

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 4

РАСЧЕТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР 110 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
ИНСТИТУТА *С. Бокотян* / С. БОКОТЯН /

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА
ИНСТИТУТА *И. М. Рент* / И. М. РЕНТ /

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ
ИНСТИТУТА *М. И. Левин* / М. И. ЛЕВИН /

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
ИНСТИТУТА ПО ВЛ *В. В. Овсенко* / В. В. ОВСЕНКО /

МОСКВА - 1968 г.

N 3078 Т. 4 / 10 см / 78

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

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

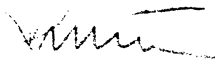
УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ 35, 110 и 150 кВ

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 4

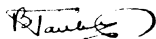
РАСЧЕТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР 110 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР



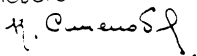
/ К. КРЮКОВ /

Зам. нач. технического отдела



/ Н. РУМЯНЦЕВ /

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ТИПОВОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ



/ К. СИНЕЛОВОВ /

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА



/ В. НОВГОРОДЦЕВ /

ЛЕНИНГРАД 1968 г.

№ 3078-4-4	Лист 2178
------------	--------------

Состав проекта

	Инвентарный номер
Том 1. Пояснительная записка	3078 тм - т 1
Том 2. Расчеты промежуточных опор ВЛ 35кв	3078 тм - т 2
Том 3. Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 35кв	3078 тм - т 3
Том 4. Расчеты промежуточных опор ВЛ 110кв	3078 тм - т 4
Том 5. Расчеты промежуточных опор ВЛ 150кв	3078 тм - т 5
Том 6. Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 110-150кв	3078 тм - т 6
Том 7. Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 35кв	3078 тм - т 7
Том 8. Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 35кв	3078 тм - т 8
Том 9. Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 110 и 150кв	3078 тм - т 9
Том 10. Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 110-150кв	3078 тм - т 10
Том 11. нагрузки на фундаменты	3078 тм - т 11

Аннотация

В настоящем томе приводятся расчеты свободностоящих промежуточных опор ВЛ 110 кВ: одноцепных П110-1, П110-3, П110-5 и двухцепных П110-2, П110-К, П110-6, а также одностоечной промежуточной опоры на оттяжках П110-7.

Все опоры рассчитаны на нагрузки III района по ветру; марки проводов по ГОСТ 839-59 и районы по гололеду, принятые в расчетах отдельных типов опор, указаны на листах нагрузок /см. листы 13 ÷ 24/

Расчеты опор выполнены по методу предельных состояний согласно нормам ПУЭ-65, СНиП II-И9-62 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 4

	листы
I Расчет свободностоящих опор	
1. Эскизы опор	7 ÷ 12
2. Нагрузки на опоры	13 ÷ 24
3. Давление ветра на конструкцию опор	25 ÷ 30
4. Расчет поясов ствола опор	31 ÷ 36
5. Расчет раскосов ствола опор	37
6. Расчет траверс	38 ÷ 46
7. Расчет распорок и диафрагм	47 ÷ 49
8. Расчет стыков поясов ствола	50 ÷ 64
II. Расчет опоры на оттяжках	
9. Эскиз опоры	65
10. Нагрузки на опору	66 ÷ 67
11. Давление ветра на конструкцию опоры	68
12. Расчет стойки и оттяжек опоры	69 ÷ 73
13. Расчет нижней траверсы	74 ÷ 77
14. Расчет стыков поясов ствола	78

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

для опоры П110-1 листы: 3, 7, 13, 14, 25, 31, 37, 38, 39, 40, 47, 50, 51,
3078 тм - 141

для опоры П110-3 листы: 3, 8, 15, 16, 26, 32, 37, 41, 42, 43, 48, 52, 53,
3078 тм - 142

для опоры П110-5 листы: 3, 9, 17, 18, 27, 33, 37, 44, 45, 46, 49, 54, 55,
3078 тм - 143

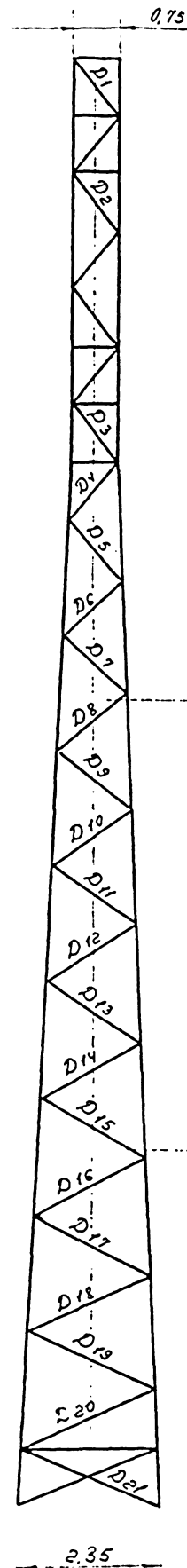
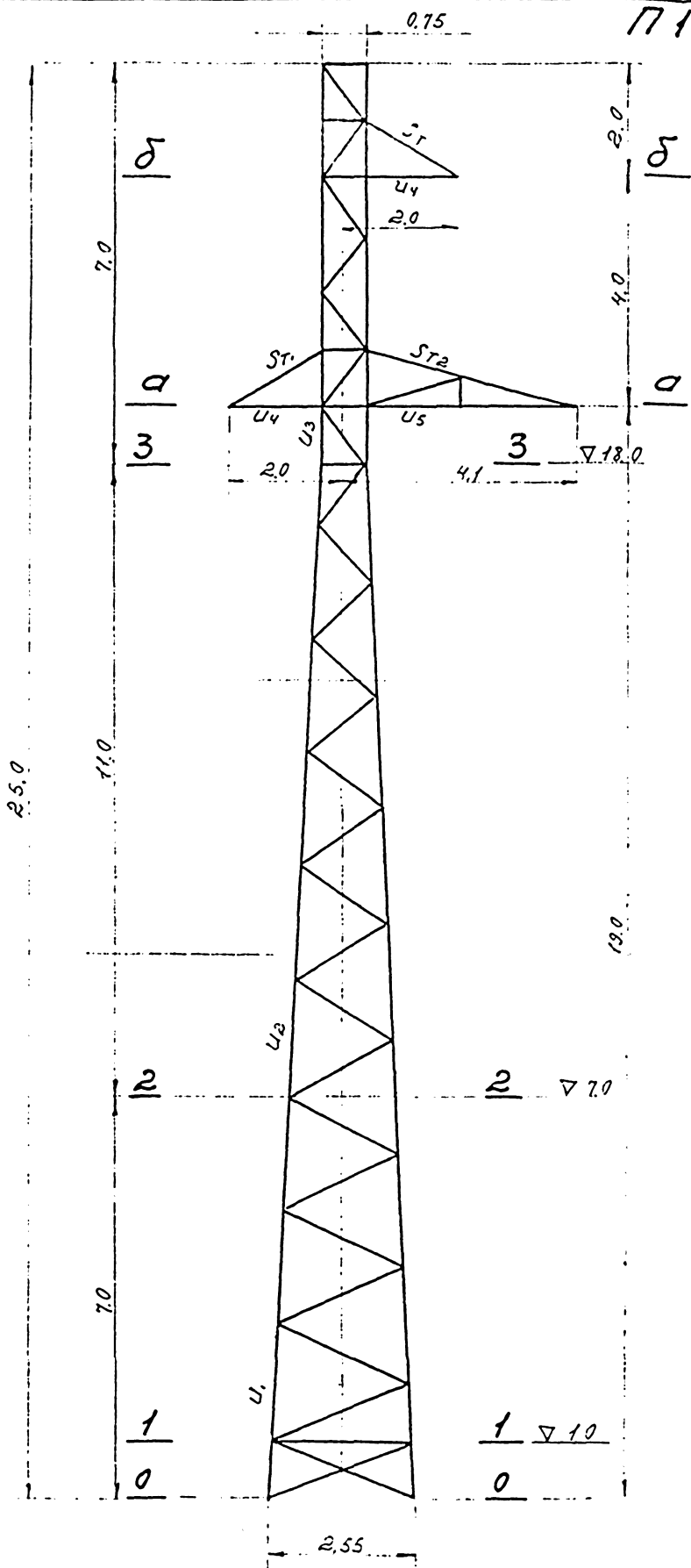
для опоры П110-2 листы: 3, 10, 19, 20, 28, 34, 37, 38, 39, 40, 47, 52, 53,
3078 тм - 144

для опоры П110-4 листы: 3, 11, 21, 22, 29, 35, 37, 41, 42, 43, 48, 58, 59,
3078 тм - 145

для опоры П110-6 листы: 3, 12, 23, 24, 30, 36, 37, 44, 45, 46, 49, 60, 61, 62,
3078 тм - 146

для опоры П110-7 листы: 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78,
3078 тм - 147.

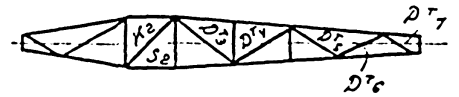
Стрелка 8.01.83



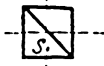
Сечение 8-8



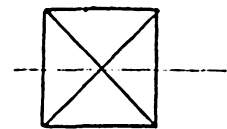
Сечение а-а



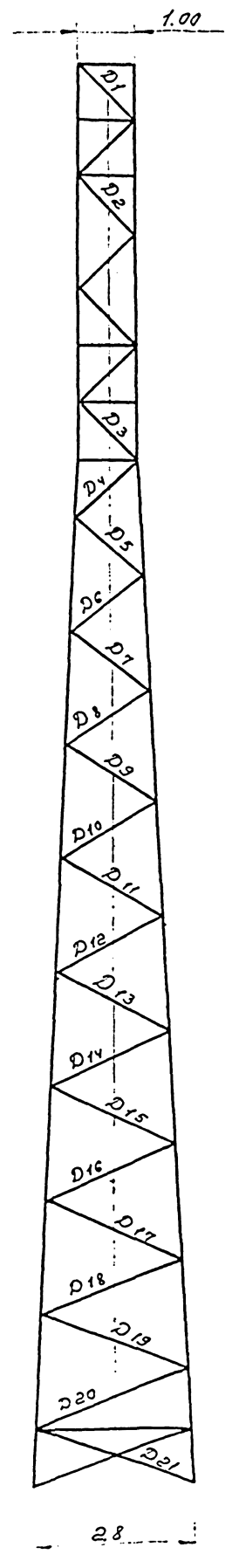
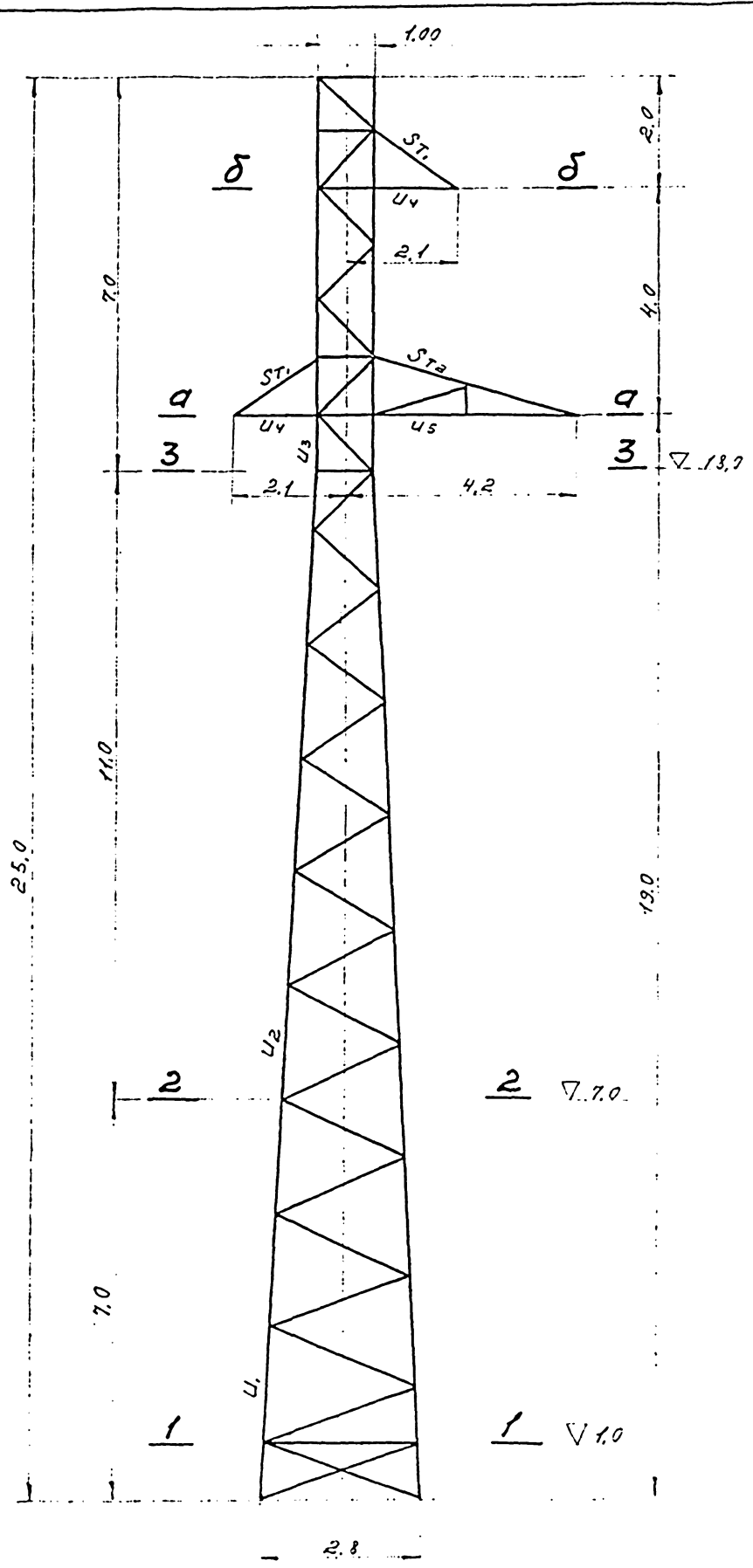
Сечение 3-3



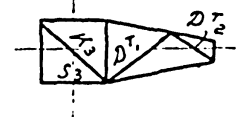
Сечение 1-1



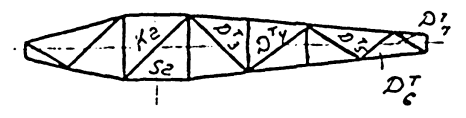
П 110-3



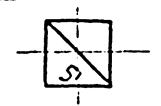
Сечение 5-5



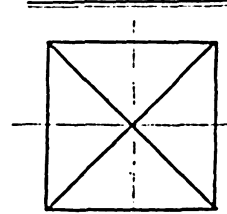
Сечение а-а



Сечение 3-3

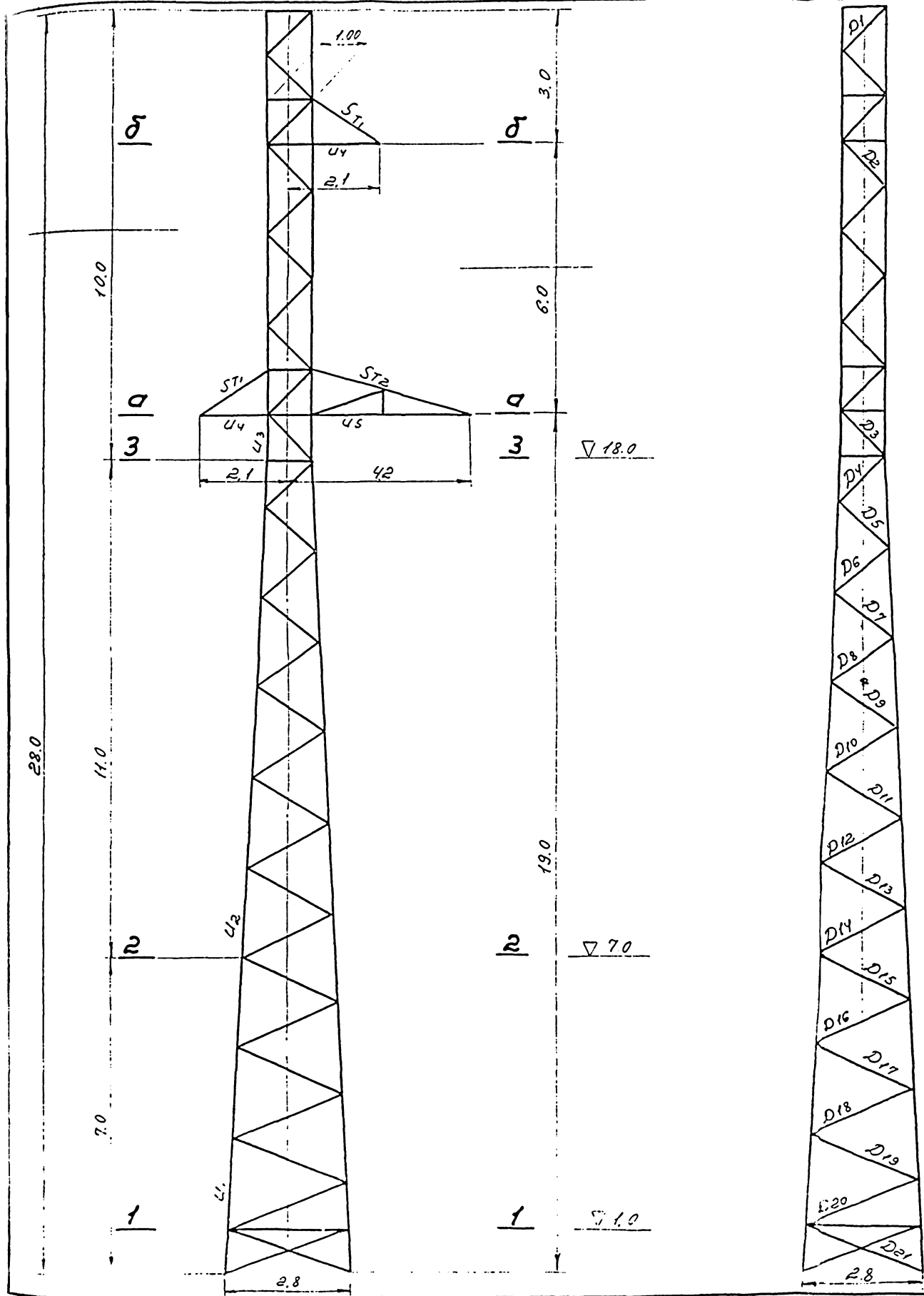


Сечение 1-1

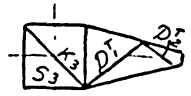


П 110-3	1.	Лист
1100/0101-1	1	8/18

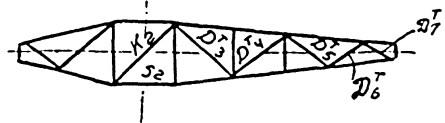
П 110-5



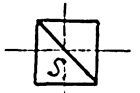
Сечение $\delta-\delta$



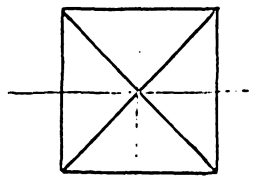
Сечение $\alpha-\alpha$



Сечение 3-3

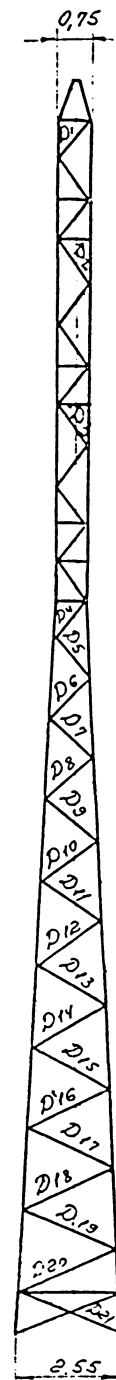
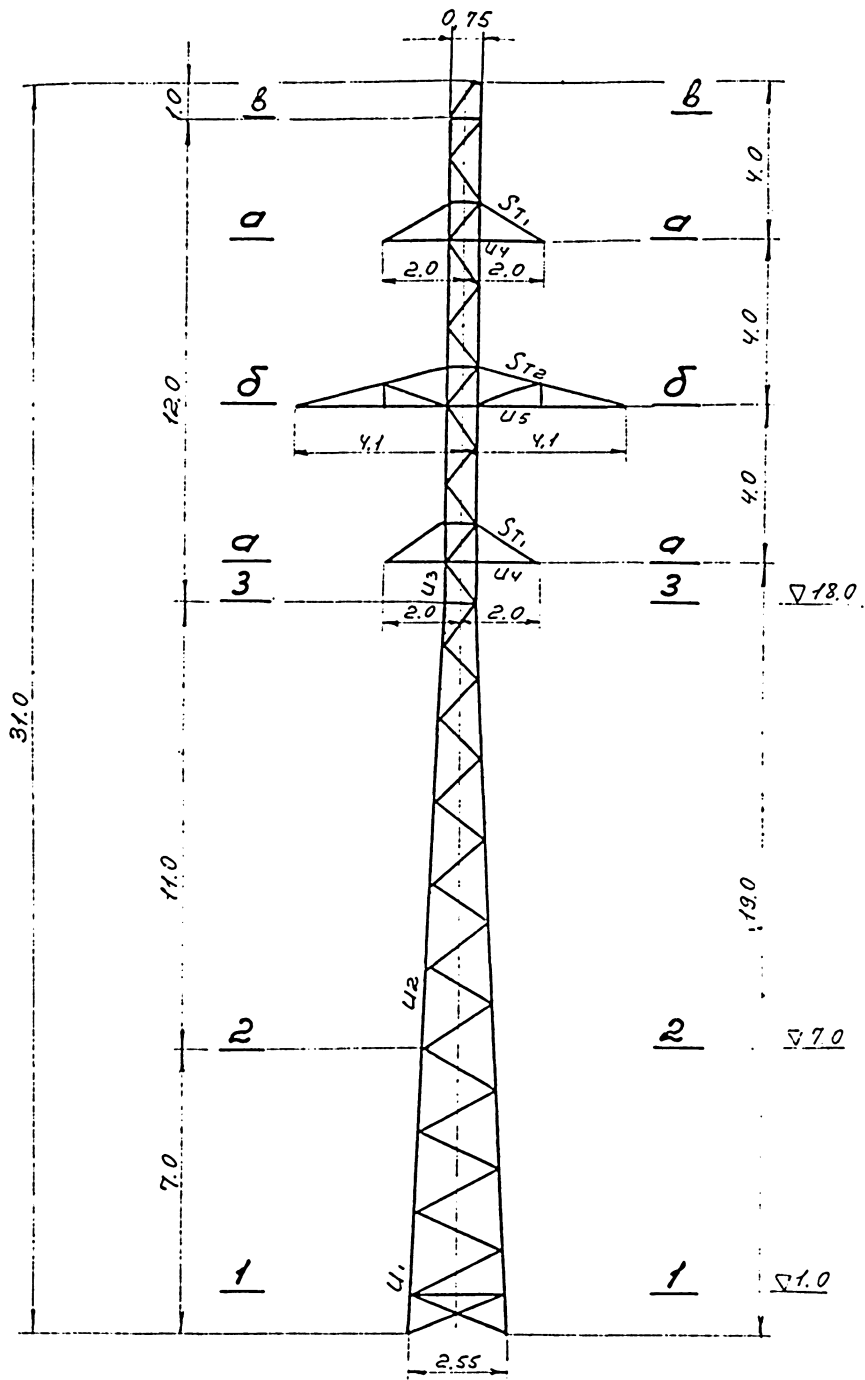


Сечение 1-1

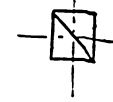


N3078	ТМ-Т4	Лист	978
-------	-------	------	-----

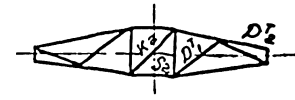
Л 110-2



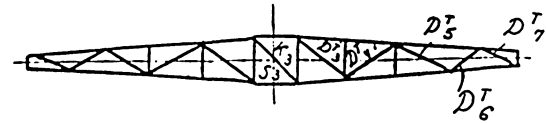
Сечение В-В



Сечение д-д



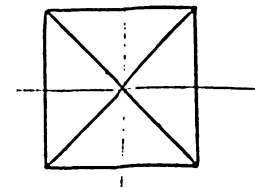
Сечение б-б

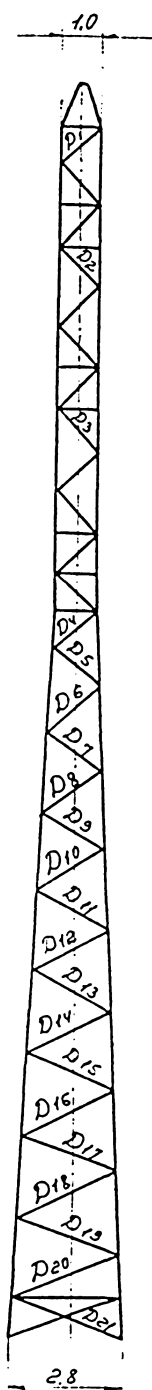
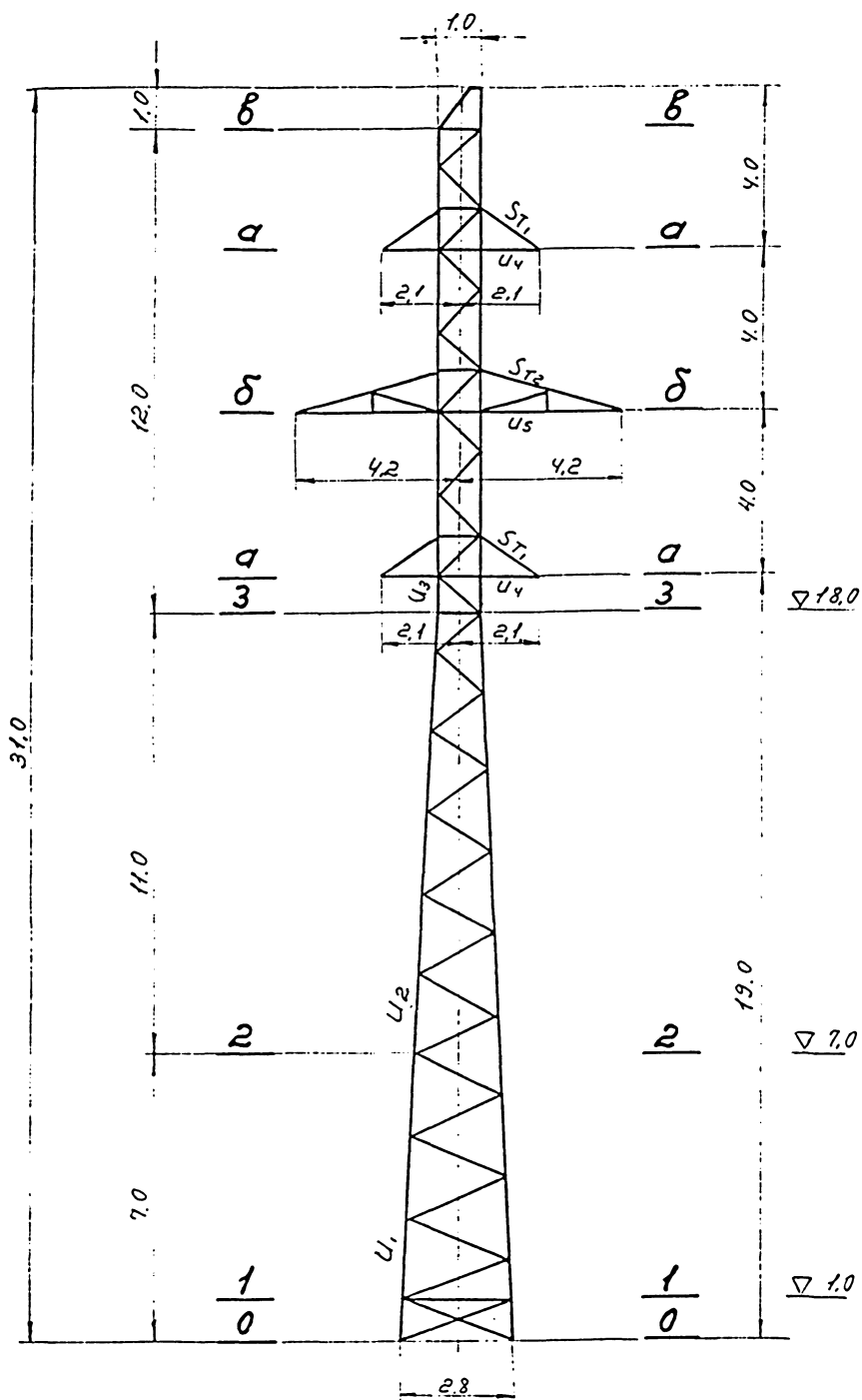


Сечение з-з

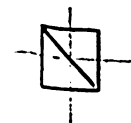


Сечение 1-1

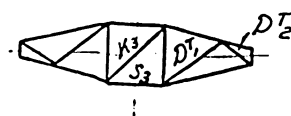




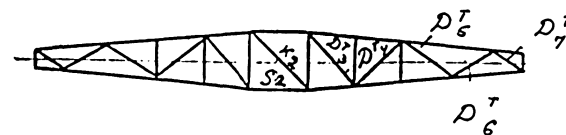
Сечение 6-6



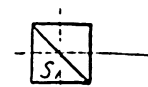
Сечение 4-4



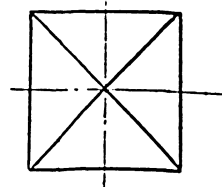
Сечение 5-5



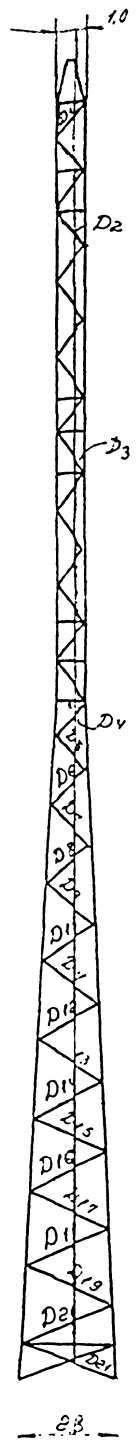
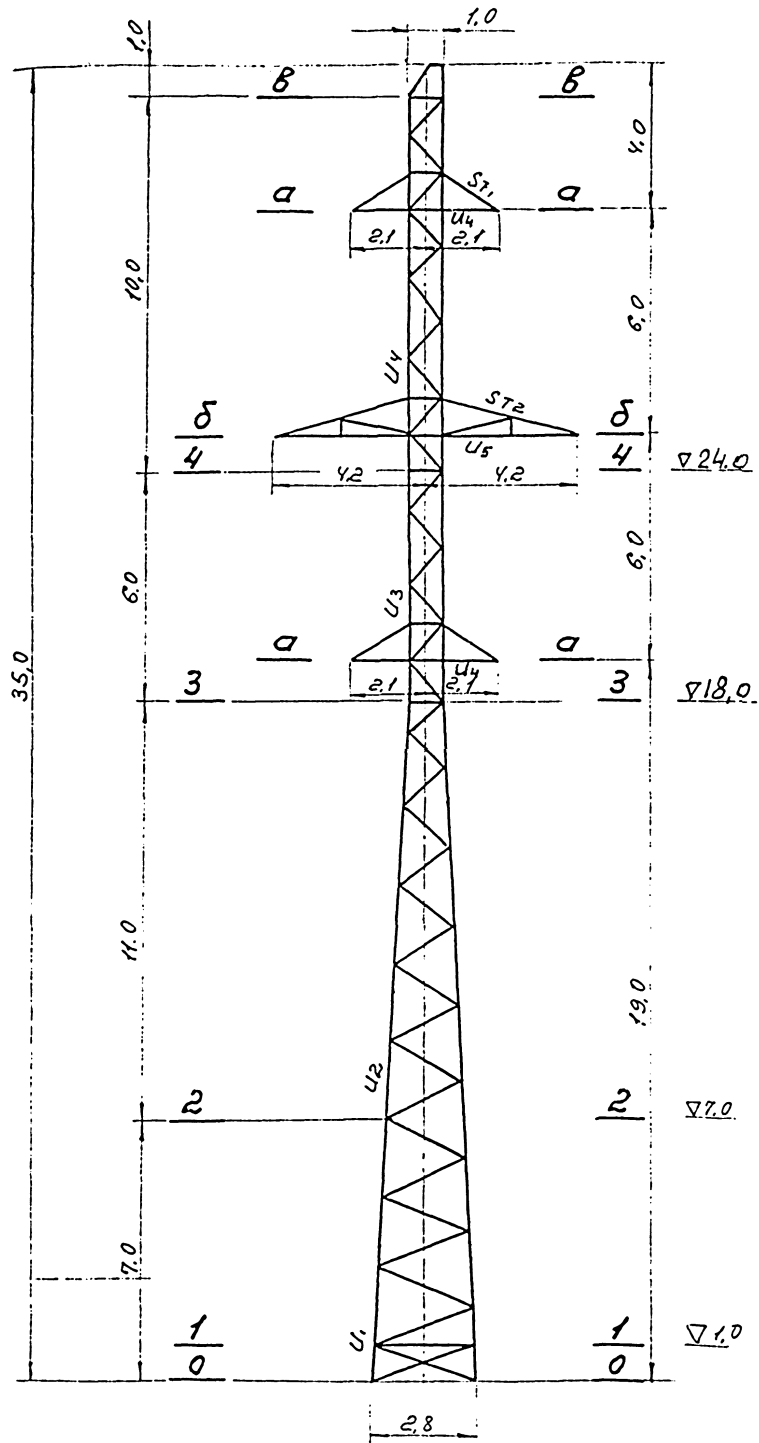
Сечение 3-3



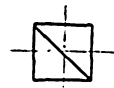
Сечение 1-1



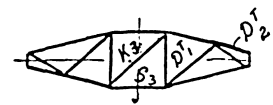
П 110-6



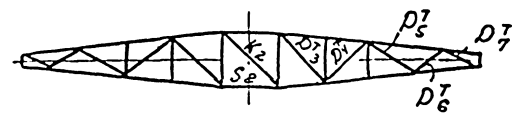
Сечение в-в



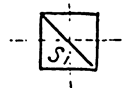
Сечение а-а



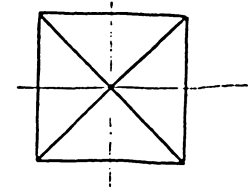
Сечение б-б



Сечение 3-3



Сечение 1-1



Нагрузки на одноцепную промежуточную опору П 110 - 1

Таблица №1

ИИ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия.	Схемы нагрузок	Род нагрузок	I P-н гололеда						II P-н гололеда						
					AC-95			C-50			AC-95			C-50			
					375м						375м						
					470м						380м						
375м						305м											
						нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн
I	Провода и трос не оборваны и स्वा- бодны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}C; C = 0; \rho_n^H = 50 \text{ кг/м}^3; \rho_T^H = 68 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет провода, троса. Вес пролета про- вода, троса. Вес гирлянд изо- ляторов. Суммарная верти- кальная нагрузка.	P_n	240	1,2	290	200	1,2	240	240	1,2	290	200	1,2	240
					P_n	180	1,1	200	195	1,1	215	150	1,1	165	160	1,1	180
					P_n	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
					P_n	220	—	245	195	—	215	190	—	210	160	—	180
I ^a	Провода и трос не оборваны и свобод- ны от гололеда. Ветер направлен под $\angle 45^{\circ}$ к оси траверс.	$t = -5^{\circ}C; C = 0; \rho_n^H = 50 \text{ кг/м}^3; \rho_T^H = 68 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет провода, троса. Вес пролета про- вода, троса. Вес гирлянд изоля- торов. Суммарная верти- кальная нагрузка.	P_n	170	1,2	205	140	1,2	170	170	1,2	205	140	1,2	170
					P_n	180	1,1	200	195	1,1	215	150	1,1	165	160	1,1	180
					P_n	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
					P_n	220	—	245	195	—	215	190	—	210	160	—	180
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}C; C = 5 \text{ мм}; \rho_n^H = 115 \text{ кг/м}^3; \rho_T^H = 170 \text{ кг/м}^3; C = 10 \text{ мм}; \rho_n^H = 170 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет провода троса. Вес пролета про- вода, троса. Вес гирлянд изо- ляторов. Суммарная верти- кальная нагрузка.	P_n	130	1,4	185	145	1,4	200	190	1,4	265	220	1,4	310
					P_n	180	1,1	200	195	1,1	215	150	1,1	165	160	1,1	180
					P_n	120	2,0	240	95	2,0	190	250	2,0	500	205	2,0	410
					P_n	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
P_n	340	—	485	285	—	400	440	—	710	365	—	590					

3028гм/ч л. 14/78

Продолжение таблицы №1

№ схем	Расчетные схемы	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Продолжение таблицы №1												
					I р-н галаледа						II р-н галаледа						
					АС-95			С-50			АС-95			С-50			
					С вет	С вес	С год	С вет	С вес	С год	С вет	С вес	С год	С вет	С вес	С год	
нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.						
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q^H = 0.$		Тяжесть провода при обрыве	S_n	580	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	600	—	—	—	585	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	610	—	—	—
				Вес пролета провода, траса.	q_n	180	1,1	200	190	1,1	210	150	1,1	165	160	1,1	180
				Вес гирлянд изоляторов.	q_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$q_n + q_r$	220	—	245	190	—	210	190	—	210	160	—	180
IV	Оборван один трас. Провод не оборван. Тяжение траса равно половине максимального тяжения.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q^H = 0.$		Тяжение траса при обрыве.	S_r	—	—	—	1305	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1360	—	—	—	1305	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1360
				Вес пролета провода, траса.	q_n	180	1,1	200	190	1,1	210	150	1,1	165	160	1,1	180
				Вес гирлянд изоляторов	q_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$q_n + q_r$	220	—	245	190	—	210	190	—	210	160	—	180

Примечания

- Высота центра тяжести траса - 20 м.
Нормативный скоростной напор $q^H = 1,36 \times 50 = 68 \text{ кг/м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8.
- Максимальное напряжение в трасе принято условно $\sigma_{тmax} = 54 \text{ кг/мм}^2$.
- Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

Нагрузки на одноцепную промежуточную опору Л 10-3

Таблица №2

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия.	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Планируемая	I р-н гололеда						II р-н гололеда							
						АСО-240			С-50			АСО-240			С-50				
						С ветр						395 м							
						С вес						495 м							
С град						395 м													
						нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет		
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; \rho_n^H = 50 \text{ кг/м}^3; \rho_n^T = 68 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет проводов, троса.	P_n	370	1,2	445	210	1,2	250	370	1,2	445	210	1,2	250		
					Вес пролета проводов, троса.	P_p	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215	
						Вес гирлянд изоляторов.	P_g	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
							Суммарная вертикальная нагрузка.	P_n+P_p	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—
I ^a	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под $\angle 45^{\circ}$ к оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; \rho_n^H = 50 \text{ кг/м}^3; \rho_n^T = 68 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет проводов, троса.	P_n	260	1,2	310	150	1,2	180	260	1,2	310	150	1,2	180		
					Вес пролета проводов, троса.	P_p	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215	
						Вес гирлянд изоляторов.	P_g	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
							Суммарная вертикальная нагрузка.	P_n+P_p	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 5 \text{ мм}; \rho_n^H = 125 \text{ кг/м}^3; \rho_n^T = 125 \text{ кг/м}^3; t = -5^{\circ}\text{C}; C = 10 \text{ мм}; \rho_n^H = 10 \text{ мм}; \rho_n^T = 125 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет проводов, троса.	P_n	185	1,4	260	155	1,4	220	245	1,4	345	235	1,4	330		
					Вес пролета проводов, троса.	P_p	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215	
						Вес гирлянд изоляторов.	P_g	180	2,0	380	100	2,0	200	425	2,0	850	255	2,0	510
							Суммарная вертикальная нагрузка.	P_n+P_p	690	—	930	305	—	425	905	—	1380	450	—

одобвление таблицы № 2

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия.	Схемы нагрузок	Род нагрузок	АСО-240						II Р-Н гололеда							
					АСО-240		С-50		АСО-240		С-50							
					нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.					
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору	$t = -5^{\circ}\text{C}; \text{C}=0; \varphi^H=0$		Тяжение провода при обрыве.	S_n	1035	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1080	—	—	—	—	—	—	—			
				Вес пролета провода, троса.	q_n	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215	
				Вес гирлянд изоляторов.	q_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	q_n+q_r q_t	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—	215	
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения.	$t = -5^{\circ}\text{C}; \text{C}=0; \varphi^H=0$		Тяжение троса при обрыве.	S_T	—	—	1305	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1360	—	—	—	1305	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1360		
				Вес пролета провода, троса.	q_n q_t	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215	
				Вес гирлянд изоляторов.	q_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	q_n+q_r q_t	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—	215	

Примечания

- Высота центра тяжести троса 20 м
Нормативный скоростной напор $q_T = 1,36 \times 50 = 68 \text{ кг/м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8
- Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{т.мах} = 54 \text{ кг/мм}^2$
- Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

20248 м/ч а. 27/29

Нагрузки на одноцепную промежуточную опору П 110-5

Таблица №3

Расчёт схемы.	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок.	Род нагрузок	Возможная челюсть	III р-н гололеда.						IV р-н гололеда.						
					АСО-240			С-50			АСО-240			С-50			
					330 м												
					415 м												
330 м																	
360 м																	
290 м																	
						нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; \rho_n = 30 \text{ кг/м}^3; \rho_T = 60 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет провода, троса. Вес пролёта провода, троса. Вес гирлянд изоляторов. Суммарная вертикальная нагрузка.	P _n	305	1,2	365	175	1,2	210	305	1,2	365	175	1,2	210
					P _T	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165
					g _n + g _T	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
					g _n + g _T	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под 45° к оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; \rho_n = 30 \text{ кг/м}^3; \rho_T = 60 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет провода, троса. Вес пролёта провода, троса. Вес гирлянд изоляторов. Суммарная вертикальная нагрузка.	P _n	215	1,2	260	125	1,2	150	215	1,2	260	125	1,2	150
					P _T	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165
					g _n + g _T	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
					g _n + g _T	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 15 \text{ мм}; \rho_n = 140 \text{ кг/м}^3; C = 20 \text{ мм}; \rho_n = 17 \text{ кг/м}^3$		Давление ветра на пролет провода, троса. Вес пролёта провода, троса. Вес гирлянд изоляторов. Суммарная вертикальная нагрузка.	P _n	285	1,4	400	260	1,4	365	340	1,4	475	330	1,4	460
					P _T	645	2,0	1290	425	2,0	850	845	2,0	1690	590	2,0	1180
					g _n + g _T	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
					g _n + g _T	1070	—	1760	595	—	1035	1220	—	2105	740	—	1345

Продолжение таблицы №3

Расчетные схемы.	Расчётные климатические условия.	Схемы нагрузок.	Род нагрузок.	Объём квн- ченя С без С вес С габ	III р-н гололеда						IV р-н гололеда						
					АСО-240			С-50			АСО-240			С-50			
					330 м						330 м						
					415 м						360 м						
330 м						290 м											
				нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.		
III Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору	$t = -5^{\circ}\text{C}; C=0; q''=0;$		Тяжение провода при обрыве	S_n	1240	$\frac{1,3 \times 0,8}{=1,04}$	1290	—	—	—	1240	$\frac{1,3 \times 0,8}{=1,04}$	1290	—	—		
			Вес пролета провода, троса.	g_n	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165	
			Вес гирлянд изоляторов.	g_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—	—
			Суммарная вер- тикальная наг- рузка.	$g_n + g_r$	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165	
IV Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максималь- ного тяжения.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C=0; q''=0$		Тяжение троса при обрыве.	S_T	—	—	1305	$\frac{1,3 \times 0,8}{=1,04}$	1360	—	—	—	1305	$\frac{1,3 \times 0,8}{=1,04}$	1360		
			Вес пролета провода, троса.	g_n	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165	
			Вес гирлянд изоляторов.	g_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—	
			Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n + g_r$	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165	

Примечания:

- Высота центра тяжести троса 20,4 м
Нормативный скоростной напор $q_n = 1,36 \times 50 = 68 \text{ кг/м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты
перегрузки умножены на коэффициент сачетания 0,8
- Максимальное напряжение в тросе принято
условно $\sigma_{T, \max} = 54 \text{ кг/м}^2$
- Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

3075тм/кч л. 1978г

Нагрузки на двухцепную промежуточную опору П 110-2

таблица № 4

Расчётные схемы	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок.	Род нагрузок	Общая ценная нагрузка	I р-н гололёда						II р-н гололёда							
					АС-95			С-50			АС-95			С-50				
					375 Н						375 Н							
					470 Н						380 Н							
375 Н						305 Н												
						нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	
I Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; \left\{ \begin{array}{l} q_n^H = 50 \text{ кг/м}^2 \\ q_T^H = 72 \text{ кг/м}^2 \end{array} \right.$		Давление ветра на пролёт провода, троса.	P_n P_T	240	1,2	290	205	1,2	245	240	1,2	290	205	1,2	245		
					Вес пролёта прова- да, троса	q_n	180	1,1	200	195	1,1	215	150	1,1	165	160	1,1	180
						q_T	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
						q_n+q_T	220	—	245	195	—	215	190	—	210	160	—	180
Ia Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен под $\angle 45^{\circ}$ к оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; \left\{ \begin{array}{l} q_n^H = 50 \text{ кг/м}^2 \\ q_T^H = 72 \text{ кг/м}^2 \end{array} \right.$		Давление ветра на пролёт провода, тра- са.	P_n P_T	170	1,2	205	145	1,2	175	170	1,2	205	145	1,2	175		
					Вес пролёта про- вода, троса.	q_n	180	1,1	200	195	1,1	215	150	1,1	165	160	1,1	180
						q_T	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
						q_n+q_T	220	—	245	195	—	215	190	—	210	160	—	180
II Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси траверс	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 5 \text{ мм}; \left\{ \begin{array}{l} q_n^H = 125 \text{ кг/м}^2 \\ q_T^H = 18 \text{ кг/м}^2 \end{array} \right.$ $t = -5^{\circ}\text{C}; C = 10 \text{ мм}$		Давление ветра на пролёт провода, троса.	P_n P_T	130	1,4	185	155	1,4	215	190	1,4	265	235	1,4	320		
					Вес пролёта прова- да, троса.	q_n	180	1,1	200	195	1,1	215	150	1,1	165	160	1,1	180
						q_T	120	2,0	240	95	2,0	190	250	2,0	500	205	2,0	410
						q_n+q_T	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
Вес гирлянды изоля- торов.	q_g	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—					
	q_n+q_g	340	—	485	285	—	400	440	—	710	365	—	590					
	q_T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					

Продолжение таблицы №4

№ схем	Расчётные схемы.	Расчётные климатические условия.	Схемы нагрузок	Род нагрузок	I р-н гололеда						II р-н гололеда							
					АС-95			С-50			АС-95			С-50				
					Г ветр						375 м							
					Г вес						470 м							
Г град						370 м												
				нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.			
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору.	$t = -5^{\circ}\text{C}; c=0; q^{\text{л}}=0;$		Тяжесть провода при обрыве.	S_T	580	$\frac{1,3 \times 0,8}{=1,04}$	600	—	—	—	585	$\frac{1,3 \times 0,8}{=1,04}$	610	—	—		
				Вес пролёта провода, траса.	g_n	180	1,1	200	190	1,1	210	150	1,1	165	160	1,1	180	
				Вес гирлянд изоляторов	g_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n + g_r$	220	—	245	190	—	210	190	—	210	160	—	180	
IV	Оборвана не одна траса. Тяжесть траса равна половине максимальной тяжения.	$t = -5^{\circ}\text{C}; c=0; q^{\text{л}}=0$		Тяжесть траса при обрыве.	S_T	—	—	—	130,5	$\frac{1,3 \times 0,8}{=1,04}$	1360	—	—	1305	$\frac{1,3 \times 0,8}{=1,04}$	1360		
				Вес пролёта провода, траса.	g_n	180	1,1	200	190	1,1	210	150	1,1	165	160	1,1	180	
				Вес гирлянд изоляторов.	g_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—	
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n + g_r$	220	—	245	190	—	210	190	—	210	160	—	180	

Примечания

- Высота центра тяжести траса - 23,7 м
Нормативный скоростной напор $q_T^{\text{н}} = 1,44 \times 50 = 72 \text{ Н/м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8
- Максимальное напряжение в трасе принято условно $\sigma_{T \max} = 54 \text{ кг/мм}^2$
- Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

2028 см/4 л. 21/30

Нагрузки на двухцепную промежуточную опору П 110-4

Таблица №5

ИИ СМН	Расчетные схемы.	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок.	Дав-ление Светр С вес С габ	I р-н гололеда						II р-н гололеда					
						АСО-240			С-50			АСО-240			С-50		
						395М						395М					
						495М						475М					
395М						380М											
						нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	t = -5°C; C = 0; q _н = 50 кг/м ² ; q _л = 7 кг/м ²		Давление ветра на пролет проводов, троса.	P _н	370	1,2	445	220	1,2	260	370	1,2	445	220	1,2	260
				Вес пролёта проводов, троса.	q _п	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215
				Вес гирлянд изоляторов.	q _г	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	q _п +q _г	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—	215
Ia	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под 45° к оси траверс.	t = -5°C; C = 0; q _н = 50 кг/м ² ; q _л = 12 кг/м ²		Давление ветра на пролет проводов, троса.	P _н	260	1,2	310	160	1,2	190	260	1,2	310	160	1,2	190
				Вес пролёта проводов, троса.	q _п	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215
				Вес гирлянд изоляторов.	q _г	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	q _п +q _г	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—	215
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	t = -5°C; C = 5 мм; q _н = 12,5 кг/м ² ; q _л = 18 кг/м ² ; C = 10 мм; q _л = 18 кг/м ²		Давление ветра на пролет проводов, троса.	P _н	185	1,4	260	160	1,4	225	245	1,4	345	250	1,4	350
				Вес пролёта проводов, троса.	q _п	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215
				Вес гирлянд изоляторов.	q _г	190	2,0	380	100	2,0	200	425	2,0	850	255	2,0	510
				Суммарная вертикальная нагрузка.	q _п +q _г	690	—	930	305	—	425	905	—	1380	450	—	725

ЗУБЕНКО И. В. 2017

Продолжение таблицы №5

Расчётные схемы	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Объём центра веса в каб.	I р-н галопеда						II р-н галопеда					
					АСО-240			С-50			АСО-240			С-50		
					395М						395М					
					495М						475М					
395М						380М										
				нормат.		п		расчёты		нормат.		п		расчёты		
III Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору. $t = -5^{\circ}\text{C}; C=0; q^H=0$		Тяжение провода при обрыве.	S_n	1035	$\frac{1.3 \times 0.8}{1.04}$	1080	—	—	—	1240	$\frac{1.3 \times 0.8}{1.04}$	1290	—	—	—	
		Вес пролёта про- вода, троса.	g_n	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215	
		Вес гирлянд изоляторов.	g_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—	—
		Суммарная вер- тикальная на- грузка.	g_n+g_r	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—	215	
IV Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максима- льного тяжения $t = -5^{\circ}\text{C}; C=0; q^H=0$		Тяжение троса при обрыве.	S_T	—	—	—	1305	$\frac{1.3 \times 0.8}{1.04}$	1360	—	—	—	1305	$\frac{1.3 \times 0.8}{1.04}$	1360	
		Вес пролёта провода, троса.	g_n	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215	
		Вес гирлянд изоляторов.	g_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—	—
		Суммарная вертикальная нагрузка.	g_n+g_r	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—	215	

Примечания:

1. Высота центра тяжести троса 23,7 м
Нормативный скоростной напор $q_T = 1,44 \times 50 = 72 \text{ кг/м}^2$
2. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сечения 0,8
3. Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{\text{тmax}} = 54 \text{ кг/мм}^2$
4. Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг

Нагрузки на двухцепную промежуточную опору П110-6

Таблица № 6

ИИ СХЕМ	Расчетные схемы.	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок.	Род нагрузок	Возможная цена	III Р-Н галопеда						IV Р-Н галопеда.							
						АСО-240			С-50			АСО-240			С-50				
						в ветр						330 М							
						в вес						415 М							
в габ.						330 М						290 М							
						нормат.	п	расчёт.	нормат.	п	расчёт.	нормат.	п	расчёт.	нормат.	п	расчёт.		
I	Провода и трос не оборваны и свободны от галопеда. ветер направлен вдоль оси траверс.	$\tau = 5^\circ \text{С}; \tau_0 = 0; \varphi_H = 53 \text{ кН/м}^2; \varphi_T = 77 \text{ кН/м}^2$		Давление ветра на пролёт провода, троса.	P_n	310	1,2	370	185	1,2	220	310	1,2	370	185	1,2	220		
					P_t														
					g_n	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165		
					g_t	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—		
				Суммарная вертикальная нагрузка.	g_n+g_t	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165		
IIa	Провода и трос не оборваны и свободны от галопеда. ветер направлен под 45° к оси траверс	$\tau = 5^\circ \text{С}; \tau_0 = 0; \varphi_H = 53 \text{ кН/м}^2; \varphi_T = 77 \text{ кН/м}^2$		Давление ветра на пролёт провода, троса.	P_n	225	1,2	270	135	1,2	160	225	1,2	270	135	1,2	160		
					P_t														
					g_n	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165		
					g_t	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—		
				Суммарная вертикальная нагрузка.	g_n+g_t	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165		
IIb	Провода и трос не оборваны и покрыты галопедам. ветер направлен вдоль оси траверс.	$\tau = 3^\circ \text{С}; \tau_0 = 15 \text{ мм}; \varphi_H = 110 \text{ кН/м}^2; \varphi_T = 19 \text{ кН/м}^2; \text{С} = 20 \text{ мм}$		Давление ветра на пролёт провода, троса.	P_n	285	1,4	400	295	1,4	415	370	1,4	475	370	1,4	520		
					P_t														
					g_n	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165		
					g_t	645	2,0	1290	425	2,0	850	845	2,0	1630	590	2,0	1180		
				Суммарная вертикальная нагрузка.	g_n+g_t	1070	—	1760	595	—	1035	1220	—	2105	740	—	1345		

ЭОСВМ/4 д. 21/79

Продолжение таблицы №6

№ схем	Расчётные схемы.	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III р-н галаледа			IV р-н галаледа								
						АСО-240		С-50		АСО-240		С-50					
						Высота			Высота			Высота					
						В вес			В вес			В вес					
Р таб			Р таб			Р таб											
						нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.			
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q^H = 0;$		Тяжение провода при обрыве	S_n	1240	$\frac{1.3 \times 0.8}{1.04}$	1290	—	—	—	1240	$\frac{1.3 \times 0.8}{1.04}$	1290	—	—	
				Вес пролёта провода, троса	q_n	385	1.1	425	170	1.1	185	335	1.1	370	150	1.1	165
				Вес гирлянды изоляторов.	q_g	40	1.1	45	—	—	—	40	1.1	45	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$q_n + q_g$	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны, тяжение троса равно половине максимального тяжения.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q^H = 0;$		Тяжение троса при обрыве.	S_T	—	—	—	$1305 \frac{1.3 \times 0.8}{1.04}$	1360	—	—	—	$1305 \frac{1.3 \times 0.8}{1.04}$	1360		
				Вес пролёта провода, троса.	q_n	385	1.1	425	170	1.1	185	335	1.1	370	150	1.1	165
				Вес гирлянды изоляторов.	q_g	40	1.1	45	—	—	—	40	1.1	45	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$q_n + q_g$	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165

Примечания.

- Высота центра тяжести троса - 27,9 м
Нормативный скоростной напор $q_T^H = 1,53 \times 50 = 77 \text{ кг м}^2$;
- Высота центра тяжести провода - 15,9 м
Нормативный скоростной напор $q_n^H = 50 \times 1,063 = 53 \text{ кг м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания.
- Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{тmax} = 54 \text{ кг/м}^2$
- Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

2018 г. 14.11.2018

Давление ветра на конструкцию опоры ПНО-1 по схемам I и II^а

Таблица №7

Наименование свехи	Эскиз и средняя отметка сехи (м)	Коэффициент увеличения скорости ветра по высоте по формуле: $V_z = V_{10} \sqrt{z/10}$	Нормативная скорость ветра по формуле: $V_{н} = V_{ср} \cdot k_1 \cdot k_2$	Площадь элементарной сехи F_e (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент заполнения $f = \frac{F_e}{S}$	Величина коэффициента динамичности μ по формуле: $\mu = 1 + \frac{z}{10}$	η (при $\frac{z}{h} = 1$)	Аэродинамические коэффициенты: $C_{пр} = C_{пр}(\alpha, \beta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэф. динамики (кг)		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамики: $B = 1,35$ и коэф. перегрузки $\Gamma = 1,2$ (кг)					
										При ветре под $\alpha = 45^\circ$		При ветре под $\alpha = 45^\circ$		При ветре под $\alpha = 45^\circ$		При ветре под $\alpha = 45^\circ$	
										$R_2 = 0,8 P_0$	$R_1 = 0,8 P_0$	$R_2 = 0,8 P_0$	$R_1 = 0,8 P_0$	$R_2 = 0,8 P_0$	$R_1 = 0,8 P_0$	$R_2 = 0,8 P_0$	$R_1 = 0,8 P_0$
Ветровая труба		1,43	72	0,20	0,81	0,247	0,346	0,77	0,613	16^3 (35)	23^3	16^3	26	37	26		
Т-образная труба		1,32	66	0,54	1,06	0,280	0,406	0,69	0,687	37^3 (83)	54^3	37^3	60	88	60		
Труба		1,32	66	0,20	0,81	0,247	0,346	0,77	0,613	14^3 (32)	21^3	14^3	23	34	23		
Ветровая сехи		1,39	70	1,66	5,25	0,316	0,442	0,65	0,729	234	187	187	380	304	304		
Средняя сехи		1,00	50	2,70	14,30	0,189	0,265	0,87	0,496	356	285	285	576	461	461		
Нижняя сехи		1,00	50	2,23	15,40	0,145	0,203	0,95	0,390	294	235	235	476	381	381		
Итого:										951	805	774	1541	1305	1255		

Примечания:

- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м^2 на высоте до 15 м.
- Ветровые нагрузки на трубы $R_{пр}$ указаны в скважинах, определены при направлении ветра \perp трубе. При ветре \perp оси ВЛ ветровая нагрузка составляет $0,45 R_{пр}$.
- При ветре под $\alpha = 45^\circ$ к оси ВЛ $R_2 = 0,65 R_{пр}$, а $R_1 = 0,85 R_{пр}$.

Давление ветра на конструкцию зоры П110-3 по схемам I и Iа

Таблица №8

Наименование секций	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличения среднего напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м ²)	Площадь элементов F_i (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент заполнения $\beta = \frac{F_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент C_x (при $\frac{v}{h} = 1$)	Аэродинамический коэффициент C_p (при $\frac{v}{h} = 1$)	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэф. динамики (кг)	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамики $B = 1,35$ коэф. перегрузки $\eta = 1,2$ (кг)					
										При ветре // траверсе $P = q_0 C_x \beta \eta$		При ветре под $\angle 45^\circ$			
										При ветре // траверсе $P_I = 0,8 P$	При ветре // траверсе $P_{II} = 0,8 P$	При ветре // траверсе $P_p = q_0 C_x \beta \eta$	При ветре под $\angle 45^\circ$ // траверсе $P_{II} = 0,8 P_p$		
Верхняя траверса		1,43	72	0,19	0,80	0,238	0,333	0,78	0,534	15 ²⁾ (33)	21 ³⁾	15 ³⁾	24	34	24
Нижняя траверса		1,32	66	0,53	1,85	0,286	0,401	0,70	0,684	36 ²⁾ (81)	53 ³⁾	36 ³⁾	58	86	58
Нижняя траверса		1,32	66	0,19	0,80	0,238	0,333	0,78	0,534	13 ²⁾ (30)	20 ³⁾	13 ³⁾	21	32	21
Верхняя секция		1,39	70	1,74	7,00	0,248	0,348	0,755	0,611	297	238	238	480	386	386
Средняя секция		1,00	50	3,10	17,00	0,182	0,355	0,88	0,480	408	326	326	660	528	528
Нижняя секция		1,00	50	2,64	17,10	0,155	0,37	0,93	0,419	358	286	286	580	464	464
Итого:									1127	944	914	1823	1530	1481	

Примечания:

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы P_{tr} , указанные в скобках, определены при направлении ветра \perp траверсе при ветре \perp оси ВЛ ветровая нагрузка составляет $C_x \cdot \beta \cdot \eta \cdot q_0$.
3. При ветре под $\angle 45^\circ$ к оси ВЛ $P_I = 0,8 P_{tr}$, а $P_{II} = 0,45 P_{tr}$.

Давление ветра на конструкцию опоры П110-5 по схемам I и I^в.

Таблица №9

Наименование секций	Эскиз и средн. отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скорости ветра по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м ²)	Площадь элементов фермы f_i (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент загромождения $\psi_z = \frac{f_i}{S}$	Аэродинамические коэффициенты фермы $C_x = C_z; \psi = 1,4; \varphi$	η (при $\frac{b}{h} = 1$)	Аэродинамический коэффициент фермы $C_{pr} = C_{pr}(1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамики (кг)			Расчетная ветровая нагрузка, с учетом коэф. динамики $\beta = 1,35$, коэф. перегрузки $\Pi = 1,2$ (кг)		
										При ветре // траверсе $P = q_0 C_{pr} S$	При ветре под $\angle 45^\circ$		При ветре // траверсе $P_0 = q_0 C_{pr} \beta \Pi$	При ветре под $\angle 45^\circ$	
											$P_L = 0,8 P$ ⊥ траверсе	$P_H = 0,8 P$ // траверсе		$P_L = 0,8 P_0$ ⊥ траверсе	$P_H = 0,8 P_0$ // траверсе
Верхняя траверса		1,48	74	0,19	0,80	0,238	0,333	0,78	0,594	16 ²⁾ (35)	23 ³⁾	16 ³⁾	26	37	26
Нижняя траверса		1,32	66	0,53	1,85	0,286	0,401	0,70	0,684	36 ²⁾ (81)	53 ³⁾	36 ³⁾	58	86	58
Нижняя траверса		1,32	66	0,19	0,80	0,238	0,333	0,78	0,594	13 ²⁾ (30)	20 ³⁾	13 ³⁾	21	32	21
Верхняя секция		1,42	71	2,34	10,00	0,234	0,328	0,79	0,587	416	333	333	675	540	540
Средняя секция		1,00	50	3,10	17,00	0,182	0,255	0,88	0,480	408	326	326	660	528	528
Нижняя секция		1,00	50	2,64	17,10	0,155	0,217	0,93	0,419	358	286	286	580	464	464
Итого:										1247	1041	1010	2020	1687	1637

Примечания:

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы P_{tr} , указанные в табл.х, определены при направлении ветра ⊥ траверсе.
При ветре ⊥ оси в л ветровая нагрузка составляет 0,45 P_{tr}
3. При ветре под $\angle 45^\circ$ к оси в л $P_L = 0,55 P_{tr}$, а $P_H = 0,45 P_{tr}$.

3078 тмт 4 л. 20/78

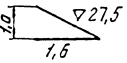
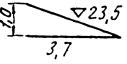
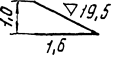
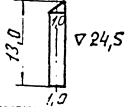
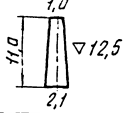
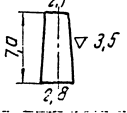
Давление ветра на конструкцию опоры ПНО-2 по схемам I и I^а

Таблица №10

Наименование секции	Эскиз и средн. отметка секции (м)	Коэффициент увеличения ст. расчетного напора по высоте	Нормативной скоростной напор q_0 (кг/м ²)	Площадь элементов f_i (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент заполнения $\mu = \frac{f_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент, плоской формы $C_x = C_y = 1,4$	η (при $\frac{v}{v_0} = 1$)	Аэродинамический коэффициент, простран. формы $C_{xp} = C_{yp} (1 + \eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамики (кг)			Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики $\beta = 1,25$ и коэфф. перегрузки $\eta = 1,2$ (кг)			
										При ветре траверсе $P = q_0 C_x \mu S$	При ветре под $\angle 45^\circ$		При ветре траверсе $P_p = q_0 C_x \mu S \beta \eta$	При ветре под $\angle 45^\circ$		
											$P_I = 0,8 P$ ⊥ траверсе	$P_{II} = 0,8 P$ траверсе		$P_p = q_0 C_x \mu S \beta \eta$ ⊥ траверсе	$P_p = 0,8 P_p$ траверсе	
Верхняя траверса		27,5	1,52	76,0	0,20	0,81	0,247	0,346	0,77	0,613	2) 16x2 (35)	3) 23x2	3) 16x2	26x2	37x2	26x2
Средняя траверса		23,5	1,43	72,0	0,54	1,86	0,290	0,406	0,69	0,687	2) 40x2 (89)	3) 58x2	3) 40x2	65x2	94x2	65x2
Нижняя траверса		19,5	1,32	66,0	0,20	0,81	0,247	0,346	0,77	0,613	2) 14x2 (30)	3) 20x2	3) 14x2	23x2	32x2	23x2
Верхняя секция		24,0	1,45	73,0	2,56	9,0	0,284	0,398	0,70	0,676	439	351	351	710	569	569
Средняя секция		12,5	1,00	50,0	3,12	14,3	0,218	0,305	0,82	0,555	396	316	316	641	511	511
Нижняя секция		3,5	1,00	50,0	2,32	15,4	0,151	0,812	0,93	0,409	315	252	252	510	408	408
Примечания:																
1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м ² на высоте до 15м.										Итого:	1290	1121	1059	2089	1814	1716
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 $\angle 45^\circ$ к оси ВЛ $P_I = 0,65 P_{тр}$, а $P_{II} = 0,45 P_{тр}$.																

Давление ветра на конструкцию опоры П110-4 по схеме I и I^а

Таблица №11

Экзиз и средн. отметка сечения (М)	Коэффициент увеличения скорости ветра по высоте	Нормативный сплоскостной напор q_0 (кг/м ²)	Площадь элементарной ффермы F_i (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент заповреждения $\psi = \frac{F_i}{S}$	Аэродинамический коэфф. плоской ффермы $C_x = C_z \cdot \psi = 1,4 \cdot \psi$	Z (при $\frac{6}{H} = 1$)	Аэродинамический коэфф. простр. ффермы $C_{pr} = C_x / (1 + \mu)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэфф. цента динамики (кг)				Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики $\beta = 1,35$ коэфф. перегрузки $\eta = 1,2$ (кг)			
									При ветре II траверсе		При ветре под $\angle 45^\circ$		При ветре II траверсе		При ветре под $\angle 45^\circ$	
									I траверсе	II траверсе	I траверсе	II траверсе	I траверсе	II траверсе	I траверсе	II траверсе
	1,52	76	0,19	0,80	0,238	0,333	4,78	0,594	$16^{2)} \times 2$ (36)	$23^{3)} \times 2$	$16^{3)} \times 2$	26×2	37×2	26×2		
	1,43	72	0,53	1,85	0,286	0,401	4,70	0,684	$40^{2)} \times 2$ (90)	$59^{3)} \times 2$	$40^{3)} \times 2$	65×2	96×2	65×2		
	1,32	66	0,19	0,80	0,238	0,333	0,78	0,594	$13^{2)} \times 2$ (30)	$20^{3)} \times 2$	$13^{3)} \times 2$	21×2	32×2	21×2		
	1,45	73	2,91	12,00	0,242	0,339	0,78	0,603	526	420	420	852	680	680		
	1,00	50	3,5	17,00	0,206	0,288	0,84	0,53	450	360	360	730	584	584		
	1,00	50	2,73	17,10	0,160	0,224	0,92	0,43	368	294	294	595	476	476		
Итого:									1482	1278	1212	2401	2070	1964		

Примечания.

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы $R_{тр}$, указанные в скобках определены при направлении ветра \perp траверсе. При ветре \perp оси вЛ ветровая нагрузка составляет $0,45 R_{тр}$.
3. При ветре под $\angle 45^\circ$ к оси вЛ $R_{\perp} = 0,65 R_{тр}$, а $R_{\parallel} = 0,45 R_{тр}$.

Давление ветра на конструкцию опоры П110-б по схемам I-I^а.

Таблица №12

Секция траверсы	Эскиз и средн. отметка сечении (М)	Коэффициент увеличения скорости 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 $\mu = \frac{F_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент плоской фермы $C_x = C_z; \varphi = 1,4; \varphi = 1$	η (при $\frac{b}{h} = 1$)	Аэродинамический коэффициент фермы $C_{пр} = C_{ф} (1 + \eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамики (кг)				Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики $\beta = 1,35$ коэфф. перегрузки $\eta = 1,2$ (кг)			
										При ветре II траверсе $P = q_0 C_{пр} S$	При ветре под $\angle 45^\circ$		При ветре II траверсе P_{II}	При ветре под $\angle 45^\circ$			
											$P_L = 0,8 P$ I траверсе	$P_H = 0,8 P$ II траверсе		$P_{LP} = q_0 C_{пр} S \beta \eta$ I траверсе	$P_{HP} = 0,8 P_{II}$ II траверсе		
Секция траверсы		1,61	81	0,19	0,80	0,238	0,333	0,78	0,594	2) 17×2 (38)	3) 25×2	3) 17×2	28×2	41×2	28×2		
Секция траверсы		1,48	74	0,53	1,85	0,286	0,401	0,70	0,684	2) 42×2 (93)	3) 61×2	3) 42×2	68×2	99×2	68×2		
Секция траверсы		1,32	66	0,19	0,80	0,238	0,333	0,78	0,594	2) 14×2 (31)	3) 20×2	3) 14×2	23×2	32×2	23×2		
Верхняя секция		1,56	78	2,49	10,00	0,249	0,349	0,76	0,615	480	384	384	778	623	623		
Верхняя секция		1,37	69	1,47	6,00	0,245	0,343	0,77	0,608	252	202	202	408	328	328		
Средняя секция		1,00	50	3,50	17,00	0,206	0,288	0,84	0,530	450	360	360	730	584	584		
Нижняя секция		1,00	50	2,73	17,10	0,160	0,224	0,92	0,430	368	294	294	595	476	476		
Итого:										1696	1452	1386	2749	2355	2247		

Примечания:

- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
- Ветровая нагрузка на траверсы $P_{тр.}$, указанные в скобках, определены при направлении ветра \perp траверсе. При ветре \perp оси в л ветровая нагрузка составляет 0,45 $P_{тр.}$
- При ветре под $\angle 45^\circ$ к оси в л $P_L = 0,65 P_{тр.}$, а $P_H = 0,45 P_{тр.}$

N3078-ТМ-4 лист 30/78

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствкола опоры П110-1

Таблица №13

Сечения, отметки и базы	Схема I; Трапеион гололеда			Схема II; Трапеион гололеда			Схема III; Трапеион гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M _п	От ветра на конструкцию опоры M _в		От нагрузок на провода и трос M _п	От ветра на конструкцию опоры M _в		От нагрузок на провода и трос M _п	От ветра на конструкцию опоры M _в	
3-3 H=120м b=0,75м	0,24 × 7,0 = 1,68 0,29 × 5,0 = 1,45 0,29 × 2 × 1,0 = 0,58 M _п = 3,71 M _в = 1,00 Σ M = 4,71	0,026 × 5,5 = 0,14 0,023 × 0,06 × 15 = 0,13 0,38 × 3,5 = 1,33 M _в = 1,6	0,215 × 1 = 0,22 0,245 × 3 = 0,74 0,08 × 7,0 = 0,56 1,52	0,17 × 7,0 = 1,19 0,295 × 5,0 = 1,03 0,15 × 2 × 1,0 = 0,41 M _п = 2,63 M _в = 1,0 Σ M = 3,63	0,026 × 5,5 = 0,14 0,023 × 0,06 × 15 = 0,13 0,304 × 3,5 = 1,07 M _в = 1,34	0,017 × 5,5 = 0,2 0,034 × 0,08 × 15 = 0,18 0,506 × 3,5 = 1,07 M _в = 1,45	0,215 × 1 = 0,22 0,245 × 3 = 0,74 0,08 × 7 = 0,56 1,52	0,31 × 7,0 = 2,17 0,265 × 5,0 = 1,33 0,265 × 2 × 1,0 = 0,53 M _п = 4,03 M _в = 1,6 M _в = 4,8 = 0,33 M _в = 2,81 Σ M = 7,17	0,59 × 1 = 0,59 0,71 × 3 = 2,13 0,08 × 7,0 = 0,56 3,28
	$U_3 = \frac{4,71 \times 1,6}{2 \times 0,75} + \frac{1,52}{4} = 4,2 + 0,38 = 4,58 \tau$			$U_3 = \frac{3,63 + 1,34 + 1,45}{2 \times 0,75} + \frac{1,52}{4} = 4,28 + 0,38 = 4,66 \tau$			$U_3 = \frac{7,17}{2 \times 0,75} + \frac{3,28}{4} = 4,78 + 0,82 = 5,6 \tau$		
2-2 H=70м b=1,85м cos φ = 0,998	4,71 1,11 × 11,0 = 12,21 1,11 M _п = 16,92	1,60 0,49 × 11,0 = 5,39 0,576 × 5,5 = 3,17 1,07 M _в = 10,16	1,52 0,08 × 11 = 0,88 2,4	3,63 4,19 × 11,0 = 8,70 12,33 M _п = 12,33	1,34 0,41 × 11,0 = 4,51 0,461 × 5,5 = 2,54 0,871 M _в = 8,39	1,45 0,46 × 11,0 = 5,05 0,461 × 5,5 = 2,54 0,921 M _в = 9,04	1,52 0,08 × 11 = 0,88 2,4	6,84 1,11 × 11,0 = 12,21 1,11 M _п = 12,21 M _в = 10,16 Σ M = 21,16	3,28 0,08 × 11 = 0,88 4,16
	$U_2 = \frac{16,92 + 10,16}{2 \times 1,85 \times 0,998} + \frac{2,4}{4 \times 0,998} = 7,34 + 0,61 = 7,95 \tau$			$U_2 = \frac{12,33 + 8,39 + 9,04}{2 \times 1,85 \times 0,998} + \frac{2,4}{4 \times 0,998} = 8,05 + 0,61 = 8,66 \tau$			$U_2 = \frac{21,16}{2 \times 1,85 \times 0,998} + \frac{4,16}{4 \times 0,998} = 8,80 \tau$		
1-1 H=40м b=2,45м cos φ = 0,998	16,92 1,11 × 6,0 = 6,66 1,11 M _п = 23,58	10,16 1,07 × 6,0 = 6,42 0,409 × 3,0 = 1,23 1,48 M _в = 17,81	2,40 0,08 × 6,0 = 0,48 2,88	12,33 4,79 × 6,0 = 4,70 17,03 M _п = 17,03	8,39 0,87 × 6,0 = 5,22 0,327 × 3,0 = 0,98 1,2 M _в = 14,59	9,04 0,921 × 6,0 = 5,53 0,327 × 3,0 = 0,98 1,25 M _в = 15,55	2,40 0,08 × 6,0 = 0,48 2,88	20,5 1,11 × 6,0 = 6,66 1,11 M _п = 23,58 M _в = 17,81 Σ M = 29,43	4,16 0,08 × 6,0 = 0,48 4,64
	$U_1 = \frac{23,58 + 17,81}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{2,88}{4 \times 0,998} = 8,45 + 0,72 = 9,17 \tau$			$U_1 = \frac{17,03 + 14,59 + 15,55}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{2,88}{4 \times 0,998} = 9,65 + 0,72 = 10,37 \tau$			$U_1 = \frac{29,4}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{4,64}{4 \times 0,998} = 7,19 \tau$		

Примечания:

- 1 Мн.ч. обозначает момент от неравномерных вертикальных нагрузок. По схеме I.
Mн.ч. = 0,245 × 4,1 = 1,0 тм
- 2 Усилие в поясах определяется по формуле:
$$U = \frac{\sum M}{2b \cdot \cos \varphi} + \frac{\sum G}{4 \cos \varphi}$$

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определени: усилий в поясах с'бола
опоры П110-3

Таблица №14

Уч. отсчеты и отметки у базы	Схема I; I p-н гололеда			Схема I ^a ; I p-н гололеда			Схема II; II r-н гололеда		
	Изгибающие моменты (ТМ)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (ТМ)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты от нагрузок проводов и тросов M _{II} и от ве- тра на констр. опоры M _{WII} (ТМ)		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M _{II}	От ветра на кон- струкцию опоры M _{WII}		От нагрузок на провода и трос. M _{II}	От ветра на конструкцию опоры II траверс M _{WII}		От ветра на конструкцию опоры I траверс M _{WI}	От нагрузок на провода и трос M _{II}	
3-3 H=18,0 м. b=1,0 м.	0,25x7,0=1,75 0,445x5,0=2,23 0,445x2x1,0=0,89	0,024x5,5=0,13 (0,058+0,021)x1,5=0,12 0,480x3,5=1,68	0,225x10=0,225 0,55x3,0=1,65 0,104x7,0=0,73	0,18x7,0=1,26 0,3x5,0=1,55 0,31x2x1,0=0,62	0,024x5,5=0,13 (0,058+0,021)x1,5=0,12 0,386x3,5=1,35	0,034x5,5=0,19 (0,086+0,032)x1,5=0,18 0,386x3,5=1,35	0,225x10=0,225 0,55x3,0=1,65 0,104x7,0=0,73	0,33x7,0=2,31 0,345x5,0=1,73 0,345x2x1,0=0,69	0,425x10=0,425 0,93x3,0=2,79 0,104x7,0=0,73
	1,585 M _{II} =4,87 M _{WII} =2,26	0,583 M _{WII} =1,93	2,61	1,11 M _{II} =3,43 M _{WII} =2,26	0,489 M _{WII} =1,60	0,538 M _{WI} =1,72	2,61	1,37 M _{II} =4,73	3,95
	$\Sigma M_{II} = 7,13$			$\Sigma M_{II} = 5,69$				$\Sigma M = 10,78$	
	$U_3 = \frac{7,13 + 1,93}{2 \times 1,0} + \frac{2,61}{4,0} = 4,53 + 0,65 = 5,18 \tau$			$U_3 = \frac{5,69 + 1,6 + 1,72}{2 \times 1,0} + \frac{2,61}{4,0} = 4,5 + 0,65 = 5,15 \tau$			$U_3 = \frac{10,78}{2 \times 1,0} + \frac{3,95}{4,0} = 5,39 + 0,99 = 6,38 \tau$		
2-2 H=7,0 м b=2,1 м Cos φ=0,998	7,13 1,585x11,0=17,45	1,93 0,583x11,0=6,41 0,650x5,5=3,63	2,61 0,104x11,0=1,14	5,69 1,11x11,0=12,20	1,60 0,489x11,0=5,38 0,528x5,5=2,91	1,72 0,538x11,0=5,91 0,528x5,5=2,91	2,61 0,104x11,0=1,14	0,38 1,37x11,0=15,07 11,97 M _{WII} =4,8	3,95 0,104x11,0=1,14
	1,585 M _{II} =24,58	1,243 M _{WII} =11,97	3,75	1,1 M _{II} =17,89	1,017 M _{WII} =9,89	1,066 M _{WI} =10,54	3,75	M _{WII} =4,8	5,09
	$U_2 = \frac{24,58 + 11,97}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{3,75}{4 \times 0,998} = 8,72 + 0,94 = 9,66 \tau$			$U_2 = \frac{17,89 + 9,89 + 10,54}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{3,75}{4 \times 0,998} = 9,14 + 0,94 = 10,08 \tau$			$U_2 = \frac{27,97}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{5,09}{4 \times 0,998} = 6,55 + 1,27 = 7,82 \tau$		
1-1 H=1,0 м b=2,7 м. Cos φ=0,998	24,58 1,585x6,0=9,51	11,97 1,243x6,0=7,44 0,496x3,0=1,49	3,75 0,104x6,0=0,62	17,89 1,1x6,0=6,66	9,89 1,017x6,0=6,10 0,398x3,0=1,20	10,54 1,066x6,0=6,40 0,398x3,0=1,20	3,75 0,104x6,0=0,62	25,48 1,37x6,0=8,22 20,9 M _{WII} =4	5,09 0,104x6,0=0,62
	1,585 M _{II} =34,09	1,739 M _{WII} =20,9	4,37	1,1 M _{II} =24,55	1,415 M _{WII} =17,19	1,464 M _{WI} =18,14	4,37	M _{WII} =4	5,71
	$U_1 = \frac{34,09 + 20,9}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{4,37}{4 \times 0,998} = 10,2 + 1,09 = 11,29 \tau$			$U_1 = \frac{24,55 + 17,19 + 18,14}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{4,08}{4 \times 0,998} = 11,10 + 1,02 = 12,12 \tau$			$U_1 = \frac{38,90}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{5,71}{4 \times 0,998} = 7,2 + 1,43 = 8,63 \tau$		

ПРИМЕЧАНИЯ:

- M_{и.у.} обозначает момент от неравномерных вертикальных нагрузок. По схеме I M_{и.у.} = 0,55 x 4,1 = 2,26 ТМ
- Усилия в поясах определяются по формуле:
$$U = \frac{\Sigma M}{2b \cdot \cos \varphi} + \frac{\Sigma G}{4 \cos \varphi}$$

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах створа опоры П1105

Таблица №15

Сечения отметки и базы	Схема I; II-н гололеда			Схема I ⁰ ; III-н гололеда			Схема II; IV-н гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G(t)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G(t)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G(t)
	От нагрузок на провода и тросы M _к	От ветра на конструкцию опоры M _{вн}		От нагрузок на провода и тросы M _к	От ветра на конструкцию опоры M _{вн}		От нагрузок на провода и тросы M _к	От ветра на конструкцию опоры M _{вн}	
3-3. H=18.0 м B=1.0 м	0.21 x 10.0 = 2.1 0.365 x 7.0 = 2.56 0.365 x 2.0 = 0.73	0.025 x 7.5 = 0.20 (0.58 + 0.021) x 1.5 = 0.12 0.675 x 5.0 = 3.38	0.185 x 1 = 0.185 0.47 x 3 = 1.41 0.10 x 10.0 = 1.0	0.15 x 10.0 = 1.50 0.260 x 7.0 = 1.82 0.26 x 2 x 10 = 0.52	0.026 x 7.5 = 0.20 1.0058 + 0.021 x 1.5 = 0.12 0.540 x 5.0 = 2.70	0.037 x 7.5 = 0.28 1.0026 + 0.037 x 1.5 = 0.177 0.540 x 5.0 = 2.7	0.185 x 1 = 0.185 0.47 x 3 = 1.41 0.10 x 10 = 1.00	0.60 x 10.0 = 6.00 0.475 x 7.0 = 3.33 0.475 x 2 x 10 = 0.95	1.345 x 1 = 1.45 2.105 x 3 = 6.315 0.10 x 10 = 1.000
	1.31 M _к = 5.39 M _{вн} = 1.92 Σ M _к = 7.37	0.78 M _{вн} = 3.70	2.6	0.93 M _к = 3.84 M _{вн} = 1.98 Σ M _к = 5.82	0.65 M _к = 3.02	0.7 M _{вн} = 3.16	0.10 2.6	1.89 M _к = 8.87 M _{вн} = 3/4.8 = 0.77 M _к = 2.105 + 4.2 = 6.315 Σ M = 8.40	8.66
	$U_3 = \frac{7.37 + 3.70}{2 \times 1.0} + \frac{2.6}{4} = 5.52 + 0.65 = 6.17 \text{ т}$			$U_2 = \frac{5.82 + 3.02 + 3.16}{2 \times 1.0} + \frac{2.6}{4} = 6.0 + 0.65 = 6.65 \text{ т}$			$U_3 = \frac{8.87}{2 \times 1.0} + \frac{0.77}{4} = 4.435 + 0.1925 = 4.6275 \text{ т}$		
2-2 H=7.0 м B=2.1 м cos δ = 0.998	1.31 x 11.0 = 14.40 1.31 M _к = 21.77	0.78 x 11.0 = 8.58 0.66 x 5.5 = 3.63	0.10 x 11.0 = 1.1 3.7	0.93 x 11.0 = 10.23 0.93 M _к = 16.05	0.65 x 11.0 = 7.15 0.528 x 5.5 = 2.91	0.7 x 11.0 = 7.70 0.528 x 5.5 = 2.91	0.10 x 11.0 = 1.1 3.7	1.89 x 11.0 = 20.8 1.89 M _к = 39.52 M _{вн} = 15.91/4.8 = 3.32 Σ M _к = 41.84	8.66 0.10 x 11 = 1.1 9.76
	$U_2 = \frac{21.77 + 15.91}{2 \times 2.1 \times 0.998} + \frac{3.7}{4 \times 0.998} = 9.00 + 0.93 = 9.93 \text{ т}$			$U_2 = \frac{16.05 + 13.08 + 13.77}{2 \times 2.1 \times 0.998} + \frac{3.7}{4 \times 0.998} = 10.2 + 0.93 = 11.13 \text{ т}$			$U_2 = \frac{41.84}{2 \times 2.1 \times 0.998} + \frac{3.76}{4 \times 0.998} = 10.44 \text{ т}$		
1-1 H=1.0 м B=2.7 м cos δ = 0.998	1.31 x 6.0 = 7.86 1.31 M _к = 22.63	0.44 x 6.0 = 2.64 0.495 x 3.0 = 1.48	0.10 x 6.0 = 0.6 4.3	0.93 x 6.0 = 5.58 0.93 M _к = 21.63	0.65 x 6.0 = 3.90 0.398 x 3.0 = 1.19	0.7 x 6.0 = 4.20 0.398 x 3.0 = 1.19	0.10 x 6.0 = 0.6 4.3	1.89 x 6.0 = 11.34 1.89 M _к = 4.88 M _{вн} = 26.03/4.8 = 5.4 Σ M = 55.28	9.76 0.10 x 6.0 = 0.60 10.36
	$U_1 = \frac{22.63 + 26.03}{2 \times 2.7 \times 0.998} + \frac{4.3}{4 \times 0.998} = 10.3 + 1.08 = 11.38 \text{ т}$			$U_1 = \frac{21.63 + 21.35 + 22.34}{2 \times 2.7 \times 0.998} + \frac{4.3}{4 \times 0.998} = 12.1 + 1.08 = 13.18 \text{ т}$			$U_1 = \frac{55.28}{2 \times 2.7 \times 0.998} + \frac{10.36}{4 \times 0.998} = 10.0 \text{ т}$		

Примечания:

1. M_{вн} бракуется момент от неравнобальных вертикальных нагрузок. По схеме I M_{вн} = 0.7 x 4.2 = 1.98 тм
2. Усилие в поясах определяется по формуле:
$$U = \frac{\Sigma M_{к}}{2.5 \cos \delta} + \frac{\Sigma G}{4 \cos \delta}$$

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах створа опоры ПНС-2

Примечание:

1. Усилие в поясе определяется по формуле:

$$U = \frac{\sum M}{28 \cos \alpha} - \frac{\sum G}{4 \cos \alpha};$$

Сечения, отметки и базы	Схема I; I-н гололеда			Схема I ⁰ ; I-н гололеда			Таблица №6		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Средние нагрузки G (т)	Изгибающие моменты		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M _п	От ветра на конструк- цию опоры M _в		От нагрузок на провода и трос M _п	От ветра на конструк- цию опоры M _в		От нагрузок на провода и трос M _п	От ветра на конструк- цию опоры M _в	
3-3 r 12,0 м b = 0,75 м	0,245 × 13,0 = 3,18 0,29 × 2 × 50 = 5,21 0,23 × 2 × 50 = 2,90 0,29 × 2 × 10 = 0,58 1,985 M _п = 11,87	0,026 × 2 × 9,5 = 0,50 0,065 × 2 × 5,5 = 0,72 0,023 × 2 × 1,5 = 0,07 0,71 × 6,5 = 4,61 0,938 M _в = 5,9	0,215 × 1 = 0,215 0,245 × 6 = 1,47 0,092 × 13 = 1,20 2,88	0,75 × 13,0 = 2,28 0,75 × 2 × 9,0 = 3,69 0,75 × 2 × 5,0 = 2,05 0,75 × 2 × 1,0 = 0,41 1,405 M _п = 8,43	0,026 × 2 × 9,5 = 0,50 0,065 × 2 × 5,5 = 0,72 0,023 × 2 × 1,5 = 0,07 0,569 × 6,5 = 3,70 0,797 M _в = 4,93	0,037 × 2 × 9,5 = 0,79 0,044 × 2 × 5,5 = 1,04 0,032 × 2 × 1,5 = 0,096 0,569 × 6,5 = 3,70 0,995 M _в = 5,54	0,215 × 1 = 0,215 0,245 × 6 = 1,47 0,092 × 13,0 = 1,20 2,88	0,32 × 12,0 = 4,29 0,265 × 2 × 9,0 = 4,77 0,265 × 2 × 5,0 = 2,65 0,265 × 2 × 1,0 = 0,58 1,92 M _п = 12,24 M _в = $\frac{5,9}{4,8} = 1,23$ Σ M _п = 13,47	0,59 × 1 = 0,59 0,71 × 6 = 4,26 0,092 × 13,0 = 1,20 6,05
	$U_3 = \frac{11,87 + 5,9}{2 \times 0,75} + \frac{2,88}{4} = 11,83 + 0,72 = 12,55 \text{ т}$			$U = \frac{8,43 + 4,99 + 5,54}{2 \times 0,75} + \frac{2,88}{4} = 12,61 + 0,72 = 13,33 \text{ т}$			$U_3 = \frac{13,47}{2 \times 0,75} + \frac{6,05}{4} = 8,96 + 1,51 = 10,47 \text{ т}$		
2-2 r 7,0 м b = 1,25 м cos α = 0,998	1,985 × 11 = 21,80 1,985 M _п = 33,67	0,538 × 11 = 10,33 0,641 × 5,5 = 3,53 1,579 M _в = 14,76	0,932 × 11 = 10,2 3,9	1,405 × 11,0 = 15,45 1,05 M _п = 23,88	0,757 × 11,0 = 8,76 0,511 × 5,5 = 2,81 1,308 M _в = 16,56	0,895 × 11,0 = 9,84 0,511 × 5,5 = 2,81 1,41 M _в = 18,19	0,692 × 11,0 = 1,02 3,9	1,92 × 11,0 = 21,10 M _в = $\frac{19,76}{4,8} = 4,1$ Σ M _п = 37,44	0,092 × 11,0 = 1,02 7,07
	$U_2 = \frac{33,67 + 13,75}{2 \times 1,25 \times 0,998} + \frac{3,9}{4 \times 0,998} = 14,4 + 0,98 = 15,38 \text{ т}$			$U = \frac{23,88 + 16,56 + 18,19}{2 \times 1,25 \times 0,998} + \frac{3,9}{4 \times 0,998} = 15,9 + 0,98 = 16,88 \text{ т}$			$U_2 = \frac{37,44}{2 \times 1,25 \times 0,998} + \frac{7,07}{4 \times 0,998} = 10,1 + 1,76 = 11,86 \text{ т}$		
1-1 r 1,0 м b = 2,45 м cos α = 0,998	1,985 × 6,0 = 11,90 1,985 M _п = 45,57	1,579 × 6,0 = 9,49 0,436 × 3,0 = 1,31 2,05 M _в = 10,56	0,092 × 6,0 = 0,55 4,45	1,405 × 6,0 = 8,43 1,405 M _п = 32,31	1,308 × 6,0 = 7,85 0,35 × 3,0 = 1,05 1,658 M _в = 20,45	1,41 × 6,0 = 8,45 0,55 × 3,0 = 1,05 1,76 M _в = 27,69	0,092 × 6,0 = 0,55 4,45	1,92 × 6,0 = 11,54 M _в = $\frac{39,55}{4,8} = 8,25$ Σ M _п = 51,24	0,092 × 6,0 = 0,55 7,07
	$U_1 = \frac{45,57 + 30,56}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{4,45}{4 \times 0,998} = 15,6 + 1,11 = 16,71 \text{ т}$			$U_1 = \frac{32,31 + 20,46 + 27,69}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{4,45}{4 \times 0,998} = 17,4 + 1,11 = 18,51 \text{ т}$			$U_1 = \frac{51,24}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{7,07}{4 \times 0,998} = 10,5 + 1,91 = 12,41 \text{ т}$		

Подсчет избыточных моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры ПНО-4

Таблица № 17

Сечения Отметки и высы	Схема I, I-н гололеда			Схема I ⁰ , I-н гололеда					Схема II, II-н гололеда		
	Избыточные моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Избыточные моменты (тм)			Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Избыточные моменты от нагрузок на прово- да и трос M и M _{трос} на конст. ригельной опоры M _к (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	
От нагрузок на провода и трос M	От ветра на кон- струкцию опоры M _в	От нагрузок на провода и трос M _п		От ветра на конст- рукцию опоры M _к	II траверсе M _к	I траверсе M _к		II траверсе M _к	I траверсе M _к		
3-3 H=18,0 м b=1,0 м	0,26 × 13,0 = 3,36 0,445 × 2 × 9,0 = 8,01 0,445 × 2 × 5,0 = 4,45 0,445 × 2 × 1,0 = 0,89	0,026 × 2 × 9,5 = 0,50 0,065 × 2 × 5,5 = 0,72 0,021 × 2 × 1,5 = 0,063 0,852 × 6,5 = 5,54	0,225 × 1 = 0,225 0,550 × 6 = 3,30 0,109 × 13 = 1,42	0,026 × 2 × 9,5 = 0,50 0,065 × 2 × 5,5 = 0,72 0,021 × 2 × 1,5 = 0,063 0,680 × 6,5 = 4,42	0,037 × 2 × 9,5 = 0,74 0,096 × 2 × 5,5 = 1,06 0,032 × 2 × 1,5 = 0,096 0,680 × 6,5 = 4,42	0,225 × 1 = 0,225 0,550 × 6 = 3,30 0,109 × 13,0 = 1,42	0,35 × 13,0 = 4,55 0,345 × 2 × 9,0 = 6,21 0,345 × 2 × 5,0 = 3,45 0,345 × 2 × 1,0 = 0,69	0,725 × 1 = 0,725 1,38 × 6 = 8,28 0,109 × 13,0 = 1,42	4,95	2,42 M _к = 14,9 M _к = $\frac{682}{48} = 14$ Σ M _к = 16,3	10,43
	$U_3 = \frac{16,71 + 6,82}{2 \times 1,0} + \frac{4,95}{4} = 11,76 + 1,24 = 13,0 \text{ т}$			$U_2 = \frac{11,78 + 5,7 + 6,32}{2 \times 1,0} + \frac{4,95}{4} = 11,9 + 1,24 = 13,14 \text{ т}$			$U_1 = \frac{16,3}{2 \times 1,0} + \frac{10,43}{4} = 8,15 + 2,61 = 10,76 \text{ т}$				
2-2 H=7,0 м b=2,1 м ρ _л = 0,998	16,71 2,93 × 11 = 32,2 2,93	6,82 1,076 × 11,0 = 11,83 0,73 × 5,5 = 4,02 1,806 M _к = 22,67	4,95 0,109 × 11,0 = 1,20 6,15	11,78 2,95 × 11,0 = 22,60 2,95	5,70 0,904 × 11,0 = 9,95 0,584 × 5,5 = 3,21 1,488 M _к = 18,86	6,32 1,01 × 11,0 = 11,1 0,524 × 5,5 = 3,21 1,594 M _к = 20,63	4,95 0,109 × 11,0 = 1,20 6,15	4,9 2,42 × 11,0 = 26,6 M _к = $\frac{22,9}{4,8} = 4,74$ Σ M _к = 4,44	10,43 0,109 × 11,0 = 1,20 11,63		
	$U_2 = \frac{42,51 + 22,67}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,15}{4 \times 0,998} = 17,0 + 1,54 = 18,54 \text{ т}$			$U_1 = \frac{34,38 + 18,86 + 20,63}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,15}{4 \times 0,998} = 17,6 + 1,54 = 19,14 \text{ т}$			$U_2 = \frac{46,44}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{11,63}{4 \times 0,998} = 11,11 + 2,91 = 14,02 \text{ т}$				
1-1 H=1,0 м b=2,7 м ρ _л = 0,998	48,51 2,93 × 5,0 = 14,65 2,93	22,67 1,006 × 6,0 = 6,03 0,51 × 3,0 = 1,53 2,316 M _к = 35,03	6,15 0,109 × 6,0 = 0,65 6,8	34,38 2,95 × 6,0 = 17,7 2,95	18,86 1,488 × 6,0 = 8,91 0,409 × 3,0 = 1,23 1,897 M _к = 25,0	20,63 1,594 × 6,0 = 9,56 0,409 × 3,0 = 1,23 2,003 M _к = 31,42	6,15 0,109 × 6,0 = 0,65 6,8	4,8 2,42 × 11,0 = 26,6 M _к = $\frac{35,04}{4,8} = 7,3$ Σ M _к = 7,5, 6,0	11,63 0,109 × 6,0 = 0,65 12,28		
	$U_1 = \frac{66,51 + 35,03}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{6,8}{4 \times 0,998} = 18,8 + 1,7 = 20,5 \text{ т}$			$U_1 = \frac{46,68 + 29,0 + 31,42}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{6,8}{4 \times 0,998} = 20,0 + 1,7 = 21,7 \text{ т}$			$U_1 = \frac{75,60}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{12,28}{4 \times 0,998} = 10,30 + 3,07 = 13,37 \text{ т}$				

Примечание:
Усилия в поясах определяются по формуле
$$U = \frac{\sum M}{2b\rho_{л}} + \frac{\sum G}{4\rho_{л}}$$

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах стволы аппараты П110-б

Примечание.

1. Усилие в поясах определяется по формуле:

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

Речения стметки и базы	Схема I; III р-н гололеда			Схема I ^а ; III р-н гололеда			Схема I ^б ; III р-н гололеда		
	Изгибающие моменты (т м)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (т м)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (т м)		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M _н	От ветра на конструкцию аппараты M _{вн}		От нагрузок на провода и трос M _н	От ветра на конструкцию аппараты M _{вн}		От нагрузок на провода и трос M _н	От ветра на конструкцию аппараты M _{вн}	
4-4 ▽ 24,0 м β=1,0	0,22×11,0=2,42 0,37×2×6,0=4,44 0,37×2×1,0=0,74	0,028×2×6,5=0,36 0,068×2×1,5=0,21 0,778×5,5=4,28	0,185×1=0,185 0,47×4=1,68 0,109×11,0=1,20	0,18×11,0=1,76 0,37×2×6,0=3,24 0,37×2×1,0=0,54	0,028×2×6,5=0,36 0,068×2×1,5=0,21 0,623×5,5=3,43	0,041×2×6,5=0,53 0,099×2×1,5=0,30 0,623×5,5=3,43	0,155×1=0,185 0,47×4=1,86 0,109×11,0=1,20	0,52×11,0=5,72 0,475×2×6,5=5,70 0,475×2×1,0=0,95	1,345×1=1,345 0,105×4=0,42 0,109×11,0=1,20
	1,80 M _н =7,52	0,97 M _{вн} =4,85	3,27	1,54 M _н =5,54	0,815 M _{вн} =4,00	0,903 M _{вн} =4,26	3,27	2,42 M _н =12,37	10,97
	$U_{31} = \frac{7,60 + 4,85}{2 \times 1,0} + \frac{3,27}{4} = 6,23 + 0,82 = 7,05 \text{ т}$			$U_{31} = \frac{5,54 + 4,0 + 4,26}{2 \times 1,0} + \frac{3,27}{4} = 6,90 + 0,82 = 7,72 \text{ т}$			$U_{31} = \frac{13,38}{2 \times 1,0} + \frac{10,97}{4} = 6,69 + 2,74 = 9,43$		
3-3 ▽ 18,0 м β=1,0	1,80×6,0=10,80 0,37×2×1,0=0,74	0,97×6,0=5,82 0,023×2×1,5=0,07 0,408×3,0=1,23	4,85 3,27 0,47×2=0,94 0,109×6=0,65	1,24×6,0=7,25 0,37×2×1,0=0,54	5,54 4,00 0,815×6,0=4,89 0,023×2×1,5=0,069 0,326×3,0=0,99	4,26 0,903×6,0=5,41 0,032×2×1,5=0,095 0,328×3,0=0,99	3,27 0,47×2=0,94 0,109×6,0=0,65	0,37 14,50 0,475×2×1,0=0,95	10,97 2,105×2=4,21 0,109×6,0=0,65
	2,54 M _н =19,14	1,42 M _{вн} =11,97	4,85	1,78 M _н =13,33	1,19 M _{вн} =9,95	1,30 M _{вн} =10,76	4,86	3,37 M _н =97,82	15,83
	$U_{31} = \frac{19,14 + 11,97}{2 \times 1,0} + \frac{4,85}{4} = 15,55 + 1,22 = 16,77 \text{ т}$			$U_{31} = \frac{13,33 + 9,95 + 10,76}{2 \times 1,0} + \frac{4,85}{4} = 17,02 + 1,22 = 18,24 \text{ т}$			$U_{31} = \frac{30,31}{2 \times 1,0} + \frac{15,83}{4} = 15,15 + 3,96 = 19,11 \text{ т}$		
2-2 ▽ 7,2 м β=2,1 м cos γ=0,998	19,14 2,54×11,0=27,92	11,97 1,42×11,0=15,50 0,73×5,5=4,02	4,86 0,109×11,0=1,20	13,33 1,78×11,0=19,58	9,95 1,19×11,0=13,10 0,584×5,5=3,21	10,76 1,3×11,0=14,30 0,584×5,5=3,21	4,86 0,109×11,0=1,20	27,82 5,37×11,0=37,5	15,83 0,109×11,0=1,20
	2,54 M _н =47,04	2,15 M _{вн} =31,59	6,06	1,78 M _н =32,91	1,77 M _{вн} =26,26	1,88 M _{вн} =28,27	6,06	3,37 M _н =6,92	17,03
	$U_{21} = \frac{47,04 + 31,59}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,06}{4 \times 0,998} = 18,75 + 1,52 = 20,27 \text{ т}$			$U_{21} = \frac{32,91 + 26,26 + 28,27}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,06}{4 \times 0,998} = 20,80 + 1,52 = 22,32 \text{ т}$			$U_{21} = \frac{74,50}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{17,03}{4 \times 0,998} = 22,07 \text{ т}$		
1-1 ▽ 1,0 м β=2,7 м cos γ=0,998	47,04 2,54×6,0=15,21	31,59 2,15×6,0=12,9 0,51×3,0=1,53	6,06 0,109×6,0=0,65	32,91 1,78×6,0=10,70	26,26 1,77×6,0=10,6 0,408×3,0=1,23	28,27 1,88×6,0=11,28 0,408×3,0=1,23	6,06 0,109×6,0=0,65	17,92 3,37×6,0=20,15	17,03 0,109×6,0=0,65
	2,11 M _н =62,25	2,66 M _{вн} =46,0	6,71	1,73 M _н =43,61	2,18 M _{вн} =38,09	2,29 M _{вн} =40,78	6,71	3,37 M _н =8,12	17,68
	$U_{11} = \frac{62,25 + 46,02}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{6,71}{4 \times 0,998} = 20,1 + 1,68 = 21,78 \text{ т}$			$U_{11} = \frac{43,61 + 38,09 + 40,78}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{6,71}{4 \times 0,998} = 22,70 + 1,68 = 24,38 \text{ т}$			$U_{11} = \frac{97,72}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{17,68}{4 \times 0,998} = 22,84 \text{ т}$		

Расчет усилий в раскосах створа опор

таблица № 19

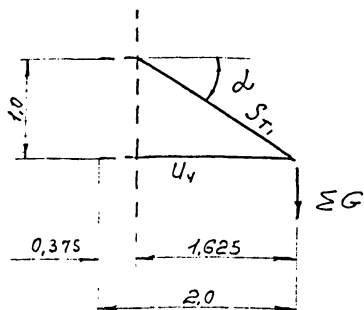
ширина опор раскос	П 110-1	П 110-3	П 110-5	П 110-2	П 110-4	П 110-6
Мкр	1,05	1,22	1,22	1,05	1,22	1,22
D ₁	2,3	1,82	1,82	2,3	1,82	1,82
D ₂	2,3	1,82	1,82	2,3	1,82	1,82
Мкр	1,22	2,71	2,71	1,22	2,71	2,71
D ₂	1,86	2,83	2,83	1,86	2,83	2,83
Мкр	2,5	5,42	5,42	2,5	5,42	5,42
D ₃	3,24	4,73	4,73	3,24	4,73	4,73
D ₄	2,97	4,33	4,33	2,72	3,99	3,82
D ₅	2,46	3,79	3,79	2,26	3,50	3,35
D ₆	2,05	3,37	3,37	1,72	3,11	2,97
D ₇	1,81	3,03	3,03	1,67	2,79	2,68
D ₈	1,61	2,76	2,76	1,47	2,54	2,43
D ₉	1,44	2,53	2,53	1,32	2,33	2,23
D ₁₀	1,30	2,33	2,33	1,19	2,15	2,06
D ₁₁	1,19	2,16	2,16	1,09	1,99	1,91
D ₁₂	1,09	2,02	2,02	1,0	1,86	1,78
D ₁₃	1,01	1,89	1,89	0,92	1,75	1,67
D ₁₄	0,94	1,78	1,78	0,86	1,64	1,57
D ₁₅	0,88	1,68	1,68	0,81	1,55	1,49
D ₁₆	0,83	1,60	1,60	0,76	1,47	1,41
D ₁₇	0,78	1,52	1,52	0,72	1,40	1,34
D ₁₈	0,74	1,45	1,45	0,68	1,34	1,28
D ₁₉	0,70	1,38	1,38	0,64	1,28	1,22
D ₂₀	0,66	1,33	1,33	0,61	1,22	1,17
D ₂₁	0,64	1,27	1,27	0,52	1,17	1,12

Расчет раскосов выполнен на машине на основании исходной формулы: $D = \frac{Q}{2} - \frac{M_{уст} \gamma}{6} + \frac{M_{кр}}{2 \cdot B \cdot \cos(\beta + \gamma)}$

№3078ТМ-Т 4 лист 37/78

Расчет траверс опор П110-1 и П110-2

1. Траверса $l = 2,0$ м



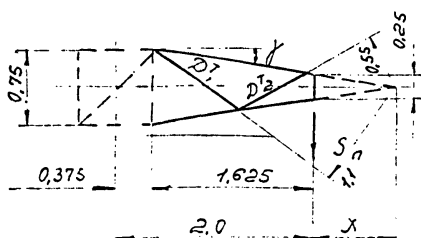
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{1,625} = 0,616$$

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

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

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

$$x = \frac{0,25}{2 \times \operatorname{tg} \gamma} = \frac{0,25}{2 \times 0,154} = 0,812 \text{ м}$$



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

$$S_n = 0,61 \text{ т}; \quad q_n = 0,2 \text{ т}; \quad q_r = 0,045 \text{ т}; \quad G_{\text{тр}} \approx 0,05 \times 1,1 = 0,06 \text{ т}$$

$$q_l = 0,15 \times 1,1 = 0,165 \text{ т}$$

$$EG = 0,25 q_n + 0,5 q_r + 0,5 q_l + 0,25 G_{\text{тр}} =$$

$$= 0,25 \times 0,2 + 0,5 \times 0,045 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,06 = 0,17 \text{ т}$$

$$U_4 = \frac{0,61 \times 1,625}{0,75 \times 0,988} + \frac{0,17 \times 1,625}{1,0 \times 0,988} = 1,33 + 0,28 = 1,61 \text{ т};$$

б) Усилия в раскосах нижней грани

$$\text{Схема III; II-н гололеда; } S_n = 0,61 \text{ т } \quad x = 0,812 \text{ м}$$

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

$$D_1^T = \frac{0,495}{1,1} = 0,45 \text{ т}; \quad D_2^T = \frac{0,495}{0,55} = 0,9 \text{ т}$$

в) Усилие в тросе. Схема II *) II р-н гололеда

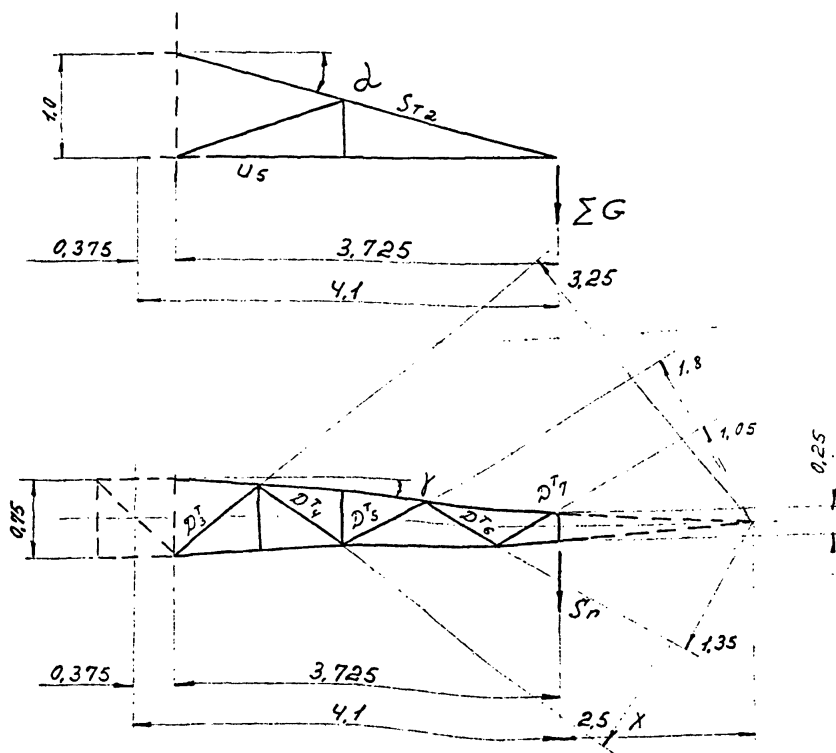
$$g_n = 0,665 \text{ т}; g_r = 0,045 \text{ т}; \sigma_{тг} \approx 0,05 \times 1,1 = 0,06 \text{ т}$$

$$\Sigma G = 0,5 \times 0,665 + 0,5 \times 0,045 + 0,25 \times 0,06 = 0,368 \text{ т}$$

$$S_{т_1} = \frac{0,368 \times 1,625}{1,0 \times 0,851 \times 0,988} = 0,71 \text{ т}$$

*) Монтажный режим - с учетом удвоенного веса проводов и вурлянд - не является расчетным.

2. Траверса $C = 4,1 \text{ м}$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{3,725} = 0,268$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0,25}{3,725} = 0,067$$

$$\cos \alpha = 0,965$$

$$\cos \gamma = 0,997$$

$$X = \frac{0,25}{2 \times \operatorname{tg} \gamma} = \frac{0,25}{2 \times 0,067} = 1,86 \text{ м}$$

а) Усилие в поясе. Схема III; II район гололеда

$$S_n = 0,61 \text{ т}; g_n = 0,2 \text{ т}; g_r = 0,045 \text{ т}; g_{\lambda} = 0,15 \times 1,1 = 0,165 \text{ т}; G_{\text{тр}} = 0,11 \times 1,1 = 0,12 \text{ т};$$

$$\Sigma G = 0,25 \times 0,2 + 0,5 \times 0,045 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,12 =$$

$$= 0,183 \text{ т};$$

$$U_5 = \frac{0,61 \times 3,725}{0,75 \times 0,997} + \frac{0,183 \times 3,725}{1,0 \times 0,997} = 3,04 + 0,68 = 3,72 \text{ т}$$

б) Усилие в раскосах нижней грани

Схема III; II р-н гололеда; $S_n = 0,61 \text{ т}$; $\chi = 1,86 \text{ м}$;

$$M_{\text{из}} = 0,61 \times 1,86 = 1,14 \text{ тм}$$

$$D_3^T = \frac{1,14}{3,25} = 0,35 \text{ т}$$

$$D_6^T = \frac{1,14}{1,35} = 0,84 \text{ т}$$

$$D_4^T = \frac{1,14}{2,5} = 0,45 \text{ т}$$

$$D_7^T = \frac{1,14}{1,05} = 1,08 \text{ т}$$

$$D_5^T = \frac{1,14}{1,8} = 0,63 \text{ т}$$

в) Усилие в тяге. Схема II *)

$$g_n = 0,665 \text{ т}; g_r = 0,045 \text{ т}; G_{\text{тр}} = 0,11 \times 1,1 = 0,12 \text{ т}$$

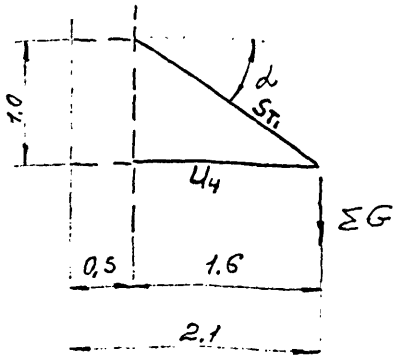
$$\Sigma G = 0,5 \times 0,665 + 0,5 \times 0,045 + 0,25 \times 0,12 = 0,38 \text{ т}$$

$$S_{T2} = \frac{0,38 \times 3,725}{1,0 \times 0,965 \times 0,997} = 1,48 \text{ т}$$

*) Монтажный режим с учетом удвоенного веса пролета проводов и гирлянд - является не расчетным.

Расчет траверсы опор П110-3 и П110-4

1. Траверса $e=2,1$ м



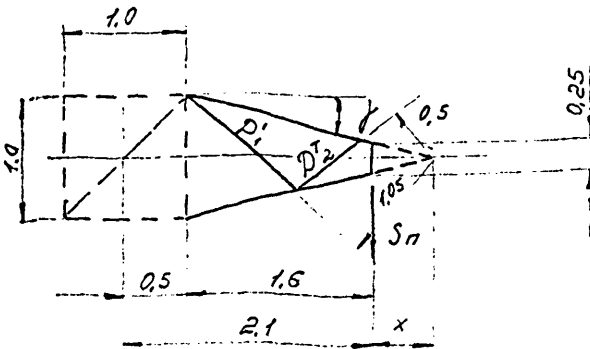
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{1,6} = 0,624$$

$$\cos \alpha = 0,848$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0,75}{2 \times 1,6} = 0,234$$

$$\cos \gamma = 0,973$$

$$x = \frac{0,25}{2 \operatorname{tg} \gamma} = \frac{0,25}{2 \times 0,234} = 0,532 \text{ м}$$



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

$$S_{11} = 1,29 \text{ т}; \quad q_n = 0,485 \text{ т}; \quad q_r = 0,045 \text{ т}; \quad G_{\text{тр}} \approx 0,05 \times 1,1 = 0,06 \text{ т}$$

$$q_{\Lambda} = 0,15 \times 1,1 = 0,165 \text{ т}$$

$$\Sigma G = 0,25 q_n + 0,5 q_r + 0,5 q_{\Lambda} + 0,25 G_{\text{тр}} =$$

$$= 0,25 \times 0,485 + 0,5 \times 0,045 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,06 = 0,238 \text{ т}$$

$$U_4 = \frac{1,29 \times 1,6}{1,0 \times 0,973} + \frac{0,238 \times 1,6}{1,0 \times 0,973} = 2,12 + 0,39 = 2,51 \text{ т}$$

б) Усилия в раскосах нижней грани. Схема III; II р-н 200.

$$S_{11} = 1,29 \text{ т}; \quad x = 0,532 \text{ м} \quad M_{13} = 1,29 \times 0,532 = 0,685 \text{ тм}$$

$$D_1 T = \frac{0,685}{1,05} = 0,65 \text{ т} \quad D_2 T = \frac{0,685}{0,5} = 1,37 \text{ т}$$

№3078 ТМ-Т 4.41.78

8) Усилии в тросе: Схема II *) II р-н гололеда

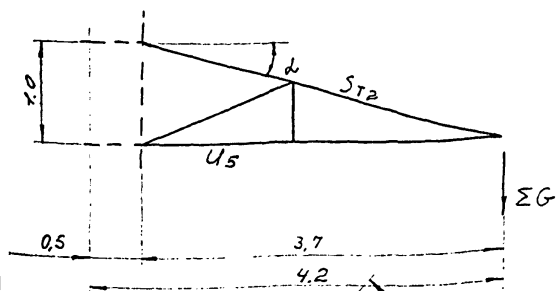
$$g_n = 1,335 \text{ т}; \quad g_r = 0,045 \text{ т}; \quad G_{тр} \approx 0,05 \times 1,1 = 0,06 \text{ т};$$

$$\Sigma G = 0,5 \times 1,335 + 0,5 \times 0,045 + 0,25 \times 0,06 = 0,67 + 0,023 + 0,013 = 0,71 \text{ т};$$

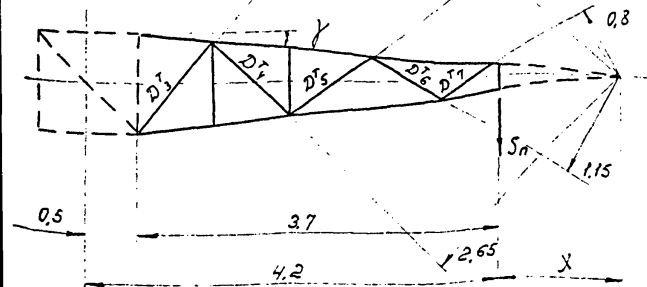
$$S_{T_1} = \frac{0,71 \times 1,6}{1,0 \times 0,848 \times 0,973} = 1,38 \text{ т};$$

*) Монтажный режим - с учетом удвоенного веса проводов - не является расчетным

2. Траверса $l = 4,2 \text{ м}$



$$\chi = \frac{0,25}{2 \times \text{tg} \delta} = \frac{0,25}{0,101} = 1,24 \text{ м}$$



$$\text{tg} \delta = \frac{1,0}{3,7} = 0,27$$

$$\text{tg} \chi = \frac{1,0 - 0,25}{2,0 \times 3,7} = 0,101$$

$$\cos \delta = 0,965$$

$$\cos \chi = 0,994$$

№ 3078 ТМ-Т 4 42,76

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

$$J_n = 1,29 \tau; q_n = 0,485 \tau; q_r = 0,045 \tau; G_{TP} = 0,11 \times 1,1 = 0,12 \tau; q_l = 0,15 \times 1,1 = 0,165 \tau$$

$$\Sigma G = 0,25 \times 0,485 + 0,5 \times 0,045 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,12 = 0,254 \tau$$

$$U_5 = \frac{1,29 \times 3,7}{1,0 \times 0,994} + \frac{0,254 \times 3,7}{1,0 \times 0,994} = 4,81 + 0,94 = 5,75 \tau$$

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

$$J_n = 1,29 \tau; X = 1,24 \text{ м} \quad M_{03} = 1,29 \times 1,24 = 1,6 \tau$$

$$D_3^T = \frac{1,6}{3,45} = 0,46 \tau$$

$$D_6^T = \frac{1,6}{1,15} = 1,4 \tau$$

$$D_4^T = \frac{1,6}{2,65} = 0,6 \tau$$

$$D_7^T = \frac{1,6}{0,8} = 2,0 \tau$$

$$D_5^T = \frac{1,6}{1,9} = 0,84 \tau$$

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

$$q_n = 1,335 \tau; q_r = 0,045 \tau; G_{TP} = 0,11 \times 1,1 = 0,12 \tau$$

$$\Sigma G = 0,5 \times 1,335 + 0,5 \times 0,045 + 0,25 \times 0,11 = 0,67 + 0,023 + 0,027 =$$

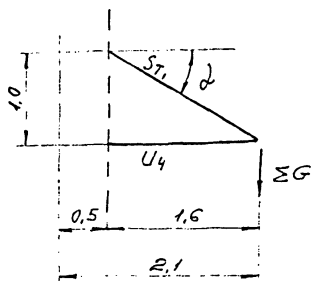
$$= 0,72 \tau$$

$$J_{T2} = \frac{0,72 \times 3,7}{1,0 \times 0,994 \times 0,965} = 2,78 \tau$$

*) Сн. лист 42

Расчет траверс опор П110-5 и П110-6

1. Траверса $l = 2,1 \text{ м}$



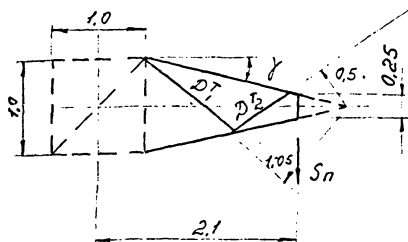
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{1,6} = 0,624$$

$$\cos \alpha = 0,848$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0,75}{2 \times 1,6} = 0,234$$

$$\cos \gamma = 0,973$$

$$\chi = \frac{0,25}{2 \times \operatorname{tg} \gamma} = \frac{0,25}{2 \times 0,234} = 0,532 \text{ м}$$



а) Усилия в поясе. Схема III; IV р-н гололеда

$$S_n = 1,29 \text{ т}; \quad q_n = 0,425 \text{ т}; \quad q_r = 0,045 \text{ т}; \quad q_l = 0,15 \times 1,1 = 0,165 \text{ т}$$

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

$$\Sigma G = 0,25 q_n + 0,5 q_r + 0,5 q_l + 0,25 G_{\text{тр}} =$$

$$= 0,25 \times 0,425 + 0,5 \times 0,045 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,06 = 0,22 \text{ т}$$

$$U_4 = \frac{1,29 \times 1,6}{1,0 \times 0,973} + \frac{0,22 \times 1,6}{1,0 \times 0,973} = 2,12 + 0,36 = 2,48 \text{ т}$$

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

$$S_n = 1,29 \text{ т}; \quad \chi = 0,532 \text{ м} \quad M_{\text{чз}} = 1,29 \times 0,532 = 0,685 \text{ тм}$$

$$D_1^T = \frac{0,685}{1,05} = 0,65 \text{ т}; \quad D_2^T = \frac{0,685}{0,5} = 1,37 \text{ т}$$

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

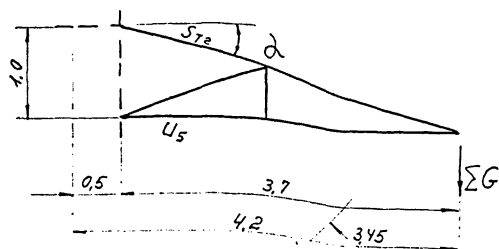
$$q_n = 2,06 \text{ т}; \quad q_r = 0,045 \text{ т}; \quad G_{тр} \approx 0,05 \text{ т} \times 11 = 0,06 \text{ т}$$

$$\Sigma G = 0,5 \times 2,06 + 0,5 \times 0,045 + 0,25 \times 0,06 = 1,07 \text{ т}$$

$$S_{T_1} = \frac{1,07 \times 1,6}{1,0 \times 0,848 \times 0,973} = 2,08 \text{ т}$$

*) Монтажный режим - с учетом удвоенного веса проводов - не является расчетным

2. Траверса $L = 4,2 \text{ м}$



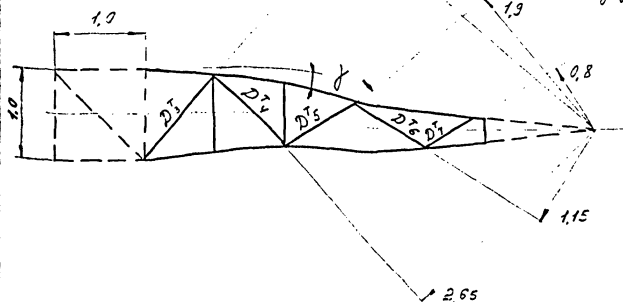
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{3,7} = 0,27$$

$$\cos \alpha = 0,965$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0,75}{2 \times 3,7} = 0,101$$

$$\cos \gamma = 0,994$$

$$X = \frac{0,25}{2 \operatorname{tg} \gamma} = \frac{0,25}{2 \times 0,101} = 1,24 \text{ м};$$



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

$$S_n = 1,29 \text{ т}; \quad q_n = 0,425 \text{ т}; \quad q_r = 0,045 \text{ т}; \quad q_l = 0,15 \times 1,1 = 0,165$$

$$G_{тр} \approx 0,11 \times 1,1 = 0,12 \text{ т}$$

$$\Sigma G = 0,25 \times 0,425 + 0,5 \times 0,045 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,12 = 0,239 \text{ т}$$

$$U_5 = \frac{1,29 \times 3,7}{1,0 \times 0,994} + \frac{0,239 \times 3,7}{1,0 \times 0,994} = 4,81 + 0,89 = 5,7 \text{ т}$$

б) Усилие в раскосах нижней грани. Схема III;

IV р-н гололеда

$$S_n = 1,29 \text{ т} \quad \lambda = 1,24 \text{ м}; \quad M_{из} = 1,29 \times 1,24 \approx 1,6 \text{ тм};$$

$$D_3^T = \frac{1,6}{3,45} = 0,46 \text{ т}$$

$$D_6^T = \frac{1,6}{1,15} = 1,4 \text{ т}$$

$$D_4^T = \frac{1,6}{2,65} = 0,6 \text{ т}$$

$$D_7^T = \frac{1,6}{0,8} = 2,0 \text{ т}$$

$$D_5^T = \frac{1,6}{1,9} = 0,84 \text{ т}$$

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

$$q_n = 2,06 \text{ т}; \quad q_r = 0,045 \text{ т}; \quad G_{тр} \approx 0,11 \times 1,1 = 0,12 \text{ т}$$

$$\Sigma G = 0,5 \times 2,06 + 0,5 \times 0,045 + 0,25 \times 0,12 = 1,081 \text{ т}$$

$$S_{T2} = \frac{1,081 \times 3,7}{1,0 \times 0,965 \times 0,994} = 4,17 \text{ т}$$

*) Монтажный режим, с учетом удвоенного веса проводов, не является расчетным

Расчет распорок и диафрагм

опор П110-1 и П110-2

$$S'_3 = \frac{S_n l}{2a};$$

$$S_3 = \frac{S_n l}{a} + \frac{G}{2 \operatorname{tg} \alpha};$$

$$K_3 = \frac{S_n l}{\sqrt{2} a};$$

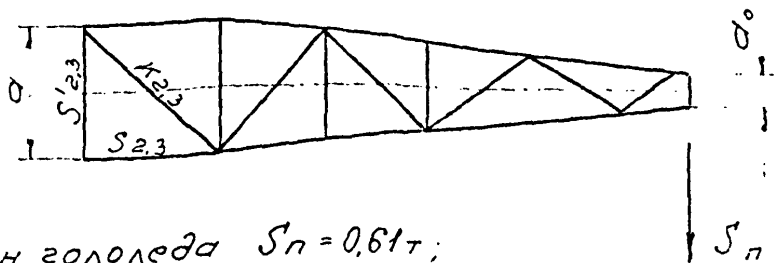
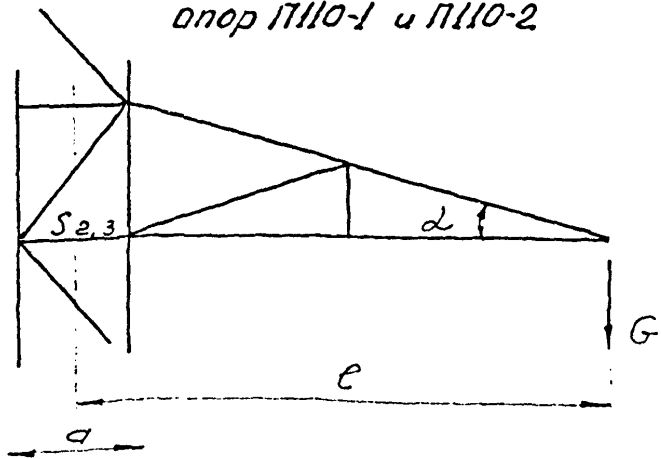


Схема III; II р-н гололеда $S_n = 0,61 \text{ т}$;

а) Траверса $l = 2,0 \text{ м}$; $a = 0,75 \text{ м}$

$$S'_3 = \frac{0,61 \times 2,0}{2 \times 0,75} = 0,82 \text{ т}$$

$$S_3 = \frac{0,61 \times 2,0}{0,75} + 0,28^*) = 1,63 + 0,28 = 1,91 \text{ т}$$

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

б) Траверса $l = 4,1 \text{ м}$;

$$S'_2 = \frac{0,61 \times 4,1}{2 \times 0,75} = 1,67 \text{ т}$$

$$S_2 = \frac{0,61 \times 4,1}{0,75} + 0,68^{**}) = 3,33 + 0,68 = 4,01 \text{ т}$$

$$K_2 = \frac{0,61 \times 4,1}{\sqrt{2} \times 0,75} = 2,36 \text{ т};$$

*) См. расчет траверсы $l = 2,0 \text{ м}$ лист 38, 39;

***) См. расчет траверсы $l = 4,1 \text{ м}$ лист 39, 40;

Расчет распорок и диафрагм

опор П110-3 и П110-4

$$S'_1 = \frac{S_n l}{2a};$$

$$S_3 = \frac{S_n l}{a} + \frac{G}{2 \operatorname{tg} \alpha};$$

$$K_3 = \frac{S_n l}{\sqrt{2} a};$$

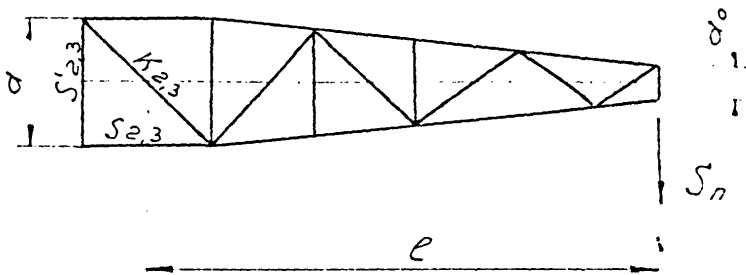
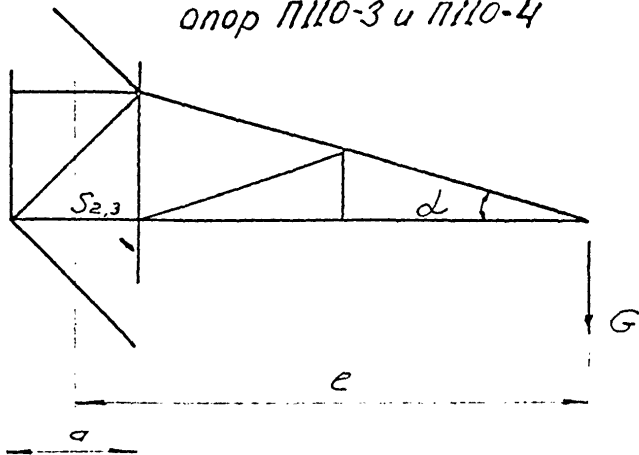


Схема III; II р-н гололеда; $S_n = 1.29 \text{ т}$

а) Траверса $l = 2.1 \text{ м}$; $a = 1.0 \text{ м}$

$$S'_3 = \frac{1.29 \times 2.1}{2 \times 1.0} = 1.36 \text{ т}$$

$$S_3 = \frac{1.29 \times 2.1}{1.0} + 0.39^*) = 2.71 + 0.39 = 3.1 \text{ т}$$

$$K_3 = \frac{1.29 \times 2.1}{\sqrt{2} \times 1.0} = 1.91 \text{ т}$$

б) Траверса $l = 4.2 \text{ м}$; $a = 1.0 \text{ м}$;

$$S'_2 = \frac{1.29 \times 4.2}{2 \times 1.0} = 2.71 \text{ т}$$

$$S_2 = \frac{1.29 \times 4.2}{1.0} + 0.94^{**}) = 5.41 + 0.94 = 6.35 \text{ т}$$

$$K_2 = \frac{1.29 \times 4.2}{\sqrt{2} \times 1.0} = 3.82 \text{ т}$$

*) См. расчет траверсы лист 41, 42;

** См. расчет траверсы лист 42, 43;

Расчет распорок и диафрагм

опор П110-5 и П110-6

$$S' = \frac{S_n l}{2a}$$

$$S = \frac{S_n l}{a} + \frac{G}{2 \tan \alpha}$$

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

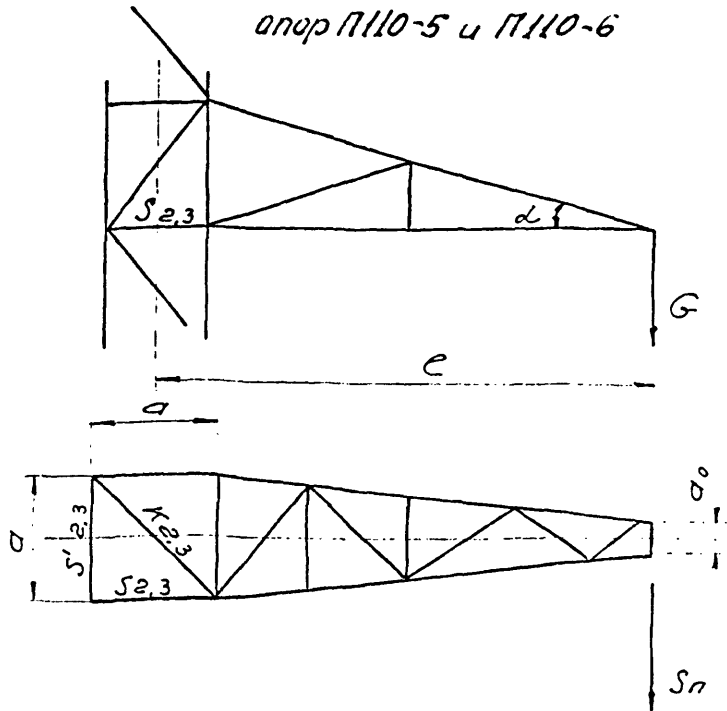


Схема III; IV р-н гололеда $S_n = 1,29$ т

а) Траверса $l = 2,1$ м; $a = 1,0$ м;

$$S'_3 = \frac{1,29 \times 2,1}{2 \times 1,0} = 1,36 \text{ т}$$

$$S_3 = \frac{1,29 \times 2,1}{1,0} + 0,36 \text{ *)} = 2,71 + 0,36 = 3,07 \text{ т}$$

$$K_3 = \frac{1,29 \times 2,1}{\sqrt{2} \times 1,0} = 1,91 \text{ т}$$

б) Траверса $l = 4,2$ м; $a = 1,0$ м

$$S'_2 = \frac{1,29 \times 4,2}{2 \times 1,0} = 2,71 \text{ т}$$

$$S_2 = \frac{1,29 \times 4,2}{1,0} + 0,89 \text{ **) } = 5,41 + 0,89 = 6,30 \text{ т}$$

$$K_2 = \frac{1,29 \times 4,2}{\sqrt{2} \times 1,0} = 3,82 \text{ т}$$

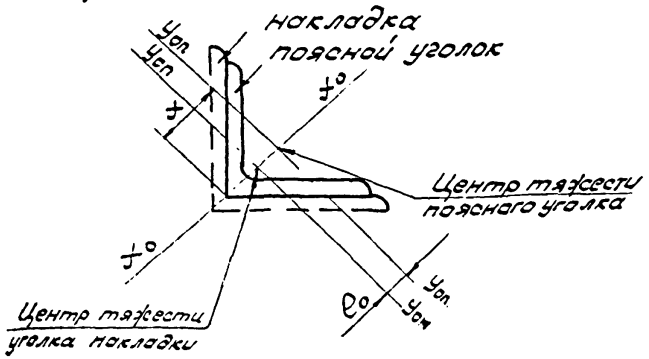
*) См. расчет траверсы $l = 2,1$ м лист 44, 45;

***) См. расчет траверсы $l = 4,2$ м лист 45, 46;

№3078 ТМТ 4-49-78

Расчет стыков
опоры П 110-1

1. Стык верхней и средней секций.
(стык на одной накладке)



$l_0 = 0,5 \text{ см}$

$$\sigma = \frac{N}{\eta_1 \rho_{вн} F}$$
 поясной уголок $\angle 70 \times 6$
 накладка $\angle 90 \times 7$

$N = 5,60 \text{ т}$ $\eta_1 = 0,95$ $F = 8,15 \text{ см}^2$

$\lambda = \frac{100}{1,38} = 72$ $l_0 = \frac{(1,94 + 0,7) - 2,47}{0,707} = 0,24 \text{ см}$

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

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

$l = 0,5 l_0 = 0,5 \times 0,24 = 0,12 \text{ см}$

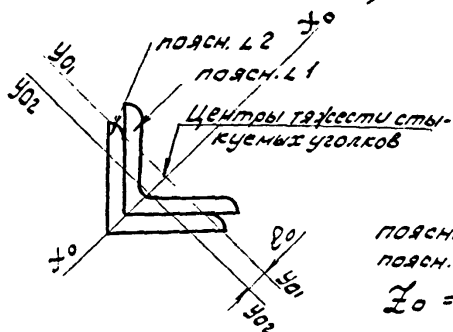
$m = 0,12 \times \frac{8,15 \times 2,74}{15,5} = 0,144$

$m_1 = 1,0 \times 0,144 = 0,144$ $\lambda = 72$

$\rho_{вн} = 0,781$ $\sigma = \frac{5600}{0,95 \times 0,781 \times 8,15} = 930 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \left(\left[\frac{2000}{\text{см}^2} \right] \right)$

Литература: 1. СНиП 32-01-80. 2. СНиП 32-01-80. 3. СНиП 32-01-80.

2. Стык средней и нижней секций
(стык телескопический)



поясн. уголок 1 - $\angle 80 \times 6$
поясн. уголок 2 - $\angle 80 \times 6$
 $Z_0 = 2,19 \text{ см}$

$$\sigma = \frac{N}{n_1 \ell_{\text{ср}} F} \quad N = 8,66 \text{ т}$$

$$n_1 = 1,0 \quad F = 9,38 \text{ см}^2$$

$$\lambda = \frac{200 \times 1,14}{2,47} = 92$$

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

$$J_{y_0-y_0} = 23,5 \text{ см}^4; \quad X = \frac{2,19}{0,707} = 3,1 \text{ см}$$

$$\ell_0 = \frac{0,6}{0,707} = 0,85 \text{ см} \quad \ell = 0,95 \quad \ell_0 = 0,95 \times 0,85 = 0,425 \text{ см}$$

$$m = 0,425 \times \frac{9,38 \times 3,1}{23,5} = 0,53 \quad m_1 = 0,53 \quad \lambda = 92$$

$$\ell_{\text{ср}} = 0,536$$

$$\sigma = \frac{8660}{0,536 \times 9,38} = 1710 \text{ кг/см}^2 \quad L [2100] \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

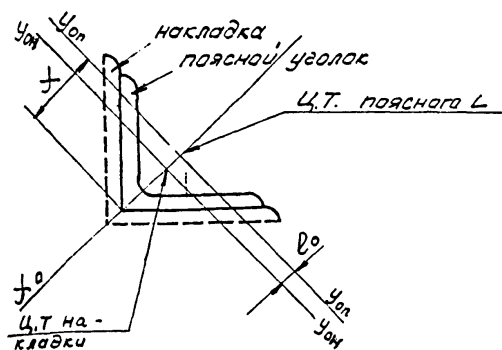
N3078 ТМ Т 4

лист
5/5

Расчет стыков

опоры П110-3

1. Стык верхней и средней секций
(стык на одной накладке)



$$\sigma = \frac{N}{\eta_1 \varphi_{вн} F}$$

поясной угол
накладка

Л 70x6
Л 90x7

$$N = 6,38 F \quad \eta_1 = 0,95 \quad F = 8,15 \text{ см}^2$$

$$l = \frac{100}{1,38} = 72$$

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

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

$$l = 0,5 l_0 = 0,5 \times 0,24 = 0,12 \text{ см} \quad l_0 = \frac{(1,94 + 0,7) - 2,74}{0,707} = 0,24 \text{ см}$$

$$m = 0,12 \times \frac{8,15 \times 2,74}{15,5} = 0,144$$

$$m_1 = 1,0 \times 0,144 = 0,144 \quad l = 72$$

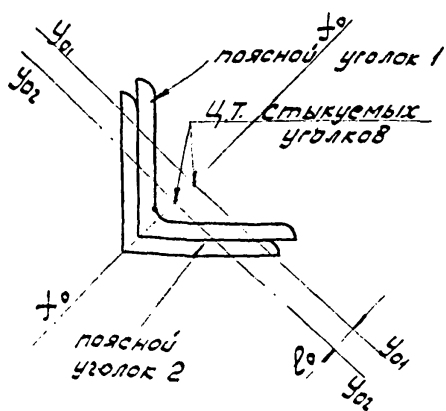
$$\varphi_{вн} = 0,781$$

$$\sigma = \frac{6,38}{0,95 \times 0,781 \times 8,15} = 1060 \frac{\text{кг/см}^2}{\text{кг/см}^2} [2100]$$

№3078ТМ-Т4

лист
52/78

2. Стык средней и нижней секции
(стык телескопический)



поясной $\angle 1$ — $\angle 80 \times 6$
поясной $\angle 2$ — $\angle 90 \times 7$

$$L_{01} = 2,19 \text{ см}$$

$$L_{02} = 2,47 \text{ см}$$

$$2,19 + 0,7 = 2,89 \text{ см}$$

$$2,89 - 2,47 = 0,42 \text{ см}$$

$$L_0 = \frac{0,42}{0,707} = 0,594$$

$$\sigma = \frac{N}{n \cdot \varphi_n \cdot F} \quad N = 10,08 \tau$$

$$n_1 = 1,0; \quad F = 9,38 \text{ см}^2;$$

$$\lambda = \frac{200 \times 1,14}{2,47} = 92$$

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

$$J_{y_0} = 23,5 \text{ см}^4 \quad X = \frac{2,19}{0,707} = 3,1 \text{ см}$$

$$\ell = 0,5 L_0 = 0,5 \times 0,594 = 0,297 \text{ см}$$

$$m = 0,297 \times \frac{9,38 \times 3,1}{23,5} = 0,37 \quad m_1 = 0,37 \quad \lambda = 92$$

$$\varphi_n = 0,583$$

$$\sigma = \frac{10,080}{1,0 \times 0,583 \times 9,38} = 1840 \text{ кг/см}^2 \ll [2100] \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

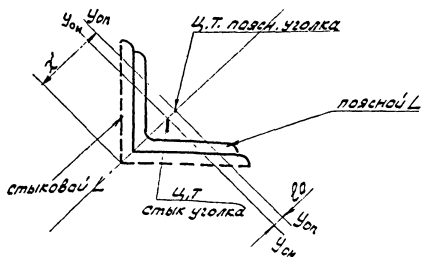
N3078 ТМ-Т 4

Лист
53 / 78

Расчет стыков

опоры П110-5

1. Стык верхней и средней секций
(стык на одной накладке)



$$\sigma = \frac{N}{n_1 \beta_{вн} F};$$

L 70x6 - поясной уголок
L 90x7 - накладка

$$N = 11,41 \text{ Т} \quad n_1 = 0,95; \quad F = 8,15 \text{ см}^2$$

$$\lambda = \frac{100}{1,38} = 72$$

$$m_1 = \eta m, \quad \text{где } \eta = 1,0; \quad m = \ell \times \frac{F \lambda}{T_{Уо}}$$

$$\lambda = \frac{1,94}{0,707} = 2,74 \text{ см}; \quad T_{Уо} = 15,5 \text{ см}^2;$$

$$\ell = 0,5 \ell_0; \quad \ell_0 = \frac{(1,94 + 0,7) - 2,47}{0,707} = 0,24 \text{ см}$$

$$\ell = 0,5 \times 0,24 = 0,12 \text{ см}$$

$$m = 0,12 \times \frac{8,15 \times 2,74}{15,5} = 0,144 \quad m_1 = 1,0 \times 0,144 = 0,144$$

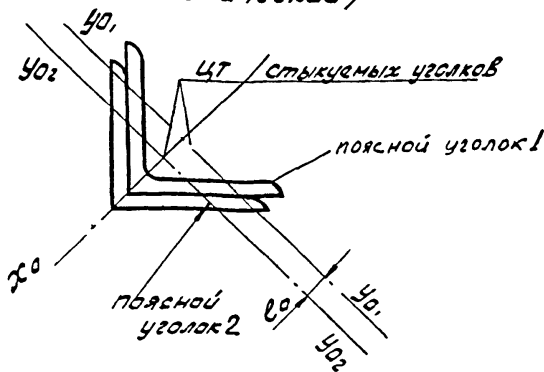
$$\beta_{вн} = 0,781$$

$$\sigma = \frac{11410}{0,95 \times 0,781 \times 8,15} = 1890 \text{ кг/см}^2 < [2100] \text{ кг/см}^2$$

№3078 ТМТ 4

Лист
54/78

2. Стык средней и нижней секций
(стык телескопический)



$$\sigma = \frac{N}{\eta_1 \rho_{вн} F}; \quad \begin{array}{l} L 80 \times 6 - \text{поясной } L 1 \\ L 90 \times 7 - \text{---} \text{---} \text{---} L 2 \end{array}$$

$$N = 12,44T \quad \eta_1 = 1,0 \quad F = 9,38 \text{ см}^2$$

$$A = \frac{200 \times 1,14}{2,47} = 92$$

$$m_1 = \eta m; \text{ где } \eta = 1,0 \quad m = \ell \frac{F \chi}{J_{y_0}}$$

$$J_{y_0} = 23,5 \text{ см}^4 \quad \chi = \frac{2,19}{0,707} = 3,1 \text{ см}$$

$$\ell = 0,5 \ell_0 \quad \ell_0 = \frac{(2,19 + 0,7) - 2,47}{0,707} = 0,594$$

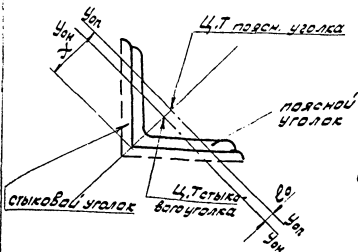
$$m = 0,297 \times \frac{9,38 \times 3,1}{23,5} = 0,37 \quad m_1 = 0,37$$

$$\rho_{вн} = 0,583$$

$$\sigma = \frac{12440}{10 \times 0,583 \times 9,38} = 2080 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \sim [2100] \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Расчет стыков опоры П110-2

1. Стык верхней и средней секций
(стык на одной накладке)



L 70x6 — поясной L
L 100x7 — стыковой L

$$\sigma = \frac{N}{n_1 \cdot \varphi_{вн} \cdot F}$$

$$N = 13,33 \text{ T}$$

$$n_1 = 0,95; F = 8,15 \text{ см}^2$$

$$m_1 = \eta m, \text{ где } \eta = 1,0 \quad m = l \frac{F \cdot \chi}{J_{y0}}$$

$$F = 8,15 \text{ см}^2; J_{y0} = 15,5 \text{ см}^4; \chi = \frac{1,94}{0,707} = 2,74 \text{ см}$$

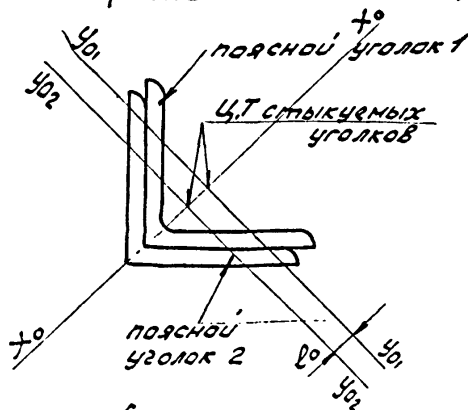
$$l = 0,5 l_0; \quad \text{где } l_0 = \frac{271 - (1,94 + 0,7)}{0,707} = 0,10 \text{ см}$$

$$l = 0,05 \text{ см} \quad m = 0,05 \frac{3,15 \times 2,74}{15,5} = 0,072$$

$$\lambda = \frac{100}{1,38} = 72 \quad \varphi_{вн} = 0,798$$

$$\sigma = \frac{13,330}{8,15 \times 0,95 \times 0,798} \approx 2100 \text{ кг/см}^2 \leq [2100] \text{ кг/см}^2$$

2. Стык средней и нижней секций
(стык телескопический)



поясн L 1 - L 100x7

поясн L 2 - L 100x7

$$Z_{01} = 271; Z_{02} = 271$$

$$l_0 = \frac{97}{0,707} = 0,99 \text{ см}$$

$$\sigma = \frac{N}{n_1 \varphi_{вн} F}; N = 16,88 \tau; n_1 = 1,0 F = 13,8 \text{ см}^2$$

$$m_1 = \eta m, \text{ где } \eta = 1,0; m = l \frac{F \chi}{J_{y0}}$$

$$J_{y0} = 54,2 \text{ см}^4; \chi = \frac{2,71}{0,707} = 3,83 \text{ см};$$

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

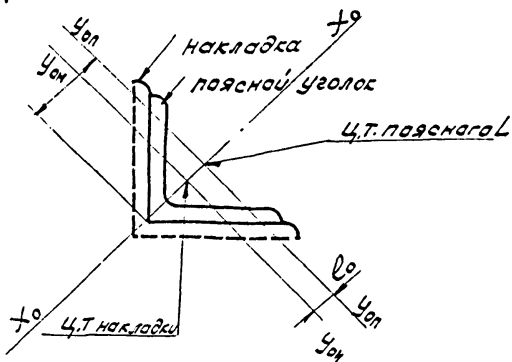
$$m = 0,5 \times \frac{13,8 \times 3,83}{54,2} = 0,49$$

$$A = \frac{200 \times 1,14}{3,08} = 74 \quad \varphi_{вн} = 0,619$$

$$\sigma = \frac{16880}{1,0 \times 0,619 \times 13,8} = 1970 \text{ кг/см}^2 [2100] \text{ кг/см}^2$$

Расчет стыков опоры П110-4

1. Стык верхней средней секции
(стык на одной накладке)



$$\sigma = \frac{N}{n_1 \varphi_{B_n} F};$$

L 70x6 — поясной уголок
L 100x7 — накладка

$$N = \frac{13,14 T}{}; \quad n = 0,95 \quad F = 8,15$$

$$A = \frac{100}{1,38} = 72$$

$$m_1 = \eta m; \quad \text{где } \eta = 1,0 \quad m = e \frac{F x}{I_{y_0}}$$

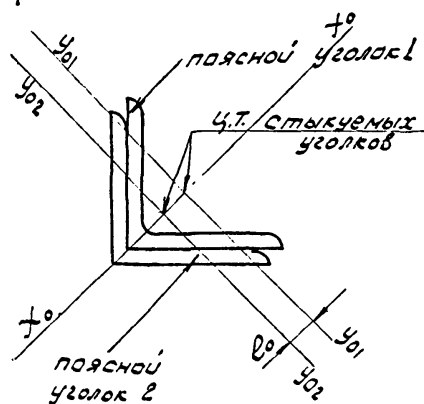
$$x = \frac{1,94}{0,707} = 2,74 \text{ см} \quad e_0 = \frac{2,71 - (1,94 + 0,7)}{0,707} = 0,1 \text{ см}$$

$$e = 0,5 e_0 = 0,05 \text{ см}$$

$$m = 0,05 \frac{8,15 \times 2,74}{15,5} = 0,072 \quad m_1 = 1,0 \times 0,072 = 0,072$$

$$\varphi_{B_n} = 0,798 \quad \sigma = \frac{13140}{0,95 \times 0,798 \times 8,15} \approx 2100 \text{ кг/см}^2 \leq [2100] \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

2. Стык средней и нижней секций
(стык телескопический)



$$\sigma = \frac{N}{\eta_1 \eta_{вн} F}; \quad \begin{array}{l} \angle 100 \times 7 - \text{поясной уголок \#1} \\ \angle 100 \times 7 - \text{поясной уголок \#2} \end{array}$$

$$N = 19,14 \text{ Т}; \quad \eta_1 = 1,0 \quad F = 13,8 \text{ см}^2$$

$$\lambda = \frac{200 \times 1,14}{3,08} = 74$$

$$m_1 = \eta m, \quad \text{где } \eta = 1,0 \quad m = e \frac{F \lambda}{J_{y0}};$$

$$J_{y0} = 54,2 \text{ см}^4; \quad \chi = \frac{2,71}{0,707} = 3,83 \text{ см}$$

$$e_0 = \frac{0,7}{0,707} = 0,99 \text{ см} \quad e = 0,95 \times 0,99 = 0,495 \text{ см}$$

$$m = 0,495 \times \frac{13,8 \times 3,83}{54,2} = 0,482 \quad m_1 = 0,482$$

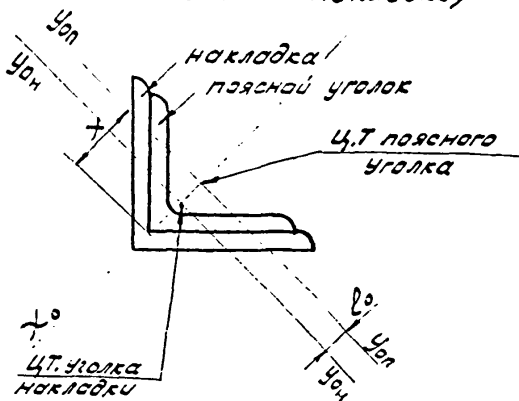
$$\eta_{вн} = 0,66$$

$$\sigma = \frac{19140}{1,0 \times 0,66 \times 13,8} = 2090 \text{ кг/см}^2 \angle [2100] \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Расчет стыков

П 110-6

1. Стык верхних секций (стык на одной накладке)



$$\sigma = \frac{N}{\eta_1 S_{вн} F}; \quad N = 9,43 \text{ т}; \quad \begin{array}{l} \angle 70 \times 6 - \text{поясной} \\ \angle 90 \times 7 - \text{накладка} \end{array}$$

$$\eta_1 = 0,95; \quad F = 8,15 \text{ см}^2$$

$$A = \frac{100}{1,38} = 72$$

$$m_1 = \eta m, \quad \text{где } \eta = 1,0; \quad m = l \times \frac{F x}{J_{y0}}$$

$$J_{y0} = 15,5 \text{ см}^4; \quad x = \frac{1,94}{0,707} = 2,74 \text{ см};$$

$$1,94 + 0,7 = 2,64 \text{ см} \quad 2,64 - 2,47 = 0,17 \text{ см}$$

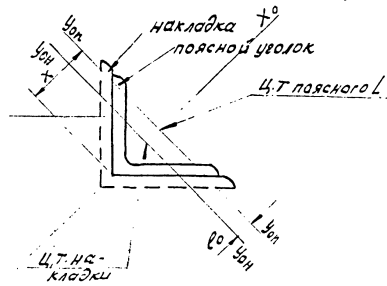
$$l_0 = \frac{0,17}{0,707} = 0,24 \text{ см} \quad l = 0,5 l_0 = 0,5 \times 0,24 = 0,12 \text{ см}$$

$$m = 0,12 \times \frac{8,15 \times 2,74}{15,5} = 0,173 \quad m_1 = 1,0 \times 0,173 = 0,173$$

$$S_{вн} = 0,769$$

$$\sigma = \frac{9430}{0,95 \times 0,769 \times 8,15} = 1590 \text{ кг/см}^2 < [2100] \text{ кг/см}^2$$

2. Стык верхней и средней секций
(стык на одной накладке)



$$\sigma = \frac{N}{n_1 \rho_{\text{н}} F}; \quad \begin{array}{l} L 90 \times 7 - \text{поясной уголок} \\ L 110 \times 8 - \text{накладка} \end{array}$$

$$N = 18,24 \text{ T}; \quad n_1 = 0,95 \quad F = 12,3 \text{ см}^2$$

$$\lambda = \frac{100}{1,78} = 56$$

$$m_1 = \eta m, \quad \text{где } \eta = 1,0, \quad m = l \times \frac{F \lambda}{J_{yo}}$$

$$\lambda = \frac{2,47}{0,707} = 3,49 \text{ см}; \quad J_{yo} = 38,9 \text{ см}^4$$

$$l = 0,5 l_0 \quad l_0 = \frac{(2,47 + 0,8) - 3,0}{0,707} = 0,38 \text{ см}$$

$$l = 0,5 \times 0,38 = 0,19 \text{ см}$$

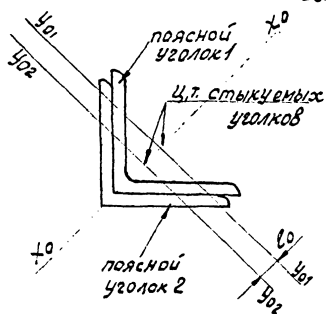
$$m = 0,19 \times \frac{12,3 \times 3,49}{38,9} = 0,21 \quad m_1 = 1,0 \times 0,21 = 0,21$$

$$\rho_{\text{н}} = 0,82$$

$$\sigma = \frac{18240}{0,95 \times 0,82 \times 12,3} = 1900 \text{ кг/см}^2 \leq [2100] \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

2020/04/02 14:00

3. Стык средней и нижней секций
(стык телескопический)



$$\sigma = \frac{N}{k_1 \varphi_{вн} F};$$

L 110x8 - поясной N1

L 110x8 - — " — N2

$$N = 22,32 \text{ Т}; \quad k_1 = 1,0 \quad F = 17,2 \text{ см}^2$$

$$A = \frac{200 \times 1,14}{3,39} = 67$$

$$m_1 = \eta m; \quad \text{где } \eta = 1,0 \quad m = l \frac{F \chi}{J_{yo}}$$

$$J_{yo} = 81,8 \text{ см}^4; \quad \chi = \frac{3,00}{0,707} = 4,25 \text{ см}$$

$$e_0 = \frac{0,8}{0,707} = 1,13 \text{ см} \quad e = 0,5 \times 1,13 = 0,565 \text{ см}$$

$$m = 0,565 \times \frac{17,2 \times 4,25}{81,8} = 0,5 \quad m_1 = 0,5$$

$$\varphi_{вн} = 0,65$$

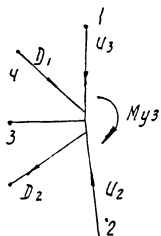
$$\sigma = \frac{22320}{1,0 \times 17,2 \times 0,65} = 1990 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \leq [2100] \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

N3078 ТМТ 4

А.И.С.М.
62/78

Опора П110-5

Стык верхней и средней секции



Узловой момент:

$$M_{уз.} = 1530 \times 5,7 + 1500 \times 2,0 = 8700 + 3000 = 11700 \text{ кгсм}$$

$$M_{уз.} = 117,0 \text{ кгм.}$$

$$D_1 = 1,53T$$

$$D_2 = 1,5T$$

$$U_3 = U_2 = 6,17T$$

Стержень	сечение	J_x	$l_{геом.}$	J_x/l
1	L70x6	37,6	100	0,376
2	L80x6	57,0	200	0,285
3	L63x5	23,1	100	0,231
4	L63x5	23,1	140	0,165
				1,057

Для стержня 1

$$\beta_1 = \frac{0,376}{1,057} = 0,356$$

Момент изгибающий пояс U_3

$$M_1 = 0,356 \times 117,0 = 41,7 \text{ кгм}$$

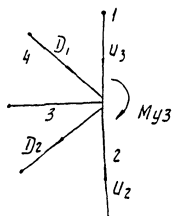
$$W_1 = \frac{J_x}{z_0} = \frac{37,6}{1,94} = 19,4 \text{ см}^3 \quad \sigma_m = \frac{4170}{19,4} = 215 \text{ кг/см}^2$$

Суммарное напряжение в поясе U_3

$$\sigma = \frac{6170}{8,15} + 215 = 980 \text{ кг/см}^2$$

Опора П110-6

1. Стояк верхней и средней секций



Узловой момент:

$$M_{уз} = 2800 \times 7.5 + 2750 \times 3.3 =$$

$$= 30080 \text{ кгсм}$$

$$M_{уз} = 300.8 \text{ кгм}$$

$$D_1 = 2.8 \text{ т}$$

$$D_2 = 2.75 \text{ т}$$

$$U_3 = U_2 = 16.77 \text{ т}$$

Стержень	сечение	J_x	$l_{\text{ком}}$	J/l
1	L90x7	94.3	100	0.943
2	L110x8	198.0	200	0.990
3	L63x5	23.1	100	0.231
4	L63x5	23.1	140	0.165
				2.329

Для стержня 1

$$\xi_1 = \frac{0.943}{2.329} = 0.405$$

Момент изгибающий пояса U_3

$$M_i = 0.405 \times 300.8 = 122.0 \text{ кгм}$$

$$W_i = \frac{J_x}{z_0} = \frac{94.3}{2.47} = 38.2 \text{ см}^3 \quad \sigma_M = \frac{122.00}{38.2} = 320 \text{ кг/см}^2$$

Суммарное напряжение в поясе U_3

$$\sigma = \frac{16.770}{12.3} + 320 = 1360 + 320 = 1680 \cdot \text{кг/см}^2$$

Рассчитал: *Морф* / Токарева /
 Проверил: *Курф* / Герасимова /

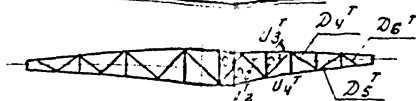
N3078-ТМ-ТЦ Лист
64 / 78

Л 110-7

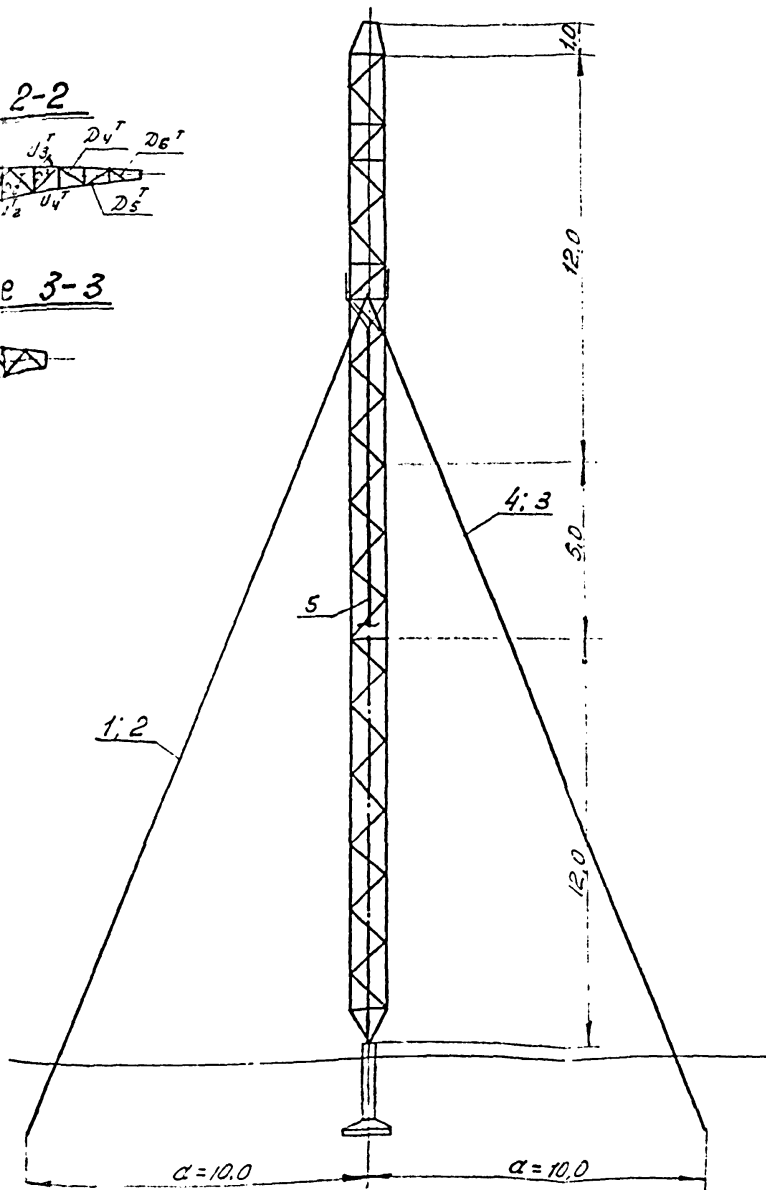
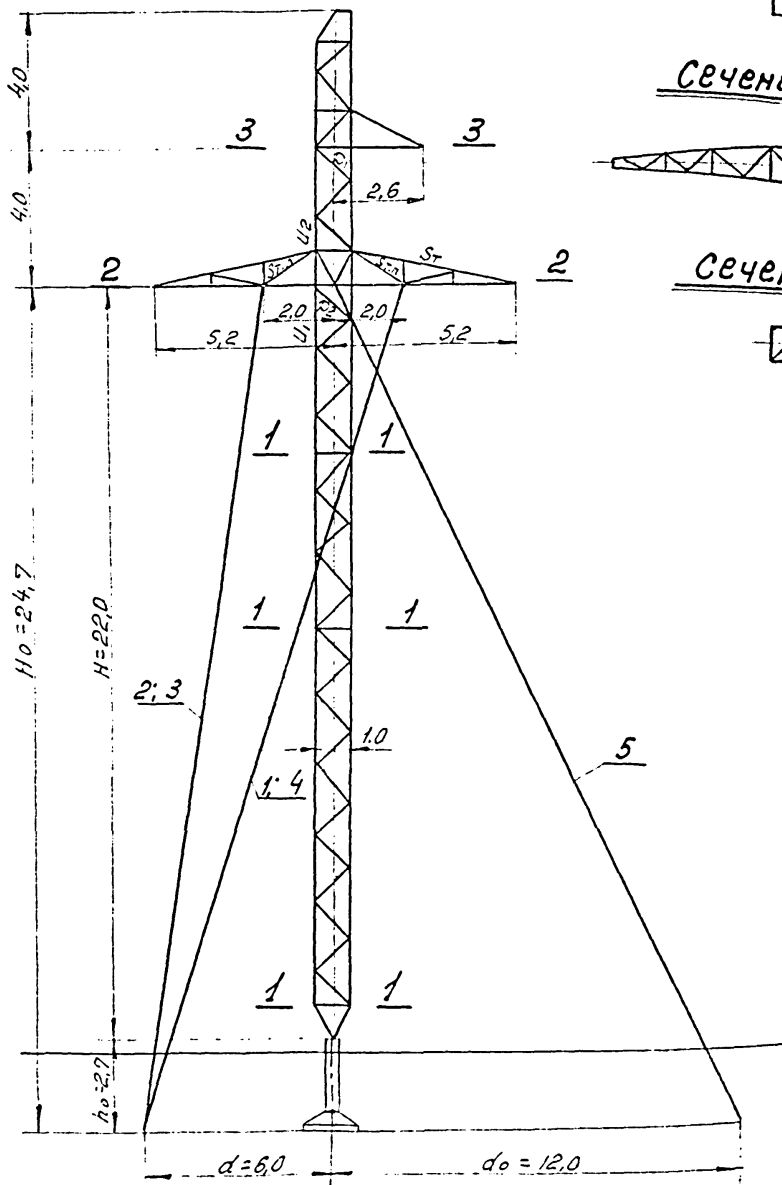
Сечение 1-1



Сечение 2-2



Сечение 3-3



Нагрузки на одноцепную промежуточную опору ВЛ 110 кВ. Шифр П 110-7

Таблица №1

Расчетные схемы	Расчетные коэффициенты условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	I р-н гололеда												II р-н гололеда							
				АСО-240						С-50						АСО-240			С-50				
				450												450							
				565												540							
450												430											
						нормат.		п		расчетн.		нормат.		п		расчетн.		нормат.		п		расчетн.	
I Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. ветер направлен вдоль оси траверс.	$q_n^H = 30 \text{ кг/м}^2$ $q_r^H = 70 \text{ кг/м}^2$ $b = 5^\circ \text{C}; c = 0$		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_n	410	1,2	490	240	1,2	290	410	1,2	490	240	1,2	290							
			Вес пролета провода, троса.	q_n	530	1,1	580	230	1,1	255	505	1,1	555	220	1,1	240							
			Вес гирлянд изоляторов.	q_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—							
			Суммарная вертикальная нагрузка.	$q_n + q_r$	570	—	625	230	—	255	545	—	600	220	—	240							
II Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. ветер направлен вдоль оси траверс.	$q_n^H = 25 \text{ кг/м}^2$ $q_r^H = 18 \text{ кг/м}^2$ $C = 10 \text{ мм.}$ $b = 5^\circ \text{C}; c = 5 \text{ мм.}$		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_n	215	1,4	300	185	1,4	260	230	1,4	330	235	1,4	400							
			Вес пролета провода, троса.	q_n	530	1,1	580	230	1,1	255	505	1,1	555	220	1,1	240							
			Вес гирлянд изоляторов.	q_r	215	2,0	430	110	2,0	220	480	2,0	960	290	2,0	580							
			Суммарная вертикальная нагрузка.	$q_n + q_r$	785	—	1055	340	—	475	1025	—	1560	510	—	820							

Нагрузки на одноцепную промежуточную опору ВЛ 110 кВ. Шифр П 110-7

таблица №2

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	I р-н гололеда						II р-н гололеда						
					ЯСО-240			С-50			ЯСО-240			С-50			
					450						450						
					565						540						
450						430											
						норма	п	расчет	норма	п	расчет	норма	п	расчет	норма	п	расчет
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий (верхний) или крутящий (нижний правый) момент на опору.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q^H = 0$		тяжение проводов при обрыве	S_n	1050	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1090	—	—	—	1240	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1290	—	—	—
				вес пролета провода, троса.	q_n q_T	530	1,1	580	230	1,1	255	505	1,1	555	220	1,1	240
				вес гирлянд изоляторов.	q_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_n + q_T$ q_T	570	—	625	230	—	255	545	—	600	220	—	240
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q^H = 0$		тяжение троса при обрыве.	S_T	—	—	—	1305	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1360	—	—	—	1305	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1360
				вес пролета провода, троса.	q_n q_T	530	1,1	580	230	1,1	255	505	1,1	555	220	1,1	240
				вес гирлянд изоляторов.	q_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$q_n + q_T$ q_T	570	—	625	230	—	255	545	—	600	220	—	240





Примечания:

- Высота центра тяжести троса 21,6 м.
Нормативный скоростной напор $q_T^H = 1,4 \times 50 = 70 \text{ кг/м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8.
- Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{\text{max}}^2 = 54 \text{ кг/мм}^2$.
- Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

Давление ветра на конструкцию опоры

Таблица №3

$n = 1,2$
 $\beta = 1,45$

	Эскиз и средняя отметка секции (м).	Коэф. увелич. скорости напора по высоте.	Нормативная скорость напора q_0 (кг/м ²)	Площадь элементов фермы f_i (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэф. заполнения $\varphi = \frac{f_i}{S}$	Аэродинам. коэф. плоск. фермы $C_p = C_x \varphi = 1,4 \varphi$	Аэродинам. коэф. постр. фермы $C_{pr} = C_p (1+b)$	Нормативная ветровая нагрузка $R_{вр}$	Расчетн. ветр. нагрузка $R = q_0 \cdot C_{пр} \cdot \beta \cdot n$
ИЗМЕН. секция		1,49	75	0,25	1,05	0,238	0,333	0,78	21 ²⁾ (47)	36
ВЕРХНЯЯ траверса		1,40	70	0,89	2,35	0,378	0,530	0,52	60 ²⁾ (132)	105
СРЕДНЯЯ траверса		1,49	75	1,93	8,0	0,241	0,337	0,78	360	625
НИЖНЯЯ траверса		1,1	55	4,39	22,0	0,199	0,278	0,85	625	1090
ОТТЯЖКИ		1,1	55						44	76
								Итого	1110	1932

Примечания:

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м^2 на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы $R_{вр}$, указанные в скобках, определены при направлении ветра \perp траверсе. При ветре \perp оси вл. ветровая нагрузка составляет $0,45 R_{вр}$.

Расчет опоры производился на ЭЦВМ "Урал-2" по программе расчета одноствоечной опоры с 2-мя расщепленными и одной одиночной оттяжками (инв. N3002ТМ-Т6).

Таблица результатов расчета опоры на ЭЦВМ

Таблица №4

расчетн. велич.	Сх. I (1) ветер слева	Сх. I (2) ветер справа	Сх. II (1) ветер слева	Сх. II (2) ветер справа	Сх. III (1) обрыв прав. нижн. пров.	Сх. III (2) обрыв левог. нижн. пров.	Сх. IV
T_1 (кг)	3929	1391	3086	1980	0	3880	1212
T_2 (кг)	4393	794	3740	1166	3817	0	1295
T_3 (кг)	4393	794	3740	1166	1036	6257	3794
T_4 (кг)	3929	1391	3086	1980	6460	1008	3791
T_5 (кг)	0	10539	1387	8613	5602	5303	4888
R_x (кг)	-250	244	194	-194	130	17	58
$N-N_0$ (кг)	1538	(нечетк. печат.) -85,6	90,9	-90,9	1730	1352	11
Δx	14,7	-12,3	8,0	-8,0	-1,3	нечеткая печать	0,25
Δy	0	0	0	0	7,9		6,74
φ	0,0016	0,0017	0,0032	-0,0032	0,0014	0,00020	0
β	0	0	0	0	0,075	-0,069	0,0016
M_c (кгсм)	-659198	672128	-729142	729142	-286228	-37637	-127193
R_y (кг)	0	0 (нечетк. печат.) -17845	0	0	0	0	494
N_n (кг)	-19470		-21393	-21211	-19292	-18914	-17813
N_a (кг)	7515	1963	6168	2827	3499	3444	2263
Q_{ax} (кг)	1782	518	1442	742	556	1116	541
Q_{ay} (кг)	-3042	-795	-2497	-1144	-1416	-1394	-916
N_B (кг)	7515	1963	6168	2827	6685	6630	6844
Q_{Bx} (кг)	1782	518	1442	742	2011	1219	1653
Q_{By} (кг)	3042	795	2497	1144	2706	2684	2771
N_c (кг)	0	9479	1247	7747	5038	4770	4397
Q_{cx} (кг)	0	-4605	-606	-3764	-2443	-2317	-2136

T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 - усилия в оттяжках

R_x, R_y - горизонт. реакции в опорном шарнире

N_n - вертикал. реакция в опорном шарнире

M_c - момент в стойке на уровне нижних траверс

$\Delta x, \Delta y, \varphi, \beta$ - перемещения стойки на уровне нижн. траверс

N_a, Q_{ax}, Q_{ay}, N_B и т. д. - нагрузки на анкерные плиты.

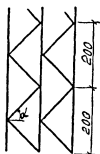
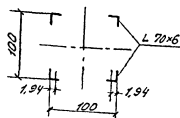
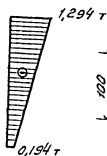
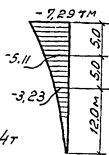
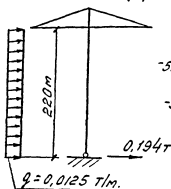
№3078 ТМ-Т4 лист 69/78

Расчет стойки ниже уровня нижних траверс

Схема II (1)

Эл. м

Эл. Q



Подбор сечения поясов

$$N = N_n - G_{ст} \quad G_{ст} = \frac{2}{3} \cdot 2310 = 1540 \text{ кг}$$

$$N = 21,393 - 1,54 = 19,85 \text{ т}$$

$$U_1 = \frac{19,85}{4} + \frac{7,29}{2 \cdot 0,96} = 4,96 + 3,8 = 8,76 \text{ т}$$

$$L 70 \times 6 \quad F = 8,15 \quad \gamma_x = 2,15 \quad \rho_0 = \text{мн ел}$$

$$\frac{i_n}{i_p} = \frac{15,5 \cdot 141}{200 \cdot 1,36} = 8,05$$

$$\mu_n = 1,11$$

$$\lambda = \frac{1,11 \cdot 200}{2,15} = 104$$

$$\varphi = 0,568 \quad m = 1,0$$

$$\sigma = \frac{8,76 \cdot 10^3}{0,568 \cdot 8,15 \cdot 10} = 1900 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

Подбор сечения раскосов стойки

$$Q_{расч} = 1,294 \text{ т} \quad \cos \alpha = 0,707 \quad D_2 = \frac{1,294}{2 \cdot 0,707} = 0,92 \text{ т}$$

$$L 36 \times 4 \quad F = 2,75 \quad \gamma_{мл} = 0,70 \quad \rho_p = 141 \text{ см}$$

$$\frac{\rho_p}{\gamma_{мл}} = \frac{141}{0,70} = 202$$

$$\frac{i_n}{i_p} = 8,05 \quad \mu_p = 0,700$$

$$\lambda = \frac{0,700 \cdot 141}{0,70} = 141$$

$$\varphi = 0,356 \quad m = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64$$

$$\sigma = \frac{0,92 \cdot 10^3}{0,356 \cdot 0,64 \cdot 2,75} = 1470 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

Согласно п. 3.9 инструкции по расчету опор производим проверку поясов стойки по формуле:

$$U_1 = \frac{N^P}{4} + \frac{M^P}{2B} + \frac{n N^P (f_0 + \frac{1}{750} l)}{2B (1 - \frac{N^P}{N_3})}$$

$n = 1,0$ для сварной опоры
Схема II(1)

$$N^P = 19,85 \text{ т.} \quad M^P = 7,29 \text{ тм.} \quad B = 0,96 \text{ м.}$$

f_0 - максимальный прогиб стойки под действием расчетных поперечных нагрузок

$$f_0 = \frac{5}{384} \frac{q H^4}{EJ} \quad Q = 0,0125 \text{ т/м.}$$

$$f_0 = \frac{5 \cdot 0,0125 \cdot 22,0^4}{384 \cdot 15,75 \cdot 10^3} = 0,24 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 0,24 \text{ см.}$$

N_3 - критическая сила

$$N_3 = \frac{\pi^2 EJ}{l^2} = \frac{3,14^2 \cdot 15,75 \cdot 10^3}{22,0^2} = 320 \text{ т.}$$

$$U_1 = \frac{19,85}{4} + \frac{7,29}{2 \cdot 0,96} + \frac{1,0 \cdot 19,85 (0,24 \cdot 10^{-2} + \frac{22,0}{750})}{2 \cdot 0,96 (1 - \frac{19,85}{320})} =$$

$$= 4,96 + 3,8 + 0,35 = 9,11 \text{ т.}$$

Схема I(1) $N^P = 19,47 - 1,54 = 17,93 \text{ т}$
 $M^P = 6,59 \text{ тм.}$

$$f_0 = 0,24 \cdot 10^{-2} \cdot 4 = 0,96 \cdot 10^{-2} \text{ см.}$$

$$U_1 = \frac{17,93}{4} + \frac{6,59}{2 \cdot 0,96} + \frac{1,0 \cdot 17,93 (0,96 \cdot 10^{-2} + 2,93 \cdot 10^{-2})}{2 \cdot 0,96 (1 - \frac{17,93}{320})} =$$

$$= 4,48 + 3,44 + 0,38 = 8,30 \text{ т}$$

$$\sigma = \frac{9,11 \cdot 10^6}{0,568 \cdot 8,15} = 1970 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

Расчет стойки выше уровня
нижних траверс

1. Пояс верхней части стойки ($\nabla 22,0$ м)

Схема IV (обрыв троса)

$$S_T = 1360 \text{ кг.}$$

$$M_{\perp} = 1,36 \times 8 = 10,9 \text{ тм}$$

$$M_{\parallel} = (q_{\text{п}} + q_{\text{г}}) \times 2,6 = 0,625 \times 2,6 = 1,63 \text{ тм}$$

$$G = 0,5 q_{\text{г}} + q_{\text{п}} + q_{\text{г}} + \frac{2,31}{30} \cdot 8 = 0,12 + 0,625 + 0,62 = 1,36 \text{ т.}$$

$$U_2 = \frac{10,9 + 1,63}{2 \times 0,96} + \frac{1,36}{4} = 6,53 + 0,34 = 6,87 \text{ т.}$$

$l_{\text{п}} = 200$ см. Принимаем сечение пояса

$$L 70 \times 6 \quad F = 8,15 \text{ см}^2 \quad \gamma_{\text{мин}} = 1,38 \text{ см} \quad \gamma_{\text{мин}} = 15,5 \text{ см.}^4$$

$$\text{раскосы } L 50 \times 4 \quad F = 3,89 \text{ см}^2 \quad \gamma_{\text{мин}} = 3,80 \text{ см}^4$$

$$\frac{l_{\text{п}}}{l_{\text{р}}} = \frac{\gamma_{\text{п. мин}}}{\gamma_{\text{р. мин}}} = \frac{15,5 \times 120}{3,80 \times 100} = 4,80$$

По табл. 12 СНиП II-И. 9-62 ($\mu_{\text{п}} = 1,08$)

$$l_0 = \mu_{\text{п}} l_{\text{п}} = 1,08 \times 100 = 108 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{108}{1,38} = 78 \quad \varphi = 0,762 \quad m = 1$$

$$G = \frac{6,87 \times 10^3}{8,15 \times 0,762} = 1110 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

2. Раскос верхней части стойки.

Схема III $S_{\text{п}} = 1290$ кг

$$M_{\text{кр}} = 1,29 \times 2,6 = 3,36 \text{ тм}$$

Максимальная поперечная сила в одной грани

$$Q_{\text{max}} = \frac{M_{\text{кр}}}{2b} + \frac{S_{\text{п}}}{2} = \frac{3,36}{2 \times 1,9} + \frac{1,29}{2} = 1,68 + 0,65 = 2,33 \text{ т}$$

Усилие в раскосе:

$$D_1 = \frac{Q_{\text{max}}}{\cos \alpha} = \frac{2,33}{0,707} = 3,28 \text{ т}$$

Принимаем сечение раскоса L 50x4
 $F = 3,89 \text{ см}^2$ $J_{\text{min}} = 3,80 \text{ см}^4$ $Z_{\text{min}} = 0,99$

$$\frac{i_p}{l_p} = \frac{15,5 \times 120}{3,80 \times 100} = 4,80; \quad \frac{l_p}{Z_{\text{min}}} = \frac{120}{0,99} = 121$$

$$j_{\text{пр}} = 0,802; \quad l_0 = 121 \times 0,802 = 97 \text{ см}$$

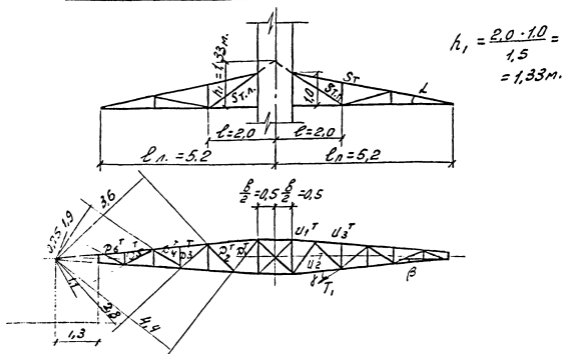
$$\lambda = \frac{97}{0,99} = 98; \quad \varphi = 0,627; \quad m_1 = 0,8 \text{ (см. табл. 7 СНиП II-М.9-62)}$$

$m_2 = 0,8$ - на прикрепление элемента в стык

$$\text{к поясу } F \varphi m_1 m_2 = 3,89 \times 0,627 \times 0,8 \times 0,8 = 1,56 \text{ см}^2$$

$$G = \frac{328 \times 10^3}{1,56} = 2100 \text{ кг/см}^2$$

Расчет нижней траверсы



$$h_1 = \frac{2.0 \cdot 1.0}{1.5} = 1.33 \text{ м.}$$

1. Для силовых внутренних тяг расчетной является схема I (1) нормального режима (ветер слева)

Усилие в левой тяге

$$S_{T.л.} = \frac{1}{2} (T_2 + T_3) \frac{H_0}{L_2} \frac{\sqrt{h_1^2 + \ell^2}}{h_1} = \frac{1}{2} 4.39 \cdot 2 \frac{24.7}{27.0} \frac{\sqrt{1.33^2 + 2.0^2}}{1.33} = 7.37$$

Усилие в правой тяге

$$S_{T.п.} = \frac{1}{2} (T_1 + T_4) \frac{H_0}{L_1} \frac{\sqrt{h_1^2 + \ell^2}}{h_1} = \frac{1}{2} 3.93 \cdot 2 \frac{24.7}{27.8} \frac{\sqrt{1.33^2 + 2.0^2}}{1.33} = 6.327$$

$$L 63 \times 5 \quad R = 6.13 \quad G = \frac{7.3 \cdot 10^3}{6.13} = 1190 < 2100$$

2. Для наружных тяг расчетной является схема II нормального режима.

$$S_T = \frac{G}{2 \sin \alpha \cdot \cos \beta}$$

$$G = q_n + q_r + \frac{1}{2} G_{\text{тр.в.}} = 1.56 + \frac{1}{2} 0.2 = 1.66 \text{ т}$$

$$\sin \alpha = \frac{1,0}{\sqrt{1,0^2 + 4,7^2}} = 0,208$$

$$\cos \beta = \frac{4,7}{\sqrt{0,4^2 + 4,7^2}} = 0,995$$

$$S_T = \frac{1,66}{2 \cdot 0,208 \cdot 0,995} = 4,02 \tau$$

$$L 63 \times 5 \quad F = 6,13 \quad G = \frac{4,02 \cdot 10^3}{6,13} = 655 \text{ кг/см.}^2$$

3. Для пролетных поясов расчетной является правая траб.
 Для правых пролетных поясов расчетной является схема III (1) (обрыв правого нижнего провода)

$$U_0 = \left(\frac{G}{2 \operatorname{tg} \alpha} + \frac{1}{2} (T_1 + T_4) \frac{H_0}{L_1} \frac{\ell}{h_1} + \frac{1}{2} (T_1 + T_4) \frac{d + \ell}{L_1} \cos \gamma \right) \times$$

$$\times \frac{1}{\cos \beta}; \quad G = \frac{q_n}{2} + q_r + \frac{1}{2} G_{TP} = 0,323 + \frac{0,2}{2} = 0,423 \tau.$$

$$\cos \gamma = \frac{d + \ell}{\sqrt{d^2 + (d + \ell)^2}} = \frac{6 + 2}{\sqrt{10^2 + 8^2}} = 0,625$$

$$U_0 = \left(\frac{0,423}{2 \cdot 0,213} + \frac{1}{2} 6,46 \frac{24,7}{27,8} \frac{2,0}{1,33} + \frac{1}{2} 6,46 \frac{6 + 2}{27,8} 0,625 \right) \cdot \frac{1}{0,995} = (0,994 + 4,31 + 0,581) \frac{1}{0,995} = 5,90 \tau$$

$$U_i^T = U_0 + Q \frac{\ell_i}{6 \ell} \quad Q = S \frac{\ell_n - \ell}{2 \ell} = 1,29 \frac{5,2 - 2,0}{2 \cdot 2,0} = 1,03 \tau.$$

$$U_3^T = 5,9 + 1,03 \frac{4,0}{0,74} = 5,9 + 5,56 = 11,46 \tau$$

$$U_2^T = 5,9 + 1,03 \frac{3,25}{0,88} = 5,9 + 3,8 = 9,70 \tau$$

$$U_1^T = 5,9 + 1,03 \frac{2,5}{1,0} = 5,9 + 2,58 = 8,48 \tau$$

$$L 70 \times 6 \quad F = 8,15 \quad \tau_x = 2,15 \quad \lambda = \frac{150}{2,15} = 70$$

$$\varphi = 0,81 \quad G = \frac{9,70 \cdot 10^3}{0,81 \cdot 8,15 \cdot 0,75} = 1960 < 2100$$

$$m = 0,75$$

4. Для раскосов средней части расчетной является правая траверса. Расчетный режим III (1) (оборван правый провод)

$$M = Q (5,2 + 1,3 - 2,0) = Q \cdot 4,5$$

$$Q = T_4 \frac{\alpha}{L_1} = 6,46 \cdot \frac{10}{27,8} = 2,33 \text{ т}$$

$$M = 2,33 \cdot 4,5 = 10,45 \text{ тм}$$

$$D_i^T = \frac{M}{z_i}$$

$$D_1^T = \frac{10,45}{4,4} = 2,38 \text{ т} \quad D_2^T = \frac{10,45}{3,6} = 2,90 \text{ т}$$

$$L 63 \times 5 \quad F = 6,13 \quad z_{\min} = 1,25 \quad m = 0,7$$

$$\lambda_1 = \frac{120}{1,25} = 96$$

$$\lambda_2 = \frac{110}{1,25} = 88$$

$$\varphi = 0,636$$

$$\varphi = 0,702$$

$$\sigma_1 = \frac{2,38 \cdot 10^3}{0,636 \cdot 6,13 \cdot 0,7} = 870 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

$$\sigma_2 = \frac{2,90 \cdot 10^3}{0,702 \cdot 6,13 \cdot 0,7} = 970 \text{ кг/см}^2 < 2100,$$

5. Для поясов консольной части расчетной является схема III

$$U_4^T = \frac{G}{2 \operatorname{tg} \alpha \cos \beta} + S_n \frac{e_{\text{л}} - e}{b}$$

$$U_4^T = \frac{0,423}{2 \cdot 0,213 \cdot 0,995} + 1,29 \frac{3,2}{0,74} = 1,0 + 5,6 = 6,6 \text{ т}$$

$$L 70 \times 6 \quad F = 8,15 \quad z_x = 2,15 \quad \lambda = \frac{160}{2,15} = 75$$

$$\varphi = 0,780 \quad m = 0,75$$

$$\sigma = \frac{6,6 \cdot 10^3}{8,15 \cdot 0,780 \cdot 0,75} = 1380 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

б. Для раскосов консольной части расчетной является схема III

$$D_i^T = \frac{M}{z_i}$$

$$M = S \cdot 1,3 = 1,29 \cdot 1,3 = 1,68 \text{ тм.}$$

Таблица №5

Раскос	z_i (м)	усилие D_i^T (т)	ρ_0 (см)	F (см ²)	z_{min} (см)	$\lambda = \frac{\rho_0}{z_{min}}$	φ	m	$G = \frac{D}{\varphi m F}$
D_3^T	2,8	0,60	100	$L50 \times 4$ 3,89	0,99	101	0,592	0,75	345
D_4^T	1,9	0,89	90	"	"	91	0,681	"	450
D_5^T	1,1	1,53	90	"	"	91	0,681	"	770
D_6^T	0,75	2,24	70	"	"	71	0,804	"	960

Расчет верхней траверсы $\rho = 2,6 \text{ м см. на стр. 22 (3078тм-т5)}$

Подбор сечения оттяжек

Для оттяжек 1, 2, 3, 4 расчетное усилие в нормальном режиме $T_H^P = 4,39 \text{ т.}$

в аварийном режиме $T_a^P = 6,46 \text{ т.}$

Примем канат $\phi 13$ (ГОСТ 3063-66)

Разрывное усилие $R = 12750 \text{ кг}$

$$R_H^P = 12,75 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 7,35 \text{ т.} > 4,39 \text{ т}$$

$$R_a^P = 12,75 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 8,17 \text{ т} > 6,46 \text{ т}$$

Для оттяжки 5 расчетное усилие в нормальном режиме $T_H^P = 10,54 \text{ т.}$

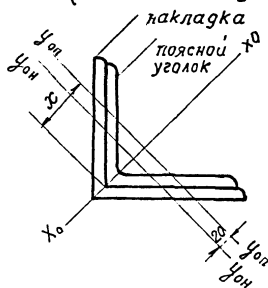
в аварийном режиме $T_a^P = 5,60 \text{ т}$

Примем 2 каната $\phi 13$ (ГОСТ 3063-66)

$$R_H^P = 2 \cdot 12,75 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 14,70 > 10,54 \text{ т.}$$

Расчет стыков секций

Стык верхней и средней секций
(Стык на одной накладке)



Поясний уголок L 70×6

Накладка L 80×6

$$N = \frac{19,85}{4} + \frac{5,11}{2 \cdot 0,95} = 4,96 + 2,66 = 7,62 \text{ т.}$$

$$G = \frac{N}{\pi_1 \psi_{вн} F} \quad \pi_1 = 0,95 \quad F = 8,15 \text{ см}^2$$

$$l = \frac{200}{2,15} = 93$$

$$m_1 = \eta^m, \text{ где } \eta = 1,0 \quad m = l \frac{F \cdot x}{J_{y_0}}$$

$$x = \frac{1,94}{0,707} = 2,74 \text{ см} \quad J_{y_0} = 15,5 \text{ см}^4$$

$$l = 0,5 l_0 \quad l_0 = \frac{(1,94 + 0,6) - 2,19}{0,707} = 0,495 \text{ см}$$

$$l = 0,5 \cdot 0,495 = 0,248 \text{ см}$$

$$m = 0,248 \times \frac{8,15 \cdot 2,74}{15,5} = 0,357; \quad m_1 = 1,0 \cdot 0,357 = 0,357$$

$$\psi_{вн} = 0,588$$

$$G = \frac{7620}{0,95 \cdot 0,588 \cdot 8,15} = 1670 < 2000$$

Стык средней и нижней секции делается по аналогии со стыком верхней и средней секции.

Расчитал: ~~Левченко~~ / Левченко /

Проверил: Зубов /

Элькин /

№3078ТМ-Т4

лист
78/78