

3080 TM-T3

Коп. 1973.

73 МИНИСТЕРСТВО
ЭЛЕКТРИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ

ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»

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 1973г. ./

Заменены на основании
протокола Минэнерго СССР
от 28.03.88 № 26 выпусками
О, 1, 2, 3 серии З, 407. 2-145/129

30807N-53

50/6. 1983

(См. инф. лист № 8-88. Стр. 46)

1

Листов (ф) 43(84)

чертеж / форм

Срок действия **МОСКВА - 1973** г.

Handwritten: 1953 25/9 83/101291

1015

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

~~ОТМЕНЕН~~

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
отраслевая типовая проектная документация
**УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ220 и 330 кВ**

3.407-100
РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 3

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР
ВЛ220 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
ИНСТИТУТА

Рокотян
/С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА
ИНСТИТУТА

/М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ
ИНСТИТУТА

Левин
/Л. ЛЕВИН/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
ИНСТИТУТА ПО ВЛ

В. Всеенко
/В. ВСЕЕНКО/

МОСКВА - 1973 г.

N3080 ТМТЗ *Лист*
2 43

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

СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

~~ОТМЕНЕН~~

~~ТИПОВОЙ ПРОЕКТ~~

отраслевая типовая проектная документация

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ220 и 330 кВ

3407-100

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 3

РАСЧЕТЫ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР
ВЛ220 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР

[Подпись] / К. Крюков /

И.О. НАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА

[Подпись] / В. Гальперин /

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ТИПОВОГО

ПРОЕКТИРОВАНИЯ

[Подпись] / К. Синелобов /

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА

[Подпись] / Б. Новгородцев /

ЛЕНИНГРАД 1973 г.

№3080-ТМ-ТЗ

Лист
3/43



Министерство энергетики и электрификации СССР
ГПИО «ЭНЕРГОПРОЕКТ»
Ордене 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 90
1984

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

Инженер института

И.П.Уланов
И.П.Уланов

нач. ПТО

А.С.Бурцев
А.С.Бурцев

ОСНОВАНИЕ Письмо МО СКТЕ
Союзэлектросетьизоляции от
12.04.89 № ЛА 190-563/1

Гл. специалист ПТО

В.Г.Хотинский
В.Г.Хотинский

В целях унификации изделий линейной арматуры заводы ВПО "Союзэлектросетьизоляция" с 1.01.90 переходят к изготовлению пальцев в узле КГН-16-5 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 У220-1,2 и 3, УС-220-5 и 6, УЗ30-1,2 и 3 и УС 330-2 (по проекту 3080 тм) и опор тех же типов, имеющих траверсы с параллельными поясами (по проекту 5736 тм).

Настоящую информацию следует принять к сведению и руководству.

Подготовил
Хотинский
2670238

НТМ № 25/ I Л. I/ I

Э.П. 145.190.90.

3080ТмТ.3

Аннотация

В настоящем томе приводятся расчёты
свободностоящих анкерно-угловых опор

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

Все опоры рассчитаны на нагрузки
при подвеске проводов марки 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 СЭО Энергосетьпроект /	3080ТМ-Т12

Содержание тома 3

I Расчет опоры У 220-1

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

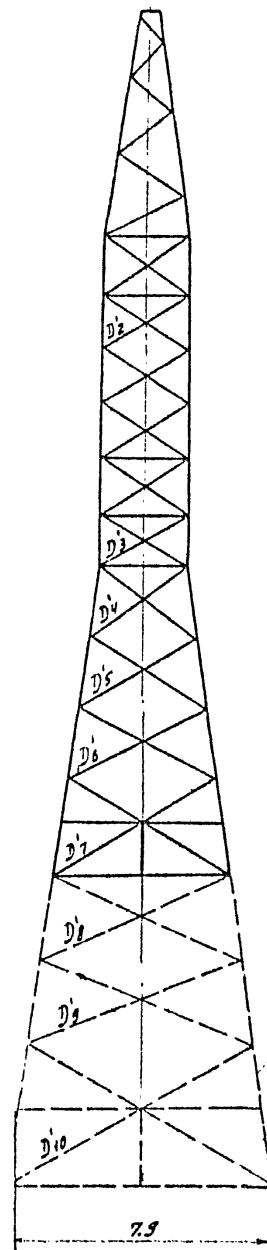
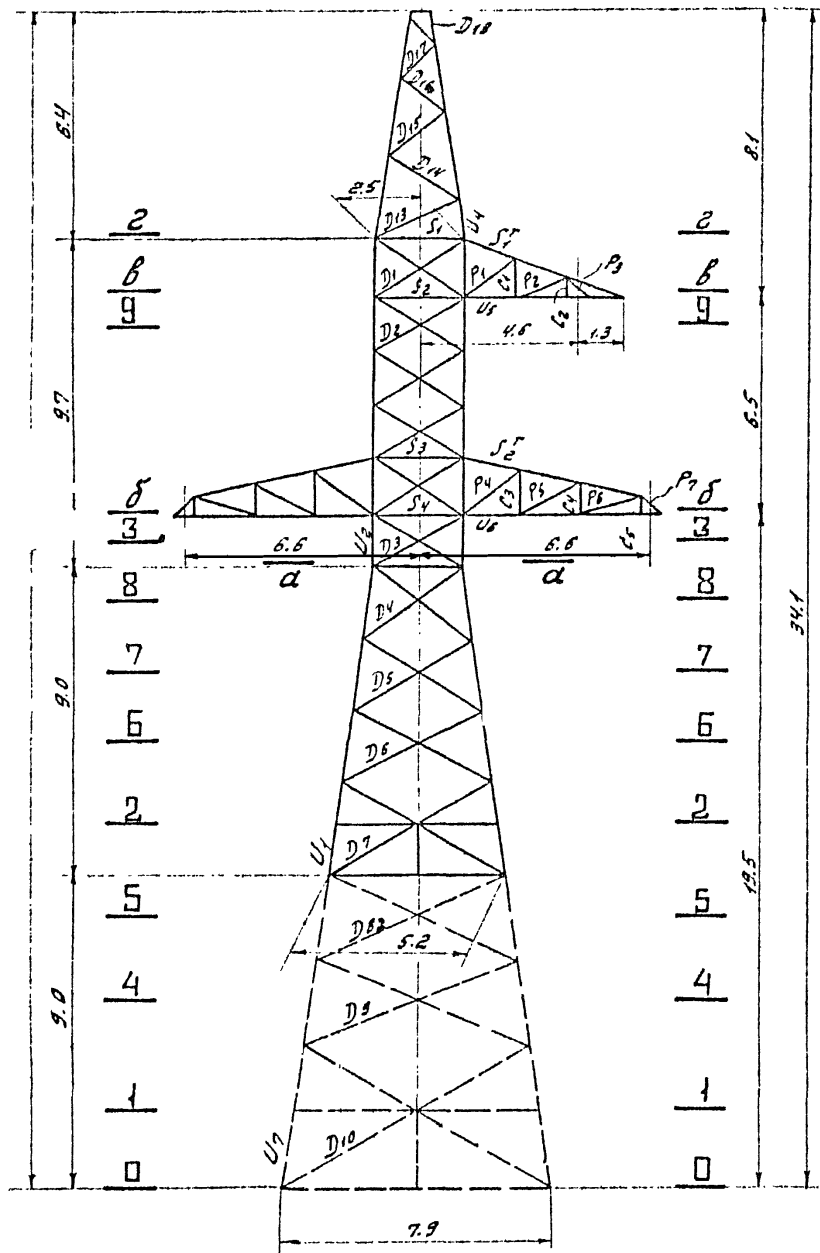
II Расчет опоры У 220-3

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

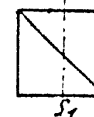
III Расчет опоры У220-2

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

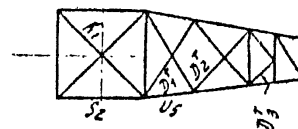
У220-1



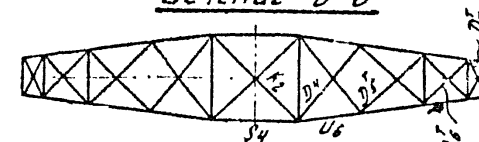
Сечение 2-2



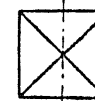
Сечение 6-6



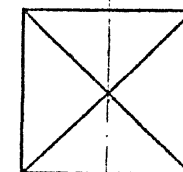
Сечение 6-6



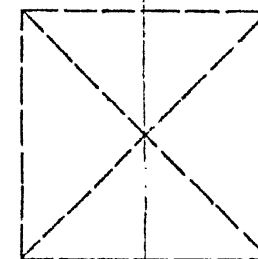
Сечение 2-2



Сечение 2-2



Сечение 1-1



Подставка h=9m

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

Лист №№

Расчетные схемы

Расчетные плотности нагрузки

Схемы нагрузок

Род нагрузки

Обозначения

Таблица №1

II район гололеда

АСО-400

С-70

Ветер = 475 м
Вес = 595 м
Град. = 475 м

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

20°

60°

0°

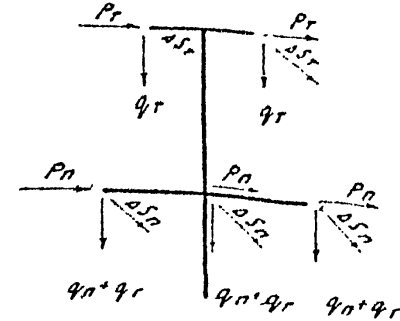
20°

60°

Примечания

1. Разность тяжения по-
считана при среднем
пролете $L = 250 \text{ м}$
2. Максимальное натяже-
ние в тросе $\sigma_T = 40 \text{ кг/см}^2$

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



Продолжение таблицы № 3

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

The diagram shows a central vertical line with four quadrants. The top half is labeled P_T and the bottom half P_N . In the top-left quadrant, a force q_T acts downwards and to the left, with its components ΔS_T (horizontal) and S_T (vertical) shown. In the top-right quadrant, a force q_T acts downwards and to the right, with components ΔS_T (horizontal) and S_T (vertical). In the bottom-left quadrant, a force $q_N + q_T$ acts downwards and to the left, with components ΔS_N (horizontal) and S_N (vertical). In the bottom-right quadrant, a force $q_N + q_T$ acts downwards and to the right, with components ΔS_N (horizontal) and S_N (vertical).

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

Продолжение таблицы №1

ружак	Обозначения	III район гололеда															IV район гололеда																				
		АСО - 400									С - 70						АСО - 400									С - 70											
		ℓ ветр = 475 м.															ℓ ветр = 475 м.																				
		ℓ вес = 545 м.															ℓ вес = 490 м.																				
		ℓ габ. = 435 м.															ℓ габ. = 390 м.																				
0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°				
нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.	нормат.	п	расчетн.					
в ветра на провода,	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
общая вольта в т.т. 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
на горизонтальную нагрузку вольта в т.т.	P _н P _т			665 510			2005 1960			4475 4640			400 305			1110 1115			2420 2605			665 510			1735 1650			3685 3750			400 305			865 880			1700 1935
общая нагрузка на тросы	ΔS _н ΔS _т	480	1,3	625	470	1,3	610	415	1,3	540	410	1,3	535	405	1,3	530	355	1,3	465	315	1,3	410	310	1,3	405	275	1,3	360	245	1,3	320	240	1,3	315	210	1,3	275
нагрузка проводов	q _н 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
прямая нагрузка	q _г	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—
в ветра на провода,	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
общая вольта в т.т. 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
на горизонтальную нагрузку вольта в т.т.	P _н P _т			635 490			3040 2895			7495 7370			615 470			2015 1865			4600 4475			750 575			3155 2980			7590 7440			765 590			2155 1985			4730 4580
общая нагрузка на тросы	ΔS _н ΔS _т	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0	0	1,4	0
нагрузка проводов	q _н 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
прямая нагрузка	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																		IV район гололеда																			
						АСО - 400									С - 70									АСО - 400									С - 70										
						$l_{ветр} = 475 м.$ $l_{вес} = 545 м$ $l_{таб} = 435 м$																		$l_{ветр} = 475 м.$ $l_{вес} = 430 м.$ $l_{таб} = 390 м$																			
						0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°				
						нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчетн					
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$t = -5^{\circ}C$; $c = 0$; $q_{л}^н = 30 кг/м.м^2$ $q_{т}^н = 75 кг/м.м^2$		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 горизонталь- ная нагрузка вдоль траверсы	P_n P_T			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 L тра- версы от разности тяжения провода, троса	ΔS_n ΔS_T	480 480	1,3	625 625	470 470	1,3	610 610	415 415	1,3	540 540	410 410	1,3	535 535	405 405	1,3	530 530	355 355	1,3	465 465	315 315	1,3	410 410	310 310	1,3	405 405	275 275	1,3	360 360	245 245	1,3	320 320	240 240	1,3	315 315	210 210	1,3	275 275		
				Вес пролета провода троса.	q_n q_T	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_g	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—
				II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5^{\circ}C$; $c = 15 мм$ $q_{л}^н = 14,0 кг/м.м^2$ $q_{т}^н = 18,75 кг/м.м^2$ $c = 20 мм$		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
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 горизон- тальная нагрузка вдоль траверсы	P_n P_T							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 L тра- версы от разности тяжения провода, троса.	ΔS_n ΔS_T	0 0	1,4					0 0	0 0	1,4	0 0	0 0	1,4	0 0	0 0	1,4	0 0	0 0	1,4	0 0	0 0	1,4	0 0	0 0	1,4	0 0	0 0	1,4	0 0	0 0	1,4	0 0	0 0	1,4	0 0	0 0	1,4	0 0	0 0	1,4	0 0		
Вес пролета провода, троса.	q_n q_T	820 380	1,1					900 1960	820 380	1,1	900 1960	820 380	1,1	900 1960	330 580	1,1	370 1160	330 580	1,1	370 1160	330 580	1,1	370 1160	735 1300	1,1	810 2600	735 1300	1,1	810 2600	300 1300	1,1	330 1720	300 860	1,1	330 1720	300 860	1,1	330 1720	300 860	1,1	330 1720		
Вес гирлянд изоляторов.	q_g	340	1,1					375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—
Давление ветра на 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		

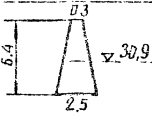
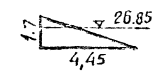
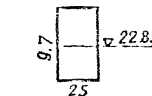
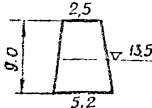
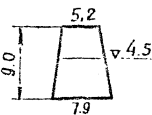
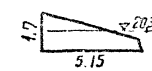
Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220 кВ. У220-1 и У220-3

Продолжение таблицы №1

№ схем		Расчетные климатические условия		Схемы нагрузок		Род нагрузок		Обозначения		III район гололеда																		IV район гололеда																	
										ЛСО - 400									С-70									ЛСО - 400									С-70								
										$\ell \text{ ветр} = 475 \text{ м.}$ $\ell \text{ бес} = 545 \text{ м}$ $\ell \text{ сиб} = 435 \text{ м}$																		$\ell \text{ ветр} = 475 \text{ м.}$ $\ell \text{ бес} = 490 \text{ м}$ $\ell \text{ сиб} = 390 \text{ м.}$																	
										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						
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору.	$t = -50^\circ$; $C = 15 \text{ мм}$; $q = 0$; $C = 20 \text{ мм}$		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	R_n	0	1,26	0	1670	1,26	2110	4820	1,26	6080	0	1,26	0	905	1,26	1140	2610	1,26	3290	0	1,26	0	1670	1,26	2110	4820	1,26	6080	0	1,26	0	930	1,26	1160	2650	1,26	3340				
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения при обрыве провода	R_{n0}	0	1,26	0	830	1,26	1050	2400	1,26	3020	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	830	1,26	1050	2400	1,26	3020	—	—	—	—	—	—	—	—				
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	ΔS_n	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	65	1,26	80	65	1,26	80	60	1,26	75	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	45	1,26	60	45	1,26	60	40	1,26	50				
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения при обрыве провода	$\Delta S_n'$	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_n	820/380	1,1	900/1960	820/380	1,1	900/1960	820/380	1,1	900/1960	330/250	1,1	370/1160	330/250	1,1	370/1160	330/250	1,1	370/1160	735/560	1,1	810/2600	735/560	1,1	810/2600	735/560	1,1	810/2600	300/860	1,1	330/1720	300/860	1,1	330/1720	300/860	1,1	330/1720				
				q_t	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.	$t = -50^\circ$; $C = 15 \text{ мм}$; $q = 0$; $C = 20 \text{ мм}$		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода	R_n	0	1,26	0	1670	1,26	2110	4820	1,26	6080	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	1670	1,26	2110	4820	1,26	6080	—	—	—	—	—	—	—	—					
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения троса при обрыве	R_{n0}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	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	ΔS_n	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,26	0	0	1,26	0	0	1,26	0	—	—	—	—	—	—	—	—				
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения троса при обрыве	$\Delta S_n'$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	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_n	820/380	1,1	900/1960	820/380	1,1	900/1960	820/380	1,1	900/1960	330/250	1,1	370/1160	330/250	1,1	370/1160	330/250	1,1	370/1160	735/560	1,1	810/2600	735/560	1,1	810/2600	735/560	1,1	810/2600	300/860	1,1	330/1720	300/860	1,1	330/1720	300/860	1,1	330/1720				
				q_t	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 схемам I и II

Таблица №2

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэффициент уменьшения скорости напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м²)	Площадь элементов фермы $\sum f_i$ (м²)	Площадь по контуру S (м²)	Коэффициент загромождения $\psi = \frac{\sum f_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент плоской поверхности $C_x = C_{x1} \cdot \varphi = 1,4 \cdot \varphi$	φ при $\frac{b}{h} = 1$	Аэродинамический коэффициент для пространств фермы $C_{пр} = C_{пр1} \cdot \varphi$	Нормативная ветровая нагрузка		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динамичности $\beta = 1,35$ коэф. перегр. μ (кг)	
										Ветер II тр-се $P = q_0 C_{пр} S$			
										Cx. I	Cx. II	$\mu = 1,2$ Cx. I	$\mu = 1,0$ Cx. II
Простоянка		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

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

Определение усилий в поясах ствола опоры У 220-1

Таблица № 3

сечения, отметки, базы.	Схема I; I р-н гололеда, $\alpha = 60^\circ$, без разности тяжения			Схема II; II р-н гололеда; $\alpha = 60^\circ$; без разности тяжения.		
	Узгабающие моменты		Вертикальные нагрузки G (т)	Узгабающие моменты		Вертикальные нагрузки G (т).
	От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{WII} (тм)		От нагрузок на провода и трос M_{II} (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{WII} (тм)	
3-3 $\nabla 18,75$ $b = 2,5 м$	$4,04 \times 15,35 = 62,0$ $5,38 \times 7,25 = 39,3$ $5,38 \times 2 \times 0,75 = 8,1$ <hr/> $20,18$ $M_{II} = 109,4$ $M_{WII} = (0,98 + 0,38) \times 4,9 = 6,65$ $\Sigma M_{II} = 116,05$	$0,55 \times 12,15 = 6,70$ $0,14 \times 8,1 = 1,15$ $1,34 \times 4,1 = 5,50$ $0,18 \times 2 \times 1,7 = 0,61$ <hr/> $2,39$ $13,96$	$0,4 \times 1 = 0,40$ $(0,98 + 0,315) \times 3 = 4,08$ $0,35 \times 15,3 = 5,35$ <hr/> $9,83$	$4,73 \times 15,35 = 72,9$ $7,59 \times 7,25 = 55,2$ $7,59 \times 2 \times 0,75 = 11,4$ <hr/> $27,50$ $M_{II} = 139,5$ $M_{WII} = (0,81 + 2,60 + 0,38) \times 4,9 = 18,5$ $\Sigma M_{II} = 158,0$	$0,115 \times 12,15 = 1,4$ $0,027 \times 8,1 = 0,22$ $0,28 \times 4,1 = 1,15$ $0,04 \times 2 \times 1,7 = 0,14$ <hr/> $0,502$ $2,91$	$0,33 + 1,72 = 2,05$ $(0,81 + 2,60 + 0,38) \times 3 = 11,4$ $0,35 \times 15,3 = 5,35$ <hr/> $18,80$
	$U_2 = \frac{116,05 + 13,96}{2 \times 2,5} + \frac{9,83}{4} = 26,1 + 2,46 = 28,56 \tau$			$U_2 = \frac{158,0 + 9,1}{2 \times 5} + \frac{18,80}{4} = 32,3 + 4,7 = 37,0 \tau$		
2-2 $\nabla 10,7 м$ $b = 4,7 м$ $\cos \beta = 0,989$	$116,05$ $20,18 \times 8,1 = 163,0$ <hr/> $20,18$ $279,05$	$13,96$ $2,39 \times 8,1 = 19,35$ $1,39 \times 2,8 = 3,90$ <hr/> $3,78$ $37,21$	$9,83$ $0,35 \times 8,1 = 2,83$ <hr/> $12,66$	$158,0$ $27,50 \times 8,1 = 223,0$ <hr/> $27,50$ $381,0$	$2,91$ $0,502 \times 8,1 = 4,07$ $0,28 \times 2,8 = 0,78$ <hr/> $0,782$ $7,76$	$18,80$ $0,35 \times 8,1 = 2,83$ <hr/> $21,63$
	$U_1 = \frac{279,05 + 37,21}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{12,66}{4 \times 0,989} = 33,9 + 3,2 = 31,1 \tau$			$U_1 = \frac{381,0 + 7,76}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{21,63}{4 \times 0,989} = 42,0 + 5,47 = 47,47 \tau$		
1-1 $\nabla 2,2 м$ $b = 7,3 м$ $\cos \beta = 0,989$	$279,05$ $20,18 \times 0,5 = 10,09$ <hr/> $20,18$ $450,55$	$37,21$ $3,78 \times 8,5 = 32,10$ $1,78 \times 2,3 = 4,10$ <hr/> $5,56$ $73,41$	$12,66$ $0,35 \times 8,5 = 2,97$ <hr/> $15,63$	$381,0$ $27,50 \times 8,5 = 234,0$ <hr/> $27,50$ $615,0$	$7,76$ $0,782 \times 8,5 = 6,65$ $0,37 \times 2,3 = 0,85$ <hr/> $1,152$ $15,26$	$21,63$ $0,35 \times 8,5 = 2,97$ <hr/> $24,60$
	$U_7 = \frac{450,55 + 73,41}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{15,63}{4 \times 0,989} = 35,9 + 3,94 = 39,84 \tau$			$U_7 = \frac{615,0 + 15,26}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{24,60}{4 \times 0,989} = 43,3 + 6,21 = 49,51 \tau$		

Расчет усилий в раскосах ствóла опоры У220-1; Грань II осям траверс; Схема III; II р-н гололеда; $\alpha = 60^\circ$ Таблица №4

Сечение отметка	Изгибающие моменты M_{II} (тм)		Поперечн. сила Q_{II} (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. элемента	База b (м)	$\tan \gamma$	Угол накло- на раскоса горизонтали β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	M_{II} $b \tan \gamma$	$4b \cos \beta$	Усилия в раскосах		
	от тяжения	от ветровой нагрузки											$D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_{II}}{2 \cos \beta} \tan \gamma$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▽25,2	----	---	$3,34 + 3,02 = 6,36$	$5,25 \times 4,9 = 25,7$	D_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	1,88	3,07	4,95
3-3 ▽18,75	—	—	18,52	$5,25 \times 6,9 = 36,2$	D_3	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	5,42	4,23	9,65
8-8 ▽17,1	$\frac{3,34 \times 17,0 = 56,8}{6,08 \times 8,9 = 54,2}$ $\frac{(6,08 + 3,02) \times 2,4 = 21,8}{18,52}$ 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	$\frac{18,52 \times 2,0 = 37,0}{18,52}$ 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	$\frac{169,8}{18,52 \times 2,0 = 37,0}$ 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	$\frac{206,8}{18,52 \times 2,4 = 44,5}$ 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	$\frac{251,3}{18,52 \times 2,85 = 52,8}$ 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	$\frac{304,1}{18,52 \times 2,5 = 46,3}$ 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	$\frac{350,4}{18,52 \times 3,15 = 58,4}$ 408,8	30,6	18,52	36,2	D_{10}	7,3	0,15	29°	0,875	1,75	7,75	25,5	0,87	1,42	2,29

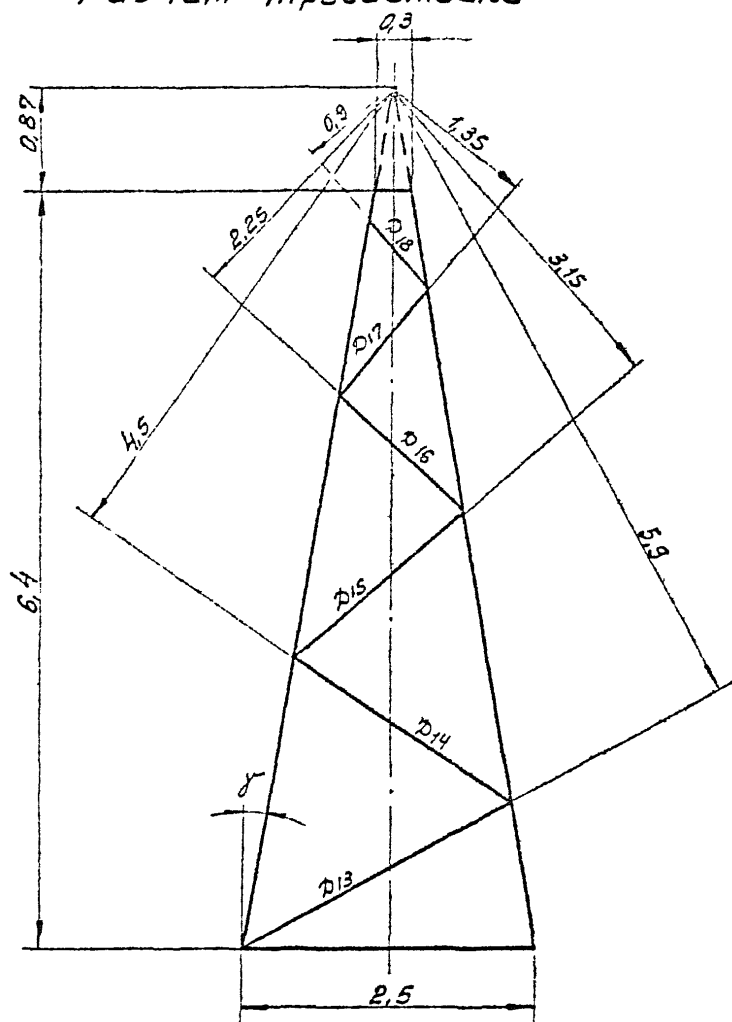
Расчет усилий в раскосах ствoла опоры У220-1; Грaнь 1 oсям тpaвeрс; Схeмa II кoнцeвaя; IV p-н гoлoлeвa $\angle = 0^\circ$
Таблица 25

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

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

УЧЕТНЫЕ ОТМЕТКИ	Исходные данные от тяжения №1 (ТМ)	Поперечная сила Q_{\perp} (Т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (ТМ)	Обознач. элемента	База б (м)	$tg \gamma$	Угол наклона раскоса к горизонтал β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_{кр}}{b \cdot tg \gamma}$	$4b \cos \beta$	Усилия в раскосах			Примечание.
												$D' = \frac{Q_{\perp} - \frac{M_{кр}}{b \cdot tg \gamma}}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$	
9-9 ▽25,2	—	$3,34 + 6,08 = 9,42$	$6,08 \times 4,9 = 29,8$	D'_2	2,5	0	33°	0,838	1,68	0	8,38	2,80	3,55	6,35	
3-3 ▽18,15	—	$3,34 + 2 \times 6,08 = 15,5$	$6,08(4,9 + 6,9) = 74,8$	D'_3	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	4,53	8,32	12,85	
8-8 ▽17,1	$\frac{3,34 \times 17,0 = 56,8}{6,08(8,9 + 2,4) = 68,6}$ $\frac{15,5}{125,4}$	15,5	74,8	D'_4	2,8	0,15	36°	0,809	1,62	6,75	9,07	0,62	7,58	8,20	
7-7 ▽15,1	$\frac{125,4}{15,5 \times 2,0 = 31,0}$ $\frac{15,5}{156,4}$	15,5	74,8	D'_5	3,4	0,15	31°	0,857	1,71	6,90	11,7	0,50	6,14	6,64	
6-6 ▽13,1	$\frac{156,4}{15,5 \times 2,0 = 31,0}$ $\frac{15,5}{187,4}$	15,5	74,8	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	$\frac{187,4}{15,5 \times 2,4 = 37,2}$ $\frac{15,5}{224,6}$	15,5	74,8	D'_7	4,7	0,15	33°	0,838	1,68	7,18	15,8	0,34	4,54	4,88	
5-5 ▽7,85	$\frac{224,6}{15,5 \times 2,85 = 44,2}$ $\frac{15,5}{268,8}$	15,5	74,8	D'_8	5,6	0,15	24°	0,913	1,83	7,23	20,5	0,29	3,50	3,79	
4-4 ▽5,35	$\frac{268,8}{15,5 \times 2,5 = 38,7}$ $\frac{15,5}{307,5}$	15,5	74,8	D'_9	6,4	0,15	22°	0,927	1,85	7,42	23,7	0,18	3,03	3,21	
1-1 ▽2,2	$\frac{307,5}{15,5 \times 3,15 = 48,8}$ $\frac{15,5}{356,3}$	15,5	74,8	D'_{10}	7,3	0,15	29°	0,975	1,75	7,53	25,5	0,13	2,81	2,94	

Расчет тросостойки



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

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

$$\cos \gamma = 0,985$$

Схема II IV р.г. $\alpha = 60^\circ$

а) Усилие в поясе

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

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

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

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

$$G = 2,05 + 0,8 = 2,85 \text{ тн.}$$

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

б) Усилие в раскосах

$$P_T = 4,73$$

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

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

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

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

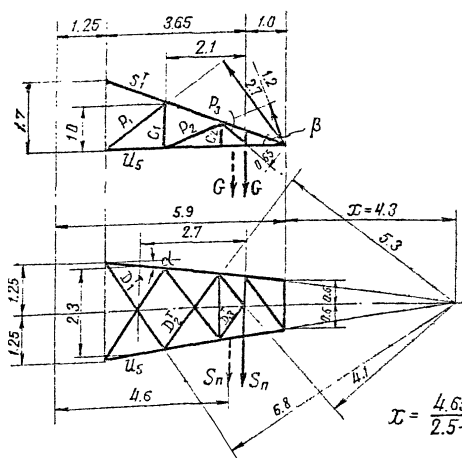
$$D_{16} = \frac{4,11}{2 \cdot 2,25} = 0,92 \text{ т.}$$

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

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

Расчет траверса.

1. Траверса $l = 4,6 \text{ м.}$



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

$$\alpha = 8^\circ$$

$$\cos \alpha = 0.99$$

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

$$\beta = 20^\circ$$

$$\cos \beta = 0.939$$

а) Усилия в поясе

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

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

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

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

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

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

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

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

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

а) Усилие в поясе

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

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

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

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

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

$$= 7,15 + 11,2 + 3,02 = 21,4 \tau$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$C_5 = 1 \tau.$$

б) Усилия в раскосах нижней грани.

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

Опора концевая

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

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

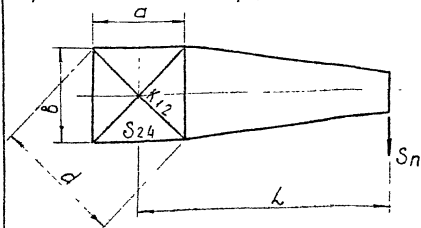
$$D_5^r = \frac{6,94 \times 3,6}{4,7 \times 2} = 2,74 \tau$$

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

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

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс

а) Схема II к IV рг



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

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

$$S_n = 6,94 \text{ т (схема II к)}$$

$$G = 1,98 \text{ т}$$

1. Траверса $\ell = 4,6 \text{ м}$

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

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

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

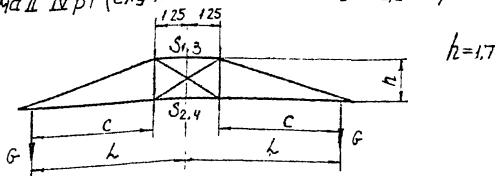
2. Траверса $\ell = 6,6 \text{ м}$

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

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

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

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



1. Траверса $\ell = 4,6 \text{ м}$

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

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

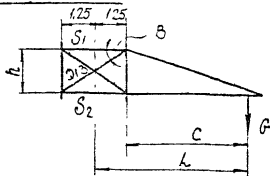
$$S_2 = \frac{G \times c}{h} = \frac{1,98 \times 3,65}{1,7} = 4,25$$

2. Траверса $\ell = 6,6 \text{ м}$

$$\begin{aligned} L &= 6,9 \text{ м}, C = 6,9 - 1,25 = 5,65 \text{ м}, q_n = 1,71 \text{ т}, q_r = 0,38 \text{ т}, G_{тр} \approx 0,5 \text{ т} \\ \Sigma G &= 1,71 + 0,5 \times 0,38 + 0,25 \times 0,5 = 2,02 \text{ т} \end{aligned}$$

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

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



$$\begin{aligned} h &= 1,7 \text{ м} \\ \operatorname{tg} \beta &= \frac{1,7}{2,5} = 0,64, \\ \beta &= 32^\circ 36' \\ \cos \beta &= 0,843 \end{aligned}$$

1) Траверса $\ell = 4,6 \text{ м}$

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

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

2) Траверса $\ell = 6,6 \text{ м}$

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

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

3) Траверса $\ell = 4,6 \text{ м}$

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

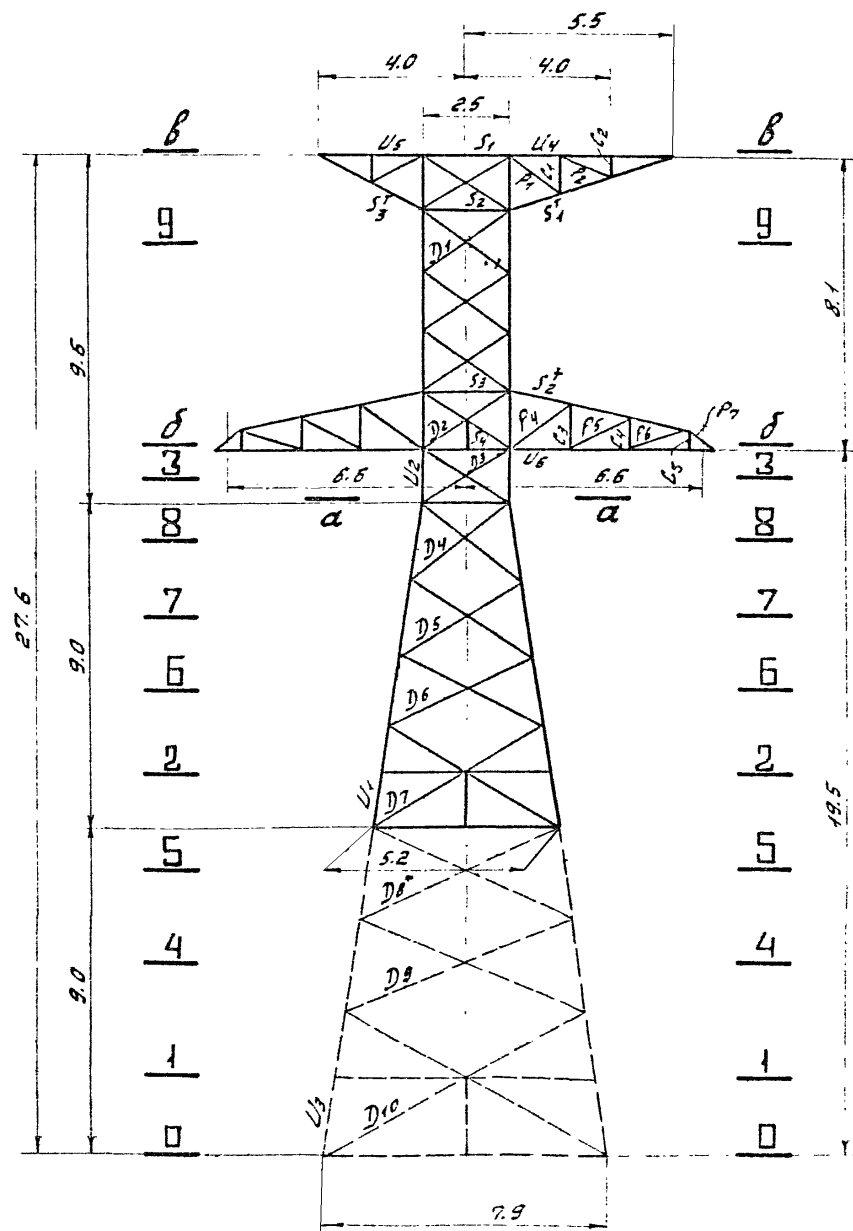
$$S_1 = \frac{G \times C}{2h} = \frac{1,98 \times 3,65}{2 \times 1,7} = 2,13 \text{ т}$$

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

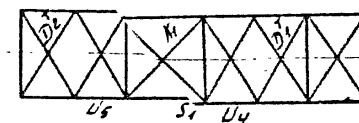
$$\text{Схема III; IV р.г. } \alpha = 60^\circ \quad S_n = 5,25 \text{ т} \quad G = 2,09 \text{ т} \quad P_n = 3,02 \text{ т}$$

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

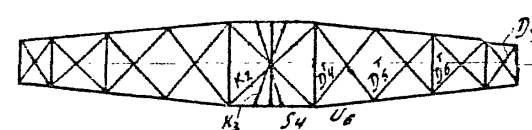
4220-3



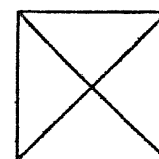
Сечение В-В



Сечение Д-Д



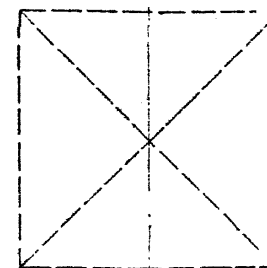
Сечение 2-2



Сечение Д-Д

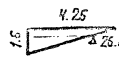
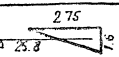
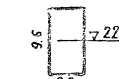
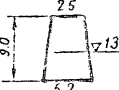
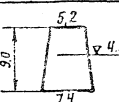
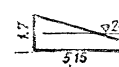


Сечение 1-1



Подставка
h=9 м

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

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (н)	Коэффициент увеличения скорости ветра по высоте	Нормативная скорость ветра q_0 (кг/м ²)	Площадь элементарной фрезы Σf_0 (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент загромождения $\varphi = \frac{\Sigma f_0}{S}$	Нормативный коэффициент $C_p = 0,6 \cdot \varphi \cdot 1,49$	λ при $\frac{b}{h} = 1$	Нормативный коэффициент C_{p1} фрезы	Нормативная ветровая нагрузка		Расчетная ветровая нагрузка	
										Ветер II тр-се $D = q_0 \cdot C_p \cdot S$		с учетом коэффициента динамичности $\beta = 1,35$ коэф. перекр. n (кг)	
										Cx I.	Cx II.	$n=1,2$ Cx I.	$n=1,0$ Cx II.
Просвая траверса $E=55m$		1,5	75	1,0	3,40	0,294	0,41	0,68	0,69	80 ²⁾ (180)	20 (45)	130 (290)	30 (60)
Просвая траверса $E=4,0$		1,5	75	0,5	2,2	0,23	0,32	0,63	0,52	40 ²⁾ (85)	10 (20)	65 (140)	15 (30)
Верхняя секция		1,45	73	4,7	24,00	0,196	0,274	0,71	0,47	820	205	1340	280
Нижняя секция		1,0	50	6,5	34,60	0,187	0,262	0,65	0,49	850	210	1390	280
Подставка		1,0	50	8,0	58,80	0,136	0,18	0,94	0,37	1090	270	1780	370
Нижняя траверса		1,35	68	1,4	6,20	0,226	0,317	0,8	0,574	110*2 ²⁾ (240)	30*2 (60)	180*2 (390)	40*2 (80)
										3100	775	5065	1055

Примечания:

- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте 90 м.
- Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$, указанные в скобках; определены при направлении ветра \perp траверсе. При ветре \parallel траверсе нагрузка составляет 0,45 $P_{тр}$.

Определение усилий в поясах ствола опоры У220-3.

Таблица №8

Сечения, отметки, базы	Схема I; I р-н гололеда; $\alpha=60^\circ$; без разности тяжения			Схема II; IV р-н гололеда; $\alpha=60^\circ$; без разности тяжения		
	Изгибающие моменты		Вертикальные нагрузки	Изгибающие моменты		Вертикальные нагрузки
	От нагрузок на провода и трос M_n (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{W_n} (тм)	G (т)	От нагрузок на провода и трос M_n (тм)	От ветра на конструкцию опоры M_{W_n} (тм)	G (т)
3-3 $\nabla 18,75 м$ $\delta = 2,5 м$	$4,04 \times 2 \times 8,85 = 71,5$ $5,375 \times 3 \times 0,75 = 12,1$	$0,13 \times 8,05 = 1,05$ $0,065 \times 8,05 = 0,52$ $0,36 \times 1,6 = 0,54$ $1,34 \times 4,05 = 5,44$ <hr/> 1,9 7,55	$0,4 \times 2 = 0,80$ $(0,980 + 0,375) \times 3 = 4,08$ $0,355 \times 8,8 = 3,12$ <hr/> 8,00	$4,735 \times 2 \times 8,85 = 84,0$ $7,59 \times 3 \times 0,75 = 17,0$ <hr/> 32,23 101,0	$0,03 \times 8,05 = 0,24$ $0,015 \times 8,05 = 0,12$ $0,08 \times 1,6 = 0,13$ $0,28 \times 4,05 = 1,35$ <hr/> 0,405 1,84	$(0,33 + 1,72) \times 2 = 4,10$ $(0,81 + 2,60) \times 3 = 10,23$ $0,355 \times 8,8 = 3,12$ <hr/> 17,45
	$U_2 = \frac{83,60 + 7,55}{2 \times 2,5} + \frac{8,00}{4} = 18,3 + 2,0 = 20,3 т$			$U_2 = \frac{101,0 + 1,84}{2 \times 2,5} + \frac{17,45}{4} = 20,7 + 4,36 = 25,06 тн$		
	83,60 $24,205 \times 8,05 = 195,0$ <hr/> 24,205 278,60	7,55 $1,9 \times 8,05 = 15,30$ $1,39 \times 2,8 = 3,90$ <hr/> 3,29 26,75	8,00 $0,355 \times 8,05 = 2,87$ <hr/> 10,87	101,0 $32,23 \times 8,05 = 260,0$ <hr/> 32,23 361,0	1,84 $0,405 \times 8,05 = 3,26$ $0,28 \times 2,8 = 0,78$ <hr/> 0,685 5,88	17,45 $0,355 \times 8,1 = 2,87$ <hr/> 20,32
2-2 $\nabla 10,7 м$ $\delta = 4,7 м$ $\cos \gamma = 0,989$	$U_1 = \frac{278,60 + 26,75}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{10,87}{4} = 32,9 + 2,72 = 35,62$			$U_1 = \frac{361,0 + 5,88}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{20,32}{4} = 39,5 + 5,1 = 44,6 тн$		
1-1 $\nabla 2,2 м$ $\delta = 7,3 м$ $\cos \gamma = 0,989$	278,60 $24,205 \times 8,5 = 206,0$ <hr/> 24,205 484,60	26,75 $3,29 \times 8,5 = 28,00$ $1,78 \times 2,3 = 4,10$ <hr/> 5,07 58,85	10,87 $0,355 \times 8,1 = 3,00$ <hr/> 13,87	361,0 $32,23 \times 8,5 = 273,0$ <hr/> 634,0	5,88 $0,685 \times 8,5 = 5,82$ $0,37 \times 2,3 = 0,85$ <hr/> 1,055 12,55	20,32 $0,355 \times 8,5 = 3,00$ <hr/> 23,32
	$U_3 = \frac{484,60 + 58,85}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{13,87}{4} = 37,80 + 3,47 = 41,27$			$U_3 = \frac{634,0 + 12,55}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{23,32}{4} = 43,6 + 5,8 = 49,4 тн$		

Расчет усилий в раскосах ствела опоры 4220-3. Грань II осям траверс, схема III, IV р.г. $\alpha = 60^\circ$

Таблица №9

Сечение отделений	Углубляющие моменты M_u (тм)		Перерез- ная сила Q_u (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. элемента	Базис l (м)	$tg \gamma$	Угол накло- на раскоса к горизонту или β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_u}{l} tg \gamma$	$4 \beta \cos \beta$	Усилия в раскосах		
	от трения	от весовой нагрузки											$D' = \frac{Q_u}{2 \cos \beta} - \frac{M_{кр} tg \gamma}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4 \beta \cos \beta}$	$D = D' + D''$
9-9 25,2	—		$3,38 + 1,63 = 5,07$	$M_{кр} = 2,91 \times 4,0 = 11,65$	D_1	2,5	0	33°	0,838	1,676	0	8,38	1,54	1,39	2,93 *)
3-3 18,8	—		21,94	$5,25 \times 6,9 = 36,20$	D_3	2,5	0	35°	0,857	1,714	0	8,57	6,39	4,23	10,62
8-8 17,1	$3,38 \times 2 \times 10,5 = 71,0$ $6,08 \times 2 \times 2,4 = 29,2$ $\frac{3,02 \times 2,4}{21,94} \frac{7,3}{107,5}$	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	$107,5$ $21,94 \times 2 = 43,88$ 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	$151,38$ $21,94 \times 2 = 43,88$ 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	$195,26$ $21,94 \times 2,4 = 52,60$ 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	$247,86$ $21,94 \times 2,85 = 62,50$ 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	$310,36$ $21,94 \times 2,5 = 54,80$ 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	$365,16$ $1,94 \times 2,15 = 69,00$ 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 нагрузка —															

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

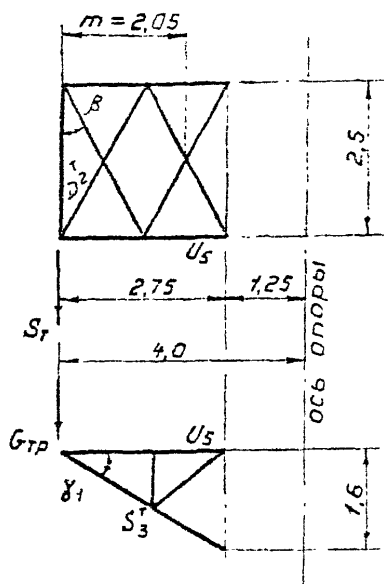
Расчет усилий в раскосах ствола опоры У220-3; Греть Лосям траверс; Схема III, концевая; IV р.г; $\alpha = 0^\circ$

Сечение отметка	Изгибающие моменты M_u (тм)		Поперечная сила Q_u (т)	Крутящий момент $M_{кр}$ (тм)	Обознач элемента	База b (м)	$tg \beta$	Угол наклона на раскосах к горизонту тали β	$\cos \beta$	$\sin \beta$	$\frac{M_u}{b \cdot tg \beta}$	$\delta \cos \beta$	Усилия в раскосах		
	от тяжения	от весовой нагрузки											$D' = \frac{a - \frac{M_u}{b \cdot tg \beta}}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4 \delta \cos \beta}$	$D = D' + D''$
9-9 ▽25,2	—	—	3,36	$3,36 \times 4,0 =$ $= 13,45$	D'_1	2,5	0	33°	0,838	1,616	0	8,38	1,0	1,6	2,6 [*]
3-3 ▽18,8	—	—	18,92	$6,08 \times 6,9 =$ $= 42,0$	D'_3	2,5	0	31°	0,857	1,714	0	8,57	5,5	4,9	10,4
8-8 ▽17,1	$3,38 \times 2 \times 10,5 = 71,0$ $6,08 \times 2 \times 2,4 = 29,2$ 18,92	100,2	18,92	42,0	D'_4	2,8	0,15	36°	0,809	1,618	5,87	9,07	2,52	4,62	7,14
7-7 ▽15,1	100,2 $18,92 \times 2 = 37,8$ 138,0	—	18,92	42,0	D'_5	3,4	0,15	31°	0,857	1,714	6,1	11,70	1,95	3,59	5,54
6-6 ▽13,1	138,0 $18,92 \times 2 = 37,8$ 175,8	—	18,92	42,0	D'_6	4,0	0,15	26°	0,899	1,798	6,6	14,40	1,58	2,92	4,50
2-2 ▽10,7	175,8 $18,92 \times 2,4 = 45,5$ 221,3	—	18,92	42,0	D'_7	4,7	0,15	33°	0,838	1,676	7,07	15,80	1,42	2,66	4,08
5-5 ▽7,85	221,3 $18,92 \times 2,85 = 53,8$ 275,1	—	18,92	42,0	D'_8	5,6	0,15	24°	0,913	1,826	7,37	20,50	1,14	2,06	3,20
4-4 ▽5,35	275,1 $18,92 \times 2,5 = 47,3$ 322,4	—	18,92	42,0	D'_9	6,4	0,15	22°	0,927	1,854	7,55	23,70	1,03	1,8	2,83
1-1 ▽2,2	322,4 $18,92 \times 3,15 = 59,7$ 382,1	—	18,92	42,0	D'_{10}	7,3	0,15	29°	0,875	1,75	7,85	25,50	0,91	1,67	2,58

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

Расчет тросовых траверс

1. Тросовая траверса $B = 4,0 \text{ м}$



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

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

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

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

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

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

Расчет поясов

Схема IV IV п.г.; $\alpha = 60^\circ$

$$G_T = 1,025 \tau$$

$$S_T = 2,91 \tau$$

$$P_{ro} = 1,69 \tau$$

$$\begin{aligned} U_5 &= \frac{S_T m}{B} + P_{ro} - \frac{G_T}{\operatorname{tg} \gamma_1} = \frac{2,91 \times 2,05}{2,5} + 1,69 - \frac{1,025}{0,58} = \\ &= 2,38 + 1,69 - 1,77 = 2,30 \tau \text{ (сжатие)} \end{aligned}$$

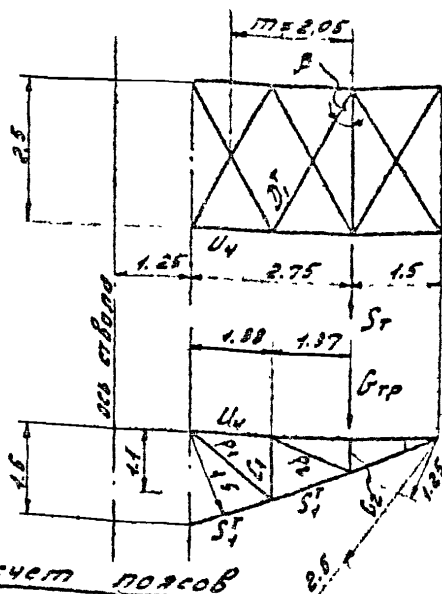
$$S_3^T = \frac{G_T}{\sin \gamma_1} = \frac{1,025}{0,5} = 2,05 \tau.$$

Расчет раскосов горизонтальной грани.
Схема IV; IV п.г.; $\alpha = 0^\circ$

$$S_T = 3,36 \tau$$

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

2. Мостовая ферма с $L = 5,5 \text{ м}$



$$\cos \beta = \frac{1.37}{2.5} = 0.548$$

$$\beta = 58^\circ 50'$$

$$\cos \beta = 0.548$$

Расчет поясов

Схема IV; V п.г.; $\alpha = 60^\circ$

$$G_1 = 1.025 \text{ т} \quad S_1 = 2.91 \text{ т} \quad P_{10} = 1.69 \text{ т}$$

$$U_4 = \frac{S_1 \cdot m}{8} + P_{10} - \frac{G_1 \times 1.37}{1.1} = \frac{2.91 \times 2.05}{2.5} + 1.69 - \frac{1.025 \times 1.37}{1.1} = 2.32 + 1.69 - 1.27 = 2.74 \text{ т (сжатие)}$$

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

Усилия в элементах боковых граней

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

$$C_2 = 1.025 \text{ т (сжатие)}$$

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

Усилия в поясах горизонтальной грани.

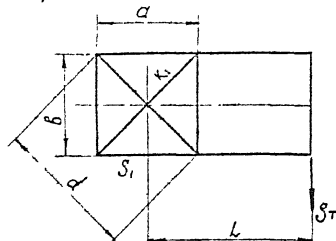
Схема IV; V п.г. $\alpha = 0^\circ$;

$$S_1 = 3.36 \text{ т}$$

$$D_1^* = \frac{S_1}{2 \cos \beta} = \frac{3.36}{2 \times 0.548} = 3.06 \text{ т}$$

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс опоры У220-3

а) На отметке 27,6 м



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

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

$$S_T = 3,36 \text{ т (схема IV)}$$

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

$$L = 4,0 \text{ м}$$

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

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

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

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

б) На отметке 19,5 м

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

$$L = 6,9 \text{ м}$$

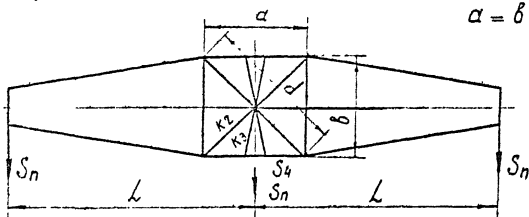


Схема II к IV р. г.

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

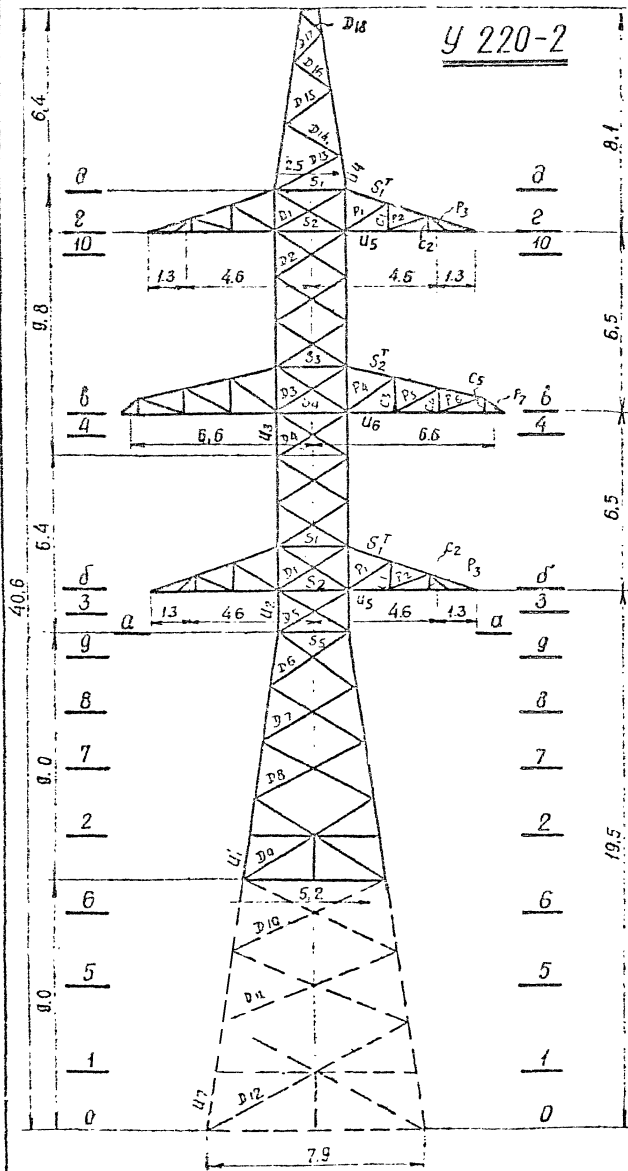
Схема III к IV р. г.

$$S_n = 6,08 \text{ т}$$

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

$$K_3 = 6,94 \text{ т}$$

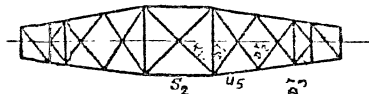
У 220-2



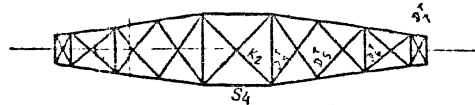
Сечение д-д



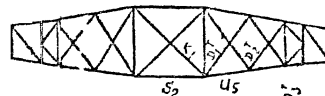
Сечение 2-2



Сечение б-б



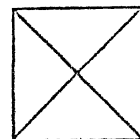
Сечение б'-б'



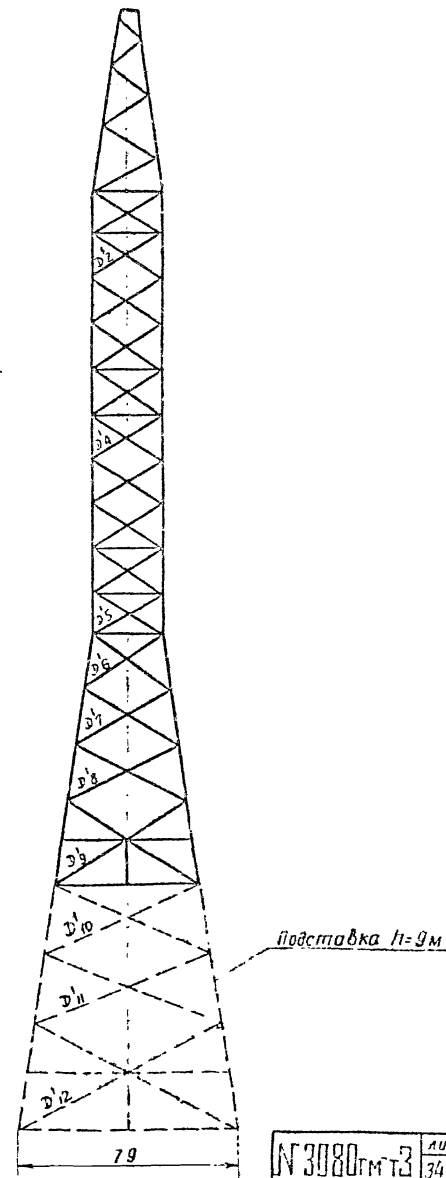
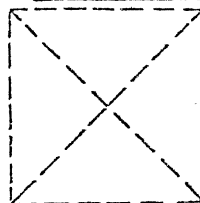
Сечение а-а



Сечение 2-2



Сечение 1-1



Подставка $h=9m$

№ 3080 ГМТЗ Лист 34/43

Нагрузки на анкерно-угловые опоры ВЛ 220кВ

У 220-2

Таблица №1

Л/с/ст.	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I район гололеда																		II район гололеда																	
						ЛСО - 400									С-70									ЛСО - 400									С-70								
						С ветр = 425 м С бес = 530 м С об = 425 м									С ветр = 425 м С бес = 530 м С об = 425 м									С ветр = 425 м С бес = 530 м С об = 425 м									С ветр = 425 м С бес = 530 м С об = 425 м								
						0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°		
						нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.	нормат.	п.	расчетн.			
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. ветер направлен вдоль осей траверс.	$q_n = 60 \text{ кг/м}^2$ $q_{\text{л}} = 81 \text{ кг/м}^2$ $t = -5^\circ \text{C}; \text{С} = 0$		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	380 280	215 160	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	380 280	215 160	1.2	335 260
				Составляющая вдоль траверсы от тяжести 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 2720	1.3	3760 3600	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 2720	1.3	3760 3600
				Суммарная горизон- тальная нагрузка вдоль траверсы.	P_n P_T	— —	— —	675 535	— —	— —	2420 2250	— —	— —	5665 5410	— —	— —	385 300	— —	— —	1680 1545	— —	— —	4085 3860	— —	— —	675 535	— —	— —	2420 2250	— —	— —	5665 5410	— —	— —	385 300	— —	— —	1680 1545	— —	— —	4085 3860
				Составляющая 1 траверсы от разности тяжести провода трос.	ΔS_n ΔS_T	195 195	1.3	255 255	190 190	1.3	250 250	170 170	1.3	220 220	240 240	1.3	310 310	235 235	1.3	305 305	210 210	1.3	275 275	195 195	1.3	255 255	190 190	1.3	250 250	170 170	1.3	220 220	270 270	1.3	350 350	265 265	1.3	345 345	235 235	1.3	303 303
				Вес пролета про- вода, 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	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
				Вес гирлянд изоляторов.	q_r	340	1.1	375	340	1.1	375	340	1.1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1.1	375	340	1.1	375	340	1.1	375	340	1.1	375	—	—	—	—	—	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. ветер направлен вдоль осей траверс	$q_n = 15 \text{ кг/м}^2$ $q_{\text{л}} = 20,3 \text{ кг/м}^2$ $t = -5^\circ \text{C}; \text{С} = 5 \text{ мм}; q_r = 20,3 \text{ кг/м}^2$		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	360 285	1.4	505 400	355 280	1.4	500 390	310 245	1.4	435 345	320 255	1.1	450 350	315 250	1.4	440 350	280 220	1.1	390 310
				Составляющая вдоль траверсы от тяжести 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	0 0	—	0 0	1680 1600	1.3	2190 2080	4850 4620	1.3	6300 6000	0 0	—	0 0	1005 1005	1.3	1305 1305	2900 2900	1.3	3770 3770
				Суммарная горизон- тальная нагрузка вдоль траверсы	P_n P_T	— —	— —	400 315	— —	— —	2175 2040	— —	— —	5500 5265	— —	— —	500 240	— —	— —	1600 1485	— —	— —	4030 3825	— —	— —	505 400	— —	— —	2690 2470	— —	— —	6735 6345	— —	— —	450 360	— —	— —	1745 1655	— —	— —	4160 4080
				Составляющая 1 траверсы от разности тяжести провода трос.	ΔS_n ΔS_T	205 195	1.3	265 245	200 190	1.3	260 240	180 170	1.3	235 225	245 240	1.3	320 310	240 210	1.3	310 275	210 185	1.3	275 260	460 455	1.3	600 590	455 450	1.3	590 580	400 400	1.3	520 520	0 0	—	0 0	—	0 0	—	0 0	—	0 0
				Вес пролета про- вода, троса	q_n q_T	795 585	1.1	875 645	795 585	1.1	875 645	795 585	1.1	875 645	325 240	1.1	360 265	325 240	1.1	360 265	325 240	1.1	360 265	795 585	1.1	875 645	795 585	1.1	875 645	795 585	1.1	875 645	325 240	1.1	360 265	325 240	1.1	360 265	325 240	1.1	360 265
				Вес гирлянд изоляторов.	q_r	340	1.1	375	340	1.1	375	340	1.1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1.1	375	340	1.1	375	340	1.1	375	340	1.1	375	—	—	—	—	—	—

Примечания:

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

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

Продолжение таблицы № 11

№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Над нагрузок	Обозначения	III район гололеда																		IV район гололеда																	
						ЛГО-400									С-70									ЛГО-400									С-70								
						$C_{ветр} = 425 м$																		$C_{ветр} = 425 м$																	
						$C_{вес} = 490 м$																		$C_{вес} = 440 м$																	
						$C_{габ} = 390 м$																		$C_{габ} = 355 м$																	
0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°			0°			20°			60°								
нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет									
I	Провода трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5^{\circ}C, c = 0, q_n = 60 кг/м^2, q_r = 81 кг/м^2$		Давление ветра на пролет провода, троса	P1	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	P2	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	Pn Pt			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 траверсы от разности тяжения, провода, троса	ΔSn ΔSt	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	qп qт	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	qr	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5^{\circ}C, c = 15 мм, q_n = 15 кг/м^2, q_r = 20,3 кг/м^2, c = 20 мм, q_n = 20,3 кг/м^2$		Давление ветра на пролет провода, троса	P1	440/350	1,4	620/490	435/345	1,4	610/485	380/305	1,4	535/430	425/340	1,4	595/475	420/335	1,4	590/470	370/295	1,4	520/415	515/410	1,4	720/575	505/400	1,4	710/560	445/355	1,4	625/500	530/420	1,4	740/590	520/415	1,4	730/580	460/365	1,4	645/510
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P2	0/0	—	0/0	1720/1720	1,4	2410/2410	4950/4950	1,4	6940/6940	0/0	—	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	—	0/0	1005/1005	1,4	1405/1405	2900/2900	1,4	4070/4070
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	Pn Pt			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 траверсы от разности тяжения, провода, троса	ΔSn ΔSt	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	qп qт	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	qr	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340	1,1	375	340	1,1	375	340	1,1	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Давление ветра на конструкцию опоры по семам I и II

таблица №2

Наименование сечений	Эскиз и средняя отметка сечений	Корр. коэффициент скорости ветра по высоте	Нормативная скорость ветра по опоры q_0 кг/м ²	Площадь элементарной формы ΣF_0 (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент загромождения $\varphi = \frac{\Sigma F_0}{S}$	Эквив. плоской формы $C_p = C_x \cdot \varphi = 1,4 \cdot \varphi$	η при $\frac{b}{h} = 1$	коэффициент порыва $C_{пр} = C_p (1 + \eta)$	Норм. ветровая нагрузка без коэф. динамичности		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэф. динам. $\beta = 1,35$ и коэф. перегрузки n (кг)	
										Ветер II траверсы $P = q_0 C_{пр} S$		$n = 1,2$ $C_{х I}$	$n = 1,0$ $C_{х II}$
										C х I	C х II		
Верхняя траверса		1,64	82.	1,1	3,55	0,31	0,435	0,66	0,723	*) 95x2 (210)	24x2	155x2	35x2
Средняя траверса		1,50	75	1,4	6,20	0,226	0,317	0,81	0,574	*) 120x2 (270)	30x2	195x2	40x2
Нижняя траверса		1,35	68	1,1	3,55	0,31	0,435	0,66	0,723	*) 80x2 (175)	20x2	130x2	30x2
Тросостойка		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

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

8220 1725

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствoла опоры
таблица №13

таблица №13

Сечения отметки базы	Схема I; I р-н гололеда; α=60°; разность тяжёлый.				Схема II; II р-н гололеда; α=60°; без разн. тяжёлый			
	Изгибающие моменты			Вертикальные нагрузки (м)	Изгибающие моменты			Вертикальные нагрузки (м)
	От нагрузок на провода и трос M _{II} (мм)	От нагрузок на провода и трос M _L (мм)	От ветра на конст- рукцию опоры M _{WH} (ТН)		От нагрузок на провода и трос M _{II} (мм)	От ветра на конст- рукцию опоры M _{WH} (ТН)		
4-4 ▽ 25,2м b=2,5м	3,86×15,4 = 59,5 5,41×2×7,3 = 78,8 5,41×2×0,8 = 8,7 25,5 M _{II} = 147,0	0,275×15,4 = 4,24 0,22×2×7,3 = 3,21 0,22×2×0,8 = 0,35 1,155 M _L = 7,8	0,6×11,9 = 7,15 0,155×2×7,8 = 2,42 0,195×2×1,5 = 0,59 1,96×4,1 = 8,05 3,26 M _{WH} = 18,21	0,2×1 = 0,27 (0,61×0,375)×6=6,12 0,4×5,0 = 6,0 12,39	4,715×15,4 = 72,6 7,565×2×7,3 = 110,5 7,565×2×0,8 = 12,1 34,98 M _{II} = 195,2	0,125×11,9 = 1,49 0,035×2×7,8 = 0,55 0,04×2×1,5 = 0,12 0,41×4,1 = 1,68 0,69 M _{WH} = 3,84	1,84×1 = 1,84 (3,085+0,375)×6=20,8 0,4×15,0 = 6,0 28,64	
U ₃ = $\frac{147,0 + 7,8 + 18,21}{2 \times 2,5} + \frac{12,39}{4} = 34,6 + 3,1 = 37,9\text{м}$					U ₃ = $\frac{195,2 + 3,84}{2 \times 2,5} + \frac{28,64}{4} = 39,8 + 7,2 = 47,0\text{м}$			
3-3 ▽ 18,8м b=2,5м	147,0 25,5×6,4 = 163,0 5,41×2×0,75 = 8,1 36,32 M _{II} = 318,1	7,8 1,155×6,4 = 7,4 0,22×2×0,75 = 0,33 1,595 M _L = 15,53	18,21 3,26×6,4 = 20,9 1,3×2,5 = 3,25 0,13×2×1,2 = 0,32 4,82 M _{WH} = 42,68	12,39 0,4×4 = 2,56 14,95	195,2 34,98×6,4 = 223,0 7,565×2×0,75 = 11,3 50,11 M _{II} = 429,5	3,84 0,69×6,4 = 4,42 0,27×2,5 = 0,68 0,03×2×1,2 = 0,07 1,02 M _{WH} = 9,01	28,64 0,4×6,4 = 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 = $\frac{429,5 + 9,01}{2 \times 2,5} + \frac{31,2}{4} = 87,5 + 7,8 = 95,3\text{м}$			
2-2 ▽ 10,7м b=4,7м cosφ=0,989	318,1 36,32×8,1 = 294,0 36,32 M _{II} = 612,1	15,53 1,595×8,1 = 12,90 1,595 M _L = 28,43	42,68 4,82×8,1 = 39,0 1,49×2,8 = 4,17 6,31 M _{WH} = 35,85	14,95 0,4×8,1 = 3,25 18,20	429,5 50,11×8,1 = 406,0 50,11 M _{II} = 835,5	9,01 1,02×8,1 = 8,27 0,31×2,8 = 0,87 1,33 M _{WH} = 18,15	31,20 0,4×8,1 = 3,25 34,45	
U ₁ = $\frac{612,1 + 28,43 + 35,85}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{18,20}{4 \times 0,989} = 78,0 + 4,6 = 82,7\text{м}$					U ₁ = $\frac{835,5 + 18,15}{2 \times 4,7 \times 0,989} + \frac{34,45}{4 \times 0,989} = 91,5 + 8,7 = 100,2\text{м}$			
1-1 ▽ 2,2м b=7,3м cosφ=0,989	612,1 36,32×8,5 = 308,7 36,32 M _{II} = 920,8	28,43 1,595×8,5 = 13,50 1,595 M _L = 41,93	35,85 6,31×8,5 = 53,7 1,91×2,3 = 4,4 8,22 M _{WH} = 143,95	18,20 0,4×8,5 = 3,4 21,6	835,5 50,11×8,5 = 427,0 50,11 M _{II} = 1262,5	18,15 1,33×8,5 = 11,30 0,4×2,3 = 0,92 1,73 M _{WH} = 30,37	34,45 0,4×8,5 = 3,4 37,85	
U ₇ = $\frac{920,8 + 41,93 + 143,95}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{21,6}{4 \times 0,989} = 76,5 + 5,5 = 82,0\text{м}$					U ₇ = $\frac{1262,5 + 30,37}{2 \times 7,3 \times 0,989} + \frac{37,85}{4 \times 0,989} = 89,5 + 9,6 = 99,1\text{м}$			

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

таблица 14

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

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

Таблица N 15

Сечение отметка	Изгибающий момент от тяжения M_L (тм)	Поперечная сила Q (т)	Крутящий мо- мент $M_{кр}$ (тм)	Обознач. элемента	База b (м)	t_g	Угол наклона раскоса к горизонталю β	$\cos \beta$	$2 \cos \beta$	$\frac{M_L}{b} \cdot t_g$	$4b \cos \beta$	Усилия в раскосах		
												$D' = \frac{Q}{2} - \frac{M_L \cdot t_g}{2 \cos \beta}$	$D'' = \frac{M_{кр}}{4b \cos \beta}$	$D = D' + D''$
10-10 ▽ 31,7	—	9,36	$6,08 \times 4,3 = 26,2$	D'_2	2,5	0	33°	0,833	1,68	0	8,38	2,78	3,54	6,32
4-4 ▽ 25,2	—	21,44	$6,08 \times 6,9 = 42,1$	D'_4	2,5	0	33°	0,833	1,68	0	8,38	6,37	4,96	11,33
3-3 ▽ 18,8	—	33,52	41,6	D'_5	2,5	0	31°	0,857	1,71	0	8,57	9,82	4,85	14,67
9-9 ▽ 17,1	$\begin{matrix} 3,32 \times 23,5 = 78,0 \\ 6,08 \times 2 \times 15,4 = 186,0 \\ 6,08 \times 8,9 = 53,7 \\ 6,08 \times 2 \times 2,4 = 29,0 \\ 33,52 \end{matrix}$	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	$\begin{matrix} 33,52 \times 2,0 = 67,0 \\ 33,52 \end{matrix}$	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	$\begin{matrix} 413,7 \\ 33,52 \times 2,0 = 67,0 \\ 33,52 \end{matrix}$	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	$\begin{matrix} 480,7 \\ 33,52 \times 2,4 = 80,4 \\ 33,52 \end{matrix}$	33,52	41,6	D'_9	4,7	0,5	33°	0,833	1,68	18,0	15,8	0,74	2,64	3,38
6-6 ▽ 7,85	$\begin{matrix} 561,1 \\ 33,52 \times 2,85 = 95,5 \\ 33,52 \end{matrix}$	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	$\begin{matrix} 656,6 \\ 33,52 \times 2,5 = 83,5 \\ 33,52 \end{matrix}$	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	$\begin{matrix} 740,1 \\ 33,52 \times 3,15 = 106,0 \\ 33,52 \end{matrix}$	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 створа опоры У220-2. Грань 1 оси трассы; схема II канцевая; П-н гололеда; $\alpha = 0^\circ$

Таблица № 16

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

Рассчитал *Исеев* / Цситлин /
Проверил *Исеев* / Жезлаба /

№ 3080 ТМ-ТЗ Лист 43/43