3080тм-т2
корр. 1973

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

ОТМЕНЕН

Заменены вып. 0,1,2,3 серии 3.407-100 (12976тм) на основании протокола Минэнерго СССР от 28.03.88 № 26 (см. инф. ЦИТП № 8-88 стр. 46)

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

Отраслевая типовая проектная документация.

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ220 и 330 кВ

3.407-100

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 2

РАСЧЕТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР

ВЛ220 кВ

/ Корректировка 1973г. /

Проект восстановлен
Срок действия 1995 год
(НитМ № 25/9-91)
Карл 10.12.91 г

Лэкз
№ 3080 тм-т2
страниц
листов (форм) 56 (76)
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 2

РАСЧЕТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ 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.

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

СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

~~ОТМЕНЕН~~

~~ТИПОВОЙ ПРОЕКТ~~

Отраслевая типовая проектная документация

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ220 и 330 кВ

3.407-100

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 2

РАСЧЕТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР

ВЛ220 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.

N3080тм т2 Лист 3 56

3080тм/2 л.3

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 190-563/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-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-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

Эо. 245.190.90

3080тм Т2

Аннотация

В настоящем томе приводятся расчеты свободностоящих промежуточных опор ВЛ-220 кв. одноцепной П220-3, двухцепной П220-2, а также одностоечной промежуточной опоры на оттяжках П220-1.

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; СНиП II-Ц.9-62 с учетом изменений некоторых пунктов ПУЭ-66 утвержденных решением Министерства энергетики и электрификации СССР N 113 от 7 сентября 1967г. при рассмотрении проекта унифицированных опор.

Секции и элементы опор рассчитаны на наиболее неблагоприятные условия их применения

Расчетные листы опор включены в том 6.

Размайор сзо эсп. Зак. 182-200 Изд-62г. 3080тм/2 л 4

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 2

I Расчёт свободностоящих опор П220-2, П220-3

		лист
1	Эскизы опор	8-9
2	Нагрузки на опоры от проводов и тросов	10-13
3	Давление ветра на конструкцию опор	14-15
4	Расчёт поясов ствола опор	16-17
5	Расчёт раскосов ствола опор	18-23
6	Расчёт траверс	24-33
7	Расчёт распорок и диафрагм	34-35
8	Расчёт стыков поясов ствола	36-39
9	Расчёт тросостоек	40-43

II Расчет опоры на оттяжках П220-1

1.	Эскиз опоры	44
2.	Давление ветра на конструкцию опоры	45
3.	Таблица результатов расчёта опор на ЭЦВМ	46
4.	Расчёт стойки	47
5.	Подбор сечений, оттяжек	48
6.	Расчет траверс	48-53
7.	Расчет распорок и диафрагм.	54
8.	Расчёт стыков ствола	55
9.	Расчет тросостойки	56

Ремонтер сзо эсп Зак 132-200 ... 3080тм/2 л.6

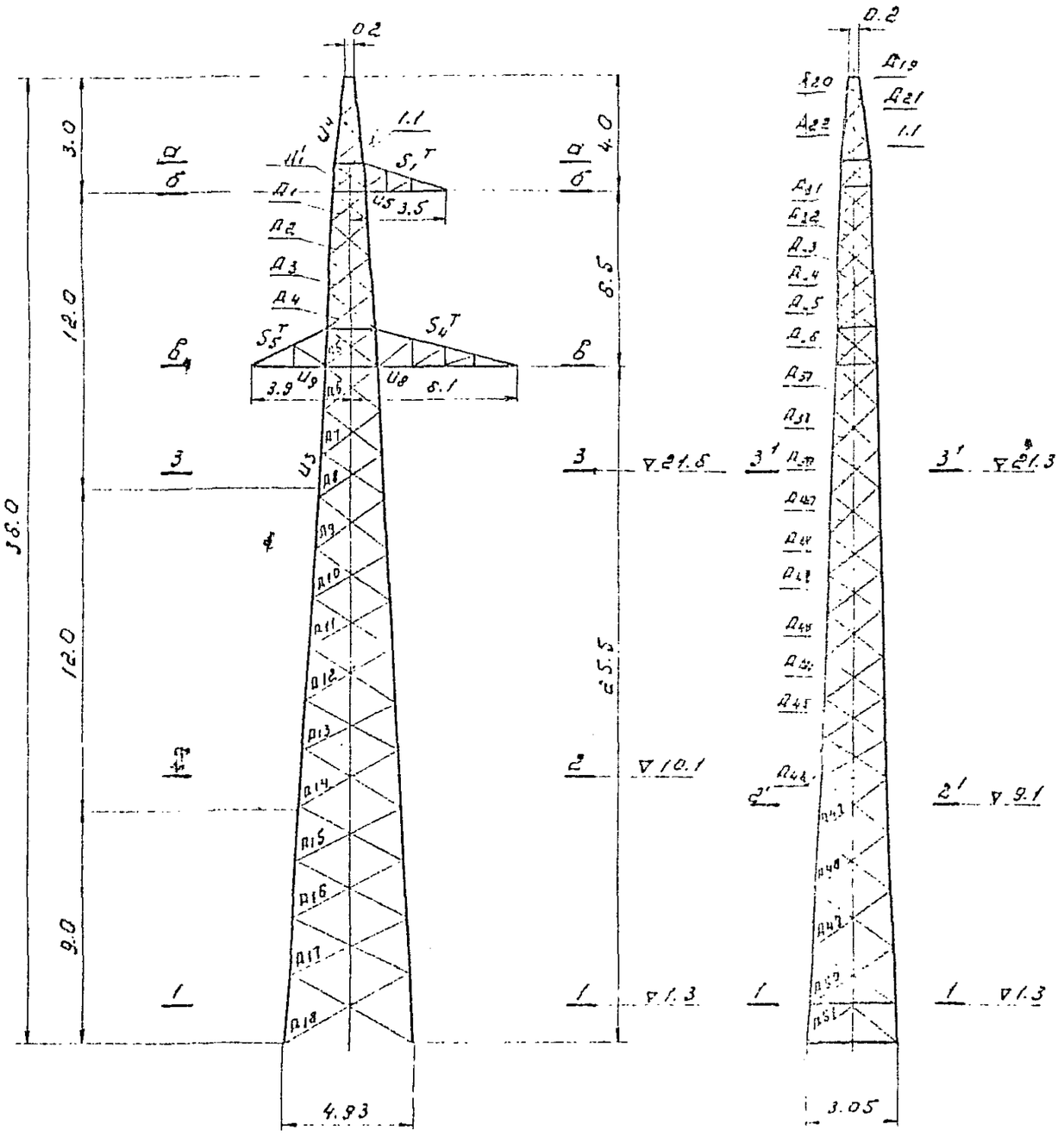
При необходимости комплектования расчета какой-либо одной опоры выдавать листы по нижеследующему перечню:

для опоры П 220-1 листы 10-11; 44-56, расчётный лист N 3080тм-т6 – 25.

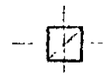
для опоры П 220-2 листы: 9, 12-13, 15, 17, 21 ÷ 23, 24 ÷ 37, 34 ÷ 35, 38 ÷ 39, 42 ÷ 43, расчетный лист № 3080 тм-т6 – 16.

для опоры П 220-3 листы: 8, 10-11, 14, 16, 18-20, 24 ÷ 33, 34 ÷ 35, 36 ÷ 37, 40 ÷ 41; расчетный лист № 3080тм-т.6 – 15.

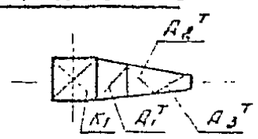
Размер сзо зсп Зпк 182 200 11/II-68г. 3080тм/2 л. 7



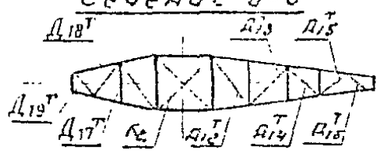
Сечение а-а



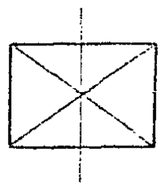
Сечение б-б



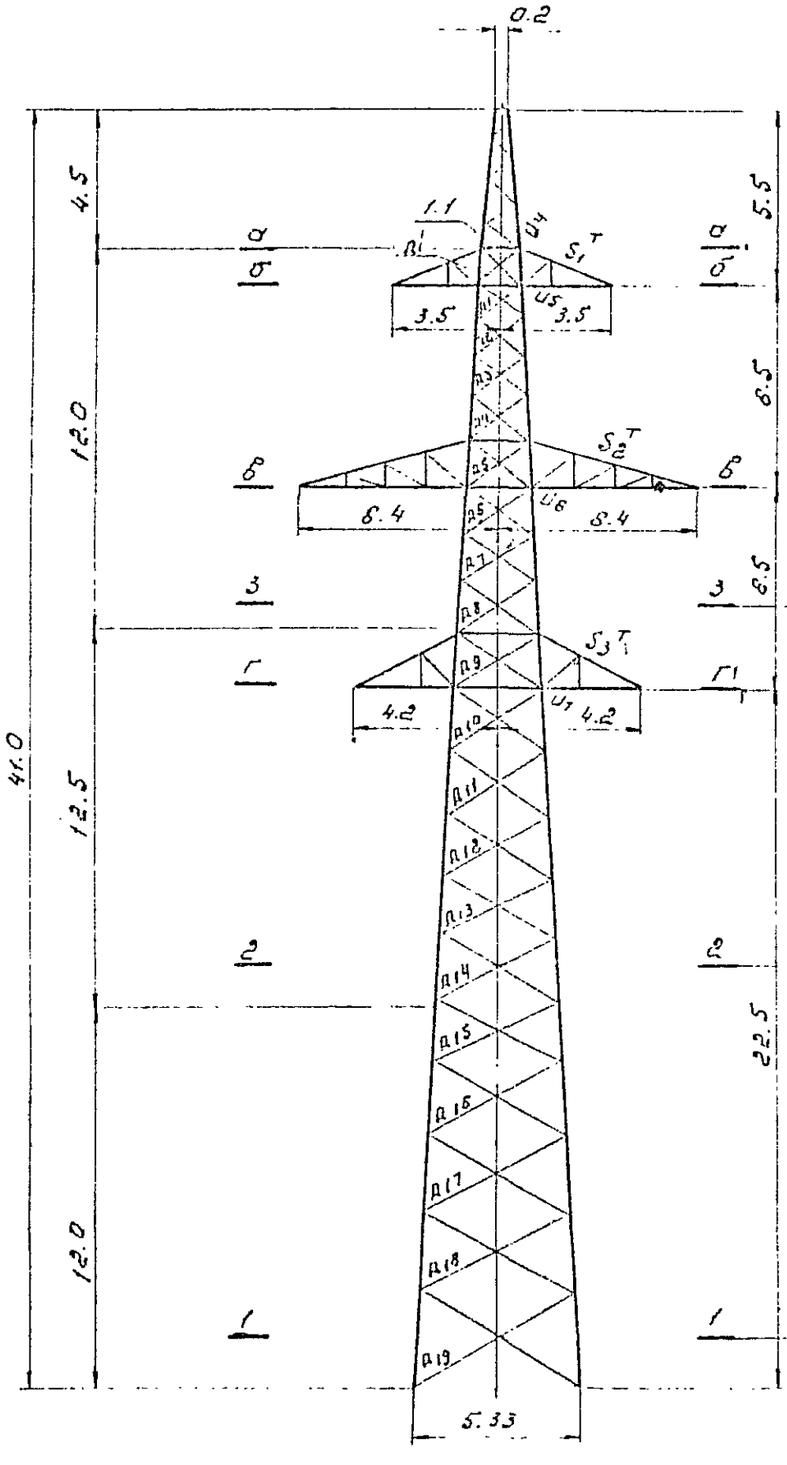
Сечение в-в

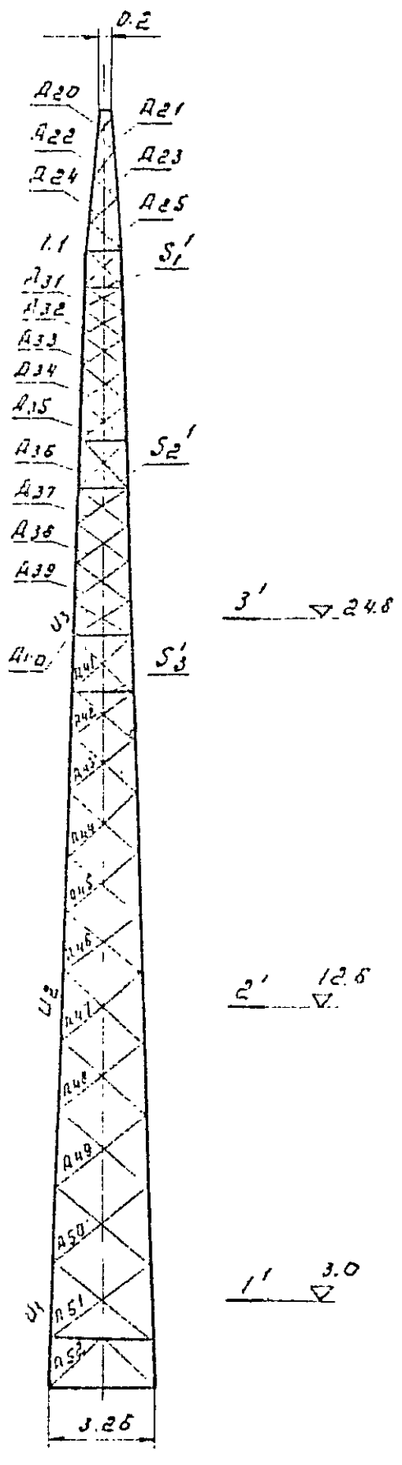


Сечение 1-1



3080тм/2 л.8

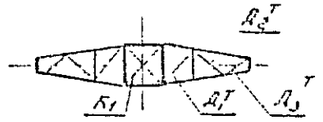




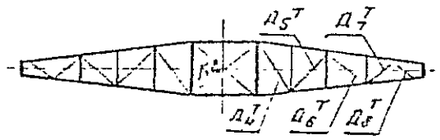
Сечение а-а



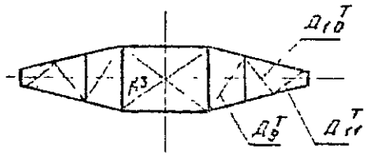
Сечение б-б



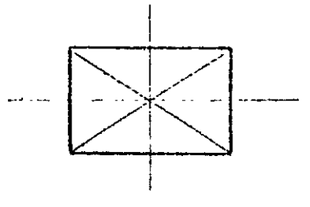
Сечение в-в



Сечение г-г



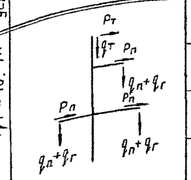
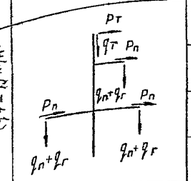
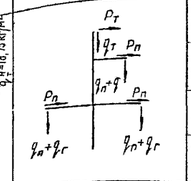
Сечение 1-1



3080тмт/2 9

Нагрузки на одноцепные промежуточные опоры ВЛ 220 кв шифр П220-1; П220-3.

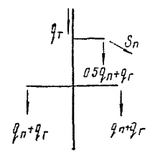
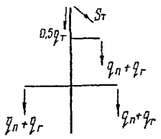
Таблица №1

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок		I р-н гололеда									II р-н гололеда									III р-н гололеда									IV р-н гололеда								
						АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70		
					Σ ветр	475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м		
					Σ вес	595 м			595 м			595 м			580 м			595 м			595 м			520 м			545 м			545 м			450 м			490 м			490 м		
					Σ габ	475 м			475 м			—			465 м			475 м			—			415 м			435 м			—			360 м			390 м			—		
						норм	п	расчет	норм	п	расчёт	норм	п	расчет	норм	п	расчёт	нормат	п	расчет	нормат	п	расчёт	норм	п	расчет	норм	п	расчет	норм	п	расчёт	норм	п	расчет	норм	п	расчёт	норм	п	расчет
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда Ветер направлен вдоль оси траверс	$t=-5°C, C=0$; $q_п^н = 50$ кг/м²; $q_т^н = 75$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_п$ / $P_т$	480	1,2	575	555	1,2	665	335	1,2	400	480	1,2	575	555	1,2	665	335	1,2	400	480	1,2	575	555	1,2	665	335	1,2	400	480	1,2	575	555	1,2	665	335	1,2	400
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ / $g_т$	660	1,1	725	890	1,1	980	365	1,1	400	645	1,1	710	890	1,1	980	365	1,1	400	575	1,1	630	815	1,1	895	335	1,1	370	500	1,1	550	735	1,1	810	300	1,1	330
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ / $g_т$	745	—	820	975	—	1075	365	—	400	730	—	805	975	—	1075	365	—	400	660	—	725	900	—	990	335	—	370	585	—	645	820	—	905	300	—	330
Iа	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда Ветер направлен под ∠45° к оси траверс	$t=-5°C, C=0$; $q_п^н = 50$ кг/м²; $q_т^н = 75$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_п$ / $P_т$	340	1,2	410	390	1,2	470	240	1,2	290	340	1,2	410	390	1,2	470	240	1,2	290	340	1,2	410	390	1,2	470	240	1,2	290	340	1,2	410	390	1,2	470	240	1,2	290
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ / $g_т$	660	1,1	725	890	1,1	980	365	1,1	400	645	1,1	710	890	1,1	980	365	1,1	400	575	1,1	630	815	1,1	895	335	1,1	370	500	1,1	550	735	1,1	810	300	1,1	330
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ / $g_т$	745	—	820	975	—	1075	365	—	400	730	—	805	975	—	1075	365	—	400	660	—	725	900	—	990	335	—	370	585	—	645	820	—	905	300	—	330
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C, C=5 \div 10$ мм; $q_п^н = 12,5$ кг/м²; $C=15 \div 20$ мм; $q_п^н = 14,0$ кг/м²; $q_т^н = 18,75$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	$P_п$ / $P_т$	235	1,4	330	265	1,4	370	225	1,4	315	310	1,4	435	340	1,4	480	330	1,4	460	425	1,4	595	455	1,4	635	440	1,4	615	510	1,4	715	535	1,4	750	545	1,4	765
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ / $g_т$	660	1,1	725	890	1,1	980	365	1,1	400	645	1,1	710	890	1,1	980	365	1,1	400	575	1,1	630	815	1,1	895	335	1,1	370	500	1,1	550	735	1,1	810	300	1,1	330
						240	2,0	480	265	2,0	530	135	2,0	270	550	2,0	1100	625	2,0	1250	355	2,0	710	845	2,0	1690	975	2,0	1950	600	2,0	1200	1100	2,0	2200	1300	2,0	2600	855	2,0	1710
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ / $g_т$	985	—	1300	1240	—	1605	500	—	670	1280	—	1905	1600	—	2325	720	—	1110	1505	—	2415	1875	—	2940	935	—	1570	1685	—	2845	2120	—	3505	1155	—	2040

3080тм/2 л. 10

N3080тм-2

продолжение таблицы N 1

NN схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I р-н гололеда									II р-н гололеда									III р-н гололеда									IV р-н гололеда								
						АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70		
					$E_{ветр}$	475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м		
					$E_{вес}$	595 м			595 м			595 м			580 м			595 м			595 м			520 м			545 м			545 м			450 м			490 м			490 м		
					$E_{габ}$	475 м			475 м			—			465 м			475 м			—			415 м			435 м			—			360 м			390 м			—		
						норм.	п	расчёт	норм	п	расчет	норм.	п	расчет	норм	п	расчет	норм	п	расчет	норм	п	расчет	норм	п	расчет	норм	п	расчет	норм	п	расчет	норм	п	расчёт	норм	п	расчет	норм	п	расчёт
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору	$t=-5°C$, $C=0$, $q^н=0$,		Тяжение провода при обрыве	$S_п$	1210	1,3×0,8=1,04	1260	1560	1,3×0,8=1,04	1625	—	—	—	1485	1,3×0,8=1,04	1545	1940	1,3×0,8=1,04	2020	—	—	—	1485	1,3×0,8=1,04	1545	1995	1,3×0,8=1,04	2080	—	—	—	1485	1,3×0,8=1,04	1545	1995	1,3×0,8=1,04	2080	—	—	—
				Вес пролета провода троса	$g_п$ $g_т$	660	1,1	725	890	1,1	980	365	1,1	400	645	1,1	710	890	1,1	980	365	1,1	400	575	1,1	630	815	1,1	895	335	1,1	370	500	1,1	550	735	1,1	810	300	1,1	330
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	745	—	820	975	—	1075	365	—	400	730	—	805	975	—	1075	365	—	400	660	—	725	900	—	990	335	—	370	585	—	645	820	—	905	300	—	330
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения	$t=-5°C$, $C=0$; $q^н=0$		Тяжение троса при обрыве	$S_т$	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500	—	—	—	—		—	1440	1,3×0,8=1,04	1500	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	660	1,1	725	890	1,1	980	365	1,1	400	645	1,1	710	890	1,1	980	365	1,1	400	575	1,1	630	815	1,1	895	335	1,1	370	500	1,1	550	735	1,1	810	300	1,1	330
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ $g_т$	745	—	820	975	—	1075	365	—	400	730	—	805	975	—	1075	365	—	400	660	—	725	900	—	990	335	—	370	585	—	645	820	—	905	300	—	330

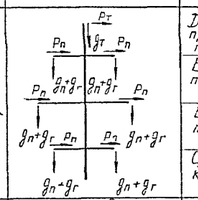
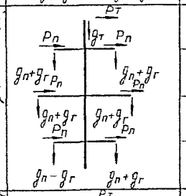
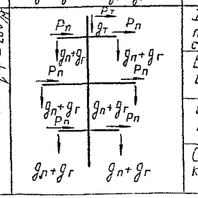
Примечания

1. Высота центра тяжести троса — 26 м
   Нормативный скоростной напор $q_т^н = 1.5 \times 50,0 = 75$ кг/м²
2. Высота центра тяжести провода — 14,6 м
   Нормативный скоростной напор $q_п^н = 1,0 \times 50 = 50$ кг/м²
3. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания $K = 0,8$
4. Максимальное напряжение в тросе $\sigma_{тmax} = 40$ кг/мм² в I-IV районах гололёда.
5. Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг

3080 тм/2 л 11

Нагрузки на двухцепную промежуточную опору ВЛ 220кв шифр П220-2,

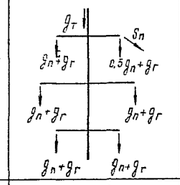
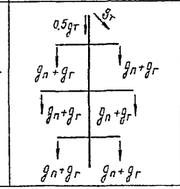
Таблица №2

NN схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозн	I район гололеда									II район гололеда									III район гололеда									IV район гололеда								
						АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70		
					$\ell_{ветр}$	425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м		
					$\ell_{вес}$	530 м			530 м			530 м			525 м			530 м			530 м			470 м			490 м			490 м			415 м			440 м			440 м		
					$\ell_{гроб}$	425 м			425 м			—			420 м			425 м			—			375 м			390 м			—			330 м			355 м			—		
						нормат	п	расчёт	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчет	нормат	п	расчёт	нормат	п	расчёт	нормат	п	расчёт	нормат	п	расчётн	нормат	п	расчет	нормат	п	расчётн	нормат	п	расчетн	нормат	п	расчет
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t=-5°C, C=0, g_n^н=60$ кг/м², $g_т^н=81$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода троса	$P_п$ $P_т$	485	1,2	580	560	1,2	675	320	1,2	385	485	1,2	580	560	1,2	675	320	1,2	385	485	1,2	580	560	1,2	675	320	1,2	385	485	1,2	580	560	1,2	675	320	1,2	385
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	590	1,1	650	795	1,1	875	325	1,1	360	580	1,1	640	795	1,1	875	325	1,1	360	520	1,1	570	735	1,1	810	300	1,1	330	460	1,1	505	660	1,1	725	270	1,1	300
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	675	—	745	880	—	970	325	—	360	665	—	735	880	—	970	325	—	360	605	—	665	820	—	905	300	—	330	545	—	600	745	—	820	270	—	300
I^а	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда Ветер направлен под ∠45° к оси траверс	$t=-5°C, C=0, g_n^н=60$ кг/м², $g_т^н=81$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода троса	$P_п$ $P_т$	350	1,2	420	395	1,2	475	225	1,2	270	350	1,2	420	395	1,2	475	225	1,2	270	350	1,2	420	395	1,2	475	225	1,2	270	350	1,2	420	395	1,2	475	225	1,2	270
				Вес пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	590	1,1	650	795	1,1	875	325	1,1	360	580	1,1	640	795	1,1	875	325	1,1	360	520	1,1	570	735	1,1	810	300	1,1	330	460	1,1	505	660	1,1	725	270	1,1	300
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	675	—	745	880	—	970	325	—	360	665	—	735	880	—	970	325	—	360	605	—	665	820	—	905	300	—	330	545	—	600	745	—	820	270	—	300
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом Ветер направлен вдоль оси траверс	$t=-5°C$, $C=5-20$ мм $g_n^н=15$ кг/м², $g_т^н=203$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода троса	$P_п$ $P_т$	255	1,4	360	285	1,4	400	215	1,4	300	330	1,4	460	360	1,4	505	320	1,4	450	415	1,4	580	440	1,4	620	425	1,4	595	485	1,4	680	515	1,4	720	530	1,4	740
				Вес пролета провода, троса	$g_п$	590	1,1	650	795	1,1	875	325	1,1	360	580	1,1	640	795	1,1	875	325	1,1	360	520	1,1	570	735	1,1	810	300	1,1	330	460	1,1	505	660	1,1	725	270	1,1	300
					$g_т$	215	2,0	430	240	2,0	480	120	2,0	240	500	2,0	1000	560	2,0	1120	315	2,0	630	765	2,0	1530	880	2,0	1760	540	2,0	1080	1020	2,0	2040	1180	2,0	2360	770	2,0	1540
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	890	—	1175	1120	—	1450	445	—	600	1165	—	1735	1440	—	2090	640	—	990	1370	—	2195	1700	—	2665	840	—	1410	1565	—	2640	1925	—	3180	1040	—	7840

3080 см/2 л 12

N3080 тм-2

Продолжение таблицы №2

№№ схем	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обознач.	I р-н гололеда									II р-н гололеда									III р-н гололеда									IV р-н гололеда								
						АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70			АСО-300			АСО-400			С-70		
						ℓ ветр 425 м ℓ вес 530 м ℓ габ 425 м			425 м 530 м 425 м			425 м 530 м —			425 м 525 м 420 м			425 м 530 м 425 м			425 м 530 м —			425 м 470 м 375 м			425 м 490 м 390 м			425 м 490 м —			425 м 415 м 330 м			425 м 440 м 355 м			425 м 440 м —		
						норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт	норм.	n	расчёт
III	Оборван один провод дающий наибольший, изгибающий или крутящий момент на опору	$t=-5°C$; $C=0$; $q^н=0$		Тяжение провода при обрыве.	S_n	1240	2,3×0,8=1,04	1290	1585	1,3×0,8=1,04	1650	—	—	—	1485	1,3×0,8=1,04	1545	1945	1,3×0,8=1,04	2020	—	—	—	1485	1,3×0,8=1,04	1545	1995	1,3×0,8=1,04	2080	—	—	—	1485	1,3×0,8=1,04	1545	1995	1,3×0,8=1,04	2080	—	—	—
				Вес пролета провода троса.	g_n	590	1,1	650	795	1,1	875	325	1,1	360	580	1,1	640	795	1,1	875	325	1,1	360	520	1,1	570	735	1,1	810	300	1,1	330	460	1,1	505	660	1,1	725	270	1,1	300
					$g_т$																																				
				Вес гирлянд изоляторов.	$g_г$	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_n+g_г$ $g_т$	675	—	745	880	—	970	325	—	360	665	—	735	880	—	970	325	—	360	605	—	665	820	—	905	300	—	330	545	—	600	745	—	820	270	—	300
IV	Оборван один трос. Провода не оборваны. Тяжение троса равно половине максимального тяжения	$t=-5°C$; $C=0$; $q^н=0$		Тяжение троса при обрыве	$S_т$	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500	—	—	—	—	—	—	1440	1,3×0,8=1,04	1500
				Вес пролета провода, троса.	g_n $g_т$	590	1,1	650	795	1,1	875	325	1,1	360	580	1,1	640	795	1,1	875	325	1,1	360	520	1,1	570	735	1,1	810	300	1,1	330	460	1,1	505	660	1,1	725	270	1,1	300
				Вес гирлянд изоляторов	$g_г$	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—	85	1,1	95	85	1,1	95	—	—	—
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$ $g_т$	675	—	745	880	—	970	325	—	360	665	—	735	880	—	970	325	—	360	605	—	665	820	—	905	300	—	330	545	—	600	745	—	820	270	—	300

Примечания:

1. Высота центра тяжести троса — 31,7 м
   Нормативный скоростной напор $q_т^н = 1,62 \times 50 = 81$ кг/м²;
2. Высота центра тяжести провода — 17,9 м
   Нормативный скоростной напор $q_n^н = 1,19 \times 50 = 60$ кг/м²
3. Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания $K = 0,8$;
4. Максимальное напряжение в тросе в I и IV районах гололеда $\sigma_{max} = 40$ кг/мм²
5. Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг

3080тм/2 л 13

Давление ветра на конструкцию опоры П220-3 по схемам I и I^{а}

Таблица N 3

Наименование секции	Эскиз и средн. отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м^2)	Площадь элементов ферм ΣF_i (м^2)	Площадь по контуру S (м^2)	Коэффициент заполнения $\varphi = \Sigma F_i / S$	Аэродинамический коэффициент $C_{аэр} = C_{пр} \cdot \varphi^2 (1+\varphi)$	ζ (при $\frac{b}{h}$ = 1.5/0.67)	Аэродинамический коэффициент $C_{аэр} = C_{пр}(1+\varphi)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамики (кг)			Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики β=1.35 и коэфф. перегрузки n=1.2 (кг)		
										при ветре ⊥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S$	при ветре под ∠45°		при ветре ⊥ траверсе $P = q_0 C_{пр} S \beta n$	при ветре под ∠45°	
											$P_{\perp} = 0.8P$ ⊥ траверсе	$P_{\parallel} = 0.8P$ ∥ траверсе		$P_{\perp} = 0.8P_p$ ⊥ траверсе	$P_{\parallel} = 0.8P_p$ ∥ траверсе
Верхняя средняя секция	1.0, 3.0, ▽32.5	1,63	82	0.46	1.5	0.307	0.430	0.65	0.708	39 (87) [2]	57 [3]	39 [3]	63 (141)	92	63
Нижняя средняя секция	1.5, 5.8, ▽26.2	1,49	75	1.04	3.9	0.267	0.375	0.74	0.652	86 (190) [2]	124 [3]	86 [3]	139 (307)	201	139
Нижняя нижняя секция	1.5, 3.0, ▽26.2	1,49	75	0.54	2.3	0.235	0.329	0.79	0.588	46 (102) [2]	66 [3]	46 [3]	75 (165)	107	75
Траверсная секция	0.2, 3.0, 1.1, ▽34.5	1,68	84	0.58	1.95	0.297	0.415	0.87	0.693	113	90	90	183	146	146
Верхняя башенная секция	1.1, 1.1, 12.0, 2.5, 1.8, ▽27.6	1,51	76	3.89 / 4.23	17.4 / 21.6	0.223 / 0.196	0.312 / 0.274	0.85 / 0.85	0.577 / 0.507	763 / 833	665	665	1240 / 1350	1080	1080
Средняя башенная секция	2.5, 1.8, 18.0, 3.9, 2.5, ▽15.0	1,0	50	3.87 / 4.37	25.8 / 38.4	0.150 / 0.114	0.210 / 0.160	0.96 / 1.0	0.411 / 0.320	531 / 615	491	491	860 / 995	795	795
Нижняя башенная секция	3.9, 2.5, 9.0, 4.9, 3.1, ▽4.5	1,0	50	3.83 / 4.55	25.2 / 39.6	0.152 / 0.115	0.211 / 0.151	0.96 / 1.0	0.417 / 0.322	525 / 637	510	510	852 / 1030	825	825
										2103 / 2577	2003	1927	3412 / 4171	3246	3123

Примечания

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м^2 на высоте до 15 м.
2. Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$, указанные в скобках определены при направлении ветра ⊥ траверсе. При ветре ⊥ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет $0.45 P_{тр}$
3. При ветре под ∠45° к оси ВЛ $P_{\perp} = 0.65 P_{тр}$, а $P_{\parallel} = 0.45 P_{тр}$
4. Ветровые нагрузки на секции опоры P_i, указанны в числителе, определены при направлении ветра ∥ траверсе; величины в знаменателе – при направл. ветра ⊥ траверсе

3080тм/2 л. 14

Давление ветра на конструкцию опоры П220-2 по схемам I и I^а

Таблица № 4

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции	Коэффициент 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 $\varphi = \frac{\Sigma f_i}{S}$	Аэродинамический коэффициент плоской фермы $C_ф = C_1 \cdot \varphi = 1.4\varphi$	η (при $\frac{b}{h} = 1.50/0.70$)	Аэродинамический коэффициент пространственной фермы $C_{пр} = C_ф(1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамики (кг): При ветре ∥ траверсе $P = q_0 \cdot C_{пр} \cdot S$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0.8P$ ⊥ траверсе	При ветре под ∠45°: $P_\parallel = 0.8P$ ∥ траверсе	Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэфф. динамики $\beta = 1.35$ и коэфф. перегрузки $n = 1.2$ кг: При ветре ∥ траверсе $P_p = q_0 C_{пр} S \beta n$	При ветре под ∠45°: $P_\perp = 0.8P_p$ ⊥ траверсе	При ветре под ∠45°: $P_\parallel = 0.8P_p$ ∥ траверсе
Верхняя траверса	1.0; ▽36.0; 2.9	1.71	86	0.52	1.45	0.358	0.502	$\frac{b}{h} = 1$; 0.58	0.794	2×45 2) (2×99)	2×64 3)	2×45 3)	2×73 (2×161)	2×104	2×73
Средняя траверса	1.5; ▽29.75; 5.4	1.58	79	1.10	4.2	0.262	0.367	$\frac{b}{h} = 1$; 0.73	0.635	2×95 2) (2×210)	2×136 3)	2×95 3)	2×154 (2×340)	2×220	2×154
Нижняя траверса	1.7; ▽23.35; 2.8	1.43	72	0.54	2.1	0.257	0.36	$\frac{b}{h} = 1.18$; 0.75	0.630	2×43 2) (2×95)	2×62 3)	2×43 3)	2×70 (2×154)	2×100	2×70
Тросостойка	0.2; 4.5; ▽38.75; 1.1	1.79	90	0.85	2.92	0.291	0.408	$\frac{b}{h} = 1.0$; 0.68	0.685	180	144	144	292	234	234
Верхняя секция	1.1; 1.1; 12.0; 30.5 ▽; 2.5; 1.8	1.58	79	3.43 / 3.67	17.4 / 21.6	0.200 / 0.170	0.280 / 0.238	0.84 / 0.90	0.525 / 0.452	697 / 770	615	615	1130 / 1250	1000	1000
Средняя секция	2.5; 1.8; 12.0; ▽18.5; 3.9; 2.5	1.27	64	4.25 / 4.64	25.8 / 38.4	0.165 / 0.121	0.231 / 0.169	0.92 / 0.99	0.450 / 0.336	725 / 825	660	660	1170 / 1335	1070	1070
Нижняя секция	3.9; 2.5; 12.5; 6.25 ▽; 5.3; 3.3	1.0	50	5.29 / 6.24	36.3 / 57.5	0.146 / 0.108	0.204 / 0.151	0.95 / 1.0	0.400 / 0.302	727 / 868	695	695	1180 / 1400	1120	1120
									Итого:	2695 / 3451	2638	2488	4366 / 5587	4272	4018

Примечания:

1. Опора расчитана 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 ⊥ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет $0.45 P_{тр}$.
3. При ветре под ∠45° к оси ВЛ $P_\perp = 0.65 P_{тр}$, а $P_\parallel = 0.45 P_{тр}$
4. Ветровые нагрузки на секции опоры P_1 указанные в числителе, определены при направлении ветра ∥ траверсе; величины в знаменателе при направлении ветра ⊥ траверсе.

3080-тм/2 л. 15

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры П220-3

Таблица №5

Сечения отметки и базы	Схема I; I р-н гололеда			Схема I^а; I р-н гололеда				Схема II; IV р-н гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)			Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)
	От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры: I траверсе $M_{W_{II}}$	I траверсе M_{W_I}		От нагрузок на провода и трос M_{II}	От ветра на конструкцию опоры $M_{W_{II}}$	
3-3 ▽ 21.6 3'-3' ▽ 21,3 $B_ш$ = 2,43 м $B_{уз}$ = 1.82 м $Cos\gamma_ш$ = 0,998 $Cos\gamma_{уз}$ = 0,999	0.400 x 14.4 = 5.76 0.665 x 10.4 = 6.92 0.665 x 2 x 3.9 = 5.19 2.395 M_{II} = 1.87 $M_{н.у.}$ = 6.13 ΣM_{II} = 24.00	0.183 x 12.9 = 2.36 0.063 x 10.9 = 0.69 (0.139 + 0.075) x 4.6 = 1.01 1.24 x 11.4 / 12 x 11.4 / 2 = 6.74 1.650 $M_{W_{II}}$ = 10.80	0.400 x 1 = 0,400 1.075 x 3 = 3.230 0.137 x 14.4 = 1.98 5.61	0.29 x 14.4 = 4.17 0.47 x 10.4 = 4.90 0.47 x 2 x 3.9 = 3.65 1.70 M_{II} = 13.03 $M_{н.у.}$ = 6.13 ΣM_{II} = 19.16	0.146 x 12.9 = 1.68 0.063 x 10.9 = 0.69 (0.139 + 0.075) x 4.6 = 1.00 1.08 x 11.4 / 12 x 11.4 / 2 = 5.85 1.443 $M_{W_{II}}$ = 9.42	0.146 x 13.2 = 1.93 0.092 x 11.2 = 1.03 (0.201 + 0.107) 4.9 = 1.54 1.08 x 12 / 2 = 6.50 1.626 M_{W_I} = 11.00	0.400 x 1 = 0,400 1.075 x 3 = 3.23 0,137 x 14.4 = 1.98 5,61	0.765 x 14.4 = 11.0 0.75 x 10.4 = 7.75 0.75 x 2 x 3.9 = 5.85 3.015 M_{II} = 24.60 $M_{н.у.}$ = 20.0 ΣM_{II} = 44.60	$M_{W_{II}}$ = 10.80 / 4.80 = 2.25	2.04 x 1 = 2.04 3.505 x 3 = 10.52 0,137 x 14.4 = 1.98 14.54
	$U_3 = \frac{24.00 + 10.80}{2 \times 2.43 \times 0.998} + \frac{5.61}{4 \times 0.999} = 7.17 + 1.4 = 8.57$ т			$U_3 = \frac{19.16 + 9.42}{2 \times 2.43 \times 0.998} + \frac{11.0}{2 \times 1.82 \times 0.999} + \frac{5.61}{4 \times 0.999} = 5.88 + 3.02 + 1.4 = 10.30$				$U_3 = \frac{44.60 + 2.25}{2 \times 2.43 \times 0.998} + \frac{14.54}{4 \times 0.999} = 9.60 + 3.64 = 13.24$ т		
2-2 ▽ 10.1 м 2'-2' ▽ 9,1 $B_ш$ = 3,74 $B_{узк}$ = 2,11 м $Cos\gamma_ш$ = 0.998 $Cos\gamma_{уз}$ = 0.999	24.0 2.395 x 11.5 = 27.6 2.395 M_{II} = 51.5	10.80 1.650 x 11.5 = 19.00 1.24 x 0.6 / 12 x 11.8 = 0.78 0.86 x 10.9 / 12 x 10.9 / 2 = 4.25 2.49 $M_{W_{II}}$ = 34.78	5.61 0.137 x 11.5 = 1.58 7.19	19.16 1.70 x 11.5 = 19.80 1.70 M_{II} = 38.36	9.42 1.443 x 11.5 = 16.6 1.08 x 0.6 / 12 x 11.8 = 0.64 0.795 x 10.9 / 12 x 10.9 / 2 = 3.92 2.22 $M_{W_{II}}$ = 30.58	11.00 1.626 x 12.2 = 19.80 0.795 x 12 / 2 = 4.77 2.421 M_{W_I} = 35.57	5.61 0.137 x 11.5 = 1.58 7.19	44.60 3.015 x 11.5 = 34.60 3.015 M_{II} = 79.20	$M_{W_{II}}$ = 34.78 / 4.8 = 7.25	14.54 0.137 x 11.5 = 1.58 16.12
	$U_2 = \frac{51.5 + 34.78}{2 \times 3.74 \times 0.998} + \frac{7.19}{4 \times 0.999} = 11.6 + 1.8 = 13.4$ т			$U_2 = \frac{38.36 + 30.58}{2 \times 3.74 \times 0.998} + \frac{35.57}{2 \times 2.51 \times 0.999} + \frac{7.19}{4 \times 0.999} = 9.25 + 7.1 + 1.8 = 18.15$				$U_2 = \frac{79.20 + 7.25}{2 \times 3.74 \times 0.998} + \frac{16.12}{4 \times 0.999} = 11.5 + 4.04 = 15.54$ т.		
1-1 ▽ 1.3 м $B_ш$ = 4.78 м $B_{узк}$ = 2.97 м $Cos\gamma_ш$ = 0.998 $Cos\gamma_{уз}$ = 0.999	51.5 2.395 x 8.8 = 21.0 2.395 M_{II} = 72.5	34.78 2.49 x 8.8 = 21.90 0.86 x 1.1 / 12 x 8.0 = 0.63 0.852 x 7.7 / 9.0 x 7.7 / 2 = 2.80 3.30 $M_{W_{II}}$ = 60.11	7.19 0.137 x 8.8 = 7.21 8.40	38.86 1.70 x 8.8 = 15.13 1.70 M_{II} = 54.09	30.58 2.22 x 8.8 = 19.5 0.795 x 1.1 / 12 x 8.0 = 0.58 0.825 x 7.7 / 9.0 x 7.7 / 2 = 2.72 3.00 $M_{W_{II}}$ = 53.38	35.57 2.421 x 7.8 = 18.9 0.825 x 7.8 / 9.0 x 7.8 / 2 = 2.75 3.17 M_{W_I} = 57.26	7.19 0.137 x 8.8 = 1.21 8.40	79.20 3.015 x 8.8 = 26.50 3.015 M_{II} = 105.70	$M_{W_{II}}$ = 60.11 / 4.8 = 12.5	16.12 0.137 x 8.8 = 1.21 17.33
	$U_1 = \frac{72.5 + 67.11}{2 \times 4.78 \times 0.998} + \frac{8.40}{4 \times 0.999} = 13.9 + 2.1 = 16.07$			$U_1 = \frac{54.09 + 53.38}{2 \times 4.78 \times 0.998} + \frac{57.26}{2 \times 2.97 \times 0.999} + \frac{8.40}{4 \times 0.999} = 11.2 + 9.63 + 2.1 = 22.93$				$U_1 = \frac{105.7 + 12.5}{2 \times 4.78 \times 0.998} + \frac{17.33}{4 \times 0.999} = 12.4 + 4.35 = 16.75$		

3080 тм/2 л. 16

Примечания:

1. $M_{н.у.}$ - обозначает изгибающий момент от неуравновешенной вертикальной нагрузки.
2. Усилия в поясах определяются по формуле:

$$U = \frac{\Sigma M_{II}}{2 B_ш \cos\gamma_ш} + \frac{\Sigma M_\perp}{2 B_{уз} \cos\gamma_{уз}} + \frac{\Sigma G}{4 \cos\gamma}$$

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствола опоры П220-2

Таблица №6

Сечения отметки и базы	Схема I, I район гололеда: Изгибающие моменты (тм) от нагрузок на провода и тросы M_{II}	Схема I, I район гололеда: Изгибающие моменты (тм) от ветра на констр. опоры M_{WII}	Схема I, I район гололеда: Вертикальные нагрузки G (т)	Схема I^a, I район гололеда: Изгибающие моменты (тм) от нагрузок на провода и трос M_{II}	Схема I^a, I район гололеда: Изгибающие моменты (тм) от ветра на конструкции опоры: II траверсе M_{WII}	Схема I^a, I район гололеда: Изгибающие моменты (тм) от ветра на конструкции опоры: ⊥ траверсе $M_{W\perp}$	Схема I^a, I район гололеда: Вертикальные нагрузки G (т)	Схема II; IV район гололеда: Изгибающие моменты от нагрузок на провода и тросы M_{II} и от ветра на констр. опоры M_{WII} (тм)	Схема II; IV район гололеда: Вертикальные нагрузки G (т)
3-3 ▽ 25.1 м 3'-3 ▽ 24.8 м $b_{шир.}$ = 2.42 м $b_{уз к}$ = 1.79 м $\cos\gamma_{ш}$ = 0.998 $\cos\gamma_{уз}$ = 0.999	0.385×15.9 = 6.13 0.875×2×10.4 = 14.0 0.875×2×3.9 = 5.26 3.085 M_{II} = 25.39	0.292×13.65 = 3.98 0.073×2×10.9 = 1.59 0.154×2×4.65 = 1.44 1.13×5.7 = 6.44 1.676 M_{WII} = 13.45	0.36×1 = 0.36 0.97×4 = 3.88 0.165×15.9 = 2.63 6.87	0.27×15.9 = 4.29 0.475×2×10.4 = 9.88 0.475×2×3.9 = 3.7 a 17 M_{II} = 17.87	0.234×13.65 = 3.19 0.073×2×10.9 = 1.59 0.154×2×4.65 = 1.43 1.0×5.7 = 5.7 1.688 M_{WII} = 11.91	0.234×13.95 = 3.26 0.104×2×11.2 = 2.33 0.220×2×4.95 = 2.18 1.0×5.85 = 5.85 1.882 $M_{W\perp}$ = 13.62	0.36×1 = 0.36 0.97×4 = 3.88 0.165×15.9 = 2.63 6.87	0.74×15.9 = 11.8 0.78×2×10.4 = 1.5 0.78×2×3.9 = 0.56 3.62 M_{II} = 13.86 $M_{W_{II}} = \frac{13.45}{4.8} = 2.8$	1.84×1 = 1.84 3.18×4 = 12.72 0.165×15.9 = 2.63 17.19
	$U_3 = \frac{25.39 + 13.45}{2 \times 2.42 \times 0.998} + \frac{6.87}{4 \times 0.998} = 6.03 + 1.72 = 9.75$т			$U_3 = \frac{17.87 + 11.91}{2 \times 2.42 \times 0.998} + \frac{13.62}{2 \times 1.79 \times 0.999} + \frac{6.87}{4 \times 0.998} = 6.15 + 3.82 + 1.72 = 11.69$т				$U_3 = \frac{13.86 + 2.8}{2 \times 2.42 \times 0.998} + \frac{17.19}{4 \times 0.998} = 7.74$т	
2-2 ▽ 13.6 м 2'-2' ▽ 12.6 м $b_{шир.}$ = 3.75 м $b_{уз к}$ = 2.52 м $\cos\gamma_{уз}$ = 0.999 $\cos\gamma_{ш}$ = 0.998	25.39 3.085×11.5 = 35.5 0.875×2×8.9 = 12.0 4.435 M_{II} = 72.89	13.45 1.676×11.5 = 21.6 0.07×2×9.75 = 1.37 1.17×5.75 = 6.73 3.186 M_{WII} = 43.15	6.87 0.97×2 = 1.94 0.165×11.5 = 1.9 10.71	17.87 a 17×11.5 = 23.00 a 475×2×8.9 = 8.45 12 M_{II} = 51.32	11.91 1.688×11.5 = 19.4 0.07×2×8.9 = 1.25 1.07×5.75 = 6.15 2.898 M_{WII} = 38.71	13.62 1.882×12.2 = 23.0 0.100×2×10.8 = 2.16 1.07×6.1 = 6.53 3.152 $M_{W\perp}$ = 45.31	6.87 0.97×2 = 1.94 0.165×11.5 = 1.9 10.71	13.86 3.62×11.5 = 41.6 0.72×2×8.9 = 1.3 3.766 M_{II} = 56.76 $M_{W_{II}} = \frac{43.15}{4.8} = 9.0$	17.19 3.18×2 = 6.36 0.165×11.5 = 1.9 25.26
	$U_2 = \frac{72.89 + 43.15}{2 \times 3.75 \times 0.998} + \frac{10.71}{4 \times 0.998} = 15.5 + 2.69 = 18.19$т			$U_2 = \frac{51.32 + 38.71}{2 \times 3.75 \times 0.998} + \frac{45.31}{2 \times 2.52 \times 0.999} + \frac{10.71}{4 \times 0.998} = 12.0 + 9.0 + 2.49 = 23.29$т				$U_2 = \frac{56.76 + 9.0}{2 \times 3.75 \times 0.998} + \frac{25.26}{4 \times 0.998} = 12.09$т	
1-1 ▽ 1.7 м 1'-1' ▽ 3.0 м $b_{шир.}$ = 5.13 м $b_{уз к}$ = 3.08 м $\cos\gamma_{уз}$ = 0.999 $\cos\gamma_{ш}$ = 0.998	72.89 4.435×11.9 = 52.6 4.435 M_{II} = 125.49	43.15 3.186×11.9 = 37.9 1.12×5.95 = 6.69 4.306 M_{WII} = 87.74	10.71 0.165×11.9 = 1.97 12.68	51.32 12×11.9 = 37.1 3.12 M_{II} = 88.42	38.71 2.898×11.9 = 34.5 0.97×5.95 = 5.77 3.868 M_{WII} = 78.98	45.31 3.152×9.6 = 30.25 0.85×4.8 = 4.08 4.002 $M_{W\perp}$ = 79.64	10.71 0.165×11.9 = 1.97 12.68	56.76 3.766×11.9 = 44.9 3.766 M_{II} = 101.66 $M_{W_{II}} = \frac{87.74}{4.8} = 18.3$	25.26 0.165×11.9 = 1.97 27.23
	$U_1 = \frac{125.49 + 87.74}{2 \times 5.13 \times 0.998} + \frac{12.68}{4 \times 0.998} = 20.8 + 3.16 = 23.96$т			$U_1 = \frac{88.42 + 78.98}{2 \times 5.13 \times 0.998} + \frac{79.64}{2 \times 3.08 \times 0.999} + \frac{12.68}{4 \times 0.998} = 16.35 + 12.9 + 3.16 = 32.41$т				$U_1 = \frac{101.66 + 18.3}{2 \times 5.13 \times 0.998} + \frac{27.23}{4 \times 0.998} = 18.5$т	

Усилия в поясах ствола опоры определены по формуле:

$$U = \frac{\Sigma M_{II}}{2 b_{ш} \cos\gamma} + \frac{\Sigma M_{\perp}}{2 b_{уз} \cos\gamma} + \frac{\Sigma G}{4 \cos\gamma},$$

3080тм/2 ч. 17

Расчет усилий в раскосах ствола опоры П220-3

Таблица №7

Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг) $b_ш$ (м)	$b_{узк}$ (м)	$\cos\beta$	Обознач. раскосов	$4b\cos\beta$	$\frac{b_o}{4b_{уз}\cos\beta}$	2080 $e_1=3,5$м; $e_2=6,1$м от $M_{кр}$	от $S_п$	Σ'
		$b_o = 1,160$ м				$M_{кр}$ (тм)		7,28		
Верхняя секция	Широкая	—	1,19	0,788	$Д_1$	3,76	—	1,94	—	1,94
		—	1,25	0,766	$Д_2$	3,83	—	1,90	—	1,90
		—	1,33	0,766	$Д_3$	4,07	—	1,79	—	1,79
		—	1,40	0,749	$Д_4$	4,20	—	1,73	—	1,73
		—	1,50	0,788	$Д_5$	4,73	—	1,54	—	1,54
	Узкая	1,23	1,19	0,819	$Д_{31}$	4,03	0,297	1,81	0,619	2,43
		1,37	1,24	0,788	$Д_{32}$	4,32	0,296	1,69	0,615	2,31
		1,47	1,30	0,798	$Д_{33}$	4,69	0,279	1,55	0,58	2,13
		1,59	1,36	0,809	$Д_{34}$	5,14	0,264	1,42	0,55	1,97
		1,72	1,42	0,777	$Д_{35}$	5,35	0,262	1,36	0,545	1,91
		1,86	1,50	0,707	$Д_{36}$	5,26	0,272	1,38	0,566	1,95
		$b_o = 1,543$ м				$M_{кр}$ (тм)		12,69		
	Широкая	—	1,59	0,783	$Д_6$	4,98	—	2,55	—	2,55
		—	1,68	0,819	$Д_7$	5,51	—	2,30	—	2,30
		—	1,78	0,829	$Д_8$	5,91	—	2,15	—	2,15
	Узкая	2,05	1,59	0,819	$Д_{37}$	6,71	0,297	1,89	0,619	2,51
		2,17	1,65	0,819	$Д_{38}$	7,10	0,286	1,79	0,595	2,39
		2,32	1,72	0,829	$Д_{39}$	7,7	0,270	1,65	0,560	2,21
		2,45	1,80	0,848	$Д_{40}$	8,3	0,253	1,53	0,526	2,06

Расчет усилий в раскосах ствола опоры П220-3

Продолжение таблицы №7

Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг) $b_ш$ (м)	$b_{узк}$ (м)	$\cos\beta$	Обознач. раскосов	$4b\cos\beta$	$\frac{b_0}{4b_{уз}\cos\beta}$	2080 $c = 6,1$ м от $M_{кр}$	от $S_п$	Σ
$b_0 = 1,543$ м		$M_{кр}$ (тм)						12,69		
Средняя секция	Широкая	—	1,88	0,839	Д9	6,31	—	2,02	—	2,02
		—	1,985	0,829	Д10	6,58	—	1,93	—	1,93
		—	2,09	0,848	Д11	7,08	—	1,79	—	1,79
		—	2,20	0,857	Д12	7,54	—	1,69	—	1,69
		—	2,50	0,874	Д13	8,74	—	1,45	—	1,45
		—	2,34	0,874	Д14	8,20	—	1,55	—	1,55
	Узкая	2,63	1,88	0,754	Д41	7,94	0,273	1,60	0,57	2,17
		2,80	1,97	0,838	Д42	9,40	0,234	1,35	0,49	1,84
		2,98	2,06	0,766	Д43	9,16	0,244	1,39	0,51	1,90
		3,19	2,17	0,766	Д44	9,79	0,232	1,30	0,48	1,78
		3,53	2,29	0,766	Д45	10,83	0,220	1,17	0,46	1,63
		3,65	2,40	0,777	Д46	11,37	0,207	1,12	0,43	1,55
		3,88	2,52	0,819	Д47	12,70	0,175	1,00	0,36	1,36

Расчет усилий в раскосах на уровне траверс по II схеме.

Раскос $Д_1'$ $M = 3,5 \times 2,9 = 10,3$ тм ; $R = \frac{10,3}{1} = 10,3$ т

$$Д_1' = \frac{10,3}{4 \cdot 0,766} = 3,32 \text{ т}$$

Раскос $Д_5$ $M = 3,5 \times (6,1 - 3,9) = 7,7$ тм

$$R = \frac{7,7}{1,5} = 5,15 \text{ т}$$

$$Д_5 = \frac{5,15}{4 \times 0,788} = 1,63 \text{ т.}$$

3080 тм/2 л.19

Расчет усилий в раскосах ствола опоры П220-3

Продолжение таблицы № 7

Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг)						2080		
		$в_ш$ (м)	$в_{узк}$ (м)	$Cos\beta$	Обозначение раскосов	$4в\,Cos\beta$	$\frac{в_o}{4в_{уз}\,Cos\beta}$	$e = 6,1$ м		
								от $M_{кр}$	от $S_п$	Σ
$в_o = 1,543$ м						$M_{кр}$ (тм)		12,69		
Нижняя секция	Широкая	—	2,58	0,898	Д15	9,35	—	1,36	—	1,36
		—	2,70	0,875	Д16	9,45	—	1,34	—	1,34
		—	2,86	0,883	Д17	10,10	—	1,26	—	1,26
		—	2,97	0,883	Д18	10,50	—	1,20	—	1,20
	Узкая	4,11	2,63	0,777	Д48	12,75	0,19	0,99	0,39	1,38
		4,37	2,77	0,755	Д49	13,20	0,18	0,96	0,38	1,34
		4,64	2,90	0,777	Д50	14,40	0,17	0,88	0,35	1,23
		4,78	2,97	0,755	Д51	14,40	0,17	0,88	0,35	1,23

Усилия в раскосах определены по формуле

$$Д = \frac{M_{кр}}{4 \times в \times Cos\beta} + \frac{S_п \times в_o}{4 \times в_{уз} \times Cos\beta}$$

$в_o$ - база на отметке приложения силы

Расчет усилий в раскосах ствола опоры П220-2

Таблица №8

Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг)						2080		
		$в_ш$ (м)	$в_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обознач. раскосов	$4б\cos\beta$	$\frac{в_0}{4б_{уз}\cos\beta}$	$l_1=3,5$м; $l_2=6,4$м. От $M_{кр}$	От $S_п$	Σ
		$в_0 = 1,160$ м			$M_{кр}$ (тм)			7,28		
Верхняя секция	Широкая	—	1,19	0,788	$Д_1$	3,76	—	1,94	—	1,94
		—	1,25	0,766	$Д_2$	3,83	—	1,90	—	1,90
		—	1,33	0,766	$Д_3$	4,07	—	1,79	—	1,79
		—	1,40	0,749	$Д_4$	4,20	—	1,73	—	1,73
		—	1,50	0,788	$Д_5$	4,73	—	1,54	—	1,54
	Узкая	1,23	1,19	0,819	$Д_{31}$	4,03	0,297	1,81	0,619	2,43
		1,37	1,24	0,788	$Д_{32}$	4,32	0,296	1,69	0,615	2,31
		1,47	1,30	0,798	$Д_{33}$	4,69	0,279	1,55	0,580	2,13
		1,59	1,36	0,809	$Д_{34}$	5,14	0,264	1,42	0,550	1,97
		1,72	1,42	0,777	$Д_{35}$	5,35	0,262	1,36	0,545	1,91
		1,86	1,50	0,707	$Д_{36}$	5,26	0,272	1,38	0,566	1,95
		$в_0 = 1,543$ м			$M_{кр}$ (тм)			13,30		
	Широкая	—	1,59	0,783	$Д_6$	4,98	—	2,67	—	2,67
		—	1,68	0,819	$Д_7$	5,51	—	2,42	—	2,42
		—	1,78	0,829	$Д_8$	5,91	—	2,25	—	2,25
	Узкая	2,05	1,59	0,819	$Д_{37}$	6,71	0,297	1,98	0,619	2,60
		2,17	1,65	0,819	$Д_{38}$	7,10	0,286	1,87	0,595	2,47
		2,32	1,72	0,829	$Д_{39}$	7,70	0,270	1,73	0,560	2,29
		2,45	1,80	0,848	$Д_{40}$	8,30	0,253	1,60	0,526	2,13

3080тм/2 л. 21

Расчет усилий в раскосах ствола опоры П220-2

Продолжение таблицы №8

Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг)						2080		
		$b_ш$ (м)	$b_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обозначение раскосов	$4b\cos\beta$	$\frac{b_o}{4b_{уз}\cos\beta}$	$\ell = 6,4$ м		
								от $M_{кр}$	от $S_п$	Σ
$b_o = 1,543$ м					$M_{кр}$ (тм)			13,30		
Средняя секция	Широкая	—	1,88	0,839	Д 9	6,31	—	2,11	—	2,11
		—	1,985	0,829	Д 10	6,58	—	2,02	—	2,02
		—	2,09	0,848	Д 11	7,08	—	1,88	—	1,88
		—	2,20	0,857	Д 12	7,54	—	1,76	—	1,76
		—	2,34	0,874	Д 13	8,2	—	1,62	—	1,62
		—	2,46	0,874	Д 14	8,6	—	1,62	—	1,62
	Узкая	2,63	1,88	0,754	Д 41	7,94	0,273	1,68	0,57	2,25
		2,80	1,97	0,838	Д 42	9,4	0,234	1,41	0,49	1,90
		2,98	2,06	0,766	Д 43	9,16	0,244	1,45	0,51	1,96
		3,19	2,17	0,766	Д 44	9,79	0,232	1,36	0,48	1,84
		3,53	2,29	0,766	Д 45	10,83	0,22	1,23	0,46	1,69
		3,65	2,40	0,777	Д 46	11,37	0,207	1,17	0,43	1,60
		3,88	2,52	0,819	Д 47	12,7	0,175	1,05	0,36	1,41

3080тм/2.1.22

Расчет усилий в раскосах ствола опоры П220-2

Продолжение табл. №8

Секция	Грани опоры	$S_п$ (кг)						2080		
		$b_ш$ (м)	$b_{уз}$ (м)	$\cos\beta$	Обознач. раскосов	$4b\cos\beta$	$\frac{b_o}{4b_{уз}\cos\beta}$	$e = 6,4$ м		
								От $M_{кр}$	От $S_п$	Σ
$b_o = 1,543$ м		$M_{кр}$ (тм)						13,30		
Нижняя секция	Широкая	—	2,58	0,898	D_{15}	9,35	—	1,42	—	1,42
		—	2,72	0,874	D_{16}	9,52	—	1,40	—	1,40
		—	2,85	0,874	D_{17}	9,95	—	1,34	—	1,34
		—	2,99	0,891	D_{18}	10,67	—	1,25	—	1,25
		—	3,16	0,848	D_{19}	10,70	—	1,24	—	1,24
	Узкая	4,12	2,64	0,754	D_{48}	12,43	0,194	1,07	0,40	1,47
		4,41	2,76	0,754	D_{49}	13,33	0,187	1,00	0,39	1,39
		4,70	2,94	0,777	D_{50}	14,60	0,169	0,91	0,35	1,26
		5,00	3,09	0,777	D_{51}	15,54	0,161	0,86	0,34	1,20
		5,14	3,16	0,707	D_{52}	14,50	0,172	0,92	0,36	1,28

Расчет усилий в раскосах на уровне траверс по II схеме (случай подвески одной цепи).

Раскос D_1'; $M = 3,18 \times 2,9 = 9,2$ тм $\quad R = \frac{9,2}{1} = 9,2$ т

$$D_1' = \frac{9,2}{4 \times 0,766} = 3,0 \text{ т}$$

Раскос D_5; $M = 3,18 \times 5,4 = 17,2$ тм; $\quad R = \frac{17,2}{1,5} = 11,5$ т.

$$D_5 = \frac{11,5}{4 \times 0,788} = 3,65 \text{ т}$$

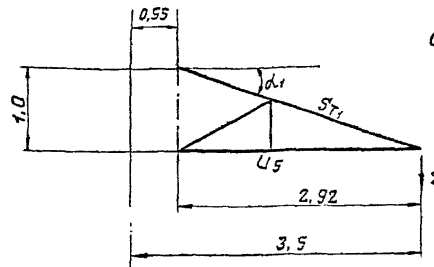
Раскос D_9; $M = 3,18 \times 2,8 = 8,9$ т; $\quad R = \frac{8,9}{1,7} = 5,24$ т.

$$D_9 = \frac{5,24}{4 \times 0,839} = 1,56 \text{ т.}$$

3080тм/2 ч. 23

Расчет траверс

1. траверса $e=3,5$ м опор П220-2 и П220-3



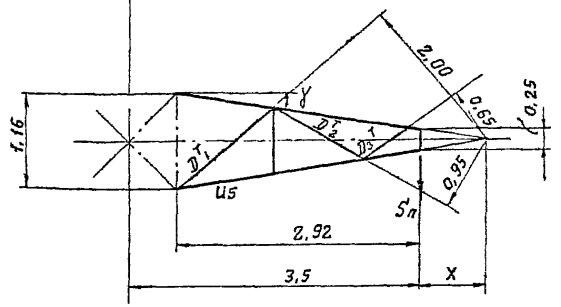
$$tg\alpha = \frac{1,0}{2,95} = 0,339$$

$$Cos\,\alpha = 0,947$$

$$tg\gamma = \frac{1,16 - 0,25}{2 \times 2,92} = 0,156$$

$$Cos\,\gamma = 0,988$$

$$X = \frac{0,25}{2tg\gamma} = 0,80\text{ м}$$



а) Усилие в поясе Схема III, III р-н гололеда

$S_п = 2,08$т, $q_п = 0,895$т ; $q_г = 0,095$т; $q_л = 0,2 \times 1,1 = 0,22$т

$G_{тр} \cong 0,2 \times 1,1 = 0,22$т

$\Sigma G = 0,25 q_п + 0,5\, q_г + 0,5 q_л + 0,25\, G_{тр} =$

$= 0,25 \times 0,895 + 0,5 \times 0,095 + 0,5 \times 0,22 + 0,25 \times 0,22 =$

$= 0,203 + 0,047 + 0,110 + 0,055 = 0,415$т

$$U = \frac{2,08 \times 2,92}{1,16 \times 0,988} + \frac{0,415 \times 2,95}{1,0 \times 0,988} = 5,29 + 1,24 = 6,53\text{ т}$$

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

$S_п = 2,08т$

$D_1^т = \frac{2,08 \times 0,80}{2,0} = 0,83т$ $\qquad$ $D_2^т = \frac{2,08 \times 0,80}{0,95} = 1,75т$

$D_3^т = \frac{2,08 \times 0,80}{0,65} = 2,56т$

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

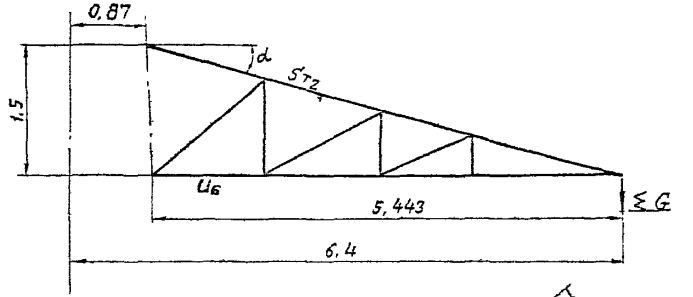
$q_п = 3,41т$; $q_г = 0,095т$; $G_{тр} \cong 0,2 \times 1,1 = 0,22т$

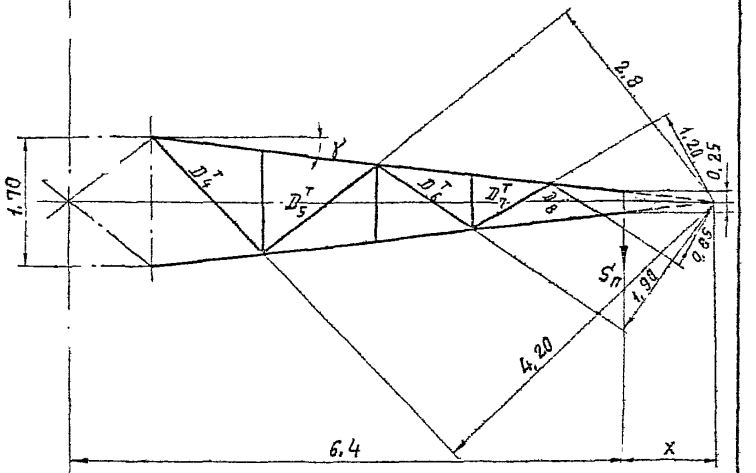
$\Sigma G = 0,5 \times 3,41 + 0,5 \times 0,095 + 0,25 \times 0,22 =$

$= 1,71 + 0,047 + 0,055 = 1,81т$

$S_{т1} = \frac{1,81 \times 2,95}{1,0 \times 0,947 \times 0,988} = 5,72т$

2. траверса $e = 6{,}4$ м, опоры ПГ20-2





$tg\alpha = \frac{1,5}{5,53} = 0,271$ $\quad Cos\ \alpha = 0,965$

$tg\gamma = \frac{1,70 - 0,25}{2 \times 5,443} = 0,133$ $\quad Cos\ \gamma = 0,991$

$X = \frac{0,25}{2 \times tg\gamma} = 0,95$ м

3080тм/2 л. 26

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

$S_n = 2,08$т; $q_п = 0,81$ т $q_г = 0,095$т;

$q_л = 0,2 \times 1,1 = 0,22$т; $G_{тр} \cong 0,35 \times 1,1 = 0,39$т

$\Sigma G = 0,25 \times 0,81 + 0,5 \times 0,095 + 0,5 \times 0,22 + 0,25 \times 0,39 =$

$= 0,18 + 0,047 + 0,11 + 0,10 = 0,44$т

$$U_6 = \frac{2,08 \times 5,443}{1,70 \times 0,991} + \frac{0,44 \times 5,53}{1,5 \times 0,991} = 6,7 + 1,64 = 8,34\text{т}$$

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

$S_п = 2,08$т;

$$D_4^т = \frac{2,08 \times 0,95}{4,20} = 0,47\text{т} \quad D_5^т = \frac{2,08 \times 0,95}{2,80} = 0,71\text{т}$$

$$D_6^т = \frac{2,08 \times 0,95}{1,90} = 1,04\text{т} \quad D_7^т = \frac{2,08 \times 0,95}{1,20} = 1,65\text{т}$$

$$D_8^т = \frac{2,08 \times 0,95}{1,05} = 1,87\text{т}$$

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

$q_п = 3,18$т, $q_г = 0,095$т $G_{тр} \cong 0,35 \times 1,1 = 0,39$т

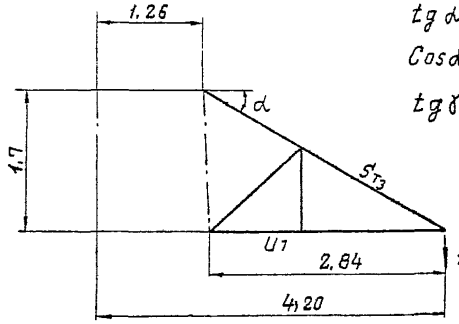
$\Sigma G = 0,5 \times 3,18 + 0,5 \times 0,095 + 0,25 \times 0,39 =$

$= 1,59 + 0,047 + 0,10 = 1,74$т

$$S_{т2} = \frac{1,74 \times 5,53}{1,5 \times 0,965 \times 0,993} = 6,7\text{т}$$

3080тм/2 л. 27

3. Траверса $e = 4,2$ м, опоры П220-2



$tg\,\alpha = \frac{1,7}{2,94} = 0,578$; $\alpha \cong 30°$

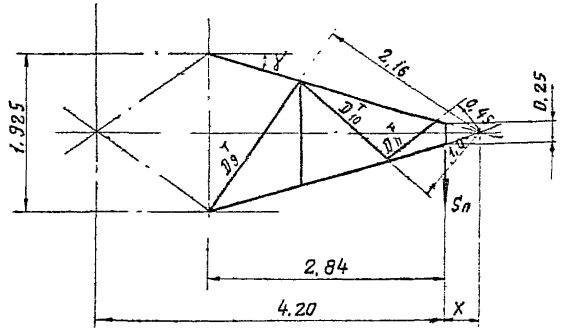
$Cos\,\alpha = 0,866$

$tg\,\gamma = \frac{1,925 - 0,25}{2 \times 2,84} = 0,295$

$\gamma = 16°24'$

$Cos\,\gamma = 0,959$

$X = \frac{0,25}{2 \times tg\gamma} = 0,425$м



а) Усилие в поясе; схема III, III р-н гололеда

$S_п = 2,08$ т; $q_п = 0,81$т; $q_г = 0,095$т; $q_л = 0,2 \times 1,1 = 0,22$т

$G_{тр} \cong 0,2 \times 1,1 = 0,22$т

$\Sigma G = 0,25 \times 0,81 + 0,5 \times 0,095 + 0,5 \times 0,22 + 0,25 \times 0,22 =$

$= 0,18 + 0,047 + 0,11 + 0,055 = 0,39$т

$$U_7 = \frac{2,08 \times 2,84}{1,925 \times 0,959} + \frac{0,39 \times 2,94}{1,7 \times 0,959} = 3,20 + 0,70 = 3,90\text{т}.$$

б) Усилия в раскосах нижней грани

Схема III, IV р-н гололеда

$S_n = 2,08$ т

$D_9^T = \frac{2,08 \times 0,425}{2,16} = 0,41$ т $\quad D_{10}^T = \frac{2,08 \times 0,4,25}{1,0} = 0,89$ т

$D_H^T = \frac{2,08 \times 0,425}{0,45} = 1,97$ т

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

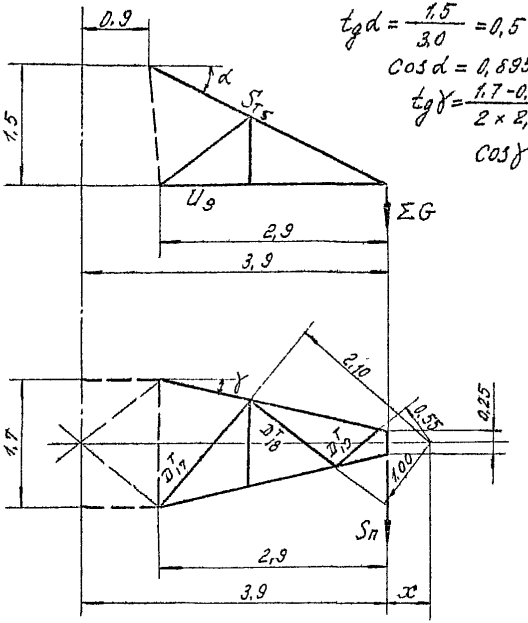
$g_n = 3,18$ т, $g_r = 0,095$ т $\quad G_{тр} \cong 0,2 \times 1,1 = 0,22$ т

$\Sigma G = 0,5 \times 3,18 + 0,5 \times 0,095 + 0,25 \times 0,22 =$

$= 1,59 + 0,047 + 0,055 = 1,69$ т

$S_{T3} = \frac{1,69 \times 2,94}{1,7 \times 0,866 \times 0,959} = 3,52$ т.

4. Траверса $C = 3,9$ м опоры П220-3



$$tg\alpha = \frac{1,5}{3,0} = 0,5$$

$$\cos\alpha = 0,895$$

$$tg\gamma = \frac{1,7-0,25}{2\times 2,9} = 0,25$$

$$\cos\gamma = 0,970$$

$$x = \frac{0,25}{2\,tg\gamma} = 0,50\text{ м}$$

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

$S_п = 2,08$ т; $q_п = 0,895$ т $q_г = 0,095$ т $q_л = 0,2\times 1,1 = 0,22$ т.

$G_{тр} \cong 0,2\times 1,1 = 0,22$ т.

$$\Sigma G = 0,25\times 0,895 + 0,5\times 0,095 + 0,5\times 0,22 + 0,25\times 0,22 =$$

$$= 0,203 + 0,047 + 0,110 + 0,055 = 0,415\text{ т.}$$

$$U_9 = \frac{2,08\times 2,9}{1,6\times 0,970} + \frac{0,415\times 3,0}{1,5\times 0,970} = 3,88 + 0,85 = 4,73\text{ т.}$$

3080тм/2 л.30

б) Усилия в раскосах нижней грани

Схема III IV р-н гололеда

$S_п = 2,08$ т.

$D_{17}^{т} = \frac{2,08 \times 0,5}{2,1} = 0,50$ т. $\quad D_{18}^{т} = \frac{2,08 \times 0,5}{1,0} = 1,04$ т

$D_{19}^{т} = \frac{2,08 \times 0,5}{0,55} = 1,89$ т.

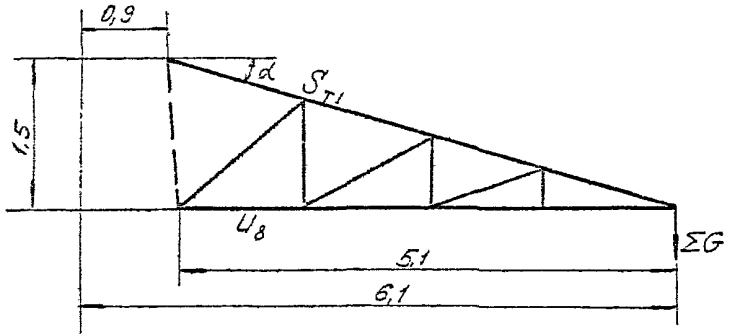
в) Усилие в тяге. Схема II; IV р-н гололеда

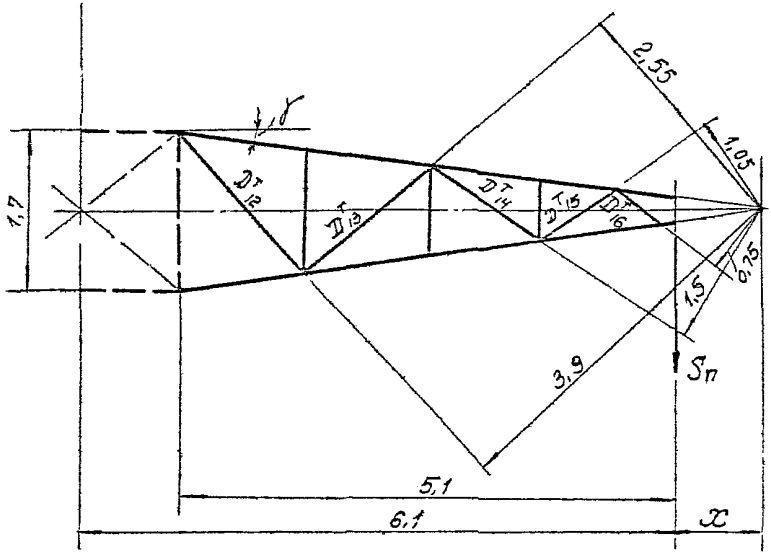
$q_п = 3,41$ т; $q_г = 0,095$ т; $G_{тр} \cong 0,2 \times 1,1 = 0,22$ т.

$\sum G = 0,5 \times 3,41 + 0,5 \times 0,095 + 0,25 \times 0,22 = 1,71 + 0,047 + 0,055 = 1,81$ т.

$S_{T_5} = \frac{1,81 \times 3,0}{1,5 \times 0,895 \times 0,970} = 4,15$ т.

5. Траверса $\ell = 6{,}1$ м опоры П220-3





$$tg\,\alpha = \frac{1,5}{5,2} = 0,288 \qquad \cos\alpha = 0,961$$

$$tg\,\gamma = \frac{1,7 - 0,25}{2 \times 5,1} = 0,143 \qquad \cos\gamma = 0,990$$

$$x = \frac{0,25}{2\,tg\,\gamma} = \frac{0,25}{2 \times 0,143} = 0,873 \text{ м}$$

3080тм/2 л. 32

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

$S_п = 2,08$т; $q_п = 0,895$ $q_г = 0,095$т $q_л = 0,2 \times 1,1 = 0,22$т.

$G_{тр} \cong 0,35 \times 1,1 = 0,39$т

$$\sum G = 0,25 \times 0,895 + 0,5 \times 0,095 + 0,5 \times 0,22 + 0,25 \times 0,39 =$$
$$= 0,203 + 0,047 + 0,110 + 0,10 = 0,46\text{т}.$$

$$U_3 = \frac{2,08 \times 5,1}{1,7 \times 0,990} + \frac{0,46 \times 5,2}{1,5 \times 0,990} = 6,3 + 1,61 = 7,91\text{т}.$$

б) Усилия в раскосах нижней грани

Схема III; IV р-н гололеда

$S_п = 2,08$т

$$D^T_{12} = \frac{2,08 \times 0,873}{3,9} = 0,47\text{т} \qquad D^T_{13} = \frac{2,08 \times 0,873}{2,55} = 0,71\text{т}$$

$$D^T_{14} = \frac{2,08 \times 0,873}{1,5} = 1,21\text{т} \qquad D^T_{15} = \frac{2,08 \times 0,873}{1,05} = 1,72\text{т}$$

$$D^T_{16} = \frac{2,08 \times 0,873}{0,75} = 2,41\text{т}$$

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

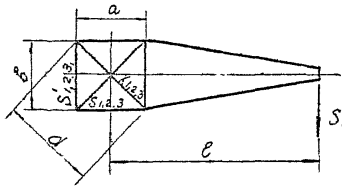
$q_п = 3,41$т $q_г = 0,095$т; $G_{тр} = 0,35 \times 1,1 = 0,39$т.

$$\sum G = 0,5 \times 3,41 + 0,5 \times 0,095 + 0,25 \times 0,39 = 1,71 + 0,047 + 0,10 = 1,86\text{т}.$$

$$S_{т4} = \frac{1,86 \times 5,2}{1,5 \times 0,961 \times 0,990} = 6,77\text{т}.$$

3080тм/2 ал.33

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс



$$S = \frac{S_п \times e}{2в};$$

$$S' = \frac{S_п}{2}\left(\frac{e}{a}+1\right)$$

$$K = \frac{S_п}{4} \times \frac{d}{ав} \times (e-a)$$

$S_п = 2,08$ т

1. Верхняя траверса

$a = 1,216$ м; $в = 1,159$ м; $d = 1,650$ м; $e = 3,50$ м

$$S_1 = \frac{2,08 \times 3,5}{2 \times 1,159} = 3,14 \text{ т}$$

$$S_1' = \frac{2,08}{2}\left(\frac{3,5}{1,216}+1\right) = 4,04 \text{ т}$$

$$K_1 = \frac{2,08}{4} \times \frac{1,650}{1,216 \times 1,159} \times (3,5 - 1,216) = 1,39 \text{ т}.$$

2. Средняя траверса

$a = 1,914$ м; $в = 1,513$ м; $d = 2,45$ м; $e = 6,40$ м.

$$S_2 = \frac{2,08 \times 6,4}{2 \times 1,513} = 4,39 \text{ т}.$$

$$S_2' = \frac{2,08}{2}\left(\frac{6,4}{1,914}+1\right) = 4,50 \text{ т}.$$

$$K_2 = \frac{2,08}{4} \times \frac{2,45}{1,914 \times 1,513} \times (6,4 - 1,914) = 1,97 \text{ т}$$

3. Нижняя траверса

$a = 2,720$ м; $в = 1,925$ м; $d = 3,35$ м; $e = 4,2$ м.

$$S_3 = \frac{2,08 \times 4,2}{2 \times 1,925} = 2,27 \text{ т}.$$

$$S_3' = \frac{2,08}{2}\left(\frac{4,2}{2,72}+1\right) = 2,64 \text{ т}.$$

$$K_3 = \frac{2,08}{4} \times \frac{3,35}{2,720 \times 1,925} \times (4,20 - 2,72) = 0,49 \text{ т}$$

3080тм/2 л.34

4. Нижняя траверса

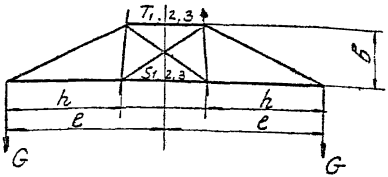
$a = 1,914$ м; $b = 1,513$ м; $d = 2,45$ м; $e = 6,10$ м

$$S_2 = \frac{2,08 \times 6,1}{2 \times 1,513} = 4,18 \text{ т.}$$

$$S_2' = \frac{2,08}{2}\left(\frac{6,1}{1,914} + 1\right) = 4,35 \text{ т.}$$

$$K_2 = \frac{2,08}{4} \times \frac{2,45}{1,914 \times 1,513} \times (6,1 - 1,914) = 1,83 \text{ т.}$$

Расчет распорок на отметках траверс по II схеме (случай подвески двух цепей)



1) $e = 3,5$ м; $G = 3,18$ т; $h = 3,5 - 0,6 = 2,9$ м.

$M = 3,18 \times 2,9 = 9,2$ тм

$R = \frac{9,2}{b} = \frac{9,2}{1} = 9,2$ т. $\quad T_1 = \frac{9,2}{2} = 4,6$ т (растяж.)

$S_1 = \frac{9,2}{2} = 4,6$ т (сжатие)

2) $e = 6,4$ м; $G = 3,18$ т; $h = 6,4 - 1,0 = 5,4$ м.

$M = 3,18 \times 5,4 = 17,2$ тм.

$R = \frac{17,2}{b} = \frac{17,2}{1,5} = 11,5$ т. $\quad T_2 = \frac{11,5}{2} = 5,75$ т (растяж.)

$S_2 = \frac{11,5}{2} = 5,75$ т (сжатие)

3) $e = 4,2$ м; $G = 3,18$ т. $\quad h = 4,2 - 1,4 = 2,8$ м.

$M = 3,18 \times 2,8 = 8,9$ тм

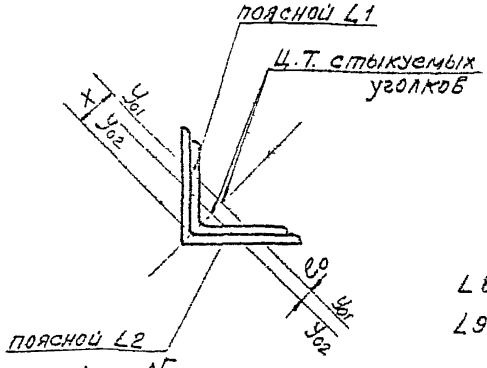
$R = \frac{8,9}{b} = \frac{8,9}{1,7} = 5,24$ т. $\quad T_3 = \frac{5,24}{2} = 2,62$ т (растяж.)

$S_3 = \frac{5,24}{2} = 2,62$ т (сжатие)

3080тм/2 л.35

Расчет стыков поясов опоры П220-3
(телескопические стыки)

1) Стык верхней и средней секций



∠ 80×6 = поясной ∠1

∠ 90×7 – поясной ∠2

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

$N = 13,04$ т; (схема II) $F = 9,38$ см^2

$$\lambda = \frac{120}{1,58} = 76; \qquad n_1 = 1,0$$

$m_1 = \eta m$; где $\eta = 1,0$; $m = e \frac{F}{J_{yo}}$;

$J_{yo} = 23,5$ см^4; $X = \frac{2,19}{0,707} = 3,10$ см

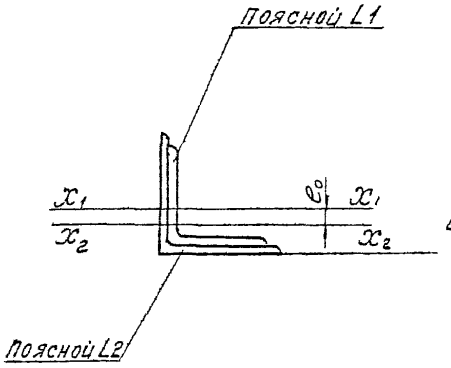
$e = 0,5 e_o$; $e_o = \frac{(2,19 + 0,7) - 2,47}{0,707} = 0,65$ см

$m = 0,325 \frac{10,80 \times 3,10}{27,0} = 0,410$; $m_1 = 0,410$;

$\varphi_{вн} = 0,671$; $\sigma = \frac{13,04 \times 10^3}{1,0 \times 9,38 \times 0,671} = 2080$ кг/см^2 <

< [2100]

2) Стык средней и нижней секций



∠ 90×7 - поясной ∠1
∠ 110×8 - поясной ∠2

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

$N = 18,15$ т (схема I^а) $\quad F = 12,3$ см^2

$$\lambda = \frac{190 \times 1,14}{2,77} = 78 \qquad n_1 = 1,0;$$

$m_i = \eta m$; $\quad \eta = 1,0$; $\quad m = e \frac{F \cdot x}{J_x}$;

$J_x = 94,3$ см^4; $\quad X = Z = 2,47$ см.

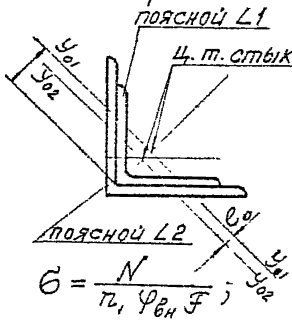
$e = 0,5 e_0$; $\quad e_0 = (2,47 + 0,8) - 3,00 = 0,27$ см;

$$m = 0,14 \frac{12,3 \times 2,47}{94,3} = 0,045 \qquad m_1 = 0,045$$

$\varphi_{вн} = 0,76$; $\quad \sigma = \frac{18,15}{1,0 \times 0,76 \times 12,3} = 1940$ кг/см^2 < [2100]

Расчет стыков опоры П220-2
(телескопические стыки)

1) Стык верхней и средней секций



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

∠ 80×6 – поясной ∠ 1

∠ 100×7 – поясной ∠ 2

$N = 11,69$ т; $n_1 = 1,0$; $F = 9,38$ см^2,

$$\lambda = \frac{120}{1,58} = 76$$

$m_1 = \eta m$; где $\eta = 1,0$

$$m = e \frac{Fx}{J_{y_o}};$$

$J_{y_o} = 23,5$ см^4; $\quad x = \frac{2,19}{0,707} = 3,10$ см.

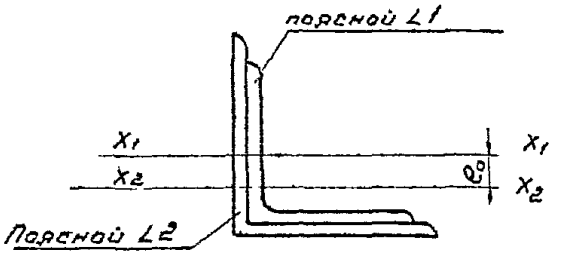
$e = 0,5 e_o$; $\quad e_o = \frac{(2,19 + 0,7) - 2,71}{0,707} = 0,31$ см.

$$m = 0,155 \frac{10,80 \times 3,10}{27,0} = 0,196; \quad m_1 = 0,196$$

$\varphi_{вн} = 0,739$

$$\sigma = \frac{11,69}{1,0 \times 9,38 \times 0,739} = 1460 \text{ кг/см}^2 < [2100]$$

2) Стык средней и нижней секций



Л 100×7 - поясной Л1
Л125×8 - поясной Л2

$$\sigma = \frac{N}{h_1 \varphi_{6н} F};$$

$N = 23.29$ т; $m_1 = 1.0$; $F = 13.8$ см²

$$\lambda = \frac{1900}{3.08} \times 1.14 = 70.$$

$m_1 = \eta m$; где $\eta = 1.0$

$$m = \rho \frac{F \cdot x}{J_x};$$

$J_x = 131$ см⁴ $\quad x = z = 2.71$ см

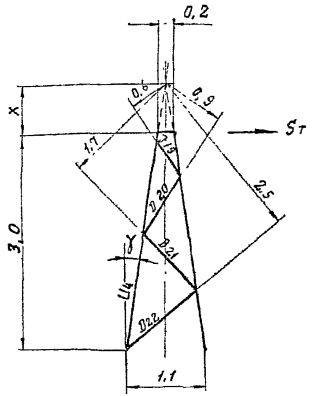
$\rho = 0.5 \rho_0 \quad \rho_0 = (2.71 + 0.8) - 3.36 = 0.15$ см

$m = 0.075 \quad \frac{13.8 \times 2.71}{131} = 0.0214 \quad m_1 = 0.0214$

$\varphi_{6н} = 0.81$

$$\sigma = \frac{23.29}{1.0 \times 0.81 \times 13.8} = 2090 \text{ кг/см}^2 = [2100]$$

Расчет трассостойки опоры П220-3



$x = \frac{3,0 \times 0,2}{1,1 - 0,2} = 0,665м$ $\quad 5т = 1,5т$

$tg\gamma = \frac{0,45}{3,0} = 0,15$ $\quad \gamma = 8°30'$

$Cos\,\gamma = 0,989$

а) Усилие в поясе

Схема IV; I р-н гололеда, трос "С-70"

$5т = 1,5т$

$\sum M = 1,5 \times 3,0 + \frac{0,4}{2} \times 0,5 = 4,5 + 0,08 = 4,58тм$

$\sum G = \frac{0,4}{2} + 0,3 = 0,5\ т$

$U = \frac{4,58}{2 \times 1,1 \times 0,989} + \frac{0,5}{4 \times 0,989} = 2,11 + 0,12 = 2,23т$

3080тм/2 л. 40

б) Усилия в раскосах

Схема IV, IV р-н гололеда

$S_т = 1,5т$ $X = 0,665м$ $B = 0,2м$

$M = 1,5 \times 0,665 = 1,0 тм$

$M_{кр} = 1,5 \times 0,5 = 0,75 тм$

$$D = \frac{M}{2R} + \frac{M_{кр} x}{2B R}$$

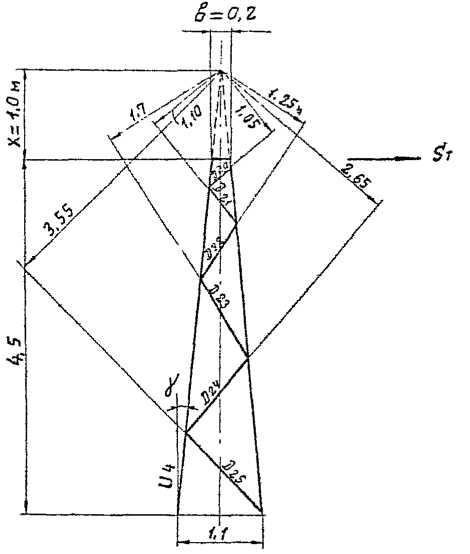
$$D_{19} = \frac{1,0}{2 \times 0,6} + \frac{0,75 \times 0,665}{2 \times 0,2 \times 0,6} = 0,83 + 2,08 = 2,91т$$

$$D_{20} = \frac{1,0}{2 \times 0,9} + \frac{0,75 \times 0,665}{2 \times 0,2 \times 0,9} = 0,55 + 2,0 = 2,55т$$

$$D_{21} = \frac{1,0}{2 \times 1,7} + \frac{0,75 \times 0,665}{2 \times 0,2 \times 1,7} = 0,29 + 0,73 = 1,02т$$

$$D_{22} = \frac{1,0}{2 \times 2,5} + \frac{0,75 \times 0,665}{2 \times 0,2 \times 2,5} = 0,2 + 0,5 = 0,7т$$

Расчет тросостойки опоры П 220-2



$X = \frac{4,5 \times 0,2}{1,1 - 0,2} = 1,00$ м $S'т = 1,5$ т

$tg\gamma = \frac{0,45}{4,5} = 0,100$ $\gamma = 5°43'$

$Cos\ \gamma = 0,995$

а) Усилие в поясе

Схема IV, I р-н гололеда; трос „С-70"

$S_т = 1,5$ т

$\sum M = 1,5 \times 4,5 + \frac{0,4}{2} 0,5 = 6,75 + 0,08 = 6,83$ тм

$\sum G = \frac{0,4}{2} + 0,30 = 0,2 + 0,30 = 0,5$ т

$U_4 = \frac{6,83}{2 \times 1,1 \times 0,995} + \frac{0,5}{4 \times 0,995} = 3,12 + 0,11 = 3,23$ т

б) Усилия в раскосах

Схема IV, IV р-н гололеда

$S_т = 1,5$ т $\quad X = 1,0$ м $\quad B = 0,2$ м

$M = 1,5 \times 1,0 = 1,5$ тм

$M_{кр} = 1,5 \times 0,5 = 0,75$ тм

$D = \frac{M}{2R} + \frac{M_{кр} \cdot x}{2B \cdot R}$

$D_{20} = \frac{1,50}{2 \times 1,05} + \frac{0,75 \times 1,0}{2 \times 0,2 \times 1,05} = 0,72 + 1,79 = 2,51$ т

$D_{21} = \frac{1,50}{2 \times 1,10} + \frac{0,75 \times 1,0}{2 \times 0,2 \times 1,10} = 0,68 + 1,71 = 2,39$ т

$D_{22} = \frac{1,50}{2 \times 1,25} + \frac{0,75 \times 1,0}{2 \times 0,2 \times 1,25} = 0,60 + 1,50 = 2,10$ т

$D_{23} = \frac{1,50}{2 \times 1,7} + \frac{0,75 \times 1,0}{2 \times 0,2 \times 1,7} = 0,44 + 1,10 = 1,54$ т

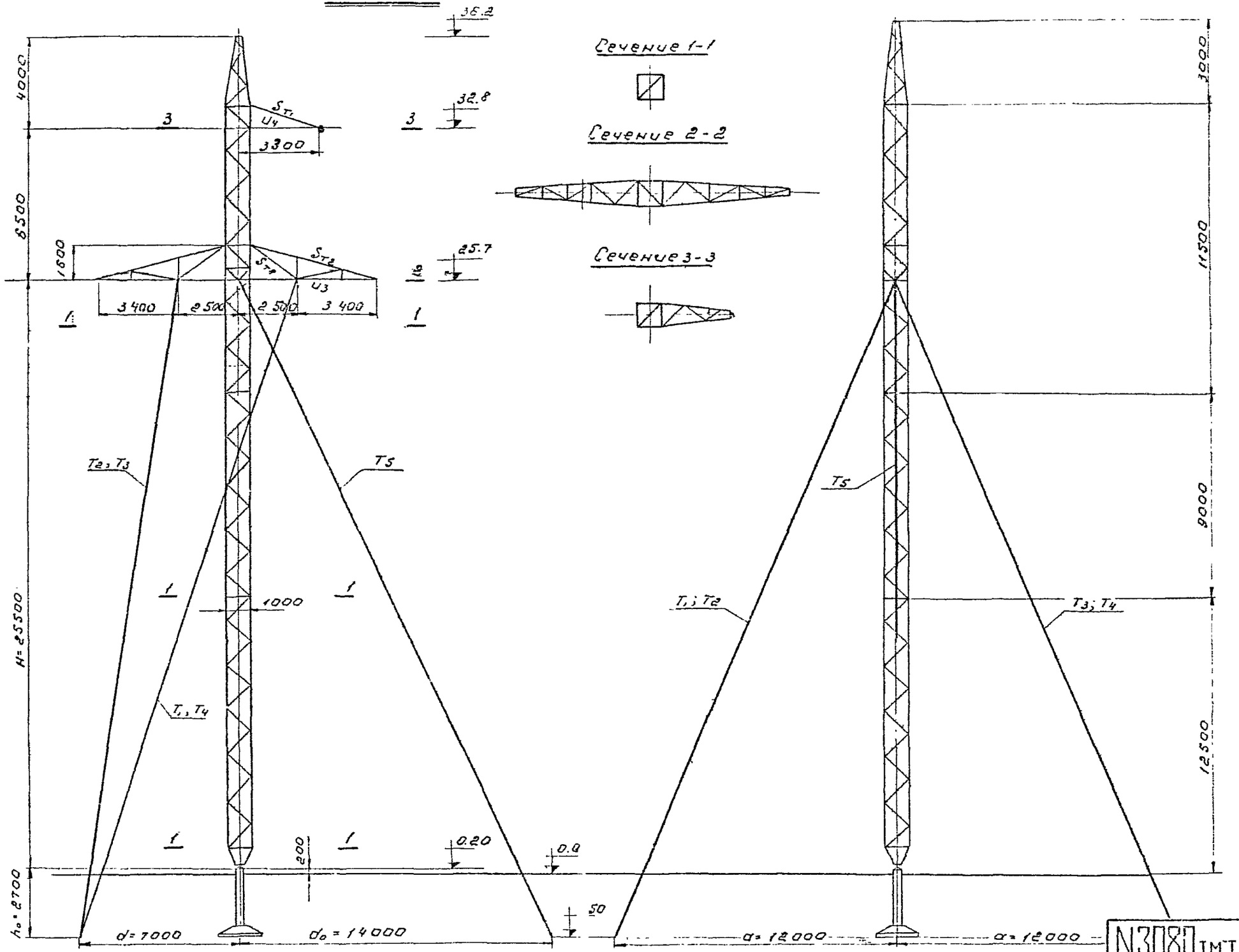
$D_{24} = \frac{1,50}{2 \times 2,65} + \frac{0,75 \times 1,0}{2 \times 0,2 \times 2,65} = 0,28 + 0,71 = 0,99$ т

$D_{25} = \frac{1,50}{2 \times 3,55} + \frac{0,75 \times 1,0}{2 \times 0,2 \times 3,55} = 0,21 + 0,53 = 0,74$ т

Рассчитал /Ахматова/

Проверил /Макарева/

П 220-1



Сечение 1-1

Сечение 2-2

Сечение 3-3

3080тм/2 л. 44

Давление ветра на конструкцию опоры

$n = 1.2$ $\beta = 1.45$

Таблица 4.9

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции (м)	Коэф. увелич. скоростного напора по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг/м²)	Площадь элемента фермы f_1	Площадь по контуру S (м²)	Коэф. заполнения $\varphi = \frac{f_1}{S}$	Аэродинамический коэф. лобового сопротивления C_{xp} (плоской фермы)	η (при $\varphi \le 1$)	Аэродинамический коэф. $C_x = C_{xp}(1+\eta)$	Нормативная ветровая нагрузка $P_н = q_0 C_x S$	Расч. ветровая нагрузка $P_0 = P_н n \beta$
Верхняя часть траверсы	32.6, 1.0, 3.0	1.63	82	0.43	1.5	0.287	0.4	0.7	0.68	38 (84)	66
Нижняя часть траверсы	26.1, 1.5, 5.4	1.48	74	1.92	4.1	0.47	0.66	0.38	0.91	124×с / 127с	5×2
Верхняя часть стойки	30.8, 10.5, 1.0	1.59	80	2.5	10.5	0.238	0.33	0.77	0.585	492	855
Нижняя часть стойки	18.0, 25.5	1.2	60	5.8	25.3	0.23	0.32	0.8	0.575	875	1520
Оттяжки		1.2	60							66	115
								Итого		1719	2983

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 ⊥ оси траверсы.

При ветре ⊥ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет $0.45 P_{тр}$

Нагрузки на провода и тросы см. стр. 10-11

3080-тм/2 л. 45

Расчет опоры производился на ЭЦВМ „Урал-2" по программе расчета одностоечной опоры с двумя расцепленными и одной и одиночной оттяжками (№3002 тм-т 6).

Таблица результатов расчета опоры на ЭЦВМ

Таблица № 10

Обозначение	Схема I (1) Ветер слева	Схема I (2) Ветер справа	Схема II гололед, ветер слева	Схема III (1) Обрыв верхнего провода	Схема III (2) Обрыв любого нижнего провода	Схема III (3) Обрыв любого нижнего провода	Схема IV Обрыв троса
T_1 (кг)	4980	1510	3320	7160	1050	0	4150
T_2 (кг)	6180	1530	4820	3080	9020	5110	4400
T_3 (кг)	6180	1530	4820	3280	0	1480	2010
T_4 (кг)	4980	1510	3320	0	4830	9340	1870
T_5 (кг)	0	11970	1830	6550	6960	7740	5815
R_x (м)	-326	545	127	127	-45	280	68
M_c (кгсм)	-1120000	375900	-766900	325350	1115350	-709440	-173980
R_y (кг)	0	0	0	-530	0	0	-503
N_n (кг)	-27080	-23210	-27750	-24490	-26175	-2767	-23010
N_a (кг)	10000	2720	7310	9100	9130	4850	7653
Q_{ax} (кг)	2370	3690	1685	2570	1620	740	1867
Q_{ay} (кг)	4280	1180	3110	-3870	-3885	-1920	-3256
N_b (кг)	10000	2720	1684	2985	4245	9540	3298
Q_{bx} (кг)	2370	670	3110	473	1430	2980	786
Q_{by} (кг)	4280	1160	1640	1260	1810	4060	1403
N_c (кг)	0	10720	-814	58	5790	6930	5210
Q_{cx} (кг)	0	-5320	1,43	-2910	-2730	-3440	2585

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

R_x; R_y - горизонтальные реакции в опорном шарнире

N_n - вертикальная реакция в опорном шарнире

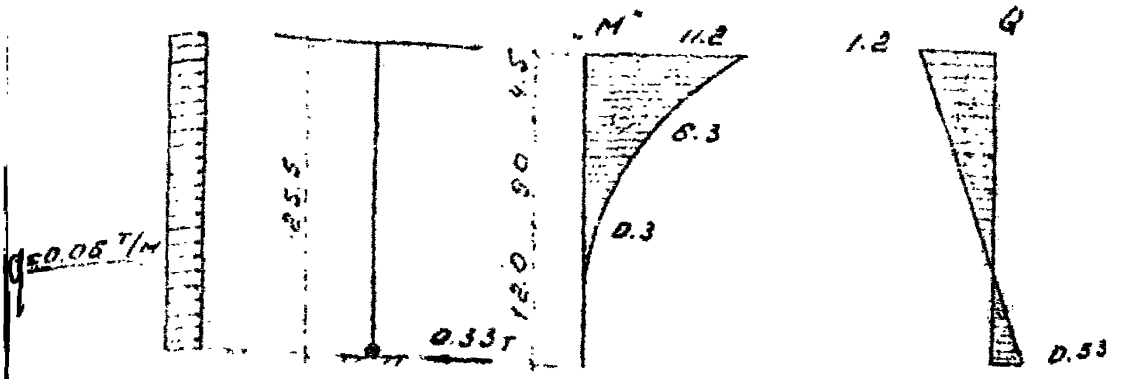
M_c - момент в стойке на уровне нижних траверс

N_a, N_b, N_c, Q_{ax}, Q_{ay}; Q_{bx} ... - нагрузки на анкерные плиты

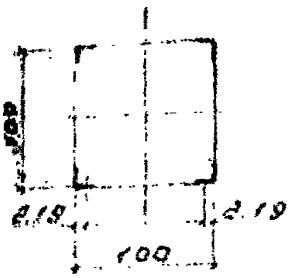
3080тм/2 л. 46

Расчет стойки ниже уровня нижних траверс

Схема I, IV р-н гололеда, ветер слева



Определение усилия в поясах



$N = N_n - G_{ст}$

$N = 21060 - 2000 = 25060$ кг

$U = \frac{N}{4} + \frac{Mc}{2b} + \frac{27.06}{4} + \frac{11.2}{2 \times 0.94} = 6.76 + 5.8 = 12.6$ т

Схема III (1) $U = (0,127 + 0,53) \times 25,5 = 16,8$ тн.

$b = 100 - 2 \times 2.19 = 0.96$ $U = \frac{22.0}{4} + \frac{16,8}{2 \times 0,96} = 5,5 + 8,8 = 14,3$ т

Определение усилия в раскосах стойки

$Q = 1.2$ т $\cos\alpha = 0.707$

$D = \frac{1.2}{2 \times 0.707} = 0.85$ т

Расчет стойки выше уровня нижних траверс

Пояс верхней части стойки = 25.5 м

Схема II, IV р-н гололеда

$M_1 = 0.765 \times 9.0 + 0.675 \times 5.0 + 3.505 + 3.5 + \frac{0.015 \times 9^2}{2}$

$6.9 + 3.4 + 12.9 + 0.6 = 23.8$ тм

$b = 2.04 + 3.505 + 0.09 + 0.09 + 1.1 = 8.83$ м

$U = \frac{23.8}{2 \times 0.96} + \frac{8.83}{4} = 12.1 + 1.7 = 13,8$ т

Расчет раскосов Схема III $S_n = 2080$ кг

$M_{кр} = 2080 \times 3.5 = 7.3$ тм $Q = 2.08$ т $\cos\beta = 0.707$

$D = \frac{2.08}{2 \times 0.707} + \frac{7.3}{2 \times 0.96 \times 0.707} = 1.48 + 5.4 = 6.88$ т

Подбор сечения оттяжек

Для оттяжек 1, 2, 3, 4 расчетным является усилие в аварийном режиме III (3) – 9340 кг

Принимаем канат ф 15,5 (ГОСТ 3064-66)

Разрывное усилие — 16700 кг

$R_p = 16700 \times 0.8 \times 0.8 \times 0.9 = 9600 кг > [9340]$

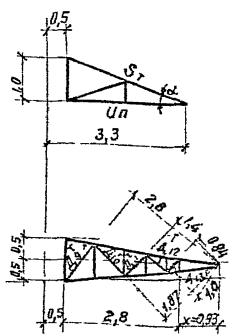
В диссекторной оттяжке расчетное усилие в нормальном режиме по схеме I (2) – 11970 кг

Принимаем 2 каната ф 15,5.

$R_н^р = 2 \times 16700 \times 0,8 \times 0,8 \times 0,9 = 19200 кг > [10970]$

Расчет траверс

а) Верхняя траверса



$tg\alpha = \frac{1,0}{2,8} = 0,357$

$Sin\alpha = 0,336$

$tg\beta = \frac{1,0 - 0,25}{2 \times 2,8} = 0,134$

$\cos\beta = 0,991$

$x = \frac{0,25}{2tg\beta} = \frac{0,25}{2 \times 0,134} = 0,93$ м

3080тм/2 л. 48

Для тяги расчетной является схема II
IV р-н гололеда, провод АСО-400
$G = 3,505$ т

$$S_T = \frac{G}{2 \sin\alpha \cos\beta} = \frac{3,505}{2 \times 0,336 \times 0,991} = 5,3 \text{ т}$$

Для поясов нижней грани расчетной является схема III (1), IV р-н гололеда, провод АСО-400
$S_n = 2080$ кг $g_n = 895$ кг $g_г = 95$ кг $g_л = 165$ кг $G_{тр} = 100$ кг

$$\Sigma G = 0,25 g_n + 0,5 g_г + 0,5 g_л + 0,25 G_{тр} =$$

$$= 0,25 \times 895 + 0,5 \times 95 + 0,5 \times 165 + 0,25 \times 100 =$$

$$= 225 + 47 + 83 + 25 = 380 \text{ кг}$$

$$U_n = \frac{2,08 \times 3,0}{1,0 \times 0,991} + \frac{0,38 \times 3,0}{1,0 \times 0,991} = 6,3 + 1,2 = 7,5 \text{ т}$$

Усилия в раскосах нижней грани. Схема III

$M = 2,08 \times 0,93 = 1,94$ тм

$$Д_8 = \frac{1,94}{2,6} = 0,74 \text{ т}$$

$$Д_9 = \frac{1,94}{1,87} = 1,04 \text{ т}$$

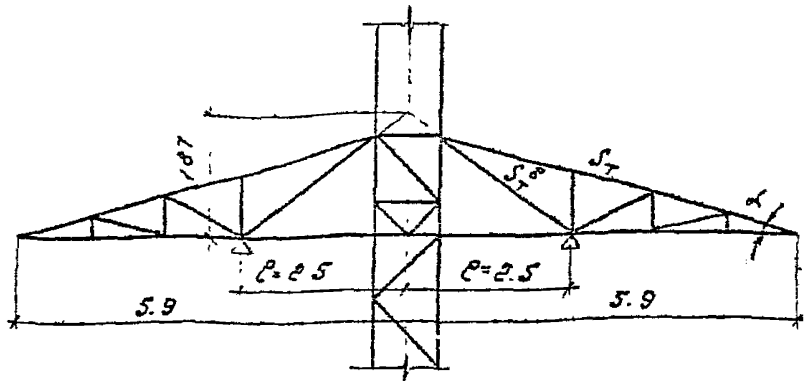
$$Д_{10} = \frac{1,94}{1,4} = 1,4 \text{ т}$$

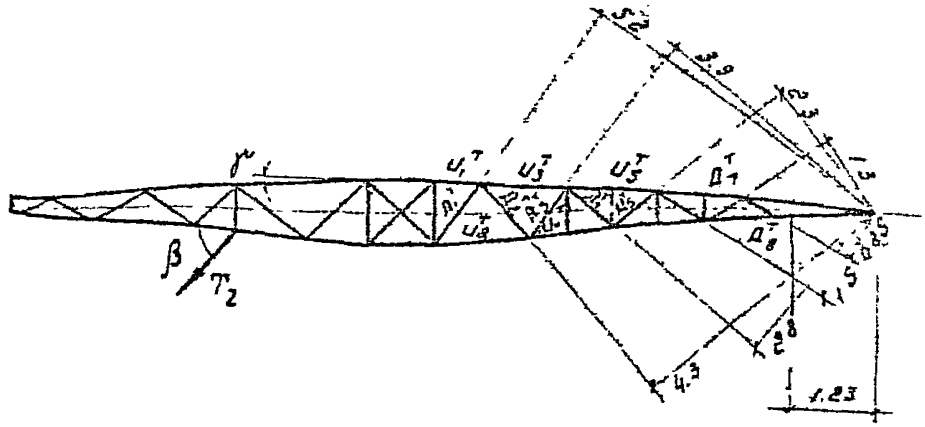
$$Д_{11} = \frac{1,94}{1,0} = 1,90 \text{ т}$$

$$Д_{12} = \frac{1,94}{0,84} = 2,31 \text{ т}$$

3080 тм/2 л. 49

Нижняя траверса





1. Для силовых внутренних тяг расчетной авл. схема I (1) нормального режима

$T_2 = T_3 = 6180$ кг

$$S_T = \frac{1}{2}(T_2 + T_3)\frac{H_0}{L_2}\frac{\sqrt{h^2 + l^2}}{h_1} = \frac{2}{2} \times 6.18 \times \frac{28.2}{31.0}\frac{\sqrt{87^2 + 2.5^2}}{1.87}$$

$6.18 \times 0.91 \times 1.67 = 9.4$ т

2. Для наружных тяг расчётной авл. сх II нормального режима.

$$S_T = \frac{G}{2 \sin\lambda \cos\gamma_1}$$

$G = (g_n + g_r) + 0.5 G_{тр} = 3.505 + 0.2 = 3.705$ т

3080тм/2 л. 50

$$Sin\alpha = \frac{1}{\sqrt{1,5^2 + 5,4^2}} = \frac{1}{5,6} = 0,179$$

$$\cos\varphi \quad \frac{5,4}{\sqrt{0,4^2 + 5,4^2}} = \frac{5,4}{5,41} = 0,997$$

$$S_T = \frac{3,705}{2 \times 0,268 \times 0,997} = 7,0\,т$$

3. Расчет поясов

Для правых пролетных поясов расчетной явл. схема III (2) (обрыв левого провода)

$$U_{п}^{\circ} = \left[\frac{G}{2 tg\alpha} + \frac{T_2 + T_3}{2} \frac{Ho}{L_2} \frac{\ell}{h_1} + \frac{1}{2}(T_2 + T_3)\frac{a-\ell}{L_2}\right] \frac{1}{\cos\varphi}$$

$$G = \frac{q_п}{2} + q_г + \frac{1}{2} G_{тр} = \frac{810}{2} + 95 + \frac{1}{2} \times 400 = 405 + 95 + 200 = 700\,кг.$$

$tg\alpha = 0,182 \qquad \cos\varphi = 0,997 \qquad \cos\beta = 0,842$

$$U_{п}^{\circ} = \left[\frac{0,7}{2 \times 0,182} + \frac{9,02}{2} \times \frac{28,2}{32,0} \times \frac{2,5}{1,87} + \frac{1}{2} \times \left(9,02 \times \frac{7-2,5}{32,0}\right) \times \frac{1}{0,997}\right] =$$

$$= (1,22 + 5,3 + 0,7) \times \frac{1}{0,997} = 8,7\,т$$

$$u_i = U_o + Q \frac{\ell i}{8 l} \qquad Q = S \frac{\ell_п - \ell}{2\ell} = 2,08 \frac{5,9 - 2,5}{2 \times 2,5} = 1,42\,т$$

$$u_1^{т} = 8,7 + 1,42 \times \frac{3,0}{1,0} = 8,7 + 4,3 = 13,0\,т$$

$$U_2^{т} = 8,7 + 1,42 \times \frac{3,7}{0,9} = 8,7 + 5,8 = 14,5\,т$$

$$U_3^{т} = 8,7 + 1,42 \times \frac{4,35}{0,74} = 8,7 + 8,4 = 17,1\,т$$

$$U_4^{т} = 8,7 + 1,42 \times \frac{5,0}{0,62} = 8,7 + 11,4 = 20,1\,т$$

Для поясов консольной части расчетной явл. схема III

$$U_5^{т} = \frac{G}{2 tg\alpha \cos\varphi^{т}} + S_п \frac{\ell_л - \ell}{b} = \frac{0,7}{2 \times 0,182 \times 0,997} + 2,08 \times \frac{5,9 - 2,5}{0,96} =$$

$$= 1,9 + 11,8 = 13,7\,т$$

3080тм/2 л. 51

4. Расчет раскосов нижней грани

Для раскосов средней части траверсы расчетной явл. схема III (3)

$$M = Q\,[(\ell_л + x) - \ell] = Q\,(5,9 + 1,23 - 2,5) = Q \times 4,63$$

$$Q = T_4 \frac{a}{L_4} = 9,34 \times \frac{12,0}{31,9} = 3,5\ т$$

$$M = 3,5 \times 4,63 = 16,2\ мм$$

$$\Delta i = \frac{M}{\Sigma i}$$

$$\Delta_1^T = \frac{16,2}{5,2} = 3,1\ т$$

$$\Delta_2^T = \frac{16,2}{4,3} = 3,8\ т$$

$$\Delta_3^T = \frac{16,2}{3,9} = 4,2\ т$$

Для раскосов консольной части расчетной явл. схема III

$$M = S \times 1,23 = 2,08 \times 1,23 = 2,56\ тм$$

$$\Delta_4^T = \frac{2,56}{2,8} = 0,9\ т$$

$$\Delta_5^T = \frac{2,56}{2,3} = 1,1\ т$$

$$\Delta_6^T = \frac{2,56}{1,5} = 1,7\ т$$

$$\Delta_7^T = \frac{2,56}{1,3} = 2,0\ т$$

$$\Delta_8^T = \frac{2,56}{0,85} = 3,0\ т$$

Проверка напряжений в поясах траверсы

(случаи, не вошедшие в расчетный лист)

Пояс $И_2{}^{Т}$

Усилие – 14,5 т

$\angle 90\times7$ $F = 12,3\ см^2$ $\ell = 135\ см$ $r_{min} = 1,78$

$\lambda = \frac{135}{1,78} = 76$ $\varphi = 0,774$ $m = 0.75$

$$\sigma = \frac{14500}{12,3 \times 0,75 \times 0,774} = \frac{14500}{7,15} = 2030\ кг/см^2 < [2100]$$

Пояс $И_5{}^{Т}$

Усилие 13,7 т

$\angle 70\times6$ $F = 8,15\ см^2$ $\ell = 65\ см$ $r_{min} = 1,38\ см$

$\lambda = \frac{65}{1,38} = 47$ $\varphi = 0,899$ $m = 0,75$ (стык на фасонке)

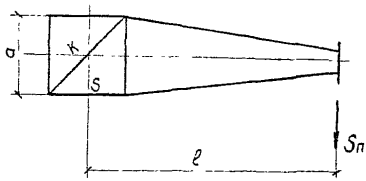
$$\sigma = \frac{13700}{0,75 \times 0,899 \times 8,15} = \frac{13700}{5,5} = 2500 > [2100]$$

При сварном стыке $m = 1.0$

$$\sigma = \frac{13700}{0,899 \times 8,15} = \frac{13700}{7,35} = 1870 < [2100]$$

3080тм/2 л. 53

Расчёт распорок и диафрагм



$$S = \frac{Sп\,\ell}{a} + \frac{G}{2tg\alpha},$$

Схема III, IV р-н гололеда

Sп = 2080 кг 0,5G = 380 кг (см. стр 49)

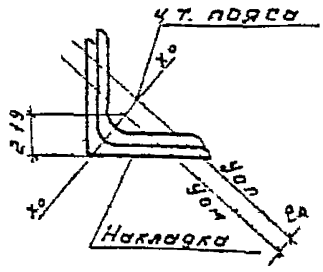
$$S = \frac{2,080 \times 3,5}{1,0} + \frac{0,38 \times 2}{2 \times 0,334} = 7,3 + 1,2 = 8,5\,т$$

$$K = \frac{Sп\,\ell}{\sqrt{2}\,a},$$

$$K = \frac{2,08 \times 3,5}{1,41 \times 1,0} = 5,2\,т$$

Расчет стыков секций

1) Стык нижней и средней секции (ф 12.5)



Поясной уголок – ∠80×6

Накладка – ∠90×7

$$N = \frac{24.0}{4} + \frac{8.3}{2 \times 0.96} = 6.0 + 4.3 = 10.3\ т$$

$$\sigma = \frac{N}{\eta_1 \gamma_{em} F},$$

$\eta_1 = 0.95$ $\quad F = 9.38\ см^2$

$$\lambda = \frac{200}{2.47} = 82$$

$m_1 = \eta m$, $\quad \eta = 1.0$ $\quad m = e \times \frac{Fx}{J_{y_0}}$,

$J_{y_0} = 23.5\ см^4$ $\quad x = \frac{2.19}{0.707} = 3.1\ см$

$e = 0.5 e_0$, $\quad e_0 = \frac{(2.19 + 0.7) - 2.47}{0.707} = 0.59\ см$

$e = 0.5 \times 0.59 = 0.295\ см$

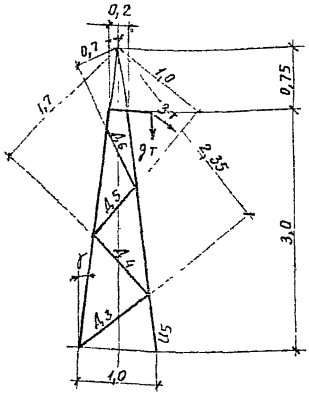
$m_1 = 0.295 \times \frac{9.38 \times 3.1}{23.5} = 0.38$ $\quad \gamma_{em} = 0.61$

$$\sigma = \frac{10300}{0.95 \times 0.61 \times 9.38} = \frac{10300}{5.45} = 1300\ кг/см^2$$

2) Стык средней и верхней секции выполняется с двухсторонними уголковыми накладками и проверки не требует.

3080тм/2 л. 55

Расчет тросостойки



$tg\gamma = \frac{0,4}{3,0} = 0,133$

$\cos\gamma = 0,991$

Схема IV, I р-н гололеда

$S_т = 1500$ кг $\quad g_т = 400$ кг $\quad G_{тр} = 0,2$ т

Усилие в поясе

$M_{изг} = 1,5 \times 3,0 + 0,4 \times 0,5 \times 0,5 = 4,5 + 0,1 = 4,6$ тм

$$U_5 = \frac{4,6}{2 \times 1,0 \times 0,991} + \frac{0,2 + 0,4}{4 \times 0,991} = 2,32 + 0,15 = 2,47 \text{ т}$$

Усилие в раскосах

$M_{кр.} = 1,5 \times 0,5 = 0,75$ тм $\qquad T = \frac{M_{кр}}{2в} = \frac{0,75}{2 \times 0,2} = 1,88$ т

$\frac{S_т}{2} + T = \frac{1,5}{2} + 1,88 = 2,63$ т

$M_{изг} = 2,63 \times 0,75 = 1,97$ тм

$Д_3 = \frac{1,97}{2,35} = 0,84$ т $\qquad Д_5 = \frac{1,97}{1,0} = 1,97$ т

$Д_4 = \frac{1,97}{1} = 1,16$ т $\qquad Д_6 = \frac{1,97}{0,7} = 2,8$ т

/ Рассчитал [подпись] /. Ахматова /.

Проверил [подпись] /. Элькина /.

gost.e-ecolog.ru

308 тм/2 л. 56