

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

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

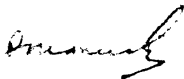
УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ 35 110 и 150 кВ

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 4

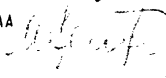
РАСЧЕТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР 110 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
ИНСТИТУТА



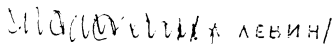
/С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА
ИНСТИТУТА



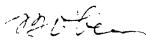
/М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ
ИНСТИТУТА



ЛЕВИН/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
ИНСТИТУТА ПО ВЛ



/В. ОБОЗНЕНКО/

МОСКВА - 1968 г.

N 3078-ТТ-4 /10 см
78

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

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

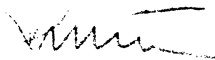
УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ 35, 110 и 150 кВ

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 4

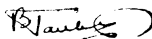
РАСЧЕТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР 110 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР



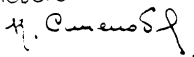
/ К. КРЮКОВ /

Зам. нач. технического отдела



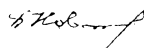
/ Н. РУМЯНЦЕВ /

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ТИПОВОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ



/ К. СИНЕЛОВОВ /

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА



/ В. НОВГОРОДЦЕВ /

ЛЕНИНГРАД 1968 г.

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

Состав проекта

инвентарный
номер

том 1.	Пояснительная записка	3078 тм - т 1
том 2.	Расчеты промежуточных опор ВЛ 35 кВ	3078 тм - т 2
том 3.	Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 35 кВ	3078 тм - т 3
том 4.	Расчеты промежуточных опор ВЛ 110 кВ	3078 тм - т 4
том 5.	Расчеты промежуточных опор ВЛ 150 кВ	3078 тм - т 5
том 6.	Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 110-150 кВ	3078 тм - т 6
том 7.	Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 35 кВ	3078 тм - т 7
том 8.	Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 35 кВ	3078 тм - т 8
том 9.	Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 110 и 150 кВ	3078 тм - т 9
том 10.	Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 110-150 кВ	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 одноствоечной 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 1967 г. 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

I Расчет свободностоящих опор листы

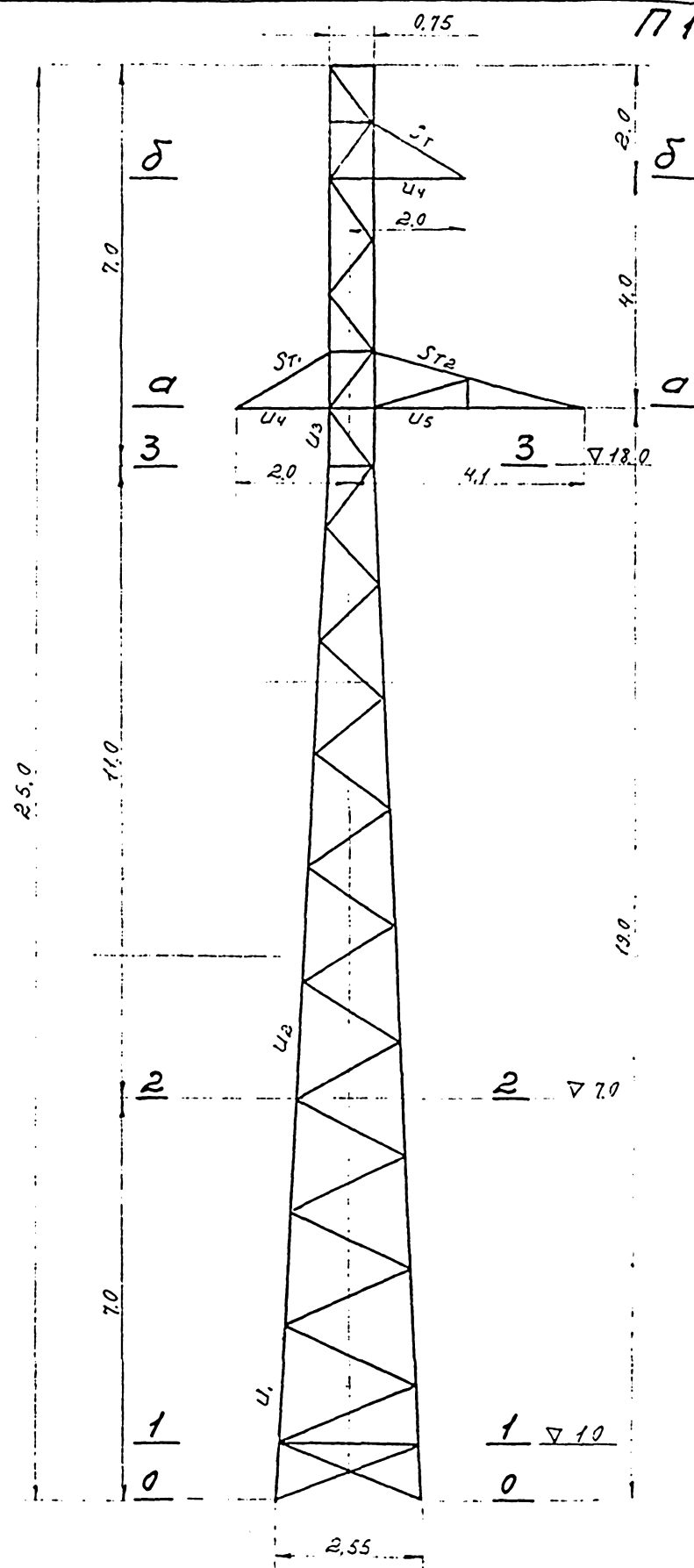
- | | |
|---------------------------------------|---------|
| 1. Эскизы опор | 7 ÷ 12 |
| 2. Нагрузки на опоры | 13 ÷ 24 |
| 3. Давление ветра на конструкцию опор | 25 ÷ 30 |
| 4. Расчет поясов ствола опор | 31 ÷ 36 |
| 5. Расчет раскосов ствола опор | 37 |
| 6. Расчет траверс | 38 ÷ 46 |
| 7. Расчет распорок и диафрагм | 47 ÷ 49 |
| 8. Расчет стыков поясов ствола | 50 ÷ 64 |

II. Расчет опоры на оттяжках

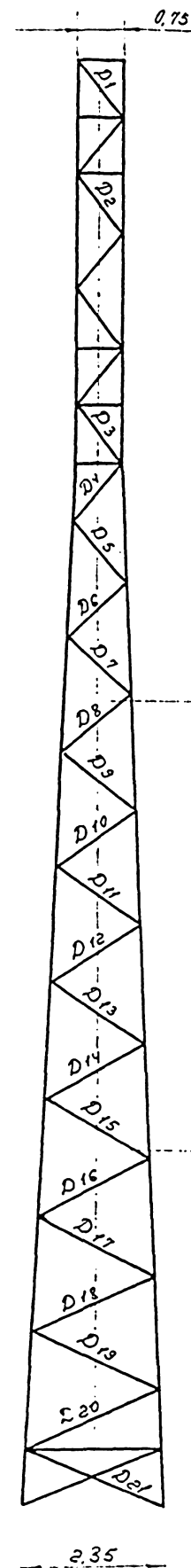
- | | |
|---|---------|
| 9. Эскиз опоры | 65 |
| 10. Нагрузки на опору | 66 ÷ 67 |
| 11. Давление ветра на конструкцию опоры | 68 |
| 12. Расчет стойки и оттяжек опоры | 69 ÷ 73 |
| 13. Расчет нижней траверсы | 74 ÷ 77 |
| 14. Расчет стыков поясов ствола | 78 |

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.



7-10-1



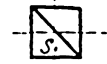
Сечение б-б



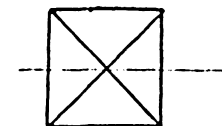
Сечение а-а



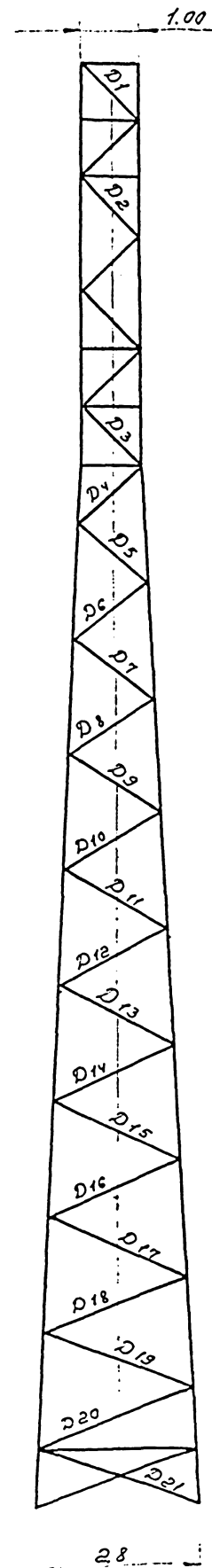
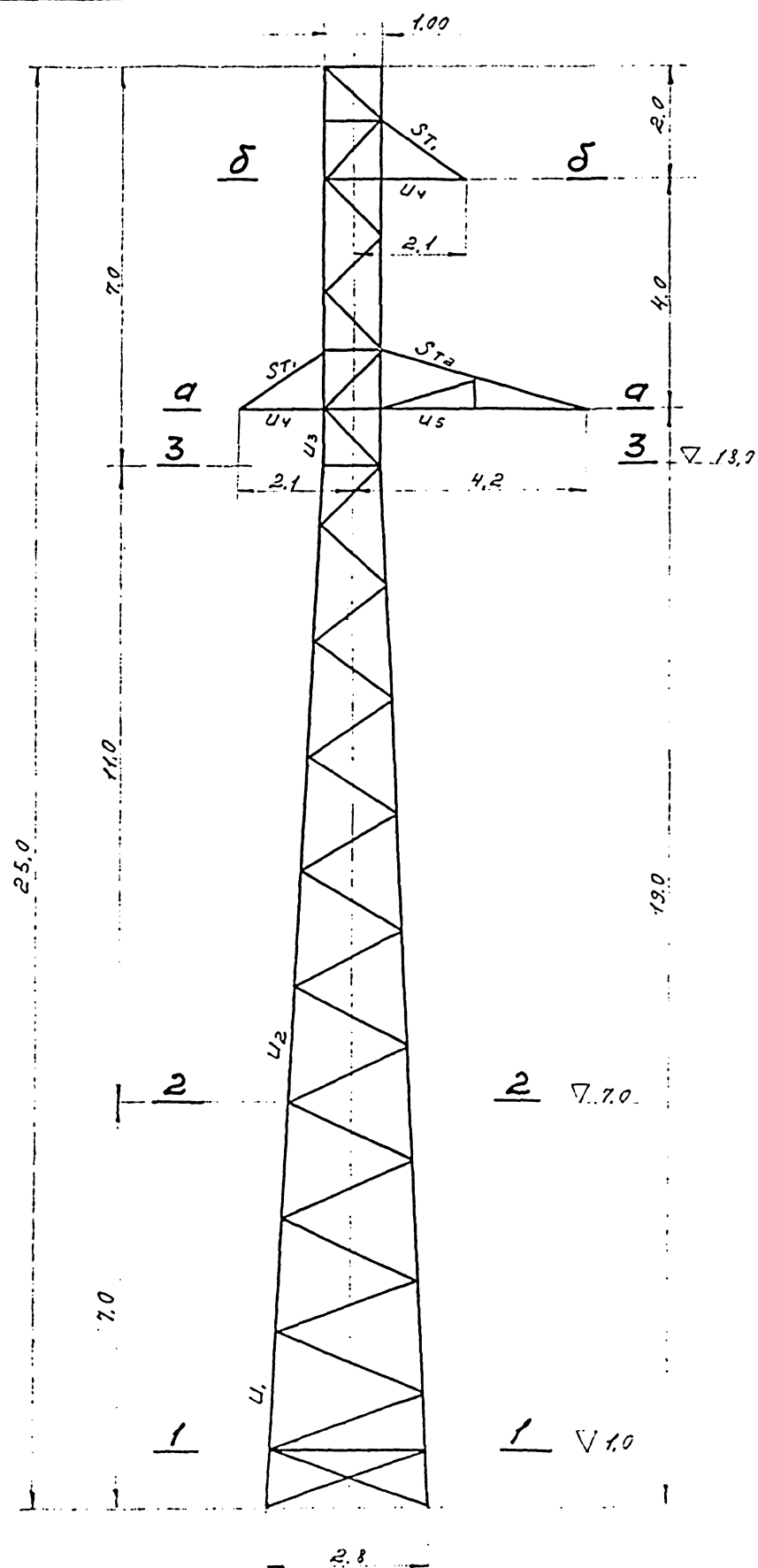
Сечение 3-3



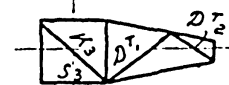
Сечение 1-1



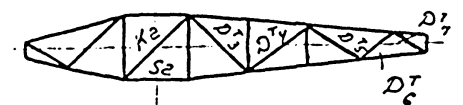
П 110-3



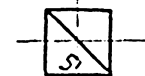
Сечение 8-8



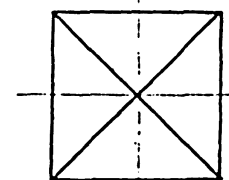
Сечение 9-9



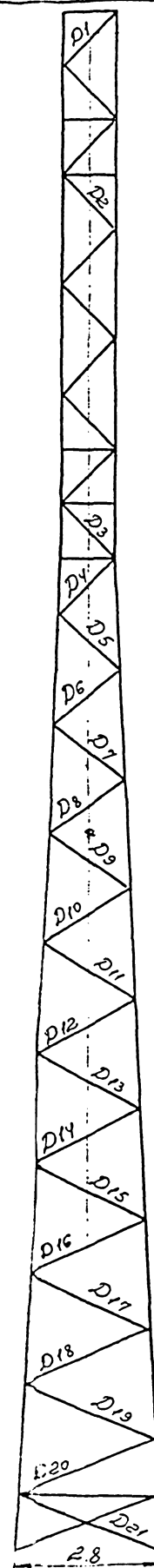
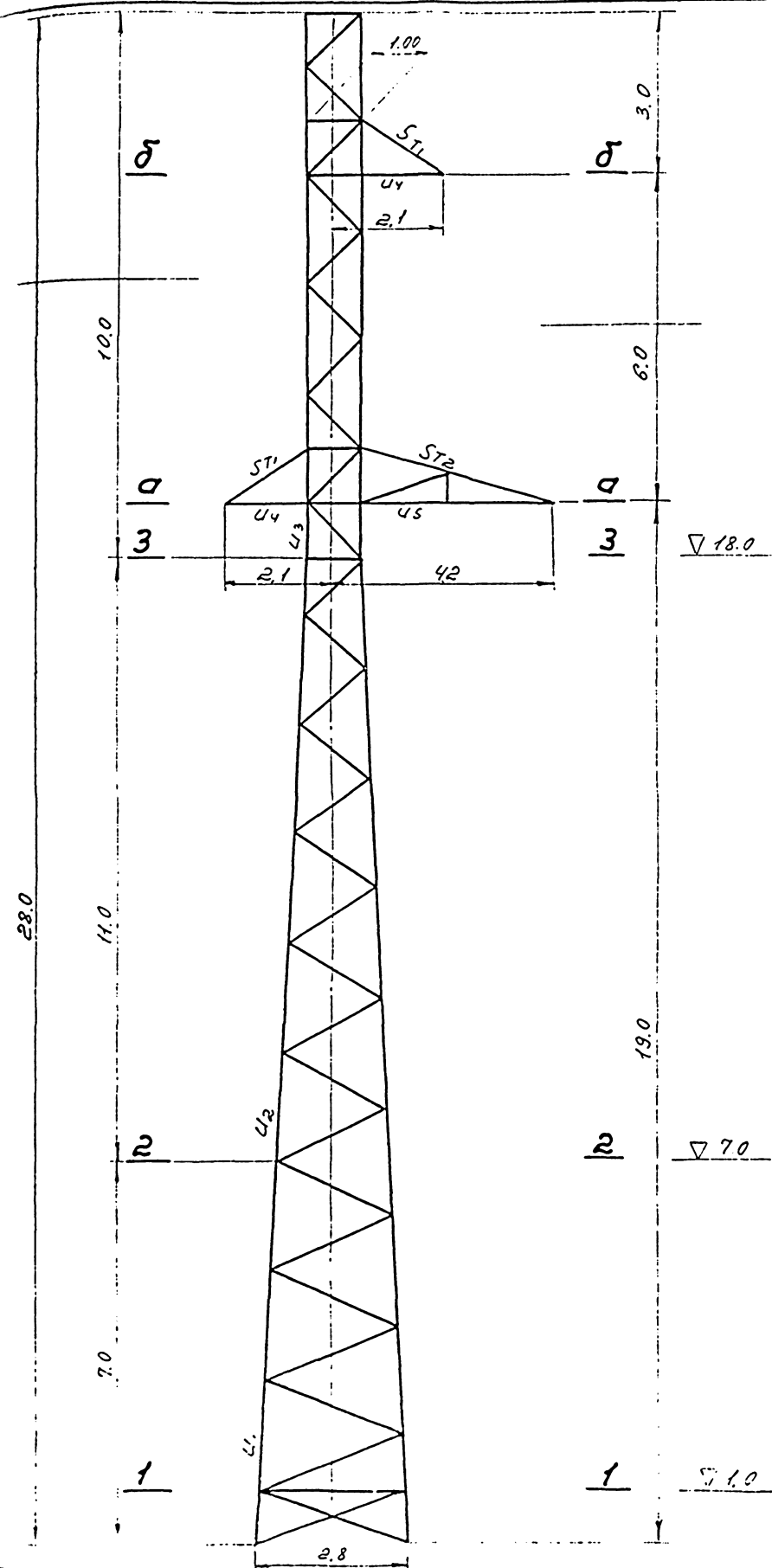
Сечение 3-3



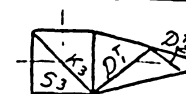
Сечение 1-1



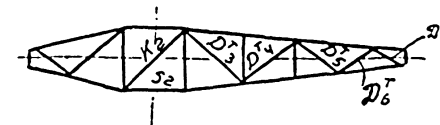
П 110-5



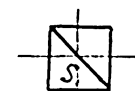
Сечение 5-5



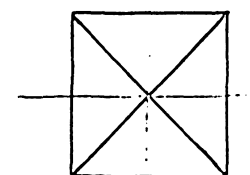
Сечение 4-4



Сечение 3-3

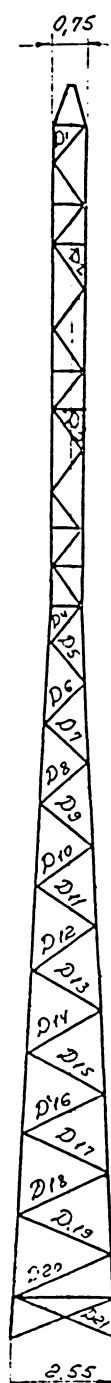
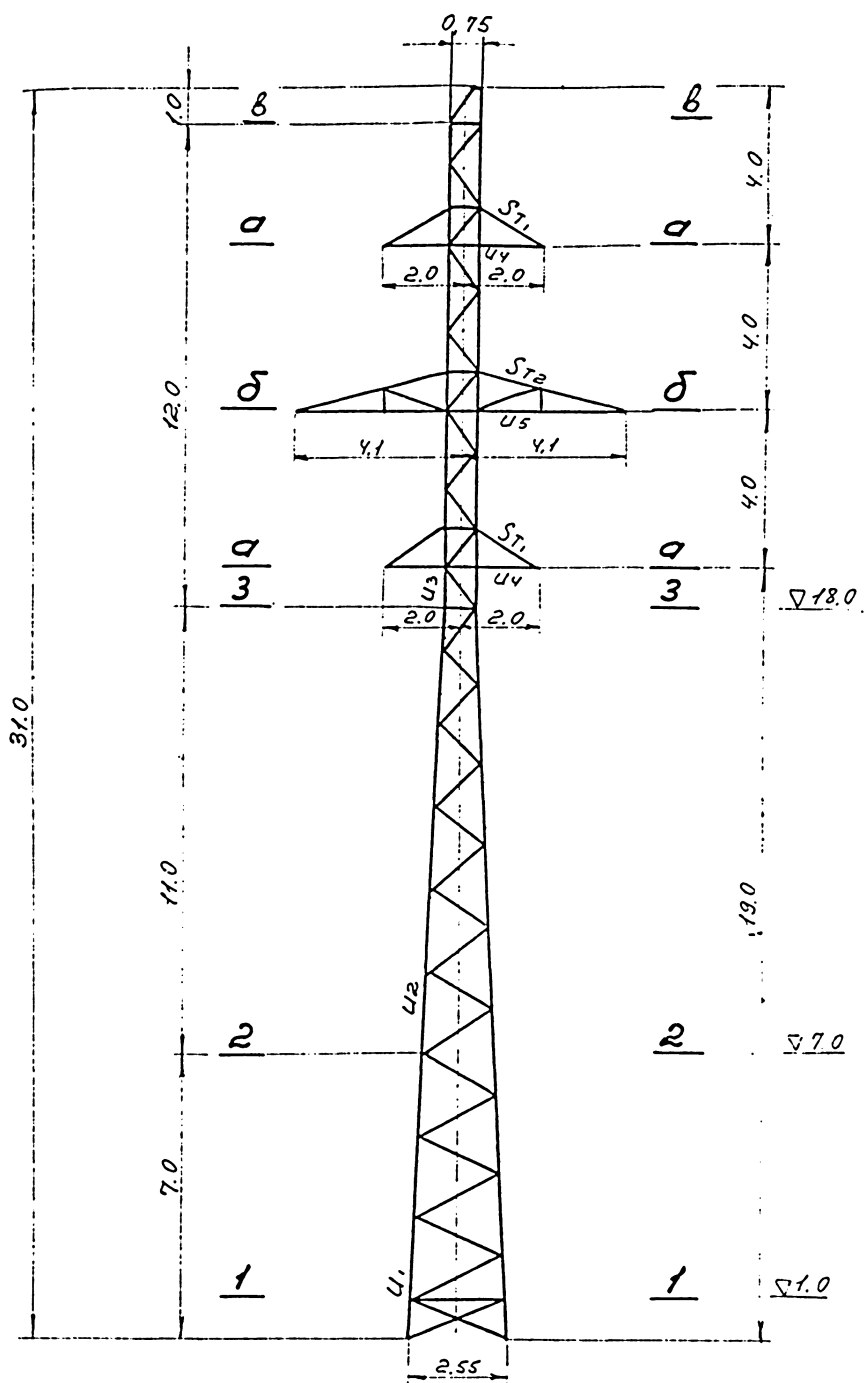


Сечение 1-1

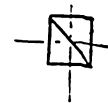


N3078 ТМ-Т 4 9 78

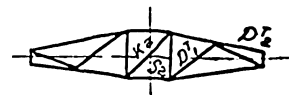
П 110-2



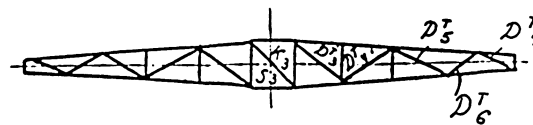
Сечение в-в



Сечение д-а



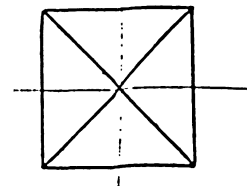
Сечение δ-δ

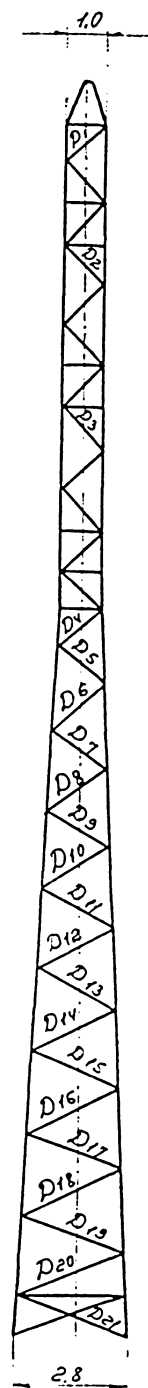
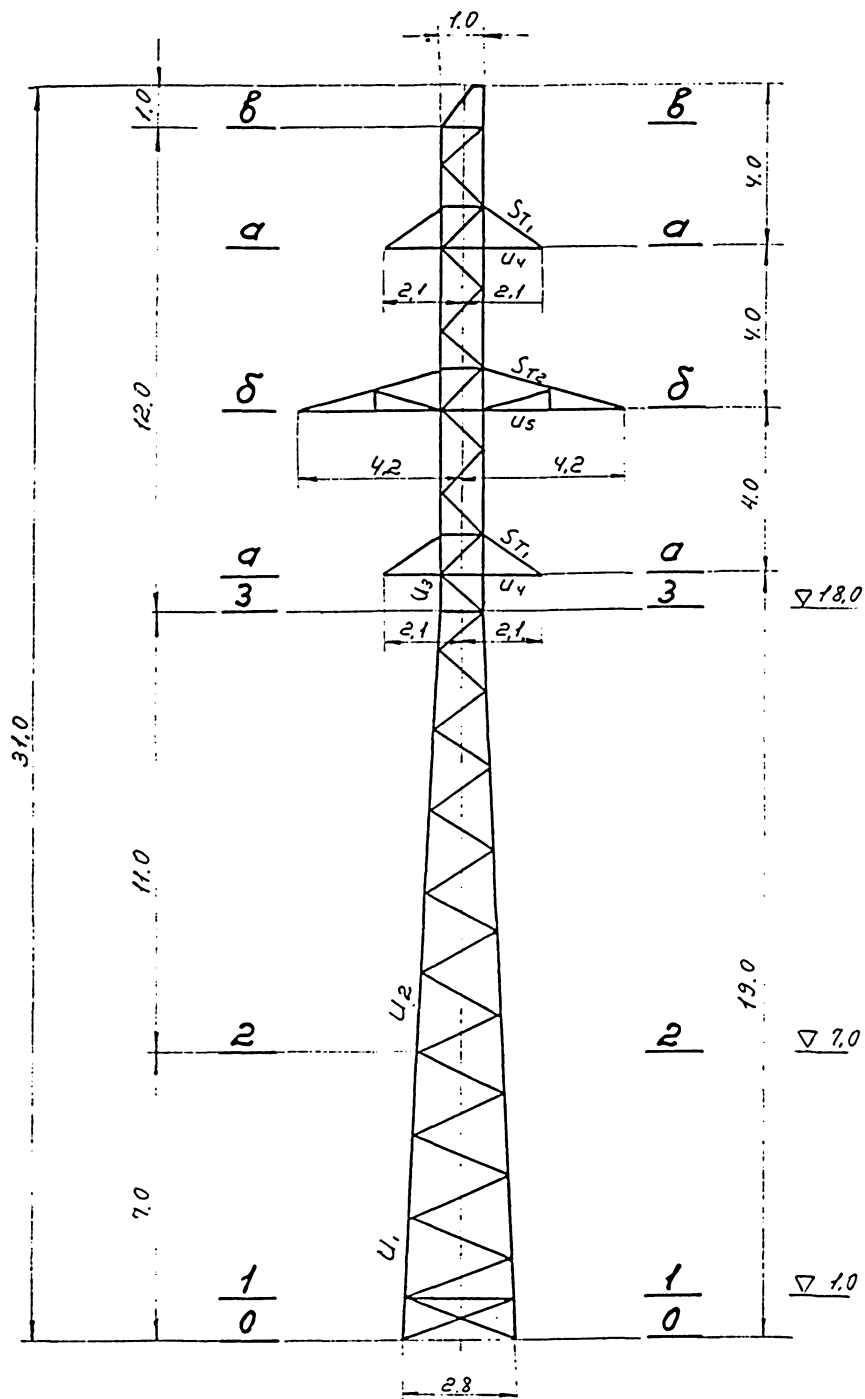


Сечение 3-3

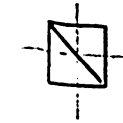


Сечение 1-1

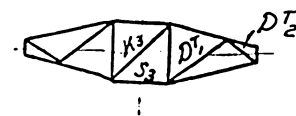




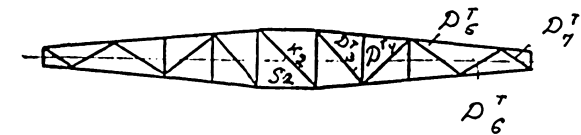
Сечение 6-6



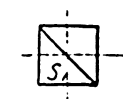
Сечение а-а



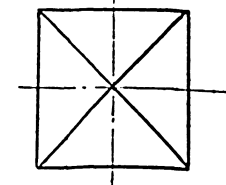
Сечение б-б

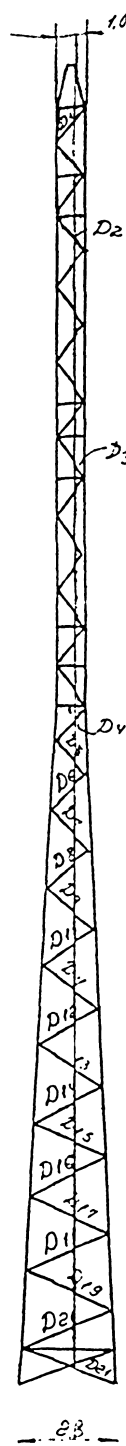
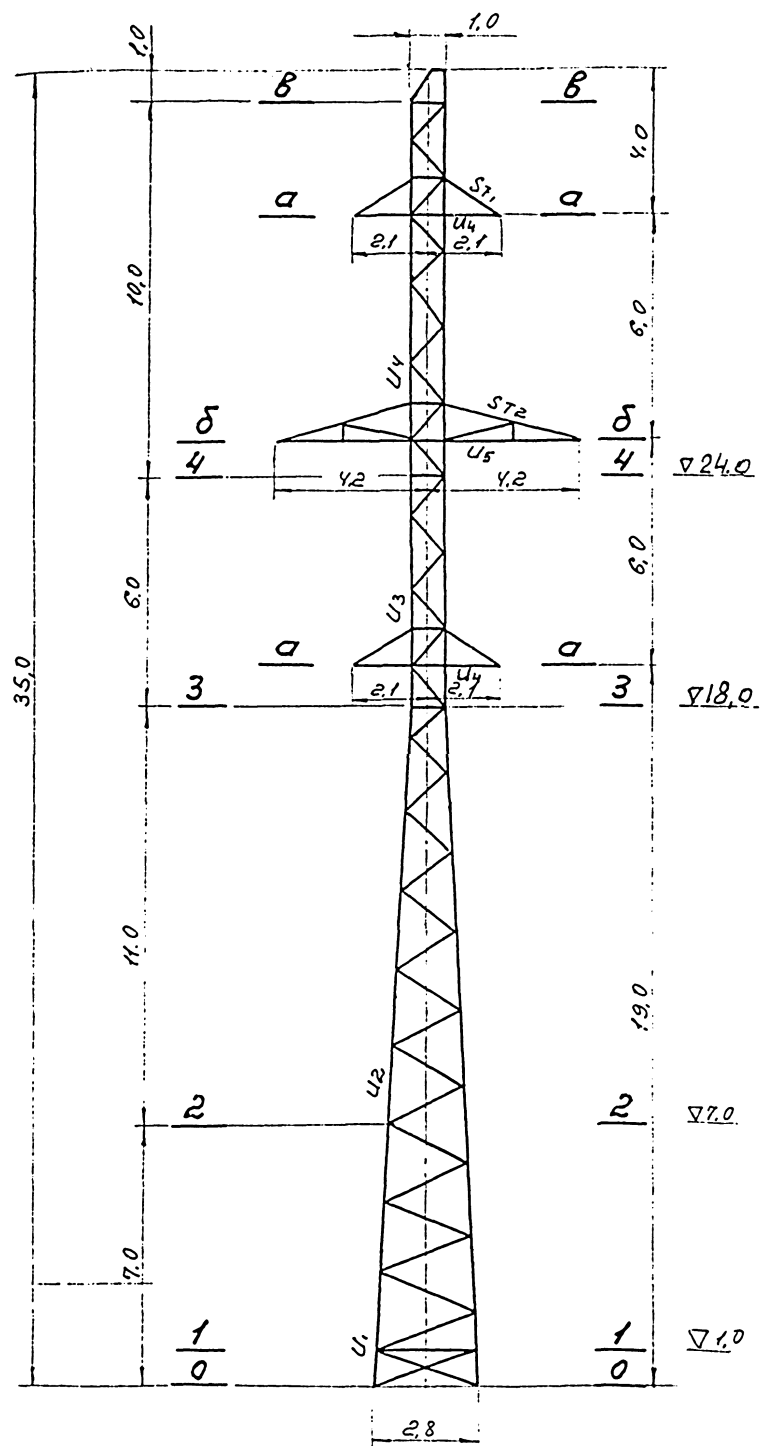


Сечение 3-3



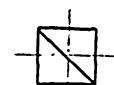
Сечение 1-1



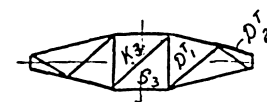


П 110-6

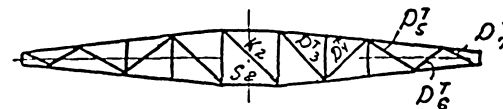
Сечение В-В



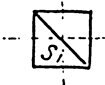
Сечение а-а



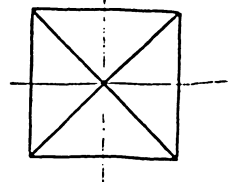
Сечение б-б



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	Обозна- чение	I Р-Н гололеда						II Р-Н гололеда					
						АС-95			С-50			АС-95			С-50		
						375 м			375 м			375 м			375 м		
						470 м			470 м			470 м			470 м		
						375 м			375 м			375 м			375 м		
						нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C=0; \rho_n^{\text{н}} = 50 \text{ кг/м}^2; \rho_r^{\text{н}} = 68 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролет провода, троса.	ρ_n	240	1,2	290	200	1,2	240	240	1,2	290	200	1,2	240
				Вес пролета провода, троса.	g_n	180	1,1	200	195	1,1	215	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	195	—	215	190	—	210	160	—	180
					g_T												
I ^a	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под $\angle 45^{\circ}$ к оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C=0; \rho_n^{\text{н}} = 50 \text{ кг/м}^2; \rho_r^{\text{н}} = 68 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролет провода, троса.	ρ_n	170	1,2	205	140	1,2	170	170	1,2	205	140	1,2	170
				Вес пролета провода, троса.	g_n	180	1,1	200	195	1,1	215	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	195	—	215	190	—	210	160	—	180
					g_T												
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C=5 \text{ мм}; \rho_n^{\text{н}} = 115 \text{ кг/м}^2; \rho_r^{\text{н}} = 170 \text{ кг/м}^2; C=10 \text{ мм}; \rho_n^{\text{н}} = 170 \text{ кг/м}^2; \rho_r^{\text{н}} = 170 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролет провода, троса.	ρ_n	130	1,4	185	145	1,4	200	190	1,4	265	220	1,4	310
				Вес пролета провода, троса.	g_n	180	1,1	200	195	1,1	215	150	1,1	165	160	1,1	180
				Вес гирлянд изоляторов.	g_r	120	2,0	240	95	2,0	190	250	2,0	500	205	2,0	410
				Суммарная вертикальная нагрузка.	g_n+g_r	340	—	485	285	—	400	440	—	710	365	—	590
					g_T												

№ схем	Расчетные схемы	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузки	Продолжение таблицы №1												
					Соборная ценная	I р-н гололеда						II р-н гололеда					
						АС- 95			С-50			АС- 95			С-50		
						Р вет	375 м					375 м					
						Р вес	470 м					380 м					
						Р габ	375 м					305 м					
						нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.
III	Оборван один про- вод, дающий наиболь- ший изгибающий или крутящий моменты на опору.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q_H = 0.$		тяжелее провода при обрыве	S_n	580	$1,3 \times$ $\times 0,8 =$ $= 1,04$	600	—	—	—	585	$1,3 \times$ $\times 0,8 =$ $= 1,04$	610	—	—	—
				вес пролета про- вода, троса.	q_n	180	1,1	200	190	1,1	210	150	1,1	165	160	1,1	180
				вес гирлянд изоляция сб.	q_T	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
				Суммарная верти- кальная нагрузка	$q_n + q_T$	220	—	245	190	—	210	190	—	210	160	—	180
IV	Оборван один трос. Правой не оборва- ны. Тяжение троса равно половине максимального тя- жения.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q_H = 0.$		тяжение троса при обрыве.	S_T	—	—	—	1305	$1,3 \times$ $\times 0,8 =$ $= 1,04$	1360	—	—	—	1305	$1,3 \times$ $\times 0,8 =$ $= 1,04$	1360
				вес пролета про- вода, троса.	q_n	180	1,1	200	190	1,1	210	150	1,1	165	160	1,1	180
				вес гирлянд изо- ляторов	q_T	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
				Суммарная верти- кальная нагрузка.	$q_n + q_T$	220	—	245	190	—	210	190	—	210	160	—	180

Примечания

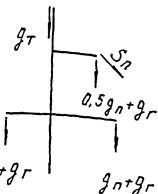
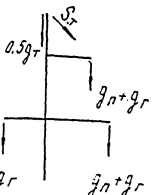
- Высота центра тяжести троса — 20 м.
Нормативный скоростной напор $q_H = 1,36 \times 50 = 68 \text{ кг/м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты пере-
грузки умножены на коэффициент сочетания 0,8.
- Максимальное напряжение в тросе принято
условно $\sigma_{T \max} = 54 \text{ кг/мм}^2$.
- Нагрузки 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	Длина м	I р-н гололеда						II р-н гололеда					
						АСО-240			С-50			АСО-240			С-50		
						395 м						395 м					
						495 м						475 м					
						395 м						380 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.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; \begin{cases} g_n = 50 \text{ кг/м}^2 \\ g_T = 68 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$		Давление ветра на пролет проводов, троса.	R_n	370	1,2	445	210	1,2	250	370	1,2	445	210	1,2	250
				Вес пролета проводов, 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
I ^a	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под 45° к оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; \begin{cases} g_n = 50 \text{ кг/м}^2 \\ g_T = 68 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$		Давление ветра на пролет проводов, троса.	R_n	260	1,2	310	150	1,2	180	260	1,2	310	150	1,2	180
				Вес пролета проводов, 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
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 5 \text{ мм}; \begin{cases} g_n = 125 \text{ кг/м}^2 \\ g_T = 125 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$		Давление ветра на пролет проводов, троса.	R_n	185	1,4	260	155	1,4	220	245	1,4	345	235	1,4	330
				Вес пролета проводов, троса.	g_n	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215
				Вес гирлянд изоляторов.	g_r	180	2,0	380	100	2,0	200	425	2,0	850	255	2,0	510
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n + g_r$	690	—	930	305	—	425	905	—	1380	450	—	725

вложение таблицы № 2

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия.	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	АСО-240						II Р-Н гололеда											
						АСО-240						АСО-240						С-50					
						нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.						
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору	$t=-5^{\circ}\text{C}; c=0; q^H=0$		тяжение провода при обрыве.	S_n	1035	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1080	—	—	—	1240	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1290	—	—	—						
				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 вер- тикальная наг- рузка.	$g_n + g_r$ g_T	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	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1360	—	—	—	1305	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1360						
				вес пролёта провода, троса.	g_n g_T	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	$g_n + g_r$ g_T	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—	215						

Примечания

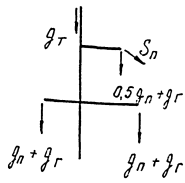
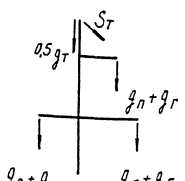
- Высота центра тяжести троса 20 м.
Нормативный скоростной напор $q^H = 1,36 \times 50 = 68 \text{ кг/м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8
- Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{\text{таж}} = 54 \text{ кг/мм}^2$
- Нагрузки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

Нагрузки на одноцепную промежуточную опору П 110-5

таблица №3

Расчёт схемы.	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок.	Род нагрузок	Обозначения	III Р-н гололёда.						IV Р-н гололёда					
					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.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен вдоль оси траверс.		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_n	305	1,2	365	175	1,2	210	305	1,2	365	175	1,2	210
			Вес пролёта провода, троса.	g_n	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165
			Вес гирлянд изоляторов.	g_g	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
			Суммарная вертикальная нагрузка.	g_n+g_g	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165
I ^ч	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен под 45° к оси траверс.		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_n	215	1,2	260	125	1,2	150	215	1,2	260	125	1,2	150
			Вес пролёта провода, троса.	g_n	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165
			Вес гирлянд изоляторов.	g_g	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
			Суммарная вертикальная нагрузка.	g_n+g_g	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси траверс.		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_n	285	1,4	400	260	1,4	365	340	1,4	475	330	1,4	460
			Вес пролёта провода, троса.	g_n	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165
			Вес гирлянд изоляторов.	g_g	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
			Суммарная вертикальная нагрузка.	g_n+g_g	1070	—	1760	595	—	1035	1220	—	2105	740	—	1345

Продолжение таблицы №3

Расчетные схемы.	Расчётные климатические условия.	Схемы нагрузок.	Род нагрузок.	Объём работ	III Р-Н голландия						IV Р-Н голландия						
					АСО-240			С-50			АСО-240			С-50			
					330 м						330 м						
					415 м						360 м						
					330 м						290 м						
					нормат.	п	расчёт	нормат.	п	расчёт	нормат.	п	расчёт	нормат.	п	расчёт	
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	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	1290	—	—	—	1240	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	1290	—	—	—	
			Вес пролета провода, троса.	g_n	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165	
			Вес гирлянды изоляторов.	g_r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—	
			Суммарная вер- тикальная на- грузка.	$g_n + g_r$	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165	
Оборван один трос. Провода не оборваны. тяжение троса равно половине максима- льного тяжения.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C=0; q''=0$		Тяжение троса 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, троса.	g_n	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165	
			Вес гирлянды 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:

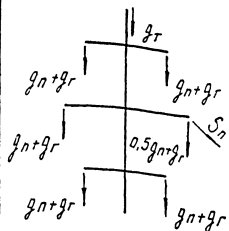
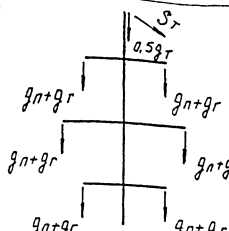
- Высота центра тяжести троса 20,4 м
Нормативный скоростной напор $q_n = 1,36 \times 50 = 68 \text{ кг/м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты
перегрузки умножены на коэффициент сечения 0,8
- Максимальное напряжение в тросе принято
условно $\sigma_{т, \max} = 54 \text{ кг/м}^2$
- Нагрузки округлены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

Нагрузки на двухцепную промежуточную опору П 110-2

таблица №4

Расчётные схемы	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок.	Род нагрузок	Общая длина цепи м	I р-н гололёда						II р-н гололёда					
					АС-95			С-50			АС-95			С-50		
					375 м						375 м					
					470 м						380 м					
					375 м						305 м					
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 трассы.		Давление ветра на пролёт провода, троса.	Pn Pт	240	1,2	290	205	1,2	245	240	1,2	290	205	1,2	245
			Вес пролёта про- вода, троса	Gn Gт	180	1,1	200	195	1,1	215	150	1,1	165	160	1,1	180
			Вес гирлянды изоля- торов.	Gг	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
			Суммарная верти- кальная нагрузка.	Gn+Gr Gт	220	—	245	195	—	215	190	—	210	160	—	180
II	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен под 45° к оси трассы.		Давление ветра на пролёт провода, трос- са.	Pn Pт	170	1,2	205	145	1,2	175	170	1,2	205	145	1,2	175
			Вес пролёта про- вода, троса.	Gn Gт	180	1,1	200	195	1,1	215	150	1,1	165	160	1,1	180
			Вес гирлянды изоля- торов.	Gг	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
			Суммарная верти- кальная нагрузка.	Gn+Gr Gт	220	—	245	195	—	215	190	—	210	160	—	180
III	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси трассы		Давление ветра на пролёт провода, троса.	Pn Pт	130	1,4	185	155	1,4	215	190	1,4	265	235	1,4	320
			Вес пролёта про- вода, троса.	Gn Gт	180	1,1	200	195	1,1	215	150	1,1	165	160	1,1	180
			Вес гирлянды изоля- торов.	Gг	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
			Суммарная вертикальная нагрузка	Gn+Gr Gт	340	—	485	285	—	400	440	—	710	365	—	590

Продолжение таблицы №4

расчётные схемы.		Расчётные климатические условия.	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I р-н гололеда						II р-н гололеда					
						АС-95			С-50			АС-95			С-50		
						375 м						375 м					
						470 м						380 м					
III		t = -5°C; c = 0; q* = 0;		Тяжение про- вода при обрыве.	S _n	580	1,3 x 0,8 = 1,04	600	—	—	—	585	1,3 x 0,8 = 1,04	610	—	—	
																	Вес пролёта про- вода, троса.
Вес гирлянды изоляторов	g _r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—				
														Суммарная вер- тикальная нагруз- ка	g _n + g _r	220	—
IV	t = -5°C; c = 0; q* = 0		Тяжение троса при обрыве.	S _r	—	—	—	1305	1,3 x 0,8 = 1,04	1360	—	—	1305				
														Вес пролёта про- вода, троса.	g _n	180	1,1
Вес гирлянды изо- ляторов.	g _r	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—				
														Суммарная вер- тикальная наг- рузка.	g _n + g _r	220	—

Примечания

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

Нагрузки на двухцепную промежуточную опору П 110-4

Таблица №5

№ схем	Расчетные схемы.	Расчетные кли- матические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок.	Дав- ление материал	Таблица №												
						I р-н гололёда						II р-н гололёда						
						АСО-240			С-50			АСО-240			С-50			
						395 м						395 м						
						495 м						475 м						
395 м						380 м												
						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.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q_{\text{н}} = 50 \text{ кг/м}^2; q_{\text{т}} = 17 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролёт провода, троса. P_n $gt P_n$	P_n $gt P_n$	P_n	370	1,2	445	220	1,2	260	370	1,2	445	220	1,2	260
						$gt P_n$	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215
						$gt P_n$	40	1,1	45	—	—	40	1,1	45	—	—	—	
						$gt P_n$	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—	215
I ^a	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен под 45° к оси тра- верс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q_{\text{н}} = 50 \text{ кг/м}^2; q_{\text{т}} = 17 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролёт провода, троса. P_n $gt P_n$	P_n $gt P_n$	P_n	260	1,2	310	160	1,2	190	260	1,2	310	160	1,2	190
						$gt P_n$	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215
						$gt P_n$	40	1,1	45	—	—	40	1,1	45	—	—	—	
						$gt P_n$	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—	215
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 5 \text{ мм}; q_{\text{н}} = 17,5 \text{ кг/м}^2; q_{\text{т}} = 18 \text{ кг/м}^2; C = 10 \text{ мм}; q_{\text{н}} = 18 \text{ кг/м}^2; q_{\text{т}} = 18 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролёт провода, тра- верса. P_n $gt P_n$	P_n $gt P_n$	P_n	185	1,4	260	160	1,4	225	245	1,4	345	250	1,4	350
						$gt P_n$	460	1,1	505	205	1,1	225	440	1,1	485	195	1,1	215
						$gt P_n$	190	2,0	380	100	2,0	200	425	2,0	850	255	2,0	510
						$gt P_n$	40	1,1	45	—	—	40	1,1	45	—	—	—	
$gt P_n$	690	—	930	305	—	425	905	—	1380	450	—	725						

Продолжение таблицы N5

Расчётные схемы	Расчётные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Объёмная нагрузка	I р-н гололёда						II р-н гололёда					
					АСО-240			С-50			АСО-240			С-50		
					395м						395м					
					495м						475м					
					395м						390м					
					нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.	нормат.	п	расчётн.
III Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий моменты на опору. $t=-50^{\circ}\text{C}; C=0; qH=0$		Тяжение провода при обрыве.	S_n	1035	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1080	—	—	—	1240	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1290	—	—	—	
		Вес пролёта про- вода, трос а.	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 наг- рузка.	$g_n + g_r$	500	—	550	205	—	225	480	—	530	195	—	215	
IV Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максима- льного тяжения $t=-50^{\circ}\text{C}; C=0; qH=0$		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 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:

- Высота центра тяжести троса 23,7 м
Нормативный скоростной напор $qH = 1,44 \times 50 = 72 \text{ кг/м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания 0,8
- Максимальное напряжение в тросе принято условно $\sigma_{\text{тах}} = 54 \text{ кг/мм}^2$
- 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	Временная ценная	III Р-Н гололеда						IV Р-Н гололеда.					
						АСО- 240			С- 50			АСО- 240			С- 50		
						330М			330М			330М			330М		
						415М			415М			360М			360М		
						330М			330М			290М			290М		
						нормат.	п	расчѣт.	нормат.	п	расчѣт.	нормат.	п	расчѣт.	нормат.	п	расчѣт.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; \text{С-50}; q_H = 53 \text{ кг/м}^2; q_T = 77 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролѣт провода, троса.	P_n	310	1,2	370	185	1,2	220	310	1,2	370	185	1,2	220
				Вес пролета про- вода, троса.	G_p	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165
				Вес гирлянд изоля- торов.	G_{Γ}	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
				Суммарная верти- кальная нагрузка.	G_{Σ}	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165
					G_T												
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. ветер направлен под 45° к оси тра- верс	$t = -5^{\circ}\text{C}; \text{С-50}; q_H = 53 \text{ кг/м}^2; q_T = 77 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролѣт провода, троса.	P_n	225	1,2	270	135	1,2	160	225	1,2	270	135	1,2	160
				Вес пролета про- вода, троса.	G_p	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165
				Вес гирлянд изоля- торов.	G_{Γ}	40	1,1	45	—	—	—	40	1,1	45	—	—	—
				Суммарная верти- кальная нагрузка.	G_{Σ}	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165
					G_T												
II	Провода и трос не оборваны и покрыва- ются гололедом. ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}; \text{С-130м}; q_H = 110 \text{ кг/м}^2; q_T = 19 \text{ кг/м}^2$ С-20м, qH = 19 кг/м2		Давление ветра на пролѣт провода, троса.	P_n	285	1,4	400	295	1,4	415	340	1,4	475	370	1,4	520
				Вес пролета провода, троса.	G_p	385	1,1	425	170	1,1	185	335	1,1	370	150	1,1	165
				Вес гирлянд изоля- торов.	G_{Γ}	645	2,0	1290	425	2,0	850	845	2,0	1690	590	2,0	1190
				Суммарная верти- кальная нагрузка.	G_{Σ}	1070	—	1760	595	—	1035	1220	—	2105	740	—	1345
					G_T												

Продолжение таблицы №6

№ схем	Расчётные схемы.	расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III р-н галаледа						IV р-н галаледа					
						АСО-240			С-50			АСО-240			С-50		
						330 м						330 м					
						415 м						360 м					
						330 м						290 м					
						нормат.	п	расчѣтн.	нормат.	п	расчѣтн.	нормат.	п	расчѣтн.	нормат.	п	расчѣтн.
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	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 на- грузка.	$g_n + g_r$	425	—	470	170	—	185	375	—	415	150	—	165	
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_r	—	—	—	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	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 - 27,9 м
Нормативный скоростной напор $q_n^H = 1,53 \times 50 = 77 \text{ кг м}^2$;
- 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 принята условно $\sigma_{\text{т max}} = 54 \text{ кг/м}^2$
- Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг.

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

Таблица №7

Наименование сечения	Эскиз и средняя отметка сечения (м)	Коэффициент увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м ²)	Площадь элементарной факторы F_0 (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент заполнения $\beta = \frac{F_0}{S}$	Взаимоотношение факторной площади $\frac{F_0}{F_0^*} = 1, \frac{F}{F^*}$	η (при $\frac{B}{A} = 1$)	Аэродинамический коэффициент, проекции отбрасываемые Стор = Стор (1+ μ)	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэф. динамики (кг)		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамики $\beta = 1,35$ и коэф. перегрузки $\gamma = 1,2$ (кг)				
										При ветре трюверсе	При ветре под $\angle 45^\circ$	При ветре трюверсе $R_0 = q_0 \cdot C_{пр} \cdot S$	При ветре под $\angle 45^\circ$ $R_1 = 0,8 R_0$	При ветре трюверсе $R_2 = 0,8 R_0$	При ветре под $\angle 45^\circ$ $R_3 = 0,8 R_0$	
Ветровая трюверса		1,43	72	0,20	0,81	0,247	0,346	0,77	0,613	$16^{(2)}$ (35)	$23^{(3)}$	$16^{(3)}$	26	37	26	
Н-м-м трюверса		1,32	66	0,54	1,86	0,290	0,406	0,69	0,687	$37^{(2)}$ (83)	$54^{(3)}$	$37^{(3)}$	60	88	60	
Нижняя трюверса		1,32	66	0,20	0,81	0,247	0,346	0,77	0,613	$14^{(2)}$ (32)	$21^{(3)}$	$14^{(3)}$	23	34	23	
Ветровая сечения		1,39	70	1,66	5,25	0,316	0,442	0,65	0,729	234	187	187	380	304	304	
Средняя сечения		1,00	50	2,70	14,30	0,189	0,265	0,87	0,496	356	285	285	576	461	461	
Нижняя сечения		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:

Примечания:

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

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

Таблица №8

Наименование секций	Эскиз и графическая отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скорости ветра по высоте	Нормативный скоростной напор по высоте q_0 (кг/м ²)	Площадь элементов конструкции F_i (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент заполнения $\mu = \frac{F_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент C_x (при $\frac{v}{h} = 1$)	Аэродинамический коэффициент C_{pr} (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 $\Gamma=1,2$ (кг)					
										При ветре // траверсе		При ветре под $\angle 45^\circ$		При ветре // траверсе	
										$P_1 = q_0 C_x \mu S$	$P_{II} = q_0 C_{pr} S$	$P_I = 0,8 P$	$P_{II} = 0,8 P$	$P_r = q_0 C_x \mu S \Gamma$	$P_{II} = 0,8 P_r$
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

Примечания:

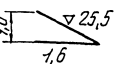
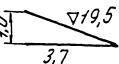
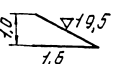
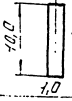
- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
- Ветровые нагрузки на траверсы P_{tr} , указанные в скобках, определены при направлении ветра $\perp$ траверсе при ветре $\perp$ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет $C_x = 0,7$.
- При ветре под $\angle 45^\circ$ к оси ВЛ $P_I = 0,65 P_{tr}$, а $P_{II} = 0,45 P_{tr}$.

Итого:

1127 944 914 1823 1530 1481

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

Таблица №9

Наименование сечений	Эскиз и средн. отметка сечении (м)	Коэффициент увеличения скорости 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 $\varphi_z = \frac{f_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент фермы $C_F = C_x \cdot \varphi_z = 1,4 \cdot \varphi_z$	η (при $\frac{b}{h} = 1$)	Аэродинамический коэффициент пропран. фермы $C_{пр} = C_F \cdot (1 + \eta)$	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	При ветре под $\angle 45^\circ$		При ветре // траверсе	При ветре под $\angle 45^\circ$	
										$P = q_0 \cdot C_{пр} \cdot S$	$P_L = 0,8 P$ // траверсе	$P_H = 0,8 P$ // траверсе	$P_0 = q_0 \cdot C_{пр} \cdot S \cdot \Pi$ // траверсе	$P_L = 0,8 P_p$ // траверсе	$P_H = 0,8 P_p$ // 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 сечия		1,42	71	2,34	10,00	0,234	0,328	0,79	0,587	416	333	333	675	540	540
Средняя сечия		1,00	50	3,10	17,00	0,182	0,255	0,88	0,480	408	326	326	660	528	528
Нижняя сечия		1,00	50	2,64	17,10	0,155	0,217	0,93	0,419	358	286	286	580	464	464

Примечания:

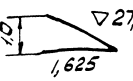
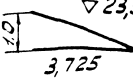
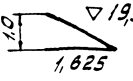
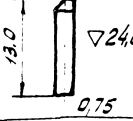
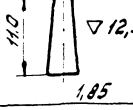
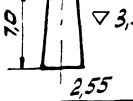
- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте 15 м.
- Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$, указанные в табл. 9, определены при направлении ветра $\perp$ траверсе. При ветре $\perp$ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет 0,45 $P_{тр}$.
- При ветре под $\angle 45^\circ$ к оси ВЛ $P_L = 0,55 \cdot P_{тр}$, а $P_H = 0,45 \cdot P_{тр}$.

Итого:

1247 1041 1010 2020 1687 1637

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

Таблица №10

Наименование секций.	Эскиз и средн. отметка секции (м)	Коэффициент увеличения стат. расчетного 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. $C_x = C_y = 1,4$ $C_{xp} = C_{yp} = 1,4 \cdot \mu$ (при $\frac{B}{H} = 1$)	η (при $\frac{B}{H} = 1$)	Аэродинамический коэффициент, простран. фермы $C_{xp} = C_{yp} (1 + \eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамики (кг)		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики $B=1,35$ и коэфф. перегрузки $\Pi=1,2$ (кг)			
										При ветре траверсе $P = q_0 C_{xp} S$	При ветре под $\angle 45^\circ$ ⊥ траверсе $P_{\perp} = 0,8 P$	При ветре траверсе $P_{\parallel} = 0,8 P$	При ветре траверсе $P_p = q_0 C_{yp} S B / 2$	При ветре под $\angle 45^\circ$ ⊥ траверсе $P_{\perp} = 0,8 P_p$	При ветре под $\angle 45^\circ$ траверсе $P_{\parallel} = 0,8 P_p$
Верхняя траверса		1,52	76,0	0,20	0,81	0,247	0,346	0,77	0,613	2) 16×2 (35)	3) 23×2	3) 16×2	26×2	37×2	26×2
Средняя траверса		1,43	72,0	0,54	1,86	0,290	0,406	0,69	0,687	2) 40×2 (89)	3) 58×2	3) 40×2	65×2	94×2	65×2
Нижняя траверса		1,32	66,0	0,20	0,81	0,247	0,346	0,77	0,613	2) 14×2 (30)	3) 20×2	3) 14×2	23×2	32×2	23×2
Верхняя секция		1,45	73,0	2,56	9,0	0,284	0,398	0,70	0,676	439	351	351	710	569	569
Средняя секция		1,00	50,0	3,12	14,3	0,218	0,305	0,82	0,555	396	316	316	641	511	511
Нижняя секция		1,00	50,0	2,32	15,4	0,151	0,812	0,93	0,409	315	252	252	510	408	408

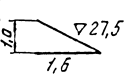
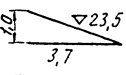
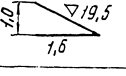
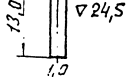
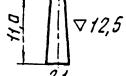
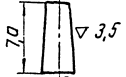
Примечания:

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

Итого: 1290 1121 1059 2089 1814 1716

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

Таблица №11

Эскиз и средн. атметка секции (м)	Коэффициент увеличения ско- ростного напора по высоте	Нормативный на- пор q_0 (кг/м ²)	Площадь эле- ментарной фреймы f_i (м ²)	Площадь по контур S (м ²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{f_i}{S}$	Аэродинамический коэффици. плоской фреймы $C_{\varphi} = C_{\varphi_1} \varphi = 1,4 \varphi$	η (при $\frac{b}{h} = 1$)	Аэродинамический коэффици. простран- ственной фреймы $C_{\varphi} = C_{\varphi_1} (1 + \eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффи- циента динамики (кг)		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики $\beta = 1,35$ коэфф. перегрузки $\eta = 1,2$ (кг)			
									При ветре II траверсе $P = q_0 C_{\varphi} n \cdot S$	При ветре под $\angle 45^\circ$ I траверсе $P_I = 0,8 P$	При ветре II траверсе $P_{II} = 0,8 P$	При ветре под $\angle 45^\circ$ I траверсе $P_I = 0,8 P$	При ветре под $\angle 45^\circ$ II траверсе $P_{II} = 0,8 P$	
	1,52	76	0,19	0,80	0,238	0,333	4,78	0,594	$16^{2,1} \times 2$ (36)	$23^{3,1} \times 2$	$16^{3,1} \times 2$	26×2	37×2	26×2
	1,43	72	0,53	1,85	0,286	0,401	4,70	0,684	$40^{2,1} \times 2$ (90)	$59^{3,1} \times 2$	$40^{3,1} \times 2$	65×2	96×2	65×2
	1,32	66	0,19	0,80	0,238	0,333	4,78	0,594	$13^{2,1} \times 2$ (30)	$20^{3,1} \times 2$	$13^{3,1} \times 2$	21×2	32×2	21×2
	1,45	73	2,91	12,00	0,242	0,339	4,78	0,603	526	420	420	852	680	680
	1,00	50	3,5	17,00	0,206	0,288	4,84	0,53	450	360	360	730	584	584
	1,00	50	2,73	17,10	0,160	0,224	4,92	0,43	368	294	294	595	476	476

Примечания.

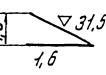
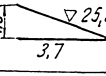
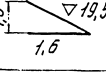
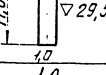
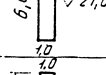
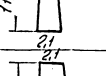
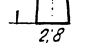
- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
- Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр.}$ указанные в скобках определены при направлении ветра $\perp$ траверсе. При ветре $\perp$ оси вл ветровая нагрузка составляет 0,45 $P_{тр.}$
- При ветре под $\angle 45^\circ$ к оси вл $P_I = 0,65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

Итого:

1482 1278 1212 2401 2070 1964

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

Таблица №12

Эскиз и средн. отметка секции (м)	Коэффициент увеличения ско- ростного напора по высоте	Нормативный скоростной на- пор q_0 (кг/м ²)	Площадь эле- ментар фермы F_i (м ²)	Площадь по контуре S (м ²)	Коэффициент заполнения $\mu = \frac{F_i}{S}$	Аэродинамический коэфф. плоской фермы $C_x = C_z \cdot \varphi = 1,4 \cdot \varphi$	η (при $\frac{b}{h} = 1$)	Аэродинамический коэфф. простран- ственной фермы $C_{pr} = C_x (1 + \eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффи- циента динамики (кг)			Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики $\beta = 1,35$ коэфф. перегрузки $\eta = 1,2$ (кг)		
									При ветре II траверсе $P = q_0 C_{pr} S$	При ветре под $\angle 45^\circ$				
										$P_L = 0,8 P$ I траверсе	$P_R = 0,8 P$ II траверсе	При ветре II траверсе $P_R =$ $= q_0 C_{pr} S \beta \eta$	При ветре под $\angle 45^\circ$ $P_L = 0,8 P_R$ I траверсе	При ветре под $\angle 45^\circ$ $P_R = 0,8 P_R$ II траверсе
	1,61	81	0,19	0,80	0,238	0,333	0,78	0,594	2) 17 x 2 (38)	3) 25 x 2	3) 17 x 2	28 x 2	41 x 2	28 x 2
	1,48	74	0,53	1,85	0,286	0,401	0,70	0,684	2) 42 x 2 (93)	3) 61 x 2	3) 42 x 2	68 x 2	99 x 2	68 x 2
	1,32	66	0,19	0,80	0,238	0,333	0,78	0,594	2) 14 x 2 (31)	3) 20 x 2	3) 14 x 2	23 x 2	32 x 2	23 x 2
	1,56	78	2,49	10,00	0,249	0,349	0,76	0,615	480	384	384	778	623	623
	1,37	69	1,47	6,00	0,245	0,343	0,77	0,608	252	202	202	408	328	328
	1,00	50	3,50	17,00	0,206	0,288	0,84	0,530	450	360	360	730	584	584
	1,00	50	2,73	17,10	0,160	0,224	0,92	0,430	368	294	294	595	476	476

Примечания:

- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
- Ветровые нагрузки 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 $P_R = 0,45 P_{тр.}$

Итого:

1696 1452 1386 2749 2355 2247

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 базис	Схема I; Грaфoн гололеда			Схема I ^а ; Грaфoн гололеда			Схема II; Грaфoн 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 _н	От ветра на конструк- цию опоры M _{вн}		От нагрузок на провода и трос M _н	II траверсе M _{вн}		I траверсе M _{вн}	От нагрузок на провода и трос M _н и от ветра на конструкцию опоры M _{вн} (тм)	
3-3 +120 м b=0,75 м	0,24 × 7,0 = 1,68 0,29 × 5,0 = 1,45 0,29 × 2 × 1,0 = 0,58 1,11 M _н = 3,71 M _{вн} = 1,00 Σ M = 4,71	0,026 × 5,5 = 0,14 0,023 × 0,06 × 1,5 = 0,13 0,38 × 3,5 = 1,33 M _{вн} = 1,6	0,215 × 1 = 0,22 0,245 × 3 = 0,74 0,08 × 7,0 = 0,56 1,52	0,07 × 7,0 = 1,19 0,295 × 5,0 = 1,03 0,35 × 2 × 1,0 = 0,41 M _н = 2,63 M _{вн} = 1,0 Σ M = 3,63	0,026 × 5,5 = 0,14 0,023 × 0,06 × 1,5 = 0,13 0,304 × 3,5 = 1,07 M _{вн} = 1,34	0,027 × 5,5 = 0,2 0,034 × 0,08 × 1,5 = 0,18 0,304 × 3,5 = 1,07 M _{вн} = 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 1,11 4,03 M _н = 1,6 4,8 = 0,33 M _{вн} = 2,81 Σ M = 7,17	0,59 × 1 = 0,59 0,71 × 3 = 2,13 0,08 × 7,0 = 0,56 3,28
$U_3 = \frac{4,71 + 1,6}{2 \times 0,75} + \frac{1,52}{4} = 4,2 + 0,38 = 4,58 \text{ т}$									
$U_3 = \frac{3,63 + 1,34 + 1,45}{2 \times 0,75} + \frac{1,52}{4} = 4,28 + 0,38 = 4,66 \text{ т}$									
$U_3 = \frac{7,17}{2 \times 0,75} + \frac{3,28}{4} = 4,78 + 0,82 = 5,6 \text{ т}$									
2-2 +70 м b=1,85 м cos φ = 0,998	1,11 × 11,0 = 12,21 1,11 M _н = 16,92	0,49 × 11,0 = 5,39 0,576 × 5,5 = 3,17 1,07 M _{вн} = 10,16	0,08 × 11 = 0,88 2,4	0,19 × 11,0 = 2,09 0,19 M _н = 12,33	0,41 × 11,0 = 4,51 0,461 × 5,5 = 2,54 0,871 M _{вн} = 8,39	0,46 × 11,0 = 5,05 0,461 × 5,5 = 2,54 0,921 M _{вн} = 9,04	0,08 × 11 = 0,88 2,4	1,11 × 11,0 = 12,21 1,11 12,05 M _н = 10,16 4,8 = 2,16 Σ M = 21,16	0,08 × 11 = 0,88 4,16
$U_2 = \frac{16,92 + 10,16}{2 \times 1,85 \times 0,998} + \frac{2,4}{4 \times 0,998} = 7,34 + 0,61 = 7,95 \text{ т}$									
$U_2 = \frac{12,33 + 8,39 + 9,04}{2 \times 1,85 \times 0,998} + \frac{2,4}{4 \times 0,998} = 8,05 + 0,61 = 8,66 \text{ т}$									
$U_2 = \frac{21,16}{2 \times 1,85 \times 0,998} + \frac{4,16}{4 \times 0,998} = 8,80 \text{ т}$									
1-1 +40 м b=2,45 м cos φ = 0,998	1,11 × 6,0 = 6,66 1,11 M _н = 23,58	1,07 × 6,0 = 6,42 0,409 × 3,0 = 1,23 1,48 M _{вн} = 17,81	0,08 × 6,0 = 0,48 2,88	0,09 × 6,0 = 0,54 0,09 M _н = 17,03	0,87 × 6,0 = 5,22 0,327 × 3,0 = 0,98 1,2 M _{вн} = 14,59	0,921 × 6,0 = 5,53 0,327 × 3,0 = 0,98 1,25 M _{вн} = 15,55	0,08 × 6,0 = 0,48 2,88	1,11 × 6,0 = 6,66 1,11 25,71 M _н = 17,8 4,8 = 3,72 Σ M = 29,43	0,08 × 6,0 = 0,48 4,64
$U_1 = \frac{23,58 + 17,81}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{2,88}{4 \times 0,998} = 8,45 + 0,72 = 9,17 \text{ т}$									
$U_1 = \frac{17,03 + 14,59 + 15,55}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{2,88}{4 \times 0,998} = 9,65 + 0,72 = 10,37 \text{ т}$									
$U_1 = \frac{29,4}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{4,64}{4 \times 0,998} = 7,19 \text{ т}$									

Примечания:

- 1 M_{н.у.} обозначает момент от неравновешенных вертикальных нагрузок. По схеме I.
M_{н.у.} = 0,245 × 4,1 = 1,0 тм
- 2 Усилие в поясах определяется по формуле:
$$U = \frac{\Sigma M}{2b \cdot \cos \varphi} + \frac{\Sigma G}{4 \cos \varphi}$$

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

Таблица №14

сечения, метки базы	Схема I; I p-н гололеда			Схема I ^a ; I p-н гололеда			Схема II; II-н гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты от нагрузок на пров да и трос 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}			
3-3 H 18,0 м. b=1,0 м.	0,25×7,0=1,75 0,445×5,0=2,23 0,445×2×1,0=0,89	0,024×5,5=0,13 (0,058+0,021)×1,5=0,12 0,480×3,5=1,68	0,225×10=0,225 0,55×3,0=1,65 0,104×7,0=0,73	0,18×7,0=1,26 0,3×5,0=1,55 0,31×2×1,0=0,62	0,024×5,5=0,13 (0,058+0,021)×1,5=0,12 0,386×3,5=1,35	0,034×5,5=0,19 (0,086+0,032)×1,5=0,19 0,386×3,5=1,35	0,225×10=0,225 0,55×3,0=1,65 0,104×7,0=0,73	0,33×7,0=2,31 0,345×5,0=1,73 0,345×2×1,0=0,69	0,425×10=0,425 0,93×3,0=2,79 0,104×7,0=0,73
	1,585 M _{II} =4,87 M _{WII} =2,26 Σ M _{II} =7,13	0,583 M _{WII} =1,93	2,61	1,11 M _{II} =3,43 M _{WII} =2,26 Σ M _{II} =5,69	0,489 M _{WII} =1,60	0,538 M _{WI} =1,72	2,61	1,37 M _{II} =4,73 M _{WII} = $\frac{1,93}{4,8}$ =1,40 M _{WII} =5,65 Σ M=10,78	3,95
	$U_3 = \frac{7,13+1,93}{2 \times 1,0} + \frac{2,61}{4,0} = 4,53 + 0,65 = 5,18 \tau$			$U_3 = \frac{5,69+1,6+1,72}{2 \times 1,0} + \frac{2,61}{4,0} = 4,5 + 0,65 = 5,15 \tau$			$U_3 = \frac{10,78}{2 \times 1,0} + \frac{3,95}{4,0} = 5,39 + 0,99 = 6,38 \tau$		
2-2 H 7,0 м b=2,1 м cos φ=0,998	$\frac{7,13}{1,585 \times 11,0 = 17,45}$ 1,585 M _{II} =24,58	$\frac{1,93}{0,583 \times 11,0 = 6,41}$ 0,650×5,5=3,63 1,243 M _{WII} =11,97	$\frac{2,61}{0,104 \times 11,0 = 1,14}$ 3,75	$\frac{5,69}{1,11 \times 11,0 = 12,20}$ 1,1 M _{II} =17,89	$\frac{1,60}{0,489 \times 11,0 = 5,38}$ 0,528×5,5=2,91 1,017 M _{WII} =9,89	$\frac{1,72}{0,538 \times 11,0 = 5,91}$ 0,528×5,5=2,91 1,066 M _{WI} =10,54	$\frac{2,61}{0,104 \times 11,0 = 1,14}$ 3,75	$\frac{0,38}{1,37 \times 11,0 = 15,07}$ 11,97 M _{WII} = $\frac{11,97}{4,8}$ =2,49	$\frac{3,95}{0,104 \times 11,0 = 1,14}$ 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	$\frac{24,58}{1,585 \times 6,0 = 9,51}$ 1,585 M _{II} =34,09	$\frac{11,97}{1,243 \times 6,0 = 7,44}$ 0,496×3,0=1,49 1,739 M _{WII} =20,9	$\frac{3,75}{0,104 \times 6,0 = 0,62}$ 4,37	$\frac{17,89}{1,1 \times 6,0 = 6,66}$ 1,1 M _{II} =24,55	$\frac{9,89}{1,017 \times 6,0 = 6,10}$ 0,398×3,0=1,20 1,415 M _{WII} =17,19	$\frac{10,54}{1,066 \times 6,0 = 6,40}$ 0,398×3,0=1,20 1,464 M _{WI} =18,14	$\frac{3,75}{0,104 \times 6,0 = 0,62}$ 4,37	$\frac{2,49}{1,37 \times 6,0 = 8,22}$ 20,9 M _{WII} = $\frac{20,9}{4}$ =5,20	$\frac{5,09}{0,104 \times 6,0 = 0,62}$ 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:

- 1 M_{и.у.} обозначает момент от неравномерных вертикальных нагрузок. по схеме I
M_{и.у.} = 0,35 × 4,1 = 2,26 тм
- 2 Усилия в поясах определяется 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 стержня опоры П-105

Сечения отметки и базы	Схема I: II-н колоезда			Схема I ⁰ : III-н колоезда			Схема II: IV-н колоезда		
	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 тросы M _п	От ветра на конструкцию опоры M _{вн}		От нагрузок на провода и тросы M _п	От ветра на конструкцию опоры M _{вн}		От нагрузок на провода и тросы M _п	От ветра на конструкцию опоры M _{вн}	
3-3. H=18.0 м B=1.0 м	0.21 × 1.0 = 0.21 0.365 × 7.0 = 2.56 0.365 × 2.10 = 0.73	0.025 × 7.5 = 0.20 (0.058 + 0.021) × 1.5 = 0.12 0.675 × 5.0 = 3.38	0.185 × 1 = 0.185 0.47 × 3 = 1.41 0.10 × 1.0 = 1.0	0.15 × 1.0 = 1.50 0.260 × 7.0 = 1.82 0.26 × 2 × 1.0 = 0.52	0.026 × 7.5 = 0.20 (0.058 + 0.021) × 1.5 = 0.12 0.540 × 5.0 = 2.70	0.037 × 7.5 = 0.28 (0.026 + 0.037) × 1.5 = 0.177 0.540 × 5.0 = 2.7	0.185 × 1 = 0.185 0.47 × 3 = 1.41 0.10 × 1.0 = 1.00	0.16 × 1.0 = 1.60 0.475 × 7.0 = 3.31 0.475 × 2 × 1.0 = 0.95	1.345 × 1 = 1.45 2.105 × 3 = 6.315 0.10 × 1.0 = 1.000
	1.31 M _п = 5.39 M _{вн} = 1.92 Σ M _п = 7.37	0.78 M _{вн} = 3.70	2.6	0.93 M _п = 3.84 M _{вн} = 1.98 Σ M _п = 5.82	0.65 M _п = 3.02	0.7 M _п = 3.16	0.10 2.6	1.89 M _п = 8.87 M _{вн} = $\frac{3}{4.1} = 0.77$ M _п = 8.105 + 4.2 = 12.305 Σ M = 12.40	8.66
	U ₃ = $\frac{7.37 + 3.70}{2 \times 1.0} + \frac{2.6}{4} = 5.52 + 0.65 = 6.17 \tau$			U ₂ = $\frac{5.82 + 3.02 + 3.16}{2 \times 1.0} + \frac{2.6}{4} = 6.0 + 0.65 = 6.65 \tau$			U ₃ = $\frac{12.40}{2 \times 1.0} - \frac{8.66}{4} = 11.41 \tau$		
2-2 H=7.0 м B=2.1 м cos φ = 0.998	1.31 × 1.0 = 1.31 0.78 × 11.0 = 8.58 0.66 × 5.5 = 3.63	0.78 × 11.0 = 8.58 0.66 × 5.5 = 3.63	0.10 × 1.0 = 1.1	0.93 × 11.0 = 10.23 0.65 × 11.0 = 7.15 0.528 × 5.5 = 2.91	0.65 × 11.0 = 7.15 0.528 × 5.5 = 2.91	0.7 × 11.0 = 7.70 0.528 × 5.5 = 2.91	0.10 × 1.0 = 1.1	1.89 × 11.0 = 20.8 1.89 M _п = 3.52 M _{вн} = $\frac{15.91}{4.1} = 3.88$ Σ M _п = 11.81	0.10 × 1.1 = 1.1 8.66 9.76
	1.31 M _п = 21.77 M _{вн} = 15.91	1.44 M _{вн} = 15.91	3.7	0.93 M _п = 16.05 1.18 M _п = 13.08 1.23 M _п = 13.77	1.18 M _п = 13.08	1.23 M _п = 13.77	3.7	1.89 M _п = 3.52 M _{вн} = $\frac{15.91}{4.1} = 3.88$ Σ M _п = 11.81	9.76
	U ₂ = $\frac{21.77 + 15.91}{2 \times 2.1 \times 0.998} + \frac{3.7}{4 \times 0.998} = 9.00 + 0.93 = 9.93 \tau$			U ₂ = $\frac{16.05 + 13.08 + 13.77}{2 \times 2.1 \times 0.998} + \frac{3.7}{4 \times 0.998} = 10.2 + 0.93 = 11.13 \tau$			U ₂ = $\frac{11.81}{2 \times 2.1 \times 0.998} + \frac{9.76}{4 \times 0.998} = 12.46 \tau$		
1-1 H=1.0 м B=2.7 м cos φ = 0.998	1.31 × 6.0 = 7.86 1.44 × 6.0 = 8.64 0.495 × 3.0 = 1.48	1.44 × 6.0 = 8.64 0.495 × 3.0 = 1.48	0.10 × 6.0 = 0.6	0.93 × 6.0 = 5.58 1.18 × 6.0 = 7.08 0.398 × 3.0 = 1.19	1.18 × 6.0 = 7.08 0.398 × 3.0 = 1.19	1.23 × 6.0 = 7.38 0.398 × 3.0 = 1.19	0.10 × 6.0 = 0.6	1.89 × 6.0 = 11.6 1.89 M _п = 4.88 M _{вн} = $\frac{26.03}{4.8} = 5.4$ Σ M _п = 55.28	0.10 × 6.0 = 0.6 9.76 10.36
	1.31 M _п = 22.63 M _{вн} = 26.03	1.935 M _{вн} = 26.03		1.58 M _п = 21.63 1.63 M _п = 22.34	1.58 M _п = 21.63	1.63 M _п = 22.34	4.3	1.89 M _п = 4.88 M _{вн} = $\frac{26.03}{4.8} = 5.4$ Σ M _п = 55.28	10.36
	U ₁ = $\frac{22.63 + 26.03}{2 \times 2.7 \times 0.998} + \frac{4.3}{4 \times 0.998} = 10.3 + 1.08 = 11.38 \tau$			U ₁ = $\frac{21.63 + 21.35 + 22.34}{2 \times 2.7 \times 0.998} + \frac{4.3}{4 \times 0.998} = 12.1 + 1.08 = 13.18 \tau$			U ₁ = $\frac{55.28}{2 \times 2.7 \times 0.998} + \frac{10.36}{4 \times 0.998} = 10.90 \tau$		

Примечания:

1. M_{вн} рассчитан момент от неравномерных вертикальных нагрузок. По схеме I
M_{вн} = 0.7 × 4.2 = 1.58 тм

2. Усилие в поясах определяется по формуле:

$$U = \frac{\Sigma M_{п}}{2.5 \cos \varphi} + \frac{\Sigma G}{4 \cos \varphi}$$

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в левых створах опоры ПНС-2

Сечения, отметки и базы	Схема I; I-н гололеда			Схема I ⁰ ; I-н гололеда			Схема I ⁰ ; II-н гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикаль- ные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикаль- ные 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 = 2,30 0,29 × 2 × 10 = 0,58	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	0,215 × 1 = 0,215 0,245 × 6 = 1,47 0,092 × 13 = 1,20	0,175 × 13,0 = 2,28 0,15 × 2 × 9,0 = 3,69 0,15 × 2 × 50 = 2,05 0,15 × 2 × 10 = 0,41	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	0,037 × 2 × 9,5 = 0,70 0,094 × 2 × 5,5 = 1,04 0,032 × 2 × 1,5 = 0,096 0,569 × 6,5 = 3,70	0,215 × 1 = 0,215 0,245 × 6 = 1,47 0,092 × 13,0 = 1,20	0,32 × 13,0 = 4,29 0,265 × 2 × 9,0 = 4,79 0,265 × 2 × 5,0 = 2,65 0,265 × 2 × 1,0 = 0,58	0,59 × 1 = 0,59 0,71 × 6 = 4,26 0,092 × 13,0 = 1,20
	1,985 M _п = 11,87	0,938 M _в = 5,9	2,88	1,405 M _п = 8,43	0,797 M _в = 4,93	0,895 M _п = 5,54	2,88	1,92 M _п = 12,24	6,05
	$U_3 = \frac{11,87 + 5,9}{2 \times 0,75} + \frac{2,88}{4} = 11,83 + 0,72 = 12,55 \text{ т}$			$U = \frac{8,43 + 4,99 + 5,54}{2 \times 0,75} + \frac{2,88}{4} = 12,61 + 0,72 = 13,33 \text{ т}$			$U_3 = \frac{12,24}{2 \times 0,75} + \frac{6,05}{4} = 8,96 + 1,51 = 10,47 \text{ т}$		
2-2 r 7,0 м b = 1,25 м cos φ = 0,998	1,985 × 11 = 21,80 1,985 M _п = 33,67	0,538 × 11 = 5,90 0,641 × 5,5 = 3,53 1,579 M _в = 19,76	0,092 × 11 = 1,02 3,9	1,905 × 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 _п = 18,19	0,692 × 11,0 = 7,61 3,9	1,92 × 11,0 = 21,10 M _п = 19,76 Σ M _п = 37,44	0,092 × 11,0 = 1,02 6,05 7,07
	$U_2 = \frac{33,67 + 19,76}{2 \times 1,25 \times 0,998} + \frac{3,9}{4 \times 0,998} = 14,4 + 0,98 = 15,38 \text{ т}$			$U_2 = \frac{23,88 + 16,56 + 18,19}{2 \times 1,25 \times 0,998} + \frac{3,9}{4 \times 0,998} = 15,9 + 0,98 = 16,88 \text{ т}$			$U_2 = \frac{37,44}{2 \times 1,25 \times 0,998} + \frac{7,07}{4 \times 0,998} = 14,9 + 1,76 = 16,66 \text{ т}$		
	$U_1 = \frac{15,38 + 16,88}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{4,45}{4 \times 0,998} = 15,6 + 1,11 = 16,71 \text{ т}$			$U_1 = \frac{32,31 + 25,46 + 27,69}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{4,45}{4 \times 0,998} = 17,4 + 1,11 = 18,51 \text{ т}$			$U_1 = \frac{51,24}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{7,52}{4 \times 0,998} = 10,5 + 1,91 = 12,41 \text{ т}$		
1-1 r 1,0 м b = 2,45 м cos φ = 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 = 30,56	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 = 25,46	1,41 × 6,0 = 8,45 0,35 × 3,0 = 1,05 1,76 M _п = 27,69	0,092 × 6,0 = 0,55 4,45	1,92 × 6,0 = 11,54 M _п = 30,56 Σ M _п = 51,24	0,092 × 6,0 = 0,55 7,07 7,62
	$U_1 = \frac{45,57 + 30,56}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{4,45}{4 \times 0,998} = 15,6 + 1,11 = 16,71 \text{ т}$			$U_1 = \frac{32,31 + 25,46 + 27,69}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{4,45}{4 \times 0,998} = 17,4 + 1,11 = 18,51 \text{ т}$			$U_1 = \frac{51,24}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{7,52}{4 \times 0,998} = 10,5 + 1,91 = 12,41 \text{ т}$		
	$U_1 = \frac{16,71 + 18,51}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{7,52}{4 \times 0,998} = 10,5 + 1,91 = 12,41 \text{ т}$			$U_1 = \frac{16,71 + 18,51}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{7,52}{4 \times 0,998} = 10,5 + 1,91 = 12,41 \text{ т}$			$U_1 = \frac{16,71 + 18,51}{2 \times 2,45 \times 0,998} + \frac{7,52}{4 \times 0,998} = 10,5 + 1,91 = 12,41 \text{ т}$		

Примечание:
1. Усилия в левых створах определяются по формуле:
$$U = \frac{\sum M}{2 \cos \varphi} + \frac{\sum G}{4 \cos \varphi};$$

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

Таблица № 17

Сечения Отметки и разы	Схема I, I-н гололеда			Схема I ² , 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 (тм)		Вертикаль- ные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M	От ветра на кон- струкцию опоры M _{вн}		От нагрузок на провода и трос M _н	От ветра на конструкцию опоры M _{вн}		От нагрузок на провода и трос M	От ветра на конст. рудцн опоры M _{вн} (тм)	
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 4,95	0,26 × 13,0 = 2,47 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 0,880 × 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 4,95	0,35 × 13,0 = 4,55 0,346 × 2 × 9,0 = 6,21 0,345 × 2 × 5,0 = 3,45 0,345 × 2 × 1,0 = 0,69 2,42	0,225 × 1 = 0,225 1,38 × 6 = 8,28 0,109 × 13,0 = 1,42 10,43
	2,93 M _н = 16,71	1,076 M _{вн} = 6,82		2,93 M _н = 11,78	0,904 M _{вн} = 5,70	1,01 M _{вн} = 6,32		M _н = 14,9 M _{вн} = 16,3 Σ M _в = 16,3	
	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 ₃ = $\frac{16,3}{2 \times 1,0} + \frac{10,43}{4} = 8,15 + 2,61 = 10,76 \text{ т}$		
2-2 H=20 м b=2,1 м ρ _л = 0,998	2,93 × 11 = 32,2 2,93 M _н = 42,91	1,076 × 11,0 = 11,83 0,73 × 5,5 = 4,02 1,806 M _{вн} = 22,67	0,109 × 11,0 = 1,20 6,15	2,93 × 11,0 = 22,60 2,93 M _н = 34,38	0,904 × 11,0 = 9,95 0,584 × 5,5 = 3,21 1,488 M _{вн} = 18,86	1,01 × 11,0 = 11,1 0,524 × 5,5 = 3,21 1,594 M _{вн} = 20,63	0,109 × 11,0 = 1,20 6,15	2,42 × 11,0 = 26,6 0,109 × 11,0 = 1,20 M _н = 22,9 Σ M _{вн} = 46,44	10,43 11,63
	U ₂ = $\frac{42,91 + 22,67}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,15}{4 \times 0,998} = 17,0 + 1,54 = 18,54 \text{ т}$			U ₂ = $\frac{34,38 + 18,86 + 20,63}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,15}{4 \times 0,998} = 17,6 + 1,54 = 19,14 \text{ т}$			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	2,93 × 5,0 = 14,65 2,93 M _н = 66,51	1,806 × 6,0 = 10,83 0,51 × 3,0 = 1,53 2,316 M _{вн} = 35,03	0,109 × 6,0 = 0,65 6,8	2,93 × 6,0 = 17,58 2,93 M _н = 46,68	1,488 × 6,0 = 8,91 0,409 × 3,0 = 1,23 1,897 M _{вн} = 25,0	1,594 × 6,0 = 9,56 0,409 × 3,0 = 1,23 2,003 M _{вн} = 31,42	0,109 × 6,0 = 0,65 6,8	2,42 × 11,0 = 26,6 M _н = 35,04 Σ M _{вн} = 75,60	11,63 12,22
	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 = $\frac{46,68 + 25,0 + 31,42}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{6,8}{4 \times 0,998} = 20,0 + 1,7 = 21,7 \text{ т}$			U ₁ = $\frac{75,60}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{12,22}{4 \times 0,998} = 17,0 + 3,07 = 20,07 \text{ т}$		

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

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах стволы опоры П110-6

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: III р-н гололеда			Схема I: 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 кон- струкцию опоры M _{вн}		От нагрузок на провода и трос M _н	От ветра на конструкцию опоры M _{вн}		От нагрузок на провода и трос M _н	От ветра на конструкцию опоры 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	0,165×1=0,165 0,47×4=1,68 0,109×11,0=1,20	0,16×11,0=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	0,165×1=0,165 0,47×4=1,68 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 2,105×4=8,42 0,109×11,0=1,20
	1,80 M _н =7,50	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
	$U_3 = \frac{7,60 + 4,85}{2 \times 1,0} + \frac{3,27}{4} = 6,23 + 0,82 = 7,05 \text{ т}$			$U_3 = \frac{5,54 + 4,0 + 4,26}{2 \times 1,0} + \frac{3,27}{4} = 6,90 + 0,82 = 7,72 \text{ т}$			$U_3 = \frac{13,38}{2 \times 1,0} + \frac{10,97}{4} = 6,69 + 2,74 = 9,43 \text{ т}$		
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	0,47×2=0,94 0,109×6=0,65	1,24×6,0=7,25 0,17×2×1,0=0,54	0,815×6,0=4,89 0,023×2×1,5=0,069 0,326×3,0=0,99	0,903×6,0=5,41 0,032×2×1,5=0,095 0,328×3,0=0,99	0,47×2=0,94 0,109×6,0=0,65	0,42×6,0=2,52 0,475×2×1,0=0,95	2,105×2=4,21 0,109×6,0=0,65
	2,54 M _н =19,14	1,42 M _{вн} =11,97	4,86	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	15,33
	$U_3 = \frac{19,14 + 11,97}{2 \times 1,0} + \frac{4,86}{4} = 15,55 + 1,22 = 16,77 \text{ т}$			$U_3 = \frac{13,33 + 9,95 + 10,76}{2 \times 1,0} + \frac{4,86}{4} = 17,02 + 1,22 = 18,24 \text{ т}$			$U_3 = \frac{30,31}{2 \times 1,0} + \frac{15,83}{4} = 15,15 + 3,96 = 19,11 \text{ т}$		
2-2 ▽ 7,0 м β=2,1 м cos γ=0,998	2,54×11,0=27,92 2,54	1,42×11,0=15,50 0,73×5,5=4,02 2,15 M _{вн} =31,59	0,109×11,0=1,20 6,05	1,78×11,0=19,58 1,78	1,19×11,0=13,10 0,584×5,5=3,21 1,77 M _{вн} =26,26	1,3×11,0=14,30 0,584×5,5=3,21 1,88 M _{вн} =28,27	0,109×11,0=1,20 6,06	3,37×11,0=37,0 3,37 M _н =5,92	0,109×11,0=1,20 17,03
	$U_2 = \frac{47,04 + 31,59}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,06}{4 \times 0,998} = 18,75 + 1,52 = 20,27 \text{ т}$			$U_2 = \frac{32,91 + 26,26 + 28,27}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{6,06}{4 \times 0,998} = 20,80 + 1,52 = 22,32 \text{ т}$			$U_2 = \frac{74,50}{2 \times 2,1 \times 0,998} + \frac{17,03}{4 \times 0,998} = 22,07 \text{ т}$		
1-1 ▽ 1,0 м β=2,7 м cos γ=0,998	2,54×6,0=15,21 2,11	2,15×6,0=12,9 0,51×3,0=1,53 2,66 M _{вн} =46,0	0,109×6,0=0,65 6,71	1,78×6,0=10,70 1,73	1,77×6,0=10,6 0,408×3,0=1,23 2,18 M _{вн} =38,09	1,88×6,0=11,28 0,408×3,0=1,23 2,29 M _{вн} =40,78	0,109×6,0=0,65 6,71	3,37×6,0=20,15 3,37 M _н =8,12	0,109×6,0=0,65 17,68
	$U_1 = \frac{62,25 + 46,02}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{6,71}{4 \times 0,998} = 20,1 + 1,68 = 21,78 \text{ т}$			$U_1 = \frac{43,61 + 38,09 + 40,78}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{6,71}{4 \times 0,998} = 22,70 + 1,68 = 24,38 \text{ т}$			$U_1 = \frac{97,72}{2 \times 2,7 \times 0,998} + \frac{17,68}{4 \times 0,998} = 22,84 \text{ т}$		

Расчет усилий в раскосах ствола опор

таблица № 19

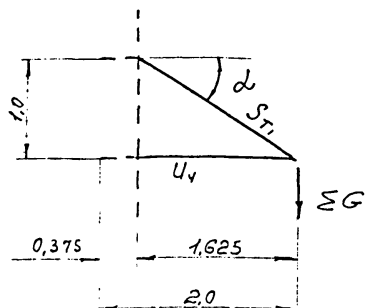
ширина раскоса	П 110-1	П 110-3	П 110-5	П 110-2	П 110-4	П 110-6
Мкр	1,05	1,22	1,22	1,05	1,22	1,22
D ₁	2,3	1,82	1,82	2,3	1,82	1,82
D ₂	2,3	1,82	1,82	2,3	1,82	1,82
Мкр	1,22	2,71	2,71	1,22	2,71	2,71
D ₂	1,86	2,83	2,83	1,86	2,83	2,83
Мкр	2,5	5,42	5,42	2,5	5,42	5,42
D ₃	3,24	4,73	4,73	3,24	4,73	4,73
D ₄	2,97	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: $D = \frac{Q}{2} - \frac{M_{кр} \sin \gamma}{6 \cos(\beta + \gamma)} + \frac{M_{кр}}{2 \beta \cos(\beta + \gamma)}$

№ 3078 ТМ-Т 4 лист 37/78

Расчет траверс опор П110-1 и П110-2

1. Траверса $l = 2,0$ м



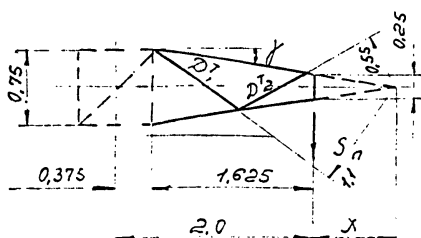
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{1,625} = 0,616$$

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

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

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

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



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

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

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

$$\Sigma G = 0,25 g_n + 0,5 g_r + 0,5 g_l + 0,25 G_{\text{тр}} =$$

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

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

б) Усилия в раскосах нижней грани

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

$$M_{u3} = 0,61 \times 0,812 = 0,495 \text{ тм}$$

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

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

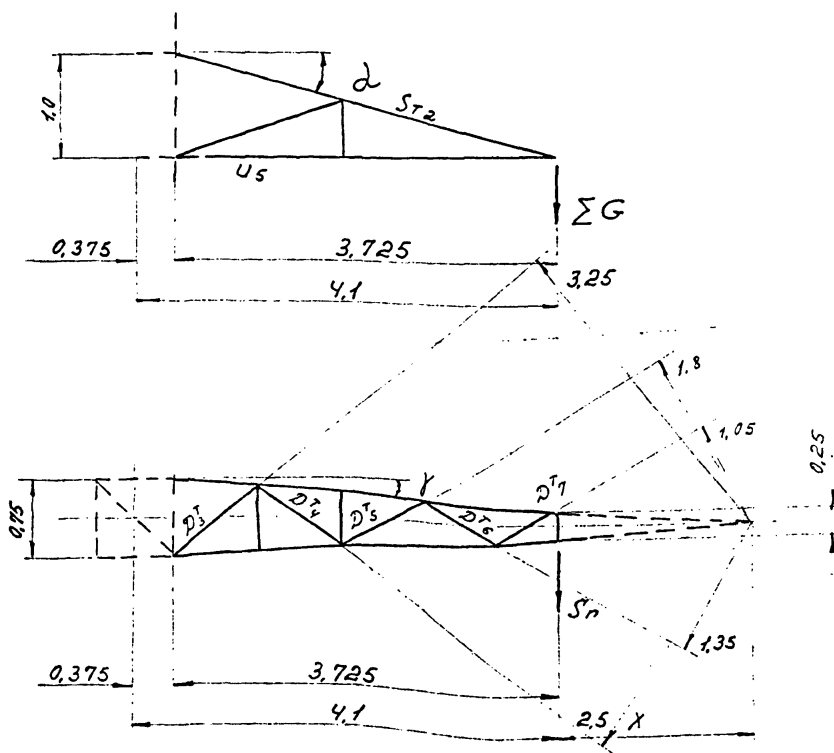
$$q_n = 0,665 \text{ т}; \quad q_r = 0,045 \text{ т}; \quad G_{тр} \approx 0,05 \times 1,1 = 0,06 \text{ т}$$

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

$$S_{T_1} = \frac{0,368 \times 1,625}{1,0 \times 0,851 \times 0,988} = 0,71 \text{ т}$$

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

2. Проверка $\ell = 4,1 \text{ м}$



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

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

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

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

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

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

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

$$\Sigma G = 0,25 \times 0,2 + 0,5 \times 0,045 + 0,5 \times 0,165 + 0,25 \times 0,12 = 0,183 \text{ т};$$

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

б) Усилия в раскосах нижней грани

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

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

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

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

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

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

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

в) Усилия в тязе. Схема II *)

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

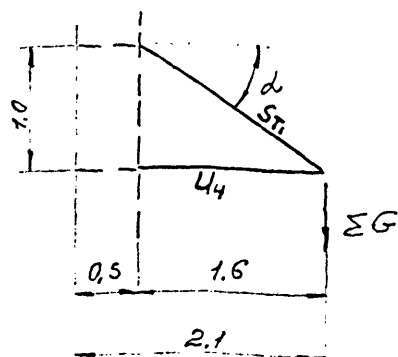
$$\Sigma G = 0,5 \times 0,665 + 0,5 \times 0,045 + 0,25 \times 0,12 = 0,38 \text{ т}$$

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

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

Расчет траверс опор П110-3 и П110-4

1. Траверса с=2,1м



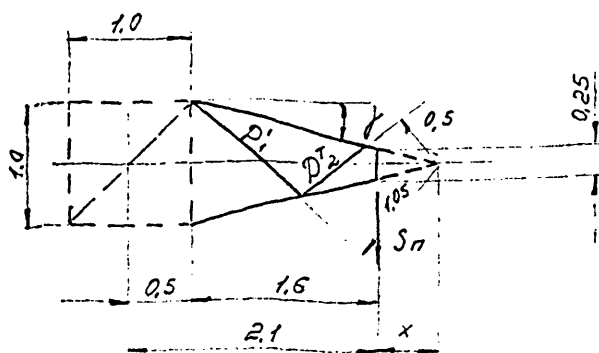
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1.0}{1.6} = 0.624$$

$$\cos \alpha = 0.848$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0.75}{2 \times 1.6} = 0.234$$

$$\cos \gamma = 0.973$$

$$x = \frac{0.25}{2 \operatorname{tg} \gamma} = \frac{0.25}{2 \times 0.234} = 0.532 \text{ м}$$



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

$$S_n = 1.29 \text{ т}; \quad g_n = 0.485 \text{ т}; \quad g_r = 0.045 \text{ т}; \quad G_{TP} \approx 0.05 \times 1.1 = 0.06 \text{ т}$$

$$g_A = 0.15 \times 1.1 = 0.165 \text{ т}$$

$$\Sigma G = 0.25 g_n + 0.5 g_r + 0.5 g_A + 0.25 G_{TP} =$$

$$= 0.25 \times 0.485 + 0.5 \times 0.045 + 0.5 \times 0.165 + 0.25 \times 0.06 = 0.238 \text{ т}$$

$$U_4 = \frac{1.29 \times 1.6}{1.0 \times 0.973} + \frac{0.238 \times 1.6}{1.0 \times 0.973} = 2.12 + 0.39 = 2.51 \text{ т}$$

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

$$S_n = 1.29 \text{ т}; \quad x = 0.532 \text{ м} \quad M_{03} = 1.29 \times 0.532 = 0.685 \text{ тм}$$

$$D_1^T = \frac{0.685}{1.05} = 0.65 \text{ т} \quad D_2^T = \frac{0.685}{0.5} = 1.37 \text{ т}$$

8) Усилия в тяге: Схема II *) II-н гололеда

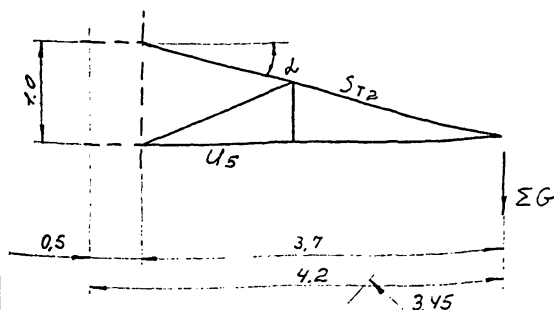
$$g_n = 1,335 \text{ т}; \quad g_r = 0,045 \text{ т}; \quad G_{тр} \approx 0,05 \times 1,1 = 0,06 \text{ т};$$

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

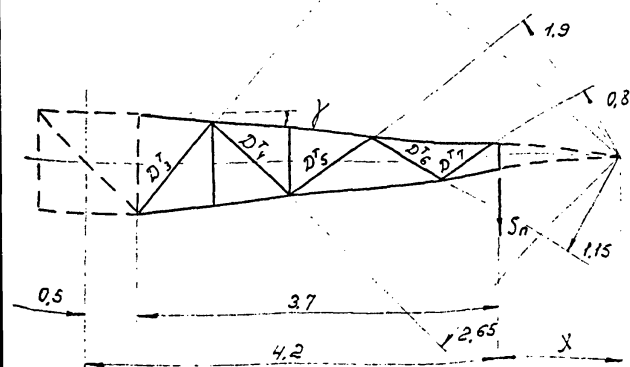
$$S_{T1} = \frac{0,71 \times 1,6}{1,0 \times 0,848 \times 0,973} = 1,38 \text{ т};$$

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

2. Траверса $L = 4,2 \text{ м}$



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



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

$$\tan \gamma = \frac{1,0 - 0,25}{2,0 \times 3,7} = 0,101$$

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

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

№ 3078 ТМ-Т 4 42,76

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

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

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

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

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

$$J_n = 1,29 \tau; X = 1,24 \text{ м} \quad M_{u3} = 1,29 \times 1,24 = 1,6 \tau$$

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

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

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

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

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

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

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

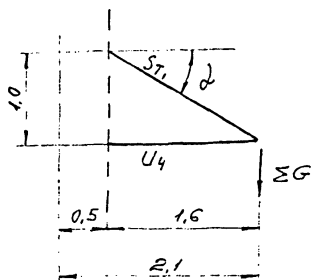
$$\Sigma G = 0,5 \times 1,335 + 0,5 \times 0,045 + 0,25 \times 0,11 = 0,67 + 0,023 + 0,027 = 0,72 \tau$$

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

*) Сн. лист 42

Расчет траверс опор П110-5 и П110-6

1. Траверса $\ell = 2,1 \text{ м}$



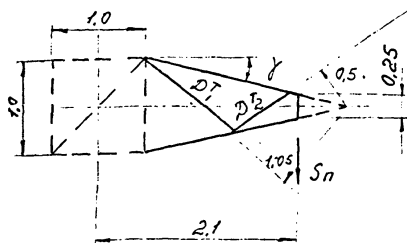
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{1,6} = 0,624$$

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

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

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

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



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

$$S_n = 1,29 \text{ т}; g_n = 0,425 \text{ т}; g_r = 0,045 \text{ т}; g_l = 0,15 \times 1,1 = 0,165 \text{ т}$$

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

$$\Sigma G = 0,25 g_n + 0,5 g_r + 0,5 g_l + 0,25 G_{\text{тр}} =$$

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

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

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

$$S_n = 1,29 \text{ т}; \chi = 0,532 \text{ м} \quad M_{u3} = 1,29 \times 0,532 = 0,685 \text{ тм}$$

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

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

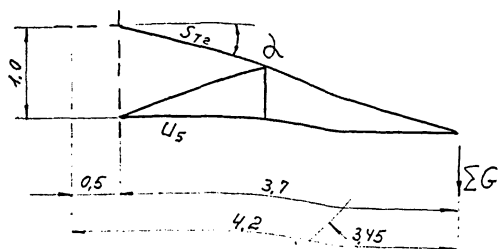
$$q_n = 2,06 \text{ т}; \quad q_r = 0,045 \text{ т}; \quad G_{тр} \approx 0,05 \text{ т} \times 1,1 = 0,06 \text{ т}$$

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

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

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

2. Траверса $L = 4,2 \text{ м}$



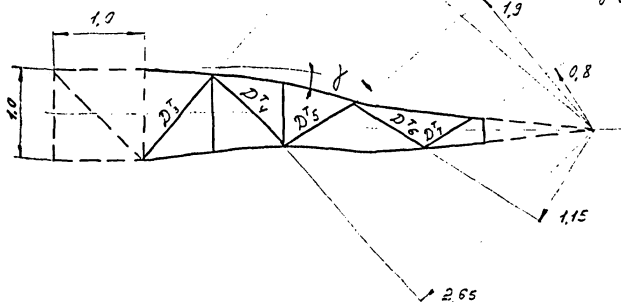
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{3,7} = 0,27$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

б) Усилие в раскосах нижней грани. Схема III;

IV р-н гололеда

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Расчет распорок и диафрагм

опор П110-1 и П110-2

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

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

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

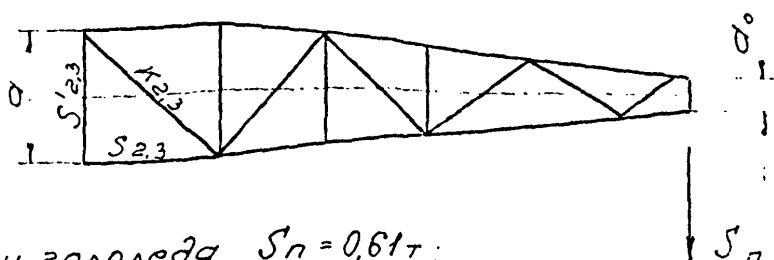
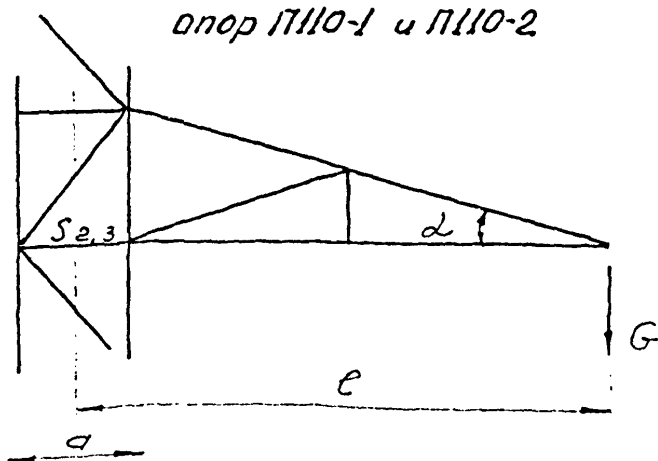


Схема III; II р-н гололеда $S_n = 0,61 \tau$;

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

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

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

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

б) Траверса $l = 4,1 \text{ м}$;

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

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

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

*) 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

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

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

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

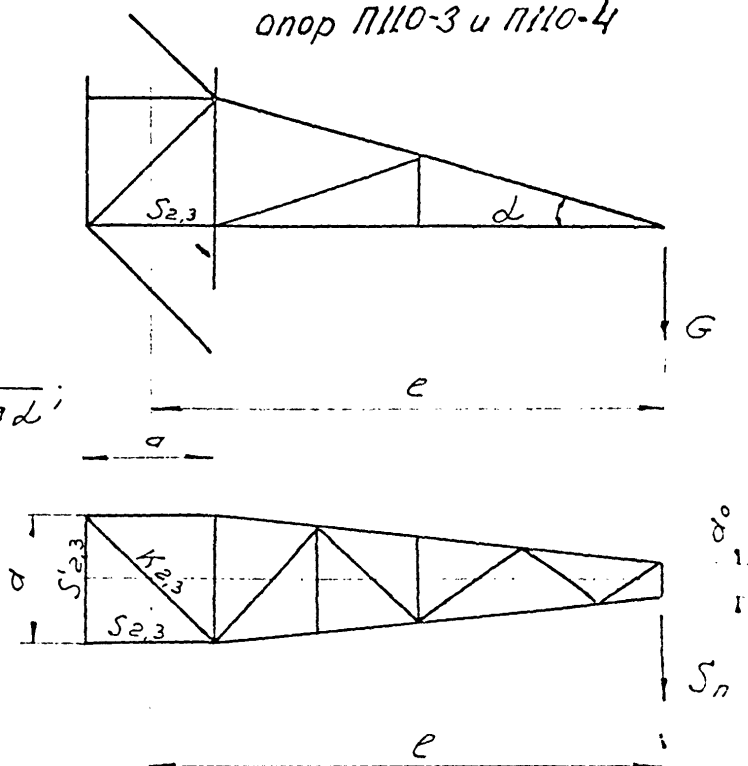


Схема III; II р-н гололеда; $S_n = 1.29 \tau$

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

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

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

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

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

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

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

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

*) См. расчет траверсы лист 41, 42;

**) См. расчет траверсы лист 42, 43;

3078 ТМ-Т 448 78

Расчет распорок и диафрагм

опор П110-5 и П110-6

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

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

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

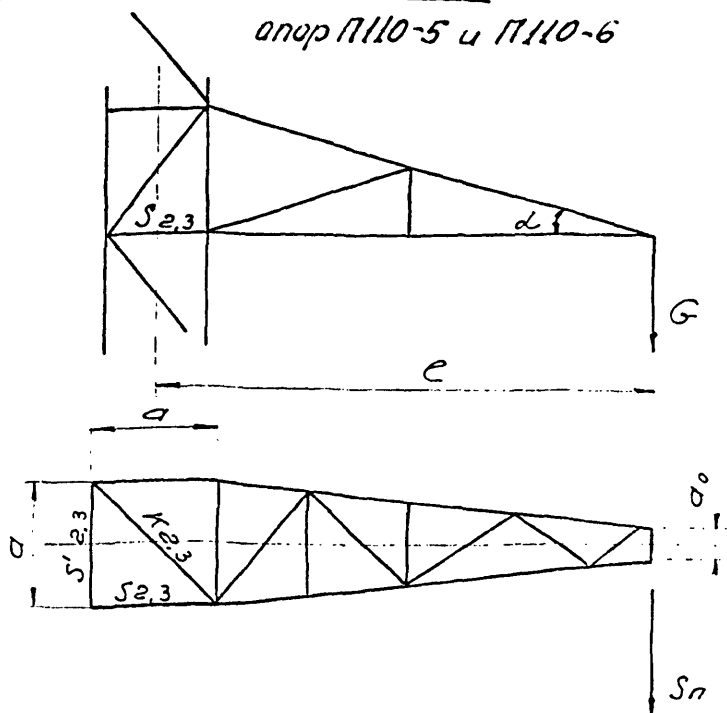


Схема III, IV, р-н гололеда $S_n = 1,29$ т

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

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

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

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

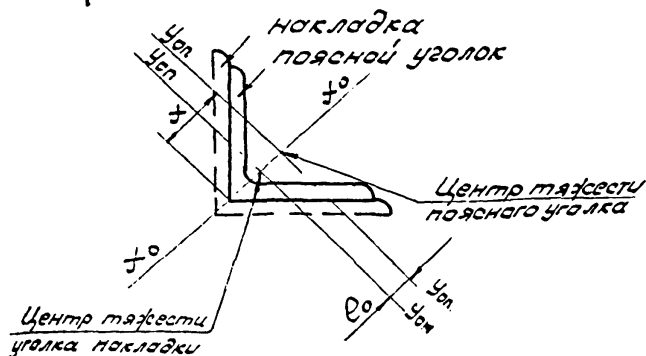
*) См. расчет траверсы $l = 2,1$ м лист 44, 45;

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

№3078 ТМ-Т 4-49-78

Расчет стыков опоры П 110-1

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



$$\ell_0 = 0,5 \text{ см}$$

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

поясной уголок $\angle 70 \times 6$
накладка $\angle 90 \times 7$

$$N = 5,60 \text{ т} \quad n_1 = 0,95 \quad F = 8,15 \text{ см}^2$$

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

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

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

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

$$\ell = 0,5 \ell_0 = 0,5 \times 0,24 = 0,12 \text{ см}$$

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

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

$$\varphi_{\text{вн}} = 0,781$$

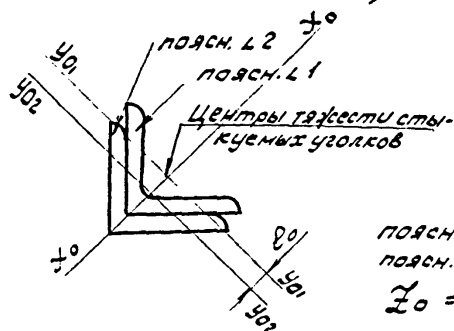
$$\phi = \frac{5600}{0,95 \times 0,781 \times 8,15} = 930 \text{ кг/см}^2 \left(\left[\frac{2000}{\text{см}^2} \right] \right)$$

N3078-ТМ-Т4

лист

50 78

2. Стык средней и нижней секций
(стык телескопический)



поясн. уголок 1 - $\angle 80 \times 6$
поясн. уголок 2 - $\angle 80 \times 6$
 $x_0 = 2,19 \text{ см}$

$$\sigma = \frac{N}{n \cdot l_n \cdot F} \quad N = 8,66 \text{ т}$$

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

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

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

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

$$l_0 = \frac{0,6}{0,707} = 0,85 \text{ см} \quad l = 0,5 \quad l_0 = 0,5 \times 0,85 = 0,425 \text{ см}$$

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

$$l_{\text{н}} = 0,536$$

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

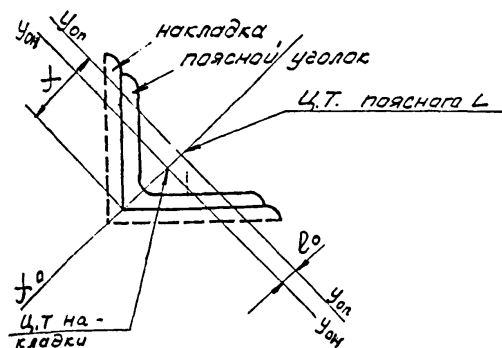
N3078 ТМ Т 4

лист 5

Расчет стыков

опоры П110-3

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



$$\sigma = \frac{N}{n, \varphi_{\text{вн}} F}$$

поясной уголок
накладка

L 70x6
L 90x7

$$N = 6,38 F \quad n_1 = 0,95 \quad F = 8,15 \text{ см}^2$$

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

$$m_1 = n_1 m; \text{ где } n_1 = 1,0; \quad m = l \frac{F x}{J_{y_0-y_0}}$$

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

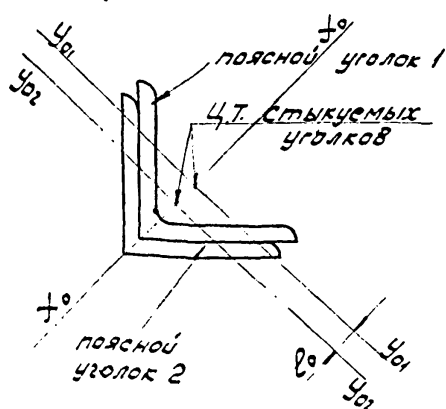
$$l = 0,5 l_0 = 0,5 \times 0,24 = 0,12 \text{ см} \quad l_0 = \frac{(1,94 + 0,7) - 2,74}{0,707} = 0,21 \text{ см}$$

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

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

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

2. Стык средней и нижней секции
(стык телескопический)



поясной $\angle 1$ — $\angle 80 \times 6$

поясной $\angle 2$ — $\angle 90 \times 7$

$$Z_{01} = 2,19 \text{ см}$$

$$Z_{02} = 2,47 \text{ см}$$

$$2,19 + 0,7 = 2,89 \text{ см}$$

$$2,89 - 2,47 = 0,42 \text{ см}$$

$$\ell_0 = \frac{0,42}{0,707} = 0,594$$

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

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

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

$$m_1 = \eta m; \quad \text{где } \eta = 1,0; \quad m = \ell \frac{FX}{J_{y0}}$$

$$J_{y0} = 23,5 \text{ см}^4 \quad X = \frac{2,19}{0,707} = 3,1 \text{ см}$$

$$\ell = 0,5 \ell_0 = 0,5 \times 0,594 = 0,297 \text{ см}$$

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

$$\varphi_n = 0,583$$

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

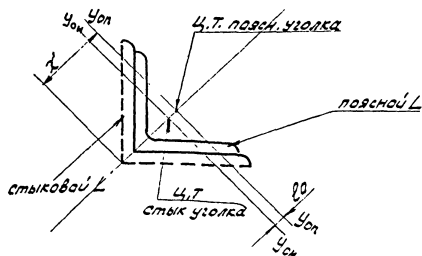
N3078-ТМ-Т 4

Лист
53 78

Расчет стыков

опоры П110-5

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



$$\sigma = \frac{N}{n_1 \cdot \beta_{\text{н}} \cdot F};$$

L 70x6 - поясной уголок
L 90x7 - накладка

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

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

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

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

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

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

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

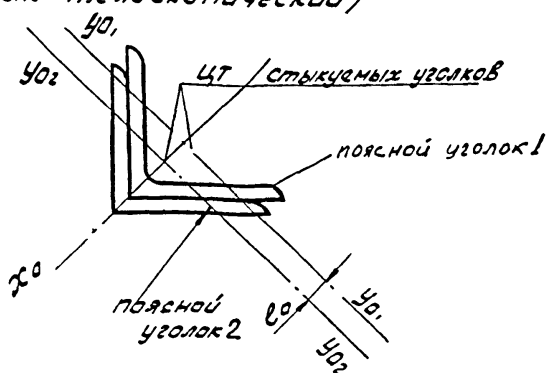
$$\beta_{\text{н}} = 0,781$$

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

№3078-ТМ-Т4

Лист
54/78

2. Стык средней и нижней секций (стык телескопический)



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

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

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

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

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

$$\rho = 0,5 \rho_0 \quad \rho_0 = \frac{(2,19 + 0,7) - 2,47}{0,707} = 0,594$$

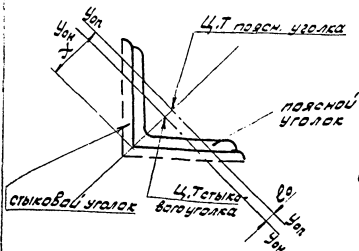
$$m = 0,297 \times \frac{9,38 \times 3,1}{23,5} = 0,37 \quad m_1 = 0,37$$

$$\rho_{\text{вн}} = 0,583$$

$$\sigma = \frac{12440}{1,0 \times 0,583 \times 9,38} = 2080 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} < [2100] \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Расчет стыков опоры П110-2

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



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

$$\sigma = \frac{N}{n \cdot \varphi_n \cdot F};$$

$$N = 13,33 \text{ Т}$$

$$n_1 = 0,95; F = 8,15 \text{ см}^2$$

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

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

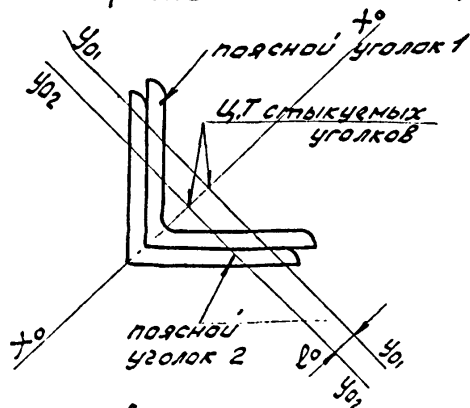
$$l = 0,5 l_0; \quad \text{где } l_0 = \frac{271 - (1,94 + 0,7)}{0,707} = 0,10 \text{ см}$$

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

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

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

2. Стык средней и нижней секций
(стык телескопический)



пояс Л 1 - Л 100x7

пояс Л 2 - Л 100x7

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

$$\ell_0 = \frac{97}{0,707} = 0,99 \text{ см}$$

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

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

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

$$\ell = 0,5 \times \ell_0 = 0,5 \text{ см}$$

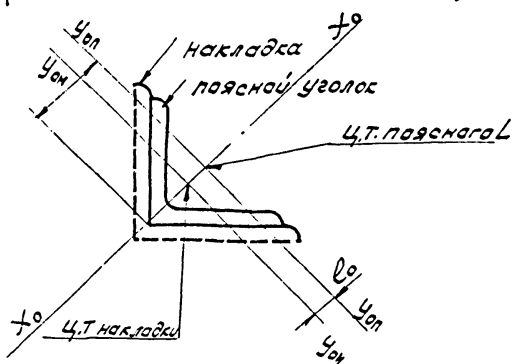
$$m = 0,5 \times \frac{13,8 \times 3,83}{54,2} = 0,49$$

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

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

Расчет стыков опоры П110-4

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



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

L 70x6 — поясной уголок
L 100x7 — накладка

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

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

$$m_1 = \eta m; \quad \text{где } \eta = 1,0 \quad m = l \frac{Fx}{I_{y0}}$$

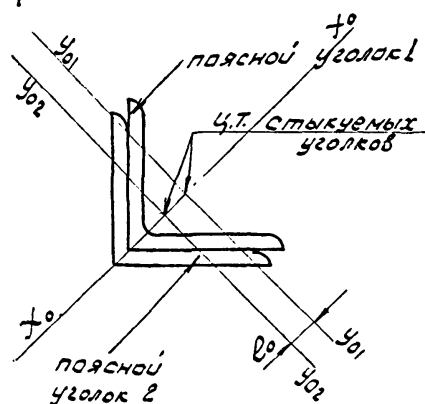
$$x = \frac{1,94}{0,707} = 2,74 \text{ cm} \quad l_0 = \frac{2,71 - (1,94 + 0,7)}{0,707} = 0,1 \text{ cm}$$

$$l = 0,5 \quad l_0 = 0,05 \text{ cm}$$

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

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

2. Стык средней и нижней секций
(стык телескопический)



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

$$N = 19,14 \text{ Т}; \quad \rho_1 = 1,0 \quad F = 13,8 \text{ см}^2$$

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

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

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

$$l_0 = \frac{0,7}{0,707} = 0,99 \text{ см} \quad l = 0,5 \times 0,99 = 0,495 \text{ см}$$

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

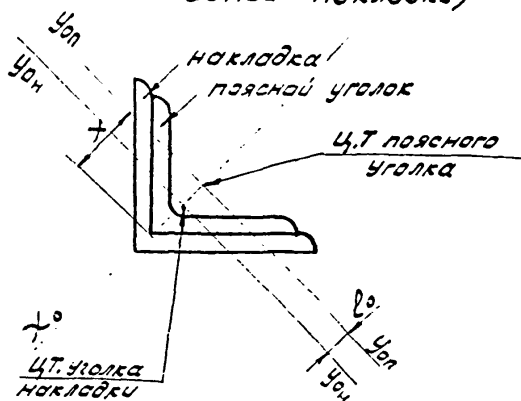
$$\rho_{\text{вн}} = 0,66$$

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

Расчет стыков

7110-6

1. Стык верхних секций
(стык на одной накладке)



$$C = \frac{N}{R, \Phi, F}; \quad N = 9,43 \tau; \quad \begin{array}{l} \angle 70 \times 6 - \text{поясной} \\ \angle 90 \times 7 - \text{накладка} \end{array}$$

$$n_1 = 0,95; \quad F = 8,15 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{100}{1.38} = 72$$

$$m_1 = \eta m, \text{ where } \eta = 1.0; \quad m = \ell \times \frac{FX}{T_{40}}$$

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

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

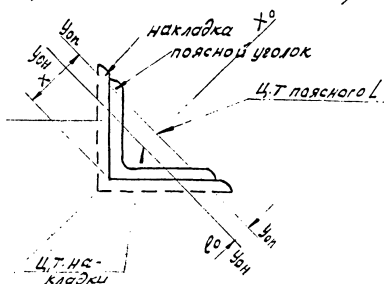
$$\ell_0 = \frac{0,17}{0,707} = 0,24 \text{ cm} \quad \ell = 0,5 \ell_0 = 0,5 \times 0,24 = 0,12 \text{ cm}$$

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

$$f_{BH} = 0,769$$

$$\sigma = \frac{9430}{0.95 \times 0.769 \times 8.15} = 1590 \text{ Kt/cm}^2 < [2100] \text{ Kt/cm}^2$$

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



$$\sigma = \frac{N}{n \cdot \varphi_{\text{н}} \cdot F}; \quad \begin{array}{l} \angle 90 \times 7 - \text{поясной уголок} \\ \angle 110 \times 8 - \text{накладка} \end{array}$$

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

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

$$m = \eta m, \text{ где } \eta = 1,0, \quad m = \ell \times \frac{F \chi}{J_{yo}}$$

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

$$\ell = 0,5 \ell_0 \quad \ell_0 = \frac{(2,47 + 0,8) - 3,0}{0,707} = 0,38 \text{ см}$$

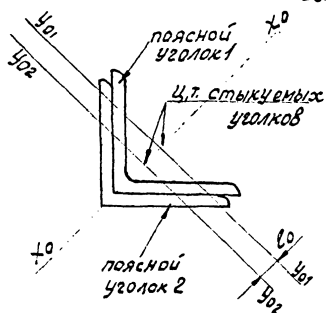
$$\ell = 0,5 \times 0,38 = 0,19 \text{ см}$$

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

$$\varphi_{\text{н}} = 0,82$$

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

3. Стык средней и нижней секций (стык телескопический)



$$\sigma = \frac{N}{n \cdot f_{bh} \cdot F};$$

L 110x8 - поясной N1

L 110x8 - — " — N2

$$N = 22,32 \text{ Т}; \quad n_1 = 1,0 \quad F = 17,2 \text{ см}^2$$

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

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

$$J_{y0} = 81,8 \text{ см}^4; \quad \chi = \frac{3,00}{0,707} = 4,25 \text{ см}$$

$$\ell_0 = \frac{0,8}{0,707} = 1,13 \text{ см} \quad \ell = 0,5 \times 1,13 = 0,565 \text{ см}$$

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

$$f_{bh} = 0,65$$

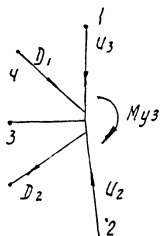
$$\sigma = \frac{22320}{1,0 \times 17,2 \times 0,65} = 1990 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \leq [2100] \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

N3078 TM T 4

1 лист
62/78

Опора П110-5

Стык верхней и средней секции



Узловой момент:

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

$$M_{уз.} = 117,0 \text{ кгм.}$$

$$D_1 = 1,53 \tau$$

$$D_2 = 1,5 \tau$$

$$U_3 = U_2 = 6,17 \tau$$

Стержень	сечение	J_x	$l_{geom.}$	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

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

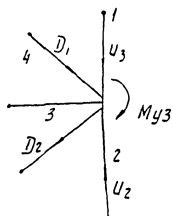
$$W_1 = \frac{J_x}{Z_0} = \frac{37,6}{1,94} = 19,4 \text{ см}^3 \quad \sigma_m = \frac{4170}{19,4} = 215 \text{ кг/см}^2$$

Суммарное напряжение в поясе U_3

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

Опора П110-6

1. Стойк 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	$l_{ном}$	J/ρ
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

$$\beta_1 = \frac{0.943}{2.329} = 0.405$$

Момент изгибающий пояс 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* Герасинова/.

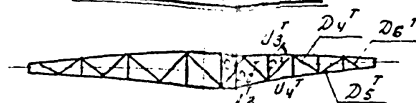
N3078-ТМ-ТЦ 14.07.78

Л 110-7

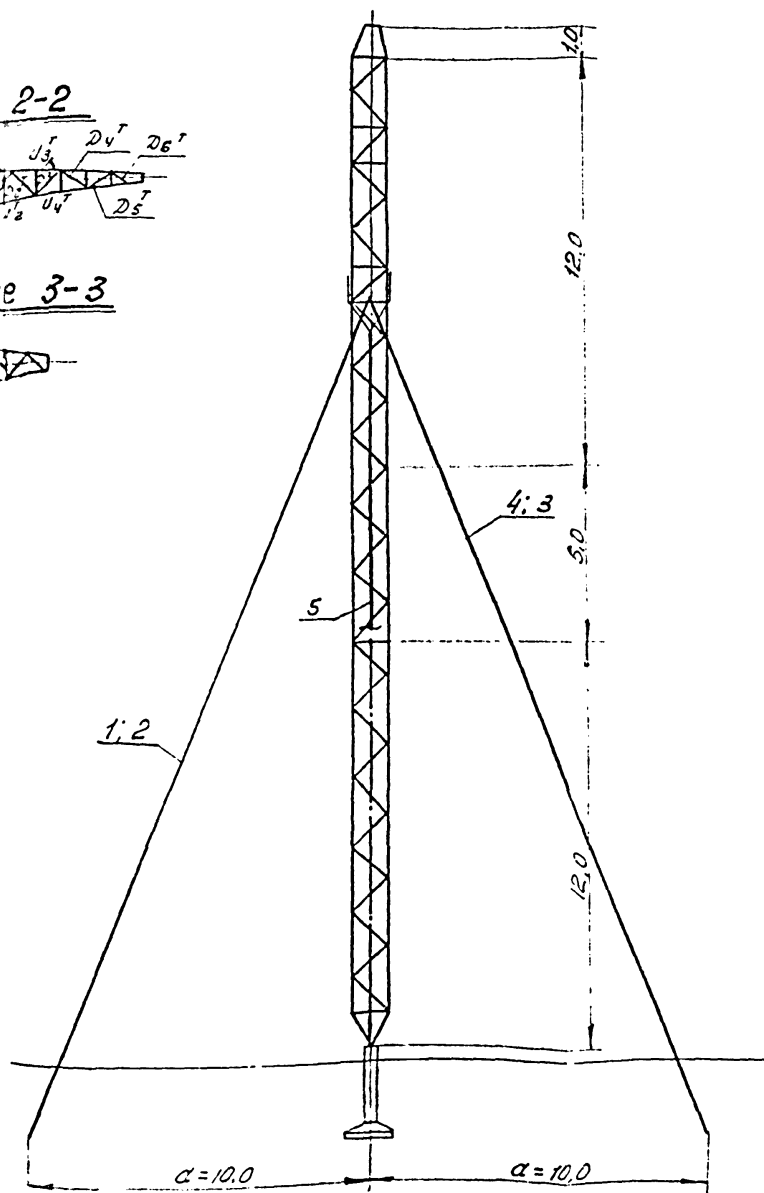
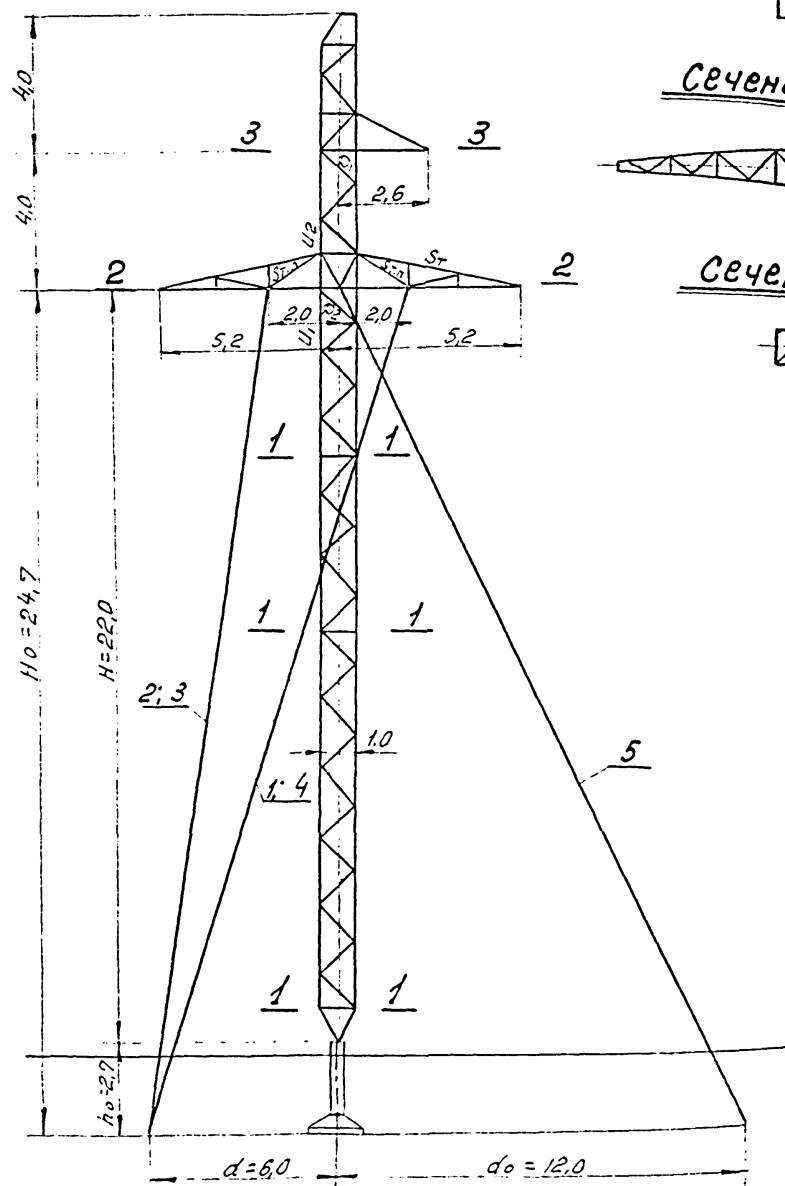
сечение 1-1



Сечение 2-2



Сечение 3-3



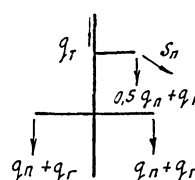
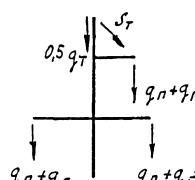
Нагрузки на одноцепную промежуточную опору ВЛ 10 кВ. Шифр П 10-7

Таблица № 1

Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Объем цепи	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	нормат.	п	расчетн
Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. ветер направлен вдоль оси траверс.	$q_n = 50 \frac{кг}{м}$ $q_r = 70 \frac{кг}{м}$ $t = -5^\circ C; c = 0$		Давление ветра на пролет провода, троса.	R_n R_r	410	1,2	490	240	1,2	290	410	1,2	490	240	1,2	290
			вес пролета про- вода, троса.	q_n q_r	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 вертикаль- ная нагрузка.	$q_n + q_r$ q_r	570	—	625	230	—	255	545	—	600	220	—	240
Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. ветер направлен вдоль оси траверс.	$q_n = 125 \frac{кг}{м}$ $q_r = 18 \frac{кг}{м}$ $t = -5^\circ C; c = 5 мм$ $C = 10 мм$		Давление ветра на пролет провода, троса.	R_n R_r	215	1,4	300	185	1,4	260	230	1,4	330	285	1,4	400
			вес пролета пробо- да, троса.	q_n q_r	530	1,1	580	230	1,1	255	505	1,1	555	220	1,1	240
			вес гирлянд изоля- торов.	q_r	215	2,0	430	110	2,0	220	480	2,0	960	290	2,0	580
			суммарная верти- кальная нагрузка	$q_n + q_r$ 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	Объем участка в верт. базисе	I р-н гололеда						II р-н гололеда					
						АСО-240			С-50			АСО-240			С-50		
						450						450					
						565						540					
						450						430					
						нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.	нормат.	п	расчет.	нормат.	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 про- вода, 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 верти- кальная нагрузка	$q_n + q_r$ q_T	570	—	625	230	—	255	545	—	600	220	—	240
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса рав- но половине мак- симального тяже- ния.	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q^H = 0$		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 верти- кальная нагрузка.	$q_n + q_r$ q_T	570	—	625	230	—	255	545	—	600	220	—	240

Примечания:

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

Давление ветра на конструкцию опоры

Таблица №3

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

Эскиз и средняя отметка секции (м).	Коэф. увелич. скорости напора по высоте.	Нормативная скорость напора q_0 (кг/м ²)	Плотность элементарных фермы ρ (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэф. заполнения $\varphi = \frac{f_i}{S}$	Аэродинам. коэф. плоск. фермы $C_x = C_z$	$C_x = C_z = 1,45$	Аэродинам. коэф. простр. фермы $C_{пр} = C_{пр} (1 + \alpha)$	Нормативная нагрузка на ферму $R = q_0 C_{пр} S$	Расчетн. ветр. нагрузка $R = q_0 C_{пр} S_{ф}$
	1,49	75	0,25	1,05	0,238	0,333	0,78	0,594	21 ² (47)	36
	1,40	70	0,89	2,35	0,378	0,530	0,52	0,805	60 ² (132)	105
	1,49	75	1,93	8,0	0,241	0,337	0,78	0,600	360	625
	1,1	55	4,39	22,0	0,199	0,278	0,85	0,517	625	1090
Оттяжки	1,1	55							44	76
Итого									1110	1932

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 $R_{тр}$.

Расчет опоры производился на ЭЦМ "Урал-2" по программе расчета одностоечной опоры с 2-мя расщепленными и одной одиночной оттяжками (инв. №3002ТМ-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) обор. лев. нижн. проб.	Сх. III (2) обор. лев. верхн. проб.	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. печать) -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 (кг·см)	-659198	672128	-729142	729142	-286228	-37637	-127193
R_y (кг)	0	0 нечетк. печать	0	0	0	0	494
N_n (кг)	-19470	-17845	-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.

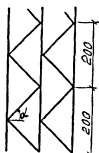
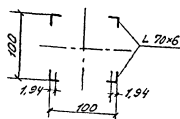
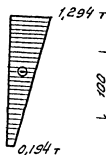
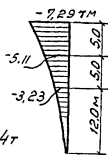
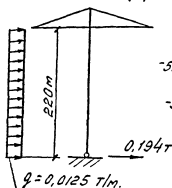
N3078 TM-T4 лист
69/78

Расчет стойки ниже уровня нижних траверс

Схема II (1)

Эл. М

Эл. Q



Подбор сечения поясов

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

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

$$\sigma_1 = \frac{19,85}{4} + \frac{7,29}{2 \cdot 0,96} = 4,96 + 3,8 = 8,76 \text{ т.}$$

$$L 70 \times 6 \quad F = 8,15 \quad \tau_x = 2,15 \quad \ell_0 = m n \ell_n$$

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

$$m n = 1,11$$

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

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

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

Подбор сечения раскосов стойки

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

$$L 36 \times 4 \quad F = 2,75 \quad \tau_{min} = 0,70 \quad \ell_p = 141 \text{ см}$$

$$\frac{\ell_p}{\tau_{min}} = \frac{141}{0,70} = 202 \quad \frac{i_n}{i_p} = 8,05 \quad m_p = 0,700$$

$$\lambda = \frac{0,700 \cdot 141}{0,70} = 141 \quad \varphi = 0,356 \quad m = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64$$

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

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

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

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

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

f_0 - максимальный прогиб стойки под действием расчетных поперечных нагрузок

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

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

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 ($\nabla 22,0 \text{ м}$)

Схема IV (обрыв троса)

$$S_T = 1360 \text{ кг.}$$

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

$$M_{\parallel} = (q_n + q_r) \times 2,6 = 0,625 \times 2,6 = 1,63 \text{ мм}$$

$$G = 0,5 q_r + q_n + q_r + \frac{2,31}{30} \cdot 8 = 0,12 + 0,625 + 0,62 = 1,36 \text{ м.}$$

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

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

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

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

$$\frac{\ell_n}{\ell_r} = \frac{\gamma_{\text{min}} \ell_r}{\gamma_{r \text{ min}} \ell_n} = \frac{15,5 \times 120}{3,80 \times 100} = 4,80$$

По табл. 12 СНиП II-И. 9-62 $\mu_n = 1,08$

$$\ell_0 = \mu_n \ell_n = 1,08 \times 100 = 108 \text{ см}$$

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

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

2. Раскос верхней части стойки.

Схема III $S_n = 1290 \text{ кг}$

$$M_{kr} = 1,29 \times 2,6 = 3,36 \text{ мм}$$

Максимальная поперечная сила в одной грани

$$Q_{\text{max}} = \frac{M_{kr}}{2,6} + \frac{S_n}{2} = \frac{3,36}{2,6} + \frac{1,29}{2} = 1,68 + 0,65 = 2,33 \text{ т}$$

Усилие в раскосе:

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

Принимаем сечение раскоса L 50 × 4

$$F = 3.89 \text{ см}^2 \quad J_{min} = 3.80 \text{ см}^4 \quad z_{min} = 0.99$$

$$\frac{i_p}{i_r} = \frac{15.5 \times 120}{3.80 \times 100} = 4.80; \quad \frac{l_p}{z_{min}} = \frac{120}{0.99} = 121$$

$$j_p = 0.802; \quad l_0 = 121 \times 0.802 = 97 \text{ см}$$

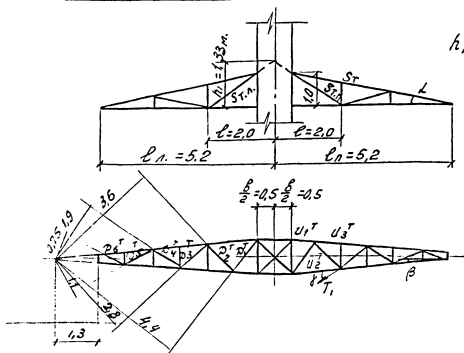
$$\lambda = \frac{97}{0.99} = 98; \quad \varphi = 0.627; \quad m_1 = 0.8 \text{ (см. табл. 7 СНиП II-М.9-62)}$$

$m_2 = 0.8$ - на прикрепление элемента в стык

$$\text{к поясу } F \varphi m_1 m_2 = 3.89 \times 0.627 \times 0.8 \times 0.8 = 1.56 \text{ см}^2$$

$$G = \frac{32.8 \times 10^3}{1.56} = 2100 \text{ кг/см}^2$$

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

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

Усилие в правой тяге

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$U_0 = \left(\frac{0,423}{2 \cdot 0,213} + \frac{1}{2} 6,46 \frac{24,7}{27,8} \frac{2,0}{1,33} + \frac{1}{2} 6,46 \frac{6 + 2}{27,8} 0,625 \right) \cdot$$

$$\cdot \frac{1}{0,995} = (0,994 + 4,31 + 0,581) \frac{1}{0,995} = 5,90 \tau$$

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

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

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

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

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

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

$$m = 0,75$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi = 0,636$$

$$\varphi = 0,702$$

$$G_1 = \frac{2,38 \cdot 10^3}{0,636 \cdot 6,13 \cdot 0,7} = 870 \text{ кг/см}^2 < 2100$$

$$G_2 = \frac{2,90 \cdot 10^3}{0,702 \cdot 6,13 \cdot 0,7} = 970 \text{ кг/см}^2 < 2100,$$

5. Для поясов консольной части расчетной является схема III

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

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

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

$$\varphi = 0,780$$

$$m = 0,75$$

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

6. 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_o (см)	F (см ²)	z_{min} (см)	$\lambda = \frac{\rho_o}{z_{min}}$	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 $\ell = 2,6 \text{ м}$ 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 $R = 12750 \text{ кг}$

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

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

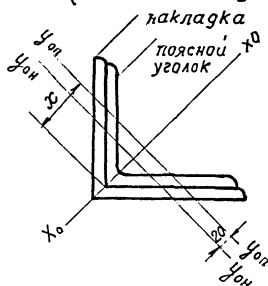
Для оттяжки 5 расчетное усилие в нормальном режиме $T_H^P = 10,54 \text{ т}$.

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)



Поясной уголок L 70×6

Накладка L 80×6

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

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

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

$$m_1 = \eta^m, \text{ где } \eta = 1,0 \quad m = e \frac{F \cdot x}{J_{y0}}$$

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

$$e = 0,5 e_0 \quad e_0 = \frac{(1,94 + 0,6) - 2,19}{0,707} = 0,495 \text{ см}$$

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

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

$$\varphi_{вн} = 0,588$$

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

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

Рассчитал: ~~Левченко~~ / Левченко

Проверил: ~~Элькин~~ / Элькин

N3078 ТМ-Т4

лист
78/78