

3080ТМ-ГЗ

Министерство
Энергетики и Электрификации СССР
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»

*собр. 1973г.
476 стр.*

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

отраслевая типовая проектная документация

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ220 и 330 кВ

3.407-100

ОТМЕНЕН

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 3

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР

ВЛ220 кВ

Корректировка 1973г.!

*Заменены на основании
протокола Минэнерго СССР
от 28.03.88 № 26 вытекающих
с 1, 2, 3 серии 3.407.2-145(12976ТМ)
(см. инф. лист № 8-88 стр. 46)
Проект восстанова
Собр. с 1973 г.
Москва - 1973 г.
Итого 25/9 стр.
Всего 16.129/*

3080ТМ-ГЗ
собр. 1973
3080ТМ-ГЗ
страниц
листов (ф) 43(84)
чертеж (форм)
10/8

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

~~ОТМЕНЕН~~

~~ТИПОВОЙ ПРОЕКТ~~

отраслевая типовая проектная документация

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ220 и 330 кВ

3.407-100

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 3

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР
ВЛ220 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
ИНСТИТУТА

Иванов
/С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА
ИНСТИТУТА

/М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ
ИНСТИТУТА

Левин /Л. ЛЕВИН/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
ИНСТИТУТА ПО ВЛ

Хотин /В. В. ВСЕЕНКО/

МОСКВА - 1973 г.

№3080 ТМТЗ *Лист*
2/43

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

СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

~~ОТМЕНЕН~~

~~ТИПОВОЙ ПРОЕКТ~~

отраслевая типовая проектная документация

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ220 и 330 кВ

3.407-100

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 3

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР

ВЛ220 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР

[Подпись] / К. Крюков /

И.О. НАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА

[Подпись] / В. Гальперин /

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ТИПОВОГО

ПРОЕКТИРОВАНИЯ

[Подпись] / К. Синелобов /

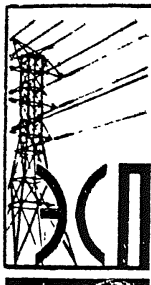
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА

[Подпись] / Б. Новгородцев /

ЛЕНИНГРАД 1973 г.

№3080ТМТЗ

лист
3/43



Министерство энергетики и электрификации СССР
ГПИО «ЭНЕРГОПРОЕКТ»
 Ордена Октябрьской революции
 Всесоюзный Государственный проектно-исследовательский
 и научно-исследовательский институт
 энергетических систем и электрических сетей
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»

**НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ
 МАТЕРИАЛЫ**
 ДЛЯ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ
 И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

№ 25/ I -90

МОСКВА
 28.02 90
 1984

СОДЕРЖАНИЕ Об изменении диаметров отверстий в траверсах опор для крепления узлов КГН

Зам. Инженер института

И.П.Уланов
 И.П.Уланов

нач. ПТО

А.С.Бурцев
 А.С.Бурцев

ОСНОВАНИЕ Письмо МЭ СКГБ
 Союзэлектроэнергосети изоляции от
 12.04.89 № ЛА 190-563/1

Гл. специалист ПТО

В.Г.Хотинский
 В.Г.Хотинский

В целях унификации изделий линейной арматуры заводы ВПО "Союзэлектроэнергосети изоляция" с 1.01.90 переходят к изготовлению пальцев в узле КГН-16-5 диаметром 40 мм вместо 45 мм, что требует изменения диаметра отверстия в элементах траверс для крепления узлов КГН с 47 мм на 42 мм.

По просьбе института НПО "Энергостройпром" и ССО "Электросетьстрой" дали указание всем подведомственным им заводам металлоконструкций о внесении указанного изменения в конструкции анкерно-угловых опор У220-1,2 и 3, УС-220-5 и 6, УЗ30-1,2 и 3 и УС 330-2 (по проекту 3080 тм) и опор тех же типов, имеющих траверсы с параллельными поясами (по проекту 5736 тм).

Настоящую информацию следует принять к сведению и руководству.

Подготовил
 Хотинский
 2670238

НТМ № 25/ I л. I/ I

Э.п. 145.190.90.

3080ТмТ.3

Аннотация

В настоящем томе приводятся расчёты свободностоящих анкерно-угловых опор

ВЛ 220 кВ одноцепных У 220-1, У 220-3 и двухцепной - У 220-2.

Все опоры рассчитаны на нагрузки при подвеске проводов марки ЯСО-300 и ЯСО-400 по ГОСТ 839-59 в I-IV районах гололедности и в III ветровом районе

Расчеты опор выполнены по методу предельных состояний согласно нормам ПУЭ-66, СН и ПИ-ИЭ-62 с учетом изменений некоторых пунктов ПУЭ-66, утвержденных решением Министерства энергетики и электрификации СССР № 113 от 7 сентября 1967г. при рассмотрении проекта унифицированных опор.

Секции и элементы рассчитаны на наиболее неблагоприятные условия их применения

Расчетные листы опор включены в том 7.

Состав проекта

Инвентарный
номер

Том 1. Пояснительная записка	3080ТМ-Т1.
Том 2. Расчеты промежуточных опор ВЛ 220кВ.	3080ТМ-Т2
Том 3. Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 220кВ.	3080ТМ-Т3
Том 4. Расчеты промежуточных опор ВЛ 330кВ.	3080ТМ-Т4
Том 5. Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 330кВ.	3080ТМ-Т5
Том 6. Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 220кВ.	3080ТМ-Т6
Том 7. Рабочие чертежи анкерно угловых опор ВЛ 220кВ	3080ТМ-Т7
Том 8. Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 330кВ.	3080ТМ-Т8
Том 9. Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 330кВ	3080ТМ-Т9
Том 10. Нагрузки на фундаменты	3080ТМ-Т10
Том 11. Нагрузки на фундаменты с наклонными стойками	3080ТМ-Т11
Том 12. Патентный формуляр / хранится в ПК СЗО Энергосетьпроект /	3080ТМ-Т12

Содержание тома 3

I Расчет опоры У 220-1

	листы
1. Эскиз опоры.	8
2. Нагрузки на опору от проводов и тросов.	9 ÷ 12
3. Давление ветра на конструкцию опоры.	13
4. Расчет поясов ствoла опоры.	14
5. Расчет раскосов ствoла опоры.	15 ÷ 17
6. Расчет тросостойки.	18 ÷ 19
7. Расчет траверс.	20 ÷ 23
8. Расчет распорок и диафрагм.	24, 25

II Расчет опоры У 220-3

1. Эскиз опоры.	26
2. Нагрузки на опору от проводов и тросов.	9 ÷ 12
3. Давление ветра на конструкцию опоры.	27
4. Расчет поясов ствoла опоры.	28
5. Расчет раскосов ствoла опоры.	29, 30
6. Расчет тросовых траверс.	31, 32
7. Расчет траверс.	21 ÷ 23

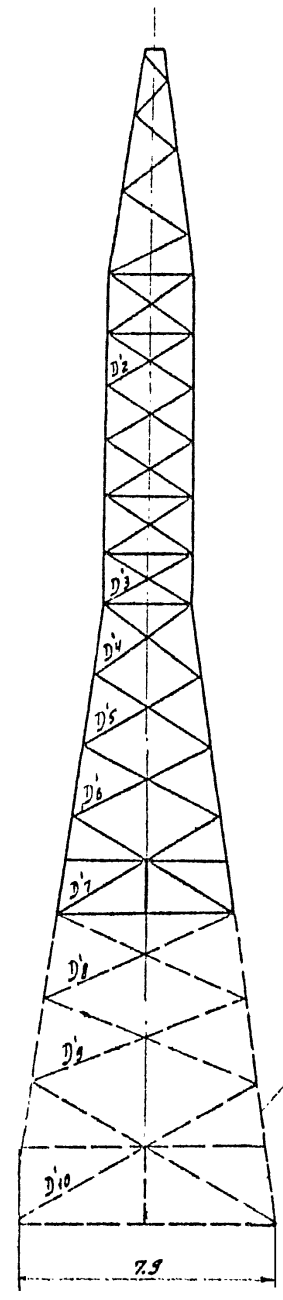
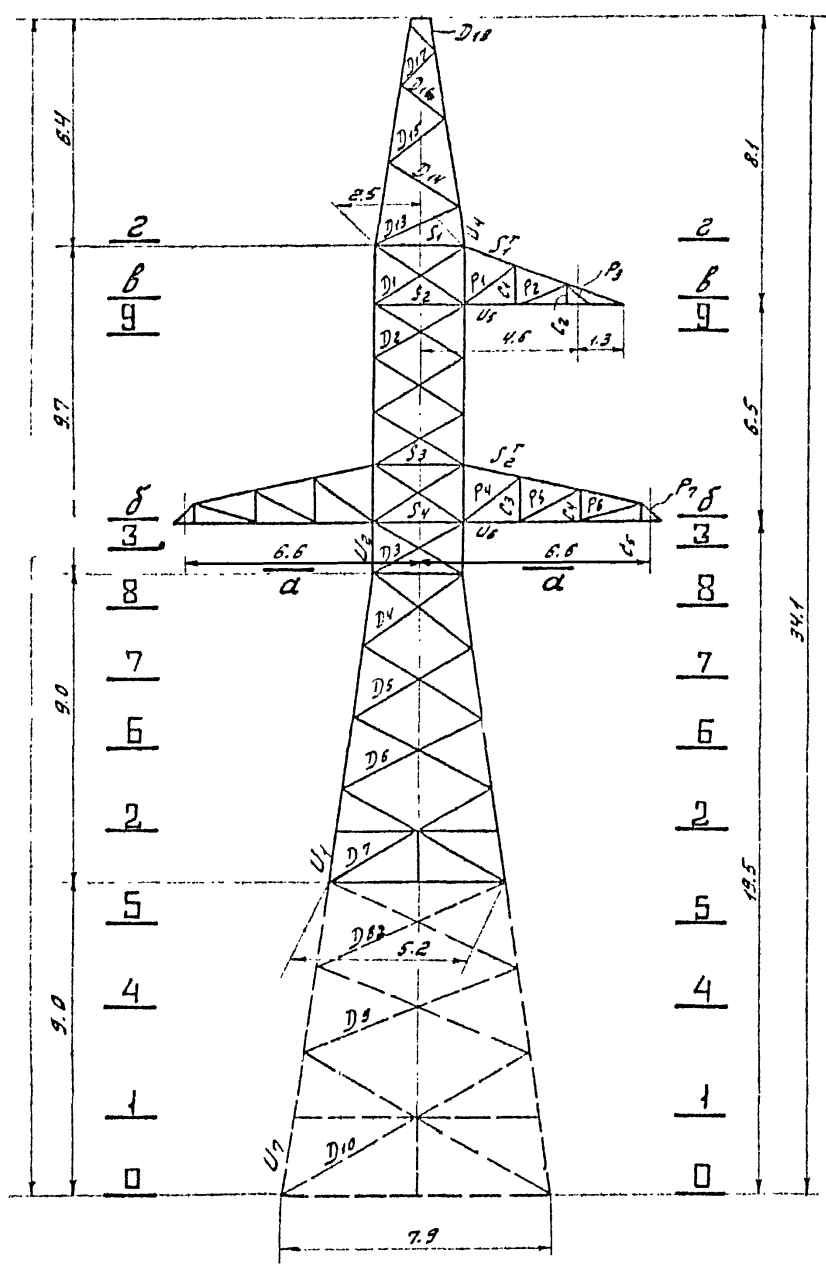
8. Расчет распорок и диафрагм

33

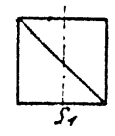
III Расчет опоры У220-2

1. Эскиз опоры	34
2. Нагрузки на опору от проводов и тросов.	35 ÷ 38
3. Давление ветра на конструкцию опоры.	39
4. Расчет поясов ствола опоры.	40
5. Расчет раскосов ствола опоры.	41 ÷ 43
6. Расчет тросостойки.	18 ÷ 19
7. Расчет траверс.	20 ÷ 23
8. Расчет распорок и диафрагм.	24, 25

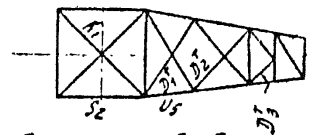
У220-1



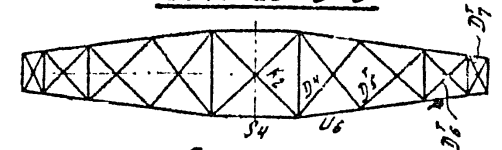
Сечение 2-2



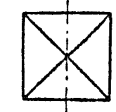
Сечение 6-6



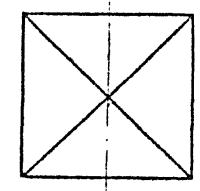
Сечение 8-8



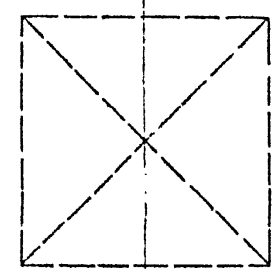
Сечение 4-4



Сечение 2-2



Сечение 1-1



Подготовка h=9m

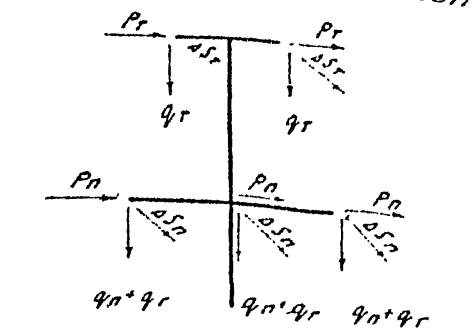
Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220 кВ 4220-1 и 4220-3

№ п/п	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололед																		II район гололед																				
						АГО-400									С-70									АГО-400									С-70											
						В.ветр. = 475 м									С.вес = 595 м									В.ветр. = 475 м									С.вес = 595 м											
						Г.габ. = 475 м									Г.габ. = 475 м									Г.габ. = 475 м									Г.габ. = 475 м											
0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°											
нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.												
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	t = -5°C; c = 0; q _н = 50 кг/м ² ; q _л = 15 кг/м ²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P ₁	555	1,2	655	545	1,2	655	480	1,2	575	335	1,2	400	330	1,2	395	290	1,2	350	555	1,2	655	545	1,2	655	480	1,2	575	335	1,2	400	330	1,2	395	290	1,2	350			
				Составляющая здесь траверсы от тяжести провода, троса.	P ₂	0	1,3	0	1280	1,3	1660	3700	1,3	4800	0	1,3	0	985	1,3	1280	2840	1,3	3690	0	1,3	0	510	1,2	655	545	1,2	655	480	1,2	575	335	1,2	400	330	1,2	395	290	1,2	350
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	P _п			665			2315			5375			400			1675			4040			865			2315			5375			400			1675			4040			
				Составляющая траверсы от разности тяжести проводов троса.	P _т			510			2120			5120			305			1530			3805			510			2120			5120			305			1530			3805			
				Вес провода пролета, троса.	q _п	890	1,1	980	890	1,1	980	890	1,1	980	365	1,1	400	365	1,1	400	365	1,1	400	150	1,3	195	150	1,3	195	130	1,3	170	350	1,3	485	345	1,3	450	305	1,3	400			
Вес гирлянд изоляторов.	q _г	330	1,1	695	630	1,1	695	630	1,1	695	260	1,1	285	260	1,1	285	260	1,1	285	150	1,3	195	150	1,3	195	130	1,3	170	350	1,3	485	345	1,3	450	305	1,3	400							
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	t = -5°C; c = 5 мм; q _н = 12,5 кг/м ² ; q _л = 10 кг/м ² ; q _г = 18,75 кг/м ²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P ₁	265	1,4	370	260	1,4	365	230	1,4	320	225	1,4	315	220	1,4	310	195	1,4	270	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375			
				Составляющая здесь траверсы от тяжести проводов троса.	P ₂	0	—	0	1350	1,3	1750	3890	1,3	5050	0	1,3	0	1005	1,3	1305	2900	1,3	3770	0	—	0	480	1,4	480	335	1,4	470	295	1,4	410	330	1,4	450	325	1,4	465	285	1,4	400
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	P _п			370			2115			5370			315			1615			4040			480			2680			6710			480			2680			6710			
				Составляющая траверсы от разности тяжести проводов троса.	ΔS _т			280			1895			5185			240			1485			3830			365			2440			6315			1760			1645			4170			
				Вес провода пролета, троса.	q _п	890	1,1	980	890	1,1	980	890	1,1	980	365	1,1	400	365	1,1	400	365	1,1	400	150	1,3	195	150	1,3	195	130	1,3	170	350	1,3	485	345	1,3	450	305	1,3	400			
Вес гирлянд изоляторов.	q _г	285	1,1	630	265	1,1	630	265	1,1	630	190	2,0	380	190	2,0	380	190	2,0	380	150	1,3	195	150	1,3	195	130	1,3	170	350	1,3	485	345	1,3	450	305	1,3	400							

Примечания

- Разность тяжести проводов считана при смежном пролете L = 250 м
- Максимальное натяжение в тросе σ_т = 40 кг/мм²

Схемы нагрузок I и II для опоры 4220-3 с 2 тросами



Иски на анкерно-угловые опоры ВЛ 220 кВ. У220-1 и У220-3

Продолжение таблицы №1

ружок	Объединения	III район гололеда															IV район гололеда																				
		АСО - 400							С - 70								АСО - 400							С - 70													
		ℓ ветр. = 475 м. ℓ вес. = 545 м. ℓ габ. = 435 м.															ℓ ветр. = 475 м. ℓ вес. = 490 м. ℓ габ. = 390 м.																				
		0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°		
нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.		
в ветра на провода, а	P ₁	555/425	1,2	665/510	545/415	1,2	655/500	480/365	1,2	575/440	335/255	1,2	400/305	330/250	1,2	395/300	290/220	1,2	350/265	555/425	1,2	665/510	545/415	1,2	655/500	480/365	1,2	575/440	335/255	1,2	400/305	330/250	1,2	395/300	290/220	1,2	350/265
ощая воль вт. тяжести троса.	P ₂	0/0	1,3	0/0	1040/1120	1,3	1350/1460	3000/3230	1,3	3900/4200	0/0	1,3	0/0	550/625	715/815	1,3	1590/1800	2070/2340	0/0	1,3	0/0	830/885	1,3	1080/1150	2390/2550	1,3	3110/3310	0/0	1,3	0/0	360/445	470/580	1,3	1040/1280	1350/1670		
на горизонталь-ная нагрузка вдали	P _н P _т			665/510		2005/1960		4475/4640		400/305		1110/1115		2420/2605		665/510		1735/1650		3685/3750		400/305		865/880		1700/1935											
ощая л. тра-jectory провода,	ΔS _п ΔS _т	480	1,3	625	470	1,3	610	415	1,3	540	410	1,3	535	405	1,3	530	355	1,3	465	315	1,3	410	310	1,3	405	275	1,3	360	245	1,3	320	240	1,3	315	210	1,3	275
летта провода	q _п q _т	820/600	1,1	800/660	820/600	1,1	900/660	820/600	1,1	900/660	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	735/560	1,1	810/620	735/560	1,1	810/620	735/560	1,1	810/620	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260
прямоугольный якорев.	q _г	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	
в ветра на провода, а	P ₁	455/350	1,4	635/490	450/345	1,4	630/485	395/305	1,4	555/430	440/335	1,4	615/470	435/330	1,4	610/460	380/290	1,4	530/405	535/410	1,4	750/575	530/405	1,4	745/570	465/355	1,4	650/500	545/420	1,4	765/590	535/415	1,4	750/580	470/365	1,4	660/510
ощая воль вт. тяжести троса.	P ₂	0/0	1,4	0/0	1720/1720	1,4	2410/2410	4950/4950	1,4	6940/6940	0/0	1,4	0/0	1005/1005	1405/1405	1,4	2900/2900	4070/4070	0/0	1,4	0/0	1720/1720	1,4	2410/2410	4950/4950	1,4	6940/6940	0/0	1,4	0/0	1005/1005	1405/1405	1,4	2900/2900	4070/4070		
нак горизонталь-ная нагрузка вдали	P _н P _т			635/490		3040/2895		7495/7370		615/470		2015/1865		4600/4475		750/575		3155/2980		7590/7440		765/590		2155/1985		4730/4580											
ощая л. тра-jectory провода,	ΔS _п ΔS _т	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0		
олетта провода, троса.	q _п q _т	820/600	1,1	800/660	820/600	1,1	900/660	820/600	1,1	900/660	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	735/560	1,1	810/620	735/560	1,1	810/620	735/560	1,1	810/620	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260
циркулярный якорев.	q _г	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220 кВ. У220-1 и У220-3

Продолжение таблицы №1

ЛН схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III район гололеда															IV район гололеда																			
						АСО - 400					С - 70					АСО - 400					С - 70																			
						L ветр = 475 м. L вес = 545 м L габ. = 435 м															L ветр = 475 м. L вес = 490 м. L габ. = 390 м																			
						0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°										
нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн								
I Провода и трос не оббиты и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.		t = -5°C; c = 0; qn = 50 кг/м.² qt = 75 кг/м.²	Давление ветра на пролет провода, троса.	P1	555/425	1,2	665/510	545/415	1,2	655/500	480/365	1,2	575/440	335/255	1,2	400/305	330/250	1,2	395/300	290/220	1,2	350/265	555/425	1,2	665/510	545/415	1,2	655/500	480/365	1,2	575/440	335/255	1,2	400/305	330/250	1,2	395/300	290/220	1,2	350/265
			Составляющая вдоль траверсы от тяжести провода, троса.	P2	0/0	1,3	0/0	1040/1120	1,3	1350/1460	3000/3230	1,3	3900/4200	0/0	1,3	0/0	550/625	1,3	715/815	1590/1800	1,3	2070/2340	0/0	1,3	0/0	830/885	1,3	1080/1150	2390/2550	1,3	3110/3310	0/0	1,3	0/0	360/445	1,3	470/580	1040/1280	1,3	1350/1670
			Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	Pn			665		2005		4475		400		1110		2420		665		1735		3685		665		1735		3685		400		865		1700		1935			
			Составляющая траверсы от разности тяжести провода, троса	ΔSn	480	1,3	625	470	1,3	610	415	1,3	540	410	1,3	535	405	1,3	530	355	1,3	465	315	1,3	410	310	1,3	405	275	1,3	360	245	1,3	320	240	1,3	315	210	1,3	275
			ΔSt																																					
			Вес пролета провода, троса.	qп	820/600	1,1	900/660	820/600	1,1	900/660	820/600	1,1	900/660	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	735/560	1,1	810/620	735/560	1,1	810/620	735/560	1,1	810/620	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260
qt																																								
Вес гирлянд изоляторов.	qг	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375											340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375											
II Провода и трос не оббиты и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс		t = -5°C; c = 15 мм qn = 140 кг/м.² qt = 18,75 кг/м.² c = 20 мм	Давление ветра на пролет провода, троса.	P1	455/350	1,4	635/490	450/345	1,4	630/485	395/305	1,4	555/430	440/335	1,4	615/470	435/330	1,4	610/460	380/290	1,4	530/405	535/410	1,4	750/575	530/405	1,4	745/570	465/355	1,4	650/500	545/420	1,4	765/590	535/415	1,4	750/580	470/365	1,4	660/510
			Составляющая вдоль траверсы от тяжести провода, троса.	P2	0/0	1,4	0/0	1720/1720	1,4	2410/2410	4950/4950	1,4	6940/6940	0/0	1,4	0/0	1005/1005	1,4	1405/1405	2900/2900	1,4	4070/4070	0/0	1,4	0/0	1720/1720	1,4	2410/2410	4950/4950	1,4	6940/6940	0/0	1,4	0/0	1005/1005	1,4	1405/1405	2900/2900	1,4	4070/4070
			Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	Pn			635		3040		7495		615		2015		4600		750		3155		7590		750		3155		7590		765		2155		4730		4730			
			Составляющая траверсы от разности тяжести провода, троса	ΔSn	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0		
			ΔSt																																					
			Вес пролета провода, троса.	qп	820/600	1,1	900/660	820/600	1,1	900/660	820/600	1,1	900/660	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	735/560	1,1	810/620	735/560	1,1	810/620	735/560	1,1	810/620	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260
qt	380/210	2,0	1960/1420	380/210	2,0	1960/1420	380/210	2,0	1960/1420	580/440	2,0	1160/880	580/440	2,0	1160/880	580/440	2,0	1160/880	1300/980	2,0	2600/1960	1300/980	2,0	2600/1960	1300/980	2,0	2600/1960	860/650	2,0	1720/1300	860/650	2,0	1720/1300	860/650	2,0	1720/1300				
Вес гирлянд изоляторов.	qг	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375											340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375											

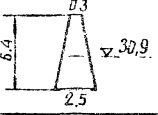
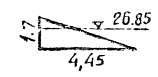
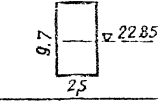
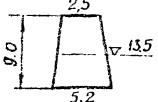
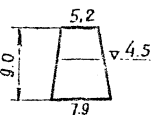
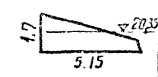
Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220 кВ. У220-1 и У220-3

Продолжение таблицы №1

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	III район гололеда																		IV район гололеда																					
					ЛСО - 400									С-70									ЛСО - 400									С-70												
					в ветр = 475 м.																		в ветр = 475 м.																					
					в бес = 545 м																		в бес = 490 м																					
в заб = 435 м																		в заб = 390 м.																										
0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°											
нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн									
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	t = -5°C; C = 15 мм; q = 0; C = 20 мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	Pn	0	1,26	0	1670	1,26	2110	4820	1,26	6080	0	1,26	0	915	1,26	1140	2610	1,26	3290	0	1,26	0	1670	1,26	2110	4820	1,26	6080	0	1,26	0	930	1,26	1160	2650	1,26	3340			
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	Pno	0	1,26	0	830	1,26	1050	2400	1,26	3020	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	delta Sn	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	65	1,26	80	65	1,26	80	60	1,26	75	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	45	1,26	60	45	1,26	60	40	1,26	50
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода	Sn	4820	1,26	6080	4750	1,26	5980	4170	1,26	5250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	qп	820/600	1,1	900/660	820/600	1,1	900/660	820/600	1,1	900/660	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	735/560	1,1	810/620	735/560	1,1	810/620	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260			
				qт	380/710	2,0	1960/1420	380/710	2,0	1960/1420	380/710	2,0	1960/1420	580/440	2,0	1160/880	580/440	2,0	1160/880	580/440	2,0	1160/880	1300/990	2,0	2600/1980	1300/990	2,0	2600/1980	860/650	2,0	1720/1300	860/650	2,0	1720/1300	860/650	2,0	1720/1300	860/650	2,0	1720/1300				
				qг	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны.	t = -5°C; C = 15 мм; q = 0; C = 20 мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	Pn	0	1,26	0	1670	1,26	2110	4820	1,26	6080	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	Pto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода	delta Sn	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	Sт	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
				Вес пролета провода, троса	qп	820/600	1,1	900/660	820/600	1,1	900/660	820/600	1,1	900/660	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	330/250	1,1	370/275	735/560	1,1	810/620	735/560	1,1	810/620	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260	300/230	1,1	330/260			
				qт	380/710	2,0	1960/1420	380/710	2,0	1960/1420	380/710	2,0	1960/1420	580/440	2,0	1160/880	580/440	2,0	1160/880	580/440	2,0	1160/880	1300/990	2,0	2600/1980	1300/990	2,0	2600/1980	860/650	2,0	1720/1300	860/650	2,0	1720/1300	860/650	2,0	1720/1300	860/650	2,0	1720/1300				
				qг	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				

Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II

Таблица №2

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	коэффициент уменьшения скорости ветра по высоте μ_0 (кг/м ²) Сх. I	нормативная скорость ветра по высоте v_0 (кг/м ²) Сх. I	Площадь элементов фермы $\sum F_i$ (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент загромождения $\psi = \frac{\sum F_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент плоской фермы $C_{\phi} = C_{\phi_1} \cdot \varphi = 1,4 \cdot \varphi$	$\frac{D}{h}$ при $\frac{b}{h} = 1$	Аэродинамический коэффициент фермы $C_{\phi} = C_{\phi_1} \cdot \varphi = 1,4 \cdot \varphi$	Нормативная ветровая нагрузка		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\beta = 1,35$ коэф. перегр. η (кг)	
										Ветер II тр-се $P = q_0 C_{\phi} S$			
										Сх. I	Сх. II	$\eta = 1,2$ Сх. I	$\eta = 1,0$ Сх. II
Тросовая		1,59	80	1,6	8,55	0,187	0,262	0,86	0,49	340	85	550	115
Верхняя траверса		1,5	75	1,1	3,55	0,31	0,43	0,68	0,72	85 ²⁾ (190)	20 (50)	140 (310)	27 (70)
Верхняя секция		1,45	73	4,7	24,00	0,196	0,274	0,71	0,47	820	205	1340	280
Нижняя секция		1,0	50	6,5	34,60	0,187	0,262	0,86	0,49	850	210	1390	280
Подставка		1,0	50	8,0	58,80	0,136	0,19	0,94	0,37	1090	270	1780	370
Нижняя траверса		1,36	68	1,4	6,20	0,226	0,317	1,81	0,574	110*2 ²⁾ (240)	30*2 (60)	180*2 (390)	40*2 (80)
										3405	850	5560	1152

Примечания

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

Определение усилий в поясах ствола опоры У 220-1.

Таблица № 3

сечения, отметки, базы.	Схема I; I р-н гололеда, $\alpha = 60^\circ$, без разности тяжения			Схема II; II р-н гололеда; $\alpha = 60^\circ$; без разности тяжения.		
	Изгибающие моменты		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты		Вертикальные нагрузки G (т).
	От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{WII} (тм)		От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{WII} (тм)	
3-3 ▽ 18,75 $b = 2,5$ м	$4,04 \times 15,35 = 62,0$	$0,55 \times 12,15 = 6,70$	$0,4 \times 1 = 0,40$	$4,73 \times 15,35 = 72,9$	$0,115 \times 12,15 = 1,4$	$0,33 + 1,72 = 2,05$
	$5,38 \times 7,25 = 39,3$	$0,14 \times 8,1 = 1,15$	$(0,98 + 0,315) \times 3 = 4,08$	$7,59 \times 7,25 = 55,2$	$0,027 \times 8,1 = 0,22$	$(0,81 + 2,60 + 0,38) \times 3 = 11,4$
	$5,38 \times 2 \times 0,75 = 8,1$	$1,34 \times 4,1 = 5,50$	$0,35 \times 15,3 = 5,35$	$7,59 \times 2 \times 0,75 = 11,4$	$0,28 \times 4,1 = 1,15$	$0,35 \times 15,3 = 5,35$
	$\frac{20,18}{M_{II} = 109,4}$	$0,18 \times 2 \times 1,7 = 0,61$		$\frac{27,50}{M_{II} = 139,5}$		
	$M_{WII} = (0,98 + 0,38) \times 4,9 = 6,65$	$2,39$	$13,96$	$M_{WII} = (0,81 + 2,60 + 0,38) \times 4,9 = 18,5$	$\Sigma M_{II} = 158,0$	$0,502$
	$\Sigma M_{II} = 116,05$		$9,83$	$\Sigma M_{II} = 158,0$	$2,91$	$18,80$
	$U_2 = \frac{116,05 + 13,96}{2 \times 2,5} + \frac{9,83}{4} = 26,1 + 2,46 = 28,56 \tau$			$U_2 = \frac{158,0 + 9,1}{2 \times 5} + \frac{18,80}{4} = 32,3 + 4,7 = 37,0 \tau$		
2-2 ▽ 10,7 м $b = 4,7$ м $\cos \beta = 0,989$	$20,18 \times 8,1 = 163,0$	$2,39 \times 8,1 = 19,35$				
	$20,18$	$1,39 \times 2,8 = 3,90$	$0,35 \times 8,1 = 2,83$	$27,50 \times 8,1 = 223,0$	$0,502 \times 8,1 = 4,07$	$0,35 \times 8,1 = 2,83$
	$279,05$	$3,78$	$12,66$	$27,50$	$0,28 \times 2,8 = 0,78$	$21,63$
		$37,21$		$381,0$	$7,76$	
	$116,05$	$13,96$	$9,83$	$158,0$	$2,91$	$18,80$
	$U_1 = \frac{279,05 + 37,21}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{12,66}{4 \times 0,989} = 33,9 + 3,2 = 37,1 \tau$			$U_1 = \frac{381,0 + 7,76}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{21,63}{4 \times 0,989} = 42,0 + 5,47 = 47,47 \tau$		
1-1 ▽ 2,2 м $b = 7,3$ м $\cos \beta = 0,989$	$20,18 \times 0,5 = 10,09$	$3,78 \times 8,5 = 32,10$				
	$20,18$	$1,78 \times 2,3 = 4,10$	$0,35 \times 8,5 = 2,97$	$27,50 \times 8,5 = 234,0$	$0,782 \times 8,5 = 6,65$	$0,35 \times 8,5 = 2,97$
	$450,55$	$5,56$	$15,63$	$27,50$	$0,37 \times 2,3 = 0,85$	$24,60$
	$279,05$	$37,21$	$12,66$	$381,0$	$7,76$	$21,63$
	$450,55 + 73,41$			$615,0$	$15,26$	
	$U_7 = \frac{450,55 + 73,41}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{15,63}{4 \times 0,989} = 35,9 + 3,94 = 39,84 \tau$			$U_7 = \frac{615,0 + 15,26}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{24,60}{4 \times 0,989} = 43,3 + 6,21 = 49,51 \tau$		

Расчет усилий в раскосах ствóла опоры У220-1; Грoнь II oсям тpавepс; Cхема III; II p-н гололеда; $\alpha = 60^\circ$ Таблица №4

Сечение отметка	Изгибающие моменты M_{II} (ТМ)		Поперечн. сила Q_{II} (Т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (ТМ)	Обознач. элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол накло- на раскоса горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	M_{II} в $tg\gamma$	$4b\cos\beta$	Усилия в раскосах		
	от тяжения	от ветровой нагрузки											$D' = \frac{a}{2} - \frac{M_{II}}{2 \cdot \cos\beta} \cdot tg\gamma$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b\cos\beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▽25,2	---	---	$3,34 + 3,02 = 6,36$	$5,25 \times 4,9 = 25,7$	D_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	1,88	3,07	4,95
3-3 ▽18,75	---	---	18,52	$5,25 \times 6,9 = 36,2$	D_3	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	5,42	4,23	9,65
8-8 ▽17,1	$3,34 \times 17,0 = 56,8$ $6,08 \times 8,9 = 54,2$ $(6,08 + 3,02) \times 2,4 = 21,8$ 18,52	30,6	18,52	36,2	D_4	2,8	0,15	36°	0,809	1,62	5,5	9,07	2,32	4,00	6,32
7-7 ▽15,1	$18,52 \times 2,0 = 37,0$ 18,52	30,6	18,52	36,2	D_5	3,4	0,15	31°	0,857	1,71	6,12	11,7	1,84	3,10	4,94
6-6 ▽13,1	$18,52 \times 2,0 = 37,0$ 18,52	30,6	18,52	36,2	D_6	4,0	0,15	26°	0,899	1,80	6,61	14,4	1,47	2,51	3,98
2-2 ▽10,7	$18,52 \times 2,4 = 44,5$ 18,52	30,6	18,52	36,2	D_7	4,7	0,15	33°	0,838	1,68	7,05	15,8	1,32	2,29	3,61
5-5 ▽7,85	$18,52 \times 2,85 = 52,8$ 18,52	30,6	18,52	36,2	D_8	5,6	0,15	24°	0,913	1,83	7,32	20,5	1,06	1,77	2,83
4-4 ▽5,35	$18,52 \times 2,5 = 46,3$ 18,52	30,6	18,52	36,2	D_9	6,4	0,15	22°	0,927	1,85	7,5	23,7	0,95	1,53	2,48
1-1 ▽2,2	$18,52 \times 3,15 = 58,4$ 408,8	30,6	18,52	36,2	D_{10}	7,3	0,15	29°	0,875	1,75	7,75	25,5	0,87	1,42	2,29

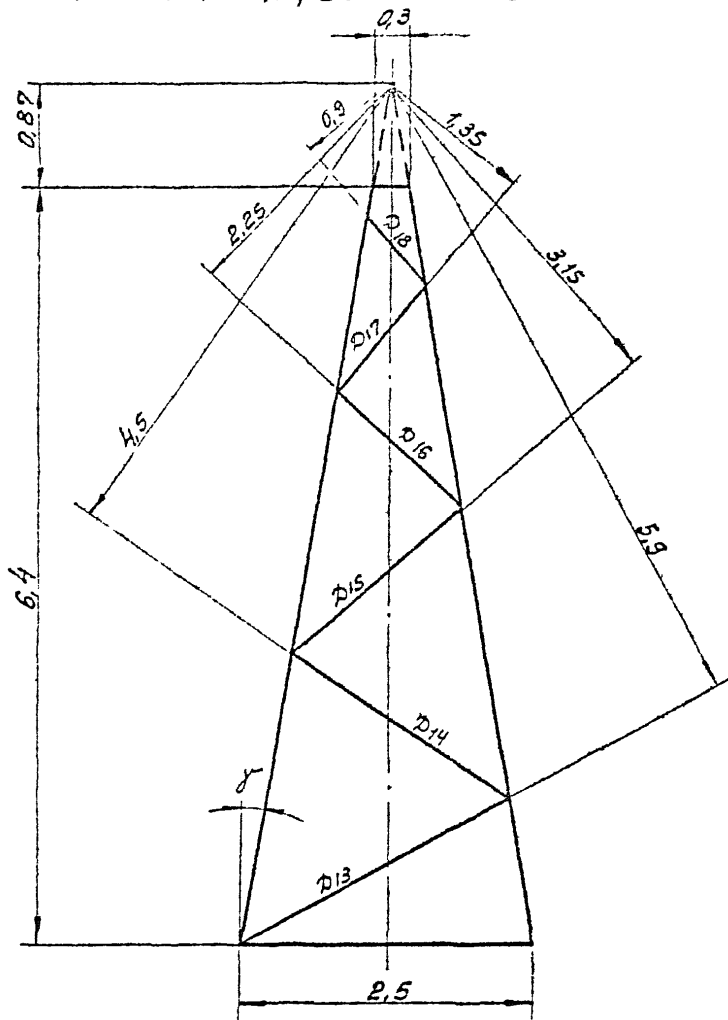
Расчет усилий в раскосах ствoла опоры У220-1; Грань 1 осям траверс; Схема II концевая; IV р-н гололеда $\alpha = 0^\circ$
Таблица 25

Сечение опоры	Изгибающие мо- менты от тяже- ния M_{\perp} (ТМ)	Поперечн. сила Q_{\perp} (Т)	Крутящий момент Мкр (ТМ)	Обознач. элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол накло- на раскоса к горизонталу В	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{Mu}{B} \cdot tg\gamma$	$4B\cos\beta$	Усилия в раскосах			Примечание
												$D' = \frac{Q_{\perp} - \frac{M_{кр}}{B} \cdot tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B\cos\beta}$	$D = D' + D''$	
9-9 ▽25,2	—	$4,07+6,94 = 11,01$	$6,94 \times 4,9 = 34,0$	D'_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	3,27	3,88	7,15	
3-3 ▽18,8	—	$4,07+3,694 = 24,89$	34,0	D'_3	2,5	0	31°	0,357	1,71	0	8,57	7,28	3,97	11,25	
8-8 ▽17,1	$\frac{4,07 \times 17 = 69,4}{6,94(8,9+4,8) = 95,0}$ $\frac{24,89}{164,4}$	24,89	34,0	D'_4	2,8	0,15	36°	0,309	1,62	8,85	9,07	2,22	3,75	5,97	
7-7 ▽15,1	$\frac{164,4}{24,89 \times 2,0 = 49,8}$ $\frac{24,89}{214,2}$	24,89	34,0	D'_5	3,4	0,15	31°	0,357	1,71	9,45	11,7	1,75	2,90	4,65	
6-6 ▽13,1	$\frac{214,2}{24,89 \times 2,0 = 49,8}$ $\frac{24,89}{264,0}$	24,89	34,0	D'_6	4,0	0,15	26°	0,499	1,80	9,95	14,4	1,39	2,36	3,75	
2-2 ▽10,7	$\frac{264,0}{24,89 \times 2,4 = 59,8}$ $\frac{24,89}{323,8}$	24,89	34,0	D'_7	4,7	0,15	33°	0,138	1,68	10,3	15,8	1,28	2,15	3,43	
5-5 ▽7,85	$\frac{323,8}{24,89 \times 2,85 = 71,0}$ $\frac{24,89}{394,8}$	24,89	34,0	D'_8	5,6	0,15	24°	0,113	1,83	10,6	20,5	1,01	1,66	2,67	
4-4 ▽5,35	$\frac{394,8}{24,89 \times 2,5 = 62,3}$ $\frac{24,89}{457,1}$	24,89	34,0	D'_9	6,4	0,15	22°	0,127	1,85	10,7	23,7	0,95	1,43	2,38	
1-1 ▽2,2	$\frac{457,1}{24,89 \times 3,15 = 78,4}$ $\frac{24,89}{535,5}$	24,89	34,0	D'_{10}	7,3	0,15	29°	0,415	1,75	11,0	25,5	0,83	1,33	2,16	

Расчет усилий в раскосах ствкола опоры У 220-1; Грань I осями траверс; Схема III концевая; IV р-н гололеда, $\alpha = 0^\circ$
Таблица №6

СЧЕТАНИЕ ОТМЕЛКА	Изгибающие моменты от тяжения M _I (ТМ)	Поперечн сила Q _I (Т)	Крутящий момент M _{кр} (ТМ)	Обознач. элемента	База b (м)	tg γ	Угол наклона раскоса к горизонтал β	cos β	2 cos β	Mu b tg γ	4b cos β	Усилия в раскосах			Примечание.
												D' = $\frac{Q - \frac{Mu}{b} \text{tg} \gamma}{2 \cos \beta}$	D'' = $\frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	D = D' + D''	
9-9 ▽25,2	—	$3,34 + 6,08 = 9,42$	$6,08 \times 4,9 = 29,8$	D' ₂	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	2,80	3,55	6,35	
3-3 ▽18,15	—	$3,34 + 2 \times 6,08 = 15,5$	$6,08(4,9 + 6,9) = 74,8$	D' ₃	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	4,53	8,32	12,85	
8-8 ▽17,1	$\frac{3,34 \times 17,0 = 56,8}{6,08(8,9 + 2,4) = 68,6}$ 15,5	15,5	74,8	D' ₄	2,8	0,15	36°	0,809	1,62	6,75	9,07	0,62	7,58	8,20	
7-7 ▽15,1	$\frac{125,4}{15,5 \times 2,0 = 31,0}$ 15,5	15,5	74,8	D' ₅	3,4	0,15	31°	0,857	1,71	6,90	11,7	0,50	6,14	6,64	
6-6 ▽13,1	$\frac{156,4}{15,5 \times 2,0 = 31,0}$ 15,5	15,5	74,8	D' ₆	4,0	0,15	26°	0,999	1,80	7,03	14,4	0,40	4,98	5,38	
2-2 ▽10,7	$\frac{187,4}{15,5 \times 2,4 = 37,2}$ 15,5	15,5	74,8	D' ₇	4,7	0,15	33°	0,838	1,68	7,18	15,8	0,34	4,54	4,88	
5-5 ▽7,85	$\frac{224,6}{15,5 \times 2,85 = 44,2}$ 15,5	15,5	74,8	D' ₈	5,6	0,15	24°	0,913	1,83	7,23	20,5	0,29	3,50	3,79	
4-4 ▽5,35	$\frac{268,8}{15,5 \times 2,5 = 38,7}$ 15,5	15,5	74,8	D' ₉	6,4	0,15	22°	0,927	1,85	7,42	23,7	0,18	3,03	3,21	
1-1 ▽2,2	$\frac{307,5}{15,5 \times 3,15 = 48,8}$ 15,5	15,5	74,8	D' ₁₀	7,3	0,15	29°	0,975	1,75	7,53	25,5	0,13	2,81	2,94	

Расчет тросостойки



$$x = \frac{6,4 \times 0,3}{2,5 - 0,3} = 0,87 \text{ м.}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{4,1}{6,4} = 0,172 \quad \gamma = 9^{\circ} 50'$$

$$\operatorname{Cos} \gamma = 0,985$$

Схема II IV р.г. $\alpha = 60^\circ$

а) Усилие в поясе

$$P_T = 4,73 \text{ тн} \quad q_T = 2,05 \text{ т.} \quad G_{TP} = 0,8 \text{ т}$$

$$M_{II} = 4,73 \times 6,4 = 30,3 \text{ тм.}$$

$$M_{W_{II}} = 0,13 \times 3,2 = 0,41 \text{ тм.}$$

$$\Sigma M = 30,3 + 0,41 = 30,71 \text{ тм.}$$

$$G = 2,05 + 0,8 = 2,85 \text{ тн.}$$

$$\mathcal{U}_4 = \frac{30,71}{2 \times 2,5 \times 0,985} + \frac{2,85}{4 \cdot 0,985} = 6,23 + 0,72 = 6,95 \text{ т.}$$

б) Усилие в раскосах

$$P_T = 4,73$$

$$M = 4,73 \times 0,87 = 4,11 \text{ тм.}$$

$$D_{13} = \frac{4,11}{2 \cdot 5,9} = 0,36 \text{ т.}$$

$$D_{14} = \frac{4,11}{2 \cdot 4,5} = 0,46 \text{ т.}$$

$$D_{15} = \frac{4,11}{2 \cdot 3,15} = 0,65 \text{ т.}$$

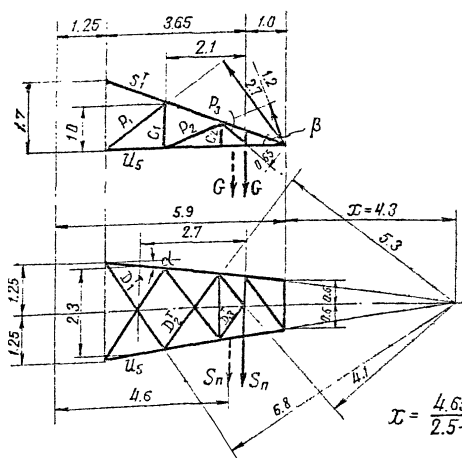
$$D_{16} = \frac{4,11}{2 \cdot 2,25} = 0,92 \text{ т.}$$

$$D_{17} = \frac{4,11}{2 \cdot 1,35} = 1,52 \text{ т.}$$

$$D_{18} = \frac{4,11}{2 \cdot 0,9} = 2,28 \text{ т}$$

Расчет траверса.

1. Траверса $l = 4,6$ м.



$$\operatorname{tg} d = \frac{0.65}{4.65} = 0.14$$

$$d = 8^\circ$$

$$\operatorname{Cos} d = 0.99$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1.7}{4.65} = 0.365$$

$$\beta = 20^\circ$$

$$\operatorname{Cos} \beta = 0.939$$

$$x = \frac{4.65 \times 1.2}{2.5 - 1.2} = 4.3 \text{ м}$$

а) Усилия в поясе

Схема II к; IV р.г. $\alpha = 0^\circ$; опора концевая

$$S_n = 6,94 \tau; P_n = 0,34 \tau; q_n = 1,71 \tau; q_r = 0,38 \tau; G_{тр} \approx 0,3 \tau$$

$$\Sigma G = q_n + 0,5 q_r + 0,25 G_{тр} = 1,71 + 0,5 \times 0,38 + 0,25 \times 0,3 = 1,38 \tau$$

$$U_5 = \frac{1,98 \times 2,1}{1,0} + \frac{6,94 \times 2,7}{2,3 \times 0,99} + 0,34 = 4,16 + 8,23 + 0,34 = 12,73 \tau$$

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

$$S_n = 5,25 \tau \quad P_{но} = 3,02 \tau$$

$$q_n = 1,71 \tau; q_r = 0,38 \tau, G_{тр} \approx 0,3 \tau; q_{л} = 0,2 \times 1,1 = 0,22 \tau.$$

$$\Sigma G = 1,71 + 0,5 \times 0,38 + 0,25 \times 0,3 + 0,5 \times 0,22 = 2,09 \tau$$

$$U_5 = \frac{2,09 \times 2,1}{1,0} + \frac{5,25 \times 2,7}{2,3 \times 0,99} + 3,02 = 4,4 + 6,25 + 3,02 = 13,67 \tau$$

б) Усилия в тяге и элементах боковой грани.

Схема II; IV р.г.

$$Q_n = 1,71 \text{ т} \quad Q_r = 0,38 \text{ т} \quad G_{тр} \approx 0,3 \text{ т}$$

$$\Sigma G = 1,71 + 0,5 \times 0,38 + 0,25 \times 0,3 = 1,98 \text{ т}$$

$$S_1^T = \frac{1,98 \times 3,65}{1,7 \times 0,939} = 4,67 \text{ т}$$

$$P_1 = \frac{1,98 \times 1,3}{2,7} = 0,96 \text{ т}$$

$$P_2 = \frac{1,98 \times 1,3}{1,2} = 2,15 \text{ т}$$

$$P_3 = \frac{1,98 \times 1,0}{0,65} = 3,05 \text{ т}$$

$$C_1 = \frac{1,98 \times 1,3}{3,1} = 0,83 \text{ т} \quad C_2 = 1,0 \text{ т}$$

в) Усилия в раскосах нижней грани

Схема II к; IV р.г.; $\alpha = 0^\circ$; опора концевая

$$S_n = 6,94 \text{ т}; \quad D_1^T = \frac{6,94 \times 5,6}{6,8 \times 2} = 2,86 \text{ т} \quad D_2^T = \frac{6,94 \times 5,6}{5,3 \times 2} = 3,68 \text{ т}$$

2. Траверса $l = 6,6 \text{ м}$.

$$D_3^T = \frac{6,94 \times 5,3}{2 \times 4,1} = 4,5 \text{ тн.}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{0,75}{5,35} = 0,14$$

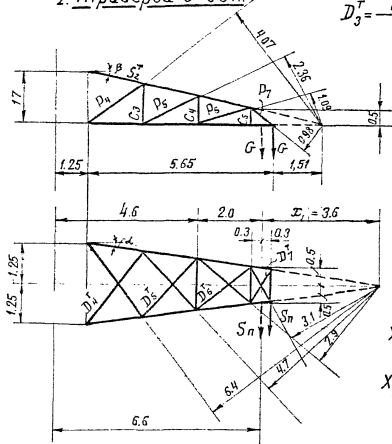
$$\alpha = 8^\circ$$

$$\text{Cos} \alpha = 0,99$$

$$\text{tg} \beta = \frac{1,2}{5,05} = 0,238$$

$$\beta = 13^\circ 20'$$

$$\text{Cos} \beta = 0,973$$



$$X_1 = \frac{5,35 \times 1,0}{2,5 - 1,0} = 3,6 \text{ м}$$

$$X_2 = \frac{5,05 \times 0,5}{1,2} = 2,11 \text{ м}$$

а) Усилие в поясе

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

$$S_n = 5,25 \text{ т} \quad P_{no} = 3,02 \text{ т} \quad q_n = 1,71 \text{ т}$$

$$q_r = 0,38 \text{ т}; \quad G_{тр} \approx 0,5 \text{ т.} \quad q_n = 0,2 \times 1,1 = 0,22 \text{ т}$$

$$\Sigma G = 1,71 + 0,38 \times 0,5 + 0,25 \times 0,5 + 0,5 \times 0,22 = 2,13 \text{ т}$$

$$U_6 = \frac{2,13 \times 4,2}{1,25} + \frac{5,25 \times 4,85}{2,3 \cdot 0,99} + 3,02 =$$

$$= 7,15 + 11,2 + 3,02 = 21,4 \text{ т}$$

б) Усилия в тяге и элементах боковой грани

Схема II ; IV р.г

$$q_n = 1,71 \text{ т} \quad q_r = 0,38 \text{ т} \quad G_{тр} \approx 0,5 \text{ т.}$$

$$\Sigma G = 1,71 + 0,5 \times 0,38 + 0,25 \times 0,5 = 2,02 \text{ т.}$$

$$S_2^T = \frac{2,02 \times 5,65}{1,7 \times 0,973} = 6,9 \text{ т}$$

$$P_4 = \frac{2,02 \times 1,81}{4,07} = 0,9 \text{ т}$$

$$P_5 = \frac{2,02 \times 1,81}{2,36} = 1,55 \text{ т}$$

$$P_6 = \frac{2,02 \times 1,81}{1,09} = 3,35 \text{ т}$$

$$P_7 = \frac{2,02 \times 1,51}{0,98} = 3,1 \text{ т}$$

$$C_3 = \frac{2,02 \times 1,81}{5,75} = 0,7 \tau$$

$$C_4 = \frac{2,02 \times 1,81}{4,0} = 1,0 \tau$$

$$C_5 = 1 \tau.$$

в) Усилия в раскосах нижней грани.

Схема $\underline{\text{II}}$ к; $\underline{\text{IV}}$ р. г.; $\alpha = 0^\circ$

Опора концевая

$$S_n = 6,94 \tau.$$

$$D_4^T = \frac{6,94 \times 3,6}{6,4 \times 2} = 1,95 \tau$$

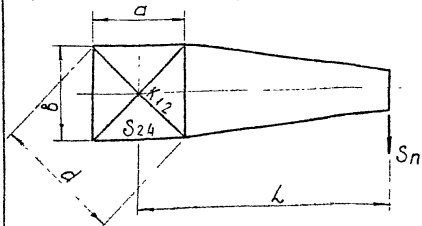
$$D_5^T = \frac{6,94 \times 3,6}{4,7 \times 2} = 2,74 \tau$$

$$D_6^T = \frac{6,94 \times 3,6}{2,9 \times 2} = 4,3 \tau$$

$$D_7^T = \frac{6,94 \times 3,3}{3,1 \times 2} = 3,7 \tau$$

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс

а) Схема II к IV рг



$$S = \frac{S_n(L - \frac{a}{2})}{2b} + \frac{G}{h}(L - \frac{a}{2})$$

$$K = \frac{S_n}{4} \times \frac{a}{ab} \times (L - a)$$

$$S_n = 6,94 \text{ т (схема II к)}$$

$$G = 1,98 \text{ т}$$

1. Траверса $l = 4,6 \text{ м}$

$$a = b = 2,5 \text{ м}; \quad d = 3,55; \quad h = 4,9 \text{ м}$$

$$S_2 = \frac{6,94 \times 3,65}{2,5} + \frac{1,98 \times 3,65}{1,7} = 10,1 + 4,26 = 14,36 \text{ т (при подвеске двух цепей)}$$

$$K_1 = \frac{6,94}{4} \times \frac{3,55}{2,5 \times 2,5} (4,9 - 2,5) = 2,4 \text{ т (при подвеске одной цепи)}$$

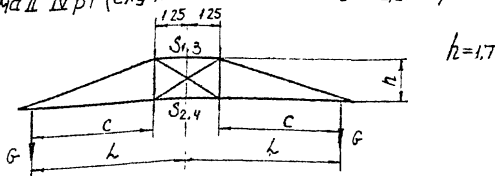
2. Траверса $l = 6,6 \text{ м}$

$$a = b = 2,5 \text{ м} \quad d = 3,55 \text{ м} \quad L = 6,9 \text{ м}$$

$$S_4 = \frac{6,94 \times 5,65}{2,5} + \frac{1,98 \times 5,65}{1,7} = 15,5 + 6,5 = 22,0 \text{ т (при подвеске двух цепей)}$$

$$K_2 = \frac{6,94}{4} \times \frac{3,55}{2,5 \times 2,5} \times (6,9 - 2,5) = 4,35 \text{ т (при подвеске одной цепи)}$$

б) Схема II IV рг (случай подвески двух цепей)



1. Траверса $l = 4,6 \text{ м}$

$$L = 4,9 \text{ м} \quad c = 4,9 - 1,25 = 3,65 \text{ м} \quad q_n = 1,71 \text{ т} \quad q_r = 0,38 \text{ т} \quad \sigma_{тр} \approx 0,3 \text{ т}$$

$$\Sigma G = 1,71 + 0,5 \times 0,38 + 0,25 \times 0,3 = 1,98 \text{ т}$$

$$S_2 = \frac{G \times c}{h} = \frac{1,98 \times 3,65}{1,7} = 4,25$$

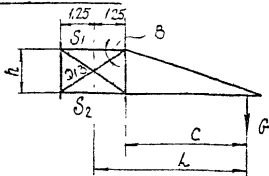
2. Траверса $l = 6,6 \text{ м}$

$$L = 6,9 \text{ м}, C = 6,9 - 1,25 = 5,65 \text{ м}, q_n = 1,7 \text{ т}, q_r = 0,38 \text{ т}, G_{\text{тр}} \approx 0,5 \text{ т}$$

$$\Sigma G = 1,7 + 0,5 \times 0,38 + 0,25 \times 0,5 = 2,02 \text{ т}$$

$$S_3 = \frac{G \times C}{h} = \frac{2,02 \times 5,65}{1,7} = 6,7$$

Расчет раскосов $D_1; D_3$ (случай подвески одной цепи) Схема II, IV р.г



$$h = 1,7 \text{ м}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1,7}{2,5} = 0,64,$$

$$\beta = 32^\circ 36'$$

$$\cos \beta = 0,843$$

1) Траверса $l = 4,6 \text{ м}$

$$L = 4,9 \text{ м} \quad C = 4,9 - 1,25 = 3,65 \text{ м} \quad \Sigma G = 1,98 \text{ т}$$

$$D_1 = \frac{G \times C}{2 \times h \cos \beta} = \frac{1,98 \times 3,65}{2 \times 1,7 \times 0,843} = 2,54 \text{ т}$$

2) Траверса $l = 6,6 \text{ м}$

$$L = 6,9 \text{ м} \quad C = 6,9 - 1,25 = 5,65 \text{ м} \quad \Sigma G = 2,02 \text{ т}$$

$$D_3 = \frac{G \times C}{2 \times h \cos \beta} = \frac{2,02 \times 5,65}{2 \times 1,7 \times 0,843} = 4,0 \text{ т}$$

3) Траверса $l = 4,6 \text{ м}$

$$L = 4,9 \text{ м} \quad C = 4,9 - 1,25 = 3,65 \text{ м} \quad \Sigma G = 1,98 \text{ т}$$

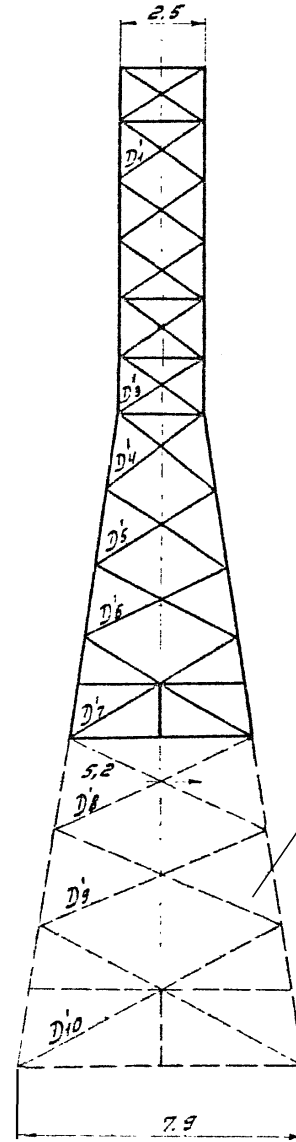
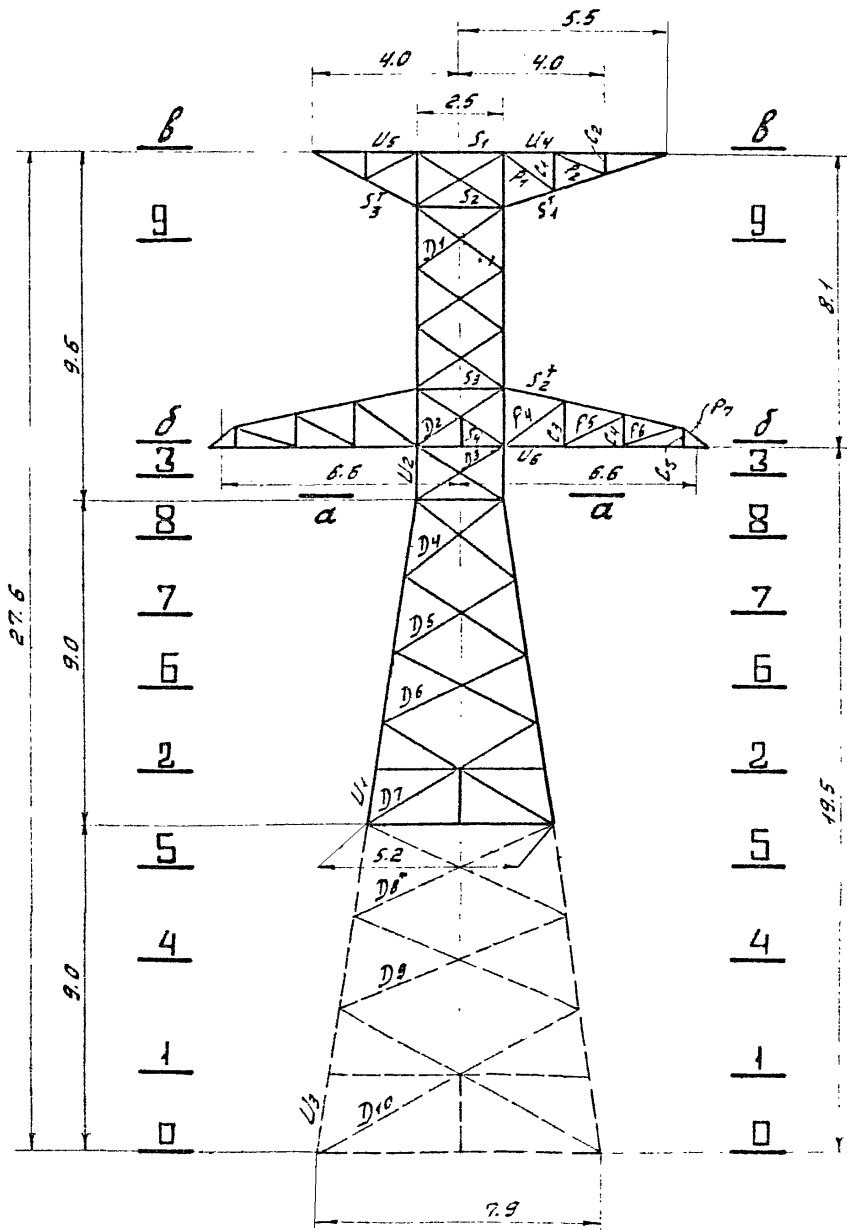
$$S_1 = \frac{G \times C}{2h} = \frac{1,98 \times 3,65}{2 \times 1,7} = 2,13 \text{ т}$$

Расчет распорки и диафрагмы на отметке траверсы $l = 4,6 \text{ м}$ опоры У220-1

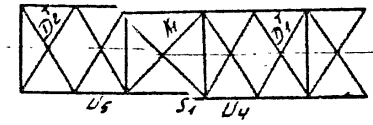
Схема III; IV р.г. $\alpha = 60^\circ$ $S_n = 5,25 \text{ т}$ $G = 2,09 \text{ т}$ $i P_n = 3,02 \text{ т}$

$$S_4 = \frac{5,25 \times 4,9}{2 \times 2,5} + \frac{2,09 \times 3,65}{1,7} + 3,02 = 5,15 + 4,5 + 3,02 = 12,67 \text{ т}$$

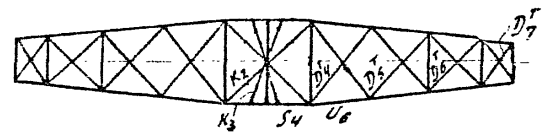
4220-3



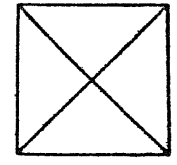
Сечение В-В



Сечение Б-Б



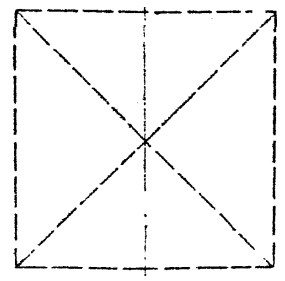
Сечение 2-2



Сечение Д-Д



Сечение 1-1



Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II. Таблица №7

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (н)	Коэффициент увеличения скорости ветра по высоте z	Нормативная скорость ветра q_0 (кг/м ²) Сх I	Площадь элементной фермы ΣF_0 (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент заполнения $\gamma = \frac{\Sigma F_0}{S}$	Нормативный коэффициент $C_{пр} = C_1 \cdot \gamma \cdot 1,49$	$\frac{z}{h}$ при $\beta = 1$	Нормативный коэффициент $C_{пр}$ по стороне II	Нормативная ветровая нагрузка		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэффициента динамичности $\beta = 1,35$ коэф. перегр. n (кг)	
										Сх I	Сх II	$n=1,2$ Сх I	$n=1,0$ Сх II
Просвая траверса $E=5,5$ м		1,5	75	1,0	3,40	0,294	0,41	0,68	0,69	80 ²⁾ (180)	20 (45)	130 (290)	30 (60)
Просвая траверса $E=4,0$		1,5	75	0,5	2,2	0,23	0,32	0,63	0,52	40 ²⁾ (85)	10 (20)	65 (140)	15 (30)
Верхняя секция		1,45	73	4,7	24,00	0,196	0,274	0,71	0,47	820	205	1340	280
Нижняя секция		1,0	50	6,5	34,60	0,187	0,262	0,65	0,49	850	210	1390	280
Подставка		1,0	50	8,0	58,80	0,136	0,18	0,54	0,37	1090	270	1780	370
Нижняя траверса		1,35	68	1,4	6,20	0,226	0,317	0,8	0,574	110*2 ²⁾ (240)	30*2 (60)	180*2 (390)	40*2 (80)
										3100	775	5065	1055

Примечания:

- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
- Ветровые нагрузки на траверсы $R_{тр}$, указанные в скобках, определены при направлении ветра I траверсе. При ветре II траверсе нагрузка составляет 0,45 $R_{тр}$.

Определение усилий в поясах ствoла опоры У220-3.

Таблица №8

Сечения, отметки, базы	Схема I; I р-н гололеда; $\alpha = 60^\circ$; без разности тяжения			Схема II; IV р-н гололеда; $\alpha = 60^\circ$; без разности тяжения		
	Изгибающие моменты		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M_n (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{W_n} (тм)		От нагрузок на провода и трос M_n (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{W_n} (тм)	
3-3 ▽ 18,75 м b = 2,5 м	$4,04 \times 2 \times 8,85 = 71,5$	$0,13 \times 8,05 = 1,05$	$0,4 \times 2 = 0,80$	$4,735 \times 2 \times 8,85 = 84,0$	$0,03 \times 8,05 = 0,24$	$(0,33 + 1,72) \times 2 = 4,10$
	$5,375 \times 3 \times 0,75 = 12,1$	$0,065 \times 8,05 = 0,52$	$(0,980 + 0,375) \times 3 = 4,08$	$7,59 \times 3 \times 0,75 = 17,0$	$0,015 \times 8,05 = 0,12$	$(0,81 + 2,60) \times 3 = 10,23$
	$0,36 \times 1,6 = 0,54$	$0,36 \times 1,6 = 0,54$	$0,355 \times 8,8 = 3,12$	$0,08 \times 1,6 = 0,13$	$0,08 \times 1,6 = 0,13$	$0,355 \times 8,8 = 3,12$
	<u>24,205</u> 83,60	<u>1,34 \times 4,05 = 5,44</u>	<u>8,00</u>	<u>32,23</u> 101,0	<u>0,28 \times 4,05 = 1,35</u>	<u>17,45</u>
	<u>1,9</u> 7,55			<u>0,405</u> 1,84		
	$U_2 = \frac{83,60 + 7,55}{2 \times 2,5} + \frac{8,00}{4} = 18,3 + 2,0 = 20,3 \text{ т}$			$U_2 = \frac{101,0 + 1,84}{2 \times 2,5} + \frac{17,45}{4} = 20,7 + 4,36 = 25,06 \text{ тн}$		
2-2 ▽ 10,7 м b = 4,7 м Cos γ = 0,989	<u>83,60</u>	<u>7,55</u>	<u>8,00</u>	<u>101,0</u>	<u>1,84</u>	<u>17,45</u>
	$24,205 \times 8,05 = 195,0$	$1,9 \times 8,05 = 15,30$	$0,355 \times 8,05 = 2,87$	$32,23 \times 8,05 = 260,0$	$0,405 \times 8,05 = 3,26$	$0,355 \times 8,1 = 2,87$
	$24,205$ 278,60	$1,39 \times 2,8 = 3,90$	<u>10,87</u>	<u>32,23</u> 361,0	$0,28 \times 2,8 = 0,78$	<u>20,32</u>
	<u>3,29</u> 26,75			<u>0,685</u> 5,88		
	$U_1 = \frac{278,60 + 26,75}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{10,87}{4} = 32,9 + 2,72 = 35,62$			$U_1 = \frac{361,0 + 5,88}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{20,32}{4} = 39,5 + 5,1 = 44,6 \text{ тн}$		
1-1 ▽ 2,2 м b = 7,3 м Cos γ = 0,989	<u>278,60</u>	<u>26,75</u>	<u>10,87</u>	<u>361,0</u>	<u>5,88</u>	<u>20,32</u>
	$24,205 \times 8,5 = 206,0$	$3,29 \times 8,5 = 28,00$	$0,355 \times 8,1 = 3,00$	$32,23 \times 8,5 = 273,0$	$0,37 \times 2,3 = 0,85$	$0,355 \times 8,5 = 3,00$
	$24,205$ 484,60	$1,78 \times 2,3 = 4,10$	<u>13,87</u>	<u>634,0</u>	$1,055$ 12,55	<u>23,32</u>
	<u>5,07</u> 58,85					
	$U_3 = \frac{484,60 + 58,85}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{13,87}{4} = 37,80 + 3,47 = 41,27$			$U_3 = \frac{634,0 + 12,55}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{23,32}{4} = 43,6 + 5,8 = 49,4 \text{ тн}$		

Расчет усилий в раскосах ствкола опоры У220-3. Грань и осям тросов, схема III, IV р.г. $\alpha = 60^\circ$

Таблица №9

Сечение отметка	Изгибающие моменты M_u (тм)		Поперечная сила Q_u (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. элемента	Базис B (м)	$L \cdot \gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтальной β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_u}{B} \cdot \operatorname{tg} \gamma$	$4B \cos \beta$	Усилия в раскосах		
	от тяжения	от весовой нагрузки											$D' = \frac{Q_u}{2} - \frac{M_u \operatorname{tg} \gamma}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B \cos \beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▽25,2	—		$3,38 + 1,63 = 5,07$	$M_{кр} = 2,91 \times 4,0 = 11,65 \text{ тм}$	D_1	2,5	0	33°	0,838	1,676	0	8,38	1,54	1,39	2,93 *)
3-3 ▽18,8	—		21,94	$5,25 \times 6,9 = 36,20$	D_3	2,5	0	31°	0,857	1,714	0	8,57	6,38	4,23	10,62
8-8 ▽17,1	$3,38 \times 2 \times 10,5 = 71,0$ $6,08 \times 2 \times 2,4 = 29,2$ $3,02 \times 2,4 = 7,3$ <u>21,94</u>	11,7	21,94	36,20	D_4	2,8	2,15	36°	0,809	1,618	5,13	9,07	3,61	4,00	7,61
7-7 ▽15,1	$107,5$ $21,94 \times 2 = 43,88$ <u>151,38</u>	11,7	21,94	36,20	D_5	3,4	2,15	31°	0,857	1,714	6,15	11,70	2,82	3,1	5,92
6-6 ▽13,1	$151,38$ $21,94 \times 2 = 43,88$ <u>195,26</u>	11,7	21,94	36,20	D_6	4,0	2,15	26°	0,899	1,798	6,9	14,40	2,26	2,52	4,78
2-2 ▽10,7	$195,26$ $21,94 \times 2,4 = 52,60$ <u>247,86</u>	11,7	21,94	36,20	D_7	4,7	2,15	33°	0,838	1,676	7,6	15,80	2,0	2,30	4,3
5-5 ▽7,85	$247,86$ $21,94 \times 2,85 = 62,50$ <u>310,36</u>	11,7	21,94	36,20	D_8	5,6	2,15	24°	0,913	1,826	8,0	20,50	1,63	1,77	3,4
4-4 ▽5,35	$310,36$ $21,94 \times 2,5 = 54,80$ <u>365,16</u>	11,7	21,94	36,20	D_9	6,4	2,15	22°	0,927	1,854	8,3	22,70	1,46	1,55	3,01
1-1 ▽2,2	$365,16$ $1,94 \times 3,15 = 61,00$ <u>434,16</u>	11,7	21,94	36,20	D_{10}	7,3	2,15	29°	0,875	1,750	8,65	25,50	1,32	1,44	2,76

*) Для раскоса D_1 расчетная схема IV IV р.г. $\alpha = 60^\circ$

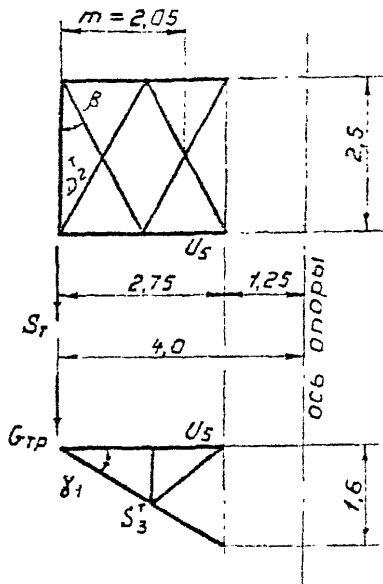
Расчет усилий в раскосах ствола опоры У220-3; грань 1 осям траверс; схема III, концевая; IV р.г; $\alpha = 0^\circ$

Сечение отметка	Изгибающие моменты M_i (тм)		Поперечная сила Q_i (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач элемента	База б (м)	τ_{ij}	Угол накло на раскоса к горизон тали β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_i}{b} \tau_{ij}$	$\delta \cos \beta$	Усилия в раскосах		
	от тяжения	от весовой нагрузки											$D' = \frac{a - \frac{M_i}{b} \tau_{ij}}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4 \delta \cos \beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▽25,2	—	—	3,36	$3,36 \times 4,0 =$ $= 13,45$	D'_1	2,5	0	33°	0,838	1,676	0	8,38	1,0	1,6	2,6 ^{*)}
3-3 ▽18,8	—	—	18,92	$6,08 \times 6,9 =$ $= 42,0$	D'_3	2,5	0	31°	0,857	1,714	0	8,57	5,5	4,9	10,4
8-8 ▽17,1	$3,38 \times 2 \times 10,5 = 71,0$ $6,08 \times 2 \times 2,4 = 29,2$ 18,92	100,2	18,92	42,0	D'_4	2,8	0,15	36°	0,809	1,618	5,87	9,07	2,52	4,62	7,14
7-7 ▽15,1	100,2 $18,92 \times 2 = 37,8$ 138,0	—	18,92	42,0	D'_5	3,4	0,15	31°	0,857	1,714	6,1	11,70	1,95	3,59	5,54
6-6 ▽13,1	138,0 $18,92 \times 2 = 37,8$ 175,8	—	18,92	42,0	D'_6	4,0	0,15	26°	0,899	1,798	6,6	14,40	1,58	2,92	4,50
2-2 ▽10,7	175,8 $18,92 \times 2,4 = 45,5$ 221,3	—	18,92	42,0	D'_7	4,7	0,15	33°	0,838	1,676	7,07	15,80	1,42	2,66	4,08
5-5 ▽7,85	221,3 $18,92 \times 2,85 = 53,8$ 275,1	—	18,92	42,0	D'_8	5,6	0,15	24°	0,913	1,826	7,37	20,50	1,14	2,06	3,20
4-4 ▽5,35	275,1 $18,92 \times 2,5 = 47,3$ 322,4	—	18,92	42,0	D'_9	6,4	0,15	22°	0,927	1,854	7,55	23,70	1,03	1,8	2,83
1-1 ▽2,2	322,4 $18,92 \times 3,15 = 59,7$ 382,1	—	18,92	42,0	D'_{10}	7,3	0,15	29°	0,875	1,75	7,85	25,50	0,91	1,67	2,58

*) Для раскоса D'_1 расчетная схема IV, IV р.г.

Расчет тросовых траверс

1. Тросовая траверса $b = 4,0$ м



$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{1,6}{2,75} = 0,58;$$

$$\gamma_1 = 30^{\circ} 10'$$

$$\sin \gamma_1 = 0,5;$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1,37}{2,5} = 0,55;$$

$$\beta = 28^{\circ} 50'$$

$$\cos \beta = 0,876;$$

Расчет поясов

Схема \bar{IV} \bar{IV} р.г.; $\alpha = 60^{\circ}$

$$G_T = 1,025 \tau$$

$$S_T = 2,91 \tau$$

$$P_{го} = 1,69 \tau$$

$$U_5 = \frac{S_T m}{b} + P_{го} - \frac{G_T}{\operatorname{tg} \gamma_1} = \frac{2,91 \times 2,05}{2,5} + 1,69 - \frac{1,025}{0,58} =$$

$$= 2,38 + 1,69 - 1,77 = 2,30 \tau \text{ (сжатие)}$$

$$S_3^T = \frac{G_T}{\sin \gamma_1} = \frac{1,025}{0,5} = 2,05 \tau$$

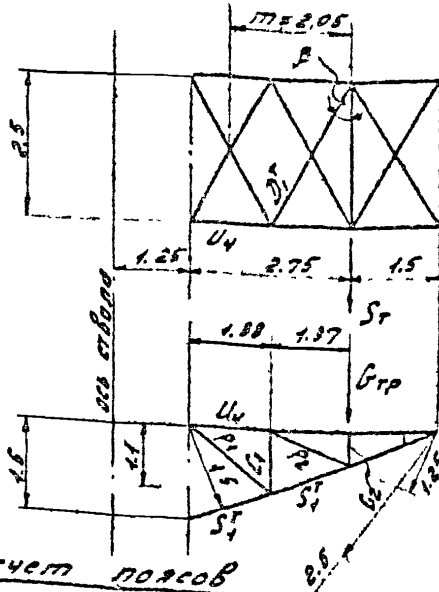
Расчет раскосов горизонтальной грани

Схема \bar{IV} ; \bar{IV} р.г.; $\alpha = 0^{\circ}$

$$S_T = 3,36 \tau$$

$$D_2^T = \frac{S_T}{2 \cos \beta} = \frac{36}{2 \cdot 0,876} = 1,92 \tau$$

2. Тросовая опора с $L = 5,5 \text{ м}$



$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1.37}{2.7} = 0.505$$

$$\beta = 28^{\circ} 50'$$

$$\operatorname{cos} \beta = 0.876$$

Расчет поясов

Схема IV; V п.г.; $\alpha = 60^{\circ}$

$$G_1 = 1.025 \tau; \quad S_1 = 2.91 \tau; \quad P_{10} = 1.69 \tau.$$

$$U_4 = \frac{S_1 m}{8} + P_{10} - \frac{G_1 \times 1.37}{1.1} = \frac{2.91 \times 2.05}{2.5} + 1.69 - \frac{1.025 \times 1.37}{1.1}$$

$$= 2.38 + 1.69 - 1.27 = 2.80 \tau \text{ (сжатие)}$$

$$S_1^r = \frac{G_1 \times 2.75}{1.5} = \frac{1.025 \times 2.75}{1.5} = 1.87 \tau \text{ (сжатие)}$$

Усилка в элементах боковых граней

$$C_1 = \frac{G_1 \times 1.5}{2.87} = \frac{1.025 \times 1.5}{2.87} = 0.54 \tau \text{ (сжатие)}$$

$$C_2 = 1.025 \tau \text{ (сжатие)}$$

$$P_1 = \frac{G_1 \times 1.5}{2.5} = \frac{1.025 \times 1.5}{2.5} = 0.615 \tau \text{ (растяж.)} \quad P_2 = \frac{1.025 \times 1.5}{4.25} = 0.36 \tau \text{ (растяж.)}$$

Усилка в вертикальной грани.

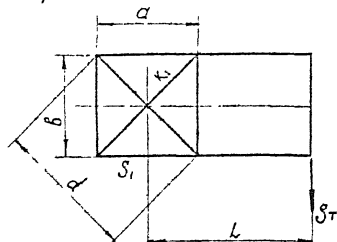
Схема IV; V п.г. $\alpha = 0^{\circ}$;

$$S_1 = 3.36 \tau$$

$$D_1^r = \frac{S_1}{2 \operatorname{cos} \beta} = \frac{3.36}{2 \times 0.876} = 1.92 \tau$$

Расчет распорок и диафрагм на отметках
траверс опоры У220-3

а) На отметке 27,6 м



$$S = \frac{S_T(L - \frac{a}{2})}{b} + \frac{G}{h}(L - \frac{a}{2})$$

$$K = \frac{S_T}{4} \times \frac{a}{a \times b} (L - a)$$

$$S_T = 3,36 \text{ т (схема IV)}$$

$$a = b = 2,5 \text{ м, } d = 3,55 \text{ м}$$

$$L = 4,0 \text{ м}$$

$$K_1 = \frac{3,36}{4} \times \frac{3,55}{2,5 \times 2,5} (4,0 - 2,5) = 0,72 \text{ т}$$

Схема II к IV р. г. $S_T = 4,07 \text{ т}$ $G = 1,03 \text{ т}$

$$S_1 = \frac{4,07 \times 2,75}{2,5} \pm \frac{1,03 \times 2,75}{1,6} \quad S_1 = 4,5 - 1,8 = 2,7 \text{ т (сжатие)}$$

$$S_1 = 4,5 + 1,8 = 6,3 \text{ т (растяжение)}$$

б) На отметке 19,5 м

$$a = b = 2,5 \text{ м } d = 3,55 \text{ м}$$

$$L = 6,9 \text{ м}$$

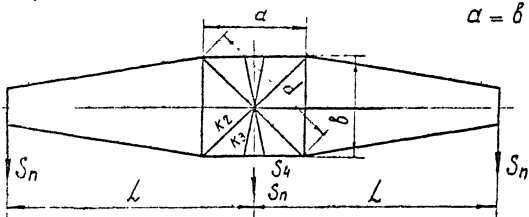


Схема II к IV р. г.

$$S_4 = \frac{6,94 \times 5,65}{2,5} + \frac{1,98 \times 5,65}{1,7} = 15,5 + 6,5 = 22,0 \text{ т}$$

Схема III к IV р. г.

$$S_n = 6,08 \text{ т}$$

$$K_2 = \frac{6,08}{4} \times \frac{3,55}{2,5 \times 2,5} (6,9 - 2,5) + \frac{6,08}{2 \times 0,707} = 3,8 + 4,3 = 8,1 \text{ т}$$

$$K_3 = 6,94 \text{ т}$$

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220кВ У 220-2

№ схем.	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда												II район гололеда																										
						ЛСО - 400						С-72						ЛСО - 400						С-70																				
						С ветр = 425 м В вес = 530 м Е год = 425 м						С ветр = 425 м В вес = 530 м Е год = 425 м						С ветр = 425 м В вес = 530 м Е год = 425 м						С ветр = 425 м В вес = 530 м Е год = 425 м																				
						0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°		0°		20°		60°										
нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.												
I	Провода и трос не обрваны и свободны от гололеда. ветер направлен вдоль осей траверс.	$q_{л} = 60 \text{ кг/м}^2$ $q_{л} = 81 \text{ кг/м}^2$ $t = -5^\circ \text{C}; \tau = 0;$		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	560	1.2	675	550	1.2	660	485	1.2	585	320	1.2	385	315	1.2	380	280	1.2	335	360	1.2	675	550	1.2	660	485	1.2	585	320	1.2	385	315	1.2	380	280	1.2	335			
				Составляющая боковой траверсы от тяжести провода, троса.	P_2	0	—	0	1355	1760	3910	5080	0	0	1000	1300	2880	3760	0	0	1355	1760	3910	5080	0	0	1000	1300	2880	3760	0	0	1355	1760	3910	5080	0	0	1000	1300	2880	3760		
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	P_{Σ}			675		2420		5665		385		1680		4085		675		2420		5665		385		1680		4085		675		2420		5665		385		1680		4085		
				Составляющая 1 траверсы от разности тяжести провода троса.	ΔS_{Σ}	195	1.3	255	190	1.3	250	170	1.3	220	240	1.3	310	235	1.3	305	210	1.3	275	195	1.3	255	190	1.3	250	170	1.3	220	270	1.3	350	265	1.3	345	235	1.3	303			
				Вес пролета провода, троса	q_{Σ}	785	1.1	875	795	1.1	875	795	1.1	875	325	1.1	360	325	1.1	360	325	1.1	360	795	1.1	875	795	1.1	875	795	1.1	875	795	1.1	875	325	1.1	360	325	1.1	360	325	1.1	360
				Вес гирлянд изоляторов.	q_{Γ}	585	1.1	645	585	1.1	645	585	1.1	645	240	1.1	265	240	1.1	265	240	1.1	265	585	1.1	645	585	1.1	645	585	1.1	645	585	1.1	645	240	1.1	265	240	1.1	265			
II	Провода и трос не обрваны и покрыты гололедом. ветер направлен вдоль осей траверс.	$q_{л} = 15 \text{ кг/м}^2$ $q_{л} = 20.3 \text{ кг/м}^2$ $t = -5^\circ \text{C}; \tau = 5^\circ \text{C};$		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	285	1.4	400	280	1.4	395	250	1.4	350	215	1.4	300	210	1.4	295	185	1.4	260	360	1.4	505	355	1.4	500	310	1.4	435	320	1.1	450	315	1.4	440	280	1.4	390			
				Составляющая боковой траверсы от тяжести провода, троса.	P_2	0	—	0	1370	1780	3950	5150	0	0	1005	1305	2900	3770	0	0	1680	2190	4850	6300	0	0	1005	1305	2900	3770	0	0	1680	2190	4850	6300	0	0	1005	1305	2900	3770		
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	P_{Σ}			400		2175		5500		300		1600		4030		505		2600		6735		450		1745		4160		450		1745		4160		450		1745		4160		
				Составляющая 1 траверсы от разности тяжести провода троса.	ΔS_{Σ}	205	1.3	265	200	1.3	260	180	1.3	235	245	1.3	320	240	1.3	310	210	1.3	275	460	1.3	600	455	1.3	590	400	1.3	520	0	—	0	0	—	0	0	—	0			
				Вес пролета провода, троса	q_{Σ}	785	1.1	875	795	1.1	875	795	1.1	875	325	1.1	360	325	1.1	360	325	1.1	360	795	1.1	875	795	1.1	875	795	1.1	875	795	1.1	875	325	1.1	360	325	1.1	360	325	1.1	360
				Вес гирлянд изоляторов.	q_{Γ}	585	1.1	645	585	1.1	645	585	1.1	645	240	1.1	265	240	1.1	265	240	1.1	265	585	1.1	645	585	1.1	645	585	1.1	645	585	1.1	645	240	1.1	265	240	1.1	265			

Примечания:
 1. Разность тяжения подсчитана при смежном пролете $l = 250 \text{ м}$.
 2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_{т} = 40 \text{ кг/мм}^2$.

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220кВ У 220-2

Продолжение таблицы №11

№ стел	Расчетные системы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Возмущающая	I район гололеда																		II район гололеда																	
						ЛСО - 400									С-70									ЛСО - 400									С-70								
						С ветр = 425 м В вес = 530 м С габ = 425 м																		С ветр = 425 м С в сс = 530 м С габ = 425 м																	
						0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°		
нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет						
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опоре.	t = 5°C; C = 5 мм; q = 0; C = 10 мм		Рн	0	1,34	0	1300	1,17	1520	3750	4380	0	1,17	0	935	1,17	1095	2690	3150	0	1,17	0	1600	1,17	1870	4630	5430	0	1,17	0	905	1,17	1060	2610	3060					
				Рт	0	1,17	0	1275	1,17	1490	3670	4300	0	1,17	0	910	1,17	1065	2630	3080	0	1,17	0	1530	1,17	1790	4420	5180	0	1,17	0	925	1,17	1080	2670	3130					
				Рно	0	1,17	0	655	1,17	760	1875	2190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,17	0	800	1,17	940	2310	2710	—	—	—	—	—	—	—	—				
				ΔSn	150	1,17	175	150	1,17	175	130	150	145	1,17	170	145	1,17	170	125	150	395	1,17	465	390	1,17	460	345	1,17	405	125	1,17	145	125	1,17	145	110	1,17	130			
				ΔSt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
				Sn	3750	1,17	4380	3690	1,17	4320	3250	3600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4630	1,17	5430	4570	1,17	5350	4020	1,17	4720	—	—	—	—	—	—	—				
qл	795/585	1,1	875/645	795/585	1,1	875/645	795/585	1,1	875/645	325/240	1,1	360/265	325/240	1,1	360/265	325/240	1,1	360/265	795/585	1,1	875/645	795/585	1,1	875/645	795/585	1,1	875/645	325/240	1,1	360/265	325/240	1,1	360/265	325/240	1,1	360/265					
qт	240/180	2,0	480/360	240/180	2,0	480/360	240/180	2,0	480/360	120/90	2,0	240/180	120/90	2,0	240/180	120/90	2,0	240/180	560/410	2,0	1120/820	560/410	2,0	1120/820	560/410	2,0	1120/820	315/230	2,0	630/460	315/230	2,0	630/460	315/230	2,0	630/460					
qг	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—							
IV	Оборван один трос, провода не оборваны	t = 5°C; C = 5 мм; q = 0; C = 10 мм		Рн	0	1,34	0	1300	1,17	1520	3750	4380	—	—	—	—	—	—	—	0	1,17	0	1600	1,17	1870	4630	5430	—	—	—	—	—	—	—							
				Рт0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,17	0	1530	1,17	1790	4420	5180	—	—	—	—	—	—	—					
				ASn	150	1,17	175	150	1,17	175	130	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
				St	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
				Sn	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
				qл	795/585	1,1	875/645	795/585	1,1	875/645	795/585	1,1	875/645	325/240	1,1	360/265	325/240	1,1	360/265	325/240	1,1	360/265	795/585	1,1	875/645	795/585	1,1	875/645	795/585	1,1	875/645	325/240	1,1	360/265	325/240	1,1	360/265	325/240	1,1	360/265	
qт	240/180	2,0	480/360	240/180	2,0	480/360	240/180	2,0	480/360	120/90	2,0	240/180	120/90	2,0	240/180	120/90	2,0	240/180	560/410	2,0	1120/820	560/410	2,0	1120/820	560/410	2,0	1120/820	315/230	2,0	630/460	315/230	2,0	630/460	315/230	2,0	630/460					
qг	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—							

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220 кВ У 220-2

Продолжение таблицы № 11

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Над нагрузок	Обозначения	III район гололеда															IV район гололеда																				
						ЛСО-400															С-70																				
						С ветр = 425 м															С ветр = 425 м																				
						С вес = 490 м															С вес = 440 м																				
С габ = 390 м															С габ = 355 м																										
0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°																	
нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет									
I	Провода трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5^{\circ}C, c = 0, q_n = 60 \text{ кг/м}^2, q_T = 81 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролет провода, троса	R_1	560/445	1,2	675/535	550/440	1,2	660/530	485/385	1,2	585/460	320/250	1,2	385/300	315/245	1,2	380/295	280/215	1,2	335/260	560/445	1,2	675/535	550/440	1,2	660/530	485/385	1,2	585/460	320/250	1,2	385/300	315/245	1,2	380/295	280/215	1,2	335/260
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	R_2	0	0	1120/1180	1,3	1460/1530	3230/3400	1,3	4200/4420	0	0	580/640	1,3	755/835	1670/1840	1,3	2170/2390	0	0	900/940	1,3	1170/1220	2600/2710	1,3	3380/3520	0	0	420/460	1,3	545/600	1210/1330	1,3	1570/1730				
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	R_n			675		2120		4785		385		1135		2505		675		1830		3965		385		925		1905		3965		385		925		1905			
				Составляющая траверсы от разности тяжения, провода, троса	ΔS_n	360	1,3	470	355	1,3	460	310	1,3	405	330	1,3	430	325	1,3	425	285	1,3	370	250	1,3	325	245	1,3	320	220	1,3	285	200	1,3	260	195	1,3	255	175	1,3	230
				Вес пролета провода, троса	q_n	735/555	1,1	810/610	735/555	1,1	810/610	735/555	1,1	810/610	300/230	1,1	330/255	300/230	1,1	330/255	660/520	1,1	725/575	660/520	1,1	725/575	660/520	1,1	725/575	270/210	1,1	300/230	270/210	1,1	300/230	270/210	1,1	300/230	270/210	1,1	300/230
				Вес гирлянд изоляторов	q_g	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375										340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375						
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5^{\circ}C, c = 15 \text{ мм}, q_n = 15 \text{ кг/м}^2, q_T = 20,3 \text{ кг/м}^2, c = 20 \text{ мм}$		Давление ветра на пролет провода, троса	R_1	440/350	1,4	620/490	435/345	1,4	610/485	380/305	1,4	535/430	425/340	1,4	595/475	420/335	1,4	590/470	370/295	1,4	520/415	515/410	1,4	720/575	505/400	1,4	710/560	445/355	1,4	625/500	530/420	1,4	740/590	520/415	1,4	730/580	460/365	1,4	645/510
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	R_2	0	0	1720/1720	1,4	2410/2410	4950/4950	1,4	6940/6940	0	0	1005/1005	1,4	1405/1405	2900/2900	1,4	4070/4070	0	0	1720/1720	1,4	2410/2410	4950/4950	1,4	6940/6940	0	0	1005/1005	1,4	1405/1405	2900/2900	1,4	4070/4070				
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	R_n			620		3020		7475		595		1995		4590		720		3120		7565		740		2135		4715		7565		740		2135		4715			
				Составляющая траверсы от разности тяжения, провода, троса	ΔS_n	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0		
				Вес пролета провода, троса	q_n	735/555	1,1	810/610	735/555	1,1	810/610	735/555	1,1	810/610	300/230	1,1	330/255	300/230	1,1	330/255	660/520	1,1	725/575	660/520	1,1	725/575	660/520	1,1	725/575	270/210	1,1	300/230	270/210	1,1	300/230	270/210	1,1	300/230	270/210	1,1	300/230
				Вес гирлянд изоляторов	q_g	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375										340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375						

Давление ветра на конструкцию опоры по семам I и II

таблица №2

Наименование секции	Эскиз средней отметка секции	Коеф. увеличения скорости ветра по высоте	Наим. табличная скорость ветра v_0 КГ/М ²	Площадь элементарной формы ΣF_0 (М ²)	Площадь по контуру S (М ²)	Коеффициент заглажения $\psi = \frac{\Sigma F_0}{S}$	Эквивалентный коэф. плоской формы $C_p = C_x \cdot \psi = 1,4 \cdot \psi$	η при $\frac{v}{v_0} = 1$	Коеффициент порыв. формы $C_{pr} = C_p(1+\eta)$	Норм. ветровая нагрузка без коэф. динамичности		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динам. $\beta = 1,35$ и коэф. перегрузки n (кг)	
										Ветер траверсе $P = v_0 C_{pr} S$	С x I	С x II	$n=1,2$ С x I
Верхняя траверса		1,64	82.	1,1	3,55	0,31	0,435	0,66	0,723	95* x2 (210)	24 x 2	155 x 2	35 x 2
Средняя траверса		1,50	75	1,4	6,20	0,226	0,317	0,81	0,574	120* x2 (270)	30 x 2	195 x 2	40 x 2
Нижняя траверса		1,35	68	1,1	3,55	0,31	0,435	0,66	0,723	80* x2 (175)	20 x 2	130 x 2	30 x 2
Площадка		1,74	87	1,6	8,55	0,187	0,263	0,87	0,493	370	93	600	125
Верхняя секция		1,56	78	6,4	24,0	0,266	0,373	0,74	0,648	1210	303	1960	410
Средняя секция		1,38	69	5,2	16,3	0,32	0,448	0,64	0,735	805	201	1300	270
Нижняя секция		1,0	50	7,2	34,6	0,208	0,291	0,83	0,533	920	230	1490	310
Площадка		1,0	50	8,7	58,8	0,148	0,207	0,93	0,40	1180	295	1910	400

*) Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$ указанные в скобках, определены при направлении ветра 1 оси траверсы.
При направлении ветра II оси траверсы нагрузка составляет $0,45 P_{тр}$

8220 1725

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствoла опоры
таблица №3

Сечения отметка базы	Схема I; I р-н гололеда; $\alpha = 60^\circ$; разность тяжелей.				Схема II; II р-н гололеда; $\alpha = 60^\circ$; без разн. тяжелей			
	Изгибающие моменты			Вертикальные нагрузки (т)	Изгибающие моменты			Вертикальные нагрузки (т)
	От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От нагрузок на провода и трос M_{\perp} (тм)	От ветра на конс- рукцию опоры M_{WH} (тм)		От нагрузок на прово- да и трос M_{II} (тм)	От ветра на конс- рукцию опоры M_{WH} (тм)		
4-4 $\nabla 25,2$ $b = 2,5$	$3,86 \times 15,4 = 59,5$ $5,41 \times 2 \times 7,3 = 78,8$ $5,41 \times 2 \times 0,8 = 8,7$ <hr/> $25,5$	$0,275 \times 15,4 = 4,24$ $0,22 \times 2 \times 7,3 = 3,21$ $0,22 \times 2 \times 0,8 = 0,35$ <hr/> $1,155$	$0,6 \times 11,9 = 7,15$ $0,155 \times 2 \times 7,8 = 2,42$ $0,195 \times 2 \times 1,5 = 0,59$ $1,96 \times 4,1 = 8,05$ <hr/> $18,21$	$0,2 \times 1 = 0,27$ $(0,61 \times 0,375) \times 6 = 6,12$ $0,4 \times 5,0 = 6,0$ <hr/> $12,39$	$4,715 \times 15,4 = 72,6$ $7,565 \times 2 \times 7,3 = 110,5$ $7,565 \times 2 \times 0,8 = 12,1$ <hr/> $195,2$	$0,125 \times 11,9 = 1,49$ $0,035 \times 2 \times 7,8 = 0,55$ $0,04 \times 2 \times 1,5 = 0,12$ $0,41 \times 4,1 = 1,68$ <hr/> $3,84$	$1,84 \times 1 = 1,84$ $(3,085 + 0,375) \times 6 = 20,8$ $0,4 \times 15,0 = 6,0$ <hr/> $28,64$	<hr/> $U_3 = \frac{147,0 + 7,8 + 18,21}{2 \times 2,5} + \frac{12,39}{4} = 34,6 + 3,1 = 37,7$
3-3 $\nabla 18,8$ $b = 2,5$	$147,0$ $25,5 \times 6,4 = 163,0$ $5,41 \times 2 \times 0,75 = 8,1$ <hr/> $36,32$	$7,8$ $1,155 \times 6,4 = 7,4$ $0,22 \times 2 \times 0,75 = 0,33$ <hr/> $15,53$	$18,21$ $3,26 \times 6,4 = 20,9$ $1,3 \times 2,5 = 3,25$ $0,13 \times 2 \times 1,2 = 0,32$ <hr/> $42,68$	$12,39$ $0,4 \times 4 = 2,56$ <hr/> $14,95$	$195,2$ $34,98 \times 6,4 = 223,0$ $7,565 \times 2 \times 0,75 = 11,3$ <hr/> $50,11$	$3,84$ $0,69 \times 6,4 = 4,42$ $0,27 \times 2,5 = 0,68$ $0,03 \times 2 \times 1,2 = 0,07$ <hr/> $9,01$	$28,64$ $0,4 \times 6,4 = 2,56$ <hr/> $31,20$	<hr/> $U_2 = \frac{318,1 + 15,53 + 42,68}{2 \times 2,5} + \frac{14,95}{4} = 75,5 + 3,8 = 78,8$
2-2 $\nabla 10,7$ $b = 4,7$ $\cos \beta = 0,989$	$318,1$ $36,32 \times 8,1 = 294,0$ <hr/> $36,32$	$15,53$ $1,595 \times 8,1 = 12,90$ <hr/> $1,595$	$42,68$ $4,82 \times 8,1 = 39,0$ $1,49 \times 2,8 = 4,17$ <hr/> $35,85$	$14,95$ $0,4 \times 8,1 = 3,25$ <hr/> $18,20$	$429,5$ $50,11 \times 8,1 = 406,0$ <hr/> $50,11$	$9,01$ $1,02 \times 8,1 = 8,27$ $0,31 \times 2,8 = 0,87$ <hr/> $18,15$	$31,20$ $0,4 \times 8,1 = 3,25$ <hr/> $34,45$	<hr/> $U_1 = \frac{612,1 + 28,43 + 85,85}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{18,20}{4 \times 0,989} = 78,0 + 4,6 = 82,6$
1-1 $\nabla 2,2$ $b = 7,3$ $\cos \beta = 0,989$	$612,1$ $36,32 \times 8,5 = 308,7$ <hr/> $36,32$	$28,43$ $1,595 \times 8,5 = 13,50$ <hr/> $1,595$	$85,85$ $6,31 \times 8,5 = 53,7$ $1,91 \times 2,3 = 4,4$ <hr/> $143,95$	$18,20$ $0,4 \times 8,5 = 3,4$ <hr/> $21,6$	$835,5$ $50,11 \times 8,5 = 427,0$ <hr/> $50,11$	$18,15$ $1,33 \times 8,5 = 11,30$ $0,4 \times 2,3 = 0,92$ <hr/> $30,37$	$34,45$ $0,4 \times 8,5 = 3,4$ <hr/> $37,85$	<hr/> $U_7 = \frac{920,8 + 41,83 + 143,95}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{21,6}{4 \times 0,989} = 76,5 + 5,5 = 82,0$
								<hr/> $U_7 = \frac{1262,5 + 30,37}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{37,85}{4 \times 0,989} = 89,5 + 9,6 = 99,1$

Расчет усилий в раскосах ствала опоры У220-2. Грань пояса траверс; Схема III; IV-н голаледа; $\alpha = 60^\circ$

Таблица № 14

Сечение атлетка	Изгибающие моменты M_{II} (тм)		Поперечная сила Q_{II} (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. элемента	База B (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонталу β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	M_{II} $B \cdot tg\gamma$	$4B\cos\beta$	Усилия в раскосах		
	от тяжения	от весовой на- грузки											$D' = \frac{Q - M_{II}}{2 \cdot B \cdot tg\gamma}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B \cos\beta}$	$D = D' + D''$
10-10 ▽ 3,7	—	—	12,41	$5,25 \times 4,9 = 25,8$	D_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	3,69	3,08	6,77
4-4 ▽ 25,2	—	—	24,49	$5,25 \times 6,9 = 36,2$	D_4	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	7,28	4,32	11,60
3-3 ▽ 18,8	—	—	36,57	36,2	D_5	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	10,52	4,13	14,65
9-9 ▽ 17,1	$\frac{3,32 \times 23,5 = 78,0}{6,08 \times 2 \times 15,4 = 186,0}$ $\frac{(6,08 + 3,05) \times 8,9 = 82,8}{6,08 \times 2 \times 2,4 = 29,0}$ $\frac{36,57}{373,8}$	$(3,46 - 1,92) \times 6,9 = 10,85$	36,57	36,2	D_6	2,8	0,15	36°	0,809	1,62	20,6	9,07	1,43	3,98	5,41
8-8 ▽ 15,1	$\frac{36,57 \times 2,0 = 73,2}{36,57}$ $\frac{447,0}{447,0}$	10,65	36,57	36,2	D_7	3,4	0,15	31°	0,857	1,71	20,2	11,70	1,12	3,09	4,21
7-7 ▽ 13,1	$\frac{36,57 \times 2,0 = 73,2}{36,57}$ $\frac{520,2}{520,2}$	10,65	36,57	36,2	D_8	4,0	0,15	26°	0,899	1,80	20,0	14,4	0,95	2,51	3,46
2-2 ▽ 10,7	$\frac{36,57 \times 2,4 = 88,0}{36,57}$ $\frac{608,2}{608,2}$	10,65	36,57	36,2	D_9	4,7	0,15	33°	0,838	1,68	19,7	15,8	0,84	2,29	3,13
6-6 ▽ 7,85	$\frac{36,57 \times 2,85 = 104,0}{36,57}$ $\frac{712,2}{712,2}$	10,65	36,57	36,2	D_{10}	5,6	0,15	24°	0,913	1,83	19,35	20,5	0,58	1,77	2,11
5-5 ▽ 5,35	$\frac{36,57 \times 2,5 = 91,5}{36,57}$ $\frac{803,7}{803,7}$	10,65	36,57	36,2	D_{11}	6,4	0,15	22°	0,927	1,85	19,1	23,7	0,44	1,53	1,97
1-1 ▽ 2,2	$\frac{36,57 \times 3,15 = 115,0}{36,57}$ $\frac{918,7}{918,7}$	10,65	36,57	36,2	D_{12}	7,3	0,15	29°	0,875	1,75	19,1	25,5	0,47	1,42	1,88

Расчет усилия в раскосах створа опоры 4220-2. Грань 1 осей траверсы; Схема III канцевая; IV р-н галюледа $\alpha = 0^\circ$;

Таблица N 15

Сечение отметка	Изгибающий момент от тяжения M_L (мм)	Поперечная сила Q (т)	Крутящий мо- мент $M_{кр}$ (мм)	Обознач. элемента	База b (м)	t_g	Угол наклона раскоса к горизонталу β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_L}{b} \cdot t_g$	$4b \cos \beta$	Усилия в раскосах		
												$D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_L \cdot t_g}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$
10-10 ▽ 31,7	—	9,36	$6,08 \times 4,3 = 26,2$	D'_2	2,5	0	33°	0,833	1,68	0	8,38	2,78	3,54	6,32
4-4 ▽ 25,2	—	21,44	$6,08 \times 6,9 = 41,6$	D'_4	2,5	0	33°	0,833	1,68	0	8,38	6,37	4,96	11,33
3-3 ▽ 18,8	—	33,52	41,6	D'_5	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	9,82	4,85	14,67
9-9 ▽ 17,1	$\frac{3,32 \times 23,5 = 78,0}{6,08 \times 2 \times 15,4 = 186,0}{6,08 \times 8,9 = 53,7}{6,08 \times 2 \times 2,4 = 29,0}{33,52 \quad 346,7}$	33,52	41,6	D'_6	2,8	0,5	36°	0,809	1,62	18,6	9,07	1,14	4,60	5,74
8-8 ▽ 15,1	$\frac{33,52 \times 2,0 = 67,0}{33,52 \quad 413,7}$	33,52	41,6	D'_7	3,4	0,5	31°	0,857	1,71	18,2	11,70	0,85	3,56	4,41
7-7 ▽ 13,1	$\frac{413,7}{33,52 \times 2,0 = 67,0}{33,52 \quad 480,7}$	33,52	41,6	D'_8	4,0	0,5	26°	0,899	1,80	18,1	14,4	0,75	2,89	3,64
2-2 ▽ 10,7	$\frac{480,7}{33,52 \times 2,4 = 80,4}{33,52 \quad 561,1}$	33,52	41,6	D'_9	4,7	0,5	33°	0,833	1,68	18,0	15,8	0,74	2,64	3,38
6-6 ▽ 7,85	$\frac{561,1}{33,52 \times 2,85 = 95,5}{33,52 \quad 656,6}$	33,52	41,6	D'_{10}	5,6	0,5	24°	0,913	1,83	17,6	20,5	0,46	2,03	2,49
5-5 ▽ 5,35	$\frac{656,6}{33,52 \times 2,5 = 83,5}{33,52 \quad 740,1}$	33,52	41,6	D'_{11}	6,4	0,5	22°	0,927	1,85	17,4	23,7	0,35	1,76	2,11
1-1 ▽ 2,2	$\frac{740,1}{33,52 \times 3,15 = 106,0}{33,52 \quad 846,1}$	33,52	41,6	D'_{12}	7,3	0,5	29°	0,875	1,75	17,4	25,5	0,37	1,63	2,00

Расчет усилий в раскосах ствoла опоры У220-2. Грань 1 оси трeкбeрс; схема II канцевая; IV р-н гололеда; $\alpha = 0^\circ$
Таблица № 16

Сечение отметка	Изгибающие моменты от тяжения M_L (тм)	Поперечн. сила Q (т)	Обознач. элемента	База b (м)	$\text{tg } \gamma$	Угол наклона раскоса к горизонталу β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_u}{b} - \text{tg } \gamma$	$D = \frac{Q}{2} - \frac{M_u \text{tg } \gamma}{2 \cos \beta}$
10-10 ▽ 31,7	—	17,95	D'_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	5,35
4-4 ▽ 25,2	—	31,83	D'_4	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	9,45
3-3 ▽ 18,8	—	45,71	D'_5	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	13,3
9-9 ▽ 17,1	$\frac{4,07 \times 23,5 = 95,5}{6,94 \times 2 \times 15,4 = 214,0}$ $\frac{6,94 \times 2 \times 8,9 = 123,5}{6,94 \times 2 \times 2,4 = 33,3}$ 45,71	45,71	D'_6	2,8	0,15	36°	0,809	1,62	25,1	1,39
8-8 ▽ 15,1	$\frac{45,71 \times 2,0 = 91,5}{45,71}$ 557,8	45,71	D'_7	3,4	0,15	31°	0,857	1,71	24,6	1,02
7-7 ▽ 13,1	$\frac{45,71 \times 2,0 = 91,5}{45,71}$ 649,3	45,71	D'_8	4,0	0,15	26°	0,899	1,80	24,3	0,81
2-2 ▽ 10,7	$\frac{45,71 \times 2,4 = 109,5}{45,71}$ 758,8	45,71	D'_9	4,7	0,15	33°	0,838	1,68	24,2	0,81
6-6 ▽ 7,85	$\frac{45,71 \times 2,85 = 130,0}{45,71}$ 888,8	45,71	D'_{10}	5,6	0,15	24°	0,913	1,83	23,8	0,52
5-5 ▽ 5,35	$\frac{45,71 \times 2,5 = 114,0}{45,71}$ 1002,8	45,71	D'_{11}	6,4	0,15	22°	0,927	1,85	23,6	0,41
1-1 ▽ 2,2	$\frac{45,71 \times 3,15 = 144,0}{45,71}$ 1146,8	45,71	D'_{12}	7,3	0,15	29°	0,875	1,75	23,6	0,43

Расчитал *И.И. Цитлин* / Цитлин /
Проверил *И.И. Жезлова* / Жезлова /