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 2

Расчеты промежуточных опор 35 кв

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ИНСТИТУТА /С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ИНСТИТУТА /М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ ИНСТИТУТА /Л. ЛЕВИН/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ ИНСТИТУТА ПО ВЛ /В. ОВСЕЕНКО/

МОСКВА - 1968 г.

№3078 ТМ-Т2

gost.e-ecolog.ru

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

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

Унифицированные стальные нормальные опоры ВЛ 35, 110 и 150 кв

Рабочие чертежи

ТОМ 2

Расчеты промежуточных опор 35 кв

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР /К. КРЮКОВ/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА /Н. РУМЯНЦЕВ/

НАЧ. ОТДЕЛА ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ /К. СИНЕЛОБОВ/

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА /Б. НОВГОРОДЦЕВ/

Ленинград 1968 г

№ 3078 тм-т 2 лист 2 35

Состав проекта

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

Аннотация

В настоящем томе приводятся расчеты свободностоящих промежуточных опор ВЛ 35 кВ одноцепных - П35-1, двухцепных П35-2.

Все опоры рассчитаны на нагрузки III района по ветру; марки проводов по ГОСТ 839-59 районы по гололеду, принятые в расчетных отдельных типов опор, указаны на листах нагрузок /см. листы 9-20/.

Расчеты опор выполнены по методу предельных состояний, согласно нормам ПУЭ-65, СН и П II-А.9-62 с учетом изменений некоторых пунктов ПУЭ-65, утвержденных решением Министерства Энергетики и Электрификации СССР № 113 от 7 сентября 1967г. при рассмотрении проекта унифицированных опор.

Секции и элементы рассчитаны на наиболее неблагоприятные условия их применения.

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

Содержание тома 2

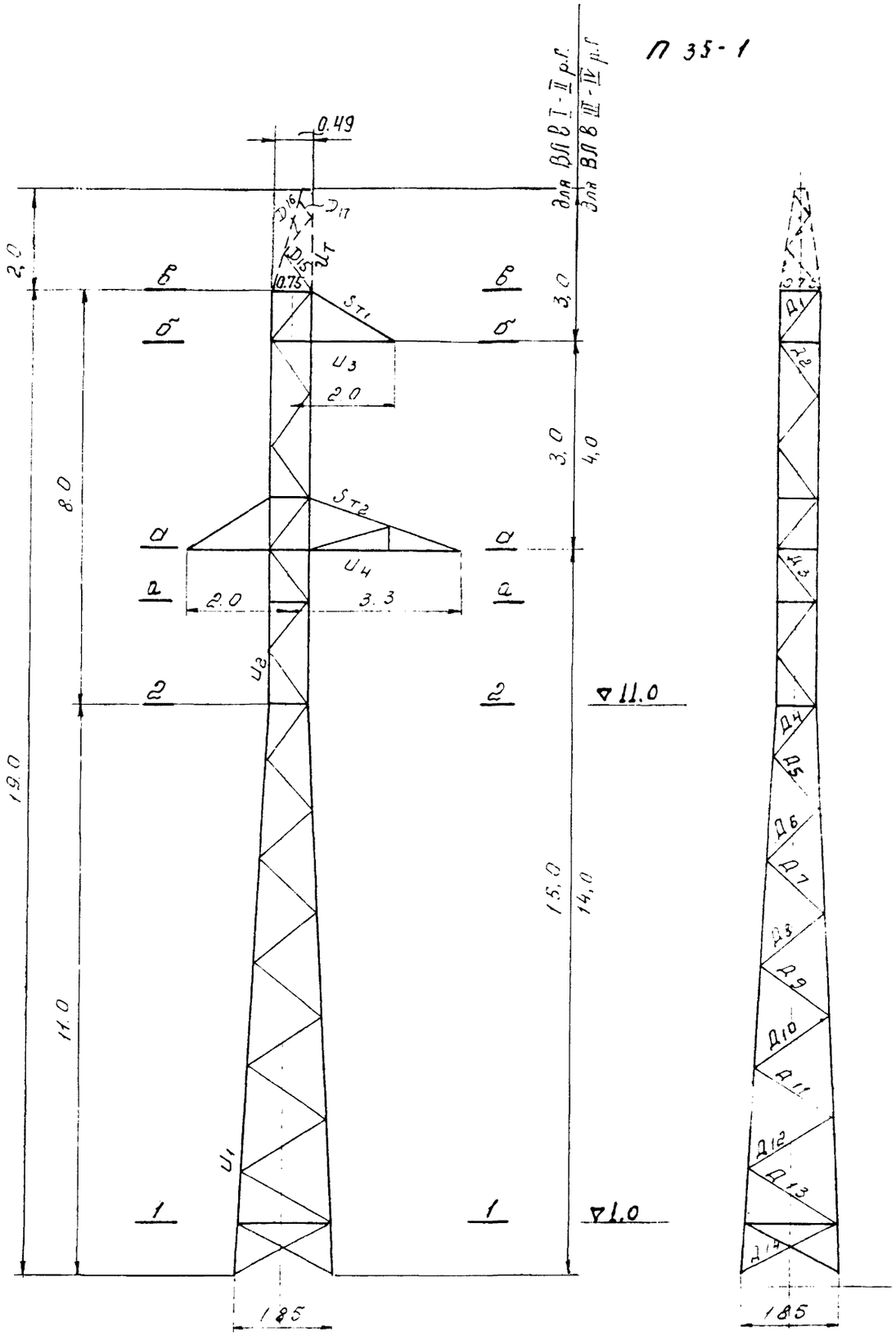
	листы
Эскизы опор	7 ÷ 8
Нагрузки на опоры	9 ÷ 20
Давление ветра на конструкцию опоры	21 ÷ 22
Расчет поясов ствола опоры	23 ÷ 26
Расчет раскосов ствола опоры	27
Расчет траверс	28 ÷ 33
Расчет распорок и диафрагм	34 ÷ 35
Расчет стыков поясов ствола	36 ÷ 37
Расчет тросостойки	38а ÷ 39а

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

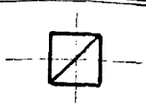
для опоры П35-1: 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39.

для опоры П35-2: 4, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38а, 39а.

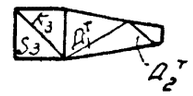
П 35-1



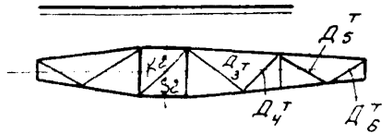
Сечение в-в



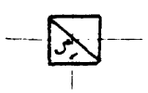
Сечение б-б



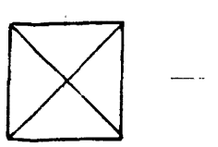
Сечение а-а

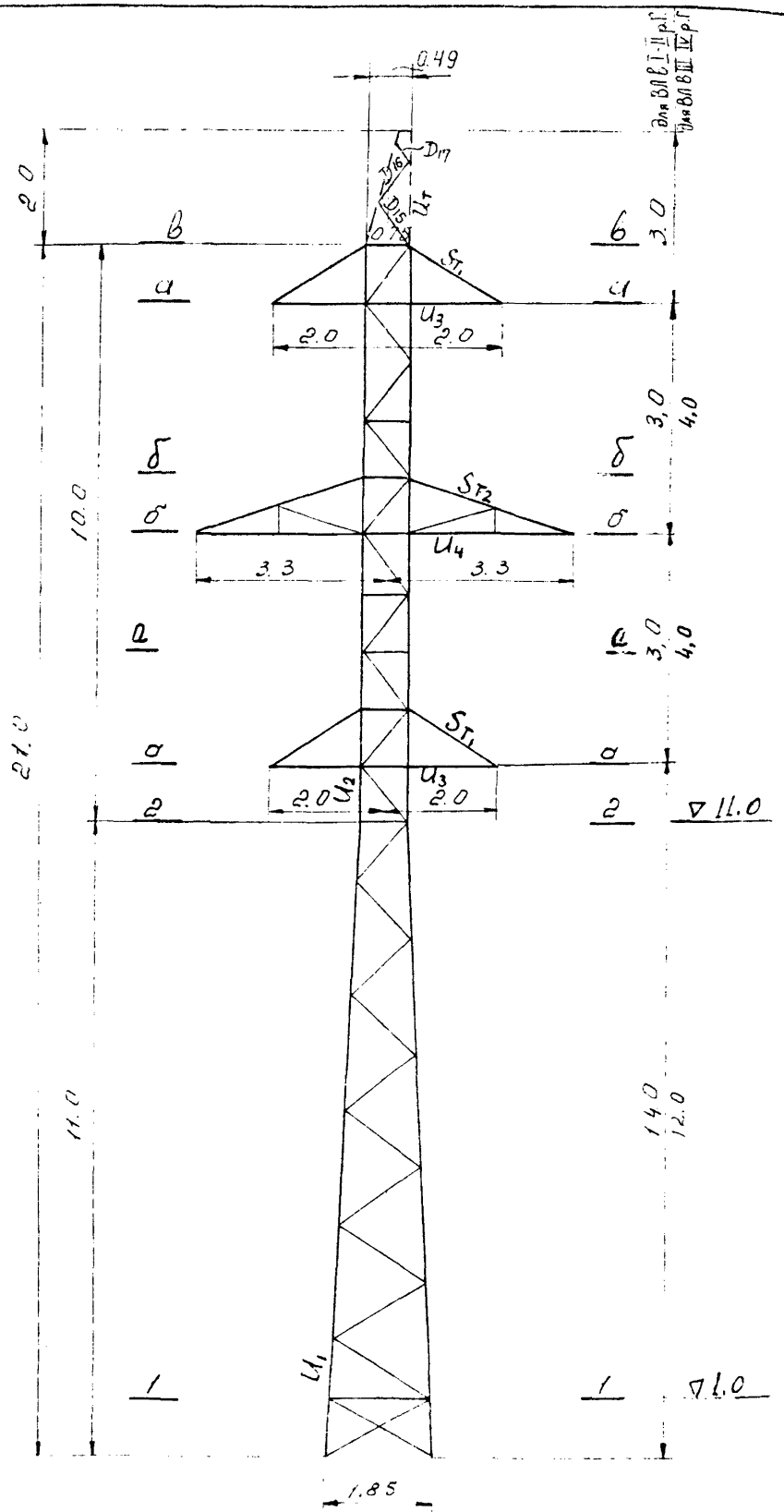


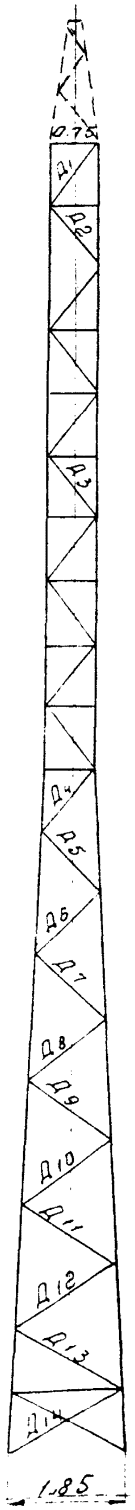
Сечение 2-2



Сечение 1-1



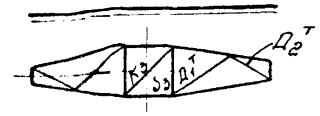




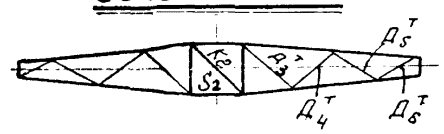
Сечение в-в



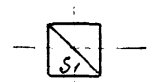
Сечение а-а



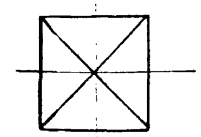
Сечение б-б



Сечение 2-2

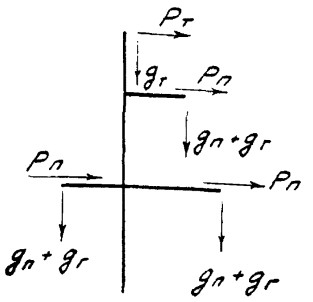
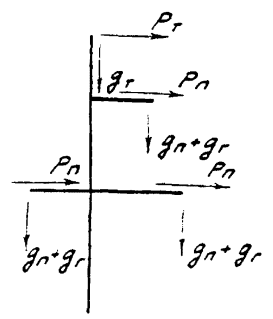
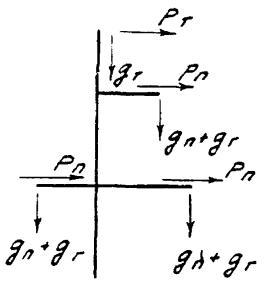


Сечение 1-1



Нагрузки на одноцепную промежуточную опору ВЛ 35 кВ шифр П35-1 при подвеске проводов АС-95

Таблица №1

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок		I район гололеда АС-95			I район гололеда С-35			II район гололеда АС-95			II район гололеда С-35		
					$l_{ветр}$	310 м						310 м					
					$l_{вес}$	390 м						320 м					
					$l_{габ}$	310 м						255 м					
						нормат.	n	расчет.	нормат.	n	расчет	нормат.	n	расчет.	нормат.	n	расчет.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$q_п^н = 50 кг/м^2$; $q_т^н = 55 кг/м^2$; $t = -5°C$; $C = 0$;		Давление ветра на пролет провода, троса.	$P_п$ / $P_т$	200	1.2	240	120	1.2	145	200	1,2	240	120	1.2	145
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	155	1.1	170	125	1,1	135	125	1,1	135	100	1.1	110
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1.1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ / $g_т$	175	—	195	125	—	135	145	—	160	100	—	110
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под ∠45° к оси траверс.	$q_п^н = 50 кг/м^2$; $q_т^н = 55 кг/м^2$; $t = -5°C$; $C = 0$;		Давление ветра на пролет провода, троса.	$P_п$ / $P_т$	140	1.2	170	85	1,2	100	140	1,2	170	85	1,2	100
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	155	1.1	170	125	1,1	135	125	1,1	135	100	1,1	110
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1.1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ / $g_т$	175	—	195	125	—	135	145	—	160	100	—	110
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$q_п^н = 12.5 кг/м^2$; $q_т^н = 14 кг/м^2$; $t = -5°C$; $C = 5 мм$; $t = -5°C$; $C = 10 мм$;		Давление ветра на пролет провода, троса.	$P_п$ / $P_т$	115	1.4	140	95	1.4	135	155	1.4	215	145	1.4	205
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	155 / 105	1.1 / 2.0	170 / 210	125 / 70	1,1 / 2.0	135 / 140	125 / 215	1.1 / 2.0	135 / 430	100 / 160	1,1 / 2.0	110 / 320
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1.1	25	—	—	—	20	1.1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ / $g_т$	280	—	405	195	—	275	360	—	590	260	—	430

Продолжение таблицы №1

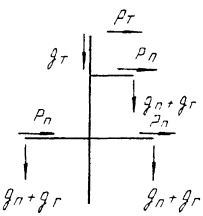
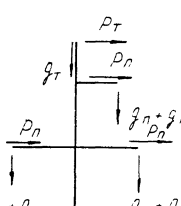
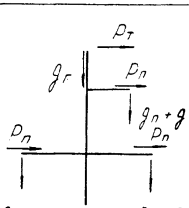
№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схема нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I р-н гололеда АС-95 310 м нормат.	I р-н гололеда АС-95 310 м n	I р-н гололеда АС-95 310 м расч.	I р-н гололеда С-35 390 м норм.	I р-н гололеда С-35 390 м n	I р-н гололеда С-35 390 м расч.	II р-н гололеда АС-95 310 м норм.	II р-н гололеда АС-95 310 м n	II р-н гололеда АС-95 310 м расчет.	II р-н гололеда С-35 320 м нормат.	II р-н гололеда С-35 320 м n	II р-н гололеда С-35 320 м расч.
				$g_{вотр.}$													
				$g_{вес}$													
				$g_{гид.}$													
						нормат.	n	расч.	норм.	n	расч.	норм.	n	расчет.	нормат.	n	расч.
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t=-5°C$; $C=0$; $q_н=0$	$g_т$; $S_п$; $0.5g+g_г$; $g_п+g_г$; $g_п+g_г$	Тяжение провода при обрыве	$S_п$	575	1.3х 0.8= 1.04	600	—	—	—	585	1.3х 0.8= 1.04	610	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ $g_т$	155	1.1	170	125	1.1	135	125	1.1	135	100	1.1	110
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	20	1.1	25	—	—	—	20	1.1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ $g_т$	175	—	195	125	—	135	145	—	160	100	1.1	110
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения.	$t=-5°C$; $C=0$; $q_н=0$	$0.5g_т$; $S_т$; $g_п+g_г$; $g_п+g_г$; $g_п+g_г$	Тяжение троса при обрыве.	$S_т$	—	—	—	560	1.3х 0.8= 1.04	580	—	—	—	560	1.3х 0.8= 1.04	580
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ $g_т$	155	1.1	170	125	1.1	135	125	1.1	135	110	1.1	110
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1.1	25	—	—	—	20	1.1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ $g_т$	175	—	195	125	1.1	135	145	—	160	100	1.1	100

Примечания.

1. Высота центра тяжести троса - 16.6 м.
   Нормативный скоростной напор $q_т^н = 1.11 \times 50 = 55$ кг/м².
2. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0.8.
3. Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{т\,max} = 30$ кг/мм².
4. Нагрузки округлены до значений кратных 5кг.

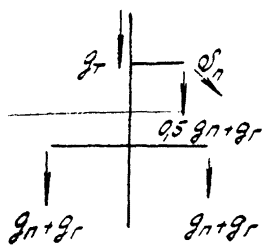
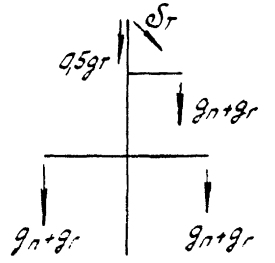
Нагрузки на одноцепную промежуточную опору П35-1 при подвеске проводов АС-150

Таблица № 2

№ схем.	Расчетные схемы.	Расчетные климатические условия.	Схемы нагрузок	Род нагрузок.	Обозначения	I р-н гололеда						II р-н гололеда					
						АС-150			С-35			АС-150			С-35		
					c ветр.	330 м						330 м					
					c вес.	410 м						390 м					
					c габ	330 м						313 м					
						нормат.	n	расчётн.	нормат.	n	расчётн.	нормат.	n	расчётн.	нормат.	n	расчётн.
I	Провода и тросы не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$; $C=0$; $q_n^н = 50$ кг/м²; $q_т^н = 55$ кг/м²		Давление ветра на пролёт провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	265	1,2	320	130	1,2	155	265	1,2	320	130	1,2	155
				Вес пролёта провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	255	1,1	280	130	1,1	145	240	1,1	265	125	1,1	140
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ / $g_т$	275	—	305	130	—	145	260	—	290	125	—	140
$I^а$	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен под ∠ 45° к оси траверс.	$t=-5°C$; $C=0$; $q_п^н = 50$ кг/м²; $q_т^н = 55$ кг/м²		Давление ветра на пролёт провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	185	1,2	220	90	1,2	110	185	1,2	220	90	1,2	110
				Вес пролёта провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	255	1,1	280	130	1,1	145	240	1,1	265	125	1,1	140
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ / $g_т$	275	—	305	130	—	145	260	—	290	125	—	140
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$; $C=5$ мм; $q_п^н = 125$ кг/м²; $t=-5°C$; $C=10$ мм; $q_т^н = 140$ кг/м²		Давление ветра на пролёт провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	130	1,4	180	100	1,4	140	180	1,4	250	155	1,4	220
				Вес пролёта провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	255 / 125	1,1 / 2,0	280 / 250	130 / 75	1,1 / 2,0	145 / 150	240 / 295	1,1 / 2,0	265 / 590	125 / 195	1,1 / 2,0	140 / 390
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ / $g_т$	400	—	555	205	—	295	555	—	880	320	—	530

3078 тм-т 2 ч. 12/40

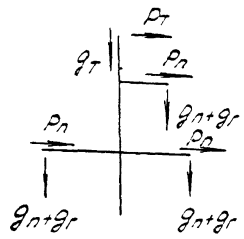
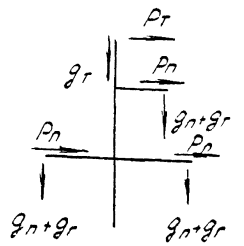
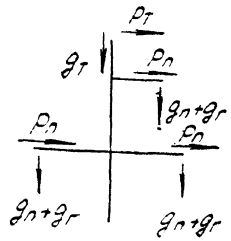
продолжение Таблицы N 2

N№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I р-н гололеда						II р-н гололеда					
						АС-150			С-35			АС-150			С-35		
					$\ell_{вет.}$	330м						330м					
					$\ell_{вес.}$	410м						390м					
					$\ell_{гол.}$	330м						310м					
						нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору.	$t=-5°C$; $C=0$; $q^{н}=0$		Тяжение провода при обрыве.	$S_п$	920	1,3×0,8=1,04	960	—	—	—	1065	1,3×0,8=1,04	1110	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ $g_т$	255	1,1	280	130	1,1	145	240	1,1	265	125	1,1	140
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ $g_т$	275	—	305	130	—	145	260	—	290	125	—	140
IV	Оборван один трос. Провода не сборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения.	$t=-5°C$; $C=0$; $q^{н}=0$		Тяжение троса при обрыве.	$S_т$	—	—	—	560	1,3×0,8=1,04	580	—	—	—	560	1,3×0,8=1,04	580
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ $g_т$	255	1,1	280	130	1,1	145	240	1,1	265	125	1,1	140
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ $g_т$	275	—	305	130	—	145	260	—	290	125	—	140

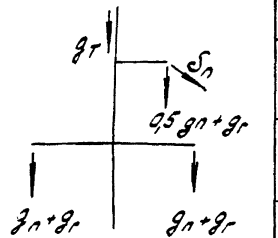
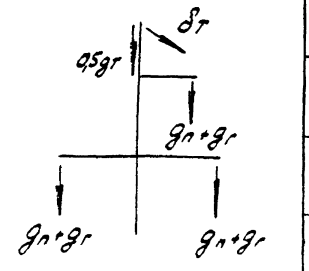
Примечание:

1. Высота центра тяжести троса 16,6 м
   Нормативный скоростной напор $q_т^{н} = 1,11 \times 50 = 55$ кг/м²
2. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8.
3. Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{т\,max} = 30$ кг/мм².
4. Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

продолжение таблицы №2

№№ схем	Расчётные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III р-н гололеда						IV р-н гололеда					
						АС-150			С-35			АС-150			С-35		
					l ветр.	240 м						240 м					
					l вес.	300 м						260 м					
					l габ.	240 м						210 м					
						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 оси траверс.	$t=-5°C; C=0;$ $q_n^н=50$ кг/м², $q_т^н=55$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_п$ $P_т$	190	1,2	230	95	1,2	115	190	1,2	230	95	1,2	115
				Вес пролёта провода, троса.	$g_п$ $g_т$	185	1,1	205	95	1,1	105	160	1,1	175	85	1,1	95
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ $g_т$	205	—	230	95	—	105	180	—	200	85	—	95
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под ∠ 45° к оси траверс.	$t=-5°C; C=0;$ $q_n^н=50$ кг/м², $q_т^н=55$ кг/м²		Давление ветра на пролёт провода, троса.	$P_п$ $P_т$	135	1,2	160	65	1,2	80	135	1,2	160	65	1,2	80
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ $g_т$	185	1,1	205	95	1,1	105	160	1,1	175	85	1,1	95
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п$ $g_г$ $g_т$	205	—	230	95	—	105	180	—	200	85	—	95
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C; C=15$ мм; $q_n^н=14{,}0$ кг/м², $t=-5°C; C=20$ мм; $q_т^н=14$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_п$ $P_т$	190	1,4	265	150	1,4	210	230	1,4	320	190	1,4	265
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ $g_т$	185 410	1,1 2,0	205 820	95 290	1,1 2,0	105 580	160 545	1,1 2,0	175 1090	85 410	1,1 2,0	95 820
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	615	—	1050	385	—	685	725	—	1290	495	—	915

продолжение таблицы № 2

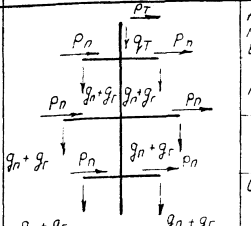
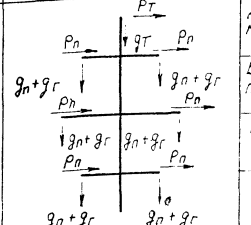
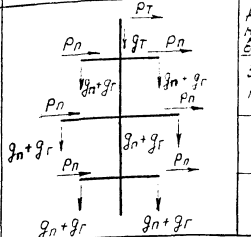
№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III р-н гололеда						IV р-н гололеда					
						АС-150			С-35			АС-150			С-35		
					t ветр.	240м						240м					
					t вес.	300л.						260м					
					t гол.	240.т						210м					
						нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат	п	расчетн.
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t=-5°C$; $C=0$; $Q^н=0$		Тяжение провода при сорыве.	$S_л$	1065	1,3 x 0,8 = 1,04	1110	—	—	—	1065	1,3 x 0,8 = 1,04	1110	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$g_л$ $g_т$	185	1,1	205	95	1,1	105	160	1,1	175	85	1,1	95
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_л+g_г$ $g_т$	205	—	230	95	—	105	180	—	200	85	—	95
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны Тяжение троса равно половине максимального тяжения.	$C=+5°C$; $C=0$; $Q^н=0$		Тяжение троса при зборыве.	$S_т$	—	—	—	560	1,3 x 0,8 = 1,04	580	—	—	—	560	1,3 x 0,8 = 1,04	580
				Вес пролета провода, троса.	$g_л$ $g_т$	185	1,1	205	95	1,1	105	160	1,1	175	85	1,1	95
				Вес гирлянд изоля торов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_л+g_г$ $g_т$	205	—	230	95	—	105	180	—	200	85	—	95

Примечания:

1. Высота центра тяжести троса 16,3м
   Нормативный скоростной напор $Q_т^н = 1,091 \times 50 = 55$ кг/м².
2. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8.
3. Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{т\,max} = 30$ кг/мм².
4. Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

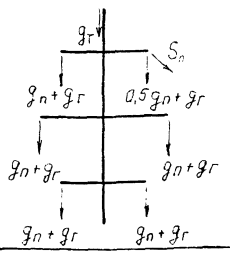
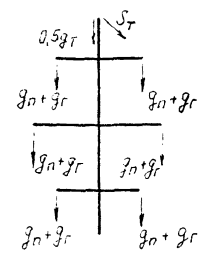
Нагрузки на двухцепную промежуточную опору ВЛ 35 кВ шифр П35-2 при подвеске проводов АС-95

Таблица №3

№№ схем	Расчётные схемы.	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I р-н гололёда						II р-н гололёда					
						АС-95			С-35			АС-95			С-35		
					$l_{ветр}$	290 м						290 м					
					$l_{вес}$	360 м						300 м					
					$l_{гол}$	290 м						240 м					
						нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.	нормат.	n	расчетн.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$q_n^н = 50$ кг/м²; $q_т^н = 66$ кг/м²; $t = -5°C$; $C = 0$		Давление ветра на пролет провода, троса.	p_n / $p_т$	185	1,2	220	130	1,2	155	185	1,2	220	130	1,2	155
				Вес пролета провода, троса.	g_n / $g_т$	140	1,1	155	115	1,1	125	115	1,1	125	95	1,1	105
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n+g_г$ / $g_т$	160	—	180	115	—	125	135	—	150	95	—	105
I[а]	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под ∠ 45° к оси траверс.	$q_n^н = 50$ кг/м²; $q_т^н = 66$ кг/м²; $t = -5°C$; $C = 0$		Давление ветра на пролет провода, троса.	p_n / $p_т$	130	1,2	155	90	1,2	110	130	1,2	155	90	1,2	110
				Вес пролета провода, троса.	g_n / $g_т$	140	1,1	155	115	1,1	125	115	1,1	125	95	1,1	105
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n+g_г$ / $g_т$	160	—	180	115	—	125	135	—	150	95	—	105
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5°C$; $C = 5$мм; $q_n^н = 12,5$ кг/м²; $t = -5°C$; $C = 10$мм; $q_т^н = 16$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	p_n / $p_т$	100	1,4	140	100	1,4	140	145	1,4	200	155	1,4	215
				Вес пролета провода троса.	g_n / $g_т$	140 / 95	1,1 / 2,0	155 / 190	115 / 65	1,1 / 2,0	125 / 130	115 / 200	1,1 / 2,0	125 / 400	95 / 150	1,1 / 2,0	105 / 300
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n+g_г$ / $g_г$	255	—	370	175	—	255	335	—	550	245	—	405

3078 тм-т2 ал 16/40

Продолжение таблицы № 3

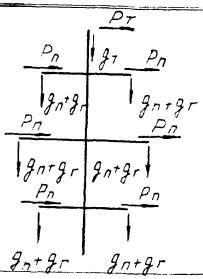
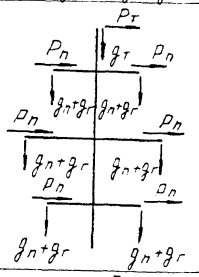
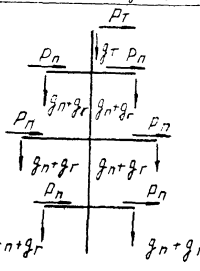
NN схем	Расчётные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I р-н гололёда АС-95			I р-н гололёда С-35			II р-н гололёда АС-95			II р-н гололёда С-35		
					l ветр.	290 м						290 м					
					l вос.	360 м						300 м					
					l габ.	290 м						240 м					
						нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t=-5°C$; $C=0$; $q^н=0$		Тяжение провода при обрыве.	$S_п$	570	1,3×0,8=1,04	595	—	—	—	585	1,3×0,8=1,04	610	—	—	—
				Вес пролета провода, проса.	$q_п$ $q_т$	140	1,1	155	115	1,1	125	115	1,1	125	95	1,1	105
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$q_п+q_г$ $q_т$	160	—	180	115	—	125	135	—	150	95	—	105
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения.	$t=-5°C$; $C=0$; $q^н=0$;		Тяжение троса при обрыве.	$S_т$	—	—	—	560	1,3×0,8=1,04	580	—	—	—	560	1,3×0,8=1,04	580
				Вес пролета провода троса	$q_п$ $q_т$	140	1,1	155	115	1,1	125	115	1,1	125	95	1,1	105
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$q_п+q_г$ $q_т$	160	—	180	115	—	125	135	—	150	95	—	105

Примечания:

1. Высота центра тяжести троса – 13,6 м. Нормативный скоростной напор $q_т^н = 1,32 \times 50 = 66$ кг/м²;
2. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8
3. Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{т\,max}$ 30 кг/мм².
4. Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

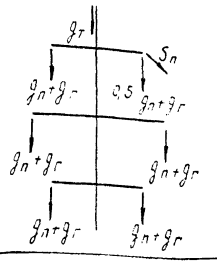
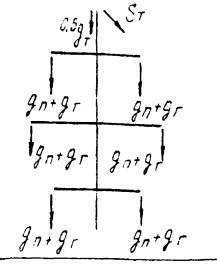
3078 тм-т2 л 17/40

Нагрузки на двухцепную промежуточную опору при подвеске проводов АС-150 таблица № 4

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I р-н гололёда						II р-н гололеда					
						АС-150			С-35			АС-150			С-35		
					ℓ ветр.	305 м						305 м					
					ℓ вес.	380 м						360 м					
					ℓ габ.	305 м						290 м					
						нормат.	n	расчётн.	нормат.	n	расчётн.	нормат.	n	расчётн.	нормат.	n	расчёт.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$q_n^н$ = 50 кг/м²; $q_т^н$ = 66 кг/м²; t=-5°C; C=0;		Давление ветра на пролёт провода, троса.	P_n / $P_т$	245	1,2	295	140	1,2	170	245	1,2	295	140	1,2	170
				Вес пролета провода, троса.	g_n / $g_т$	235	1,1	260	120	1,1	130	225	1,1	250	115	1,1	125
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n+g_г$ / $g_т$	255	—	285	120	—	130	265	—	295	115	—	125
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен под ∠45° к оси траверс.	$q_n^н$ = 50 кг/м²; $q_т^н$ = 66 кг/м²; t=-5°C; C=0;		Давление ветра на пролёт провода, троса.	P_n / $P_т$	175	1,2	210	100	1,2	120	175	1,2	210	100	1,2	120
				Вес пролёта провода, троса.	g_n / $g_т$	235	1,1	260	120	1,1	130	225	1,1	250	115	1,1	125
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n+g_г$ / $g_г$	255	—	285	120	—	130	245	—	275	115	—	125
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси траверс	$q_n^н$=125 кг/м²; $q_г^н$=16 кг/м²; t°=-5°C; C=5 мм; t°=-5°C; C=10 мм;		Давление ветра на пролёт провода, троса.	P_n / $P_т$	120	1,4	170	110	1,4	155	170	1,4	240	170	1,4	240
				Вес пролета провода троса	g_n / $g_т$	235 / 120	1,1 / 2,0	260 / 240	120 / 70	1,1 / 2,0	130 / 140	225 / 275	1,1 / 2,0	250 / 550	115 / 180	1,1 / 2,0	125 / 360
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n+g_г$ / $g_т$	375	—	525	190	—	270	520	—	825	295	—	485

3078 тм-т2 л. 18/40

продолжение таблицы №4

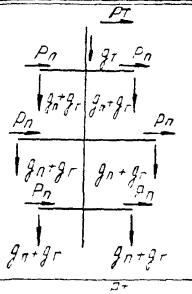
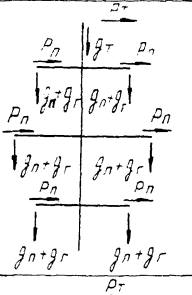
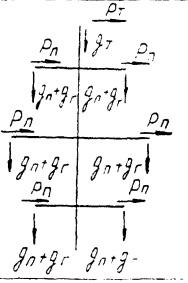
№№ схем	Расчетные схемы.	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок.	Род нагрузок.	Обозначения	I р-н гололёда						II р-н гололеда					
						АС-150			С-35			АС-150			С-35		
					ℓ ветр.	305 м						305 м					
					ℓ вес.	380 м						360 м					
					ℓ габ.	305 м						290 м					
						нормат.	n	расчётн	нормат.	n	расчёт	нормат.	n	расчетн	нормат.	n	расчетн
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору.	$t=-5°C$; $C=0$; $q^н=0$;		Тяжение провода при обрыве	$S_п$	905	1,3 х 0,8 = 1,04	940	—	—	—	1065	1,3 х 0,8 = 1,04	1110	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	235	1,1	260	120	1,1	130	225	1,1	250	115	1,1	125
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ / $g_т$	255	—	285	120	—	130	245	—	275	115	—	125
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения.	$t=-5°C$, $C=0$; $q^н=0$		Тяжение троса при обрыве	$S_т$	—	—	—	560	1,3 х 0,8 = 1,04	580	—	—	—	560	1,3 х 0,8 = 1,04	580
				Вес пролёта провода, троса.	$g_п$ / $g_т$	235	1,1	260	120	1,1	130	225	1,1	250	115	1,1	125
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ / $g_т$	255	—	285	120	—	130	245	—	275	115	—	125

Примечания:

1. Высота центра тяжести троса – 19,6 м
   Нормативный скоростной напор $q^н_т = 1,32 \times 50 = 56 кг/м^2$
2. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8.
3. Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{т\,max} = 30 кг/мм^2$.
4. Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

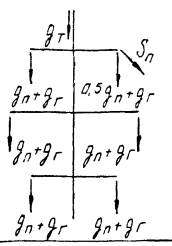
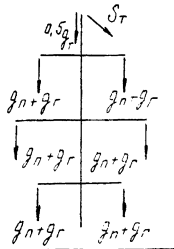
3078 тм-т 2 л 19/40

Продолжение таблицы №4

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III р-н гололеда						IV р-н гололеда					
						АС-150			С-35			АС-150			С-35		
					l вета	210 м						210 м					
					l вес.	260 м						225 м					
					l габ.	210 м						180 м					
						нормат.	n	расчётн.	нормат.	n	расчётн.	норм	n	расчётн.	норм.	n	расчетн.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C$; $C=0$; $g_n^н=50$ кг/м²; $g_т^н=66$ кг/м²		Давление ветра на пролёт провода, троса	P_n / $P_т$	170	1,2	205	95	1,2	115	170	1,2	205	95	1,2	115
				Вес пролёта провода, троса.	g_n / $g_т$	160	1,1	175	85	1,1	95	140	1,1	155	70	1,1	75
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n+g_г$ / $g_т$	180	—	200	85	—	95	180	—	200	70	—	75
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под ∠45° к оси траверс.	$t=-5°C$; $C=0$; $g_n^н=50$ кг/м²; $g_т^н=66$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, трога	P_n / $P_т$	120	1,2	145	65	1,2	80	120	1,2	145	65	1,2	80
				Вес пролета провода, тооса.	g_n / $g_т$	160	1,1	175	85	1,1	95	140	1,1	155	70	1,1	75
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикольная нагрузка	$g_n+g_г$ / $g_т$	180	—	200	85	—	95	180	—	200	70	—	75
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t°=-5°C$; $C=15$мм; $g_n^н=140$ кг/м; $t°=-5°C$; $C=20$мм; $g_т^н=17$кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_n / $P_т$	165	1,4	230	160	1,4	225	200	1,4	280	205	1,4	290
				Вес пролёта провода, троса.	g_n	160	1,1	175	85	1,1	95	140	1,1	155	70	1,1	75
					$g_т$	355	2,0	710	250	2,0	500	470	2,0	940	350	2,0	700
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n+g_г$ / $g_т$	535	—	910	335	—	595	630	—	1120	420	—	775

3078тм-т 2 л. 20/40

Продолжение таблицы N4

NN схем	Расчетные схемы	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III р-н гололёда АС-150			III р-н гололёда С-35			IV р-н гололеда АС-150			IV р-н гололеда С-35		
					l ветр	210 м						210 м					
					l вес	260 м						225 м					
					l габ.	210 м						180 м					
						нормат.	n	расчёт	нормат.	n	расчёт	нормат.	n	расчёт	нормат	n	расчетн
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t=-5°C$; $C=0$; $q^н=0$		Тяжение провода при обрыве	$S_п$	1065	1,3x 0,8= 1,04	1110	—	—	—	1065	1,3x 0,8= 1,04	1110	—	—	—
				Вес пролёта провода, троса.	$g_п$ $g_т$	160	1,1	175	85	1,1	95	140	1,1	155	70	1,1	75
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ $g_т$	180	—	200	105	—	115	160	—	180	70	—	75
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения.	$t°=-5°C$; $C=0$; $q^н=0$		Тяжение троса при обрыве	$S_т$	—	—	—	560	1,3x 0,8= 1,04	580	—	—	—	560	1,3x 0,8= 1,04	580
				Вес пролета провода, троса.	$g_п$ $g_т$	160	1,1	175	85	1,1	95	140	1,1	155	70	1,1	75
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	20	1,1	25	—	—	—	20	1,1	25	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ $g_т$	180	—	200	85	—	95	160	—	180	70	—	75

Примечания:

1. Высота центра тяжести троса - 19,6 м
   Нормативный скоростной напор $q_т^н = 1,32 \times 50 = 66$ кг/м²
2. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8.
3. Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{т\,max}$ 30 кг/мм²
4. Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

3078 тм-т2 л.21/40

Давление ветра на конструкцию опоры П35-1 по схемам I и I^{а}.

Таблица №5

Наименование секций	Эскиз и средн. отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м^2)	Площадь элементов фермы f_i (м^2)	Площадь по контуру S (м^2)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{f_i}{S}$	Аэродинамический коэффиц. плоской фермы $C_ф = C_i \varphi = 1{,}4\varphi$	η (при $\frac{b}{h} = 1$)	Аэродинамический коэффиц. пространств. фермы $C_{пр} = C_ф (1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамики (кг)			Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики $\beta = 1{,}35$ и коэфф. перегрузки $n = 1{,}2$ (кг)		
										При ветре ⫽ траверсе	При ветре под ∠45°		При ветре ⫽ траверсе	При ветре под ∠45°	
										$P = q_0 C_{пр} S$	$P_⊥ = 0{,}8P$ ⊥ траверсе	$P_{II} = 0{,}8P$ ⫽ траверсе	$P_р = q_0 C_{пр} S \beta \eta$	$P_⊥ = 0{,}8 P_р$ ⊥ траверсе	$P_{II} = 0{,}8 P_р$ ⫽ траверсе
Верхняя траверса	1,0; ▽18,5; 1,625	1,25	63	0,2	0,81	0,247	0,346	2,77	0,614	14 [2] (31)	20 [3]	14 [3]	23	32	23
Нижняя траверса	1,0; ▽14,5; 2,925	1,0	50	0,41	1,46	0,281	0,394	2,71	0,674	19 [2] (43)	28 [3]	19 [3]	31	45	31
Нижняя траверса	1,0; ▽14,5; 1,625	1,0	50	0,2	0,81	0,247	0,346	0,77	0,614	11 [2] (25)	16 [3]	11 [3]	18	26	18
Верхняя секция	0,75; 8,0; ▽15,0; 0,75	1,0	50	1,89	6,0	0,315	0,441	0,65	0,733	220	175	175	355	280	280
Нижняя секция	0,75; 11,0; ▽5,5; 1,85	1,0	50	2,74	14,3	0,192	0,269	1,86	0,501	360	290	290	585	470	470
								Итого:		624	529	509	1012	853	822

Примечания:

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м^2 на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр.}$, указанные в скобках, определены при направлении ветра ⊥ траверсе. При ветре ⊥ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет $0{,}45 P_{тр.}$
3. При ветре под ∠45° к оси ВЛ $P_⊥ = 0{,}65 P_{тр.}$, а $P_{II} = 0{,}45 P_{тр.}$

3078тм-т2 л. 22/40

Давление ветра на конструкцию опоры П35-2 по схемам I и I^а

Таблица №6

Наименование секции	Эскиз и средн. отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_o (кг/м²)	Площадь элементов фермы f_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{f_i}{S}$	Аэродинамический коэффиц. плоской фермы $C_f = C_i \cdot \varphi = 1{,}4\varphi$	η (при $\frac{b}{h}$ = =1)	Аэродинамический коэффиц. пространств. фермы $C_{пр} = C_f \cdot (1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамики (кг)			Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики β=1,35 и коэфф. перегрузки n=1,2 (кг)		
										При ветре II траверсе $P = q_o C_{пр} S$	При ветре под ∠ 45°		При ветре II траверсе $P_p = q_o C_{пр} S \beta n$	При ветре под ∠ 45°	
											$P_\perp = 0{,}8P$ ⊥ траверсе	$P_{II} = 0{,}8P$ II траверсе		$P_\perp = 0{,}8 P_p$ ⊥ траверсе	$P_{II} = 0{,}8 P_p$ II траверсе
Верхняя траверса	1,0 ▽20,5 1,525	1,36	68	0,2	0,81	0,247	0,345	0,77	0,614	15 [2] ×2 (34)	22 [3] ×2	15 [3] ×2	24×2	36×2	24×2
Средняя траверса	1,0 ▽16,5 2,925	1,11	55	0,41	1,46	0,281	0,394	0,71	0,674	21 [2] ×2 (47)	31 [3] ×2	21 [3] ×2	34×2	50×2	34×2
Нижняя траверса	1,0 ▽12,5 1,525	1,0	50	0,2	0,81	0,247	0,346	0,77	0,614	11 [2] ×2 (25)	16 [3] ×2	11 [3] ×2	18×2	26×2	18×2
Верхняя секция	0,75 10,0 ▽16,0 2,75	1,07	54	2,41	7,5	0,321	0,45	0,64	0,738	300	240	240	490	390	390
Нижняя секция	0,75 11,0 ▽5,5 1,85	1,0	50	2,96	14,3	0,207	0,29	0,84	0,534	380	305	305	615	495	495
									итого:	774	683	639	1257	1109	1037

3078тм-т2 ч.23/40

Примечания:

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$, указанные в скобках определены при направлении ветра ⊥ траверсе. При ветре ∥ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет 0,45 $P_{тр}$.
3. При ветре под ∠ 45° к оси ВЛ $P_\perp = 0{,}65 P_{тр}$, а $P_{II} = 0{,}45 P_{тр}$

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры П35-1

Таблица № 7

Сечения отметки и базы	Схема I; I р-н гололеда; Изгибающие моменты (тм) От нагрузок на провода M_{II}	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}	Вертикальные нагрузки G (т)	Схема I^a; I р-н гололеда Изгибающие моменты (тм) От нагрузок на провода M_{II}	От ветра на конструкцию опоры II траверсе M_{WII}	I траверсе $M_{W\perp}$	Вертикальные нагрузки G (т)	Схема II; II р-н гололеда Изгибающие моменты от нагрузок на провода M_{II} и от ветра на конструкцию опоры M_{WII} (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
2-2 ▽ 11,0 м b = 0,75	0,320 × 7,0 = 2,24 0,320 × 2 × 4,0 = 2,56 0,96 M_{II} = 4,80 $M_{н.у.}$ = 0,305 × 3,3 = 1,01 $\sum M_{II}$ = 5,81	0,023 × 7,5 = 0,17 (0,032 × 0,021) × 4,5 = 0,24 0,355 × 4,0 = 1,42 0,431 M_{WII} = 1,83	0,305 × 3 = 0,915 0,075 × 8,0 = 0,60 1,515	0,22 × 7,0 = 1,54 0,22 × 2 × 4,0 = 1,76 0,66 M_{II} = 3,30 $M_{н.у.}$ = 0,305 × 3,3 = 1,01 $\sum M_{II}$ = 4,31	0,023 × 7,5 = 0,17 (0,032 + 0,021) × 4,5 = 0,24 0,28 × 4,0 = 1,12 0,356 M_{WII} = 1,53	0,032 × 7,5 = 0,24 (0,047 + 0,028) × 4,5 = 0,34 0,28 × 4,0 = 1,12 0,387 $M_{W\perp}$ = 1,70	0,305 × 3 = 0,915 0,075 × 8,0 = 0,60 1,52	0,25 × 7,0 = 1,75 0,25 × 2 × 4,0 = 2,00 0,75 M_{II} = 3,75 $M_{н.у.}$ = 0,88 × 3,3 = 2,91 M_{II} = 6,66 $M_{WII} = \frac{1,83}{4,8}$ = 0,38	0,88 × 3 = 2,64 0,075 × 8,0 = 0,60 3,24
	$U_2 = \frac{5,81 + 1,83}{2 \times 0,75} + \frac{1,52}{4}$ = 5,10 + 0,38 = 5,48 т			$U_2 = \frac{4,31 + 1,53 + 1,70}{2 \times 0,75} + \frac{1,52}{4}$ = 5,02 + 0,38 = 5,40 т				$U_2 = \frac{6,66 + 0,38}{2 \times 0,75} + \frac{3,24}{4}$ = 5,49 т	
1-1 ▽ 1,0 м b = 1,75 м Cos γ = 0,998	5,81 0,96 × 10,0 = 9,6 0,96 M_{II} = 15,41	1,83 0,431 × 10,0 = 4,31 0,53 × 5,0 = 2,65 0,961 M_{WII} = 8,79	1,52 0,075 × 10,0 = 0,75 2,27	4,31 0,66 × 10,0 = 6,60 0,66 M_{II} = 10,91	1,53 0,356 × 10,0 = 3,56 0,427 × 5,0 = 2,14 0,783 M_{WII} = 7,23	1,70 0,387 × 10,0 = 3,87 0,427 × 5,0 = 2,14 0,814 $M_{W\perp}$ = 7,71	1,52 0,075 × 10,0 = 0,75 2,27	6,66 0,75 × 10,0 = 7,50 M_{II} = 14,16 $M_{WII} = \frac{8,79}{4,8}$ = 1,83	3,24 0,075 × 10,0 = 0,75 3,99
	$U_1 = \frac{15,41 + 8,79}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{2,27}{4 \times 0,998}$ = 7,05 + 0,57 = 7,62 т			$U_1 = \frac{10,91 + 7,23 + 7,71}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{2,27}{4 \times 0,998}$ = 7,37 + 0,57 = 7,94 т				$U_1 = \frac{14,16 + 1,83}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{3,99}{4 \times 0,998}$ = 5,57 т	

Примечания:

1. $M_{н.у.}$ – обозначает изгибающий момент от неуравновешенной вертикальной нагрузки.
2. Усилие в поясах определяется по формуле:

$$U = \frac{\sum M}{2b \cos\gamma} + \frac{\sum G}{4 \cos\gamma}$$

Продолжение таблицы N7

Сечения, отметки и базы	Схема I, III р-н гололеда: Изгибающие моменты (тм) от нагрузок на провода M_{II}	Схема I, III р-н гололеда: Изгибающие моменты (тм) от ветра на конструкции опоры M_{WII}	Схема I, III р-н гололеда: Вертикальные нагрузки G (т)	Схема Iа, IIIа р-н гололеда: Изгибающие моменты (тм) от нагрузок на провода M_{II}	Схема Iа, IIIа р-н гололеда: Изгибающие моменты (тм) от ветра на конструкцию опоры: II траверсе $M_{W_{II}}$	Схема Iа, IIIа р-н гололеда: Изгибающие моменты (тм) от ветра на конструкцию опоры: ⊥ траверсе $M_{W_{\perp}}$	Схема Iа, IIIа р-н гололеда: Вертикальные нагрузки G (т)	Схема II, IV р-н гололеда: Изгибающие моменты от нагрузок на провода M_{II} и от ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$ (тм)	Схема II, IV р-н гололеда: Вертикальные нагрузки G (т)
2-2 ▽ 11.0 м B = 0.75 м	0,23 × 7,0 = 1,61 0,23 × 2 × 3,0 = 1,38 0,69 M_{II} = 2,99 $M_{н.у.}$ = 0,76 ΣM_{II} = 3,75	0,023 × 7,5 = 0,17 (0,031 + 0,018) × 3,5 = 0,15 0,355 × 4,0 = 1,42 0,427 M_{WII} = 1,74	0,23 × 3 = 0,69 0,075 × 8 = 0,60 1,29	0,16 × 7,0 = 1,12 0,16 × 2 × 3,0 = 0,96 0,48 M_{II} = 2,08 $M_{н.у.}$ = 0,76 ΣM_{II} = 2,84	0,023 × 7,5 = 0,17 (0,031 + 0,018) × 3,5 = 0,15 0,28 × 4,0 = 1,12 0,352 M_{II} = 1,44	0,032 × 7,5 = 0,24 (0,045 + 0,026) × 3,5 = 0,25 0,28 × 4,0 = 1,12 0,383 M_{II} = 1,61	0,23 × 3,0 = 0,69 0,075 × 8,0 = 0,60 1,29	0,32 × 7,0 = 2,24 0,32 × 2 × 3,0 = 1,92 0,96 M_{II} = 4,16 $M_{н.у.}$ = 4,29 ΣM_{II} = 8,45 $M_{W_{II}} = \frac{1,74}{4,8}$ = 0,36	1,3 × 3,0 = 3,90 0,075 × 8,0 = 0,60 4,50
	$U_2 = \frac{3,75 + 1,74}{2 \times 0,75} + \frac{1,29}{4} = 3,66 + 0,32 = 3,98$ т			$U_2 = \frac{2,84 + 1,44 + 1,61}{2 \times 0,75} + \frac{1,29}{4} = 3,92 + 0,32 = 4,24$ т				$U_2 = \frac{8,45 + 0,36}{2 \times 0,75} + \frac{4,50}{4} = 7,00$ т	
1-1 ▽ 1.0 м B = 1,75 м $\cos\gamma$ = 0,998	0,69 × 10,0 = 6,90 (3,75) 0,69 M_{II} = 10,65	0,427 × 10,0 = 4,27 (1,74) 0,53 × 5,0 = 2,65 0,957 $M_{W_{II}}$ = 8,66	0,075 × 10,0 = 0,75 (1,29) 2,04	0,48 × 10,0 = 4,80 (2,84) 0,48 M_{II} = 7,64	0,352 × 10,0 = 3,52 (1,44) 0,427 × 5,0 = 2,14 0,779 $M_{W_{II}}$ = 7,10	0,383 × 10,0 = 3,83 (1,61) 0,427 × 5,0 = 2,14 0,81 $M_{W_{\perp}}$ = 7,58	0,075 × 10,0 = 0,75 (1,29) 2,04	0,96 × 10,0 = 9,6 (8,45) M_{II} = 18,05 $M_{W_{II}} = \frac{8,66}{4,8}$ = 1,80	0,075 × 10,0 = 0,75 (4,50) 5,25
	$U_1 = \frac{10,65 + 8,66}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{2,04}{4 \times 0,998} = 5,52 + 0,51 = 6,03$ т			$U_1 = \frac{7,64 + 7,10 + 7,58}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{2,04}{4 \times 0,998} = 6,37 + 0,51 = 6,88$ т				$U_1 = \frac{18,05 + 1,80}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{5,25}{4 \times 0,998} = 6,99$ т	

Примечания:

1 $M_{н.у.}$ обозначает момент от неуравновешенной вертикальной нагрузки.

2 Усилие в поясах определяется по формуле:

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

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры П35-2

Таблица № 8

Сечения, отметки и базы	Схема I; III р-н гололеда			Схема I а; III р-н гололеда				Схема II; IV р-н гололеда	
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провода M_{II} и от ветра на конструкцию опоры M_{WII} (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода M_{II}	От ветра на конструкцию опоры M_{WII}		От нагрузок на провода M_{II}	От ветра на конструкцию опоры: II траверсе M_{WII}	I траверсе $M_{W\perp}$			
2-2 ▽ 11,0м B = 0,75м.	0,205 x 2 x 9,0 = 3,69 0,205 x 2 x 5,0 = 2,05 0,205 x 2 x 1,0 = 0,41 1,23 M_{II} = 6,15	0,024 x 2 x 9,5 = 0,46 0,834 x 2 x 5,5 = 0,37 0,018 x 2 x 1,5 = 0,05 0,490 x 5,0 = 2,45 0,642 M_{WII} = 3,33	0,20 x 6 = 1,2 0,087 x 10,0 = 0,87 2,07	0,145 x 2 x 9,0 = 2,61 0,145 x 2 x 5,0 = 1,45 0,145 x 2 x 1,0 = 0,29 0,87 M_{II} = 4,35	0,024 x 2 x 9,5 = 0,46 0,034 x 2 x 5,5 = 0,37 0,018 x 2 x 1,5 = 0,05 0,390 x 5,0 = 1,95 0,542 M_{WII} = 2,83	0,036 x 2 x 9,5 = 0,68 0,05 x 2 x 5,5 = 0,55 0,026 x 2 x 1,5 = 0,08 0,390 x 5,0 = 1,95 0,614 $M_{W\perp}$ = 3,26	0,20 x 6 = 1,2 0,087 x 10 = 0,87 2,07	0,28 x 2 x 9,0 = 5,05 0,28 x 2 x 5,0 = 2,8 0,28 x 2 x 1,0 = 0,56 1,68 M_{II} = 8,41 $M_{WII} = \frac{3,33}{4,8} = 0,69$	1,12 x 6 = 6,72 0,087 x 10 = 0,87 7,59
	$U_2 = \frac{6,15 + 3,33}{2 \times 0,75} + \frac{2,07}{4} = 6,32 + 0,52 = 6,84$ т			$U_2 = \frac{4,35 + 2,83 + 3,26}{2 \times 0,75} + \frac{2,19}{4} = 6,95 + 0,55 = 7,50$ т				$U_2 = \frac{8,41 + 0,69}{2 \times 0,75} + \frac{7,59}{4} = 7,95$ т	
1-1 ▽ 1,0м B = 1,75м $\cos\gamma$ = 0,998	6,15 1,23 x 10,0 = 12,30 1,23 M_{II} = 18,45	3,33 0,642 x 10,0 = 6,42 0,56 x 5,0 = 2,80 1,202 M_{WII} = 12,55	2,07 0,087 x 10,0 = 0,87 2,94	4,35 0,87 x 10,0 = 8,70 0,87 M_{II} = 13,05	2,83 0,542 x 10,0 = 5,42 0,45 x 5,0 = 2,25 0,992 M_{WII} = 10,50	3,26 0,614 x 10,0 = 6,14 0,45 x 5,0 = 2,25 1,064 $M_{W\perp}$ = 11,65	2,07 0,087 x 100 = 0,87 2,94	8,41 1,68 x 10,0 = 16,80 M_{II} = 25,21 $M_{WII} = \frac{12,55}{4,8} = 2,62$	7,59 0,087 x 100 = 0,87 8,46
	$U_1 = \frac{18,45 + 12,55}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{2,94}{4 \times 0,998} = 8,88 + 0,74 = 9,62$ т			$U_1 = \frac{13,05 + 10,50 + 11,65}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{2,94}{4 \times 0,998} = 10,10 + 0,74 = 10,84$ т				$U_1 = \frac{25,21 + 2,62}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{8,46}{4 \times 0,998} = 10,07$ т	

Примечание:

1. Усилие в поясах определяется по формуле:

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

Продолжение таблицы № 8

Сечения, отметки и базы	Схема I, I р-н гололеда			Схема I а I р-н гололеда;				Схема II, II р-н гололеда	
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на провода M_{II} и от ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$ (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода M_{II}	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$		От нагрузок на провода M_{II}	От ветра на конструкцию опоры: II траверсе $M_{W_{II}}$	От ветра на конструкцию опоры: I траверсе $M_{W_{\perp}}$			
2-2 ▽ 11,0 м b = 0,75 м	0,295 × 2 × 9,0 = 5,30 0,295 × 2 × 6,0 = 3,54 0,295 × 2 × 3,0 = 1,77 1,77 M_{II} = 10,61	0,024 × 2 × 9,5 = 0,46 0,037 × 2 × 6,5 = 0,48 0,018 × 2 × 3,5 = 0,13 0,490 × 5,0 = 2,45 0,648 $M_{W_{II}}$ = 3,52	0,285 × 6 = 1,71 0,087 × 10,0 = 0,87 2,58	0,21 × 2 × 9,0 = 3,78 0,21 × 2 × 6,0 = 2,52 0,21 × 2 × 3,0 = 1,26 1,26 M_{II} = 7,56	0,024 × 2 × 9,5 = 0,46 0,037 × 2 × 6,5 = 0,48 0,018 × 2 × 3,5 = 0,13 0,39 × 5,0 = 1,95 0,548 $M_{W_{II}}$ = 3,02	0,036 × 2 × 9,5 = 0,69 0,054 × 2 × 6,5 = 0,70 0,026 × 2 × 3,5 = 0,18 0,39 × 5,0 = 1,95 0,622 $M_{W_{\perp}}$ = 3,52	0,285 × 6 = 1,71 0,087 × 10,0 = 0,87 2,58	0,24 × 2 × 9,0 = 4,32 0,24 × 2 × 6,0 = 2,88 0,24 × 2 × 3,0 = 1,44 1,44 M_{II} = 8,64 $M_{W_{II}} = \frac{3,52}{4,8} = 0,73$	0,825 × 6 = 4,95 0,087 × 10,0 = 0,87 5,82
	$U_2 = \frac{10,61 + 3,52}{2 \times 0,75} + \frac{2,58}{4} = 9,4 + 0,65 = 10,05$ т			$U_2 = \frac{7,56 + 3,02 + 3,52}{2 \times 0,75} + \frac{2,58}{4} = 9,45 + 0,65 = \underline{10,1}$ т				$U_2 = \frac{8,64 + 0,3}{2 \times 0,5} + \frac{5,82}{4} = 7,70$ т	
1-1 ▽ 1,0 м b = 1,75 м $\cos\gamma$ = 0,998	10,61 1,77 × 10,0 = 17,70 1,77 M_{II} = 28,31	3,52 0,648 × 10,0 = 6,48 0,56 × 5,0 = 2,80 1,208 $M_{W_{II}}$ = 12,80	2,58 0,087 × 10,0 = 0,87 3,45	7,56 1,26 × 10,0 = 12,50 1,26 M_{II} = 20,16	3,07 0,548 × 10,0 = 5,48 0,45 × 5,0 = 2,25 0,998 $M_{W_{II}}$ = 10,75	3,52 0,622 × 10,0 = 6,22 0,45 × 5,0 = 2,25 1,072 $M_{W_{\perp}}$ = 11,99	2,58 0,087 × 10,0 = 0,87 3,45	8,64 1,44 × 10,0 = 14,40 $M_{W_{II}} = \frac{12,80}{4,8} = \frac{23,04}{2,67}$	5,82 0,087 × 10,0 = 0,87 6,69
	$U_1 = \frac{28,31 + 12,8}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{3,45}{4 \times 0,998} = 11,75 + 0,86 = 12,61$ т			$U_1 = \frac{20,16 + 10,75 + 11,99}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{3,45}{4 \times 0,998} = 12,30 + 0,86 = \underline{13,16}$ т				$U_1 = \frac{23,04 + 2,67}{2 \times 1,75 \times 0,998} + \frac{6,69}{4 \times 0,998} = 9,03$ т	

Примечание:

1. Усилие в поясах определяется по формуле:

$$U = \frac{\Sigma M}{2b \cdot \cos\beta} + \frac{\Sigma G}{4 \cos\beta}$$

счет усилий в раскосах ствола опор.

Таблица №9

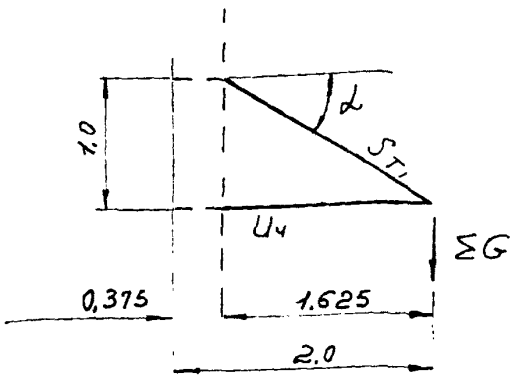
	П35-1	П35-2
Мкр	0,406тм	
D_1	0,91	0,91
Мкр	2,22тм	
D_2	3,38	3,38
Мкр	3,663тм	
D_3	4,98	4,98
D_4	3,80	3,60
D_5	3,47	3,28
D_6	2,95	2,79
D_7	2,56	2,42
D_8	2,26	2,14
D_9	2,02	1,91
D_{10}	1,83	1,73
D_{11}	1,67	1,58
D_{12}	1,54	1,45
D_{13}	1,42	1,34
D_{14}	1,32	1,25

Расчет раскосов выполнен на машине на основании исходной формулы:

$$D = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_{из}}{6} t_g \gamma}{\cos(\beta+\gamma)} + \frac{M_{кр}}{2B\cos(\beta+\gamma)} \; i$$

Расчет траверс

1. Траверса $\ell = 2{,}0$ м (провод АС-95)



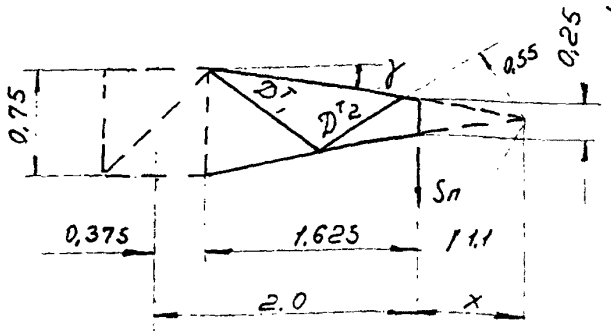
$$tg\alpha = \frac{1,0}{1,625} = 0,616$$

$$\cos\alpha = 0,851$$

$$tg\gamma = \frac{0,25}{1,625} = 0,154$$

$$\cos\gamma = 0,988$$

$$x = \frac{0,25}{2 \times tg\gamma} = 0,812 \text{ м}$$



а) Усилие в поясе. Схема III; II р-н гололеда

$S_п = 0,61$ т; $g_п = 0,125$т $g_г = 0,025$т; $g_л = 0,15 \times 1,1 = 0,165$т

$G_{тр} = 0,05 \times 1,1 = 0,06$т

$$\Sigma G = 0,25 g_п + 0,5 g_г + 0,5 g_л + 0,25 G_{тр} =$$

$$= 0,25 \times 0,125 + 0,5 \times 0,025 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,06 =$$

$$= 0,031 + 0,013 + 0,082 + 0,015 = 0,14 \text{ т}$$

$$U_з = \frac{0,61 \times 1,625}{0,75 \times 0,988} + \frac{0,14 \times 1,625}{1,0 \times 0,988} = 1,33 + 0,23 = 1,56 \text{ т}$$

б) Усилие в раскосах нижней грани

Схема III; II р-н гололеда; $S_п = 0,61$ т; $x = 0,812$ м

$M_{из} = 0,61 \times 0,812 = 0,495$ тм;

$$D^т_1 = \frac{0,495}{1,1} = 0,45 \text{ т}; \quad D^т_2 = \frac{0,495}{0,55} = 0,9 \text{ т}$$

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

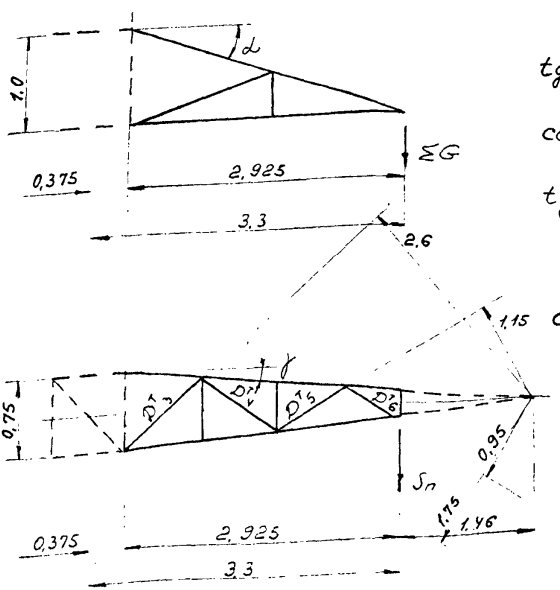
$g_п = 0{,}525$ т; $g_г = 0{,}025$ т; $G_{тр} \cong 0{,}05 \times 1{,}1 = 0{,}06$ т

$\Sigma G = 0{,}5 \times 0{,}525 + 0{,}5 \times 0{,}025 + 0{,}25 \times 0{,}06 =$

$= 0{,}263 + 0{,}013 + 0{,}015 = 0{,}291$ т

$$S_{T_1} = \frac{0{,}291 \times 1{,}625}{1{,}0 \times 0{,}851 \times 0{,}988} = 0{,}56 \text{ т};$$

2. Траверса $\ell = 3{,}3$ м; (провод АС-95)



$$tg\alpha = \frac{1{,}0}{2{,}925} = 0{,}342$$

$\cos\alpha = 0{,}946$

$$tg\gamma = \frac{0{,}75 - 0{,}25}{2 \times 2{,}925} =$$

$= 0{,}085$

$\cos\gamma = 0{,}996$

$$X = \frac{0{,}25}{2 \times 0{,}085} =$$

$= 1{,}47$ м;

а) Усилие в поясе. Схема III; II р-н гололеда;

$S_п = 0{,}61$ т; $g_п = 0{,}125$ т; $g_г = 0{,}025$ т; $g_л = 0{,}15 \times 1{,}1 = 0{,}165$ т

$G_{тр} \cong 0{,}08 \times 1{,}1 = 0{,}09$ т

$\Sigma G = 0{,}25 \times 0{,}125 + 0{,}5 \times 0{,}025 + 0{,}5 \times 0{,}165 + 0{,}25 \times 0{,}09 =$

$= 0{,}031 + 0{,}013 + 0{,}082 + 0{,}023 = 0{,}149$ т

$$U_4 = \frac{0,61 \times 2,925}{0,75 \times 0,996} + \frac{0,149 \times 2,925}{1,0 \times 0,996} = 2,39 + 0,44 = 2,83\text{т}$$

б) Усилия в раскосах нижней грани. Схема II р-н гололеда;

$S_п = 0,61\text{т} \quad X = 1,46\text{м}$

$M_{из} = 0,61 \times 1,46 = 0,89\text{тм}$

$$D_3^т = \frac{0,89}{2,6} = 0,34\text{т} \qquad D_5^т = \frac{0,89}{1,15} = 0,78\text{т}$$

$$D_4^т = \frac{0,89}{1,75} = 0,51\text{т} \qquad D_6^т = \frac{0,89}{0,95} = 0,94\text{т}$$

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

$g_п = 0,525\text{т}; \; g_г = 0,025\text{т} \; G_{тр} \cong 0,08 \times 1,1 = 0,09$

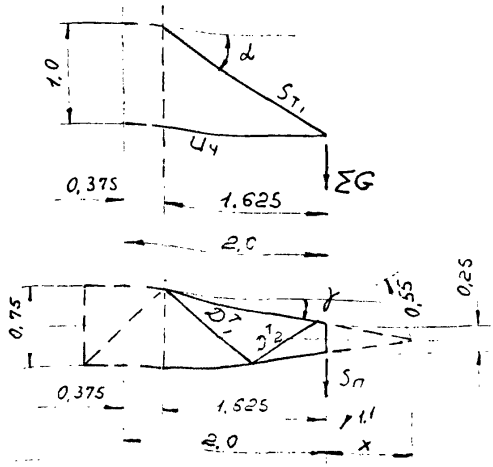
$\Sigma G = 0,5 \times 0,525 + 0,5 \times 0,025 + 0,25 \times 0,09 =$

$= 0,263 + 0,013 + 0,023 = 0,299\text{т}$

$$S_{т2} = \frac{0,299 \times 2,925}{1,0 \times 0,946 \times 0,996} = 0,93\text{т};$$

3. Траверса $e = 2,0$ м

(провод АС-150; I-II р-н гололеда)



$$tg\alpha = \frac{1,0}{1,625} = 0,616$$

$\cos\alpha = 0,851$

$$tg\gamma = \frac{0,25}{1,625} = 0,154$$

$\cos\gamma = 0,988$

$$x = \frac{0,25}{2 \times tg\gamma} = 0,812\text{м}$$

а) Усилие в поясе. Схема III; II р-н гололеда

$S_п = 1,11$ т $\quad g_п = 0,26$ т; $\quad g_г = 0,025$ т; $\quad g_л = 0,15 \times 1,1 = 0,1$

$G_{тр} \cong 0,05 \times 1,1 = 0,06$ т

$\Sigma G = 0,25 \times 0,26 + 0,5 \times 0,025 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,06 =$

$= 0,065 + 0,013 + 0,082 + 0,015 = 0,175$ т

$$U_3 = \frac{1,11 \times 1,625}{0,75 \times 0,988} + \frac{0,175 \times 1,625}{1,0 \times 0,988} = 2,44 + 0,29 = 2,73 т$$

б) Усилия в раскосах нижней грани.

Схема III; II р-н гололеда; $S_п = 1,11$ т; $X = 0,812$ м;

$M_{из} = 1,11 \times 0,812 = 0,9$ тм;

$$D_1^т = \frac{0,9}{1,1} = 0,82 т \qquad D_2^т = \frac{0,9}{0,55} = 1,64 т;$$

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

$g_п = 0,855$ т; $\quad g_г = 0,025$ т; $\quad G_{тр} \cong 0,05 \times 1,1 = 0,06$ т

$\Sigma G = 0,5 \times 0,855 + 0,5 \times 0,025 + 0,25 \times 0,06 =$

$= 0,427 + 0,013 + 0,015 = 0,455$ т

$$S_{т_1} = \frac{0,455 \times 1,625}{1,0 \times 0,851 \times 0,988} = 0,88 т;$$

(провод АС-150; III-IV р-н гололеда)

а) Усилие в поясе. Схема III, IV р-н гололеда.

$S_п = 1,11$ т; $\quad g_п = 0,175$ т; $\quad g_г = 0,025$ т; $\quad g_л = 0,15 \times 1,1 = 0,165$ т

$G_{тр} \cong 0,05 \times 1,1 = 0,06$ т

$\Sigma G = 0,25 \times 0,175 + 0,5 \times 0,025 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,06 =$

$= 0,044 + 0,013 + 0,082 + 0,015 = 0,154$ т

$$U_3 = \frac{1,11 \times 1,625}{0,75 \times 0,988} + \frac{0,154 \times 1,625}{1,0 \times 0,988} = 2,44 + 0,25 = 2,69\ т$$

б) Усилия в раскосах нижней грани. Схема III; IV р-н гололеда;

$S_n = 1,11\ т$; $X = 0,812\ м$; $M_{из} = 1,11 \times 0,812 = 0,9\ тм$;

$D_1^т = \frac{0,9}{1,1} = 0,82\ т$; $D_2^т = \frac{0,9}{0,55} = 1,64\ т$;

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

$g_n = 1,275\ т$ $g_г = 0,025\ т$; $G_{тр} \cong 0,05 \times 1,1 = 0,06\ т$

$$\Sigma G = 0,5 \times 1,275 + 0,5 \times 0,025 + 0,25 \times 0,06 =$$
$$= 0,636 + 0,013 + 0,015 = 0,664\ т$$

$$S_{т_1} = \frac{0,664 \times 1,625}{1,0 \times 0,851 \times 0,988} = 1,28\ т;$$

4. Траверса $\ell = 3,3\ м$;

(провод АС-150; I-II р-н гололеда)

а) Усилие в поясе. Схема III; II р-н гололеда

$S_n = 1,11т$; $g_n = 0,265\ т$; $g_г = 0,025\ т$; $g_л = 0,15 \times 1,1 = 0,165\ т$

$G_{тр} = 0,08 \times 1,1 = 0,09\ т$

$$\Sigma G = 0,25 \times 0,265 + 0,5 \times 0,025 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,09 =$$
$$= 0,066 + 0,013 + 0,082 + 0,022 = 0,183\ т$$

$$U_ч = \frac{1,11 \times 2,925}{0,75 \times 0,996} + \frac{0,183 \times 2,925}{1,0 \times 0,996} = 4,33 + 0,63 = 4,96\ т$$

б) Усилия в раскосах нижней грани. Схема III.

$S_n = 1,11т$; $x = 1,46м$; $M_{из} = 1,11 \times 1,46 = 1,62 тм$;

$D_3^т = \frac{1,62}{2,6} = 0,62т$ $\quad D_5^т = \frac{1,62}{1,15} = 1,41т$;

$D_4^т = \frac{1,62}{1,75} = 0,93т$ $\quad D_6^т = \frac{1,62}{0,95} = 1,7т$;

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

$g_n = 0,855т$; $g_г = 0,025т$; $G_{тр} \cong 0,08 \times 1,1 = 0,09т$

$\Sigma G = 0,5 \times 0,855 + 0,5 \times 0,025 + 0,25 \times 0,09 = 0,463т$

$S_{т2} = \frac{0,463 \times 2,925}{1,0 \times 0,946 \times 0,996} = 1,43т$;

(провод АС-150; III-IV р-н гололеда)

а) Усилие в поясе. Схема III, IV р-н гололеда.

$S_n = 1,11т$; $g_n = 0,175т$; $g_г = 0,025т$; $g_л = 0,15 \times 1,1 = 0,165т$ $G_{тр} = 0,08 \times 1,1 = 0,09т$;

$\Sigma G = 0,25 \times 0,175 + 0,5 \times 0,025 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,09 = 0,162т$;

$U_n = \frac{1,11 \times 2,925}{0,75 \times 0,996} + \frac{0,162 \times 2,925}{1,0 \times 0,996} = 4,33 + 0,47 = 4,8т$;

б) Усилие в раскосах нижней грани. Схема III;

$S_n = 1,11т$; $x = 1,46м$; $M_{из} = 1,11 \times 1,46 = 1,62 тм$;

$D_3^т = \frac{1,62}{2,6} = 0,62т$; $\quad D_5^т = \frac{1,62}{1,15} = 1,41т$;

$D_4^т = \frac{1,62}{1,75} = 0,93т$; $\quad D_6^т = \frac{1,62}{0,95} = 1,7т$;

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

$g_n = 1,275т$; $g_г = 0,025т$; $G_{тр} = 0,08 \times 1,1 = 0,09т$; $S_{т2} = \frac{0,672 \times 2,925}{1,0 \times 0,946 \times 0,996} = 2,08т$

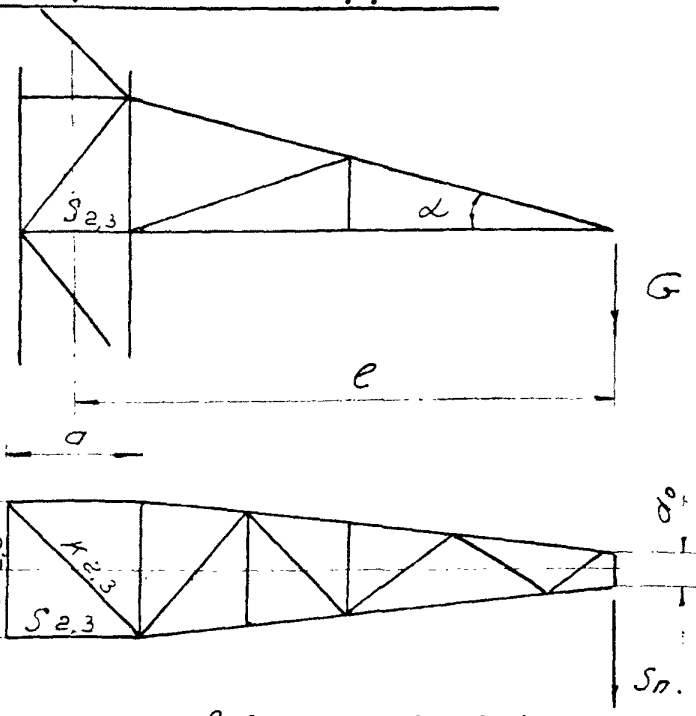
$\Sigma G = 0,5 \times 1,275 + 0,5 \times 0,025 + 0,25 \times 0,09 = 0,672т$

Расчет распорок и диафрагм

$$S' = \frac{S_n \ell}{2a};$$

$$S = \frac{S_n \ell}{a} + \frac{G}{2tg\alpha};$$

$$K = \frac{S_n \ell}{\sqrt{2}\, a};$$



1. Схема III; II р-н гололеда Провод АС-95; $S_n = 0{,}61$т,

а) Траверса $\ell = 2{,}0$ м; $b = 0{,}75$ м;

$$S_3' = \frac{0{,}61 \times 2{,}0}{2 \times 0{,}75} = 0{,}814\text{т}$$

$$S_3 = \frac{0{,}61 \times 2{,}0}{0{,}75} + 0{,}23\,^{*)} = 1{,}63 + 0{,}23 = 1{,}86\text{т};$$

$$K_3 = \frac{0{,}61 \times 2{,}0}{\sqrt{2} \times 0{,}75} = 1{,}15\text{т}$$

б) Траверса $\ell = 3{,}3$ м; $b = 0{,}75$ м;

$$S_2' = \frac{0{,}61 \times 3{,}3}{2 \times 0{,}75} = 1{,}34\text{т};$$

$$S_2 = \frac{0{,}61 \times 3{,}3}{0{,}75} + 0{,}44\,^{*)} = 2{,}69 + 0{,}44 = 3{,}3\text{т};$$

$$K_2 = \frac{0{,}61 \times 3{,}3}{\sqrt{2} \times 0{,}75} = 1{,}89\text{т};$$

*) См. расчет соответствующей траверсы

2. Схема III; IV р-н гололеда. Провод АС-150; $S_п = 1{,}11$ т

а) Траверса $c = 2{,}0$ м; $b = 0{,}75$ м;

$$S_3' = \frac{1{,}11 \times 2{,}0}{2 \times 0{,}75} = 1{,}48 \text{ т};$$

$$S_3 = \frac{1{,}11 \times 2{,}0}{0{,}75} + 0{,}29\ *) = 2{,}96 + 0{,}29 = 3{,}25 \text{ т};$$

$$K_3 = \frac{1{,}11 \times 2{,}0}{\sqrt{2} \times 0{,}75} = 2{,}05 \text{ т};$$

б) Траверса $c = 3{,}3$ м; $b = 0{,}75$ м.

$$S_2' = \frac{1{,}11 \times 3{,}3}{2 \times 0{,}75} = 2{,}44 \text{ т};$$

$$S_2 = \frac{1{,}11 \times 3{,}3}{0{,}75} + 0{,}63\ *) = 4{,}88 + 0{,}63 = 5{,}51 \text{ т};$$

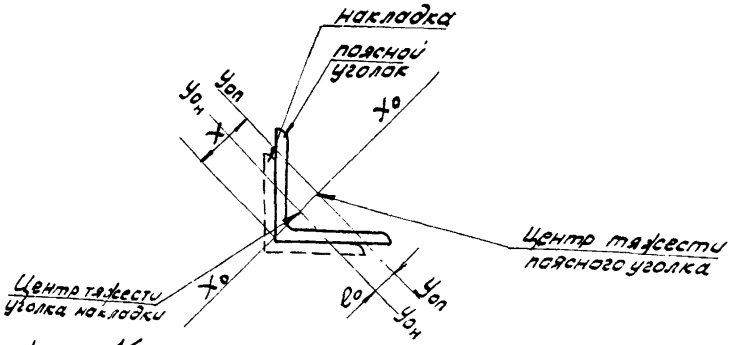
$$K_2 = \frac{1{,}11 \times 3{,}3}{2 \times 0{,}75} = 3{,}45 \text{ т};$$

*) См. расчет соответствующей траверсы.

№3078 тм-т2 35.39

Расчет стыков опоры П35-1

Стык верхней и нижней секций
(стык на одной накладке)



$$\sigma = \frac{N}{n_1 \varphi_{вп} F}$$

поясной уголок ∠ 70×6
накладка ∠ 70×6

$N = 7{,}0$ т ; $n_1 = 0{,}95$; $F = 8{,}15$ см².

$$\lambda = \frac{100}{1{,}38} = 72 \qquad l_0 = \frac{(1{,}94+0{,}6)-1{,}94}{0{,}707} = 0{,}85 \text{ см}$$

$m_1 = \eta m$, где $\eta = 1{,}0$; $\quad m = \ell \frac{FX}{J_{y_0 \cdot y_0}}$

$F = 8{,}15$ см² $\qquad J_{y_0 \cdot y_0} = 15{,}5$ см⁴

$$X = \frac{1{,}94}{0{,}707} = 2{,}74 \text{ см} ; \qquad \ell = 0{,}5\, l_0 = 0{,}5 \times 0{,}85 = 0{,}425 \text{ см}$$

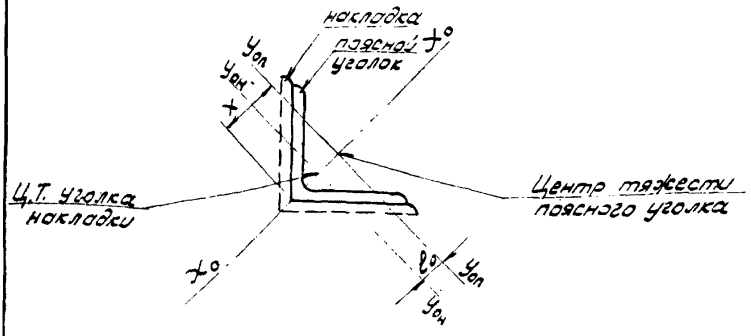
$$m = 0{,}425 \frac{8{,}15 \cdot 2{,}74}{15{,}5} = 0{,}61$$

$m_1 = 1{,}0 \times 0{,}61 = 0{,}61 \qquad \lambda = 72 \qquad \varphi_{вп} = 0{,}593$

$$\sigma = \frac{7\,000}{0{,}95 \cdot 0{,}593 \cdot 8{,}15} = 1530 \text{ кг/см}^2 < [2100] \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Расчет стыков опоры П35-2

Стык верхней и нижней секций (стык на одной накладке)



$$\sigma = \frac{N}{n_1 \varphi_{вл} F};$$ поясной уголок ∠ 70×6, накладка ∠ 80×6

$N = 7{,}95$ т $\quad n_1 = 0{,}95 \quad F = 8{,}15\ см^2$

$$\lambda = \frac{100}{1{,}38} = 72 \qquad l_0 = \frac{(1{,}94+0{,}6)-2{,}19}{0{,}707} = 0{,}5\ см$$

$m_1 = \eta m$, где $\eta = 1{,}0$; $m = l \frac{FX}{J_{y_0-y_0}}$

$F = 8{,}15\ см^2$ $\quad J_{y_0-y_0} = 15{,}5\ см^4$ $\quad X = \frac{1{,}94}{0{,}707} = 2{,}74\ см$

$l = 0{,}5 l_0 = 0{,}5 \times 0{,}5 = 0{,}25\ см$

$$m = 0{,}25 \times \frac{8{,}15 \times 2{,}74}{15{,}5} = 0{,}36$$

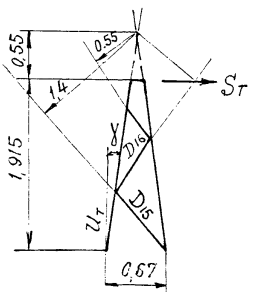
$m_1 = 1{,}0 \times 0{,}36 = 0{,}36 \quad \lambda = 72$

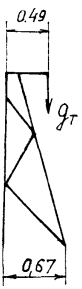
$\varphi_{вл} = 0{,}689$ $\quad \sigma = \frac{7950}{0{,}95 \cdot 0{,}689 \cdot 8{,}15} = 1500\ кг/см^2 [2100\ кг/см^2]$

Расчет тросостойки

опор П35-1 и П35-2.

(Выполнен на нагрузки опоры П35-1, указанные в таблице №2 лист 12, пересчитанные для троса ЛК-О-8 ГОСТ 3062-69, сечением $\omega = 38{,}01\ мм^2$ при $\sigma_т = 45\ кг/мм^2$)





$tg\gamma = \frac{0{,}26}{1{,}915} = 0{,}284$

$Cos\gamma = 0{,}962$

Схема IV; I р-н гололеда;

$S_т = 0{,}895т$; $q_т = 0{,}305т$; $G_{тр.} = 0{,}11т$;

1. Усилие в поясе

$$M_{из.} = 0{,}895 \times 1{,}915 + \frac{0{,}305}{2} \times 0{,}49 = 1{,}79тм$$

$$U_т = \frac{1{,}79}{2 \times 0{,}67 \times 0{,}962} + \frac{0{,}11 + 0{,}153}{4 \times 0{,}962} = 1{,}39 + 0{,}07 = 1{,}46т$$

$\angle 63 \times 5$ $\quad l_{геом.} = 115см.$

$$\lambda = \frac{115}{1{,}94} = 59 \qquad l_0 = 1{,}14 \times 59 = 67 \qquad \varphi = 0{,}825$$

$$\sigma = \frac{1460}{6{,}13 \times 0{,}825} = 290\ кг/см^2$$

2. Усилие в раскосах.

$S_T = 0,895$

$M_{кр} = 0,895 \times 0,49 = 0,44$ тм

$T = \frac{M_{кр}}{2в} = \frac{0,44}{2 \times 0,15} = 1,47$ т

$S_T + T = \frac{0,895}{2} + 1,47 = 1,92$ т

$M_{из.} = 1,92 \times 0,55 = 1,06$ тм

$D_{17} = \frac{1,06}{0,55} = 1,93$ т

$D_{16} = \frac{1,06}{0,9} = 1,18$ т

$D_{15} = \frac{1,06}{1,4} = 0,76$ т

Раскос D_{17}
L 50×4 $e = 48$ см; $\lambda = \frac{48}{0,99} = 49$ $\varphi = 0,893$

$$\sigma = \frac{1930}{3,89 \times 0,75 \times 0,893} = 740 \text{ кг/см}^2$$

Раскос D_{16}
L 50×4 $e = 68$ см $\lambda = \frac{68}{0,99} = 69$ $\varphi = 0,815$

$$\sigma = \frac{1180}{3,89 \times 0,75 \times 0,815} = 500 \text{ кг/см}^2$$

Раскос D_{15}
L 50×4 $e = 79$ см $\lambda = \frac{79}{0,99} = 80$ $\varphi = 0,75$

$$\sigma = \frac{}{3,89 \times 0,75 \times 0,75} = 350 \text{ кг/см}^2$$

Рассчитал: Токарева
Проверил: Герасимова

gost.e-ecolog.ru

болты 1М 20 $\sigma = 4$ [2,05] т;