12	D_7'	4,2	0,15	36°	0,809	1,62	13,6	0,28
5-5 ▽7,9	380,34 28,12×2,8 = 78,8 28,12 459,14	28,12	D_8'	5,0	0,15	24°	0,913	1,83	13,8	0,14
2-2 ▽5,4	459,14 28,12×2,5 = 70,3 529,44	28,12	D_9'	5,8	0,15	26°	0,899	1,80	13,7	0,20
1-1 ▽2,2	529,44 28,12×3,2 = 90,0 619,44	28,12	D_{10}'	6,8	0,15	30°	0,866	1,73	13,7	0,21

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

Таблица №6

Сечение отметка	Изгибающие моменты $M_\perp$ (тм)	Поперечн. сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обозначен. элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_\perp}{в} tg\gamma$	$4в\cos\beta$	Усилия в раскосах (т) $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_\perp}{в} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{Мкр}{4в\cos\beta}$	$D = D' + D''$
10-10 ▽26,8	—	4,38	3,79×3,5=13,2	D_1'	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	1,31	1,97	3,28
9-9 ▽22,8	—	5,4	3,79×5,0=18,9	D_2'	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	1,61	2,81	4,42
4-4 ▽18,8	—	6,42	18,9	D_3'	2,0	0	37°	0,800	1,60	0	6,40	2,0	2,96	4,96
8-8 ▽17,2	0,08×16,4 = 1,3 0,51×2×10,3 = 10,5 (3,78+0,51) 6,3 = 27,0 0,51×2×2,3 = 2,3 6,42 41,1	6,42	18,9	D_4'	2,3	0,15	40°	0,766	1,53	2,7	7,03	0,33	2,69	3,02
7-7 ▽15,2	41,1 6,42×2,0 = 12,84 6,42 53,94	6,42	18,9	D_5'	2,9	0,15	36°	0,809	1,62	2,76	9,38	0,38	2,01	2,39
6-6 ▽13,1	53,94 6,42×2,1 = 13,5 6,42 67,44	6,42	18,9	D_6'	3,5	0,15	30°	0,866	1,73	2,88	12,1	0,19	1,56	1,75
3-3 ▽10,7	67,44 6,42×2,4 = 15,40 6,42 82,84	6,42	18,9	D_7'	4,2	0,15	36°	0,809	1,62	2,96	13,6	0,15	1,39	1,54
5-5 ▽7,9	82,84 6,42×2,8 = 18,0 6,42 100,84	6,42	18,9	D_8'	5,0	0,15	24°	0,913	1,83	3,02	18,3	0,1	1,03	1,13
2-2 ▽5,4	100,84 6,42×2,5 = 16,0 6,42 116,84	6,42	18,9	D_9'	5,8	0,15	26°	0,899	1,80	3,02	20,9	0,1	0,91	1,01
1-1 ▽2,2	116,84 6,42×3,2 = 20,5 137,34	6,42	18,9	D_{10}'	6,8	0,15	30°	0,866	1,73	3,03	23,5	0,1	0,81	0,91

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

таблица №7

сечение / отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_{\perp}$ (тм)	Поперечн. сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обознач. элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_{\perp}}{в} tg\gamma$	$4в\cos\beta$	Усилия в раскосах: $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{\perp}}{в} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{Мкр}{4в\cos\beta}$	$D = D' + D''$
10-10 ▽26,8	——	5,41	3,78×3,5=13,2	D'_1	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	1,61	1,97	3,58
9-9 ▽22,8	——	12,97	3,78×5,0=14,9	D'_2	2,0	0	33°	0,838	1,68	0	6,71	3,87	2,82	6,69
4-4 ▽18,8	——	20,53	18,9	D'_3	2,0	0	37°	0,800	1,60	0	6,40	6,43	2,95	9,38
8-8 ▽17,2	1,63×16,4 = 26,8 3,78×2×10,3 = 77,5 3,78×6,3 = 23,8 3,78×2×2,3 = 17,4 20,53 146,5	20,53	18,9	D'_4	2,3	0,15	40°	0,766	1,53	9,47	7,03	0,52	2,69	3,21
7-7 ▽15,2	145,5 20,53×2,0 = 41,06 20,53 186,56	20,53	18,9	D'_5	2,9	0,15	36°	0,809	1,62	9,65	9,38	0,38	2,02	2,40
6-6 ▽13,1	186,56 20,53×2,1 = 43,2 20,53 229,76	20,53	18,9	D'_6	3,5	0,15	30°	0,866	1,73	9,85	12,1	0,24	1,56	1,80
3-3 ▽10,7	229,76 20,53×2,4 = 49,30 20,53 279,06	20,53	18,9	D'_7	4,2	0,15	36°	0,809	1,62	9,98	13,6	0,18	1,39	1,57
5-5 ▽7,9	279,06 20,53×2,8 = 57,40 20,53 336,46	20,53	18,9	D'_8	5,0	0,15	24°	0,913	1,83	10,1	18,7	0,09	1,03	1,12
2-2 ▽5,4	336,46 20,53×2,5 = 51,30 387,76	20,53	18,9	D'_9	5,8	0,15	26°	0,899	1,80	10,05	20,9	0,12	0,91	1,03
1-1 ▽2,2	387,76 20,53×3,2 = 65,80 453,56	20,53	18,9	D'_{10}	6,8	0,15	30°	0,866	1,73	10,0	23,5	0,16	0,81	0,97

Определение усилий в поясе U_1

при $\sigma^{max}_{троса} = 40$ кг/мм^2

Схема II IV р-н гололеда $\alpha = 50°$ без разн. тяжения.

$P_{1т} = 455$ кг. $P_{1п} = 435$ кг.

$P_{2т} = 1710$ кг. $P_{2п} = 3670$ кг.

$\sum P_т = 2165$ кг. $\sum P_п = 4105$ кг.

$M = 2{,}17 \times 23{,}1 + 4{,}1 \times 2 \times 17{,}0 + 4{,}1 \times 2 \times 13{,}0 + 4{,}1 \times 2 \times 9{,}0 =$

$= 50{,}2 + 139{,}0 + 107{,}0 + 74{,}0 = 370{,}2$ тм.

$M_{W_{II}} = 8{,}46$ тм.

$G = 22{,}09$ т. (см. стр. 30)

$$U_1 = \frac{370{,}2 + 8{,}46}{2 \times 4.2 \times 0{,}989} + \frac{22{,}09}{4 \times 0{,}989} = 45{,}5 + 5{,}58 = 51{,}08 \text{ т.}$$

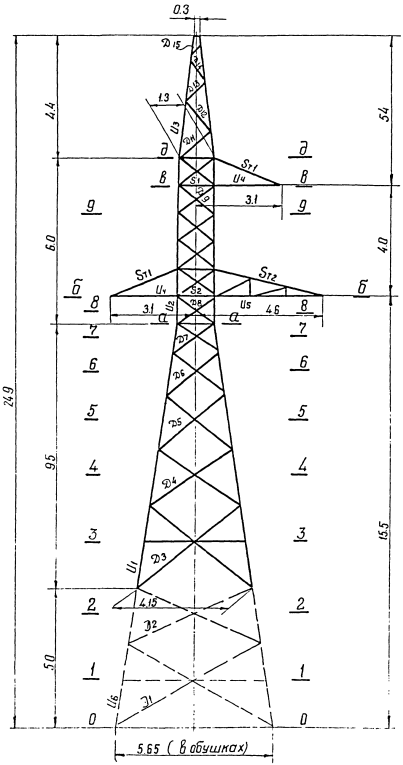
$F \cdot \varphi_m = 24{,}8$ см^2 (см. расчетный лист)

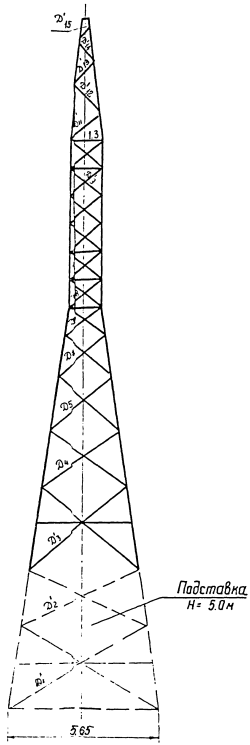
$$\sigma = \frac{51.08 \times 10^3}{24.8} = 2060 \text{ кг/см}^2$$

Рассчитал /Цейтлин/

Проверил /Элькинд/

У110-3

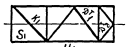




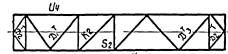
Сечение д-д



Сечение в-в



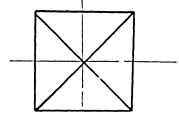
Сечение б-б



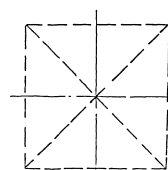
Сечение а-а



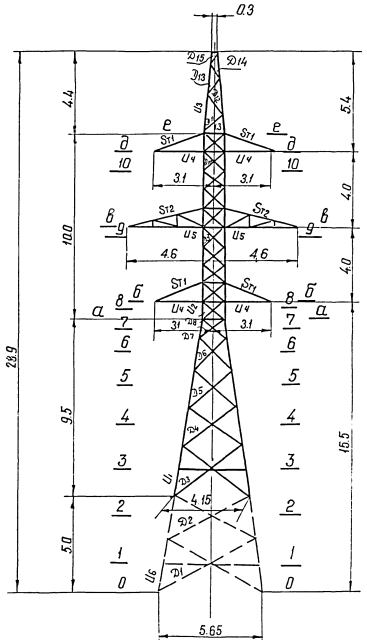
Сечение 3-3

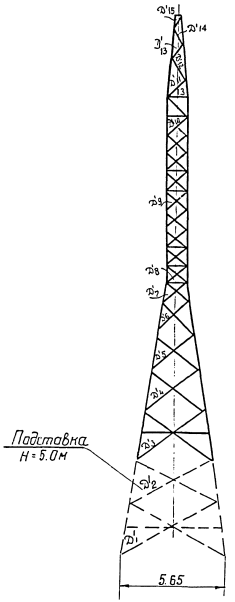


Сечение 1-1



У110-4

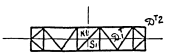




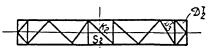
Сечение е-е



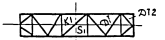
Сечение д-д



Сечение в-в



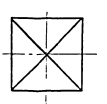
Сечение б-б



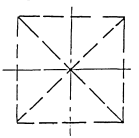
Сечение а-а



Сечение 3-3

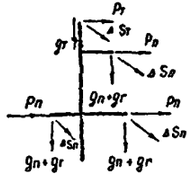
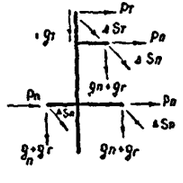


Сечение 1-1



Нагрузки на одноцепную анкерно-угловую опору ВЛ 110 кВ шифр У110-3

Таблица № 8

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда, АС-150, С-50, ℓ ветр = 405 м, ℓ вес = 505 м, ℓ габ = 405 м: 0° нормат	0° п	0° расчет	40° нормат	40° п	40° расчет	60° нормат	60° п	60° расчет	0° нормат	0° п	0° расчет	40° нормат	40° п	40° расчет	60° нормат	60° п	60° расчет
I	Провода и трос не оборваны и свободны от ололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5°C$; $C = 0$; $q_n^н = 50$ кг/м²; $q_т^н = 68$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	325/215	1.2	390/260	305/200	1.2	365/240	280/190	1.2	335/230	215/145	1.2	260/175	200/135	1.2	240/160	185/125	1.2	220/150
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	—	0/0	1290/1070	1.3	1680/1390	1880/1560	1.3	2440/2030	0/0	—	0/0	940/860	1.3	1220/1120	1370/1260	1.3	1790/1640
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n / $P_т$	—	—	390/260	—	—	2045/1630	—	—	2775/2260	—	—	260/175	—	—	1440/1280	—	—	2000/1790
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	ΔS_n / $\Delta S_т$	650	1.3	845	610	1.3	790	560	1.3	730	220	1.3	285	205	1.3	265	190	1.3	250
				Вес пролета провода, троса	g_n / $g_т$	310	1.1	340	310	1.1	340	310	1.1	340	210	1.1	230	210	1.1	230	210	1.1	230
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5°C$; $C = 5$ мм; $C = 10$ мм; $q_n^н = 125$ кг/м²; $q_т^н = 17$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	165/105	1.4	230/145	155/100	1.4	220/140	145/90	1.4	205/125	155/105	1.4	215/145	145/100	1.4	205/140	135/90	1.4	190/125
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	—	0/0	1290/1070	1.3	1680/1390	1890/1570	1.3	2460/2040	0/0	—	0/0	990/890	1.3	1290/160	1450/1300	1.3	1890/1690
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n / $P_т$	—	—	230/145	—	—	1900/1530	—	—	2665/2165	—	—	215/145	—	—	1495/1300	—	—	2080/1815
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	ΔS_n / $\Delta S_т$	650	1.3	845	610	1.3	790	565	1.3	735	280	1.3	365	265	1.3	315	245	1.3	320
				Вес пролета провода, троса	g_n / $g_т$	310 / 155	1.1 / 2.0	340 / 310	310 / 155	1.1 / 2.0	340 / 310	310 / 155	1.1 / 2.0	340 / 310	210 / 100	1.1 / 2.0	230 / 200	210 / 100	1.1 / 2.0	230 / 200	210 / 100	1.1 / 2.0	230 / 200
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

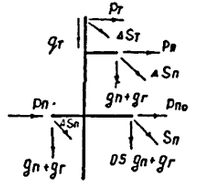
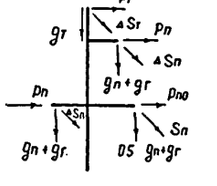
№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	II район гололеда, АС-150, С-50, ℓ ветр = 405 м, ℓ вес = 455 м, ℓ габ = 365 м: 0° нормат	0° п	0° расчет	40° нормат	40° п	40° расчет	60° нормат	60° п	60° расчет	0° нормат	0° п	0° расчет	40° нормат	40° п	40° расчет	60° нормат	60° п	60° расчет
I	Провода и трос не оборваны и свободны от ололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5°C$; $C = 0$; $q_n^н = 50$ кг/м²; $q_т^н = 68$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	325/215	1.2	390/260	305/200	1.2	365/240	280/185	1.2	335/220	215/145	1.2	260/175	200/135	1.2	240/160	185/125	1.2	220/150
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	—	0/0	1070/955	1.3	1390/1240	1560/1400	1.3	2030/1820	0/0	—	0/0	640/710	1.3	830/920	940/1040	1.3	1220/1350
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n / $P_т$	—	—	390/260	—	—	1755/1480	—	—	2365/2040	—	—	260/175	—	—	1070/1080	—	—	1440/1500
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	ΔS_n / $\Delta S_т$	325	1.3	425	305	1.3	395	280	1.3	365	210	1.3	275	195	1.3	255	180	1.3	235
				Вес пролета провода, троса	g_n / $g_т$	280	1.1	310	280	1.1	310	280	1.1	310	185	1.1	205	185	1.1	205	185	1.1	205
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5°C$; $C = 5$ мм; $C = 10$ мм; $q_n^н = 125$ кг/м²; $q_т^н = 17$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	220/150	1.4	310/210	205/140	1.4	285/195	190/130	1.4	265/180	240/165	1.4	335/230	225/155	1.4	315/215	200/145	1.4	280/205
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0		0/0	1460/1230	1.3	1900/1600	213/1790	1.3	2770/2330	0/0	—	0/0	785/785	1.3	1020/1020	1115/1115	1.3	1495/1495
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n / $P_т$	—	—	310/210	—	—	2185/1795	—	—	3035/2510	—	—	335/230	—	—	1335/1235	—		1775/1700
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	ΔS_n / $\Delta S_т$	610	1.3	790	575	1.3	750	530	1.3	690	0	—	0	0	—	0	0	—	0
				Вес пролета провода, троса	g_n / $g_т$	280 / 345	1.1 / 2.0	310 / 690	280 / 345	1.1 / 2.0	310 / 690	280 / 345	1.1 / 2.0	310 / 690	185 / 245	1.1 / 2.0	205 / 490	185 / 245	1.1 / 2.0	205 / 490	185 / 245	1.1 / 2.0	205 / 490
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания:

1. Разность тяжений подсчитана при смежном пролете ℓ = 100 м. В числителе даны нагрузки без разности тяжений в знаменателе — с разностью тяжений
2. Максимальное напряжение в тросе 6т так = 30 кг/мм²
3. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0.9
4. [illegible]

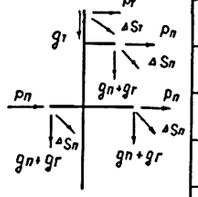
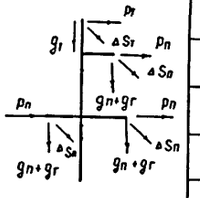
Нагрузки на одноцепную анкерно-угловую опору ВЛ 110 кВ У110-3

Продолжение таблицы №8

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Вид нагрузок	Обозначения	I район гололеда												II район гололеда											
						АС-150						С-50						АС-150						С-50					
						ℓ вет = 405м ℓ бес = 505м ℓ доб = 485м												ℓ вет = 405м ℓ бес = 455м ℓ доб = 365м											
						0°			40°			60°			0°			40°			60°			0°			40°			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
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору	$t=-5°C$; $C=5мм$; $q=0$; $C=10мм$		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n P_t	0 0	—	0 0	1210 1010	1.17	1420 1180	1770 1480	1.17	2070 1735	0 0		0 0	880 830	1.17	1030 970	1290 1210	1.17	1510 1420	0 0	—	0 0	1370 1170	1.17	1600 1370	2000 1710	1.17	2340 2000	0 0		0 0	865 860	1.17	1010 1010	1270 1260	1.17	1490 1470
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	P_{no}	0	—	0	605	1.17	710	885	1.17	1035	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	685	1.17	800	1000	1.17	1170	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая 1 траверсе от разности тяжений целого провода, троса.	ΔS_n ΔS_t	575	1.17	675	540	1.17	630	500	1.17	585	155	1.17	180	145	1.17	170	135	1.17	160	595	1.17	695	560	1.17	655	515	1.17	605	20	1.17	25	20	1.17	25	15	1.17	20
				Составляющая 1 траверсе от тяжения при обрыве провода.	S_n	1170	1.17	2070	1670	1.17	1960	1535	1.17	1800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2000	1.17	2340	1880	1.17	2200	1735	1.17	2030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	g_n g_r	310 155	1.1 2.0	340 310	310 155	1.1 2.0	340 310	310 155	1.1 2.0	340 310	210 100	1.1 2.0	230 200	210 100	1.1 2.0	230 200	210 100	1.1 2.0	230 200	280 345	1.1 2.0	310 690	280 345	1.1 2.0	310 690	280 345	1.1 2.0	310 690	185 245	1.1 2.0	205 490	185 245	1.1 2.0	205 490	185 245	1.1 2.0	205 490
				Вес гирлянд изоляторов.	g_r	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос Провода не оборваны	$t=-5°C$; $C=5мм$; $q=0$; $C=10мм$		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода.	P_n	0 0	—	0 0	1210 1010	1.17	1420 1180	1770 1480	1.17	2070 1735	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0 0	—	0 0	1370 1170	1.17	1600 1370	2000 1710	1.17	2340 2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	P_{to}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	440	1.17	515	650	1.17	760	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	430	1.17	505	635	1.17	745
				Составляющая 1 траверсе от разности тяжения целого провода	ΔS_n	575	1.17	675	540	1.17	630	500	1.17	585				—	—	—	—	—	—	595	1.17	695	560	1.17	655	515	1.17	605	—	—	—	—	—	—			
				Составляющая 1 траверсе от тяжения троса при обрыве	S_t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1290	1.17	1510	1210	1.17	1420	1120	1.17	1310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1270	1.17	1490	1195	1.17	1400	1100	1.17	1290
				Вес пролета провода, троса	g_n g_r	310 155	1.1 2.0	340 310	310 155	1.1 2.0	340 310	310 155	1.1 2.0	340 310	210 100		230 200	210 100	1.1 2.0	230 200	210 100	1.1 2.0	230 200	280 345	1.1 2.0	310 690	280 345	1.1 2.0	310 690	280 345	1.1 2.0	310 690	185 245	1.1 2.0	205 490	185 245	1.1 2.0	205 490	185 245	1.1 2.0	205 490
				Вес гирлянд изоляторов	g_r	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165			—	—	—	—	—	—	—	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

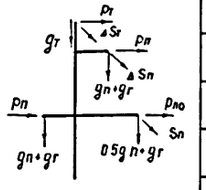
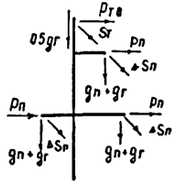
Нагрузки на одноцепную анкерно-угловую опору ВЛ 110 кВ шифр У110-3

Продолжение таблицы №8

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III р-н гололеда												IV р-н гололеда											
						АС-150						С-50						АС-150						С-50					
						ℓ ветр = 310 м; ℓ вес = 330 м; ℓ габ = 310 м												ℓ ветр = 310 м; ℓ вес = 330 м; ℓ габ = 265 м											
						0°			40°			60°			0°			40°			60°			0°			40°			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
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t=-5°C$; $C=0$; $q_н = 50$ кг/м²; $q_г = 68$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода троса	P_1	250/165	1,2	300/200	235/155	1,2	280/185	215/145	1,2	260/175	165/110	1,2	200/130	155/105	1,2	185/125	145/95	1,2	175/115	250/165	1,2	300/200	235/155	1,2	280/185	215/145	1,2	260/175	165/110	1,2	200/130	155/105	1,2	185/125	145/95	1,2	175/115
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2	0/0	—	0/0	760/800	1,3	990/1050	1110/1170	1,3	1450/1520	0/0	—	0/0	445/595	1,3	580/775	650/870	1,3	845/1130	0/0	—	0/0	565/705	1,3	735/915	825/1030	1,3	1070/1340	0/0	—	0/0	320/430	1,3	415/560	465/625	1,3	605/815
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	—	—	300/200	—	—	1270/1235	—	—	1710/1655	—	—	200/130	—	—	765/900	—	—	1020/1245	—	—	300/200	—	—	1015/1100	—	—	1330/1515	—	—	200/130	—	—	600/685	—	—	780/930
				Составляющая 1 траверсе от разности тяжения провода троса	$\Delta S_п$ $\Delta S_т$	120	1,3	155	115	1,3	150	105	1,3	135	445	1,3	580	420	1,3	545	385	1,3	500	410	1,3	535	385	1,3	500	355	1,3	460	310	1,3	405	290	1,3	375	270	1,3	350
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	240	1,1	265	240	1,1	265	240	1,1	265	160	1,1	175	160	1,1	175	160	1,1	175	205	1,1	225	205	1,1	225	205	1,1	225	135	1,1	150	135	1,1	150	135	1,1	150
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t=-5°C$; $C=15$ мм; $q_н^н = 14$ кг/м²; $C=20$ мм; $q_г^н = 19$ кг/м²		Давление, ветра на пролет провода, троса	P_1	245/160	1,4	345/225	230/150	1,4	320/210	210/140	1,4	295/195	250/165	1,4	350/230	235/155	1,4	330/220	215/145	1,4	300/205	300/195	1,4	420/275	280/185	1,4	390/260	260/170	1,4	365/240	315/205	1,4	440/285	295/195	1,4	415/275	275/180	1,4	385/250
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	—	0/0	1460/1320	1,3	1900/1720	2130/1930	1,3	2770/2510	0/0	—	0/0	985/985	1,3	1280/1280	1440/1440	1,3	1870/1870	0/0	—	0/0	1460/1430	1,3	1900/1860	2130/2090	1,3	2770/2720	0/0	—	0/0	990/990	1,3	1290/1290	1440/1440	1,3	1870/1870
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	—	—	345/225	—	—	2220/1930	—	—	3015/2705	—	—	350/230	—	—	1610/1500	—	—	2170/2075		—	420/275	—	—	2290/2120	—	—	3135/2960	—	—	440/285	—	—	1705/1565	—	—	2255/2120
				Составляющая 1 траверсе от разности тяжения провода троса	$\Delta S_п$ $\Delta S_т$	390	1,3	510	365	1,3	475	340	1,3	440	0	—	0	0		0	0	—	0	90	1,3	115	85	1,3	110	75	1,3	100	0	—	0	0	—	0	0	—	0
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	240 530	1,1 2,0	265 1060	240 530	1,1 2,0	265 1060	240 530	1,1 2,0	265 1060	160 400	1,1 2,0	175 800	160 400	1,1 2,0	175 800	160 400	1,1 2,0	175 800	205 690	1,1 2,0	225 1380	205 690	1,1 2,0	225 1380	205 690	1,1 2,0	225 1380	135 540	1,1 2,0	150 1080	135 540	1,1 2,0	150 1080	135 540	1,1 2,0	150 1080
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

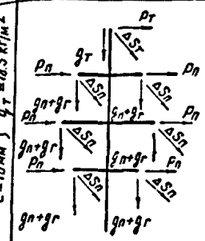
Нагрузки на одноцепную анкерно – угловую опору ВЛ 110 кВ шифр У110-3

Продолжение таблицы № 8

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III р-н гололеда																		IV р-н гололеда																	
						АС-150									С-50									АС-150									С-50								
						ℓ ветр = 310м; ℓ вес = 390м; ℓ габ = 310м.																		ℓ ветр = 310м; ° вес = 330м; ° габ = 265м																	
						0			40°			60°			0°			40°			60°			0°			40°			60°			0°			40°			60°		
						нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат		расчет	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору	t=-5°С; С=15 мм; q=0; С=20 мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	Pп Pт	0/0	—	0/0	1370/1260	1,17	1600/1475	2000/1840	1,17	2340/2155	0/0	—	0/0	875/910	1.17	1025/1065	1280/1330	1.17	1500/1555	0/0	—	0/0	1380/1360	1.17	1615/1590	2020/1990	1.17	2360/2330	0/0	—	0/0	1240/1260	1.17	1450/1475	1320/1340	1,17	1545/1570
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	Pпо	0	—	0	685	1.17	800	1000	1.17	1170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	690	1.17	810	1010	1.17	1180	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	ΔSп ΔSт	330	1.17	385	310	1.17	365	285	1.17	335	90	1.17	105	85	1.17	100	80	1.17	95	65	1.17	75	60	1.17	70	55	1.17	65	60	1.17	-70	-55	1.17	-65	-50	1,17	-60
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения при обрыве провода	Sп	2000	1.17	2340	1880	1.17	2200	1730	1.17	2020	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2020	1.17	2360	1900	1.17	2220	1750	1.17	2050	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	gп gт	240 530	1,1 2,0	265 1060	240 530	1,1 2,0	265 1060	240 530	1,1 2,0	265 1060	160 400	1,1 2,0	175 800	160 400	1,1 2,0	175 800	160 400	1,1 2,0	175 800	205 690	1,1 2,0	225 1380	205 690	1,1 2,0	225 1380	205 690	1,1 2,0	225 1380	135 540	1,1 2,0	150 1080	135 540	1,1 2,0	150 1080	135 540	1,1 2,0	150 1080
				Вес гирлянд изоляторов	gт	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III	Оборван один трос. Провода не оборваны	t=-5°С; С=15 мм; q=0; С=20 мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	Pп	0/0	—	0/0	1370/1260	1.17	1600/1475	2000/1840	1.17	2340/2155	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0/0	—	0/0	1380/1360	1.17	1615/1590	2020/1990	1.17	2360/2330	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	Pто	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	475	1.17	555	695	1.17	815	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0		0	475	1.17	555	695	1.17	815
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения целого провода	ΔSп	330	1.17	385	310	1.17	365	285	1.17	335	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65	1.17	80	60	1.17	75	55	1.17	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	Sт	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1380	1.17	1615	1300	1.17	1520	1200	1.17	1405	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1370	1.17	1600	1290	1.17	1510	1190	1.17	1390
				Вес пролета провода, троса	gп gт	240 530	1,1 2,0	265 1060	240 530	1,1 2,0	265 1060	240 530	1,1 2,0	265 1060	160 400	1,1 2,0	175 800	160 400	1,1 2,0	175 800	160 400	1,1 2,0	175 800	205 690	1,1 2,0	225 1380	205 690	1,1 2,0	225 1380	205 1340	1,1 2,0	225 1380	135 540	1,1 2,0	150 1080	135 540	1,1 2,0	150 1080	135 540	1,1 2,0	150 1080
				Вес гирлянд изоляторов	gт	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Нагрузки на двухцепную анкерно-угловую опору ВЛ 110кВ. шифр У110-4

Таблица №9

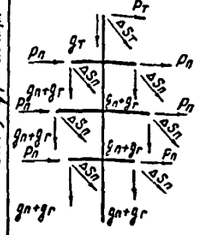
№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда, АС-150, $\ell_{ветр}=310$м, $\ell_{вес}=505$м, $\ell_{габ}=485$м, 0° нормат.	0° п	0° расчет	40° нормат.	40° п	40° расчет	60° нормат.	60° п	60° расчет	С-50, 0° нормат.	0° п	0° расчет	40° нормат.	40° п	40° расчет	60° нормат.	60° п	60° расчет	II район гололеда, АС-150, $\ell_{ветр}=310$м, $\ell_{вес}=455$м, $\ell_{габ}=365$м, 0° нормат.	0° п	0° расчет	40° нормат.	40° п	40° расчет	60° нормат.	60° п	60° расчет	С-50, 0° нормат.	0° п	0° расчет	40° нормат.	40° п	40° расчет	60° нормат.	60° п	60° расчет
	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=0$, $q_п^н=50$ кг/м², $q_т^н=74$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	250/165	1.2	300/200	235/155	1.2	280/185	215/145	1.2	260/175	175/115	1.2	210/140	155/110	1.2	200/130	150/100	1.2	180/120	250/165	1.2	300/200	235/155	1.2	280/185	215/145	1.2	260/175	175/115	1.2	210/140	165/110	1.2	200/130	150/100	1.2	180/120
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	—	0/0	1290/1070	1.3	1680/1390	1880/1560	1.3	2440/2030	0/0	—	0/0	970/850	1.3	1265/1155	1420/1300	1.3	1850/1690	0/0	—	0/0	1070/955	1.3	1390/1240	1560/1400	1.3	2030/1820	0/0	—	0/0	655/710	1.3	850/925	955/1040	1.3	1240/1350
				Суммарная горизонтальная нагрузки вдоль траверсы	$P_п$ / $P_т$		—	300/200		—	1960/1575		—	2700/2205		—	210/140		—	1465/1285		—	2030/1810		—	300/200		—	1670/1425		—	2290/1995		—	210/140		—	1050/1055		—	1420/1470
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	650	1.3	845	610	1.3	790	560	1.3	730	250	1.3	325	235	1.3	305	215	1.3	280	325	1.3	425	305	1.3	395	280	1.3	365	210	1.3	275	195	1.3	255	180	1.3	235
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ / $g_т$	310	1.1	340	310	1.1	340	310	1.1	310	210	1.1	230	210	1.1	230	210	1.1	230	280	1.1	310	280	1.1	310	280	1.1	310	185	1.1	205	185	1.1	205	185	1.1	205
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t=-5°C$, $C=5$мм, $C=10$мм; $q_п^н=12.5$ кг/м², $q_т^н=18.5$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	125/80	1.4	175/110	120/75	1.4	170/105	110/70	1.4	155/100	130/85	1.4	180/120	120/80	1.4	170/110	115/75	1.4	160/105	170/115	1.4	240/160	160/110	1.4	225/155	150/100	1.4	210/140	195/130	1.4	275/180	185/120	1.4	260/170	170/115	1.4	240/160
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	—	0/0	1290/1070	1.3	1680/1390	1890/1570	1.3	2460/2040	0/0	—	0/0	990/895	1.3	1290/1165	1450/1310	1.3	1890/1710	0/0	—	0/0	1460/1230	1.3	1900/1600	2130/1790	1.3	2770/2330	0/0	—	0/0	980/950	1.3	1275/1240	1430/1390	1.3	1860/1810
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ / $P_т$		—	175/110		—	1850/1595		—	2615/2140		—	180/120		—	1460/1275		—	2050/1815		—	240/160		—	2125/1755		—	2980/2470		—	275/180		—	1530/1410		—	2100/1970
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса	$S_п$ / $S_т$	650	1.3	845	610	1.3	795	565	1.3	735	275	1.3	360	260	1.3	340	240	1.3	310	670	1.3	870	630	1.3	820	580	1.3	690	130	1.3	170	125	1.3	165	110	1.3	145
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ / $g_т$	310 / 155	1.1 / 2.0	340 / 310	310 / 155	1.1 / 2.0	340 / 310	310 / 155	1.1 / 2.0	340 / 310	210 / 100	1.1 / 2.0	230 / 200	210 / 100	1.1 / 2.0	230 / 200	210 / 100	1.1 / 2.0	230 / 200	280 / 345	1.1 / 2.0	310 / 690	280 / 345	1.1 / 2.0	310 / 690	280 / 345	1.1 / 2.0	310 / 690	185 / 245	1.1 / 2.0	205 / 490	185 / 245	1.1 / 2.0	205 / 490	185 / 245	1.1 / 2.0	205 / 490
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания:

1. Разность тяжений подсчитана при смежном пролете $\ell=100$м в числителе даны нагрузки без разности тяжений, в знаменателе с разностью тяжений.
2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_{т\,max}=30$ кг/мм²
3. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0.9
4. Нагрузки округлены до значений кратных 5м

Нагрузки на двухцепную анкерно-угловую опору ВЛ 110кВ. шифр У110-4

Таблица №9

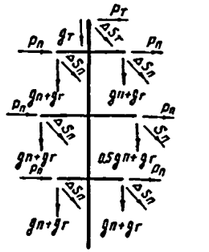
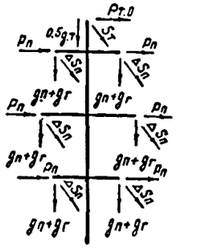
№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда, АС-150, ℓ ветр = 310м, ℓ вес = 505м, ℓ габ = 485м, 0° нормат	0° п	0° расчет	40° нормат	40° п	40° расчет	60° нормат	60° п	60° расчет	С-50, 0° нормат	0° п	0° расчет	40° нормат	40° п	40° расчет	60° нормат	60° п	60° расчет	II район гололеда, АС-150, ℓ ветр. = 310м, ℓ вес = 455м, ℓ габ. = 365м, 0° нормат	0° п	0° расчет	40° нормат	40° п	40° расчет	60° нормат	60° п	60° расчет	С-50, 0° нормат	0° п	0° расчет	40° нормат	40° п	40° расчет	60° нормат	60° п	60° расчет
	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда, Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=0$, $q_п^н = 50 кг/м^2$, $q_т^н = 74 кг/м^2$		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	250/165	1.2	300/200	235/155	1.2	280/185	215/145	1.2	260/175	175/115	1.2	210/140	165/110	1.2	200/130	150/100	1.2	180/120	250/165	1.2	300/200	235/155	1.2	280/185	215/145	1.2	260/175	175/115	1.2	210/140	165/110	1.2	200/130	150/100	1.2	180/120
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода троса	P_2	0/0	—	0/0	1290/1070	1.3	1680/1390	1880/1560	1.3	2040/2030	0/0	—	0/0	970/850	1.3	1265/1155	1420/1300	1.3	1850/1690	0/0	—	0/0	1070/955	1.3	1390/1240	1560/1400	1.3	2030/1820	0/0	—	0/0	655/710	1.3	850/925	955/1040	1.3	1240/1350
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$, $P_т$		—	300/200		—	1960/1575		—	2700/2205		—	210/140		—	1465/1285		—	2030/1810		—	300/200		—	1670/1425		—	2290/1995		—	210/140		—	1050/1055		—	1420/1470
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода троса	$\Delta S_п$, $\Delta S_т$	650	1.3	845	610	1.3	790	560	1.3	730	250	1.3	325	235	1.3	305	215	1.3	280	325	1.3	425	305	1.3	395	280	1.3	365	210	1.3	275	195	1.3	255	180	1.3	235
				Вес пролета провода, троса	$g_п$, $g_т$	310	1.1	340	310	1.1	340	310	1.1	310	210	1.1	230	210	1.1	230	210	1.1	230	280	1.1	310	280	1.1	310	280	1.1	310	185	1.1	205	185	1.1	205	185	1.1	205
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t=-5°C$, $C=5мм$, $C=10мм$; $q_п^н = 12.5 кг/м^2$, $q_т^н = 18.5 кг/м^2$		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	125/80	1.4	175/110	120/75	1.4	170/105	110/70	1.4	155/100	130/85	1.4	180/120	120/80	1.4	170/110	115/75	1.4	160/105	170/115	1.4	240/160	160/110	1.4	225/155	150/100	1.4	210/140	195/130	1.4	275/180	185/120	1.4	260/170	170/115	1.4	240/160
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0/0	—	0/0	1290/1070	1.3	1680/1390	1890/1570	1.3	2460/2040	0/0	—	0/0	990/895	1.3	1290/1165	1450/1310	1.3	1890/1710	0/0	—	0/0	1460/1230	1.3	1900/1600	2130/1793	1.3	2770/2330	0/0	—	0/0	980/950	1.3	1275/1240	1430/1390	1.3	1860/1810
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$, $P_т$		—	175/110		—	1850/1595		—	2615/2140		—	180/120		—	1460/1275		—	2050/1815		—	240/160		—	2125/1755		—	2980/2470		—	275/180		—	1530/1410		—	2100/1970
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса	$S_п$, $S_т$	650	1.3	845	610	1.3	795	565	1.3	735	275	1.3	360	260	1.3	340	240	1.3	310	670	1.3	870	630	1.3	820	580	1.3	690	130	1.3	170	125	1.3	165	110	1.3	145
				Вес пролета провода, троса	$g_п$, $g_т$	310 155	1.1 2.0	340 310	310 155	1.1 2.0	340 310	310 155	1.1 2.0	340 310	210 100	1.1 2.0	230 200	210 100	1.1 2.0	230 200	210 100	1.1 2.0	230 200	280 345	1.1 2.0	310 690	280 345	1.1 2.0	310 690	280 345	1.1 2.0	310 690	185 245	1.1 2.0	205 490	185 245	1.1 2.0	205 490	185 245	1.1 2.0	205 490
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1.1	165	150	1.1	165	150	1.1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания:

1. Разность тяжений подсчитана при смежном пролете ℓ=100м в числителе даны нагрузки без разности тяжений, в знаменателе с разностью тяжений.
2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_{т\,max} = 30 кг/мм^2$
3. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0.9
4. Нагрузки округлены до значений кратных 5кг

Нагрузки на двухцепную анкерно-угловую опору ВЛ 110кВ шифр У110-4

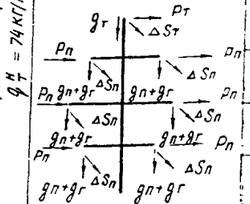
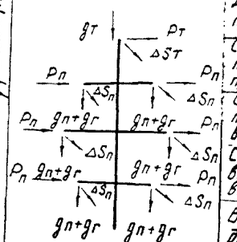
Продолжение таблицы №9

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда: АС-150, ℓ ветр = 310м, ℓ вес = 505м, ℓ габ = 405м, 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	60° нормат.	60° п	60° расчетн.	С-50, 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	60° нормат.	60° п	60° расчетн.
III	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий или изгибающий момент на опору.	$q^н=0$; $t=-5°C$; $C=5мм$, $C=10мм$		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода троса	$P_п$ / $P_т$	0/0	—	0/0	1210/1010	1,17	1420/1180	1770/1480	1,17	2070/1735	0/0	—	0/0	870/820	1,17	1020/960	1270/1200	1,17	1490/1400
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве.	$P_{п.о}$	0	—	0	605	1,17	710	885	1,17	1035	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса.	$S_п$ / $S_т$	575	1,17	675	540	1,17	630	500	1,17	585	135	1,17	160	130	1,17	150	115	1,17	135
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	$S_п$	1770	1,17	2070	1670	1,17	1960	1535	1,17	1800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	310 / 155	1,1 / 2,0	340 / 310	310 / 155	1,1 / 2,0	340 / 310	310 / 155	1,1 / 2,0	340 / 310	210 / 100	1,1 / 2,0	230 / 200	210 / 100	1,1 / 2,0	230 / 200	210 / 100	1,1 / 2,0	230 / 200
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны.	$q^н=0$; $t=-5°C$; $C=5мм$, $C=10мм$		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса.	$P_п$ / $P_т$	0/0	—	0/0	1210/1010	1,17	1420/1180	1770/1480	1,17	2070/1735	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве.	$P_{т.о}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	435	1,17	510	635	1,17	745
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	575	1,17	675	540	1,17	630	500	1,17	585	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве.	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1270	1,17	1490	1190	1,17	1390	1100	1,17	1290
				Вес пролета, провода, троса	$g_п$ / $g_т$	310 / 155	1,1 / 2,0	340 / 310	310 / 155	1,1 / 2,0	340 / 310	310 / 155	1,1 / 2,0	340 / 310	210 / 100	1,1 / 2,0	230 / 200	210 / 100	1,1 / 2,0	230 / 200	210 / 100	1,1 / 2,0	230 / 200
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	II район гололеда: АС-150, ℓ ветр = 310м, ℓ вес = 505м, ℓ габ = 405м, 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	60° нормат.	60° п	60° расчетн.	С-50, 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	60° нормат.	60° п	60° расчетн.
III	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий или изгибающий момент на опору.	$q^н=0$; $t=-5°C$; $C=5мм$, $C=10мм$		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода троса	$P_п$ / $P_т$	0/0	—	0/0	1370/1170	1,17	1600/1370	2000/1710	1,17	2340/2000	0/0	—	0/0	868/860	1,17	1010/1010	1260/1260	1,17	1470/1470
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве.	$P_{п.о}$	0	—	0	685	1,17	800	1000	1,17	1170	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса.	$S_п$ / $S_т$	595	1,17	695	560	1,17	655	515	1,17	605	0	—	0	0	—	0	0	—	0
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	$S_п$	2000	1,17	2340	1880	1,17	2200	1735	1,17	2030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	280 / 345	1,1 / 2,0	310 / 690	280 / 345	1,1 / 2,0	310 / 690	280 / 345	1,1 / 2,0	310 / 690	185 / 245	1,1 / 2,0	205 / 490	185 / 245	1,1 / 2,0	205 / 490	185 / 245	1,1 / 2,0	205 / 490
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны.	$q^н=0$; $t=-5°C$; $C=5мм$, $C=10мм$		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса.	$P_п$ / $P_т$	0/0	—	0/0	1370/1170	1,17	1600/1370	2000/1710	1,17	2340/2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве.	$P_{т.о}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	438	1,17	505	630	1,17	735
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	595	1,17	695	560	1,17	655	515	1,17	605	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве.	$S_т$	2000	1,17	2340	1880	1,17	2200	1735	1,17	2030	1260	1,17	1470	1185	1,17	1390	1095	1,17	1280
				Вес пролета, провода, троса	$g_п$ / $g_т$	280 / 345	1,1 / 2,0	310 / 690	280 / 345	1,1 / 2,0	310 / 690	280 / 345	1,1 / 2,0	310 / 690	185 / 245	1,1 / 2,0	205 / 490	185 / 245	1,1 / 2,0	205 / 490	185 / 245	1,1 / 2,0	205 / 490
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Нагрузки на двухцепную анкерно-угловую опору ВЛ 110 кВ шифр У110-4

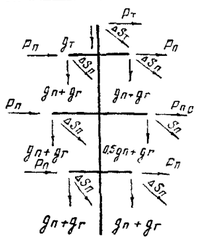
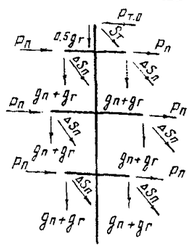
Продолжение таблицы N 9

Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III район гололеда: АС-150, ℓ ветр = 310 м, ℓ вес. = 390 м, ℓ габ. = 310 м, 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	50° нормат.	50° п	50° расчетн.	III район гололеда: С-50, ℓ ветр = 310 м, ℓ вес. = 390 м, ℓ габ. = 310 м, 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	50° нормат.	50° п	50° расчетн.
Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=0$; $q_п^н = 50$ кг/м², $q_т^н = 74$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	250/165	1,2	300/200	235/155	1,2	280/185	225/150	1,2	270/180	175/115	1,2	210/140	165/110	1,2	200/130	160/105	1,2	190/125
			Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2	0/0	—	0/0	760/800	1,3	990/1040	940/990	1,3	1220/1290	0/0	—	0/0	445/590	1,3	590/770	550/730	1,3	715/950
			Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ / $P_т$	—/—	—	300/200	—/—	—	1270/1225	—/—	—	1490/1470	—/—	—	210/140	—/—	—	790/900	—/—	—	905/1075
			Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса	$S_п$ / $S_т$	120	1,3	155	115	1,3	150	105	1,3	135	430	1,3	560	405	1,3	525	390	1,3	510
			Вес пролета провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	240	1,1	265	240	1,1	265	240	1,1	265	160	1,1	175	160	1,1	175	160	1,1	175
			Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=15$ мм, $C=20$ мм; $q_п^н = 140$ кг/м², $q_т^н = 18.5$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	245/160	1,4	340/225	230/150	1,4	320/210	220/145	1,4	310/205	265/175	1,4	370/245	250/165	1,4	350/230	240/160	1,4	335/225
			Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2	0/0	—	0/0	1460/1320	1,3	1900/1720	1800/1630	1,3	2340/2120	0/0	—	0/0	985/985	1,3	1280/1280	1220/1220	1,3	1590/1590
			Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	$P_п$ / $P_т$	—/—	—	340/225	—/—	—	2220/1930	—	—	2650/2325	—	—	370/245	—/—	—	1630/1510	—	—	1925/1815
			Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса.	$S_п$ / $S_т$	390	1,3	510	365	1,3	475	355	1,3	410	0	—	0	0	—	0	0	—	0
			Вес пролета провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	240 / 530	1,1 / 2,0	265 / 1060	240 / 530	1,1 / 2,0	265 / 1060	240 / 530	1,1 / 2,0	265 / 1010	160 / 400	1,1 / 2,0	175 / 800	160 / 400	1,1 / 2,0	175 / 800	160 / 400	1,1 / 2,0	175 / 800
			Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	IV район гололеда: АС-150, ℓ ветр = 265 м, ℓ вес = 330 м, ℓ габ = 265 м, 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	50° нормат.	50° п	50° расчетн.	IV район гололеда: С-50, ℓ ветр = 265 м, ℓ вес = 330 м, ℓ габ = 265 м, 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	50° нормат.	50° п	50° расчетн.
Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=0$; $q_п^н = 50$ кг/м², $q_т^н = 74$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	215/145	1,2	260/175	200/135	1,2	240/160	195/130	1,2	235/155	150/105	1,2	180/125	140/100	1,2	170/120	135/95	1,2	160/115
			Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2	0/0	—	0/0	555/705	1,3	735/915	695/870	1,3	905/1130	0/0	—	0/0	315/415	1,3	410/540	390/515	1,3	510/670
			Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ / $P_т$	—/—	—	260/175	—/—	—	975/1075	—/—	—	1140/1285	—/—	—	180/125	—/—	—	580/660	—/—	—	670/585
			Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса	$S_п$ / $S_т$	410	1,3	535	385	1,3	500	370	1,3	480	295	1,3	385	280	1,3	365	270	1,3	350
			Вес пролета провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	205	1,1	225	205	1,1	225	205	1,1	225	135	1,1	150	135	1,1	150	135	1,1	150
			Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=15$ мм, $C=20$ мм; $q_п^н = 140$ кг/м², $q_т^н = 18.5$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	255/175	1,4	360/245	240/165	1,4	335/230	230/160	1,4	320/225	285/195	1,4	400/270	270/185	1,4	380/260	260/175	1,4	365/245
			Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2	0/0	—	0/0	1460/1430	1,3	1900/1860	1800/1760	1,3	2340/2290	0/0	—	0/0	985/985	1,3	1280/1280	1220/1220	1,3	1590/1590
			Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	$P_п$ / $P_т$	—	—	360/245	—/—	—	2235/2090	—	—	2660/2515	—	—	400/270	—	—	1660/1540	—	—	1955/1835
			Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса.	$S_п$ / $S_т$	90	1,3	120	85	1,3	110	80	1,3	105	0	—	0	0	—	0	0	—	0
			Вес пролета провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	205 / 690	1,1 / 2,0	225 / 1380	205 / 690	1,1 / 2,0	225 / 1380	205 / 690	1,1 / 2,0	225 / 1380	135 / 540	1,1 / 2,0	150 / 1080	135 / 540	1,1 / 2,0	150 / 1080	135 / 540	1,1 / 2,0	150 / 1080
			Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Нагрузки на двухцепную анкерно – угловую опору ВЛ 110кВ шифр У 110-4

Продолжение таблицы № 9

NN схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III район гололеда, АС-150, $\ell_{ветр}$ = 310м, $\ell_{вес}$ = 390м, $\ell_{габ}$ = 310м: 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	50° нормат.	50° п	50° расчетн.	C-50: 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	50° нормат.	50° п	50° расчетн.	IV район гололеда, АС-150: 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	50° нормат.	50° п	50° расчетн.	C-50, $\ell_{ветр}$ = 265м, $\ell_{вес}$ = 330м, $\ell_{габ}$ = 265м: 0° расчетн.	0° нормат.	0° п	0° расчетн.	40° нормат.	40° п	40° расчетн.	50° нормат.	50° п	50° расчетн.
III	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий или изгибающий момент на опору	$t=-5°C$; $C=15$мм; $C=20$мм; $q^{н}=0$		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$	0	—	0	1370	1,17	1600	1690	1,17	1980	0	—	0	870	1,17	1020	1070	1,17	1250	0	—	0	1380	1,17	1615	1710	1,17	2000	0	—	0	875	1,17	1025	1080	1,17	1260
					$P_т$	0		0	1260		1475	1555		1820	0		0	895		1050	1105		1295	0		0	1370		1600	1690		1980	0		0	895		1050	1105		1295
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	0	—	0	685	1,17	800	845	1,17	1065	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	690	1,17	870	855	1,17	1080	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	330	1,17	385	310	1,17	365	300	1,17	350	100	1,17	120	95	1,17	110	90	1,17	105	50	1,17	60	45	1,17	55	45	1,17	55	65	1,17	75	60	1,17	70	60	1,17	70
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	$S_п$	2000	1,17	2340	1880	1,17	2200	1815	1,17	2120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2025	1,17	2360	1900	1,17	2220	1850	1,17	2160	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	$g_п$	240	1,1	265	240	1,1	265	240	1,1	265	150	1,1	175	160	1,1	175	160	1,1	175	205	1,1	225	205	1,1	225	205	1,1	225	135	1,1	150	135	1,1	150	135	1,1	150
					$g_т$	530	2,0	1060	530	2,0	1060	530	2,0	1060	400	2,0	800	400	2,0	800	400	2,0	800	690	2,0	1380	690	2,0	1380	690	2,0	1380	540	2,0	1080	540	2,0	1080	540	2,0	1080
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны.	$t=-5°C$; $C=15$мм; $c=20$мм; $q^{н}=0$		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$	0		0	1370	1,17	1600	1690	1,17	1980	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	1380	1,17	1615	1710	1,17	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					$P_т$	0		0	1260		1475	1555		1820											0	1370		1600	1690		1980									
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве.	$P_{т.о}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	465	1,17	545	575	1,17	675	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	465	1,17	530	560	1,17	655
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	$S_п$ / $S_т$	330	1,17	385	310	1,17	365	300	1,17	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	1,17	60	45	1,17	55	45	1,17	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1350	1,17	1590	1280	1,17	1500	1230	1,17	1440	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1340	1,17	1570	1260	1,17	1480	1215	1,17	1420
				Вес пролета провода, троса	$g_п$	240	1,1	265	240	1,1	265	240	1,1	265	160	1,1	175	160	1,1	175	160	1,1	175	205	1,1	225	205	1,1	225	205	1,1	225	135	1,1	150	135	1,1	150	135	1,1	150
					$g_т$	530	2,0	1060	530	2,0	1060	530	2,0	1060	400	2,0	800	400	2,0	800	400	2,0	800	690	2,0	1380	690	2,0	1380	690	2,0	1380	540	2,0	1080	540	2,0	1080	540	2,0	1080
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	1,1	165	150	1,1	165	150	1,1	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Давление ветра на конструкцию опоры У110-3

Таблица № 10

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции	Коэфф. увелич. скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м²) Сх I	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамич. коэф. плоской фермы $C_\Phi = C_0 \cdot \eta \cdot \varphi$	η при $\frac{b}{h}=1.0$	Аэродинамич. коэф. пространств. фермы $C_{пр} = C_\Phi \cdot (1+\ell)$	$P_{II} = q_0 C_{пр} S$		$P_{II} = q_0 C_{пр} S \beta n$	
										Нормативная ветровая нагрузка без коэфф. динамичн.		Расчетн. ветровая нагр. с учетом коэфф динамичн. $\beta=1.35$ и коэфф. перегрузки n	
										Сх I	Сх II	Сх I; $n=1.2$	Сх II, $n=1.0$
Верхняя траверса	1.0 ▽ 20.0 2.5	1.35	67.5	0.34	1.25	0.27	0.38	0.73	0.655	25*) (55)	6	40	8
Нижняя траверса	1.0 ▽ 16.0 4.0	1.09	54.5	0.81	20	0.4	0.56	0.5	0.84	42*) (92)	11	68	15
Нижняя траверса	1.0 ▽ 16.0 2.5	1.09	54.5	0.34	1.25	0.27	0.38	0.73	0.655	20*) (45)	5	32	7
Трапостойка	0.3 4.4 ▽ 22.7 1.3	1.41	70.5	0.84	3.3	0.254	0.356	0.76	0.624	145	36	235	49
Верхняя секция	1.3 6.0 ▽ 17.5 1.3	1.19	59.5	4.52	7.8	0.58	0.813	0.19	0.97	450	113	730	155
Нижняя секция	1.3 9.5 ▽ 9.75 4.15	1.0	50.0	4.32	25.5	0.17	0.238	0.9	0.452	580	145	940	195
Подставка	4.15 5.0 ▽ 2.5 5.65	1.0	50.0	3.15	24.0	0.131	0.183	0.9	0.36	435	109	705	150
								Итого:		1697	425	2750	579

*) Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$., указанные в скобках определены при направлении ветра ⊥ оси траверсы. При направлении ветра ∥ оси траверс нагрузки составляет $0.45 P_{тр}$.

Давление ветра на конструкцию опоры У110-4

Таблица N 11

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секций	Коэффициент увеличения скоростн. напора по высоте	Нормативный скоростной напор q (кг/м²) $C_x I$	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамич. коэфф. плоской фермы $C_\Phi = C_0 \varphi = 1.4\varphi$	η при $\frac{b}{p}=1.0$	Аэродинамич. коэфф. пространств. фермы $C_{пр} = C_\Phi(1+\eta)$	$P_{II} = q_0 C_{пр} S$ Нормативная ветровая нагрузка без коэфф. динамичности		$P_{II} = q_0 C_{пр} S \beta n$ Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динам. $\beta=1.35$ и коэфф. перегрузки n	
										$C_x I$	$C_x II$	$C_x I \cdot n=1.2$	$C_x II \cdot n=1.0$
Верхняя траверса	1.0 ▽24.0 2.5	1,44	72.0	0.34	1.25	0.27	0.378	0.73	0.655	*) 27×2 (60)	7×2	44×2	9×2
Средняя траверса	1.0 ▽20.0 4.0	1.35	67.5	0.81	2.0	0.4	0.56	0,5	0.84	*) 52×2 (115)	13×2	84×2	18×2
Нижняя траверса	1.0 ▽16.0 2.5	1.1	55.0	0.34	1.25	0.27	0.378	0,73	0.655	*) 20×2 (45)	5×2	32×2	7×2
Трассостойка	0.2 4.4 ▽26.7 1.3	1.5	75.0	0.84	3.3	0.254	0.356	0,15	0.624	155	39	250	53
Верхняя секция	1.3 10.0 ▽19.5 1.3	1.33	66.5	8.72	13.0	0.67	0.938	0,15	1.08	930	230	1510	310
Нижняя секция	1.3 9.5 ▽9.75 4.05	1.0	50.0	4.62	25.5	0.181	0.254	0,83	0.478	610	150	990	200
Пластавки	4.05 5.0 ▽2.5 5.55	1.0	50.0	3.46	24.0	0.144	0.202	0,35	0.394	475	120	770	160
								Итого:		2368	589	3840	791

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

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры У110-3

Таблица №12

Сечение, отметка, база	Схема I, I р-н гололеда, $\alpha = 60°$, разность тяжений				Схема II, IV р-н гололеда, $\alpha = 60°$, без разности тяжения		
	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}	
8-8 ▽ 150 м $b = 1.25$ м	$1.79 \cdot 9.9 = 17.7$ $2.26 \cdot 4.5 = 10.2$ $2.26 \cdot 2 \cdot 0.5 = 2.3$ 8.57 $M_{II} = 30.2$ $M_{н.у} = 2.3$ $\Sigma M_{II} = 32.5$	$0.25 \cdot 9.9 = 2.5$ $0.73 \cdot 4.5 = 3.3$ $0.73 \cdot 2 \cdot 0.5 = 0.7$ 2.44 6.5	$0.235 \cdot 7.7 = 1.81$ $0.04 \cdot 5.0 = 0.2$ $0.068 \cdot 1.0 = 0.068$ $0.032 \cdot 1.0 = 0.032$ $\frac{0.73}{6.0} \cdot \frac{5.5^2}{2} = 1.84$ 1.045 4.0	$0.23 \cdot 1 = 0.23$ $0.505 \cdot 3 = 1.52$ $0.185 \cdot 9.9 = 1.83$ 3.6	$2.255 \cdot 9.9 = 22.3$ $3.135 \cdot 4.5 = 14.1$ $3.135 \cdot 2 \cdot 0.5 = 3.1$ 11.66 $M_{II} = 39.5$ $M_{н.у.} = 8.1$ $\Sigma M_{II} = 47.6$	$M_{WII} = \frac{4.0}{4.8} = 0.8$ (см. схему I)	$1.23 \cdot 1 = 1.23$ $1.77 \cdot 3 = 5.3$ $0.185 \cdot 9.9 = 1.83$ 8.4
	$U_2 = \frac{32.5 + 6.5 + 4.0}{2 \times 1.25} + \frac{3.6}{4} = 17.2 + 0.9 = 18.1$т				$U_2 = \frac{47.6 + 0.8}{2 \cdot 1.25} + \frac{8.4}{4} = 19.4 + 2.1 = \underline{\underline{21.5}}$		
3-3 ▽ 6.8 м $b = 3.56$ м $\cos\beta = 0.989$	$8.57 \cdot 8.2 = 32.5 / 70.4$ 8.57 102.9	$2.44 \cdot 8.2 = 6.5 / 20.0$ 2.44 26.5	$1.045 \cdot 8.2 = 4.0 / 8.6$ $\frac{0.73}{6.0} \cdot 0.5 \cdot 8.05 = 0.49$ $\frac{0.94}{9.5} \cdot \frac{7.7^2}{2} = 2.93$ 1.87 16.0	$0.185 \cdot 8.2 = 3.6 / 1.5$ 5.1	$11.66 \cdot 8.2 = 47.6 / 95.6$ 11.66 143.2	$M_{WII} = \frac{16.0}{4.8} = 3.3$	$0.185 \cdot 8.2 = 8.4 / 1.5$ 9.9
	$U_1 = \frac{102.9 + 26.5 + 16.0}{2 \cdot 0.989 \cdot 3.56} + \frac{5.1}{4 \cdot 0.989} = 20.6 + 1.3 = 21.9$т				$U_1 = \frac{143.2 + 3.3}{2 \cdot 0.989 \cdot 3.56} + \frac{9.9}{4 \cdot 0.989} = 20.8 + 2.5 = \underline{\underline{23.3}}$т		
1-1 ▽ 1.7 м $b = 5.0$ м $\cos\beta = 0.989$	$8.57 \cdot 5.1 = 102.9 / 43.7$ 146.6	$2.44 \cdot 5.1 = 26.5 / 12.5$ 39.0	$1.87 \cdot 5.1 = 16.0 / 9.54$ $\frac{0.94}{9.5} \cdot 1.8 \cdot 4.2 = 0.75$ $\frac{0.705}{5.0} \cdot \frac{3.32}{2} = 0.77$ 27.1	$0.185 \cdot 5.1 = 5.1 / 0.9$ 6.0	$11.66 \cdot 5.1 = 143.2 / 59.5$ 202.7	$M_{WII} = \frac{27.1}{4.8} = 5.6$	$0.185 \cdot 5.1 = 9.9 / 0.9$ 10.8
	$U_6 = \frac{146.6 + 39.0 + 27.1}{2 \cdot 5.08 \cdot 0.989} \quad \frac{6.0}{4 \cdot 0.989} = 21.2 + 1.5 = 22.7$				$U_6 = \frac{202.7 + 5.6}{2 \cdot 5.08 \cdot 0.989} + \frac{10.8}{4 \cdot 0.989} = 20.8 + 2.7 = \underline{\underline{23.5}}$т		

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах стволы опоры У110-4

Таблица N 13

Сечения, отметки, базы	Схема I; I район гололеда; $\alpha=53°$; $\Delta S=0$. Изгибающие моменты (тм): от нагрузок на провода и трос M_{II}	от ветра на конструкцию опоры M_{WII}	Вертикальная нагрузка G (т)
8-8 ▽ 15.0 м $\ell=1.22$ м	1.84 · 13.9 = 25.6 2.45 · 2·8.5 = 41.6 2.45 · 2·4.5 = 22.0 2.45 · 2·0.5 = 2.45 16.54 — 91.65	0.25 · 11.7 = 2.92 0.088 · 9.0 = 0.79 0.168 · 5.0 = 0.84 0.064 · 1.0 = 0.06 1.51 · 4.5 = 6.8 2.08 — 11.41	0.23 · 1 = 0.23 0.475 · 6 = 2.85 0.18 · 13.9 = 2.50 5.38
	$U_2=\frac{91.65+11.41}{2\cdot1.22}+\frac{5.58}{4}=42.3+1.4=43.7$т		
3-3 ▽ 6.8 м $B=3.54$м $\cos\varphi=0.989$	91.65 16.54 · 8.2 = 1360 16.54 — 227.65	11.41 2.08 · 8.2 · = 17.1 0.99 · 4.1 = 4.06 3.07 — 32.57	5.58 0.18 · 8.2 = 1.48 7.06
	$U_1=\frac{227.65+32.57}{2\cdot3.54\cdot0.989}+\frac{7.06}{4\cdot0.989}=37.2+1.8=39.0$		
1-1 ▽ 1.7 м $B=5.09$м $\cos\varphi=0.989$	227.65 16.54 · 5.1 = 84.3 311.95	32.57 3.07 · 5.1 = 15.7 0.77 · 2.55 = 1.98 50.24	7.06 0.18 · 5.1 = 0.92 7.98
	$U_6=\frac{311.95+50.24}{2\cdot5.09\cdot0.989}+\frac{7.98}{4\cdot0.989}=36.1+2.0=38.1$т		

Сечения, отметки, базы	Схема II, II район гололеда; $\alpha=52°$; $\Delta S=0$. Изгибающие моменты (тм): от нагрузок на провода и трос M_{II}	от ветра на конструкцию опоры M_{WII}	Вертикальная нагрузка G (т)
8-8 ▽ 15.0 м $\ell=1.22$ м	1.87 · 13.9 = 26.0 2.65 · 2·8.5 = 45.0 2.65 · 2·4.5 = 23.9 2.65 · 2·0.5 = 2.65 17.77 — 97.55	$M_{WII}=\frac{11.41}{4.8}=2.38$ (см. схему I)	0.69 · 1 = 0.69 1.165 · 6 = 6.99 0.18 · 13.9 = 2.50 10.18
	$U_2=\frac{97.55+2.38}{2\cdot1.22}+\frac{10.18}{4}=41.0+2.55=43.55$т		
3-3 ▽ 6.8 м $B=3.54$м $\cos\varphi=0.989$	97.55 17.77 · 8.2 = 146.0 17.77 — 243.55	$M_{WII}=\frac{32.57}{4.8}=6.78$	10.18 0.18 · 8.2 = 1.48 11.66
	$U_1=\frac{243.55+6.78}{2\cdot3.54\cdot0.989}+\frac{11.66}{4\cdot0.989}=35.8+2.95=38.7$т		
1-1 ▽ 1.7 м $B=5.09$м $\cos\varphi=0.989$	243.55 17.77 · 5.1 = 90.4 333.95	$M_{WII}=\frac{50.24}{4.8}=10.46$	11.66 0.18 · 5.1 = 92 12.58
	$U_6=\frac{333.95+10.48}{2\cdot5.09\cdot0.989}+\frac{12.58}{4\cdot0.989}=34.4+3.18=37.58$т		

Сечения, отметки, базы	Схема II, III район гололеда; $\alpha=45°$; $\Delta S=0$. Изгибающие моменты (тм): от нагрузок на провода и трос M_{II}	от ветра на конструкцию опоры M_{WII}	Вертикальная нагрузка G (т)
8-8 ▽ 15.0 м $\ell=1.22$ м	1.78 · 13.9 = 24.8 2.435 · 2·8.5 = 41.5 2.435 · 2·4.5 = 22.0 2.435 · 2·0.5 = 2.44 16.39 — 90.74	$M_{WII}=2.38$	0.98 · 1 = 0.98 1.49 · 6 = 8.94 0.18 · 13.9 = 2.5 12.42
	$U_2=\frac{90.74+2.38}{2\cdot1.22}+\frac{12.42}{4}=38.2+3.1=41.3$т		
3-3 ▽ 6.8 м $B=3.54$м $\cos\varphi=0.989$	90.74 16.39 · 8.2 = 134.5 16.39 — 225.24	$M_{WII}=6.78$	12.42 0.18 · 8.2 = 1.48 13.90
	$U_1=\frac{225.24+6.78}{2\cdot3.54\cdot0.989}+\frac{13.9}{4\cdot0.989}=33.2+3.5=36.7$т		
1-1 ▽ 1.7 м $B=5.09$м $\cos\varphi=0.989$	225.24 16.39 · 5.1 = 83.5 308.9	$M_{WII}=10.48$	19.9 0.18 · 5.1 = 0.92 14.82
	$U_6=\frac{308.9+10.48}{2\cdot5.09\cdot0.989}+\frac{14.82}{4.0.989}=31.7+3.76=35.46$т		

Сечения, отметки, базы	Схема II, IV район гололеда; $\alpha=43°$; $\Delta S=0$; Изгибающие моменты (тм): от нагрузок на провода и трос M_{II}	от ветра на конструкцию опоры M_{WII}	Вертикальная нагрузка G (т)
8-8 ▽ 15.0 м $\ell=1.22$ м	1.76 · 13.9 = 24.4 2.36 · 2·8.5 = 40.1 2.36 · 2·4.5 = 21.2 2.36 · 2·0.5 = 2.4 15.92 — 88.1	$M_{WII}=2.38$	1.23 · 1 = 1.23 1.77 · 6 = 10.62 0.18 · 13.9 = 2.50 14.35
	$U_2=\frac{88.1+2.38}{2\cdot1.22}+\frac{14.35}{4}=37.1+3.6=40.7$т		
3-3 ▽ 6.8 м $B=3.54$м $\cos\varphi=0.989$	88.1 15.92 · 8.2 = 131.0 219.1	$M_{WII}=6.78$	14.35 0.18 · 8.2 = 1.48 15.83
	$U_1=\frac{219.1+6.78}{2\cdot3.54\cdot0.989}+\frac{15.83}{4\cdot0.989}=32.2+4.0=36.2$т		
1-1 ▽ 1.7 м $B=5.09$м $\cos\varphi=0.989$	219.1 15.92 · 5.1 = 81.4 300.5	$M_{WII}=10.48$	15.83 0.18 · 5.1 = 0.92 16.75
	$U_6=\frac{300.5+10.48}{2\cdot5.09\cdot0.989}+\frac{16.75}{4\cdot0.989}=30.9+4.24=35.14$т		

Примечание.

При подвеске проводов АС-150 опора является облегченной и не может устанавливаться на переходах через ж.д. и автодороги, где возможны малые пролеты. Поэтому схемы с $\Delta S \neq 0$ для $\ell=100$м не рассматриваются.

3078тм/6 л. 51

Определение усилий в раскосах опоры У110-3

Грань II осям траверс. Схема III; IV р-н гололеда $\alpha = 60°$; без разности тяжения Таблица №14

Сечение, отметка	Изгибающие моменты (тм): От тяжения	Изгибающие моменты (тм): От весовой нагрузки	Попереч. сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обознач. элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонту β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{в} tg\gamma$	$4в\cos\beta$	Усилие в раскосах (т): $D' = \frac{Q}{4\cos\beta}$; $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M}{в} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{Мкр}{4в\cos\beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▽18.5м	1,55·6,4 = 9,9 1,18·1.0 = 1,2 2,73 11,1	0,97·3,1 = 3.0	2,73	2,05·3,1=6,4	D_9	1.30	0	38°	0,788	1.576	0	4,1	0,9	1,6	2,5
8-8 ▽15.0м	1,55·9,2 = 14,3 2,36·4,5 = 10,6 (2.36+1,18)·0.5 = -1,77 7.45 26,67	1.77·3,1 = 5.3 0,97·4,6 = 4,5 1.77·3,1 = 5,3 4,5	7,45	2,05·4,6 = 9.45	D_8	1.30	0	38°	0,788	1.576	0	4,1	2.4	2.3	4.7
7-7 ▽14.0м	7.45·1.0 = 26,67 7.45 34,12	4,5	7,45	9.45	D_7	1.38	0,15	37°	0,798	1.596	4,2	4.41	0,3	2,1	2,4
6-6 ▽12,8м	7,45·1.2 = 34,12 8,9 43.02	4,5	7,45	9.45	D_6	1.60	0,15	41°	0,754	1.508	4,5	4,82	0,5	2,0	2,5
5-5 ▽11,1м	7.45·1.7 = 43.02 12,7 55,72	4.5	7,45	9.45	D_5	2.12	0,15	42°	0,743	1.486	4,3	6.3	0,4	1.5	1.9
4-4 ▽9.1м	7,45·2.0 = 55,72 14,9 70,62	4,5	7,45	9.45	D_4	2.71	0,15	35°	0.819	1.638	4,2	8.86	0,3	1,1	1,4
3-3 ▽6.8м	7,45·2,3 = 70,62 17,2 87,82	4.5	7,45	9.45	D_3	3.47	0,15	42°	0,743	1.486	4,0	10 3	0,2	0,9	1,1
2-2 ▽4,1м	7.45·2.7 = 87.82 20,2 108.02	4.5	7,45	9.45	D_2	4.28	0,15	25°	0.906	1.812	4,0	15,55	0,2	0,6	0,8
1-1 ▽1.7м	7.45·2.4 = 108,02 7,9 125,92	4,5	7,45	9.45	D_1	4.99	0,15	31°	0,857	1.714	3,9	17,1	0,1	0,6	0,7

Определение усилий в раскосах опоры У110-3

Грань ⊥ оси траверс. Схема III; IV р-н гололед $\alpha = 0$ без разности тяжений

Таблица №15

Сечение	Изгибающий момент от тяжения проводов (тм)	Попереч. сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обозначение элемента	Базо в (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонту β	$\cos\beta$	$\frac{1}{\cos\beta}$	$\frac{M}{B}tg\gamma$	$\gamma_B \cos\beta$	Усилия в раскосах (т) $D' = \frac{Q}{2\cos\beta}$; $D' = \frac{\frac{M_{кр}}{B}tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{\gamma_B \cos\beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▽111,5м	2,36×1,0 = 2,36	2,36	2,36·3,1=7,3	D'_9	1,30	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	0,75	1,8	2,6
8-8 ▽15,0м	2,36×0,5 = 1,68	2,36	2,36·4,6=10,9	D'_8	1,30	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	0,75	2,7	3,5
7-7 ▽14,0м	2,36·1,5 = 3,54	2,36	10,9	D'_7	1,38	0,15	37°	0,798	1,596	0,39	4,41	0,5	2,46	3,0
6-6 ▽12,8м	3,54 2,36·1,2 = 2,84 6,4	2,36	10,9	D'_6	1,60	0,15	41°	0,754	1,508	0,6	4,82	0,39	2,26	2,7
5-5 ▽11,1м	6,4 2,36·1,7 = 4,0 10,4	2,36	10,9	D'_5	2,12	0,15	42°	0,743	1,486	0,74	6,3	0,3	1,73	2,0
4-4 ▽9,1м	10,4 2,36·2,0 = 4,72 15,1	2,36	10,9	D'_4	2,71	0,15	35°	0,819	1,638	0,84	8,86	0,21	1,23	1,4
3-3 ▽6,8м	15,1 2,36·2,3 = 5,44 20,5	2,36	10,9	D'_3	3,47	0,15	42°	0,743	1,486	0,9	10,3	0,13	1,06	1,3
2-2 ▽4,1м	20,5 2,36·2,7 = 6,38 26,9	2,36	10,9	D'_2	4,28	0,15	25°	0,906	1,812	0,95	15,55	0,13	0,7	0,8
1-1 ▽1,7м	26,9 2,36·2,4 = 15,66 32,6	2,36	10,9	D'_1	4,99	0,15	31°	0,857	1,714	1,0	17,1	0,11	0,64	0,8

Определение усилий в раскосах ствола опоры У110-4

Гроза II оси траверс. Схема III; II р-н гололеда; $\alpha = 52°$ без разности тяжений. Таблица №16

Сечение, отметка	Изгибающие моменты M_u (тм): От тяжения	Изгибающие моменты M_u (тм): От весовой нагрузки	Поперечн. сила Q_u (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозначение элемента	База „в" (м)	$tg\,\delta$	Угол наклона раскоса к горизонту β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{в} tg\delta$	$4в\cos\beta$	Усилия в раскосах (т): $D' = \frac{Q_u}{4\cos\beta}$; $D' = \frac{\frac{Q_u}{2} - \frac{M_u tg\delta}{в}}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4в\cos\beta}$	$D = D' \pm D''$
10-10 ▽22.5м	1,29×6,4 = 8,25 1,5×2,05×1,0 = 3,08 4,37 1133	0,665×3,1 = 2,06	4,37	2,1×3,1 = 6,5	D_{10}	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	1,39	1,59	2,98
9-9 ▽19.0м	1,29×9,9 = 12,8 2×2,05×4,5 = 18,4 1,5×2,05×0,5 = 1,54 8,47 32,74	0,665×4,6 = 3,06	8,47	2,1×4,6 = 9,65	D_9	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	2,51	2,05	4,56
8-8 ▽15.0м	32,74 8,47×4,0 = 33,88 2×2,05×0,5 = 2,05 12,57 68,67	3,06	12,57	9,65	D_8	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	3,98	2,05	6,03
7-7 ▽11.0	68,67 12,57×1,0 = 12,57 81,24	3,06	12,57	9,65	D_7	1,36	0,15	37°	0,798	1,596	8,95	4,35	1,67	2,22	3,89
6-6 ▽12.8м	81,24 12,57×1,2 = 15,1 96,34	3,06	12,57	9,65	D_6	1,74	0,15	41°	0,754	1,508	8,3	5,24	1,34	1,84	3,18
5-5 ▽11,1м	96,34 12,57×1,7 = 21,4 117,74	3,06	12,57	9,65	D_5	2,12	0,15	42°	0,743	1,486	8,32	6,3	1,37	1,53	2,90
4-4 ▽9,1м	117,74 12,57×2,0 = 25,14 142,88	3,06	12,57	9,65	D_4	2,71	0,15	35°	0,819	1,638	7,94	8,86	1,01	1,09	2,10
3-3 ▽6,8м	142,88 12,57×2,3 = 28,9 171,78	3,06	12,57	9,65	D_3	3,47	0,15	42°	0,743	1,486	7,4	10,3	0,75	0,94	1,69
2-2 ▽4,1м	171,78 12,57×2,7 = 33,9 205,68	3,06	12,57	9,65	D_2	4,28	0,15	25°	0,906	1,812	7,2	15,55	0,51	0,62	1,13
1-1 ▽1,7м	205,68 12,57×2,4 = 30,1 235,78	3,06	12,57	9,65	D_1	4,99	0,15	31°	0,857	1,714	7,1	17,1	0,48	0,56	1,04

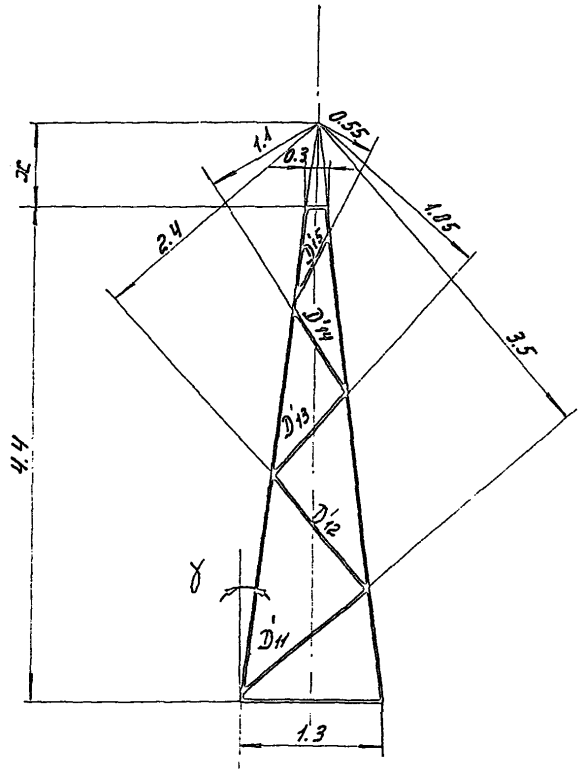
Определение усилий в раскосах ствола опоры У110-4

Грань ⊥ оси траверс. Схема III; IV район гололеда; $\alpha = 0°$; без разности тяжений

Таблица №7

Сечение отметка	Изгибающие $M_{из}$ моменты (тм): От тяжения	Изгибающие $M_{из}$ моменты (тм): От весовой нагрузки	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозначение элемента	База „в" (м)	$tg\,\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонту β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{в}tg\,\gamma$	$4в\cos\beta$	Усилия в раскосах (т): $D' = \frac{Q}{4\cos\beta}$; $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{в}tg\,\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4в\cos\beta}$;	$D = D' + D''$
10-10 ▽22,5м	2,36×1.0 = 2,36	—	2,36	7,3	D'_{10}	1.3	0	38°	0.788	1.576	0	4.1	0.75	1.78	2.5
9-9 ▽19.0м	2,36×0,5 = 1,18	—	2,36	10,9	D'_9	1.3	0	38°	0.788	1.576	0	4.1	0.75	2.66	3.4
8-8 ▽15.0м	1.18 2,36×4.0 = 9.44 10.62	—	2,36	10,9	D'_8	1.3	0	38°	0.788	1.576	0	4.1	0.75	2.66	3.4
7-7 ▽14.0м	10.62 2.36×1.0 = 2.36 12.98	—	2,36	10,9	D'_7	1,36	0,15	37°	0.798	1.596	1,44	4.34	0.16	2.52	2.7
6-6 ▽12.8м	12.98 2.36×1,2 = 2,84 15,82	—	2,36	10,9	D'_6	1.74	0,15	41°	0,754	1.508	1.37	5,24	0.13	2.08	2,2
5-5 ▽11,1м	15,82 2,36×1,7 = 4.0 19,82	—	2,36	10,9	D'_5	2,12	0,15	42°	0.743	1.486	1.4	6.3	0.15	1.73	1.9
4-4 ▽9.1м	19,82 2,36×2.0 = 4,72 24,54	—	2,36	10,9	D'_4	2,71	0,15	35°	0.819	1.638	1.36	8.86	0.11	1.23	1.3
3-3 ▽6.8м	24,54 2,36×2,3 = 5,44 29,98	—	2,36	10,9	D'_3	3,47	0,15	42°	0.743	1.486	1,3	10.3	0.08	1.06	1,1
2-2 ▽4,1м	29,98 2,36×2.7 = 6,38 36,36	—	2,36	10,9	D'_2	4,28	0,15	25°	0.906	1.812	1,27	15.55	0.05	0.07	0,8
1-1 ▽1.7м	30,36 2,36×2,4 = 5,66 42,02	—	2,36	10,9	D'_1	4,99	0,15	31°	0.857	1.714	1.26	17.1	0.05	0,64	0.7

Расчет тросостойки



$$X = \frac{4.4 \cdot 0.2}{1.3 - 0.2} = 0.8$$

$$tg\,\gamma = \frac{1.3 - 0.2}{2 \cdot 4.4} = 0.125$$

$$\cos\gamma = 0.992$$

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

1) Усилие в поясе.

$S_T = 1,39т$; $P_{T.0} = 0,815т$; $g_T = 1,23т$; $G_{тр.с.} \approx 0,25т$;

$M_\perp = 1.39 \cdot 4.4 = 6,1тм$; $M_к = 0,815 \cdot 4,4 = 3.59 тм$;

$\Sigma G = 0,5 \cdot 1,23 + 0,25 = 0.87т$

$$U_T = \frac{6,1 + 3.59}{2 \cdot 1.3 \cdot 0.992} + \frac{0.87}{4 \cdot 0,992} = 3,8 + 0.2 = 4,0т$$

Схема IV; IV р.г.; $\alpha = 0\%$;

Усилия в раскосах

$S_T = 1,6$ т

$M_{из} = S_T \cdot x = 1,6 \cdot 0,8 = 1,3тм$;

$$D'_{11} = \frac{1,3}{2 \cdot 3.5} = 0,2т$$

$$D'_{12} = \frac{1,3}{2 \cdot 2.4} = 0.3т;$$

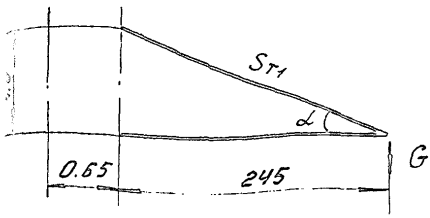
$$D'_{13} = \frac{1,3}{2 \cdot 1.85} = 0,4т;$$

$$D'_{14} = \frac{1,3}{2 \cdot 1,1} = 0,6т;$$

$$D'_{15} = \frac{1.3}{2 \cdot 0,55} = 1,2т$$

Расчет траверс

1. Траверса $\ell = 3{,}1$ м



$$tg\alpha = \frac{1.0}{2.45} = 0{,}408,$$

$$\cos\alpha = 0{,}926;$$

$$tg\,\beta = \frac{0.975}{1.3} = 0{,}75;$$

$$\cos\beta_1 = 0{,}8;$$

$$\cos\beta_2 = 0.788$$

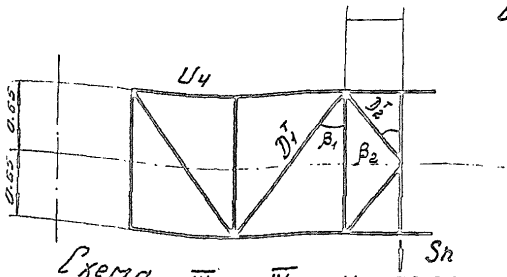


Схема III; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$

а) Усилие в поясе

$S_n = 2.05$т; $P_{по} = 1.18$т; $g_п = 1.605$т; $g_т = 0.165$т;

$g_л = 0.22$т; $G_{тр} = 0{,}1$т;

$$\Sigma G = 0.5g + 0{,}5g_т + 0.5g_л + 0{,}25\,G_{тр} =$$

$$= 0.5\cdot 1{,}6 + 0{,}5\cdot 0.165 + 0.5\cdot 0{,}22 + 0.25\cdot 0{,}1 =$$

$$= 0.8 + 0.08 + 0.11 + 0.03 = 1.02\text{т};$$

$$U_4 = \frac{1.02\cdot 2.45}{1.0} + \frac{2.05\cdot 2.45}{1.3} + 1{,}18 = 2{,}5 + 3{,}86 + 1{,}18 = 7{,}54$$

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

б) Усилие в раскосах нижней грани

$S_n = 2.36$т;

$$D_1^т = \frac{2.36}{0.8} = 3.0\text{т}; \quad D_2^т = \frac{2.36}{2\cdot 0.788} = 1{,}5\text{т}.$$

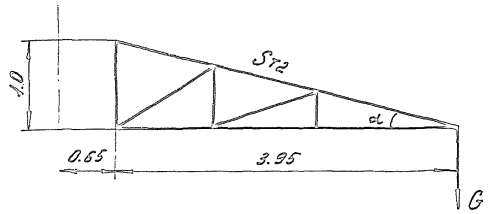
в) Усилие в тяге Схема II; IV р-н гололеда.

$g_п = 1.6$т; $g_т = 0.165$т; $G_{тр} = 0{,}1$т;

$$\Sigma G = 0.5g_п + 0.5g_т + 0.25\,G_{тр} = 0.5\cdot 1.6 + 0.5\cdot 0.165 + 0.25\cdot 0{,}1 = 0.9\text{т};$$

$$S_т = \frac{0.9\cdot 2.45}{1.0\cdot 0.926} = 2.4\text{т}.$$

Траверса $\ell = 4{,}6$ м



$tg\alpha = \frac{1.0}{3.95} = 0{,}253;$

$\cos\alpha = 0.969;$

$tg\beta = \frac{1.15}{1.3} = 0.884;$

$\cos\beta = 0.749$

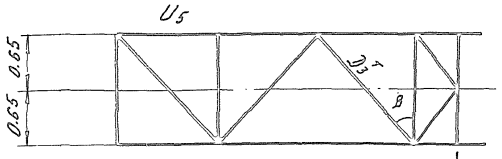


Схема III; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$

а) Усилие в поясе

$S_n = 2.05$т; $P_{п.в} = 1{,}18$т; $g_п = 1.605$т; $g_г = 0{,}165$т; $g_л = 0.22$т;

$G_{тр} = 0{,}2$т;

$\Sigma G = 0.5 \times g_п + 0.5 g_г + 0.5 g_л + 0.25\ G_{тр} =$

$= 0{,}5 \times 1.6 + 0.5 \cdot 0.165 + 0{,}5 \cdot 0.22 + 0{,}25 \cdot 0.2 = 1.04$т;

$U_5 = \frac{1.04 \cdot 3.95}{1.0} + \frac{2.05 \cdot 3.95}{1.3} + 1.18 = 4{,}1 + 6{,}2 + 1{,}18 = 11{,}48$т

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

б) Усилие в раскосах нижней грани

$S_n = 2.36$

$D_3^T = \frac{2.36}{0.749} = 3{,}15$т.

в) Усилие в тяге Схема II; IV р-н гололеда.

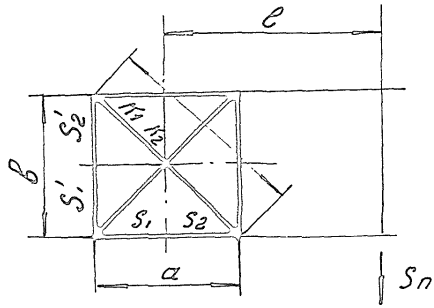
$g_п = 1.605$т; $g_г = 0.165$т; $G_{тр} = 0.2$т;

$\Sigma G = 0.5 g_п + 0.5 g_г + 0.25\ G_{тр} = 0.5 \cdot 1.6 + 0.5 \cdot 0.165 + 0{,}25 \cdot 0{,}2 =$

$= 0{,}93$т;

$S_{T2} = \frac{0.93 \cdot 3.95}{1.0 \cdot 0.969} = 3.8$т

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс



$$S_{1,2} = \frac{S_п}{2в}\left(\ell \cdot \frac{a}{2}\right);$$

$$S'_{1,2} = \frac{S_п}{2};$$

$$K = \frac{S_п}{4} \times \frac{d}{ав}\left(\ell - a\right).$$

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

$S_п = 2{,}36$ т;

$d = в = 1{,}3$ м; $d = 1{,}84$ м

Верхняя траверса $\ell = 3{,}1$ м

$$S_1 = \frac{2{,}36}{1{,}3 \times 2}\left(3{,}1 - \frac{1{,}3}{2}\right) = 2{,}23\ т$$

$$\frac{2.36}{2} = 1{,}18\ т$$

$$K_1 = \frac{2{,}36}{4} \times \frac{1{,}84}{1{,}3^2}(3{,}1 - 1{,}3) = 1{,}2\ т;$$

Средняя траверса $\ell = 4{,}6$ м

$$S_2 = \frac{2{,}36}{2 \cdot 1{,}3}\left(4{,}6 - \frac{1{,}3}{2}\right) = 3{,}6\ т;$$

$$S'_2 = \frac{2{,}36}{2} = 1{,}18$$

$$K_2 = \frac{2{,}36}{4} \cdot \frac{1.84}{1{,}3^2}\left(4.6 - 1.3\right) = 2{,}2\ т$$

Концевая опора

Проверка поясов опоры У110-3 по сх. II к

Провод АС-120, II р-н

$S_n = 12.2 \times 137 \times 1,3 = 2175$ кг.

$\alpha = 40°$ $\cos 20° = 0,94$ $\sin 20° = 0,342$

$S_n = 2175 \times 0,94 = 2040$ кг — провод

$P_n = 2175 \times 0,342 + 195 = 940$ кг. — изолят.

$S_т = 2360 \times 0,94 = 2220$ кг.

$P_т = 2360 \times 0,342 + 210 = 1020$ кг.

Сеч. 8-8 (∇ 15.0)

$M = (2,22+1,02) \times 9,9 + (2,04+0,94) \times 4,5 + (2,04+0,94) \times 0,5 \times 2 + 0,855 \times 4,6 =$

$= 32,1 + 13,4 + 2,98 + 3,94 = 52,4$ тм

$Q = 12,2$ т

Сеч. 3-3 (∇ 6,8)

$M = 52,4 + 12,2 \times 8,2 = 52,4 + 100,0 = 152,4$ тм

$$U = \frac{152,4+3,3}{2 \times 3,56 \times 0,989} + \frac{6,5}{4 \times 0,989} = 22,1 + 1,6 = 23,7 \text{ т}$$

$$\sigma = \frac{23,7}{11,4} = 2080 \text{ кг/см}^2$$

Провод АС-120, II р-н Сх. II к.

$S_n = 12,2 \times 137 \times 1,3 = 2175$ кг.

$\alpha = 60°$

$\Sigma (P+S) = 2175 (0,5+0,866) + 0,2 = 2,96 + 0,2 = 3,16 \angle 3,2$ т

Следовательно, $\alpha = 60°$

Проверка поясов опоры У110-4 по сх. II К.

Провод АС-120, II р-н

$S_n = 12,2 \times 137 \times 1,3 = 2175$ кг

$\alpha = 20°$

$S_n = 2175 \times 0,984 = 2140$ кг

$P_n = 2175 \times 0,174 + 120 = 500$ кг

$S_т = 1860 \times 0,984 = 1830$ кг

$P_т = 1860 \times 0,174 + 70 = 390$ кг

$G_n = 855$ кг

$G_т = 700$ кг

Сеч. 3-3 ($\downarrow$ 6.8)

$M = 2,22 \times 22,1 + 2,64 (16,7 + 12,7 + 8,7) \times 2 =$

$= 49,1 + 201 = 267$ тм

$$U = \frac{257}{2 \times 3,54 \times 0,989} + \frac{9,8}{4 \times 0,985} = 36,8 + 2,5 = 39,3 \text{ т}$$

$G = 855 \times 6 + 700 = 9,83$ т

$$\sigma = \frac{39,3}{18,6} = 2100 \text{ кг/см}^2$$

Провод АС-95, IV р-н

$S_n = 1520$ кг $\quad \alpha = 60°$.

$S_n = 1520 \times 0,866 = 1320$ кг. $\quad S_т = 1730 \times 0,861 = 1490$ кг

$P_n = 1520 \times 0,5 = 760 + 100 = \frac{860 \text{ кг}}{\Sigma = 2180 \text{ кг}}$ $\quad P_т = 1730 \times 0,5 + 70 \ \frac{935 \text{ кг}}{\Sigma = 2425 \text{ кг}}$

$M = 2,425 \times 22,1 + 2 \times 2,18 \times 38,1 = 54,0 + 166,0 + 7 = 227$ тм $\quad < 257$ тм

Следовательно, $\alpha = 60°$

Нормальная опора

Проверка раскосов опоры У110-3 на обрыв двух проводов АС-120

Таблица №18

Сечение, отметка	Изгибающие моменты: От тяжения	Изгибающие моменты: От весовой нагрузки	Попер. сила Q_2 (т)	Крутящий момент тм	Обозначен. элемента	База м	$tg\gamma$	β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{B}\cdot tg\gamma$	$4B\cos\beta$	Усилие в раскосах (т): $D'=\frac{\frac{Q}{2}-\frac{M}{B}\cdot tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D''=\frac{M_{кр}}{4B\cos\beta}$	$D=D'+D''$	$F\varphi_m$ (см. расч. лист)	Напряжение: σ	Напряжение: R	Кол-во болтов	Несущая способность болтов
$S_п = 1850$ кг	Грань II осям траверс. Схема III, IV р-н гололеда. $\alpha = 60°$ без разности тяжения.																			
9-9 ↓18,5	1,545×6,4 = 9,9 0,925×1,0 = 0,93 2,47 10,83	0,855×3,1 = 2,65	2,47	1,6×3,1 = = 4,96	D_9	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	0,78	1,2	2,0	2,68	750	2100	1М16	2,56
8-8 ↓15,0	2,47×3,5 = 8,65 10,89 1,85×1,5×0,5 = 1,39 5,25 20,87	2,65 0,855×4,6 = 3,93 -1,545×3,1 = -4,8 1,78	5,25	1,6 (3,1+4,6) = = 12,3	D_8	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	1,67	3,0	4,7	2,81	1670	2100	2М16	5,22
7-7 ↓14,0	20,87 5,25×1,0 = 5,95 26,12	1,78	5,25	12,3	D_7	1,38	0,15	37°	0,798	1,596	3,03	4,41	0,25	2,8	3,1	3,67	850	2100	1М20	3,8 при d=2,0
6-6 ↓12,8	26,12 5,25×1,2 = 6,3 32,42	1,78	5,25	12,3	D_6	1,74	0,15	41°	0,754	1,508	2,94	5,24	0,21	2,35	2,6	3,0	870	2100	1М20	3,2
5-5 ↓11,1	32,42 5,25×1,7 8,9 41,32	1,78	5,25	12,3	D_5	2,12	0,15	42°	0,743	1,486	3,05	6,3	0,28	1,95	2,2	2,33	940	2100	1М20	3,2
	Грань I осям траверс. Схема II, IV р-н гололеда $\alpha = 0°$																			
9-9 ↓18,5	1,85×1,0 = 1,85	—	1.85	1,85×3,1 = = 5,75	D'_9	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	0,59	1,4	2,0	2,68	750	2100	1М16	2,56
8-8 ↓15,0	1.85 1.85×3,5 = 6,5 1,85×0,5 = 0,93 3.7 9,28	—	3.7	1.85×(3,1+4,6) = = 14,3	D'_8	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	1,2	3,5	4,7	2,81	1680	2100	2М16	5,22
7-7 ↓14,0	9,28 3,7×1,0 = 3,7 12,98	—	3.7	14,3	D'_7	1,38	0,15	37°	0,798	1,596	1,41	4,41	0,3	3,2	3,5	3,67	960	2100	1М20	3,8 при d=2,0
6-6 ↓12,8	12,98 3,7×1,2 4,45 17,43	—	3.7	14,3	D'_6	1,6	0,15	41°	0,754	1,508	1,63	5,24	0,2	2,7	2,9	3,0	970	2100	1М20	3,2
5-5 ↓11,1	17,43 3,7×1,7 = 6,3 23,73	—	3.7	14,3	D'_5	2,12	0,15	42°	0,743	1,486	1,68	6,3	0,1	2,3	2,4	2,33	1030	2100	1М20	3,2

Нормальная опора

Проверка раскосов опоры У110-4 на обрыв двух проводов АС-120

Таблица № 19

Отметка, сечение	Изгибающие моменты (тм): От тяжения	Изгибающие моменты (тм): От весовой нагрузки	Попер. сила $Q_т$	Крутящий момент тм	Обозначен. элемента	База м	$tg\gamma$	β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_ч}{B}tg\gamma$	$4B\cos\beta$	Усилие в раскосе (т): $D'=\frac{\frac{Q}{2}-\frac{M}{B}tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D''=\frac{M_{кр}}{4B\cos\beta}$	$D=D'+D''$	$F\varphi_m$	Напряжение: σ	Напряжение: R	Кол-во болтов	Несущая способность болтов
$S_п = 1,81$ т	Грань ∥ осям траверс. Схема III, IV р-н гололеда $\alpha = 50°$ без разности тяжения																			
10-10 ↓22,5	1,16×6,4 = 7,4 1,53×1,5×1,0 = 2,3 3,46 9,7	0,69×3,1 = 2,2	3,46	1,64×3,1 = = 5,1	D_{10}	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	1,1	1,2	2,3	2,68	860	2100	1М16	3,01 при 2d
9-9 ↓19,0	9,7 3,46×3,5 = 12,1 1,53×1,5×0,5 = 1,15 5,76 22,95	2,2 0,69×4,6 = 3,2 5,4	5,76	1,64(3,1+4,6) = = 12,6	D_9	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	1,56	3,0	4,56	5,3	860	2100	1М20	4,56 при 2d
8-8 ↓15,0	22,95 5,76×4,0 = 23,1 1,53×2,0×0,5 = 1,53 8,82 47,58	5,4	8,82	12,6	D_8	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	2,8	3,0	5,8	3,86	1500	2100	2М20	6,8
7-7 ↓14,0	47,58 8,82×1,0 = 8,82 8,82 56,4	5,4	8,82	12,6	D_7	1,36	0,15	37°	0,798	1,596	6,8	4,34	1,5	2,9	4,4	5,1	860	2100	1М20	4,56 при 2d
6-6 ↓12,8	56,4 8,82×1,2 = 10,6 67,0	5,4	8,82	12,6	D_6	1,74	0,15	41°	0,754	1,508	6,2	5,24	1,19	2,4	3,6	3,0	1200	2100	1М20	3,8 при 2d
	Грань ⊥ осям траверс. Схема III, IV р-н гололеда $\alpha = 0°$ без разности тяжения																			
10-10 ↓22,5	1,81×1,0 = 1,81	—	1,81	1,81×3,1 = 5,6	D'_{10}	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	0,6	1,4	2,0	2,68	750	2100	1М16	3,01 при 2d
9-9 ↓19,0	1,81 1,81×3,5 = 6,4 1,81×0,5 = 0,9 3,62 9,11	—	3,62	1,81(3,1+4,6) = 14,0	D'_9	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	1,1	3,4	4,5	5,3	850	2100	1М20	4,56 при 2d
8-8 ↓15,0	9,11 3,62×4,0 = 14,5 23,65	—	3,62	14,0	D'_8	1,3	0	38°	0,788	1,576	0	4,1	1,1	3,4	4,5	3,86	1170	2100	2М20	6,8
7-7 ↓14,0	23,65 3,62×1,0 = 3,62 27,27	—	3,62	14,0	D'_7	1,36	0,15	37°	0,798	1,596	3,0	4,34	0,75	3,2	4,0	5,1	1090	2100	1М20	4,56 при 2d
6-6 ↓12,8	27,27 3,62×1,2 = 4,35 31,62	—	3,62	14,0	D'_6	1,74	0,15	41°	0,754	1,508	2,7	5,24	0,6	2,7	3,3	3,0	1100	2100	1М20	3,8 при 2d

gost.e-ecolog.ru