3080 тм-т3

Корр. 1973

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

Корр. 1973 г.
Утв. сред

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

отраслевая типовая проектная документация

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ220 и 330 кВ

ОТМЕНЕН

3.407-100

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 3

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР

ВЛ220 кВ

/. Корректировка 1973 г. /.

Заменены на основании протокола Минэнерго СССР от 28.03.88 N 26 выпусками 0, 1, 2, 3 серии 3,407.2-145 (12976 тм)
(См инф ЦИТП N 8-88 стр. 46)
Проект восстановлен
Срок действия 1995 год
(Нитш N 25/9-93)

3080 тм-т3
Корр. 1973

N 3080 тм-т3
страниц
листов (ф) 43 (84
чертеж (форм

МОСКВА-1973 г.

gost.e-ecolog.ru

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 ВЛ 220 и 330 кВ

3.407-100

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 3

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР

ВЛ 220 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ИНСТИТУТА /С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ИНСТИТУТА /М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ ИНСТИТУТА /Л. Левин/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ ИНСТИТУТА ПО ВЛ /В. Овсеенко/

МОСКВА - 1973 г.

N3080 тм-т3 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 ВЛ 220 и 330 кВ

3.407-100

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 3

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР

ВЛ 220 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР /К. Крюков/

И.О. НАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА /В. Гальперин/

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ТИПОВОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ /К. Синелобов/

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА /Б. Новгородцев/

Ленинград 1973 г.

Министерство энергетики и электрификации СССР
ГПИО «ЭНЕРГОПРОЕКТ»
Ордена Октябрьской революции
Всесоюзный Государственный проектно-изыскательский
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 1990

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

Зам. главного инженер института
И.П.Уланов

Нач. технического отдела
А.С.Бурцев

ОСНОВАНИЕ Письмо МО СКТБ Союзэлектросетьизоляции от 12.04.89 № ЛА I90-563/I

Гл.специалист ПТО
В.Г.Хотинский

В целях унификации изделий линейной арматуры заводы ВПО " Союзэлектросетьизоляция" с I.0I.90 переходят к изготовлению пальцев в узле КГН-I6-5 диаметром 40 мм вместо 45 мм, что требует изменения диаметров 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-I,2 и 3, УС-220-5 и 6, У330-I,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

Эл. 245.190.90.

3080ТМ Т.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 АСО-300 и АСО-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 ПII-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 У220-1

	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 ствола опоры.	14
5. Расчет раскосов ствола опоры.	15 ÷ 17
6. Расчет тросостойки.	18 ÷ 19
7. Расчет траверс.	20 ÷ 23
8. Расчет распорок и диафрагм.	24, 25

II Расчет опоры У220-3

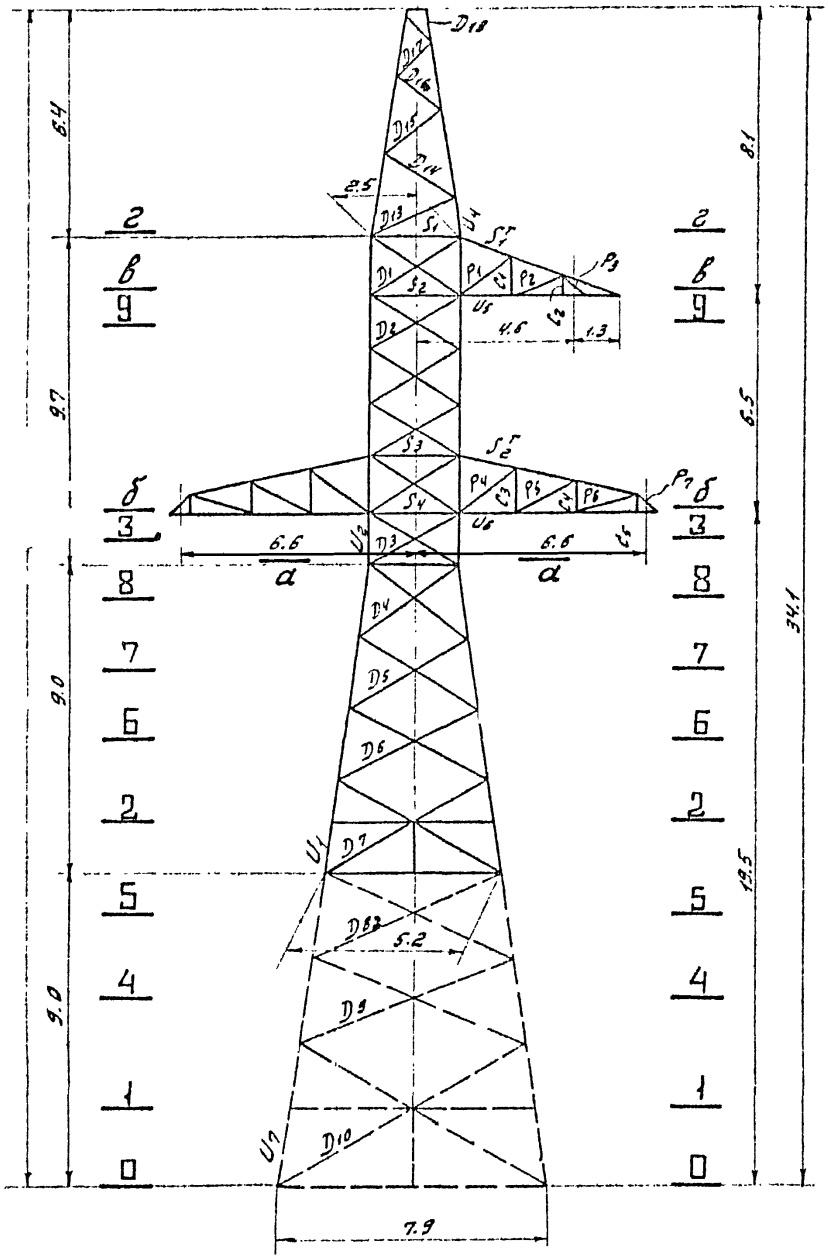
1. Эскиз опоры.	26
2. Нагрузки на опору от проводов и тросов.	9 ÷ 12
3. Давление ветра на конструкцию опоры.	27
4. Расчет поясов ствола опоры.	28
5. Расчет раскосов ствола опоры.	29, 30
6. Расчет тросовых траверс.	31, 32
7. Расчет траверс.	21÷23

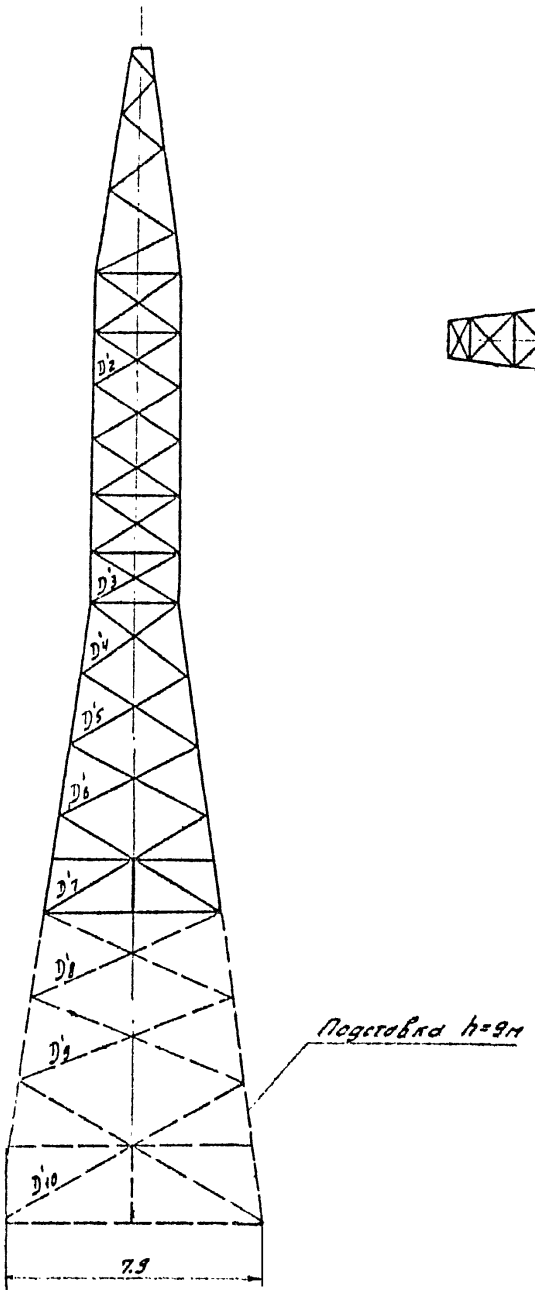
8. Расчет распорок и диафрагм	33

III Расчет опоры У220-2

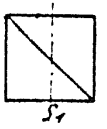
1. Эскиз опоры	34
2. Нагрузки на опору от проводов и тросов.	35÷38
3. Давление ветра на конструкцию опоры.	39
4. Расчет поясов ствола опоры.	40
5. Расчет раскосов ствола опоры.	41÷43
6. Расчет тросостойки.	18÷19
7. Расчет траверс.	20÷23
8. Расчет распорок и диафрагм.	24, 25

У220-1

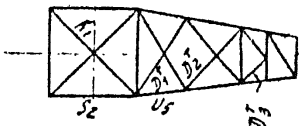




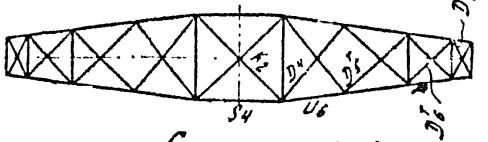
Сечение 2-2



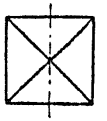
Сечение в-в



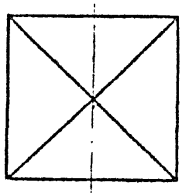
Сечение б-б



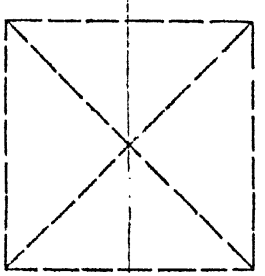
Сечение а-а



Сечение 2-2

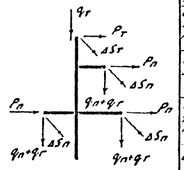
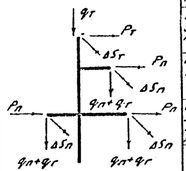


Сечение 1-1



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

Таблица №1

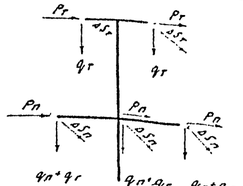
№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда АСО-400 (ℓветр. = 475 м, ℓвес = 595 м, ℓгаб. = 475 м) 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	20° нормат.	20° п	20° расчетн.	60° нормат.	60° п	60° расчетн.	С-70 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	20° нормат.	20° п	20° расчетн.	60° нормат.	60° п	60° расчетн.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $c=0$; $q_n^н=50$ кг/м²; $q_т^н=75$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	555/425	1,2	655/510	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 тяжения провода, троса.	P_2	0/0	1,3	0/0	1280/1250	1,3	1660/1620	3700/3600	1,3	4800/4680	0/0	1,3	0/0	985/945	1,3	1280/1230	2840/2720	1,3	3690/3540
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	$P_п$ $P_т$			665/510			2315/2120			5375/5120			400/305			1675/1530			4040/3805
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса.	$\Delta S_п$ $\Delta S_т$	150	1,3	195	150	1,3	195	130	1,3	170	230	1,3	300	230	1,3	300	200	1,3	[illegible]
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ $q_т$	890/630	1,1	980/695	890/630	1,1	980/695	890/630	1,1	980/695	365/260	1,1	400/285	365/260	1,1	400/285	365/260	1,1	400/285
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	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.	$t=-5°C$; $c=5$ мм; $q_п^н=12,5$ кг/м²; $c=10$ мм; $q_т^н=18,75$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	265/200	1,4	370/280	260/195	1,4	365/275	230/175	1,4	320/245	225/170	1,4	315/240	220/165	1,4	310/230	195/150	1,4	270/210
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2	0/0	—	0/0	1350/1320	1,3	1750/1720	3890/3800	1,3	5050/4940	0/0	1,3	0/0	1005/965	1,3	1305/1255	2900/2790	1,3	3770/3620
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	$P_п$ $P_т$			370/280			2115/1995			5370/5185			315/240			1615/1485			4040/3830
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса.	$\Delta S_п$ $\Delta S_т$	210	1,3	270	205	1,3	265	180	1,3	235	245	1,3	320	240	1,3	310	210	1,3	275
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ $q_т$	890/630 / 265/190	1,1 / 2,0	980/695 / 530/380	890/630 / 265/190	1,1 / 2,0	980/695 / 530/380	890/630 / 265/190	1,1 / 2,0	980/695 / 530/380	365/260 / 135/95	1,1 / 2,0	400/285 / 270/190	365/260 / 135/95	1,1 / 2,0	400/285 / 270/190	365/260 / 135/95	1,1 / 2,0	400/285 / 270/190
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

№№ схем	II район гололеда АСО-400 (ℓветр. = 475 м, ℓвес = 595 м, ℓгаб. = 475 м) 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	20° нормат.	20° п	20° расчетн.	60° нормат.	60° п	60° расчетн.	С-70 0° нормат.	0° п	0° расчетн.	20° нормат.	20° п	20° расчетн.	60° нормат.	60° п	60° расчетн.
I	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
	0/0	1,3	0/0	1280/1250	1,3	1660/1620	3700/3600	1,3	4800/4680	0/0	1,3	0/0	755/815	1,3	980/1060	2170/2350	1,3	2820/3050
			665/510			2315/2120			5375/5120			400/305			1375/1360			3170/3315
	150	1,3	195	150	1,3	195	130	1,3	170	350	1,3	455	345	1,3	450	305	1,3	400
	890/[illegible]	1,1	980/695	890/630	1,1	980/695	890/630	1,1	980/695	365/260	1,1	400/285	365/260	1,1	400/285	365/260	1,1	400/285
	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	340/260	1,4	480/365	335/255	1,4	470/360	295/225	1,4	410/315	330/250	1,4	460/350	325/245	1,4	455/340	285/215	1,4	400/300
	0/0	—	0/0	1680/1600	1,3	2190/2080	4850/4620	1,3	6300/6000	0/0	1,3	0/0	1005/1005	1,3	1305/1305	2900/2900	1,3	3770/3770
			480/365			2660/2440			6710/6315			460/350			1760/1645			4170/4070
	460	1,3	600	455	1,3	590	400	1,3	520	0	—	0	0	—	0	0	—	0
	890/630 / 625/440	1,1 / 2,0	980/695 / 1250/880	890/630 / 625/440	1,1 / 2,0	980/695 / 1250/880	890/630 / 625/440	1,1 / 2,0	980/695 / 1250/880	365/260 / 355/250	1,1 / 2,0	400/285 / 710/500	365/260 / 355/250	1,1 / 2,0	400/285 / 710/500	365/260 / 355/250	1,1 / 2,0	400/285 / 710/500
	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания

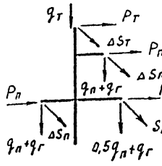
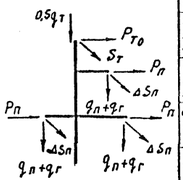
1. Разность тяжения подсчитана при смежном пролете $\ell = 250$ м
2. Максимальное натяжение в тросе $\sigma_т = 40$ кг/мм²

Схемы нагрузок I и II для опоры У220-3 с 2 мя тросами



Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220 кв У 220-1 и У 220-3

Продолжение таблицы № 1

НН схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда: АСО-400, ℓ ветр = 475 м, ℓ вес = 595 м, ℓ габ = 475 м. 0°: нормат	0°: п	0°: расчетн	20°: нормат	20°: п	20°: расчетн	60°: нормат	60°: п	60°: расчетн	С-70: 0°: нормат	0°: п	0°: расчетн	20°: нормат	20°: п	20°: расчетн	60°: нормат	60°: п	60°: расчетн
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий, или крутящий момент на опору.	$t=-5°C$; $c=5$ мм; $q=0$; $C=10$ мм;		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ / $P_т$	0 / 0	1,3×0,9=1,17	0 / 0	1310 / 1280	1,17	1530 / 1490	3780 / 3700	1,17	4430 / 4330	0 / 0	1,17	0 / 0	940 / 910	1,17	1100 / 1065	2700 / 2620	1,17	3150 / 3060
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода.	$P_{по}$	0	1,17	0	655	1,17	765	1890	1,17	2200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	170	1,17	200	170	1,17	200	150	1,17	175	160	1,17	190	160	1,17	190	140	1,17	165
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода.	$S_п$	3780	1,17	4430	3720	1,17	4350	3270	1,17	3830	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	890/630 / 265/190	1,1 / 2,0	980/695 / 530/380	890/630 / 265/190	1,1 / 2,0	980/695 / 530/380	890/630 / 265/190	1,1 / 2,0	980/695 / 530/380	365/260 / 135/95	1,1 / 2,0	400/285 / 270/190	365/260 / 135/95	1,1 / 2,0	400/285 / 270/190	365/260 / 135/95	1,1 / 2,0	400/285 / 270/190
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	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;		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода.	$P_п$	0 / 0	1,3×0,9=1,17	0 / 0	1310 / 1280	1,17	1530 / 1490	3780 / 3700	1,17	4430 / 4330	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,17	0	470	1,17	550	1350	1,17	1580
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода.	$\Delta S_п$	170	1,17	200	170	1,17	200	150	1,17	175	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве.	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2700	1,17	3160	2660	1,17	3110	2350	1,17	2750
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	890/630 / 265/190	1,1 / 2,0	980/695 / 530/380	890/630 / 265/190	1,1 / 2,0	980/695 / 530/380	890/630 / 265/190	1,1 / 2,0	980/695 / 530/380	365/260 / 135/95	1,1 / 2,0	400/285 / 270/190	365/260 / 135/95	1,1 / 2,0	400/285 / 270/190	365/260 / 135/95	1,1 / 2,0	400/285 / 270/190
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

НН схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	II район гололеда: АСО-400, ℓ ветр = 475 м, ℓ вес = 595 м, ℓ габ = 475 м. 0°: нормат	0°: п	0°: расчетн	20°: нормат	20°: п	20°: расчетн	60°: нормат	60°: п	60°: расчетн	С-70: 0°: нормат	0°: п	0°: расчетн	20°: нормат	20°: п	20°: расчетн	60°: нормат	60°: п	60°: расчетн
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий, или крутящий момент на опору.	$t=-5°C$; $c=5$ мм; $q=0$; $C=10$ мм;		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ / $P_т$	0 / 0	1,17	0 / 0	1630 / 1550	1,17	1910 / 1810	4690 / 4480	1,17	5500 / 5250	0 / 0	1,17	0 / 0	910 / 930	1,17	1065 / 1085	2620 / 2680	1,17	3060 / 3130
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода.	$P_{по}$	0	1,17	0	815	1,17	955	2350	1,17	2750	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	470	1,17	550	465	1,17	545	410	1,17	480	125	1,17	145	125	1,17	145	110	1,17	130
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода.	$S_п$	4690	1,17	5500	4640	1,17	5450	4080	1,17	4780	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	890/630 / 625/440	1,1 / 2,0	980/695 / 1250/880	890/630 / 625/440	1,1 / 2,0	980/695 / 1250/880	890/630 / 625/440	1,1 / 2,0	980/695 / 1250/880	365/260 / 355/250	1,1 / 2,0	400/285 / 710/500	365/260 / 355/250	1,1 / 2,0	400/285 / 710/500	365/260 / 355/250	1,1 / 2,0	400/285 / 710/500
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	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;		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода.	$P_п$	0 / 0	1,17	0 / 0	1630 / 1550	1,17	1910 / 1810	4690 / 4480	1,17	5500 / 5250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	465	1,17	550	1340	1,17	1570
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода.	$\Delta S_п$	470	1,17	550	465	1,17	545	410	1,17	480	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве.	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2750	1,17	3210	2710	1,17	3170	2380	1,17	2780
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	890/630 / 625/440	1,1 / 2,0	980/695 / 1250/880	890/630 / 625/440	1,1 / 2,0	980/695 / 1250/880	890/630 / 625/440	1,1 / 2,0	980/695 / 1250/880	365/260 / 355/250	1,1 / 2,0	400/285 / 710/500	365/260 / 355/250	1,1 / 2,0	400/285 / 710/500	365/260 / 355/250	1,1 / 2,0	400/285 / 710/500
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Схема нагрузок III и IV для опоры У220-3 с двумя тросами

Схема III

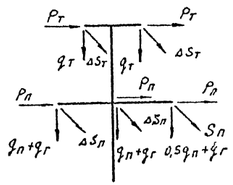
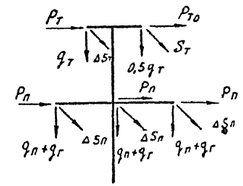


Схема IV



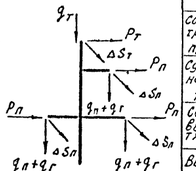
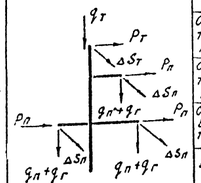
...зки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220 кв. У220-1 и У220-3

Продолжение таблицы № 1

...од ...рузок	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°			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.	0	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.
...е 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
...ющая вдоль ...от тяжения ...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	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
...ая горизонталь... ...рузка вдоль ...ы	$P_п$ / $P_т$			665/510			2005/1960			4475/4640			400/305			1110/1115			2420/2605			665/510			1735/1650			3685/3750			400/305			865/880			1700/1935
...ющая ⊥ тра... ...ности ...провода, ...а	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	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
...лета провода ...а.	$q_п$ / $q_т$	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
...ирлянд ...яторов.	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—
...е 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
...ющая вдоль ...от тяжения ...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	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
...ая горизон... ...нагрузка ...раверсы	$P_п$ / $P_т$			635/490			3040/2895			7495/7370			615/470			2015/1865			4600/4475			750/575			3155/2980			7590/7440			765/590			2155/1985			4730/4580
...ющая ⊥ тра... ...ности ...провода, ...а	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	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	1,4	0
...олета ...а, троса.	$q_п$ / $q_т$	820/600 / 980/710	1,1 / 2,0	900/660 / 1960/1420	820/600 / 980/710	1,1 / 2,0	900/660 / 1960/1420	820/600 / 980/710	1,1 / 2,0	900/660 / 1960/1420	330/250 / 580/440	1,1 / 2,0	370/275 / 1160/880	330/250 / 580/440	1,1 / 2,0	370/275 / 1160/880	330/250 / 580/440	1,1 / 2,0	370/275 / 1160/880	735/560 / 1300/990	1,1 / 2,0	810/620 / 2600/1980	735/560 / 1300/990	1,1 / 2,0	810/620 / 2600/1980	735/560 / 1300/990	1,1 / 2,0	810/620 / 2600/1980	300/230 / 860/650	1,1 / 2,0	330/260 / 1720/1300	300/230 / 860/650	1,1 / 2,0	330/260 / 1720/1300	300/230 / 860/650	1,1 / 2,0	330/260 / 1720/1300
...гирлянд ...яторов.	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

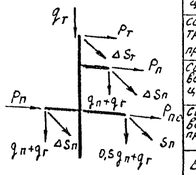
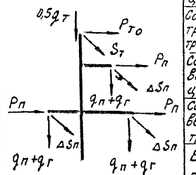
Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220 кв. У220-1 и У220-3

Продолжение таблицы № 1

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III район гололеда: АСО-400, ℓ ветр = 475 м, ℓ вес = 545 м, ℓ габ. = 435 м, 0° нормат	0° п	0° расчетн	20° нормат	20° п	20° расчетн	60° нормат	60° п	60° расчетн	С-70, ℓ ветр = 475 м, ℓ вес = 545 м, ℓ габ. = 435 м, 0° нормат	0° п	0° расчетн	20° нормат	20° п	20° расчетн	60° нормат	60° п	60° расчетн	IV район гололеда: АСО-400, ℓ ветр = 475 м, ℓ вес = 490 м, ℓ габ = 390 м, 0° нормат	0° п	0° расчетн	20° нормат	20° п	20° расчетн	60° нормат	60° п	60° расчетн	С-70, ℓ ветр = 475 м, ℓ вес = 490 м, ℓ габ = 390 м, 0° нормат	0° п	0° расчетн	20° нормат	20° п	20° расчетн	60° нормат	60° п	60° расчетн
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $c=0$; $q_п^н=50$ кг/м.² $q_т^н=75$ кг/м.²		Давление ветра на пролет провода, троса.	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
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, 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	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	$P_п$ $P_т$			665/510			2005/1960			4475/4640			400/305			1110/1115			2420/2605			665/510			1735/1650			3685/3750			400/305			865/880			1700/1935
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	$\Delta S_п$ $\Delta S_т$	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
				Вес пролета провода троса.	$q_п$ $q_т$	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
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t=-5°C$; $c=15$ мм $q_п^н=140$ кг/м.² $c=20$ мм $q_т^н=18,75$ кг/м.²		Давление ветра на пролет провода, троса.	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
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, 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	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	$P_п$ $P_т$			635/490			3040/2895			7495/7370			615/470			2015/1865			4600/4475			750/575			3155/2980			7590/7440			765/590			2155/1985			4730/4580
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса.	$\Delta S_п$ $\Delta S_т$	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	1,4	0
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ $q_т$	820/600 980/710	1,1 2,0	900/660 1960/1420	820/600 980/710	1,1 2,0	900/660 1960/1420	820/600 980/710	1,1 2,0	900/660 1960/1420	330/250 580/440	1,1 2,0	370/275 1160/880	330/250 580/440	1,1 2,0	370/275 1160/880	330/250 580/440	1,1 2,0	370/275 1160/880	735/560 1300/990	1,1 2,0	810/620 2600/1980	735/560 1300/990	1,1 2,0	810/620 2600/1980	735/560 1300/990	1,1 2,0	810/620 2600/1980	300/230 860/650	1,1 2,0	330/260 1720/1300	300/230 860/650	1,1 2,0	330/260 1720/1300	300/230 860/650	1,1 2,0	330/260 1720/1300
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	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

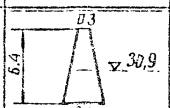
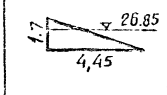
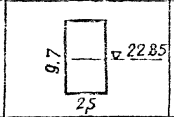
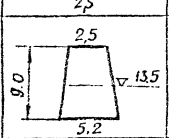
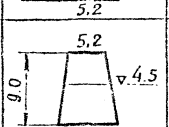
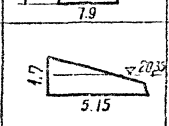
Продолжение таблицы № 1

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III район гололеда: АСО-400, ℓ ветр = 475 м, ℓ вес = 545 м, ℓ габ = 435 м, 0° нормат	0° п	0° расчетн	20° нормат	20° п	20° расчетн	60° нормат	60° п	60° расчетн	С-70, ℓ ветр = 475 м, ℓ вес = 545 м, ℓ габ = 435 м, 0° нормат	0° п	0° расчетн	20° нормат	20° п	20° расчетн	60° нормат	60° п	60° расчетн
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t=-5°C$; $C=15$ мм; $q=0$; $c=20$ мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ / $P_т$	0 / 0	1,26	0 / 0	1670 / 1670	1,26	2110 / 2110	4820 / 4820	1,26	6080 / 6080	0 / 0	1,26	0 / 0	905 / 915	1,26	1140 / 1160	2610 / 2640	1,26	3290 / 3330
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	$P_{по}$	0	1,26	0	830	1,26	1050	2400	1,26	3020	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	65	1,26	80	65	1,26	80	60	1,26	75
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода.	$S_п$	4820	1,26	6080	4750	1,26	5980	4170	1,26	5250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	820/600 / 980/710	1,1 / 2,0	900/660 / 1960/1420	820/600 / 980/710	1,1 / 2,0	900/660 / 1960/1420	820/600 / 980/710	1,1 / 2,0	900/660 / 1960/1420	330/250 / 580/440	1,1 / 2,0	370/275 / 1160/880	330/250 / 580/440	1,1 / 2,0	370/275 / 1160/880	330/250 / 580/440	1,1 / 2,0	370/275 / 1160/880
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	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	$P_п$	0 / 0	1,26	0 / 0	1670 / 1670	1,26	2110 / 2110	4820 / 4820	1,26	6080 / 6080	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	465	1,26	590	1340	1,26	1690
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода	$\Delta S_п$	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве.	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2670	1,26	3360	2630	1,26	3310	2310	1,26	2910
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	820/600 / 980/710	1,1 / 2,0	900/660 / 1960/1420	820/600 / 980/710	1,1 / 2,0	900/660 / 1960/1420	820/600 / 980/710	1,1 / 2,0	900/660 / 1960/1420	330/250 / 580/440	1,1 / 2,0	370/275 / 1160/880	330/250 / 580/440	1,1 / 2,0	370/275 / 1160/880	330/250 / 580/440	1,1 / 2,0	370/275 / 1160/880
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	IV район гололеда: АСО-400, ℓ ветр = 475 м, ℓ вес = 490 м, ℓ габ = 390 м, 0° нормат	0° п	0° расчетн	20° нормат	20° п	20° расчетн	60° нормат	60° п	60° расчетн	С-70, ℓ ветр = 475 м, ℓ вес = 490 м, ℓ габ = 390 м, 0° нормат	0° п	0° расчетн	20° нормат	20° п	20° расчетн	60° нормат	60° п	60° расчетн
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t=-5°C$; $C=15$ мм; $q=0$; $c=20$ мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ / $P_т$	0 / 0	1,26	0 / 0	1670 / 1670	1,26	2110 / 2110	4820 / 4820	1,26	6080 / 6080	0 / 0	1,26	0 / 0	920 / 930	1,26	1160 / 1170	2650 / 2680	1,26	3340 / 3380
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	$P_{по}$	0	1,26	0	830	1,26	1050	2400	1,26	3020	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса.	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	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.	$S_п$	4820	1,26	6080	4750	1,26	5980	4170	1,26	5250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса.	$q_п$ / $q_т$	735/560 / 1300/990	1,1 / 2,0	810/620 / 2600/1980	735/560 / 1300/990	1,1 / 2,0	810/620 / 2600/1980	735/560 / 1300/990	1,1 / 2,0	810/620 / 2600/1980	300/230 / 860/650	1,1 / 2,0	330/260 / 1720/1300	300/230 / 860/650	1,1 / 2,0	330/260 / 1720/1300	300/230 / 860/650	1,1 / 2,0	330/260 / 1720/1300
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	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	$P_п$	0 / 0	1,26	0 / 0	1670 / 1670	1,26	2110 / 2110	4820 / 4820	1,26	6080 / 6080	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	465	1,26	590	1340	1,26	1690
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода	$\Delta S_п$	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве.	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2670	1,26	3360	2630	1,26	3310	2310	1,26	2910
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	735/560 / 1300/990	1,1 / 2,0	810/620 / 2600/1980	735/560 / 1300/990	1,1 / 2,0	810/620 / 2600/1980	735/560 / 1300/990	1,1 / 2,0	810/620 / 2600/1980	300/230 / 860/650	1,1 / 2,0	330/260 / 1720/1300	300/230 / 860/650	1,1 / 2,0	330/260 / 1720/1300	300/230 / 860/650	1,1 / 2,0	330/260 / 1720/1300
				Вес гирлянд изоляторов.	$q_г$	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 увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_o (кг/м²) Сх. I	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру δ (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{\delta}$	Аэродинамический коэффициент плоской фермы $C_\Phi = C_1 \cdot \varphi = 1.4\varphi$	ζ при $\frac{b}{h} = 1$	Аэродинамический коэф. пространств фермы $C_{пр} = C_\Phi (1+\zeta)$	Нормативная ветровая нагрузка: Ветер II тр-се $P = q_o C_{пр} S$ Сх. I	Нормативная ветровая нагрузка: Ветер II тр-се $P = q_o C_{пр} S$ Сх. II	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\beta = 1.35$ коэф. перегр. n (кг): $n = 1.2$ Сх. I	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\beta = 1.35$ коэф. перегр. n (кг): $n = 1.0$ Сх. II
Трехстойка		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 ⊥ траверсе. При ветре ∥ 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, $\alpha = 60°$, без разности тяжения			Схема II; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$; без разности тяжения.		
	Изгибающие моменты		Вертикальные нагрузки	Изгибающие моменты		Вертикальные нагрузки
	От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$ (тм)	G (т)	От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$ (тм)	G (т).
3-3 ▽ 18,75 $b = 2,5$ м	4,04 × 15,35 = 62,0 5,38 × 7,25 = 39,3 5,38 × 2 × 0,75 = 8,1 20,18 $M_{II} = 109,4$ $M_{ну} = (0,98+0,38)\,4,9 = 6,65$ $\Sigma M_{II} = 116,05$	0,55 × 12,15 = 6,70 0,14 × 8,1 = 1,15 1,34 × 4,1 = 5,50 0,18 × 2 × 1,7 = 0,61 2,39 13,96	0,4 × 1 = 0,40 (0,98+0,375)×3 = 4,08 0,35 × 15,3 = 5,35 9,83	4,73 × 15,35 = 72,9 7,59 × 7,25 = 55,2 7,59 × 2 × 0,75 = 11,4 27,50 $M_{II} = 139,5$ $M_{ну} = (0,81+2,60+0,38)\times 4,9 = 18,5$ $\Sigma M_{II} = 158,0$	0,115 × 12,15 = 1,4 0,027 × 8,1 = 0,22 0,28 × 4,1 = 1,15 0,04 × 2 × 1,7 = 0,14 0,502 2,91	0,33 + 1,72 = 2,05 (0,81+2,60+0,38)3 = 11,4 0,35 × 15,3 = 5,35 18,80
	$U_2 = \frac{116,05 + 13,96}{2 \times 2,5} + \frac{9,83}{4} = 26,1 + 2,46 = 28,56$ т			$U_2 = \frac{158,0 + 91}{2 \times 5} + \frac{18,80}{4} = 32,3 + 4,7 = 37,0$ т		
2-2 ▽ 10,7 м $b = 4,7$ м $\cos\gamma = 0,989$	116,05 20,18 × 8,1 = 163,0 20,18 279,05	13,96 2,39 × 8,1 = 19,35 1,39 × 2,8 = 3,90 3,78 37,21	9,83 0,35 × 8,1 = 2,83 12,66	158,0 27,50 × 8,1 = 223,0 27,50 381,0	2,91 0,502 × 8,1 = 4,07 0,28 × 2,8 = 0,78 0,782 7,76	18,80 0,35 × 8,1 = 2,83 21,63
	$U_1 = \frac{279,05 + 37,21}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{12,66}{4 \times 0,989} = 33,9 + 3,2 = 311$ т			$U_1 = \frac{381,0 + 7,76}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{21,63}{4 \times 0,989} = 42,0 + 5,47 = 47,47$ т		
1-1 ▽ 2,2 м $b = 7,3$ м $\cos\gamma = 0,989$	279,05 20,18 × 8,5 = 171,5 20,18 450,55	37,21 3,78 × 8,5 = 32,10 1,78 × 2,3 = 4,10 5,56 73,41	12,66 0,35 × 8,5 = 2,97 15,63	381,0 27,50 × 8,5 = 234,0 27,50 615,0	7,76 0,782 × 8,5 = 6,65 0,37 × 2,3 = 0,85 1,152 15,26	21,63 0,35 × 8,5 = 2,97 24,60
	$U_7 = \frac{450,55 + 73,41}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{15,63}{4 \times 0,989} = 35,9 + 3,94 = 39,84$			$U_7 = \frac{615,0 + 15,26}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{24,60}{4 \times 0,989} = 43,3 + 6,21 = 49,51$ т		

Расчет усилий в раскосах ствола опоры У220-1; Гронь II осям траверс: Схема III; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$ Таблица №4

Сечение отметка	Изгибающие моменты M_{II} (тм) от тяжения	Изгибающие моменты M_{II} (тм) от весовой нагрузки	Поперечн. сила Q'' (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обознач. элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{Mu}{в} tg\gamma$	$4в\cos\beta$	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{Mu}{в} tg\gamma}{2\cos\beta}$	Усилия в раскосах $D'' = \frac{Мкр}{4в\cos\beta}$	Усилия в раскосах $D = D' + D''$
9-9 ▽25.2	—	—	3,34+3,02= =6,36	5,25×4,9=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	5,25×6,9=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	3,34×17,0= 56,8 6,08×8,9= 54,2 (6,08+3,02)×2,4=21.8 18.52 132.8	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	132.8 18.52×2.0= 37.0 18,52 169.8	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	169,8 18,52×2.0= 37.0 18.52 206,8	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	206,8 18,52×2,4= 44,5 18,52 251.3	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	251 3 18,52×2,85= 52.8 18,52 304.1	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	304.1 18,52×2,5= 46.3 18,52 350.4	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	350.4 18,52×3,15= 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 ствола опоры У220-1; Грань ⊥ осям траверс; Схема II концевая; IV р-н гололеда $\alpha = 0°$

Таблица №5

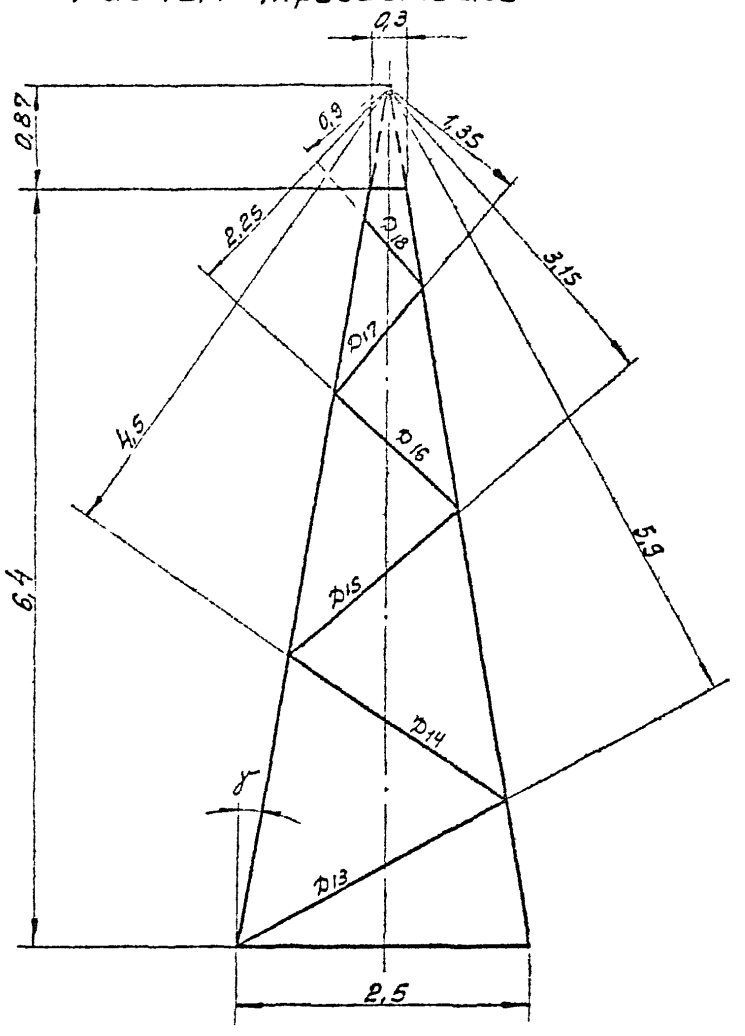
Сечение отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_\perp$ (тм)	Поперечн. сила $Q_\perp$ (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обознач. элемента	База в (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{b} tg\gamma$	$4b\cos\beta$	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{b} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{Мкр}{4b\cos\beta}$	$D = D' + D''$	Примечание
9-9 ▽25,2	—	4,07+6,94= =11,01	6,94×4,9=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+3×6,94= =24,89	34,0	D'_3	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	7,28	3,97	11,25	
8-8 ▽17,1	4,07×17=69,4 6,94(8,9+4,8)=95,0 24,89 164,4	24,89	34,0	D'_4	2,8	0,15	36°	0,809	1,62	8,85	9,07	2,22	3,75	5,97	
7-7 ▽15,1	164,4 24,89×2,0=49,8 24,89 214,2	24,89	34,0	D'_5	3,4	0,15	31°	0,857	1,71	9,45	11,7	1,75	2,90	4,65	
6-6 ▽13,1	214,2 24,89×2,0=49,8 24,89 264,0	24,89	34,0	D'_6	4,0	0,15	26°	0,899	1,80	9,95	14,4	1,39	2,36	3,75	
2-2 ▽10,7	264,0 24,89×2,4=59,8 24,89 323,8	24,89	34,0	D'_7	4,7	0,15	33°	0,838	1,68	10,3	15,8	1,28	2,15	3,43	
5-5 ▽7,85	323,8 24,89×2,85=71,0 24,89 394,8	24,89	34,0	D'_8	5,6	0,15	24°	0,913	1,83	10,6	20,5	1,01	1,66	2,67	
4-4 ▽5,35	394,8 24,89×2,5=62,3 24,89 457,1	24,89	34,0	D'_9	6,4	0,15	22°	0,927	1,85	10,7	23,7	0,95	1,43	2,38	
1-1 ▽2,2	457,1 24,89×3,15=78,4 24,89 535,5	24,89	34,0	D'_{10}	7,3	0,15	29°	0,875	1,75	11,0	25,5	0,83	1,33	2,16	

Расчет усилий в раскосах ствола опоры У 220-1; Грань ⊥ осям траверс; Схема III концевая; IV р-н гололеда, $\alpha = 0°$

Таблица №6

Сечение отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_{\perp}$ (тм)	Поперечная сила $Q_{\perp}$ (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. элемента	База b (м)	$tg\beta$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_{\perp}}{b} tg\beta$	$4b\cos\beta$	Усилия в раскосах $D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_{\perp}}{b} tg\beta / 2\cos\beta$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b\cos\beta}$	$D = D' + D''$	Примечание.
9-9 ▽25,2	—	3,34+6,08= =9,42	6,08×4,9= 29,8	D'_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	2,80	3,55	6,35	
3-3 ▽18,75	—	3,34+2×6,08= =15,5	6,08(4,9+6,9)= =71,8	D'_3	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	4,53	8,32	12,85	
8-8 ▽17,1	3,34×17,0= 56,8 6,08(8,9+2,4)=68,6 15,5 125,4	15,5	71,8	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	125,4 15,5×2,0= 31,0 15,5 156,4	15,5	71,8	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	156,4 15,5×2,0= 31,0 15,5 187,4	15,5	71,8	D'_6	4,0	0,15	26°	0,899	1,80	7,03	14,4	0,40	4,98	5,38	
2-2 ▽10,7	187,4 15,5×2,4=37,2 15,5 224,6	15,5	71,8	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	224,6 15,5×2,85=44,2 15,5 268,8	15,5	71,8	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	15,5 268,8 15,5×2,5= 38,7 15,5 307,5	15,5	71,8	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	307,5 15,5×3,15=48,8 15,5 356,3	15,5	71,8	D'_{10}	7,3	0,15	29°	0,875	1,75	7,53	25,5	0,13	2,81	2,94	

Расчет тросостойки



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

$$tg\,\gamma = \frac{1,1}{6,4} = 0,172 \qquad \gamma = 9°50'$$

$$Cos\,\gamma = 0,985$$

Схема II IV р.г. $\alpha = 60°$

а) Усилие в поясе

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

$M_{II} = 4,73 \times 6,4 = 30,3$ тм.

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

$\Sigma M = 30,3 + 0,41 = 30,71$ тм.

$G = 2,05 + 0,8 = 2,85$ тн.

$$U_4 = \frac{30,71}{2 \times 2,5 \times 0,985} + \frac{2,85}{4 \cdot 0,985} = 6,23 + 0,72 = 6,95 \text{ т.}$$

б) Усилие в раскосах

$P_T = 4,73$

$M = 4,73 \times 0,87 = 4,11$ тм.

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

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

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

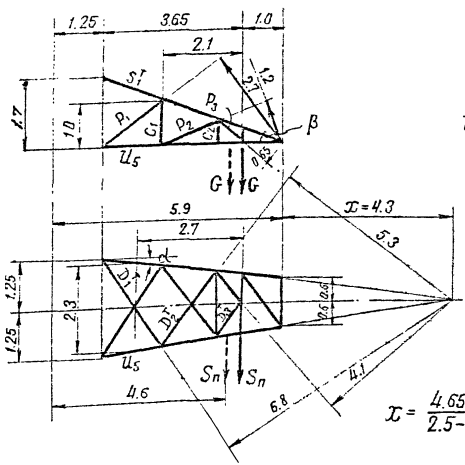
$$D_{16} = \frac{4,11}{2 \cdot 2,25} = 0,92 \text{ т.}$$

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

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

Расчет траверс

1. Траверса $\ell = 4{,}6$ м.



$tg\alpha = \frac{0.65}{4.65} = 0.14$

$\alpha = 8°$

$Cos\alpha = 0.99$

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

$\beta = 20°$

$Cos\beta = 0.939$

$x = \frac{4.65 \times 1.2}{2.5 - 1.2} = 4{,}3$ м

а) Усилия в поясе

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

$S_n = 6{,}94$т; $P_n = 0.34$т; $q_n = 1{,}71$т; $q_г = 0{,}38$т; $G_{тр} \cong 0{,}3$т

$\Sigma G = q_n + 0{,}5\, q_г + 0.25\, G_{тр} = 1{,}71 + 0{,}5 \times 0{,}38 + 0{,}25 \times 0{,}3 = 1{,}38$т

$$U_5 = \frac{1.98 \times 2.1}{1.0} + \frac{6.94 \times 2.7}{2.3 \times 0.99} + 0.34 = 4{,}16 + 8{,}23 + 0{,}34 = 12{,}73\text{т}$$

Схема III; IV р.г. $\alpha = 60$

$S_n = 5{,}25$т $\quad P_{no} = 3{,}02$т

$q_n = 1{,}71$т ; $q_г = 0{,}38$т, $G_{тр} \cong 0.3$т; $q_л = 0.2 \times 1{,}1 = 0{,}22$т.

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

$$U_5 = \frac{2.09 \times 2.1}{1.0} + \frac{5.25 \times 2.7}{2.3 \times 0.99} + 3.02 = 4{,}4 + 6.25 + 3.02 = \underline{13{,}67\text{т}}$$

б) Усилия в тяге и элементах боковой грани.
Схема II; IV р.г.

$q_п = 1{,}71$ т $\quad q_г = 0{,}38$ т $\quad G_{тр} \cong 0{,}3$ т

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

$$S_1^т = \frac{1.98 \times 3.65}{1{,}7 \times 0{,}939} = 4{,}67 \text{ т}$$

$$P_1 = \frac{1.98 \times 1{,}3}{2.7} = 0{,}96 \text{ т}$$

$$P_2 = \frac{1.98 \times 1.3}{1.2} = 2{,}15 \text{ т}$$

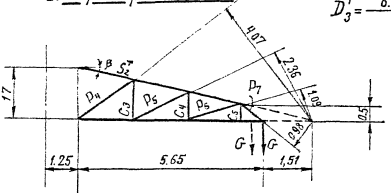
$$P_3 = \frac{1.98 \times 1.0}{0.65} = 3.05 \text{ т}$$

$$C_1 = \frac{1.98 \times 1{,}3}{3.1} = 0.83 \text{ т} \qquad C_2 = 1{,}0 \text{ т}$$

в) Усилия в раскосах нижней грани
Схема II к; IV р.г.; $\alpha = 0°$; опора концевая

$$S_п = 6{,}94 \text{ т}; \quad D_1^т = \frac{6.94 \times 5.6}{6{,}8 \times 2} = 2{,}86 \text{ т} \qquad D_2^т = \frac{6.94 \times 5.6}{5{,}3 \times 2} = 3{,}68 \text{ т}$$

2. Траверса $\ell = 66$ м.



$$D_3^т = \frac{6.94 \cdot 5{,}3}{2 \cdot 4.1} = 4{,}5 \text{ тн.}$$

$$tg\alpha = \frac{0.75}{5.35} = 0.14$$

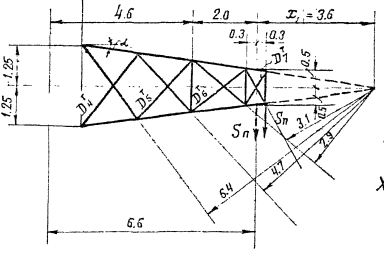
$\alpha = 8°$

$Cos\alpha = 0.99$

$$tg\beta = \frac{1.2}{5{,}05} = 0.238$$

$\beta = 13°20'$

$Cos\beta = 0{,}973$



$$X_1 = \frac{5{,}35 \times 1.0}{2.5 - 1.0} = 3{,}6 \text{ м}$$

$$X_2 = \frac{5.05 \times 0.5}{1{,}2} = 2{,}11 \text{ м}$$

а) Усилие в поясе

Схема III ; IV р.г. $\alpha = 60°$;

$S_п = 5,25$ т $\quad P_{по} = 3,02$ т $\quad q_п = 1,71$ т

$q_г = 0,38$ т ; $G_{тр} \cong 0,5$ т. $\quad q_л = 0,2 \times 1,1 = 0,22$ т

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

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

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

б) Усилия в тяге и элементах боковой грани

Схема II ; IV р.г

$q_п = 1,71$ т $\quad q_г = 0,38$ т $\quad G_{тр} \cong 0,5$ т.

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

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

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

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

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

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

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

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

$C_5 = 1\,т.$

б) Усилия в раскосах нижней грани.

Схема II к; IV р.г.; $\alpha = 0°$

Опора концевая

$S_п = 6,94\,т.$

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

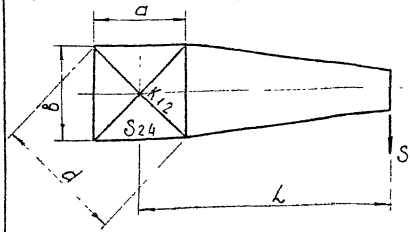
$$D_5^т = \frac{6,94 \times 3,6}{4,7 \times 2} = 2,74\,т$$

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

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

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс

а) Схема II к IV р г



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

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

$S_п = 6,94т$ (схема II к)

$G = 1,98т$

1. Траверса $\ell = 46м$

$a = b = 2,5м$; $d = 3,55$; $h = 4,9м$

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

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

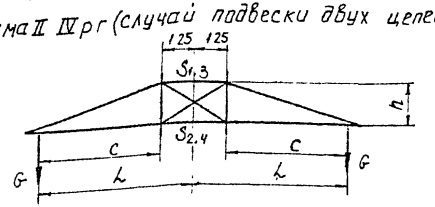
2. Траверса $\ell = 6,6м$

$a = b = 2,5м$ $d = 3,55м$ $L = 6,9м$

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

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

б) Схема II IV р г (случай подвески двух цепей)



$h = 1,7$

1. Траверса $\ell = 4,6м$

$L = 4,9м$ $C = 4,9 - 1,25 = 3,65м$ $q_п = 1,71т$ $q_г = 0,38т$ $G_{тр} \approx 0,3т$

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

$S_1 = \frac{G \times c}{h} \quad \frac{1,98 \times 3,65}{1,7} = 4,25$

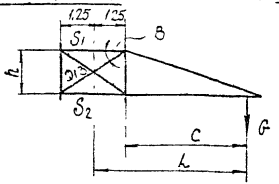
2. Траверса $\ell = 6.6$м

$L = 6.9$м, $C = 6.9 - 1.25 = 5.65$м, $q_п = 1.71$т, $q_г = 0.38$т, $G_{тр} \cong 0.5$т

$\Sigma G = 1.71 + 0.5 \times 0.38 + 0.25 \times 0.5 = 2.02$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.



$h = 1.7$м

$tg\beta = \frac{1.7}{2.5} = 0.64$,

$\beta = 32°36'$

$\cos\beta = 0.843$

1) Траверса $\ell = 4.6$м

$L = 4.9$м $C = 4.9 - 1.25 = 3.65$м $\Sigma G = 1.98$т

$$D_1 = \frac{G \times C}{2 \times h \cos\beta} = \frac{1.98 \times 3.65}{2 \times 1.7 \times 0.843} = 2.54_т$$

2) Траверса $\ell = 6.6$м

$L = 6.9$м $C = 6.9 - 1.25 = 5.65$м. $\Sigma G = 2.02$т

$$D_3 = \frac{G \times C}{2 \times h \cos\beta} = \frac{2.02 \times 5.65}{2 \times 1.7 \times 0.843} = 4.0_т$$

3) Траверса $\ell = 4.6$м

$L = 4.9$м $C = 4.9 - 1.25 = 3.65$м $\Sigma G = 1.98$т

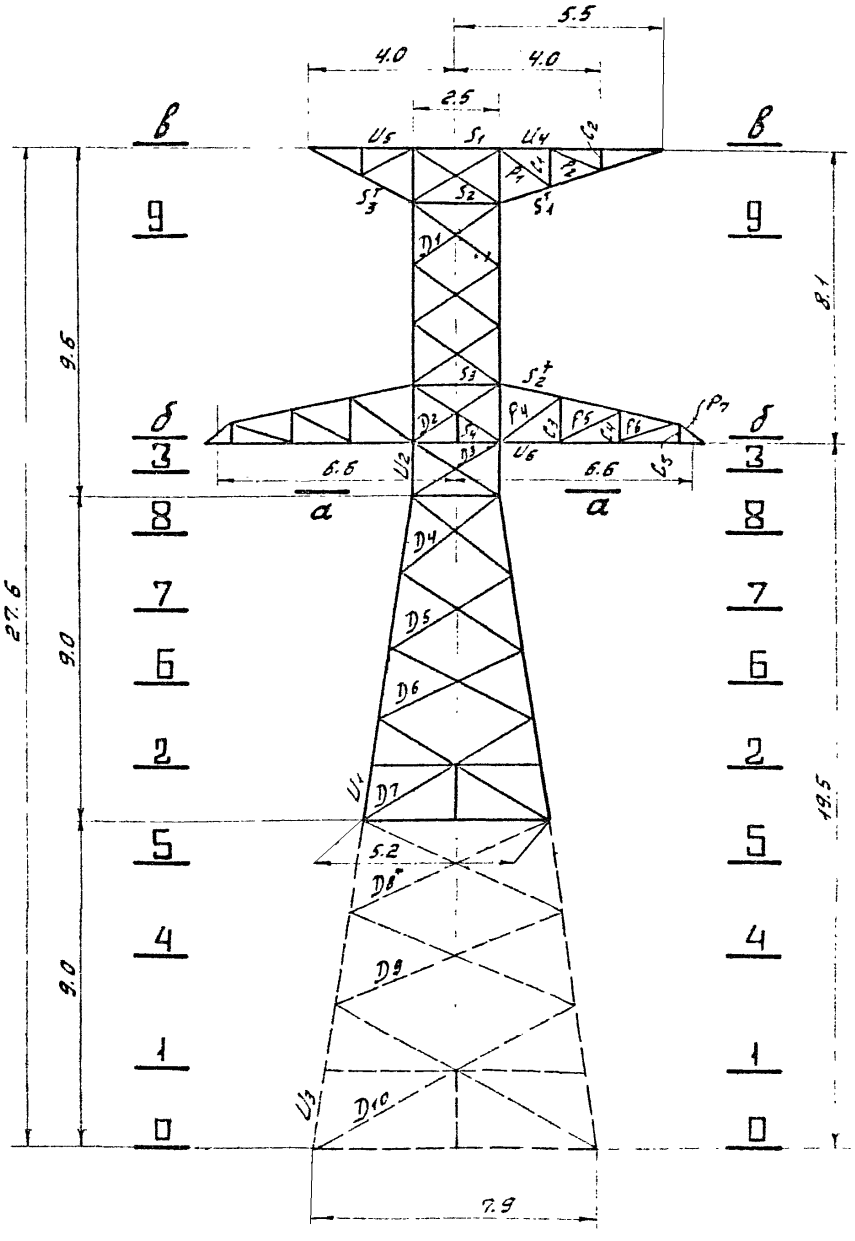
$$S_1 = \frac{G \times C}{2h} = \frac{1.98 \times 3.65}{2 \times 1.7} = 2.13_т$$

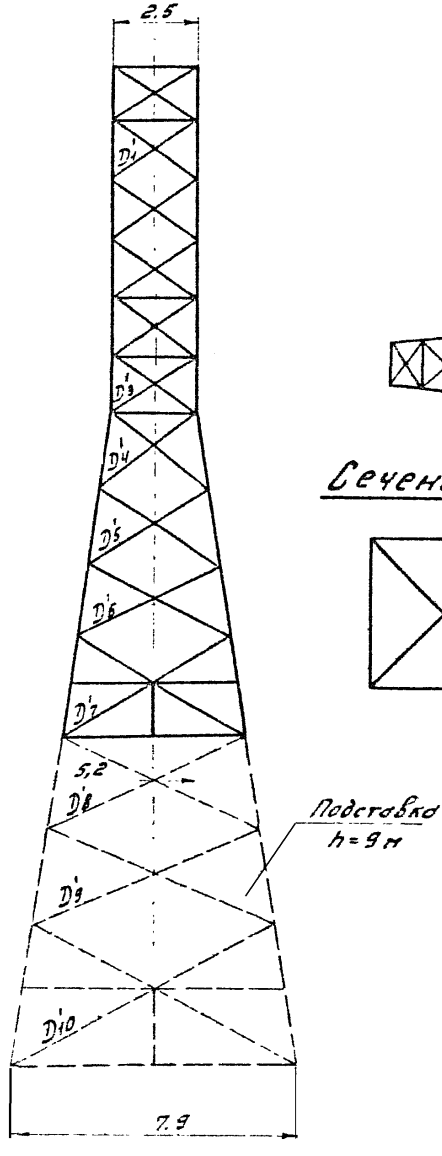
Расчет распорки и диафрагмы на отметке траверсы $\ell = 4.6$м опоры У220-1

Схема III; IV р.г. $\alpha = 60°$ $S_п = 5.25$т $G = 2.09$т и $P_п = 3.02$т

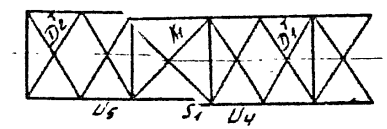
$$S_4 = \frac{5.25 \times 4.9}{2 \times 2.5} + \frac{2.09 \times 3.65}{1.7} + 3.02 = 5.15 + 4.5 + 3.02 = 12.67_т$$

У220-3

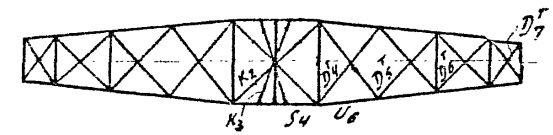




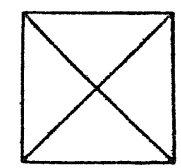
Сечение в-в



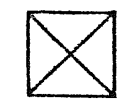
Сечение б-б



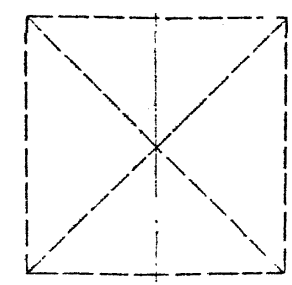
Сечение 2-2



Сечение а-а



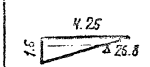
Сечение 1-1

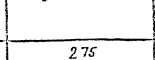


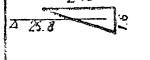
Давление ветра на конструкцию опоры по схемам I и II.

Таблица N7

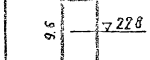
Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м²) Сх.I	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент плоской фермы $C_ф = C_i \cdot \varphi \cdot 1{,}4\varphi$	η при $\frac{b}{h}=1$	Аэродинамический коэф. пространств. фермы $C_{пр}$ $C_ф(1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка. Ветер II тр-се $P = q_0 C_{пр} S$ Сх I	Нормативная ветровая нагрузка. Ветер II тр-се $P = q_0 C_{пр} S$ Сх II	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\beta = 1{,}35$ коэф. перегр. n (кг) $n=1{,}2$ Сх.I	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\beta = 1{,}35$ коэф. перегр. n (кг) $n=1{,}0$ Сх.II
Тросовая траверса $\ell = 5{,}5$ м	4.25; 1.6; 26.8	1,5	75	1,0	3,40	0,294	0,41	0,68	0,69	80 2) (180)	20 (45)	130 (290)	30 (60)
Тросовая траверса $\ell = 4{,}0$	2.75; 25.8; 1.6	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	9.6; 22.8; 2.5	1,45	73	4,7	24,00	0,196	0,274	0,71	0,47	820	205	1340	280
Нижняя секция	2.5; 9.0; 13.5; 5,2	1,0	50	6,5	34,60	0,187	0,262	0,85	0,49	850	210	1390	280
Подставка	5,2; 9.0; 4.5; 7,4	1,0	50	8,0	58,80	0,136	0,19	0,94	0,37	1090	270	1780	370
Нижняя траверса	1.7; 20.35; 5.15	1,36	68	1,4	6,20	0,226	0,317	0,81	0,574	110×2 2) (240)	30×2 (60)	180×2 (390)	40×2 (80)
										3100	775	5065	1055

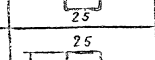












Примечания:

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

Определение усилий в поясах ствола опоры У220-3.

Таблица № 8

Сечения, отметки, базы	Схема I; I р-н гололеда; $\alpha = 60°$; без разности тяжения			Схема II; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$; 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 $M_{W_{II}}$ (тм)		От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$ (тм)	
3-3 ▽ 18,75 м $b = 2,5$ м	$4,04 \times 2 \times 8,85 = 71,5$ $5,375 \times 3 \times 0,75 = 12,1$ 24,205 83,60	$0,13 \times 8,05 = 1,05$ $0,065 \times 8,05 = 0,52$ $0,36 \times 1,6 = 0,54$ $1,34 \times 4,05 = 5,44$ 1,9 7,55	$0,4 \times 2 = 0,80$ $(0,980 + 0,375) \times 3 = 4,08$ $0,355 \times 8,8 = 3,12$ 8,00	$4,735 \times 2 \times 8,85 = 84,0$ $7,59 \times 3 \times 0,75 = 17,0$ 32,23 101,0	$0,03 \times 8,05 = 0,24$ $0,015 \times 8,05 = 0,12$ $0,08 \times 1,6 = 0,13$ $0,28 \times 4,05 = 1,35$ 0,405 1,84	$(0,33 + 1,72) \times 2 = 4,10$ $(0,81 + 2,60) \times 3 = 10,23$ $0,355 \times 8,8 = 3,12$ 17,45
	$U_2 = \frac{83,60 + 7,55}{2 \times 2,5} + \frac{8,00}{4} = 18,3 + 2,0 = 20,3$ т			$U_2 = \frac{101,0 + 1,84}{2 \times 2,5} + \frac{17,45}{4} = 20,7 + 4,36 = \underline{25,06}$ тн		
2-2 ▽ 10,7 м $b = 4,7$ м $\cos\gamma = 0,989$	83,60 $24,205 \times 8,05 = 195,0$ 24,205 278,60	7,55 $1,9 \times 8,05 = 15,30$ $1,39 \times 2,8 = 3,90$ 3,29 26,75	8,00 $0,355 \times 8,05 = 2,87$ 10,87	101,0 $32,23 \times 8,05 = 260,0$ 32,23 361,0	1,84 $0,405 \times 8,05 = 3,26$ $0,28 \times 2,8 = 0,78$ 0,685 5,88	17,45 $0,355 \times 8,1 = 2,87$ 20,32
	$U_1 = \frac{278,60 + 26,75}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{10,87}{4} = 32,9 + 2,72 = 35,62$			$U_1 = \frac{361,0 + 5,88}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{20,32}{4} = 39,5 + 5,1 = \underline{44,6}$ тн		
1-1 ▽ 2,2 м $b = 7,3$ м $\cos\gamma = 0,989$	278,60 $24,205 \times 8,5 = 206,0$ 24,205 484,60	26,75 $3,29 \times 8,5 = 28,00$ $1,78 \times 2,3 = 4,10$ 5,07 58,85	10,87 $0,355 \times 8,1 = 3,00$ 13,87	361,0 $32,23 \times 8,5 = 273,0$ 634,0	5,88 $0,685 \times 8,5 = 5,82$ $0,37 \times 2,3 = 0,85$ 1,055 12,55	20,32 $0,355 \times 8,5 = 3,00$ 23,32
	$U_3 = \frac{484,60 + 58,85}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{13,87}{4} = 37,80 + 3,47 = 1,27$			$U_3 = \frac{634,0 + 12,55}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{23,32}{4} = 43,6 + 5,8 = \underline{48,4}$ тн		

Расчет усилий в раскосах ствола опоры У220-3. Грань II осям траверс, схема III, IV р.г. $\alpha = 60°$

Таблица №9

Сечение отметка	Изгибающие моменты M_u (тм) от тяжения	Изгибающие моменты M_u (тм) от весовой нагрузки	Поперечная сила Q_{II} (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. элемента	База b (м)	$tg\,\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{b}\,tg\,\gamma$	$4b\cos\beta$	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{b}\,tg\,\gamma}{2\cos\beta}$	Усилия в раскосах $D'' = \frac{M_{кр}}{4b\cos\beta}$	Усилия в раскосах $D = D' + D''$
9-9 ▽25,2	—		3,38+1,69= = 5,07	$M_{кр}$ = 2,91× ×4,0 = 11,65 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	5,25×6,9= = 36,20	D_3	2,5	0	31°	0,857	1,714	0	8,57	6,39	4,23	10,62
8-8 ▽17,1	3,38×2×10,5 = 71,0 6,08×2×2,4 = 29,2 3,02 × 2,4 7,3 21,94 107,5	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 21,94×2 = 43,88 151,38	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 21,94×2 = 43,88 195,26	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 21,94×2,4 = 52,60 247,86	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 21,94×2,85 = 62,50 310,36	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 21,94×2,5 = 54,80 365,16	11,7	21,94	36,20	D_9	6,4	2,15	22°	0,927	1,854	8,3	23,70	1,46	1,55	3,01
1-1 ▽2,2	365,16 1,94×3,15 = 69,00 434,16	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. $\alpha = 60°$

Таблица 10

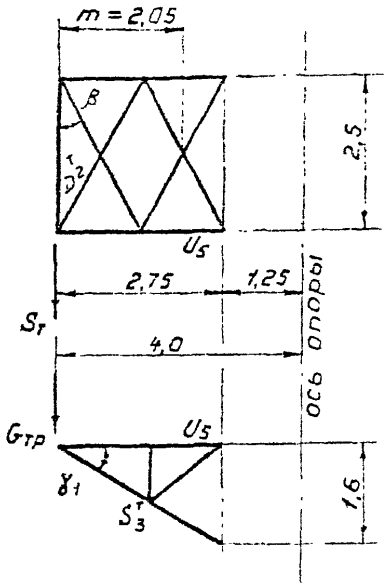
Расчет усилий в раскосах ствола. опоры УГ20-3; Грань ⊥ осям траверс; Схема III, концевая; IV р.г; $\alpha = 0°$

Сечение отметка	Изгибающие моменты Mи (тм) от тяжения	Изгибающие моменты Mи (тм) от весовой нагрузки	Поперечная сила $Q_и$ (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозначение элемента	База в (м)	tgγ	Угол наклона раскоса к горизонтали β	cosβ	2cosβ	$\frac{Mи}{в} tgγ$	в cosβ	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{Mи}{в} tgγ}{2 cosβ}$	Усилия в раскосах $D'' = \frac{M_{кр_1}}{4в cosβ}$	Усилия в раскосах $D = D' + D''$
9-9 ▽25 2	—	—	3,36	3,36 × 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 × 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 × 2 × 10,5 = 71,0 6,08 × 2 × 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 × 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 × 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 × 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 × 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 × 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 × 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 $e = 4{,}0$ м



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

$$\gamma_1 = 30°10'$$

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

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

$$\beta = 28°50'$$

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

Расчет поясов

Схема IV IV р.г.; $\alpha = 60°$

$G_T = 1{,}025$ т $S_T = 2{,}91$ т $P_{ro} = 1{,}69$ т

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

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

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

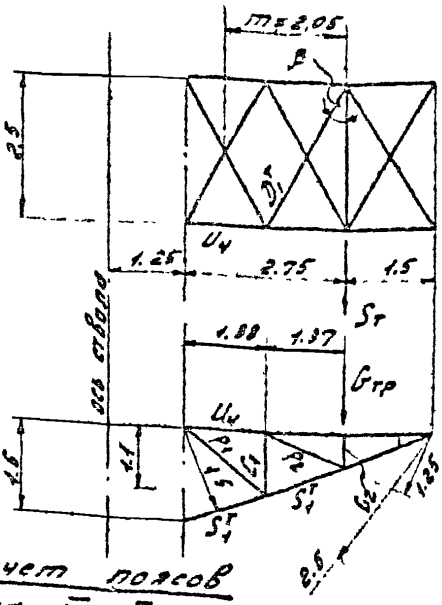
Расчет раскосов горизонтальной грани.

Схема IV; IV р.г.; $\alpha = 0°$

$S_T = 3{,}36$ т

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

2. Тросовая траверса $l = 5,5$ м



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

$\beta = 28°50'$

$\cos\beta = 0,876$

Расчет поясов

Схема IV; IV р.г.; $\alpha = 60°$

$G_T = 1,025$ т; $S_T = 2,91$ т; $P_{T0} = 1,69$ т.

$$U_4 = \frac{S_T m}{l} + P_{T0} - \frac{G_T \times 1,37}{1,1} = \frac{2,91 \times 2,05}{2,5} + 1,69 - \frac{1,025 \times 1,37}{1,1} =$$

$$= 2,38 + 1,69 - 1,27 = 2,80 \text{ т (сжатие)}$$

$$S_1^T = \frac{G_T \times 2,75}{1,5} = \frac{1,025 \times 2,75}{1,5} = 1,87 \text{ т (сжатие)}$$

Усилия в элементах боковых граней

$$C_1 = \frac{G_T \times 1,5}{2,87} = \frac{1,025 \times 1,5}{2,87} = 0,54 \text{ т (сжатие)}$$

$C_2 = 1,025$ т (сжатие).

$$P_1 = \frac{G_T \times 1,5}{2,5} = \frac{1,025 \times 1,5}{2,5} = 0,59 \text{ т (растяж)} \quad P_2 = \frac{1,025 \times 1,5}{1,25} = 1,25 \text{ т (растяж.)}$$

Усилия в раскосах горизонтальной грани

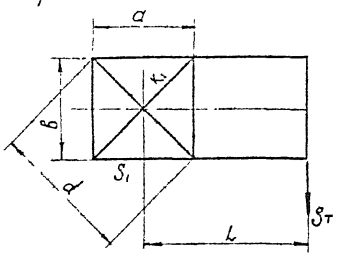
Схема IV; IV р.г. $\alpha = 0°$;

$S_T = 3,36$ т

$$D_1^T = \frac{S_T}{2\cos\beta} = \frac{3,36}{2 \times 0,876} = 1,92 \text{ т}$$

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс опоры У220-3

а) На отметке 27,6м



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

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

$S_т = 3,36т$ (схема IV)

$a = b = 2,5м$, $d = 3,55м$

$L = 4,0м$

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

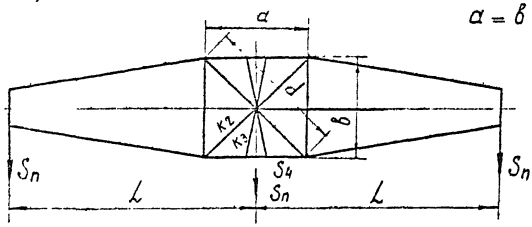
Схема II к IV р. г. $S_т = 4,07т$ $G = 1,03т$

$$S_1 = \frac{4,07 \times 2,75}{2,5} \pm \frac{1,03 \times 2,75}{1,6}$$

$S_1 = 4,5 - 1,8 = 2,7т$ (сжатие)

$S_1 = 4,5 + 1,8 = 6,3$ (растяжение)

б) На отметке 19,5м



$a = b = 2,5м$ $d = 3,55м$

$L = 6,9м$

Схема II к IV р. г.

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

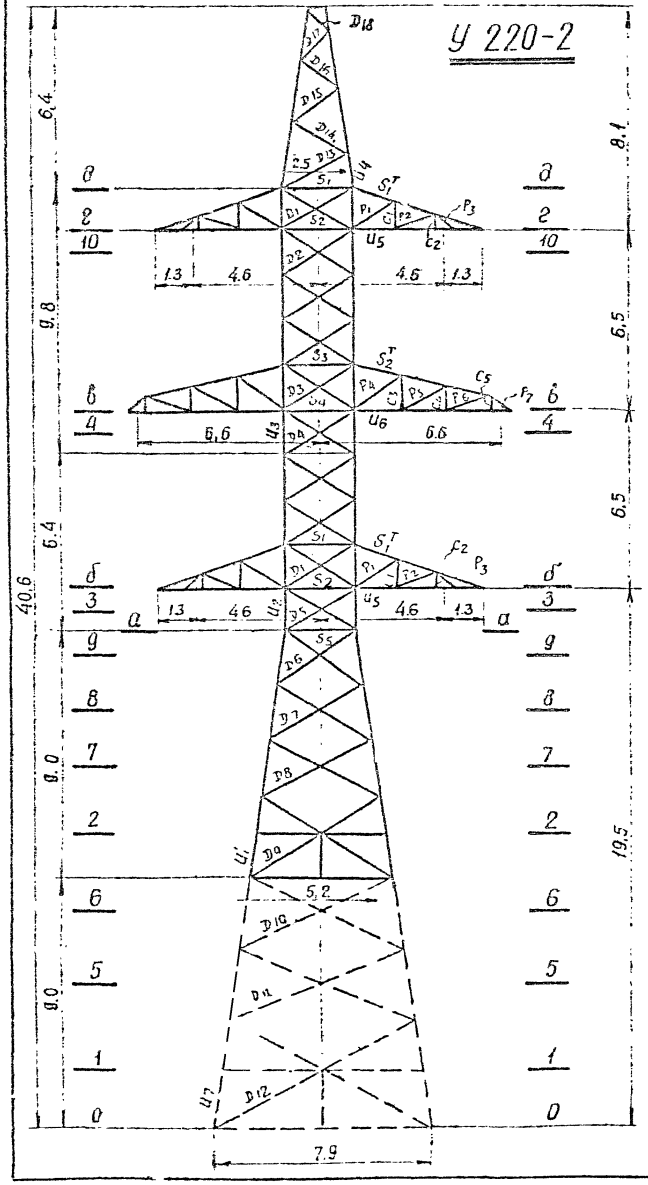
Схема III к IV р.г.

$S_n = 6,08т$

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

$K_3 = 6,94т$

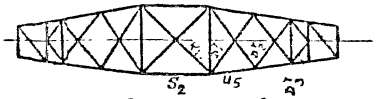
У 220-2



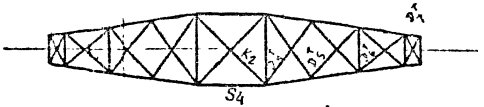
Сечение д-д



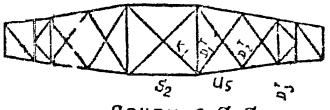
Сечение г-г



Сечение б-б



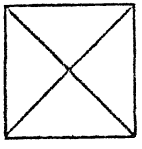
Сечение б'-б'



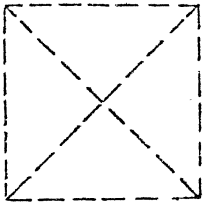
Сечение а-а

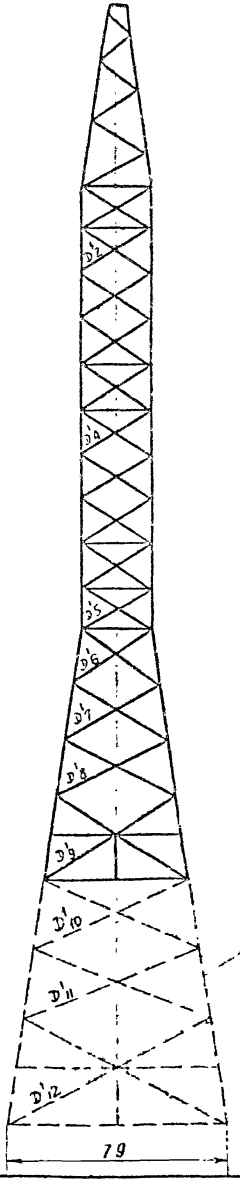


Сечение 2-2



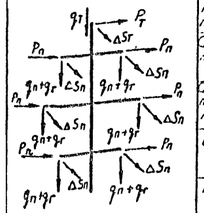
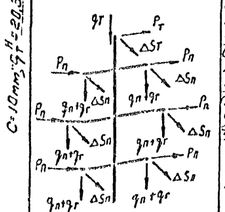
Сечение 1-1





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

Таблица №11

№№ схем.	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда, АСО-400, $e_{ветр}$ = 425м, $e_{вес}$ = 530м, $e_{габ}$ = 425м, 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.	С-70, 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t=-5°C$; $C=0$; $q_n^H=60$ кг/м²; $q_T^H=81$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_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
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2	0 / 0	—	0 / 0	1355 / 1320	1,3	1760 / 1720	3910 / 3800	1,3	5080 / 4950	0 / 0	—	0 / 0	1000 / 960	1,3	1300 / 1250	2880 / 2770	1,3	3760 / 3600
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	P_n / P_T			675 / 535			2420 / 2250			5665 / 5410			385 / 300			1680 / 1545			4085 / 3860
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода троса.	ΔS_n / ΔS_T	195	1,3	255	190	1,3	250	170	1,3	220	240	1,3	310	235	1,3	305	210	1,3	275
				Вес пролета провода, троса	q_n / q_T	785 / 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
				Вес гирлянд изоляторов.	q_r	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	$t=-5°C$; $C=5$ мм; $q_n^H=15$ кг/м²; $C=10$ мм; $q_T^H=20{,}3$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	285 / 225	1,4	400 / 315	280 / 220	1,4	395 / 310	250 / 195	1,4	350 / 275	215 / 170	1,4	300 / 240	210 / 165	1,4	295 / 230	185 / 145	1,4	260 / 205
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	0 / 0	—	0 / 0	1370 / 1330	1,3	1780 / 1730	3950 / 3840	1,3	5150 / 4990	0 / 0	—	0 / 0	1005 / 965	1,3	1305 / 1255	2900 / 2790	1,3	3770 / 3620
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	P_n / P_T			400 / 315			2175 / 2040			5500 / 5265			300 / 240			1600 / 1485			4030 / 3825
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода троса	ΔS_n / ΔS_T	205	1,3	265	200	1,3	260	180	1,3	235	245	1,3	320	240	1,3	310	210	1,3	275
				Вес пролета провода, троса	q_n / q_T	795 / 585 / 240 / 180	1,1 / 2,0	875 / 645 / 480 / 360	795 / 585 / 240 / 180	1,1 / 2,0	875 / 645 / 480 / 360	795 / 585 / 240 / 180	1,1 / 2,0	875 / 645 / 480 / 360	325 / 240 / 120 / 90	1,1 / 2,0	360 / 265 / 240 / 180	325 / 240 / 120 / 90	1,1 / 2,0	360 / 265 / 240 / 180	325 / 240 / 120 / 90	1,1 / 2,0	360 / 265 / 240 / 180
				Вес гирлянд изоляторов.	q_r	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

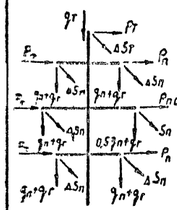
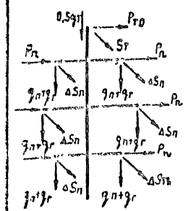
№№ схем.	II район гололеда, АСО-400, $e_{ветр}$ = 425м, $e_{вес}$ = 530м, $e_{габ}$ = 425м, 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.	С-70, 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.
I	560 / 445	1,2	675 / 535	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
	0 / 0	—	0 / 0	1355 / 1320	1,3	1760 / 1720	3910 / 3800	1,3	5080 / 4950	0 / 0	—	0 / 0	780 / 830	1,3	1020 / 1080	2250 / 2390	1,3	2930 / 3100
			675 / 535			2420 / 2250			5665 / 5410			385 / 300			1400 / 1375			3265 / 3360
	195	1,3	255	190	1,3	250	170	1,3	220	270	1,3	350	265	1,3	345	235	1,3	305
	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
	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	360 / 285	1,4	505 / 400	355 / 280	1,4	500 / 390	310 / 245	1,4	435 / 345	320 / 255	1,1	450 / 360	315 / 250	1,4	440 / 350	280 / 220	1,4	390 / 310
	0 / 0	—	0 / 0	1680 / 1600	1,3	2190 / 2080	4850 / 4620	1,3	6300 / 6000	0 / 0	1,3	0 / 0	1005 / 1005	1,3	1305 / 1305	2900 / 2900	1,3	3770 / 3770
			505 / 400			2690 / 2470			6735 / 6345			450 / 360			1745 / 1655			4160 / 4080
	460	1,3	600	455	1,3	590	400	1,3	520	0	—	0	0	—	0	0	—	0
	795 / 585 / 560 / 410	1,1 / 2,0	875 / 645 / 1120 / 820	795 / 585 / 560 / 410	1,1 / 2,0	875 / 645 / 1120 / 820	795 / 585 / 560 / 410	1,1 / 2,0	875 / 645 / 1120 / 820	325 / 240 / 315 / 230	1,1 / 2,0	360 / 265 / 630 / 460	325 / 240 / 315 / 230	1,1 / 2,0	360 / 265 / 630 / 460	325 / 240 / 315 / 230	1,1 / 2,0	360 / 265 / 630 / 460
	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания:

1. Разность тяжения подсчитана при смежном пролете $e = 250$ м.
2. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_m = 40$ кг/мм².

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

Продолжение таблицы №11

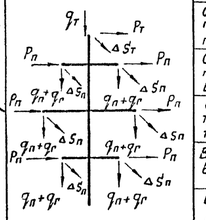
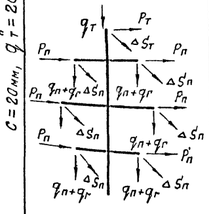
NN схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда, АСО — 400, С-70 (Свотр = 425м, Свес = 530м, Сгаб = 425м): 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.	0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t=5°C$; $C=5$ мм; $q=0$; $C=10$ мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n	0	1,3×0,9=1,17	0	1300	1,17	1520	3750	1,17	4380	0	1,17	0	935	1,17	1095	2690	1,17	3150
					P_T	0		0	1275		1490	3670		4300	0		0	910		1065	2630		3080
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода.	P_{no}	0	1,17	0	655	1,17	760	1875	1,17	2190	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	ΔS_n	150	1,17	175	150	1,17	175	130	1,17	150	145	1,17	170	145	1,17	170	125	1,17	150
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода	S_n	3750	1,17	4380	3690	1,17	4320	3250	1,17	3800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	q_n	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
					q_T	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
				Вес гирлянд изоляторов	q_r	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		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	P_n	0	1,3×0,9=1,17	0	1300	1,17	1520	3750	1,17	4380	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						0		0	1275		1490	3670		4300									
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	P_{To}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,17	0	470	1,17	550	1355	1,17	1590
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода	ΔS_n	150	1,17	175	150	1,17	175	130	1,17	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	S_T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2700	1,17	3160	2660	1,17	3110	2350	1,17	2750
				Вес пролета провода, троса	q_n	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
					q_T	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
				Вес гирлянд изоляторов	q	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

NN схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	II район гололеда, АСО-400, С-70 (Свотр = 425м, Свес = 530м, Сгаб = 425м): 0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.	0° нормат.	0° n	0° расчетн.	20° нормат.	20° n	20° расчетн.	60° нормат.	60° n	60° расчетн.
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t=5°C$; $C=5$ мм; $q=0$; $C=10$ мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n	0	1,17	0	1600	1,17	1870	4630	1,17	5430	0	1,17	0	905	1,17	1060	2610	1,17	3060
					P_T	0		0	1530		1790	4420		5180	0		0	925		1080	2670		3130
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода.	P_{no}	0	1,17	0	800	1,17	940	2310	1,17	2710	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	ΔS_n	395	1,17	465	390	1,17	460	345	1,17	405	125	1,17	145	125	1,17	145	110	1,17	130
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода	S_n	4630	1,17	5430	4570	1,17	5350	4020	1,17	4720	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	q_n	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
					q_T	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
				Вес гирлянд изоляторов	q_r	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		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	P_n	0	1,17	0	1600	1,17	1870	4630	1,17	5430	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						0		0	1530		1790	4420		5180									
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	P_{To}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	475	1,17	555	1370	1,17	1600
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода	ΔS_n	395	1,17	465	390	1,17	460	345	1,17	405	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	S_T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2730	1,17	3180	2690	1,17	3150	2370	1,17	2770
				Вес пролета провода, троса	q_n	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
					q_T	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
				Вес гирлянд изоляторов	q	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

N3080тн-т3

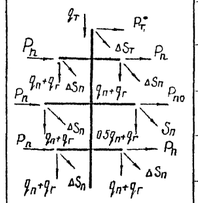
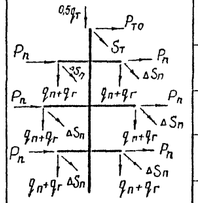
Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220 кВ У 220-2

Продолжение таблицы № 11

№№ 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								
						С ветр = 425 м, С вес = 490 м, С габ = 390 м																		С ветр = 425 м, С вес = 440 м, С габ = 355 м																	
						0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°		
						нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн	нормат	n	расчетн
I	Провода трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t=-5°C$, $c=0$, $q_п^н = 60$ кг/м², $q_т^н = 81$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_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	P_2	0/0	—	0/0	1120/1180	1,3	1460/1530	3230/3400	1,3	4200/4420	0/0	—	0/0	580/640	1,3	755/835	1670/1840	1,3	2170/2390	0/0	—	0/0	900/940	1,3	1170/1220	2600/2710	1,3	3380/3520	0/0	—	0/0	420/460	1,3	545/600	1210/1330	1,3	1570/1730
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ / $P_т$			675/535			2120/2060			4785/4880			385/300			1135/1130			2505/2650			675/535			1830/1750			3965/3980			385/300			925/895			1905/1990
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения, провода, троса	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	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	$q_п$ / $q_т$	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	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
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t=-5°C$; $c=15$ мм; $q_п^н = 15$ кг/м², $c=20$ мм; $q_т^н = 20{,}3$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_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 оттяжения провода, троса	P_2	0/0	—	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	—	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	$P_п$ / $P_т$			620/490			3020/2895			7475/7370			595/475			1995/1875			4590/4485			720/575			3120/2970			7565/7440			740/590			2135/1985			4715/4580
				Составляющая ⊥ траверсе от разности тяжения провода, троса	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	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	1,4	0	0	1,4	0
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	735/555 / 880/665	1,1 / 2,0	810/610 / 1760/1330	735/555 / 880/665	1,1 / 2,0	810/610 / 1760/1330	735/555 / 880/665	1,1 / 2,0	810/610 / 1760/1330	300/230 / 540/410	1,1 / 2,0	330/255 / 1080/820	300/230 / 540/410	1,1 / 2,0	330/255 / 1080/820	300/230 / 540/410	1,1 / 2,0	330/255 / 1080/820	660/520 / 1180/925	1,1 / 2,0	725/575 / 2360/1850	660/520 / 1180/925	1,1 / 2,0	725/575 / 2360/1850	660/520 / 1180/925	1,1 / 2,0	725/575 / 2360/1850	270/210 / 770/605	1,1 / 2,0	300/230 / 1540/1210	270/210 / 770/605	1,1 / 2,0	300/230 / 1540/1210	270/210 / 770/605	1,1 / 2,0	300/230 / 1540/605
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

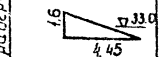
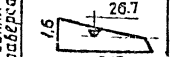
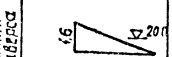
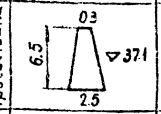
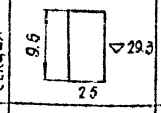
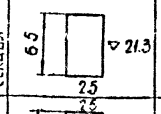
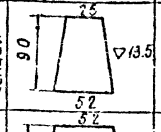
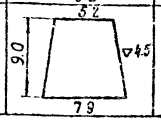
Нагрузки на анкерно – угловые опоры ВЛ 220 кв У 220–2

Продолжение таблицы №11

NN схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	III район гололеда: АСО – 400 (ℓ ветр = 425 м, ℓ вес = 490 м, ℓ габ = 390 м)									С – 70									IV район гололеда: АСО – 400 (ℓ ветр = 425 м, ℓ вес = 440 м, ℓ габ = 355 м)									С – 70								
						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	$P_п$ / $P_т$	0 / 0	1,4×0,9= =1,26	0 / 0	1670 / 1670	1,26	2110 / 2110	4750 / 4820	1,26	5980 / 6080	0 / 0	1,26	0 / 0	905 / 915	1,26	1140 / 1160	2610 / 2640	1,26	3290 / 3330	0 / 0	1,26	0 / 0	1660 / 1670	1,26	2090 / 2110	4780 / 4820	1,26	6040 / 6080	0 / 0	1,26	0 / 0	910 / 920	1,26	1130 / 1160	2630 / 2650	1,26	3320 / 3340
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	$P_{по}$	0	1,26	0	840	1,26	1060	2410	1,26	3040	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	835	1,26	1050	2420	1,26	3050	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсы от тяжения целого провода, троса	$\Delta S_п$ / $\Delta S_т$	45	1,26	60	45	1,26	60	40	1,26	50	70	1,26	90	70	1,26	90	60	1,26	75	30	1,26	40	30	1,26	40	25	1,26	30	50	1,26	60	50	1,26	60	45	1,26	55
				Составляющая ⊥ траверсы от тяжения при обрыве провода	$S_п$	4820	1,26	6080	4750	1,26	5980	4170	1,26	5250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4820	1,26	6080	4750	1,26	5980	4170	1,26	5250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	735/555 / 880/665	1,1 / 2,0	810/610 / 1760/1330	735/555 / 880/665	1,1 / 2,0	810/610 / 1760/1330	735/555 / 880/665	1,1 / 2,0	810/610 / 1760/1330	300/230 / 540/410	1,1 / 2,0	330/255 / 1080/820	300/230 / 540/410	1,1 / 2,0	330/255 / 1080/820	300/230 / 540/410	1,1 / 2,0	330/255 / 1080/820	660/520 / 1180/925	1,1 / 2,0	725/575 / 2360/1850	660/520 / 1180/925	1,1 / 2,0	725/575 / 2360/1850	660/520 / 1180/925	1,1 / 2,0	725/575 / 2360/1850	270/210 / 770/605	1,1 / 2,0	300/230 / 1540/1210	270/210 / 770/605	1,1 / 2,0	300/230 / 1540/1210	270/210 / 770/605	1,1 / 2,0	300/230 / 1540/1210
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны	$t = -5°C$, $C = 15$ мм, $q = 0$; $C = 20$ мм		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	$P_п$	0 / 0	1,4×0,9= =1,26	0 / 0	1650 / 1670	1,26	2080 / 2110	4750 / 4820	1,26	5980 / 6080	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0 / 0	1,26	0 / 0	1660 / 1670	1,26	2090 / 2110	4780 / 4800	1,26	6040 / 6060	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	$P_{то}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	465	1,26	590	1340	1,26	1690	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	465	1,26	590	1340	1,26	1690
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода	$\Delta S_п$	45	1,26	60	45	1,26	60	40	1,26	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	1,26	40	30	1,26	40	25	1,26	30									
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	$S_т$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2670	1,26	3360	2630	1,26	3310	2310	1,26	2910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2670	1,26	3360	2630	1,26	3310	2310	1,26	2910
				Вес пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	735/555 / 880/665	1,1 / 2,0	810/610 / 1760/1330	735/555 / 880/665	1,1 / 2,0	810/610 / 1760/1330	735/555 / 880/665	1,1 / 2,0	810/610 / 1760/1330	300/230 / 540/410	1,1 / 2,0	330/255 / 1080/820	300/230 / 540/410	1,1 / 2,0	330/255 / 1080/820	300/230 / 540/410	1,1 / 2,0	330/255 / 1080/820	660/520 / 1180/925	1,1 / 2,0	725/575 / 2360/1850	660/520 / 1180/925	1,1 / 2,0	725/575 / 2360/1850	660/520 / 1180/925	1,1 / 2,0	725/575 / 2360/1850	270/210 / 770/605	1,1 / 2,0	300/230 / 1540/1210	270/210 / 770/605	1,1 / 2,0	300/230 / 1540/1210	270/210 / 770/605	1,1 / 2,0	300/230 / 1540/1210
				Вес гирлянд изоляторов	$q_г$	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Давление ветра на конструкцию опоры по сечениям I и II

Таблица №2

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции	Коэф. увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 кг/м²	Площадь элементов фермы Σf_i (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент заполнения $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамич. коэф. плоской фермы $C_\Phi = C_1 \cdot \varphi = 1{,}4\varphi$	η при $\frac{b}{h}=1$	Коэффициент пространственности фермы $C_{пр} = C_\Phi(1+\eta)$	Норм. ветровая нагрузка без коэф. динамичности. Ветер ⊥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S$		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динам. $\beta=1{,}35$ и коэф. перегрузки n (кг)	
										C_x I	C_x II	$n=1{,}2$ C_x I	$n=1{,}0$ C_x II
Верхняя траверса		1,64	82.	1,1	3.55	0.31	0.435	0.66	0.723	95×2 (210) *)	24×2	155×2	35×2
Средняя траверса		1,50	75	1,4	6.20	0.226	0.317	0.81	0.574	120×2 (270) *)	30×2	195×2	40×2
Нижняя траверса		1,35	68	1,1	3.55	0,31	0.435	0.66	0.723	80×2 (175) *)	20×2	130×2	30×2
Трассстойка		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
Подставка		1,0	50	8.7	58.8	0.148	0.207	0.93	0.40	1180	295	1910	400
												8220	1725

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

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

таблица №3

Сечения отметки базы	Схема I; I р-н гололеда; $\alpha = 60°$; разность тяжений. Изгибающие моменты: От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	Изгибающие моменты: От нагрузок на провода и трос $M_{\perp}$ (тм)	Изгибающие моменты: От ветра на конструкцию опоры M_{WII} (тм)	Вертикальные нагрузки (т)	Схема II; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$; без разн. тяжений. Изгибающие моменты: От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	Изгибающие моменты: От ветра на конструкцию опоры M_{WII} (тм)	Вертикальные нагрузки G (т)
4-4 ▽ 25,2м в = 2,5м	3,86 x 15,4 = 59,5 5,41 x 2 x 7,3 = 78,8 5,41 x 2 x 0,8 = 8,7 25,5 M_{II} = 147,0	0,275 x 15,4 = 4,24 0,22 x 2 x 7,3 = 3,21 0,22 x 2 x 0,8 = 0,35 1,155 $M_{\perp}$ = 7,8	0,6 x 11,9 = 7,15 0,155 x 2 x 7,8 = 2,42 0,195 x 2 x 1,5 = 0,59 1,96 x 4,1 = 8,05 3,26 M_{WII} = 18,21	0,2[illegible] x 1 = 0,27 (0,61 0,375)6 = 6,12 0,4 x 5,0 = 6,0 12,39	4,715 x 15,4 = 72,6 7,565 x 2 x 7,3 = 110,5 7,565 x 2 x 0,8 = 12,1 34,98 M_{II} = 195,2	0,125 x 11,9 = 1,49 0,035 x 2 x 7,8 = 0,55 0,04 x 2 x 1,5 = 0,12 0,41 x 4,1 = 1,68 0,69 M_{WII} = 3,84	1,84 x 1 = 1,84 (3,085+0,375)x6 = 20,8 0,4 x 15,0 = 6,0 28,64
	$U_3 = \frac{147,0 + 7,8 + 18,21}{2 \times 2,5} + \frac{12,39}{4} = 34,6 + 3,1 = 37,3$ т				$U_3 = \frac{195,2 + 3,84}{2 \times 2,5} + \frac{28,64}{4} = 39,8 + 7,2 = \underline{47,0}$ т		
3-3 ▽ 18,8м в = 2,5м	147,0 2,5,5 x 6,4 = 163,0 5,41 x 2 x 0,75 = 8,1 36,32 M_{II} = 318,1	7,8 1,155 x 6,4 = 7,4 0,22 x 2 x 0,75 = 0,33 1,595 $M_{\perp}$ = 15,53	18,21 3,26 x 6,4 = 20,9 1,3 x 2,5 = 3,25 0,13 x 2 x 1,2 = 0,32 4,82 M_{WII} = 42,68	12,39 0,4 x [illegible],4 = 2,56 14,95	195,2 34,98 x 6,4 = 223,0 7,565 x 2 x 0,75 = 11,3 50,11 M_{II} = 429,5	3,84 0,69 x 6,4 = 4,42 0,27 x 2,5 = 0,68 0,03 x 2 x 1,2 = 0,07 1,02 M_{WII} = 9,01	28,64 0,4 x 6,4 = 2,56 31,20
	$U_2 = \frac{318,1 + 15,53 + 42,68}{2 \times 2,5} + \frac{14,95}{4} = 75,5 + 3,8 = 78,8$				$U_2 = \frac{429,5 + 9,01}{2 \times 2,5} + \frac{31,2}{4} = 87,5 + 7,8 = \underline{95,3}$ т		
2-2 ▽ 10,7м в = 4,7м cos γ = 0,989	318,1 36,32 x 8,1 = 294,0 36,32 M_{II} = 612,1	15,53 1,595 x 8,1 = 12,90 1,595 $M_{\perp}$ = 28,43	42,68 4,82 x 8,1 = 39,0 1,49 x 2,8 = 4,17 6,31 M_{WII} = 35,85	14,95 0,4 x 8,1 = 3,25 18,20	429,5 50,11 x 8,1 = 406,0 50,11 M_{II} = 835,5	9,01 1,02 x 8,1 = 8,27 0,31 x 2,8 = 0,87 1,33 M_{WII} = 18,15	31,20 0,4 x 8,1 = 3,25 34,45
	$U_1 = \frac{612,1 + 28,43 + 85,85}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{18,20}{4 \times 0,989} = 78,0 + 4,6 = 82,6$ т				$U_1 = \frac{835,5 + 18,15}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{34,45}{4 \times 0,989} = 91,5 + 8,7 = \underline{100,2}$ т		
1-1 ▽ 2,2м в = 7,3м cos γ = 0,989	612,1 36,32 x 8,5 = 308,7 36,32 M_{II} = 920,8	28,43 1,595 x 8,5 = 13,50 1,595 $M_{\perp}$ = 41,93	85,85 6,31 x 8,5 = 53,7 1,91 x 2,3 = 4,4 8,22 M_{WII} = 143,95	18,20 0,4 x 8,5 = 3,4 21,6	835,5 50,11 x 8,5 = 427,0 50,11 M_{II} = 1262,5	18,15 1,33 x 8,5 = 11,30 0,4 x 2,3 = 0,92 1,73 M_{WII} = 30,37	34,45 0,4 x 8,5 = 3,4 37,85
	$U_7 = \frac{920,8 + 41,83 + 143,95}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{21,6}{4 \times 0,989} = 76,5 + 5,5 = 82,0$ т				$U_7 = \frac{1262,5 + 30,37}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{37,85}{4 \times 0,989} = 89,5 + 9,6 = \underline{99,1}$ т		

Расчет усилий в раскосах ствола опоры, У220-2. Грань II осям траверс; Схема III; IV р-н гололеда; $\alpha = 60°$

Таблица № 14

Сечение отметка	Изгибающие моменты M_u (тм): от тяжения	Изгибающие моменты M_u (тм): от весовой нагрузки	Поперечная сила Q_u (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обозначение элемента	База B (м)	$tg\gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{B} tg\gamma$	$4B\cos\beta$	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{B} tg\gamma}{2\cos\beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4B\cos\beta}$	$D = D' + D''$
10–10 ▽ 31,7	—	—	12,41	5,25×4,9=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	5,25×6,9=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	3,32×23,5 = 78,0 6,08×2×15,4 = 186,0 (6,08+3,05)×8,9 = 80,8 6,08×2×2,4 = 29,0 36,57 373,8	(3,46–1,92)×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	373,8 36,57×2,0 = 73,2 36,57 447,0	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	447,0 36,57×2,0 = 73,2 36,57 520,2	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	520,2 36,57×2,4 = 88,0 36,57 608,2	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	608,2 36,57×2,85 = 104,0 36,57 712,2	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	712,2 36,57×2,5 = 91,5 36,57 803,7	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	803,7 36,57×3,15 = 115,0 36,5 918,7	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 усилий в раскосах ствола опоры У 220-2. Грань ⊥ осям трасс; Схема III концевая; IV р-н гололеда $\alpha = 0°$; Таблица N 15

Сечение отметка	Изгибающие моменты от тяжения M_L (тм)	Поперечная сила Q (т)	Крутящий момент Мкр (тм)	Обозначение элемента	База b (м)	t_g	Угол наклона раскоса к горизонтали β	cos β	2cos β	$\frac{M_u}{b} t_g \beta$	4b cos β	Усилия в раскосах $D' = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{b} t_g \beta}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$
10 – 10 ▽ 31,7	——	9,36	6,08 × 4,9 = 29,8	D'_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	2,78	3,54	6,32
4 – 4 ▽ 25,2	——	21,44	6,08 × 6,9 = 41,6	D'_4	2,5	0	33°	0,838	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	3,32 × 23,5 = 78,0 6,08 × 2 × 15,4 = 186,0 6,08 × 8,9 = 53,7 6,08 × 2 × 2,4 = 29,0 33,52 346,7	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	346,7 33,52 × 2,0 = 67,0 33,52 413,7	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	413,7 33,52 × 2,0 = 67,0 33,52 480,7	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	480,7 33,52 × 2,4 = 80,4 33,52 561,1	33,52	41,6	D'_9	4,7	0,5	33°	0,838	1,68	18,0	15,8	0,74	2,64	3,38
6 – 6 ▽ 7,85	561,1 33,52 × 2,85 = 95,5 33,52 656,6	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	656,6 33,52 × 2,5 = 83,5 33,52 740,1	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	740,1 33,52 × 3,15 = 106,0 33,52 846,1	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 ствола опоры У220-2. Грань ⊥ оси траверс; схема II концевая; IV р-н гололеда; $\alpha = 0°$.

Таблица № 16

Сечение отметка	Изгибающие моменты от тяжения $M_{\perp}$ (тм)	Поперечн. сила Q (т)	Обознач. элемента	База B (м)	$tg\gamma$	Угл наклона раскоса к горизонтали β	$\cos\beta$	$2\cos\beta$	$\frac{M_u}{B} tg\gamma$	$D = \frac{\frac{Q}{2} - \frac{M_u}{B} tg\gamma}{2\cos\beta}$
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	407×23,5 = 955 6,94×2×15,4 = 214,0 6,94×2×8,9 = 123,5 6,94×2×2,4 = 33,3 45,71 466,3	45,71	D'_6	2,8	0,15	36°	0,809	1,62	25,1	1,39
8–8 ▽ 15,1	466,3 45,71×2,0 = 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	557,8 45,71×2,0 = 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	649,3 45,71×2,4 = 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	758,8 45,71×2,85 = 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	888,8 45,71×2,5 = 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	1002,8 45,71×3,15 = 144,0 45,71 1146,8	45,71	D'_{12}	7,3	0,15	29°	0,875	1,75	23,6	0,43

gost.e-ecolog.ru

Рассчитал /Цеитлин/.
Проверил /Жеглова/.