

3080ТМ-Т2

корр. 1973

МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ

ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»



Заменены вып. 0, 1, 2, 3 серии
З. 407-100 (12976ТМ) на основании
протокола Минэнерго СССР от
28.03.88 № 26
(см. инв. № 117 № 8-88 стр. 46)

~~ТИПОВОЙ ПРОЕКТ~~

Отраслевая типовая проектная
документация.

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ 220 и 330 кВ

З. 407-100

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 2

РАСЧЕТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР

ВЛ 220 кВ

Проект восстановлен
срок действия 1995-гг
(Инт. № 25/9-91)
Корр. 10.12.91

МОСКВА-1973 Г

1572
N 3080 ТМ-Т2
страниц
листов (форм) 56 (76)
чертеж (форм)

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

[Подпись]

/С. РОКОТЯН/

НАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА
ИНСТИТУТА

[Подпись]

/М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЙ СТРОИТЕЛЬ
ИНСТИТУТА

[Подпись]

/А. ЛЕВИН/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
ИНСТИТУТА ПО ВЛ

[Подпись]

/В. ПОВСЕЕНКО/

МОСКВА - 1973 г.

НЗ080-ТМ-Т2

Лист
2/56

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

СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

~~ОТМЕНЕН~~

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

Отраслевая типовая проектная документация

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТАЛЬНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ
ОПОРЫ ВЛ 220 и 330 кВ

3.407-100

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 2

РАСЧЕТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР

ВЛ 220 кВ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР

Вини / К. Крюков /

И.О. НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА

Вальперин / В. Гальперин /

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ТИПОВОГО

ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Синелобов / К. Синелобов /

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА

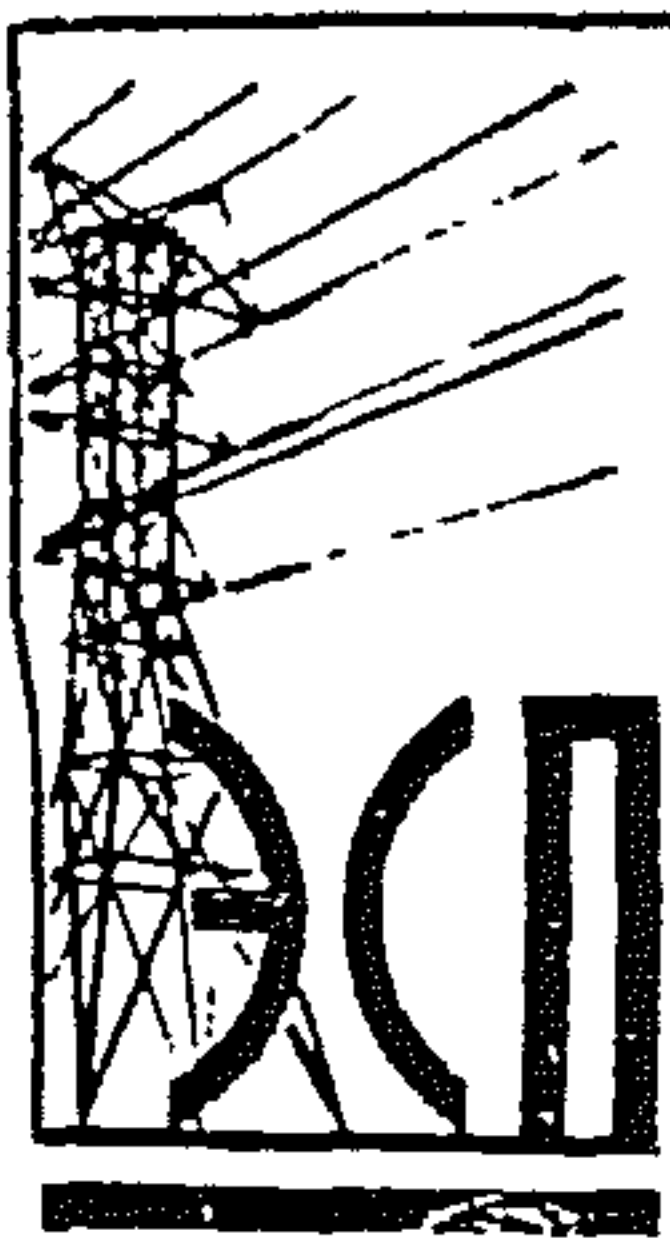
Новгородцев / Б. Новгородцев /

ЛЕНИНГРАД 1973 г.

N3080 ТМ Т2

Лист
3 56

Э.П. 2/410805



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 диа-
метров отверстий в травер-
сах опор для крепления уз-
лов КГН

Зам. инженер института

И.П.Уланов

нач. ПТО

А.С.Бурцев

ОСНОВАНИЕ Письмо МО СКГБ
Союзэлектросетьюизоляции от
12.04.89 № ЛА 190-563/1

Гл.специалист ПТО

В.Г.Хотинский

В целях унификации изделий линейной арматуры заводы ВПО "Союзэлектросетьюизоляция" 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 "Электросетьюстрой" 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

Эсп. 245.190.90

3080 тм Т 2

А н н о т а ц и я

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 ЛСО-300 и ЛСО-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-19-62 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 опор рассчитаны на наиболее неблагоприятные условия их применения. Расчетные листы опор включены в том 6.

Романов С.С. Зам. Зам. 122-200 12.12.62 3080ТМ/2 п 4

Состав проекта

	Инвентарный номер
Том 1. Пояснительная записка.	3080ТМ-Т1
Том 2. Расчеты промежуточных опор ВЛ 220 кВ.	3080ТМ-Т2
Том 3. Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 220 кВ.	3080ТМ-Т3
Том 4. Расчеты промежуточных опор ВЛ 330 кВ.	3080ТМ-Т4
Том 5. Расчеты анкерно-угловых опор ВЛ 330 кВ.	3080ТМ-Т5
Том 6. Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 220 кВ.	3080ТМ-Т6
Том 7. Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 220 кВ.	3080ТМ-Т7
Том 8. Рабочие чертежи промежуточных опор ВЛ 330 кВ.	3080ТМ-Т8
Том 9. Рабочие чертежи анкерно-угловых опор ВЛ 330 кВ.	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 П 220-2, П 220-3

	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 П 220-1

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

Расчёт с 30 ЭЦВМ 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 № 3080 тм-т 6 - 25.

для опоры П 220-2 листы: 9, 12-13, 15, 17,
21 ÷ 23, 24 ÷ 37, 34 ÷ 35, 38 ÷ 39, 42 ÷ 43,

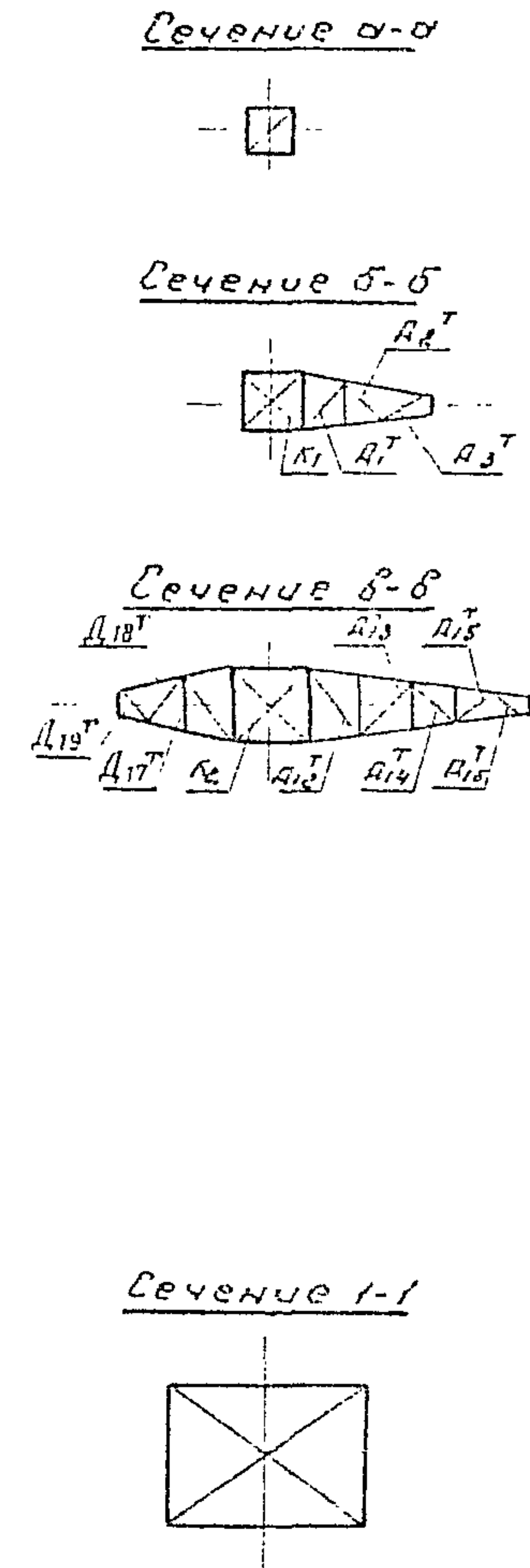
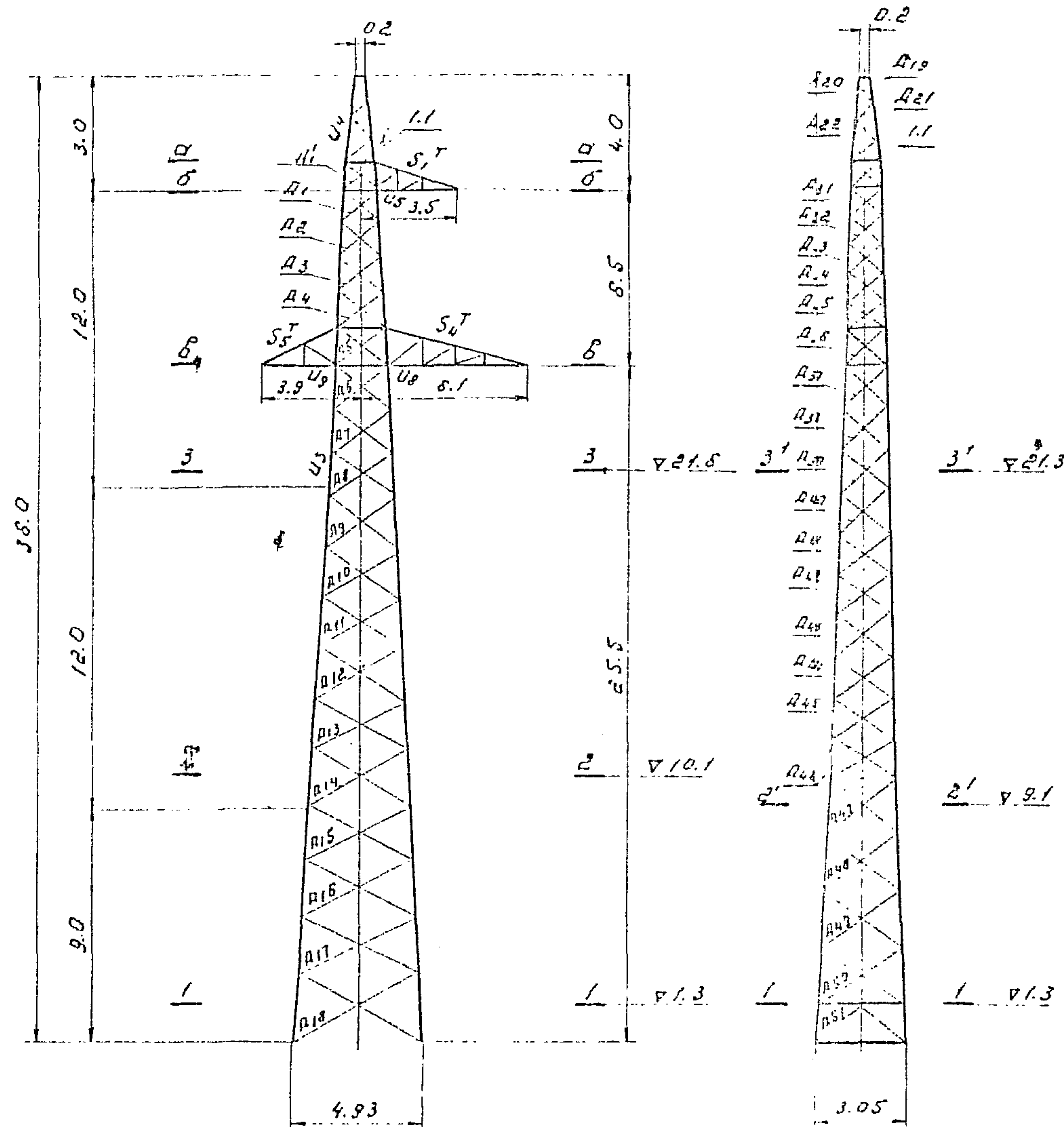
расчетный лист № 3080 тм-т 6 - 16.

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

Ромашов С.В. Зам. НМ 200 11/15-88г. 3080 тм/2 л. 7

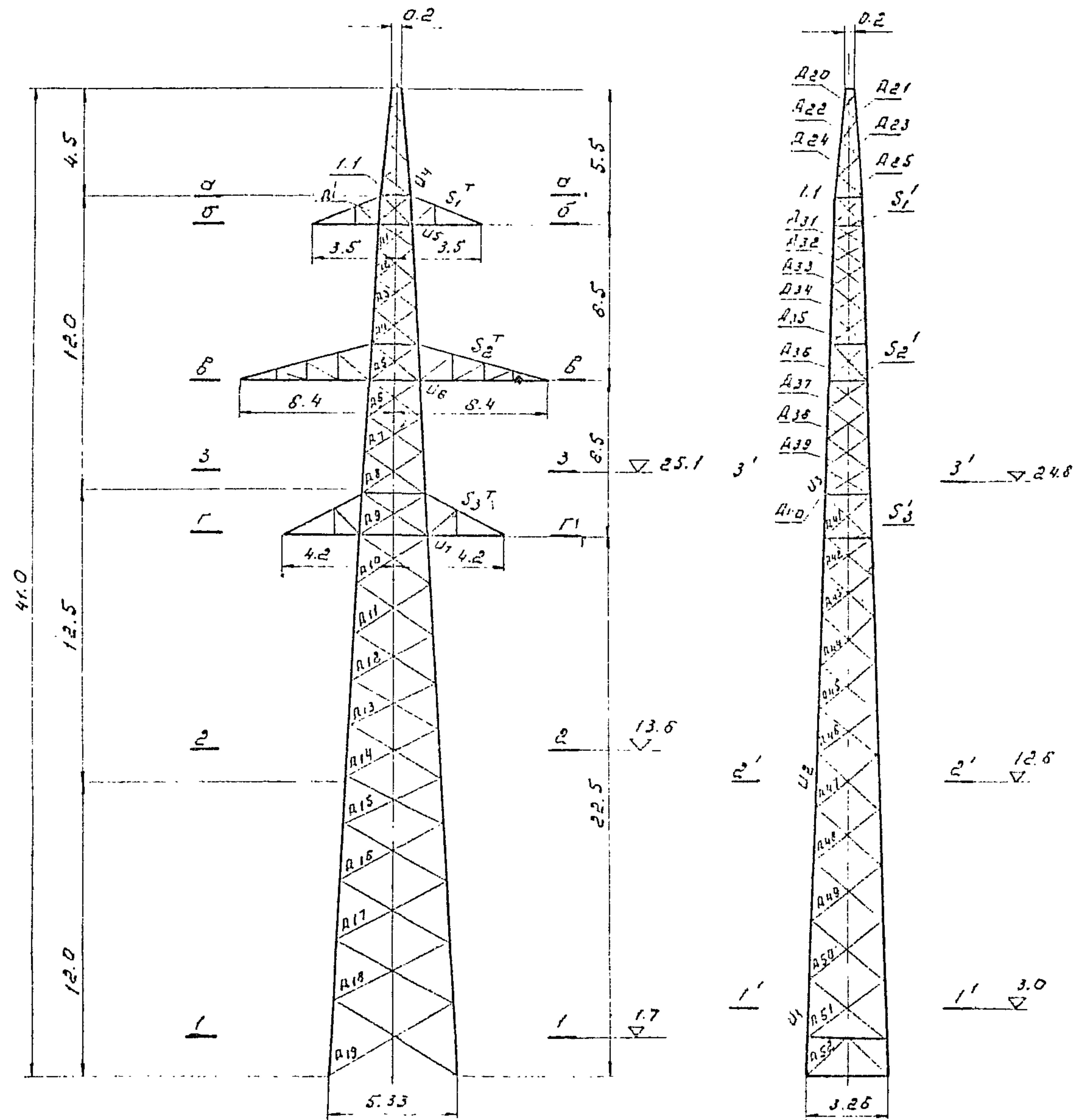
3080TM/2 д. 3

11220-3

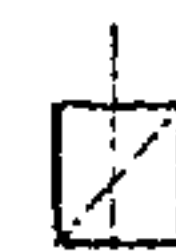


3080TMT2 9

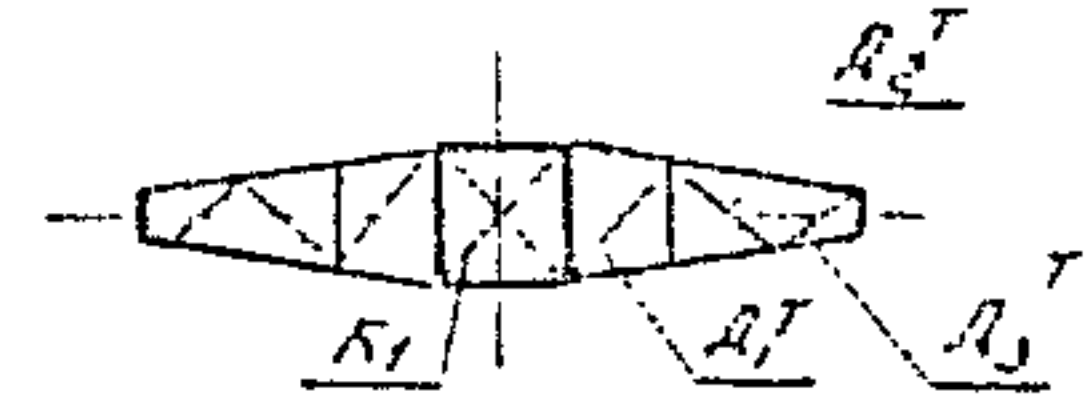
П 220-2



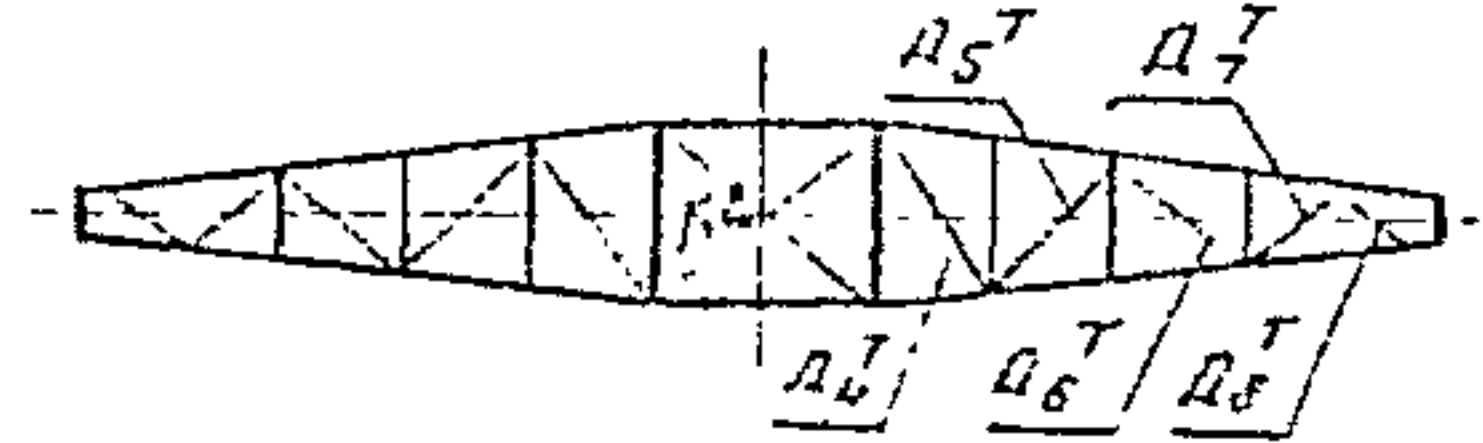
Сечение а-а



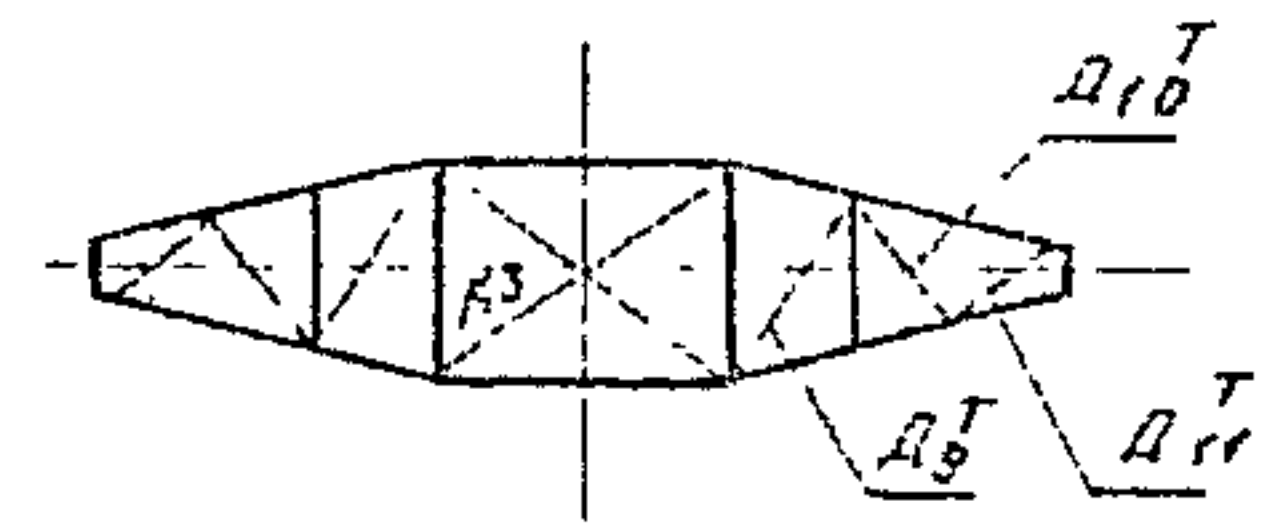
Сечение б-б



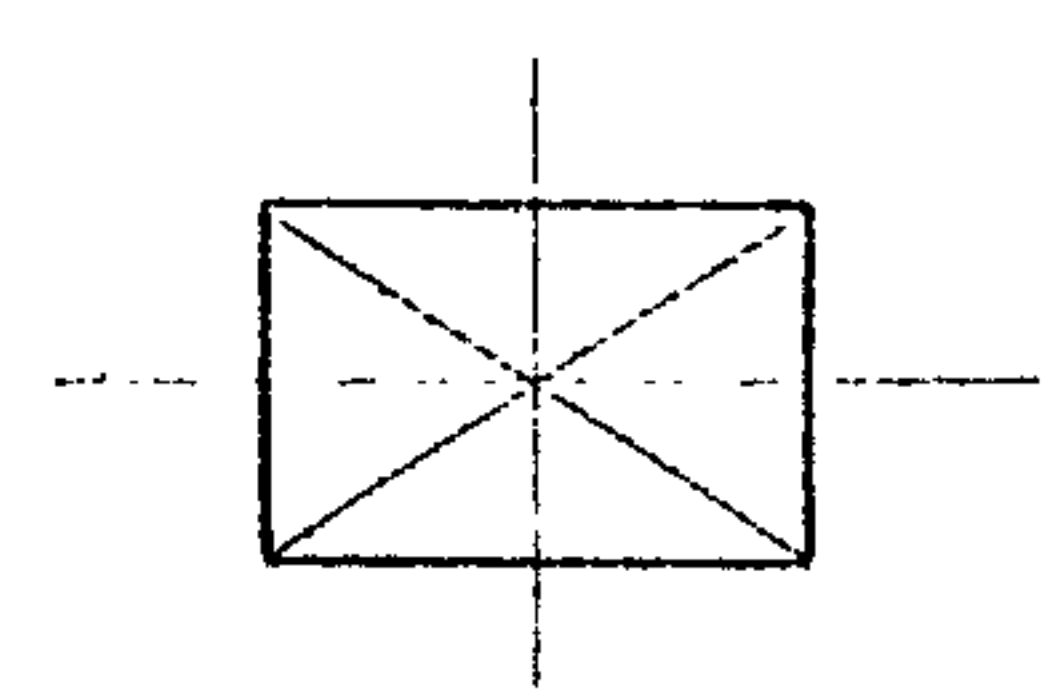
Сечение в-в



Сечение г-г



Сечение 1-1



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			
					475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			
					595 м			595 м			595 м			580 м			595 м			595 м			520 м			545 м			545 м			450 м			490 м			490 м			
					475 м			475 м			—			465 м			475 м			—			415 м			435 м			—			360 м			390 м			—			
	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	расчет	норм	п	расчет	норм	п	расчет	норм	п	расчет	норм	п	расчет		
I	Провода и трос не обдуваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$\begin{cases} q_n = 50 \text{ кг/м}^2 \\ q_r = 75 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$ $z = -3^\circ \text{С}, \text{С} = 0$		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n	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	q_n	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	q_r	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	q_n+q_r	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 обдуваны и свободны от гололеда. Ветер направлен под 45° к оси траверс.	$\begin{cases} q_n = 50 \text{ кг/м}^2 \\ q_r = 75 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$ $z = -3^\circ \text{С}, \text{С} = 0$		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n	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	q_n	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	q_r	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	q_n+q_r	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 обдуваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$\begin{cases} q_n = 12,5 \text{ кг/м}^2 \\ q_r = 14,0 \text{ кг/м}^2 \end{cases}$ $z = -5^\circ \text{С}, \text{С} = 5 \div 10 \text{ мм}; \text{С} = 15 \div 20 \text{ мм}; q_n = 18,15 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролет провода, троса	P_n	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	q_n	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	q_r	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
				Суммарная вертикальная нагрузка	q_n+q_r	985	—	1300	1240	—	1605	500	—	670	1280	—	1905	1600	—	2325	720	—	1110	1505	—	2415	1875	—	2940	935	—	1570	1685	—	2845	2120	—	3505	1155	—	2040

№ 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		
						475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м			475 м		
						595 м			595 м			595 м			595 м			595 м			595 м			595 м			595 м			595 м			595 м			595 м			595 м		
						475 м			475 м			—			465 м			475 м			—			415 м			435 м			—			360 м			390 м			—		
						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	расчет	норм.	п	расчет	норм.	п	расчет	норм.	п	расчет
III	Оборван один провод, дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору	$t = -5^{\circ}\text{C}, C = 0, q^H = 0,$ 		Тяжение провода при обрыве	S_n	1210	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	1260	1560	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	1625	—	—	—	1485	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	1545	1940	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	2020	—	—	—	1485	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	1545	1995	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	2080	—	—	—	1485	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	1545	1995	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	2080	—	—	—
				Вес пролета провода троса	q_n q_r	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	q_r	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	$q_n + q_r$ q_r	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 максимальной	$t = -5^{\circ}\text{C}, C = 0; q^H = 0$ 		Тяжение троса при обрыве	S_t	—	—	—	—	—	—	1440	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	1500	—	—	—	—	—	—	1440	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	1500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Вес пролета провода, троса	q_n q_r	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	q_r	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	$q_n + q_r$ q_r	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

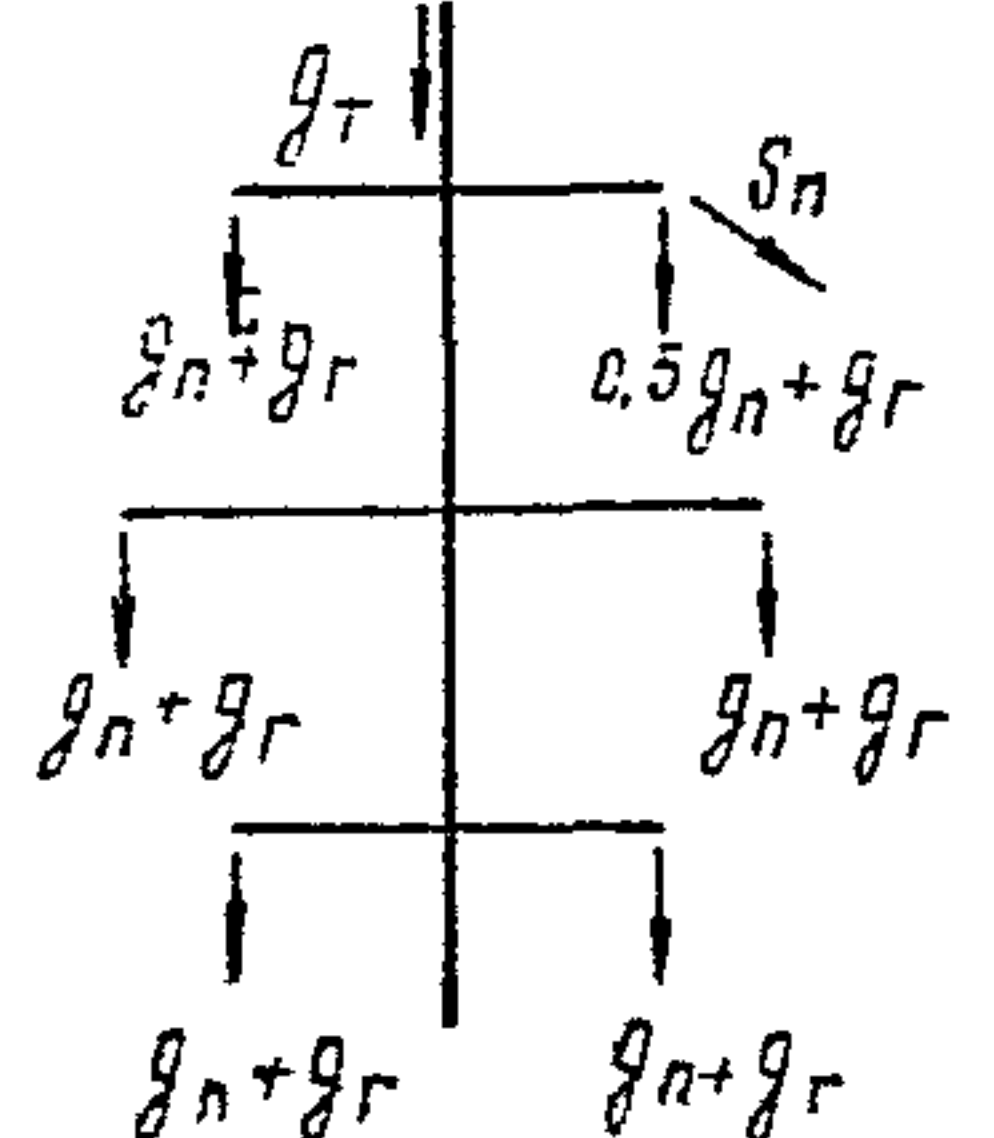
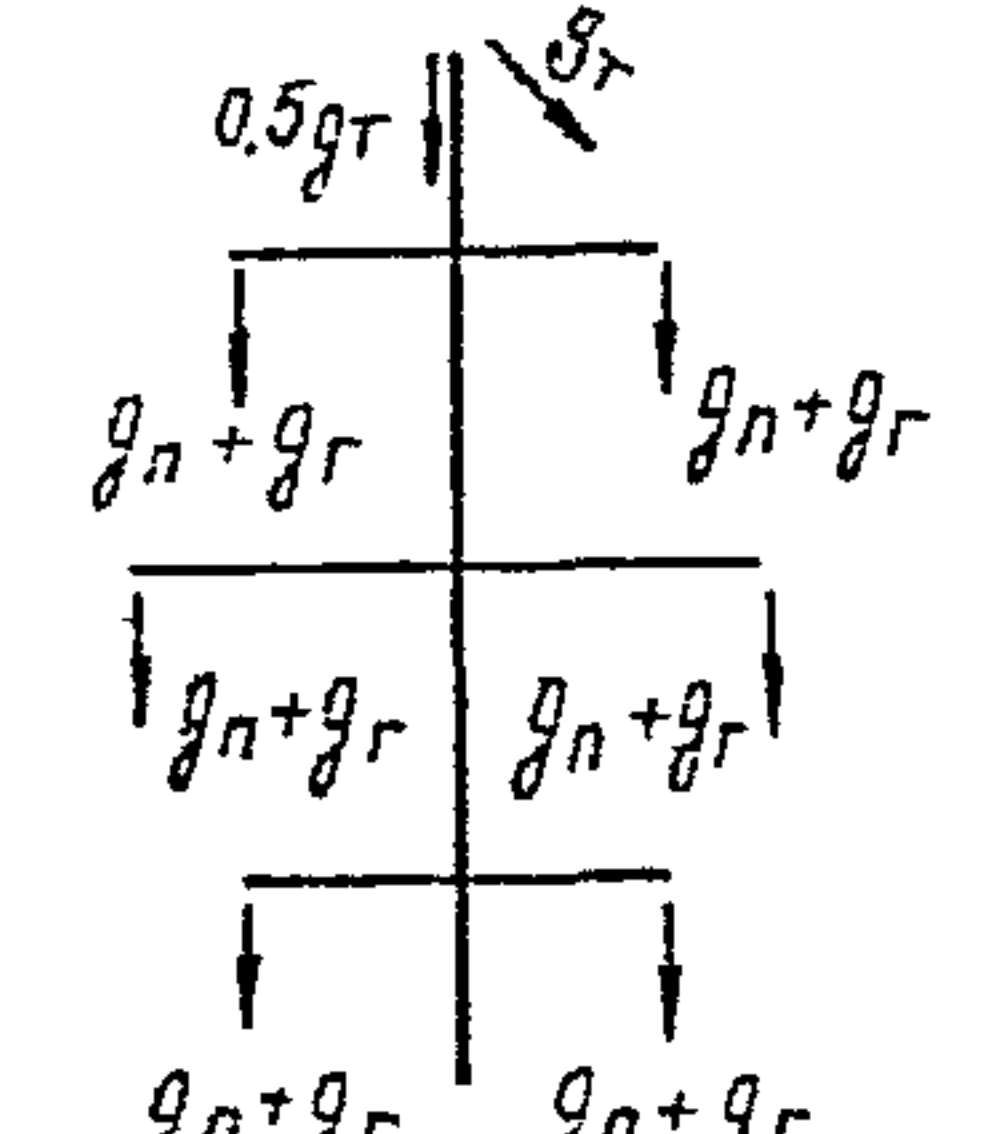
- Высота центра тяжести троса — 26 м
Нормативный скоростной напор $q_T^H = 1.5 \times 50.0 = 75 \text{ кг/м}^2$
- Высота центра тяжести провода — 14,6 м
Нормативный скоростной напор $q_n^H = 1.0 \times 50 = 50 \text{ кг/м}^2$
- Для схем аварийного режима коэффициенты перегрузки умножены на коэффициент сочетания $K = 0.8$
- Максимальное напряжение в тросе $\sigma_{T\max} = 40 \text{ кг/мм}^2$ в I-II районах гололеда.
- Нагрузки округлены до значений кратных 5 кг

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

Таблица №2

3080 м/2 а 12

№ 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											
						425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м											
						530 м			530 м			530 м			525 м			530 м			530 м			470 м			490 м			490 м			415 м			440 м			440 м											
						нормат			п			расчет			нормат			п			расчет			нормат			п			расчет			нормат			п			расчет			нормат			п			расчет		
I	Провода и трос не обрваны и свободны от голо- леда. Ветер направлен вдоль оси траверс.	$t = -5^{\circ}\text{C}, C = 0, q_n^H = 60 \text{ кг/м}^2, q_T^H = 81 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролет провода троса	P_n P_T	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	q_n q_T	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 гирлянды изоля- торов	$q_{лг}$	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 верти- кальная нагрузка	$q_n + q_T$ $q_{лг}$	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 обрваны и свободны от гололеда. Ветер направ- лен под 45° к оси траверс	$t = -5^{\circ}\text{C}, C = 0, q_n^H = 60 \text{ кг/м}^2, q_T^H = 81 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролет провода троса	P_n P_T	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 прова- да, троса	q_n q_T	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 гирлянды изоля- торов	$q_{лг}$	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 верти- кальная нагрузка	$q_n + q_T$ $q_{лг}$	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 обрваны и покрыты гололедом. Ветер направ- лен вдоль оси траверс	$t = -5^{\circ}\text{C}, C = 5 - 20 \text{ мм}, q_n^H = 15 \text{ кг/м}^2, q_T^H = 203 \text{ кг/м}^2$		Давление ветра на пролет провода тра- верса	P_n P_T	255	1,4	360	285	1,4	400	215	1,4	300	330	1,4	460	360	1,4	505	320	1,4	450	445	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 про- вода, троса	q_n q_T	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 гирлянды изоля- торов	$q_{лг}$	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 верти- кальная нагрузка	$q_n + q_T$ $q_{лг}$	890	—	1175	1120	—	1450	445	—	600	1165	—	1735	1440	—	2090	640	—	990	1370	—	2195	1700	—	2665	840	—	1410	1565	—	2640	1925	—	3180	1040	—	7840									

№ 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						
						425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м			425 м						
						530 м			530 м			530 м			525 м			530 м			530 м			470 м			490 м			490 м			415 м			440 м			440 м						
						425 м			425 м			—			420 м			425 м			—			375 м			390 м			—			330 м			355 м			—						
норм.	п	расчет	норм.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	нормат.	п	расчет	
III	Оборван один про- вод дающий наибольший изгибающий или крутящий момент на опору	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q^H = 0$		Тяжение провода при обрыве.	S_n	1240	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1290	1585	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1650	—	—	—	1485	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1545	1945	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	2020	—	—	—	1485	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1545	1995	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	2080	—	—	—	1485	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1545	1995	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	2080	—	—	—				
			Вес пролета про- вода троса.	g_n g_T	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 гирлянды изоля- торов.	g_r	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 верти- кальная нагрузка.	$g_n + g_r$ g_T	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 мак- симального тяжения	$t = -5^{\circ}\text{C}; C = 0; q^H = 0$		Тяжение троса при обрыве	S_T	—	—	—	—	—	—	1440	$1,3 \times 0,8 = 1,04$	1500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Вес пролета про- вода, троса.	g_n g_T	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 гирлянды изоляторов	g_r	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 вер- тикальная наг- рузка	$g_n + g_r$ g_T	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:

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

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

Таблица 3

Наименование секции	Эскиз и средн. отметка секции (м)	Коэффициент увеличения скорости по высоте	Нормативной напора, ρv^2 (кг/м ²)	Площадь элементов ΣF_i (м ²)	Площадь по контуру S (м ²)	Коэффициент сопротивления $\Sigma \chi_i$ $\chi = \Sigma \chi_i / S$	Аэродинамический коэффициент по осевой проекции $C_x = \Sigma \chi_i / v^2$	β (при $\frac{\beta}{h} = 1.5 / 0.67$)	Аэродинамический коэффициент по боковой проекции $C_y = C_x$ (1+0.2)	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамики (кг)		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэффициента динамики $\beta = 1.35$ и коэффициента перегрузки $\eta = 1.2$ (кг)			
										при ветре // траверсе $P = q_0 C_x$	при ветре под 45° $P_L = 0.8 P$ // траверсе $P_{II} = 0.8 P$ // траверсе	при ветре // траверсе $C_x P_0$	при ветре под 45° $P_L = 0.8 P_0$ // траверсе $P_{II} = 0.8 P_0$ // траверсе		
Верхняя		1,63	82	0.48	1.5	0.307	0.430	0.65	0.708	39 ²⁾ (87)	57 ³⁾	39 ³⁾	63 (141)	92	63
Нижняя		1,49	75	1.04	3.9	0.267	0.375	0.74	0.652	86 ²⁾ (190)	124 ³⁾	86 ³⁾	139 (307)	201	139
Правая боковая		1,49	75	0.54	2.3	0.235	0.329	0.79	0.588	46 ²⁾ (102)	66 ³⁾	46 ³⁾	75 (165)	107	75
Левая боковая		1,68	84	0.58	1.95	0.297	0.415	0.67	0.693	113	90	90	183	146	146
Верхняя секция		1,51	76	3.89	17.4	0.223	0.312	0.85	0.577	763	865	665	1240	1080	1080
Средняя секция		1,0	50	3.87	25.8	0.150	0.212	0.96	0.411	531	491	491	860	795	795
Нижняя секция		1,0	50	3.83	25.2	0.152	0.211	0.96	0.417	525	510	510	852	825	825
Итого										2103	2003	1927	3412	3246	3123

ПРИМЕЧАНИЯ

ПРИМЕЧАНИЯ

- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м.
- Ветровые нагрузки на траверсы P_{tr} , указанные в скобках определены при направлении ветра $\perp$ траверсе. При ветре $\perp$ оси бл ветровая нагрузка составляет $0.45 P_{tr}$
- При ветре под 45° к оси бл $P_L = 0.65 P_{tr}$, а $P_{II} = 0.45 P_{tr}$
- Ветровые нагрузки на секции опоры P , указанные в числителе, определены при направлении ветра $\parallel$ траверсе; величины в знаменателе - при направл. ветра $\perp$ траверсе

Давление ветра на конструкцию опоры ЛЭО-2 по схемам I и II

Таблица № 4

Наименование секции	Эскиз и средняя отметка секции	Коэффициент увеличения скорости ветра по высоте	Нормативный скоростной напор $q, \text{кг/м}^2$	Площадь элемента $S, \text{м}^2$	Площадь по контуру $S, \text{м}^2$	Коэффициент заполнения $\mu = \frac{S_p}{S}$	Величина коэффициента $C_p = C_{p1} \cdot C_{p2} = 1.4$	η при $\frac{b}{h} = 1.50/0.70$	Коэффициент порывистости C_{pe}	Нормативная ветровая нагрузка без учета коэффициента динамичности (кг)		Расчетная ветровая нагрузка с учетом коэффициента динамичности $B = 1.35$ и коэффициента перегрузки $n = 1.2$ кг			
										При ветре траверсе $P = q \cdot C_{pe} \cdot S$	При ветре под 45°	При ветре траверсе $P_p = 0.8 P$		При ветре под 45° $P_p = 0.8 P$	
										Л. траверсе	П. траверсе	Л. траверсе	П. траверсе	Л. траверсе	П. траверсе
Верхняя		1.71	88	0.52	1.45	0.358	0.502	$\frac{b}{h} = 1$ 0.58	0.794	$2 \times 45^{(2)}$ (2×99)	$2 \times 64^{(3)}$ $2 \times 45^{(3)}$	2×73 (2×161)	2×104	2×73	
Средняя		1.58	79	1.10	4.2	0.262	0.167	$\frac{b}{h} = 1$ 0.73	0.635	$2 \times 95^{(2)}$ (2×210)	$2 \times 138^{(3)}$ $2 \times 95^{(3)}$	2×154 (2×340)	2×220	2×154	
Нижняя		1.43	72	0.54	2.1	0.257	0.35	$\frac{b}{h} = 1.18$ 0.75	0.630	$2 \times 43^{(2)}$ (2×95)	$2 \times 62^{(3)}$ $2 \times 43^{(3)}$	2×70 (2×154)	2×100	2×70	
Просек- стойка		1.79	90	0.85	2.92	0.291	0.108	$\frac{b}{h} = 1.0$ 0.68	0.685	180	144	144	292	234	234
Верхняя секция		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		1.27	64	4.25 4.84	25.8 38.4	0.165 0.121	0.131 0.169	0.92 0.99	0.450 0.336	725 825	660	660	1170 1335	1070	1070
Нижняя секция		1.0	50	5.29 6.24	38.3 57.5	0.146 0.108	0.104 0.151	0.95 1.0	0.400 0.302	727 868	695	695	1180 1400	1120	1120
Примечания:										Итого:	2695 3451	2638	2488	4366 5587	4272 4018

- Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м^2 на высоте до 15 м.
- Ветровые нагрузки на траверсы $P_{тр}$, указанные в скобках, определены при направлении ветра $\perp$ траверсе. При ветре $\perp$ оси ВЛ ветровая нагрузка составляет $0.45 P_{тр}$.
- При ветре под 45° к оси ВЛ $P_I = 0.85 P_{тр}$, а $P_{II} = 0.45 P_{тр}$.
- Ветровые нагрузки на секции опоры P , указанные в числителе, определены при направлении ветра $\parallel$ траверсе; величины в знаменателе при направлении ветра $\perp$ траверсе.

Подсчет изгибающих моментов, вертикальных нагрузок и определение усилий в поясах ствoла опоры п 220-3

Таблица № 5

Сечения отметки и базы	Схема I; IР-н гололеда			Схема I ^а ; IД-н гололеда				Схема II; IIР-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 кон- струкцию опo- ры M _{WII}		От нагрузок на провода и трос M _{II}	От ветра на кон- струкцию опоры M _{WII}				От нагрузок на провода и трос M _{II}	От ветра на кон- струкцию опo- ры M _{WII}			
3-3 ▽ 21.6 3'-3' ▽ 21.3 b _ш = 2.43 м b _{уз} = 1.82 м cos γ _ш = 0.998 cos γ _{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	0.183 x 12.9 = 2.36 0.063 x 10.9 = 0.69 (0.139 + 0.075) x 4.6 = 1.01	0.400 x 1 = 0.400 1.075 x 3 = 3.230 0.137 x 14.4 = 1.98	0.29 x 14.4 = 4.17 0.47 x 10.4 = 4.90 0.47 x 2 x 3.9 = 3.66	0.146 x 12.9 = 1.88 0.063 x 10.9 = 0.69 (0.139 + 0.075) x 4.6 = 1.00	0.146 x 13.2 = 1.93 0.092 x 11.2 = 1.03 (0.201 + 0.107) x 4.9 = 1.54	0.400 x 1 = 0.400 1.075 x 3 = 3.23 0.137 x 14.4 = 1.98		0.765 x 14.4 = 11.0 0.75 x 10.4 = 7.75 0.75 x 2 x 3.9 = 5.85	M _{WII} = $\frac{10.80}{4.80}$ = 2.25	2.04 x 1 = 2.04 3.505 x 3 = 10.52 0.137 x 14.4 = 1.98		
	2.395 M _{II} = 1.87		5.61	1.70 M _{II} = 13.03	$\frac{1.08 \times 11.4}{12} \times \frac{11.4}{2} = 5.85$	1.08 x $\frac{12}{2}$ = 6.50	5.61		3.015 M _{II} = 24.60		14.54		
	M _{ш.у.} = 6.13	$\frac{1.24 \times 11.4}{12} \times \frac{11.4}{2} = 6.74$		M _{ш.у.} = 6.13	1.443 M _{WII} = 9.42	1.626 M _{WI} = 11.00			M _{ш.у.} = 20.0				
	Σ M _{II} = 24.60	1.650 M _{WII} = 10.80		Σ M _{II} = 19.16					Σ M _{II} = 44.60				
	$U_b = \frac{24.00 + 10.80}{2 \times 2.43 \times 0.998} + \frac{5.61}{4 \times 0.999} = 7.17 + 1.4 = 8.57$			$U_b = \frac{19.16 + 9.42}{2 \times 2.43 \times 0.998} + \frac{11.0}{2 \times 1.82 \times 0.999} + \frac{5.61}{4 \times 0.999} = 5.88 + 3.02 + 1.4 = 10.30$				$U_b = \frac{44.60 + 2.25}{2 \times 2.43 \times 0.998} + \frac{14.54}{4 \times 0.999} = 9.60 + 3.64 = 13.24$					
2-2 ▽ 10.1 м 2'-2' ▽ 9.1 b _ш = 3.74 b _{уз} = 2.41 м cos γ _ш = 0.998 cos γ _{уз} = 0.999	24.0 2.395 x 11.5 = 27.5 2.395 M _{II} = 51.5	$\frac{10.80}{4 \times 0.999} = 2.71$ 1.650 x 11.5 = 19.00 $\frac{1.24 \times 0.6}{12} \times 11.8 = 0.78$ $\frac{0.86 \times 10.9}{12} \times \frac{10.9}{2} = 4.25$ 2.49 M _{WII} = 34.78	5.61 0.137 x 11.5 = 1.58 7.19	1.70 x 11.5 = 13.80 1.70 M _{II} = 38.96	9.42 1.443 x 11.5 = 16.6 $\frac{1.08 \times 0.6}{12} \times 11.8 = 0.64$ $\frac{0.795 \times 10.9}{12} \times \frac{10.9}{2} = 3.92$ 2.22 M _{WII} = 30.58	11.00 1.626 x 12.2 = 19.80 0.795 x $\frac{12}{2}$ = 4.77 2.421 M _{WI} = 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 _{WII} = $\frac{34.78}{4.8}$ = 7.25	14.54 0.137 x 11.5 = 1.58 16.12			
	$U_2 = \frac{51.5 + 34.78}{2 \times 3.74 \times 0.998} + \frac{7.19}{4 \times 0.999} = 11.6 + 1.8 = 13.4$			$U_2 = \frac{38.96 + 30.58}{2 \times 3.74 \times 0.998} + \frac{35.57}{2 \times 2.51 \times 0.999} + \frac{7.19}{4 \times 0.999} = 9.25 + 7.1 + 1.8 = 18.15$				$U_2 = \frac{79.20 + 7.25}{2 \times 3.74 \times 0.998} + \frac{16.12}{4 \times 0.999} = 11.5 + 4.04 = 15.54$					
1-1 ▽ 1.3 м b _ш = 4.78 м b _{уз} = 2.97 м cos γ _ш = 0.998 cos γ _{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 $\frac{0.86 \times 1.1}{12} \times 8.0 = 0.63$ $\frac{0.852 \times 7.7}{9.0} \times \frac{7.7}{2} = 2.80$ 3.30 M _{WII} = 60.11	7.19 0.137 x 8.8 = 1.21 8.40	38.96 1.70 x 8.8 = 15.13 1.70 M _{II} = 54.09	30.58 2.22 x 8.8 = 19.5 $\frac{0.795 \times 1.1}{12} \times 8.0 = 0.58$ $\frac{0.825 \times 7.7}{9.0} \times \frac{7.7}{2} = 2.72$ 3.00 M _{WII} = 53.38	35.57 2.421 x 7.8 = 18.9 $\frac{0.825 \times 7.8}{9.0} \times \frac{7.8}{2} = 2.75$ 3.14 M _{WI} = 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 _{WII} = $\frac{60.11}{4.8}$ = 12.5	16.12 0.137 x 8.8 = 1.21 17.33			
	$U_1 = \frac{72.5 + 60.11}{2 \times 4.78 \times 0.998} + \frac{8.40}{4 \times 0.999} = 13.9 + 2.1 = 16.0$			$U_1 = \frac{54.09 + 53.38}{2 \times 4.78 \times 0.998} + \frac{57.26}{2 \times 2.97 \times 0.999} + \frac{8.40}{4 \times 0.999} = 11.2 + 9.63 + 2.1 = 22.93$				$U_1 = \frac{105.7 + 12.5}{2 \times 4.78 \times 0.998} + \frac{17.33}{4 \times 0.999} = 12.4 + 4.35 = 16.75$					

Примечания:

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

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

3080 ТМ/2.0.10

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

Сечения отметка и базы	Схема I, I' район гололеда			Схема II, II' район гололеда:			Схема III, III' район гололеда		
	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие моменты (тм)		Вертикальные нагрузки G (т)	Изгибающие мо- менты от нагруз- ок на пробода и тросы M _п и от ветра на констр. опоры M _в и M _в (тм)		Вертикаль- ные нагруз- ки G (т)
	от нагрузок на пробода и трос- сы M _п	от ветра на констр. опоры M _в		от нагрузок на пробода и трос M _п	от ветра на конструкцию опоры M _в		от нагрузок на пробода и тросы M _п и от ветра на констр. опоры M _п и M _в (тм)		
3-3 ▽ 25.1 м 3'-3' ▽ 24.8 м δ _{шур} = 2.42 м δ _{узк} = 1.79 м Cos φ _ш = 0.998 Cos φ _{уз} = 0.999	0.385×15.9 = 6.13 0.675×2×10.4 = 14.0 0.675×2×3.9 = 5.26 3.085 M _п = 25.39 δ _{шур} = 2.42 м δ _{узк} = 1.79 м Cos φ _ш = 0.998 Cos φ _{уз} = 0.999	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 1.876 M _в = 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 0.375×2×10.4 = 9.88 0.475×2×3.9 = 3.7 17 M _п = 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 11.91 M _в = 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 13.62 M _в = 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 0.72×2×10.4 = 1.5 0.72×2×3.9 = 0.56 3.62 M _п = 13.86 M _в = $\frac{13.45}{4.8} = 2.8$	1.84×1 = 1.84 3.18×4 = 12.72 0.165×15.9 = 2.63 17.19
$U_3 = \frac{25.39+13.45}{2 \times 2.42 \times 0.998} + \frac{6.87}{4 \times 0.998} = 8.03 + 1.72 = 9.75 \tau$									
$U_3 = \frac{17.87+11.91}{2 \times 2.42 \times 0.998} + \frac{13.62}{2 \times 1.79 \times 0.999} + \frac{6.87}{4 \times 0.998} = 8.15 + 3.82 + 1.72 = 11.69 \tau$									
$U_3 = \frac{13.86+2.8}{2 \times 2.42 \times 0.998} + \frac{17.19}{4 \times 0.998} = 7.74 \tau$									
2-2 ▽ 13.6 м 2'-2' ▽ 12.6 м δ _{шур} = 3.75 м δ _{узк} = 2.52 м Cos φ _ш = 0.999 Cos φ _{уз} = 0.998	25.39 3.085×11.5 = 35.5 0.675×2×8.9 = 12.0 4.435 M _п = 72.89 δ _{шур} = 3.75 м δ _{узк} = 2.52 м Cos φ _ш = 0.999 Cos φ _{уз} = 0.998	13.45 1.876×11.5 = 21.6 0.07×2×9.75 = 1.37 1.17×5.75 = 6.73 3.188 M _в = 43.15	6.87 0.97×2 = 1.94 0.165×11.5 = 1.9 10.71	17.87 17×11.5 = 25.00 0.475×2×8.9 = 8.45 51.32 M _п = 51.32	11.91 1.688×11.5 = 19.4 0.07×2×8.9 = 1.25 1.07×5.75 = 6.15 38.71 M _в = 38.71	13.62 1.882×12.2 = 23.0 0.100×2×10.8 = 2.16 1.07×6.1 = 6.53 45.31 M _в = 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 56.76 M _п = 56.76 M _в = $\frac{43.15}{4.8} = 9.0$	17.19 3.18×2 = 6.36 0.165×11.5 = 1.9 25.26
$U_2 = \frac{72.89+43.15}{2 \times 3.75 \times 0.998} + \frac{10.71}{4 \times 0.998} = 15.5 + 2.69 = 18.19 \tau$									
$U_2 = \frac{51.32+38.71}{2 \times 3.75 \times 0.998} + \frac{45.31}{2 \times 2.52 \times 0.999} + \frac{10.71}{4 \times 0.998} = 12.0 + 9.0 + 2.49 = 23.49 \tau$									
$U_2 = \frac{56.76+9.0}{2 \times 3.75 \times 0.998} + \frac{25.26}{4 \times 0.998} = 12.09 \tau$									
1-1 ▽ 1.7 м 1'-1' ▽ 3.0 м δ _{шур} = 5.13 м δ _{узк} = 3.08 м Cos φ _ш = 0.999 Cos φ _{уз} = 0.998	72.89 4.435×11.9 = 52.6 4.435 M _п = 125.49 δ _{шур} = 5.13 м δ _{узк} = 3.08 м Cos φ _ш = 0.999 Cos φ _{уз} = 0.998	43.15 3.188×11.9 = 37.9 1.12×5.95 = 6.69 4.308 M _в = 87.74	10.71 0.165×11.9 = 1.97 12.68	51.32 12×11.9 = 37.1 88.42 M _п = 88.42	38.71 2.898×11.9 = 34.5 0.97×5.95 = 5.77 78.98 M _в = 78.98	45.31 3.152×9.6 = 30.25 0.85×4.8 = 4.08 79.64 M _в = 79.64	10.71 0.165×11.9 = 1.97 12.68	56.76 3.766×11.9 = 44.9 101.66 M _п = 101.66 M _в = $\frac{87.74}{4.8} = 18.3$	25.26 0.165×11.9 = 1.97 27.23
$U_1 = \frac{125.49+87.74}{2 \times 5.13 \times 0.998} + \frac{12.68}{4 \times 0.998} = 20.8 + 3.16 = 23.96 \tau$									
$U_1 = \frac{88.42+78.98}{2 \times 5.13 \times 0.998} + \frac{79.64}{2 \times 3.08 \times 0.999} + \frac{12.68}{4 \times 0.998} = 16.35 + 12.9 + 3.16 = 32.41 \tau$									
$U_1 = \frac{101.66+18.3}{2 \times 5.13 \times 0.998} + \frac{27.23}{4 \times 0.998} = 18.5 \tau$									

Усилия в поясах ствола опоры
определены по формуле:

$$U = \frac{\sum M_{п}}{2 \delta_{ш} \cos \varphi} + \frac{\sum M_{в}}{2 \delta_{уз} \cos \varphi} + \frac{\sum G}{4 \cos \varphi}$$

Расчет усилий в раскосах ствела опоры П220-3

Таблица №7

Секция	Грани опоры	Sп (кг)						2080		
		bш (м)	bузк (м)	cosβ	Обознач. раскосов	4b cos β	b0 4bуз cos β	L1=3,5м; L2=6,1м		
								от Mкр	от Sп	Σ'
b0 = 1,160 м Mкр (мм)								7,28		
Верхняя секция	Широкая	—	1,19	0,788	D1	3,76	—	1,94	—	1,94
		—	1,25	0,766	D2	3,83	—	1,90	—	1,90
		—	1,33	0,766	D3	4,07	—	1,79	—	1,79
		—	1,40	0,749	D4	4,20	—	1,73	—	1,73
		—	1,50	0,788	D5	4,73	—	1,54	—	1,54
	Узкая	1,23	1,19	0,819	D31	4,03	0,297	1,81	0,619	2,43
		1,37	1,24	0,788	D32	4,32	0,296	1,69	0,615	2,31
		1,47	1,30	0,798	D33	4,69	0,279	1,55	0,58	2,13
		1,59	1,36	0,809	D34	5,14	0,264	1,42	0,55	1,97
		1,72	1,42	0,777	D35	5,35	0,262	1,36	0,545	1,91
		1,86	1,50	0,707	D36	5,26	0,272	1,38	0,566	1,95
	b0 = 1,543 м Mкр (мм)							12,69		
	Широкая	—	1,59	0,783	D6	4,98	—	2,55	—	2,55
		—	1,68	0,819	D7	5,51	—	2,30	—	2,30
		—	1,78	0,829	D8	5,91	—	2,15	—	2,15
	Узкая	2,05	1,59	0,819	D37	6,71	0,297	1,89	0,619	2,51
		2,17	1,65	0,819	D38	7,10	0,286	1,79	0,595	2,39
		2,32	1,72	0,829	D39	7,7	0,270	1,65	0,560	2,21
		2,45	1,80	0,848	D40	8,3	0,253	1,53	0,526	2,06
N3080TM-T2 лист 18/56										

3080м/2 л. 18

Расчет усилий в раскосах стбала опоры П220-3

Продолжение таблицы № 7

Секция	Грани опоры	S_n (кг)						2080					
		$b_{ш}$	$b_{узк}$	$\cos \beta$	Обознач. раскосов	$4b \cos \beta$	$\frac{b_0}{4b_{уз} \cos \beta}$	$l = 6,1 м$					
		(м)	(м)					от $M_{кр}$	от S_n	Σ			
		$b_0 = 1,543 м$						$M_{кр} (тм)$			12,69		
Средняя секция	Широкая	—	1,88	0,839	D_9	6,31	—	2,02	—	2,02			
		—	1,985	0,829	D_{10}	6,58	—	1,93	—	1,93			
		—	2,09	0,848	D_{11}	7,08	—	1,79	—	1,79			
		—	2,20	0,857	D_{12}	7,54	—	1,69	—	1,69			
		—	2,50	0,874	D_{13}	8,74	—	1,45	—	1,45			
		—	2,34	0,874	D_{14}	8,20	—	1,55	—	1,55			
	Узкая	2,63	1,88	0,754	D_{41}	7,94	0,273	1,60	0,57	2,17			
		2,80	1,97	0,838	D_{42}	9,40	0,234	1,35	0,49	1,84			
		2,98	2,06	0,766	D_{43}	9,16	0,244	1,39	0,51	1,90			
		3,19	2,17	0,766	D_{44}	9,79	0,232	1,30	0,48	1,78			
		3,53	2,29	0,766	D_{45}	10,83	0,220	1,17	0,46	1,63			
		3,65	2,40	0,777	D_{46}	11,37	0,207	1,12	0,43	1,55			
		3,88	2,52	0,819	D_{47}	12,70	0,175	1,00	0,36	1,36			

Расчет усилий в раскосах на уровне траверс по II схеме.

Раскос D_1' $M = 3,5 \times 2,9 = 10,3 тм$; $R = \frac{10,3}{1} = 10,3 т$

$D_1' = \frac{10,3}{4 \cdot 0,766} = 3,32 т$

Раскос D_5 $M = 3,5 \times (6,1 - 3,9) = 7,7 тм$

$R = \frac{7,7}{1,5} = 5,15 т$

$D_5 = \frac{5,15}{4 \times 0,788} = 1,63 т$

Расчет усилий в раскосах стболо опоры П220-3

Продолжение таблицы № 7

Секция	Грани опоры	S_n (кг)						2080		
		$b_{ш}$ (м)	$b_{узк}$ (м)	$\cos \beta$	Обознач. раскосов	$4b \cos \beta$	$\frac{b_0}{4b_{уз} \cos \beta}$	$e = 6,1 м$		
								от $M_{кр}$	от S_n	Σ
$b_0 = 1,543 м$								$M_{кр} (тм)$		12,69
Нижняя секция	Широкая	—	2,58	0,898	D_{15}	9,35	—	1,36	—	1,36
		—	2,70	0,875	D_{16}	9,45	—	1,34	—	1,34
		—	2,86	0,883	D_{17}	10,10	—	1,26	—	1,26
		—	2,97	0,883	D_{18}	10,50	—	1,20	—	1,20
	Узкая	4,11	2,63	0,777	D_{48}	12,75	0,19	0,99	0,39	1,38
		4,37	2,77	0,755	D_{49}	13,20	0,18	0,96	0,38	1,34
		4,64	2,90	0,777	D_{50}	14,40	0,17	0,88	0,35	1,23
		4,78	2,97	0,755	D_{51}	14,40	0,17	0,88	0,35	1,23

Усилия в раскосах определены по формуле

$$D = \frac{M_{кр}}{4 \times b \times \cos \beta} + \frac{S_n \times b_0}{4 \times b_{уз} \times \cos \beta}$$

b_0 - база на отметке приложения силы

3080тм/2 л.20

Расчет усилий в раскосах створа опоры
П 220-2 таблица № 8

Секция	Грани опоры	Sn (кг)						2080			
		ρш (м)	ρуз (м)	cos β	Обознач. раскосов	4b cos β	ρ0 4b _{уз} cos β	ρ ₁ =3,5м; ρ ₂ =6,4м.			
								От Мкр	От Sn	Σ	
ρ ₀ = 1,160 м Мкр (мм)								7,28			
Верхняя секция	Широкая	—	1,19	0,788	Π ₁	3,76	—	1,94	—	1,94	
		—	1,25	0,766	Π ₂	3,83	—	1,90	—	1,90	
		—	1,33	0,766	Π ₃	4,07	—	1,79	—	1,79	
		—	1,40	0,749	Π ₄	4,20	—	1,73	—	1,73	
		—	1,50	0,788	Π ₅	4,73	—	1,54	—	1,54	
	Узкая	1,23	1,19	0,819	Π ₃₁	4,03	0,297	1,81	0,619	2,43	
		1,37	1,24	0,788	Π ₃₂	4,32	0,296	1,89	0,615	2,51	
		1,47	1,30	0,798	Π ₃₃	4,69	0,279	1,55	0,580	2,13	
		1,59	1,36	0,809	Π ₃₄	5,14	0,264	1,42	0,550	1,97	
		1,72	1,42	0,777	Π ₃₅	5,35	0,262	1,36	0,545	1,91	
		1,86	1,50	0,707	Π ₃₆	5,26	0,272	1,38	0,566	1,95	
	ρ ₀ = 1,543 м Мкр (мм)								13,30		
	Широкая	—	1,59	0,783	Π ₆	4,98	—	2,67	—	2,67	
		—	1,68	0,819	Π ₇	5,51	—	2,42	—	2,42	
		—	1,78	0,829	Π ₈	5,91	—	2,25	—	2,25	
	Узкая	2,05	1,59	0,819	Π ₃₇	6,71	0,297	1,98	0,619	2,60	
		2,17	1,65	0,819	Π ₃₈	7,10	0,286	1,87	0,595	2,47	
		2,32	1,72	0,829	Π ₃₉	7,70	0,270	1,73	0,560	2,29	
		2,45	1,80	0,848	Π ₄₀	8,30	0,253	1,60	0,526	2,13	

N3080_{тм}-Т2

Лист
21/56

3080м/2 л. 21

Расчет усилий в раскосах ствóла опоры П220-2
Продолжение таблицы №8

Секция	Грани опоры	ΣH (кг)						2080		
		$\rho_{ш}$ (м)	$\rho_{уз}$ (м)	$\cos \beta$	Обознач. раскосов	$4\rho \cos \beta$	$\frac{\rho_0}{4\rho_{уз} \cos \beta}$	$e = 6,4 м$		
								от $M_{кр}$	от ΣH	Σ
$\rho_0 = 1,543 м$ $M_{кр}$ (мм)								13,30		
Средняя секция	Широкaя	—	1,88	0,839	Π_9	6,31	—	2,11	—	2,11
		—	1,985	0,829	Π_{10}	6,58	—	2,02	—	2,02
		—	2,09	0,848	Π_{11}	7,08	—	1,88	—	1,88
		—	2,20	0,857	Π_{12}	7,54	—	1,76	—	1,76
		—	2,34	0,874	Π_{13}	8,2	—	1,62	—	1,62
		—	2,46	0,874	Π_{14}	8,6	—	1,62	—	1,62
	Узкая	2,63	1,88	0,754	Π_{41}	7,94	0,273	1,68	0,57	2,25
		2,80	1,97	0,838	Π_{42}	9,4	0,234	1,41	0,49	1,90
		2,98	2,06	0,766	Π_{43}	9,16	0,244	1,45	0,51	1,96
		3,19	2,17	0,766	Π_{44}	9,79	0,232	1,36	0,48	1,84
		3,53	2,29	0,766	Π_{45}	10,83	0,22	1,23	0,46	1,69
		3,65	2,40	0,777	Π_{46}	11,37	0,207	1,17	0,43	1,60
		3,88	2,52	0,819	Π_{47}	12,7	0,175	1,05	0,36	1,41

3080ТМ/2 Л.22

№3080ТМ-12

Лист
22/56

Расчет усилий в раскосах стбола опоры
Продолжение табл. № 7220-2

Секция	Грани опоры	S_n (кг)						2080		
		b_w	$b_{уз}$	$\cos \beta$	Обознач. раскосов	$4b \cos \beta$	b_o	$e = 6,4 \text{ м}$		
		(м)	(м)				$\frac{b_o}{4 b_{уз} \cos \beta}$	От $M_{кр}$	От S_n	Σ
$b_o = 1,543 \text{ м}$ $M_{кр}$ (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 урбне
траверс по II схеме (случай подвески
одной цепи).

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

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

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

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

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

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

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

$$S_{\Pi} = 2,08 \text{ т}$$

$$D_1^T = \frac{2,08 \times 0,80}{2,0} = 0,83 \text{ т}$$

$$D_2^T = \frac{2,08 \times 0,80}{0,95} = 1,75 \text{ т}$$

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

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

$$q_{\Pi} = 3,41 \text{ т}; q_{\Gamma} = 0,095 \text{ т}; G_{\text{тр}} \approx 0,2 \times 1,1 = 0,22 \text{ т}$$

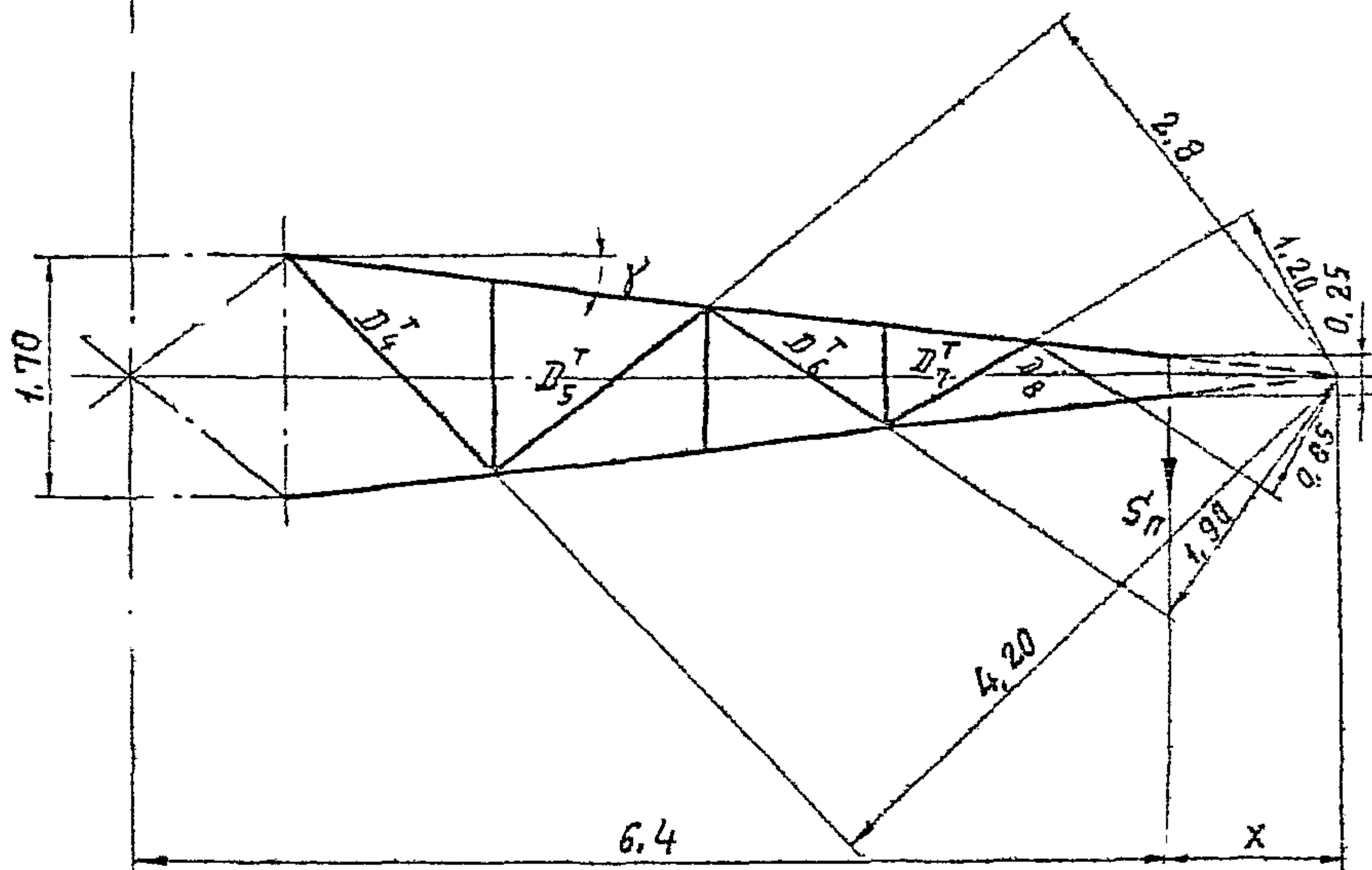
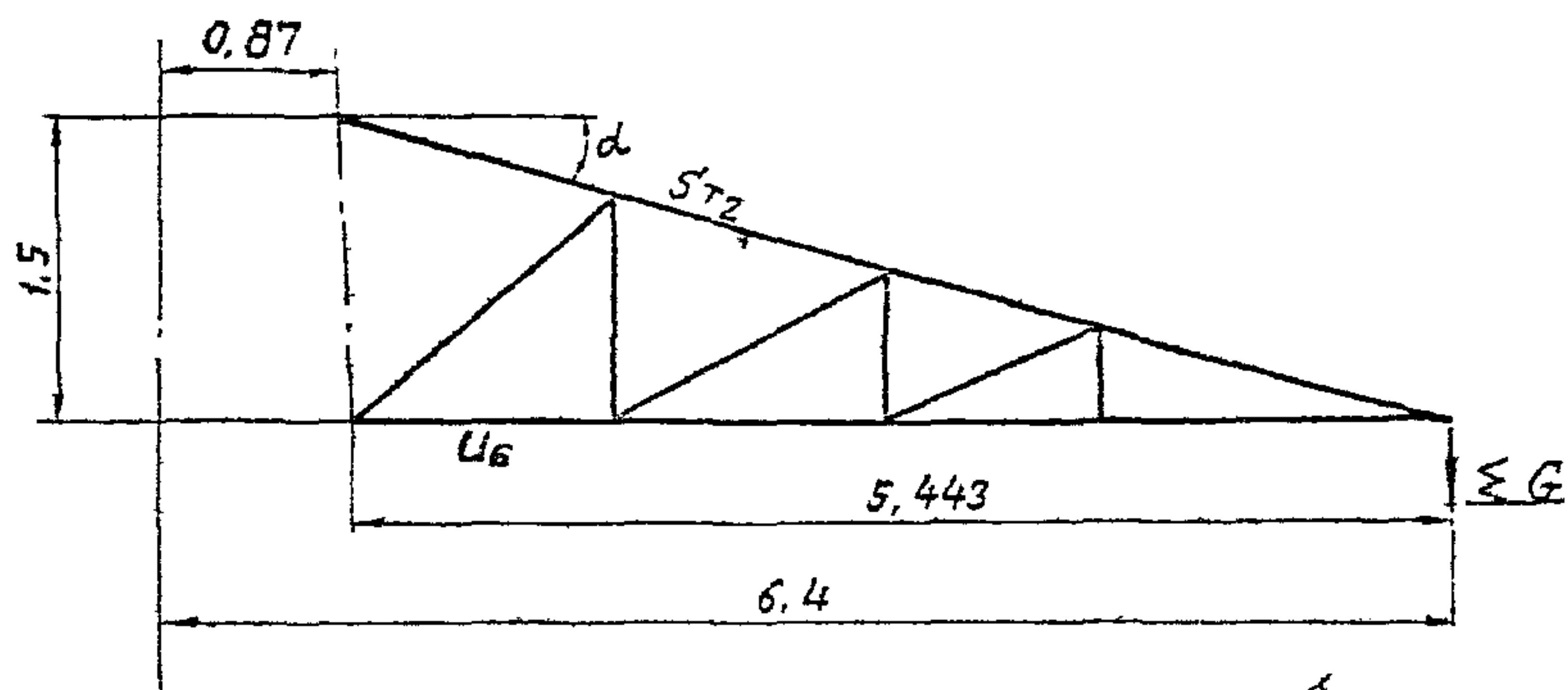
$$\Sigma G = 0,5 \times 3,41 + 0,5 \times 0,095 + 0,25 \times 0,22 =$$

$$= 1,71 + 0,047 + 0,055 = 1,81 \text{ т}$$

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

3080ТМ/2 л. 25

2. траверса $l = 6,4$ м, опоры ПЭ20-2



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

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

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

3080TM/2 л. 26

N 3080TM-T2

Лист
26/56

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

$$S_n = 2,08 \text{ т}; \quad q_n = 0,81 \text{ т} \quad q_r = 0,095 \text{ т};$$

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

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

$$= 0,18 + 0,047 + 0,11 + 0,10 = 0,44 \text{ т}$$

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

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

$$S_n = 2,08 \text{ т};$$

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

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

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

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

$$q_n = 3,18 \text{ т}, \quad q_r = 0,095 \text{ т} \quad G_{тр} \cong 0,35 \times 1,1 = 0,39 \text{ т}$$

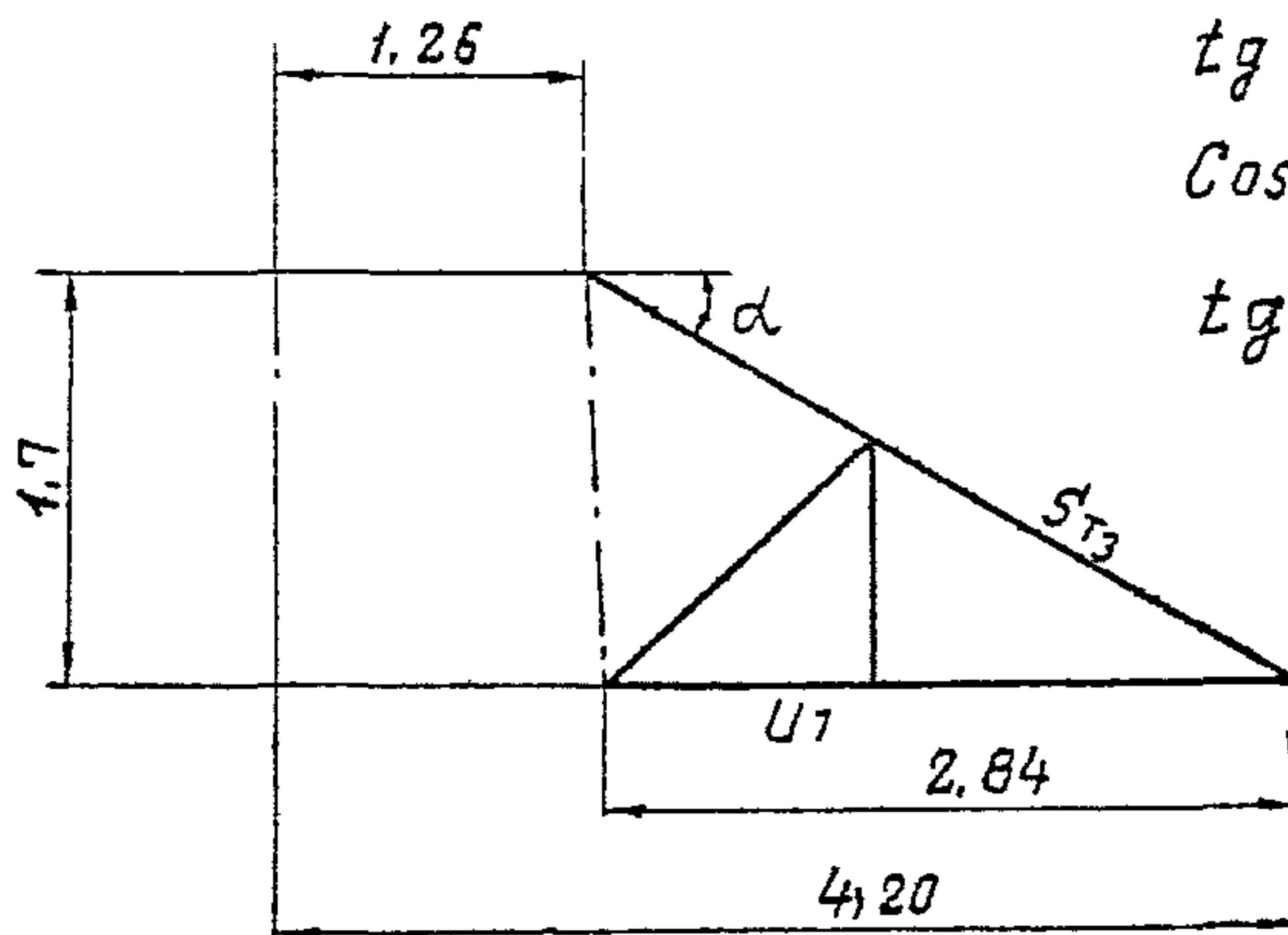
$$\Sigma G = 0,5 \times 3,18 + 0,5 \times 0,095 + 0,25 \times 0,39 =$$

$$= 1,59 + 0,047 + 0,10 = 1,74 \text{ т}$$

$$S_{T2} = \frac{1,74 \times 5,53}{1,5 \times 0,965 \times 0,993} = 6,7 \text{ т}$$

3080ТМ/2 л. 27

3. Траверса $e = 4,2 \text{ м}$, опоры П220-2



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,7}{2,94} = 0,578; \alpha \approx 30^\circ$$

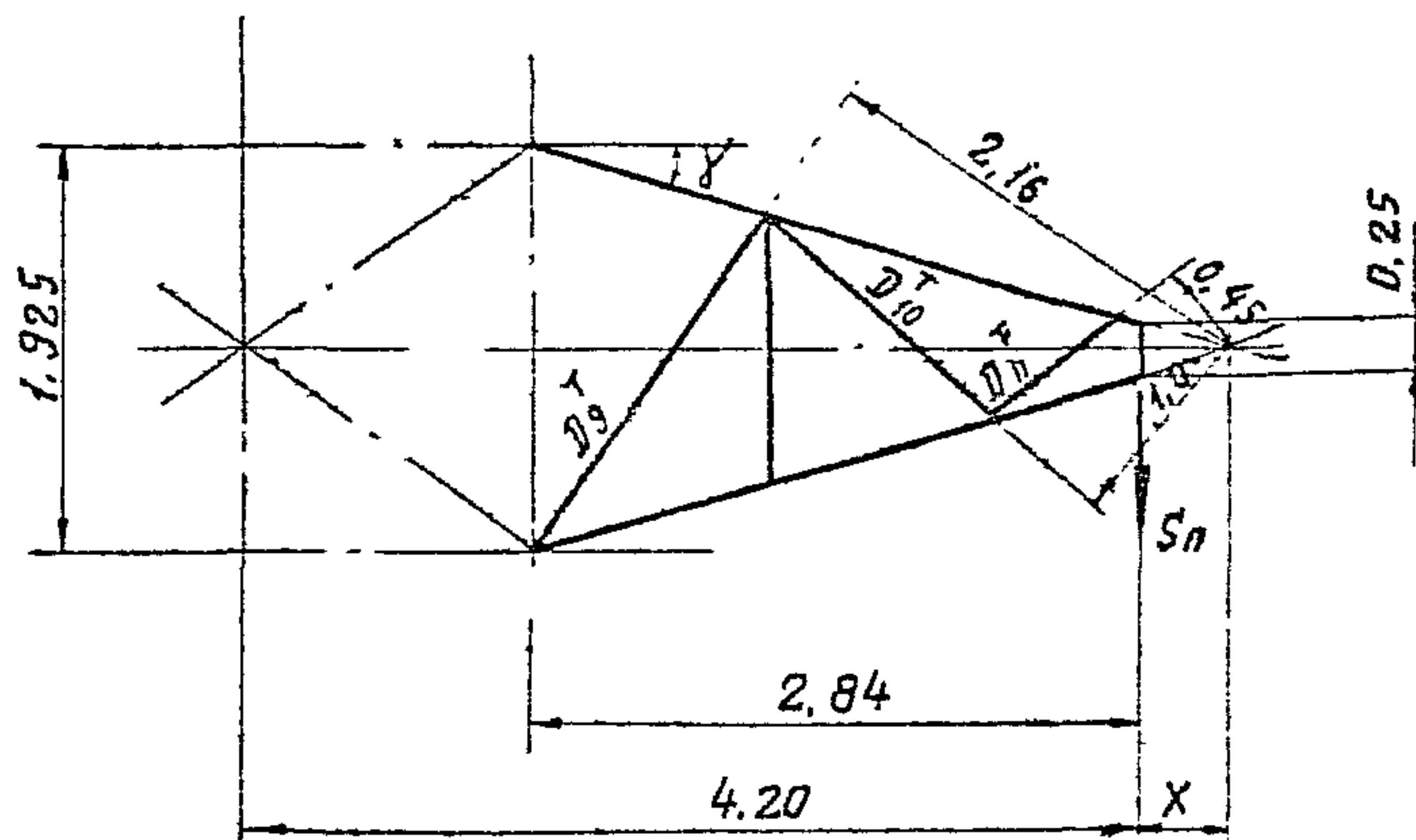
$$\cos \alpha = 0,866$$

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

$$\gamma = 16^\circ 24'$$

$$\cos \gamma = 0,959$$

$$\Sigma G \quad x = \frac{0,25}{2 \times \operatorname{tg} \gamma} = 0,425 \text{ м}$$



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

$$S_n = 2,08 \text{ т}; q_n = 0,81 \text{ т}; q_r = 0,095 \text{ т}; q_\lambda = 0,2 \times 1,1 = 0,22 \text{ т}$$

$$G_{\text{тр}} \approx 0,2 \times 1,1 = 0,22 \text{ т}$$

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

$$= 0,18 + 0,047 + 0,11 + 0,055 = 0,39 \text{ т}$$

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

N3080TM-T2

Лист
28/56

3080TM/2 Л. 28

б) Усилия в раскосах нижней грани

$S_n = 2,08 \tau$ Схема III; IV р-н гололеда

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

$$D_{11}^T = \frac{2,08 \times 0,425}{0,45} = 1,97 \tau$$

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

$$q_n = 3,18 \tau; q_r = 0,095 \tau \quad G_{тр} \approx 0,2 \times 1,1 = 0,22 \tau$$

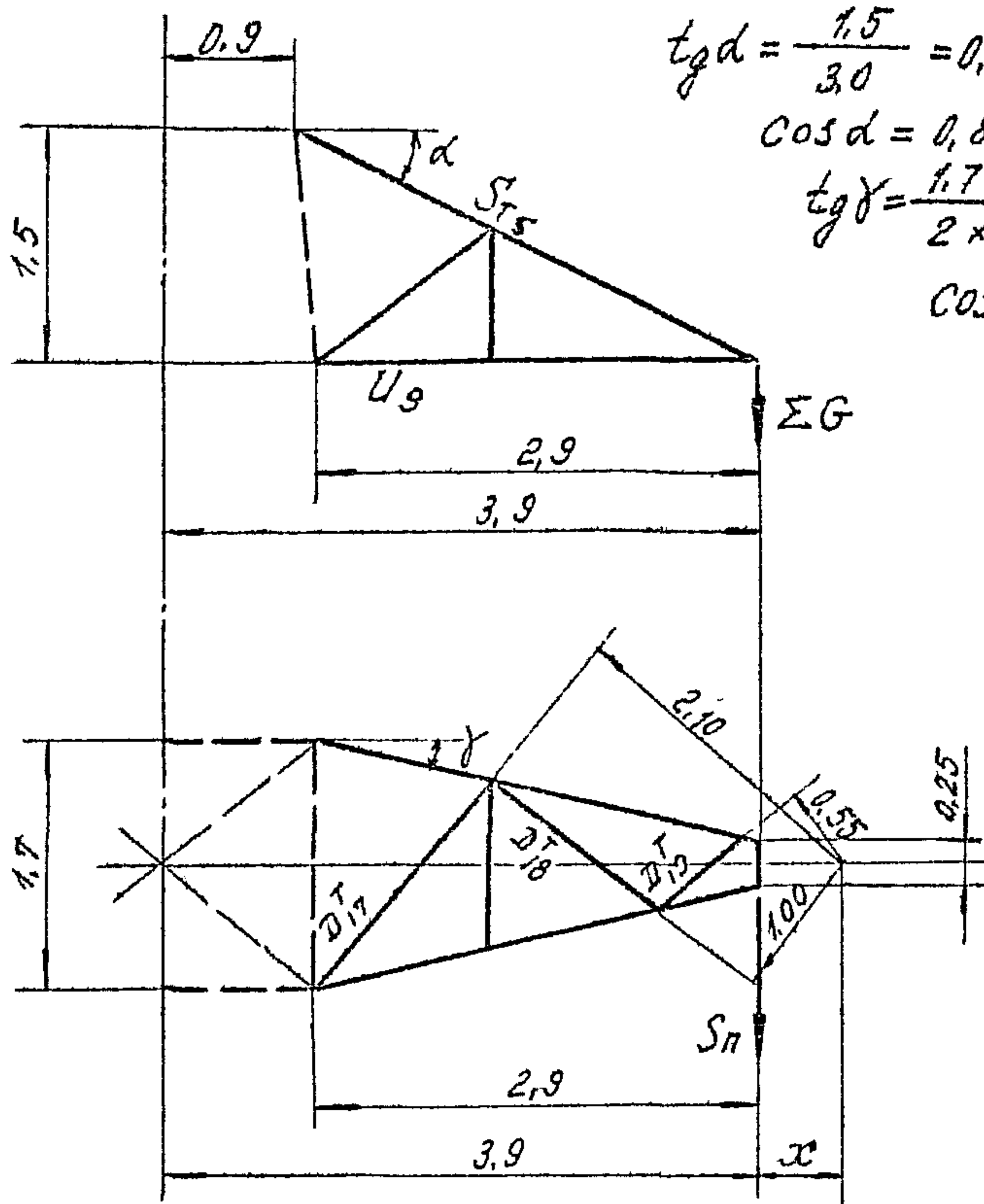
$$\Sigma G = 0,5 \times 3,18 + 0,5 \times 0,095 + 0,25 \times 0,22 =$$

$$= 1,59 + 0,047 + 0,055 = 1,69 \tau$$

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

3080ТМ/2 л. 29

4. Трaverse $C = 3,9 \text{ м}$ опоры П220-3



$$t_{gd} = \frac{1,5}{30} = 0,5$$

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

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

$$\cos \beta = 0,970$$

$$x = \frac{0,25}{2 \tan \gamma} = 0,50 \text{ m}$$

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

$$S_n = 2,08\tau; \quad q_n = 0,895\tau \quad q_r = 0,095\tau \quad q_A = 0,2 \times 1,1 = 0,22\tau.$$

$$G_{\tau p} \cong 0,2 \times 1,1 = 0,22 \tau.$$

$$\begin{aligned}\sum G &= 0,25 \times 0,895 + 0,5 \times 0,095 + 0,5 \times 0,22 + 0,25 \times 0,22 = \\ &= 0,203 + 0,047 + 0,110 + 0,055 = 0,415\tau.\end{aligned}$$

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

30807M/2 A.30

б) Усилия в раскосах нижней грани

Схема III IV р-н гололеда

$$S_n = 2,08 \tau.$$

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

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

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

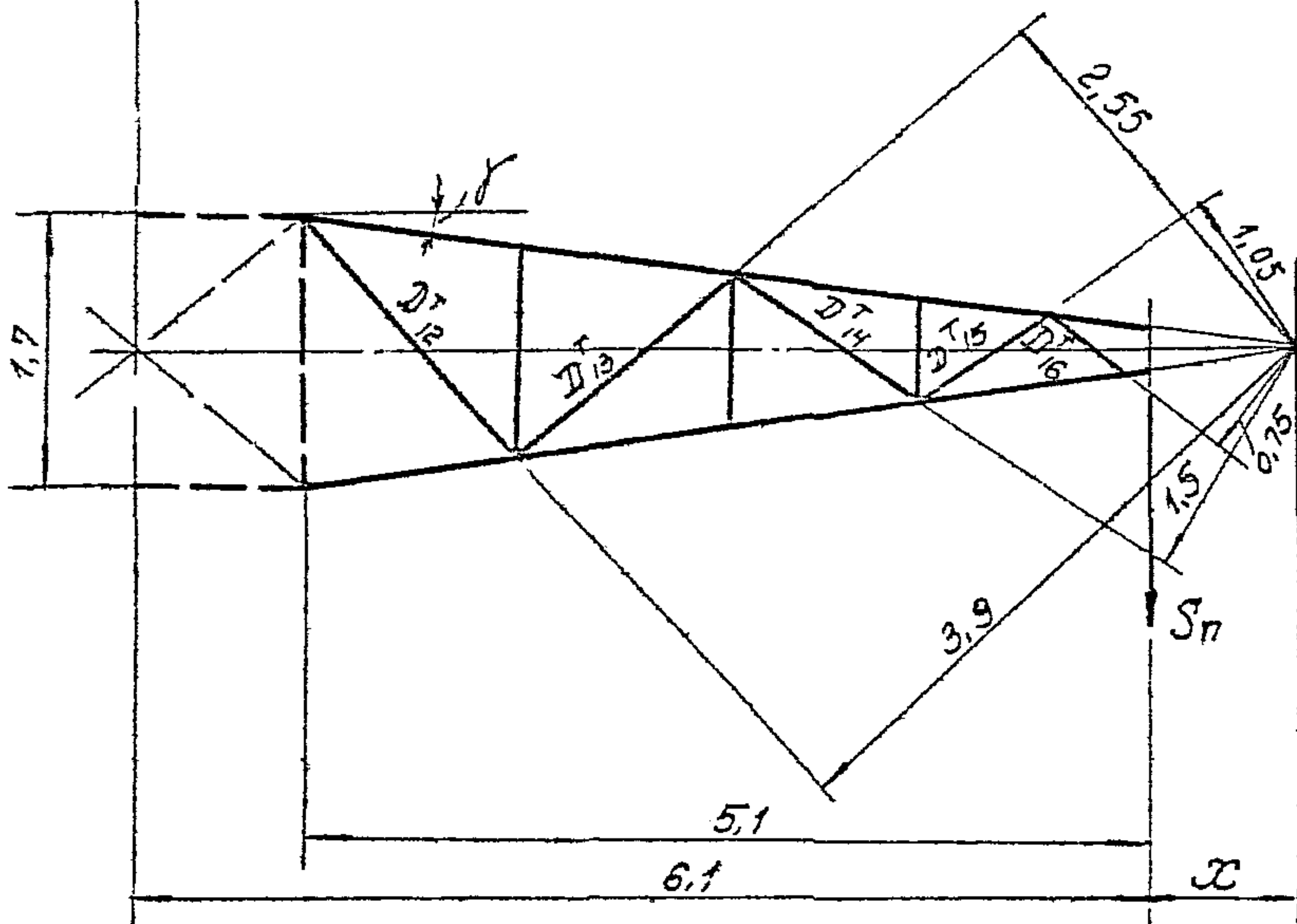
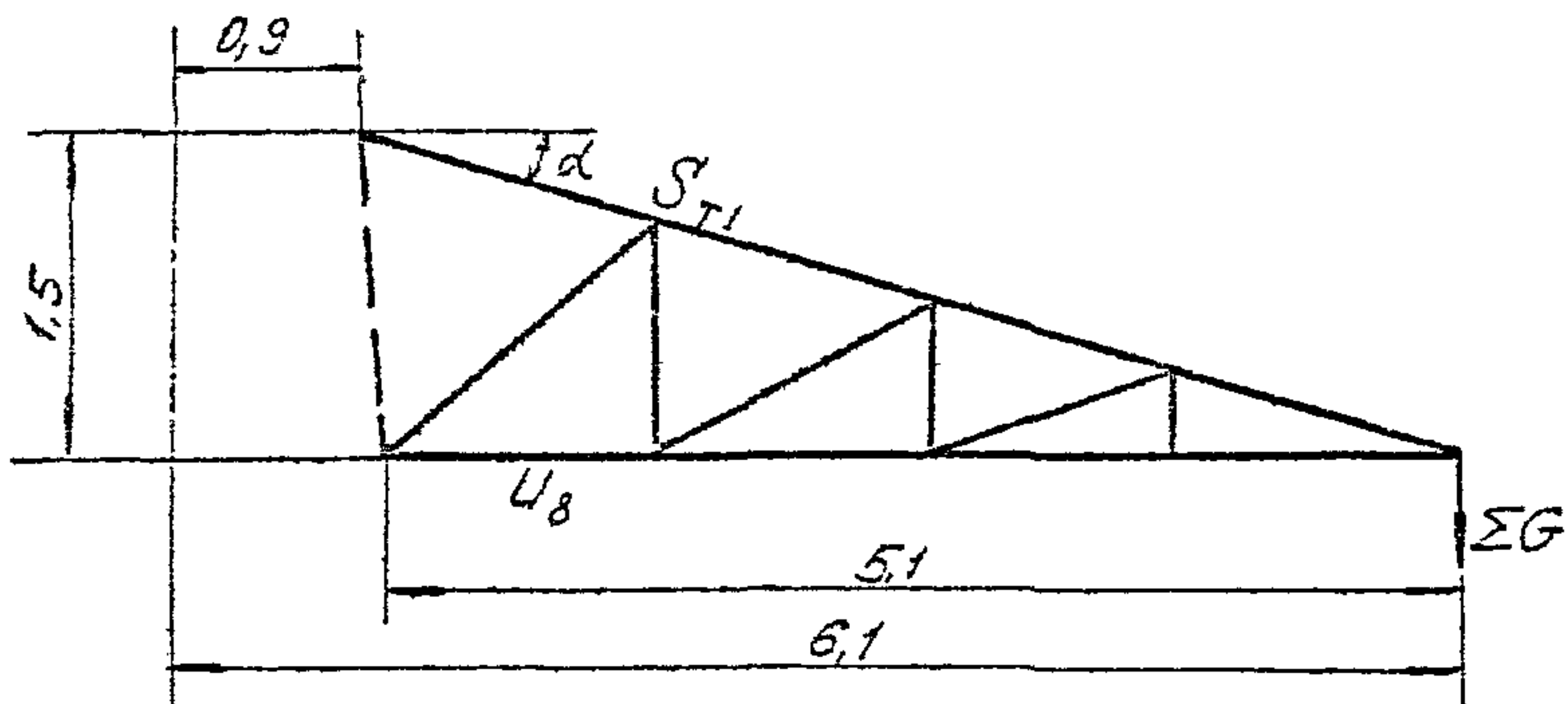
$$q_n = 3,41 \tau; \quad q_r = 0,095 \tau; \quad G_{тр} \approx 0,2 \times 1,1 = 0,22 \tau.$$

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

$$S_{T5} = \frac{1,81 \times 3,0}{1,5 \times 0,895 \times 0,970} = 4,15 \tau.$$

3080ТМ/2 л. 31

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



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

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

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

3080 TM/2 Л. 32

N 3080 TM-T2

Лист
32/56

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

$$S_n = 2,08 \text{ т}; q_n = 0,895 \quad q_r = 0,095 \text{ т} \quad q_{\lambda} = 0,2 \times 1,1 = 0,22 \text{ т.}$$

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

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

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

б) Усилия в раскосах нижней грани

Схема III; IV р-н гололеда

$$S_n = 2,08 \text{ т}$$

$$D_{12}^T = \frac{2,08 \times 0,873}{3,9} = 0,47 \text{ т} \quad D_{13}^T = \frac{2,08 \times 0,873}{2,55} = 0,71 \text{ т}$$

$$D_{14}^T = \frac{2,08 \times 0,873}{1,5} = 1,21 \text{ т} \quad D_{15}^T = \frac{2,08 \times 0,873}{1,05} = 1,72 \text{ т}$$

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

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

$$q_n = 3,41 \text{ т} \quad q_r = 0,095 \text{ т}; G_{\text{тр}} = 0,35 \times 1,1 = 0,39 \text{ т.}$$

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

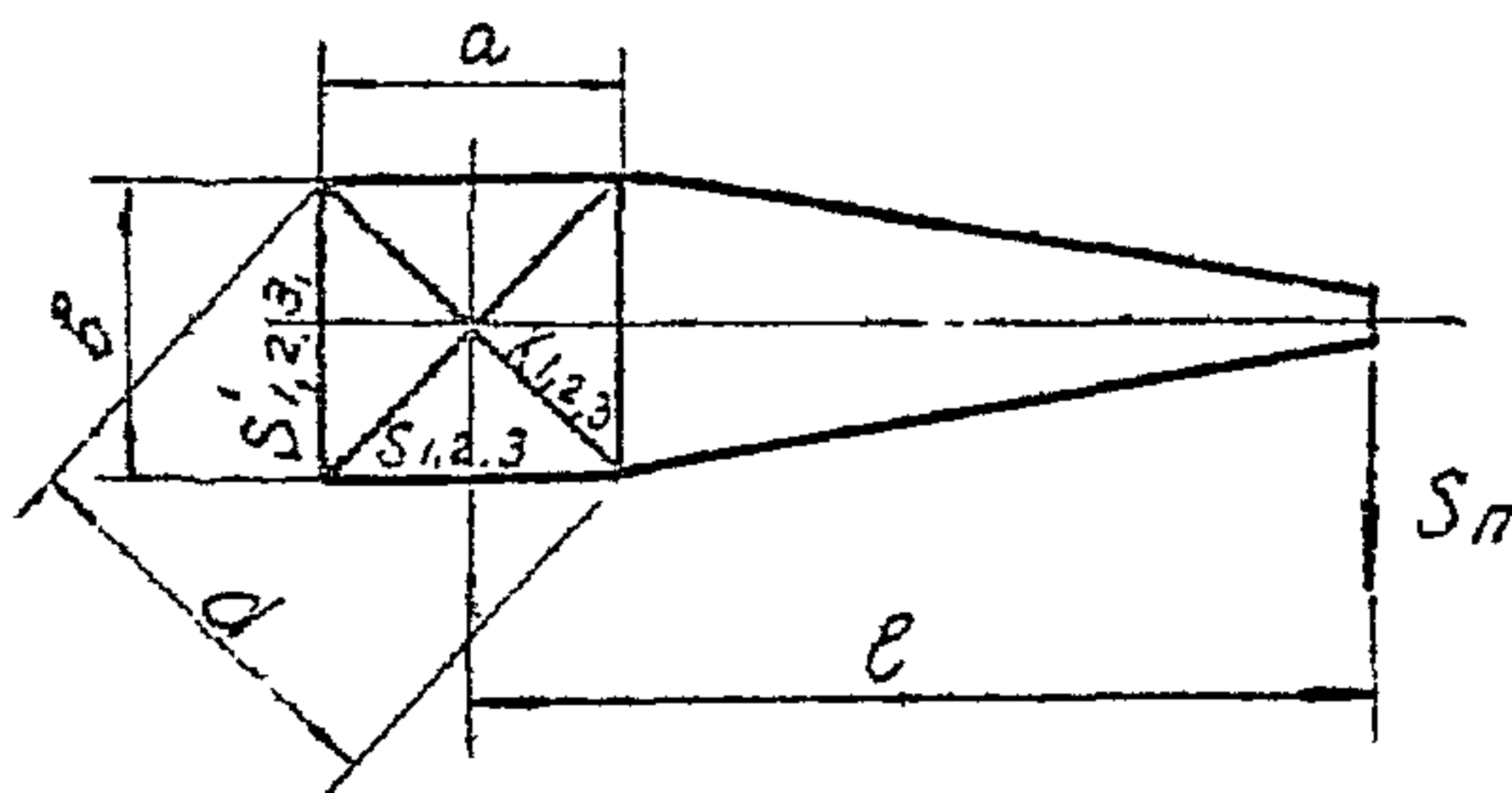
$$S_{T4} = \frac{1,86 \times 5,2}{1,5 \times 0,961 \times 0,990} = 6,77 \text{ т.}$$

3080 тм / 2 л. 33

N3080 тм Т2

Лист
31/55

Расчет распорок и диафрагм на отметках траверс



$$S = \frac{S_n \times e}{2b};$$

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

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

$$S_n = 2,08 \tau$$

1. Верхняя траверса

$$a = 1,216 \text{ м}; \quad b = 1,159 \text{ м}; \quad d = 1,650 \text{ м}; \quad e = 3,50 \text{ м}$$

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

$$S'_1 = \frac{2,08}{2} \left(\frac{3,5}{1,216} + 1 \right) = 4,04 \tau$$

$$K_1 = \frac{2,08}{4} \times \frac{1,650}{1,216 \times 1,159} \times (3,5 - 1,216) = 1,33 \tau.$$

2. Средняя траверса

$$a = 1,914 \text{ м}; \quad b = 1,513 \text{ м}; \quad d = 2,45 \text{ м}; \quad e = 6,40 \text{ м}.$$

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

$$S'_2 = \frac{2,08}{2} \left(\frac{6,4}{1,914} + 1 \right) = 4,50 \tau.$$

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

3. Нижняя траверса

$$a = 2,720 \text{ м}; \quad b = 1,925 \text{ м}; \quad d = 3,35 \text{ м}; \quad e = 4,2 \text{ м}.$$

$$S_3 = \frac{2,08 \times 4,2}{2 \times 1,925} = 2,27 \tau$$

$$S'_3 = \frac{2,08}{2} \left(\frac{4,2}{2,72} + 1 \right) = 2,64 \tau.$$

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

3080ТМ/2 л. 34

4. Нижняя траверса

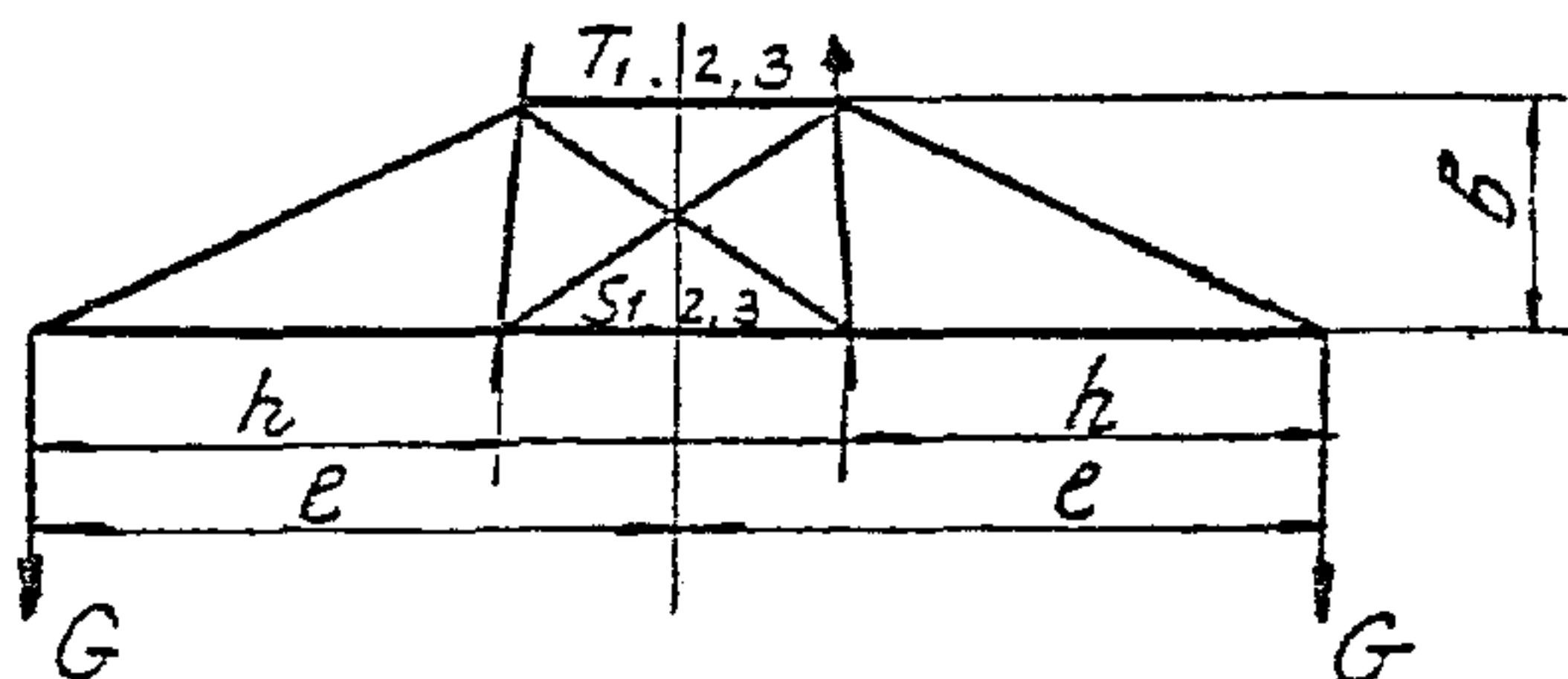
$$a = 1,914 \text{ м}; \quad b = 1,513 \text{ м}; \quad d = 2,45 \text{ м}; \quad e = 6,10 \text{ м}$$

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

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

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

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



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

$$M = 3,18 \times 2,9 = 9,2 \text{ тм}$$

$$R = \frac{9,2}{b} = \frac{9,2}{1} = 9,2 \text{ т.}$$

$$T_1 = \frac{9,2}{2} = 4,6 \text{ т (растяж.)}$$

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

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

$$M = 3,18 \times 5,4 = 17,2 \text{ тм.}$$

$$R = \frac{17,2}{b} = \frac{17,2}{1,5} = 11,5 \text{ т.}$$

$$T_2 = \frac{11,5}{2} = 5,75 \text{ т (растяж.)}$$

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

3) $e = 4,2 \text{ м}; \quad G = 3,18 \text{ т}$

$$h = 4,2 - 1,4 = 2,8 \text{ м.}$$

$$M = 3,18 \times 2,8 = 8,9 \text{ тм}$$

$$R = \frac{8,9}{b} = \frac{8,9}{1,7} = 5,24 \text{ т.}$$

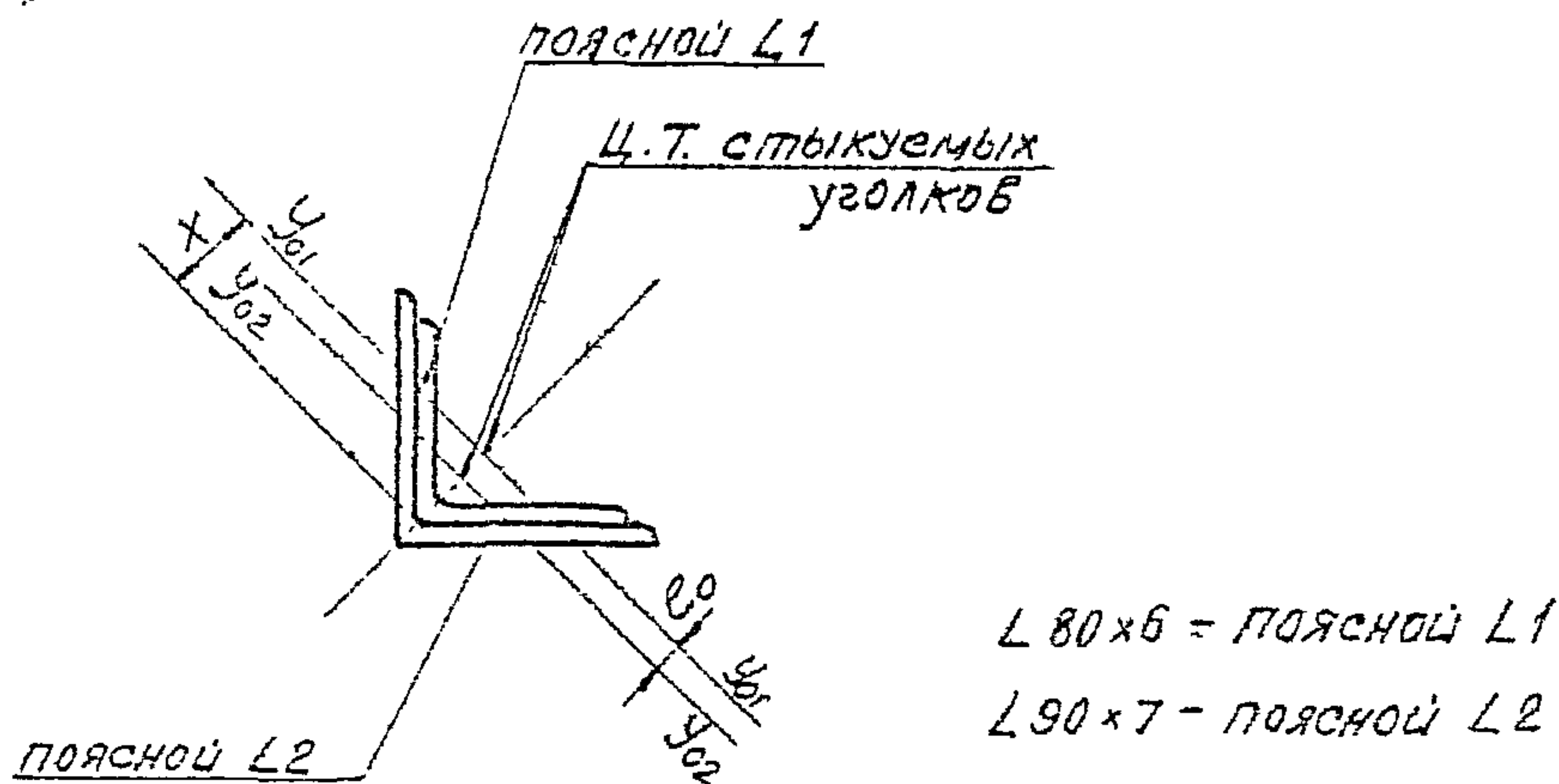
$$T_3 = \frac{5,24}{2} = 2,62 \text{ т (растяж.)}$$

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

3080 тм/2 л. 35

Расчет стыков поясов опоры П220-3 (телескопические стыки)

1) Стык верхней и средней секций



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

$$N = 13,04 \text{ т}; (\text{схема II}) \quad F = 9,38 \text{ см}^2$$

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

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

$$J_{y0} = 23,5 \text{ см}^4; \quad x = \frac{2,19}{0,707} = 3,10 \text{ см}$$

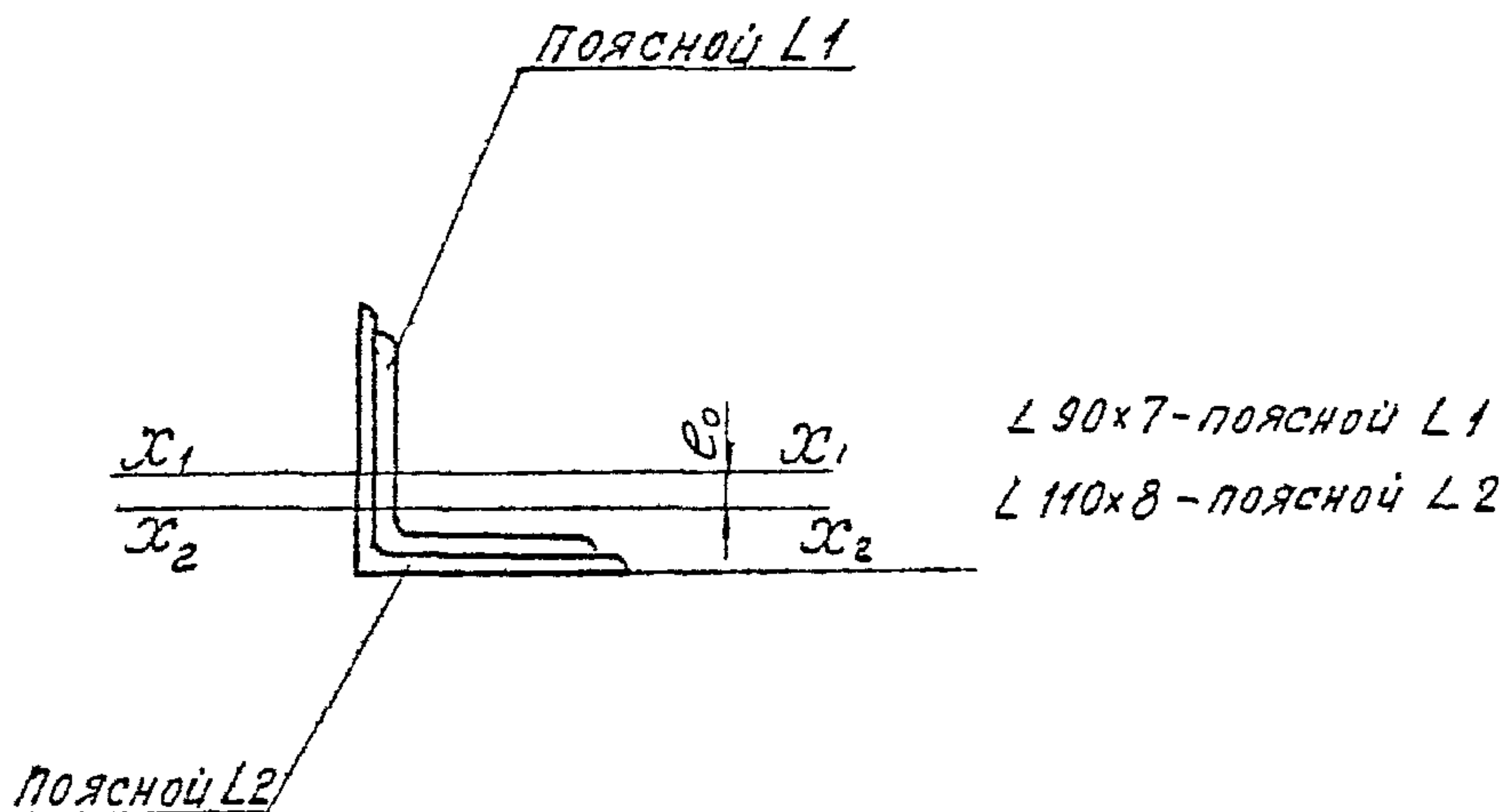
$$e = 0,5 e_0; \quad e_0 = \frac{(2,19 + 0,7) - 2,47}{0,707} = 0,65 \text{ см}$$

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

$$\varphi_{\sigma H} = 0,671; \quad \sigma = \frac{13,04 \times 10^3}{1,0 \times 9,38 \times 0,671} = 2080 \text{ кг/см}^2 \leq < [2100]$$

3080тм/2 л. 36

2) Стык средней и нижней секций



$$\sigma = \frac{N}{\eta \cdot \psi_{BH} \cdot F};$$

$$N = 18,15 \tau \text{ (схема I}^a\text{)} \quad F = 12,3 \text{ см}^2$$

$$\lambda = \frac{190 \times 1,14}{2,77} = 78 \quad \eta_1 = 1,0;$$

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

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

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

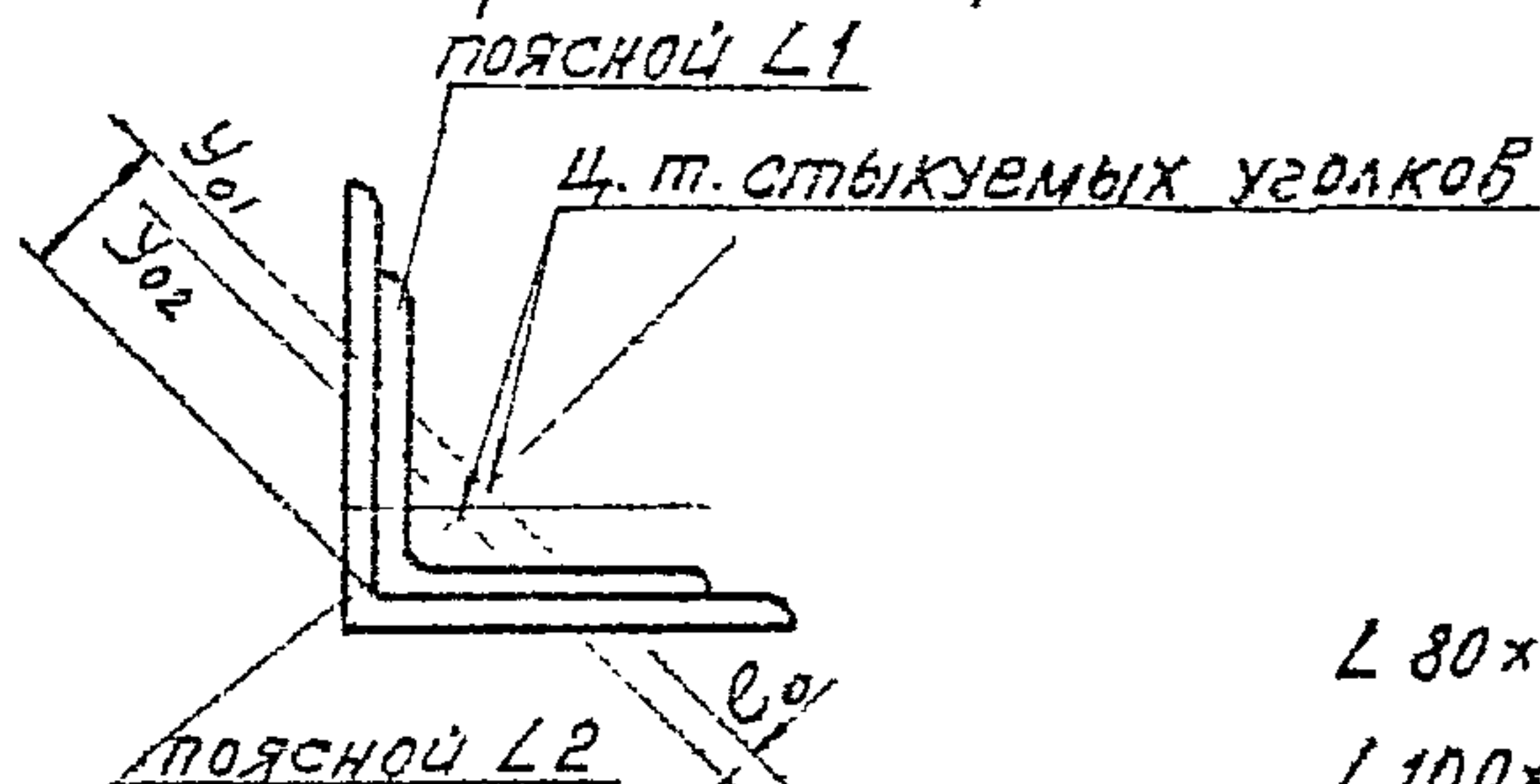
$$m = 0,14 \cdot \frac{12,3 \times 2,47}{94,3} = 0,045 \quad m_1 = 0,045$$

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

3080ТМ/2 л. 37

Расчет стыков опоры П220-2 (телескопические стыки)

1) Стык верхней и средней секций
поясной Л1



Л 80x6 - поясной Л 1

Л 100x7 - поясной Л 2

$$\sigma = \frac{N}{\pi_1 \varphi_{\text{вн}} F}; \quad y_{01}, y_{02}$$

$$N = 11,69 \text{ т}; \quad \pi_1 = 1,0; \quad F = 9,38 \text{ см}^2,$$

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

$$\pi_1 = \eta m; \quad \text{где } \eta = 1,0$$

$$m = e \frac{F_x}{J_{y0}};$$

$$J_{y0} = 23,5 \text{ см}^4; \quad x = \frac{2,19}{0,707} = 3,10 \text{ см.}$$

$$e = 0,5 e_0; \quad e_0 = \frac{(2,19 + 0,7) - 2,71}{0,707} = 0,31 \text{ см.}$$

$$m = 0,155 \frac{10,80 \times 3,10}{27,0} = 0,196; \quad \pi_1 = 0,196$$

$$\varphi_{\text{вн}} = 0,739$$

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

$\angle [2100]$

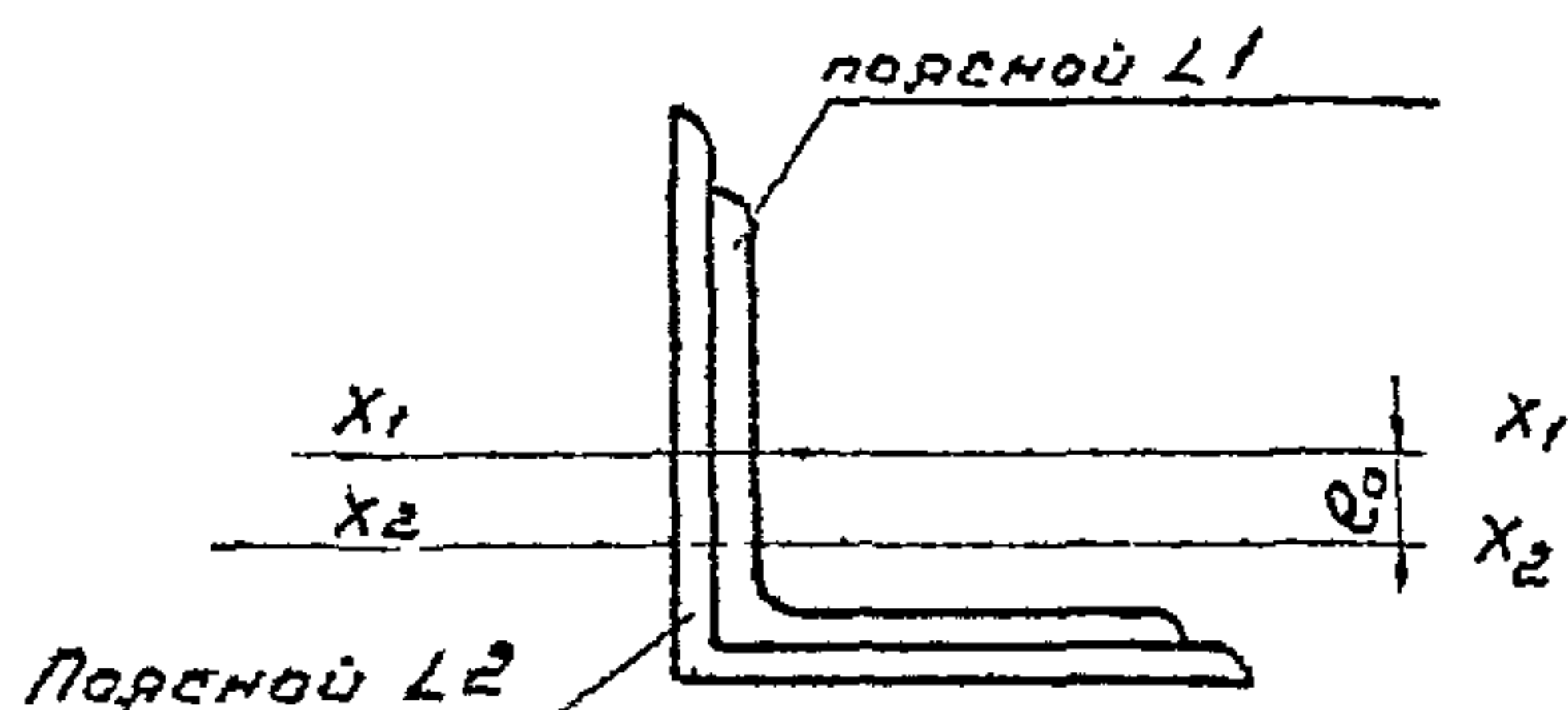
3080тм/2 л. 38

N3080тм-Т2

Лист

38/56

2) Стык средней и нижней секций



L 100x7 - поясной L1
L 125x8 - поясной L2

$$\sigma = \frac{N}{\eta_1 \gamma_{8H} F};$$

$$N = 23.29 \text{ T}; \quad \eta_1 = 1.0; \quad F = 13.8 \text{ cm}^2$$

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

$$m_1 = \eta m; \quad \text{где } \eta = 1.0$$

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

$$J_x = 131 \text{ cm}^4 \quad x = z = 2.71 \text{ cm}$$

$$e = 0.5 e_0 \quad e_0 = (2.71 + 0.8) - 3.38 = 0.15 \text{ cm}$$

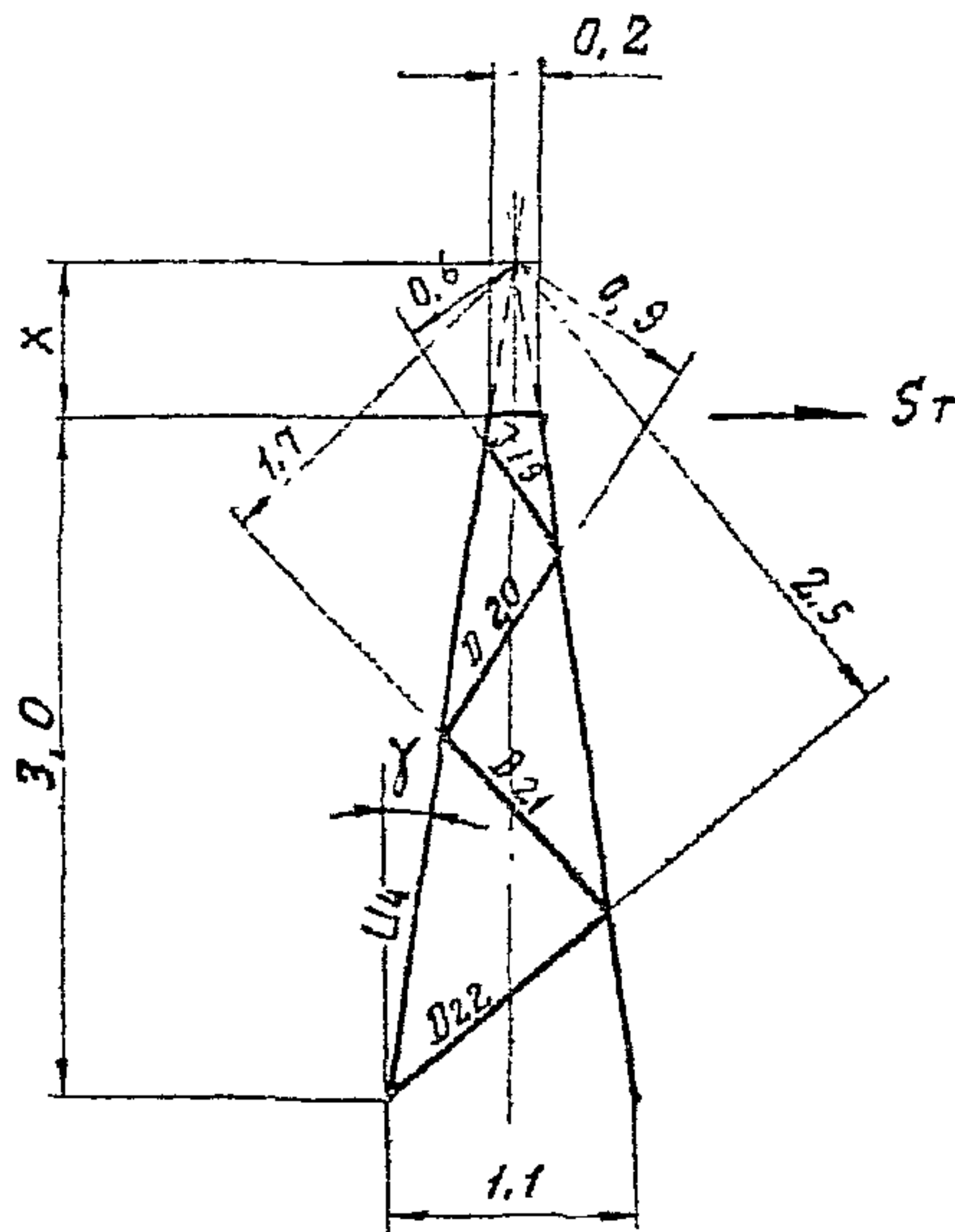
$$m = 0.075 \quad \frac{13.8 \times 2.71}{131} = 0.0214 \quad m_1 = 0.0214$$

$$\gamma_{8H} = 0.81$$

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

3080ТМ/2 Л. 39

Расчет тросостойки опоры П220-3



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

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

$$\cos \gamma = 0,989$$

а) Усилие в поясе

Схема IV; I р-н гололеда, трос „С-70“

$$S_T = 1,5 \tau$$

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

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

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

3080тм/2 л. 40

N 3080тм-T2

Лист
40/56

б) Усилия в расходах

Схема IV ; IV р-н золотая

$$S_T = 1,5 \text{ т} \quad X = 0,665 \text{ м} \quad B = 0,2 \text{ м}$$

$$M = 1,5 \times 0,665 = 1,0 \text{ тм}$$

$$M_{кр} = 1,5 \times 0,5 = 0,75 \text{ тм}$$

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

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

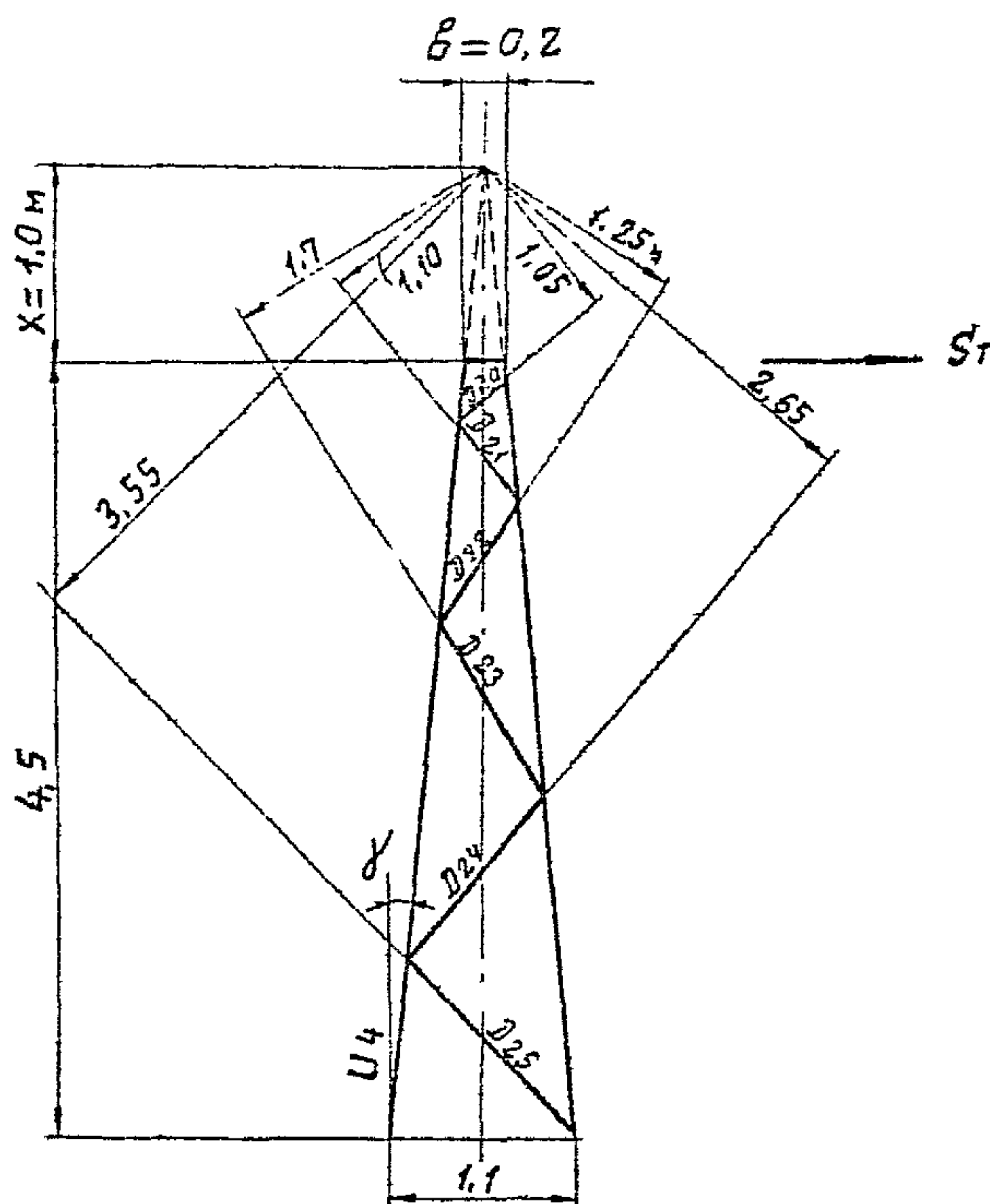
$$D_{20} = \frac{1,0}{2 \times 0,9} + \frac{0,75 \times 0,665}{2 \times 0,2 \times 0,9} = 0,55 + 2,0 = 2,55 \text{ т}$$

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

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

3080ТМ/2.0.41

Расчет тросостойки опоры П 220-2



$$x = \frac{4,5 \times 0,2}{1,1 - 0,2} = 1,00 \text{ м}$$

$$S_T = 1,5T$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0,45}{4,5} = 0,100$$

$$\gamma = 5^{\circ}43'$$

$$\cos \gamma = 0,995$$

3080TM/2 2.42

N3080TM-T2

Лист
42/50

а) Усилие в поясе

Схема $\overline{IV}$; $\overline{I}$ р-н гололеда; трас. "С-70"

$$S_T = 1,5 \tau$$

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

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

$$\Pi_4 = \frac{6,83}{2 \times 1,1 \times 0,995} + \frac{0,5}{4 \times 0,995} = 3,12 + 0,11 = 3,23 \tau$$

б) Усилия в раскосах

Схема $\overline{IV}$; $\overline{IV}$ р-н гололеда

$$S_T = 1,5 \tau \quad X = 1,0 \text{ м} \quad B = 0,2 \text{ м}$$

$$M = 1,5 \times 1,0 = 1,5 \text{ тм}$$

$$M_{кр} = 1,5 \times 0,5 = 0,75 \text{ тм}$$

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

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

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

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

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

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

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

3080ТМ/2 л. 43

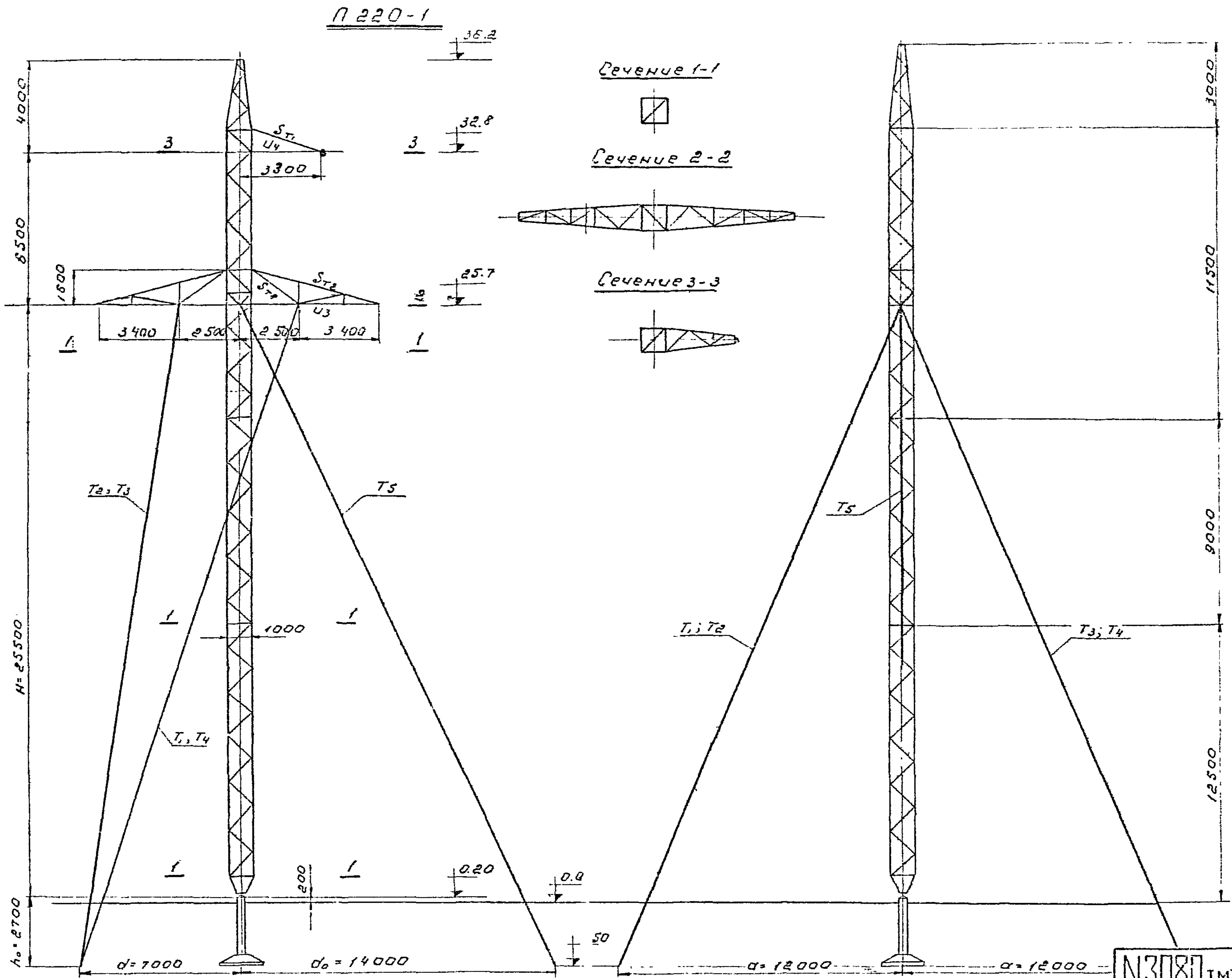
Рассчитал *Ахматова* / *Ахматова* /

Проверил *Мороз* / *Мокарева* /

N3080ТМ-T2

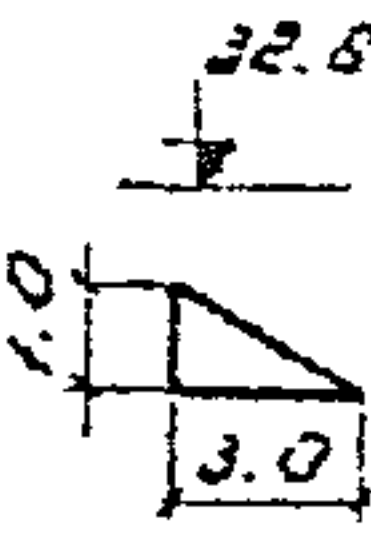
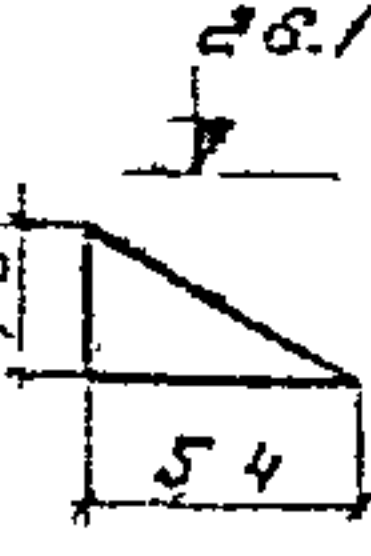
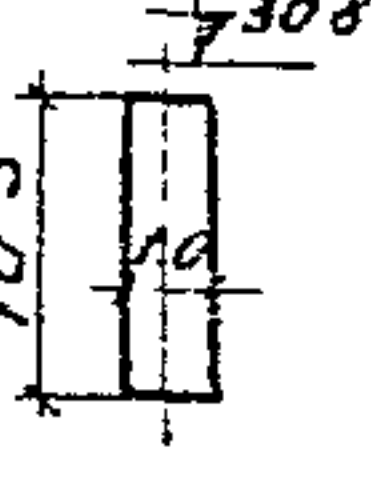
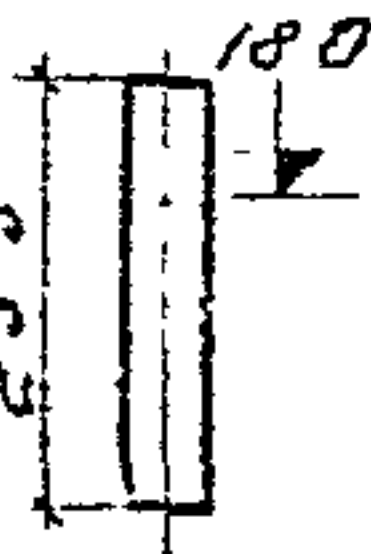
Лист
43/56

3080TMT/2 Л. 44



Давление ветра на конструкцию опоры

$\mu = 1.2$
 $\beta = 1.45$

Наименован сечуи	Эскиз и средняя отмет- ка сеч- ции (м)	Коэф. увелич скоростно го ветра по высоте	Нормативный скоростной напор q_0 (кг)	Площадь элементар фронта f_1	Площадь по контуру S (м ²)	Коэф. запол- нения μ f_1 S	Аэродинамич коэф. плоской фронта C_{x0} (48)	η (200)	Аэродин. коэф. фронта, фронты Стор. Стор (149)	Нормат. ветр. нагрузка R_n $R_n = q_0 C_{x0} \mu$	Расч ветров нагрузка R_{np} $R_n \beta$
Верхняя траверса		1.63	82	0.43	1.5	0.287	0.4	0.7	0.88	38 (84)	66
Нижняя траверса		1.48	74	1.92	4.1	0.47	0.65	0.38	0.91	124хс (27°)	5х2
Верхняя часть стопки		1.59	80	2.5	10.5	0.238	0.33	0.77	0.585	4.92	8.55
Нижняя часть стопки		1.2	60	5.8	25.3	0.23	0.32	0.8	0.575	8.75	15.20
Оттяжки		1.2	60							8.6	11.5
Примечания								Итого	1719	2983	

1. Опора рассчитана на скоростной напор 50 кг/м² на высоте до 15 м

2. Ветровые нагрузки на траверсы $R_{тр}$, указанные в скоб-
ках, определены при направлении ветра $\perp$ оси
траверсы.

При ветре $\perp$ оси вл ветровая нагрузка состав-
ляет 0.45 $R_{тр}$

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

N3080-TMT 2

Лист
45/56

3080-TMT/2 Л. 4.5

Расчет опоры производился на ЭЦВМ „Урал-2“ по программе расчета одноствоечной опоры с двумя расцепленными и одной и одной оттяжками (НЗ002ТМ-ТБ).
Таблица результатов расчета опоры на ЭЦВМ

Таблица №10

Позиция	Схема I(1) ветер слева	Схема I(2) ветер справа	Схема II горизонт, ветер слева	Схема III(1) обрыб берыбного пробора	Схема III(2) обрыб ле берыбного пробора	Схема III(3) обрыб ле берыбного пробора	Схема IV обрыб трасса
T_1 (кг)	4980	1510	3320	7160	1050	0	4150
T_2 (кг)	8180	1530	4820	3080	9020	5110	4400
T_3 (кг)	8180	1530	4820	3280	0	1460	2010
T_4 (кг)	4980	1510	3320	0	4830	9340	1670
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	115350	-709440	-173980
R_y (кг)	0	0	0	-530	0	0	-503
N_a (кг)	-27080	-23210	-27750	-24490	-26175	-2767	-23010
N_b (кг)	10000	2720	7310	9100	9130	4650	7653
Q_{ax} (кг)	2370	3690	1685	2570	1620	740	1867
Q_{ay} (кг)	4260	1160	3110	-3870	-3885	-1920	-3258
N_b (кг)	10000	2720	1684	2965	4245	9540	3298
Q_{bx} (кг)	2370	670	3110	473	1430	2980	786
Q_{by} (кг)	4260	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_a - вертикальная реакция в опорном шарнире

M_c - момент в стойке на уровне нижних траверс

$N_a, N_b, N_c, Q_{ax}, Q_{ay}, Q_{bx}, \dots$ - нагрузки на анкерные плиты

Подбор сечения оттяжек

Для оттяжек 1,2,3,4 расчетным является
усилие в абарийном режиме III (3) - 9340 кг
Принимаем канат $\varnothing 15,5$ (ГОСТ 3064-66)

Разрывное усилие — 16700 кг

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

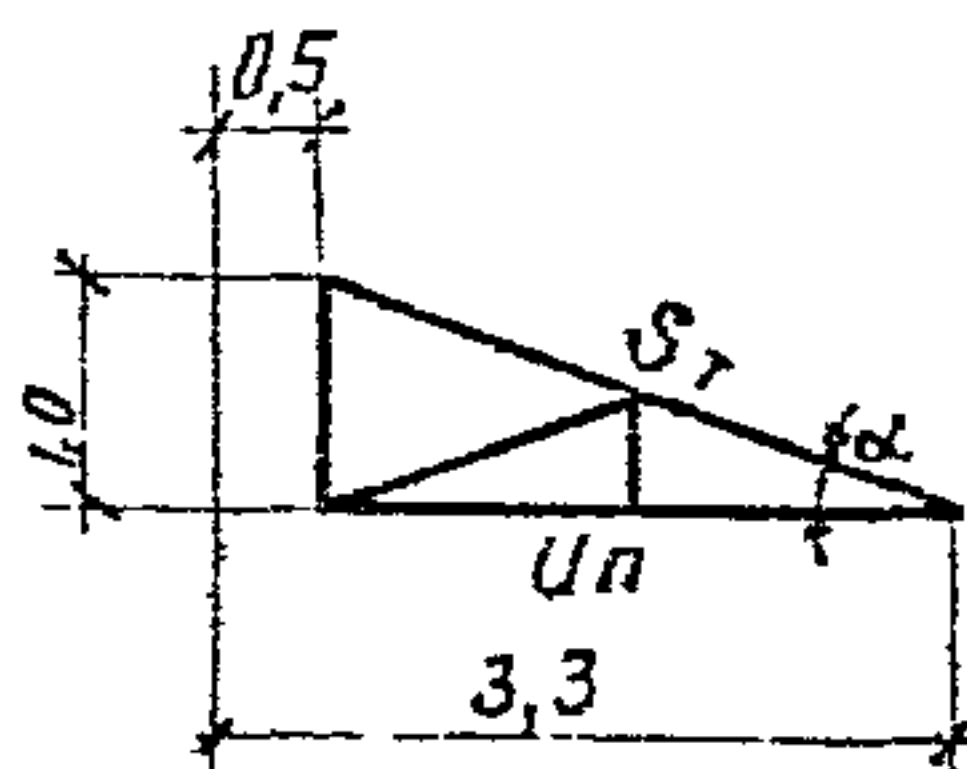
В биссекторной оттяжке расчетное усилие
в нормальном режиме по схеме I (2) — 11970 кг

Принимаем 2 каната $\varnothing 15,5$.

$$R_H^P = 2 \times 16700 \times 0,8 \times 0,8 \times 0,9 = 19200 \text{ кг} > [10970]$$

Расчет траверса

д) Верхняя траверса



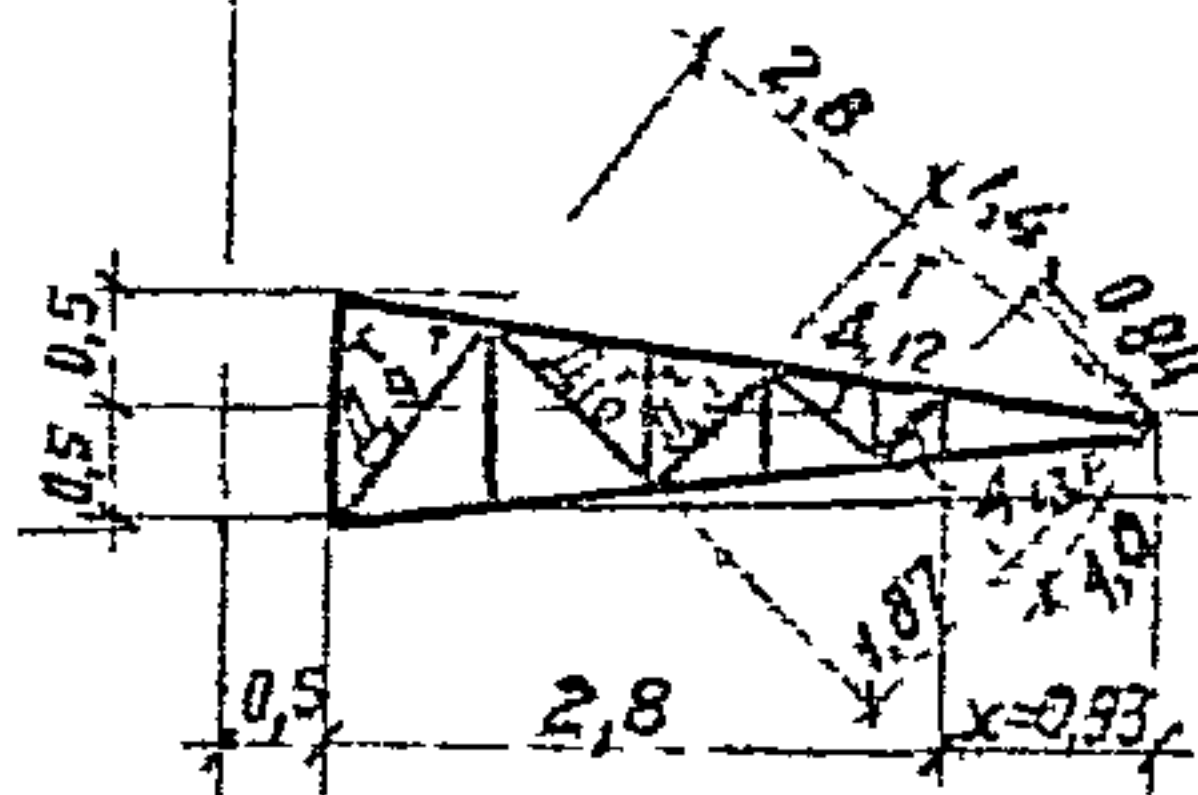
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,0}{2,8} = 0,357$$

$$\sin \alpha = 0,336$$

$$t_{gr} = \frac{1,0 - 0,25}{2 \times 2,8} = 0,134$$

$$\cos \phi = 0,991$$

$$x = \frac{0,25}{2 \tau_{gr}} = \frac{0,25}{2 \times 0,134} = 0,93 \text{ m}$$



3080 TM/2 n. 48

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

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

Для поясов нижней грани расчетной является
 схема III (1), IV р-н гололеда, провод АСО-400
 $G_n = 2080 \text{ кг}$ $g_n = 895 \text{ кг}$ $g_r = 95 \text{ кг}$ $g_\lambda = 165 \text{ кг}$ $G_{тр} = 100 \text{ кг}$

$$\begin{aligned} \Sigma G &= 0,25 g_n + 0,5 g_r + 0,5 g_\lambda + 0,25 G_{тр} = \\ &= 0,25 \times 895 + 0,5 \times 95 + 0,5 \times 165 + 0,25 \times 100 = \\ &= 225 + 47 + 83 + 25 = 380 \text{ кг} \end{aligned}$$

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

Усилия в раскосах нижней грани. Схема, III

$$M = 2,08 \times 0,93 = 1,94 \text{ тм}$$

$$A_8 = \frac{1,94}{2,6} = 0,74 \text{ т}$$

$$A_9 = \frac{1,94}{1,87} = 1,04 \text{ т}$$

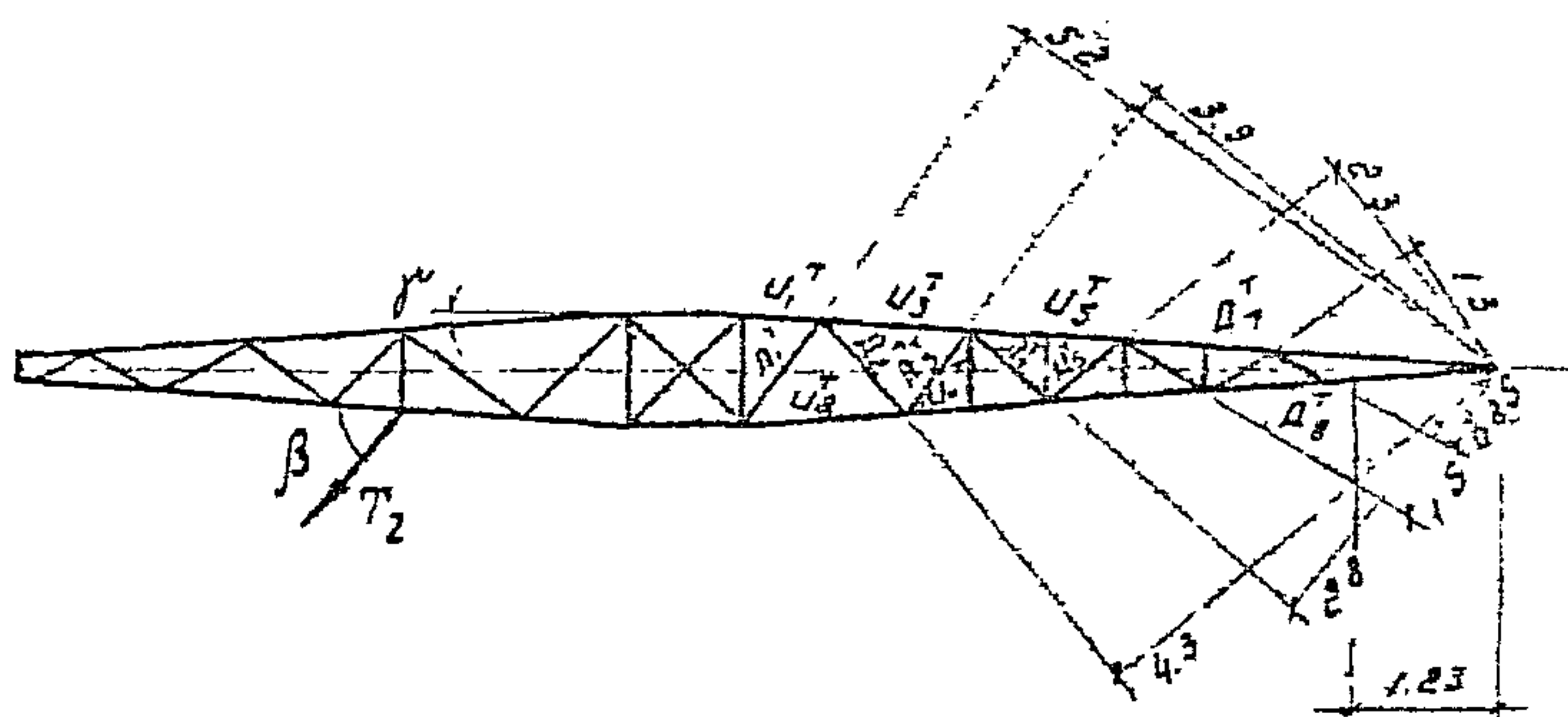
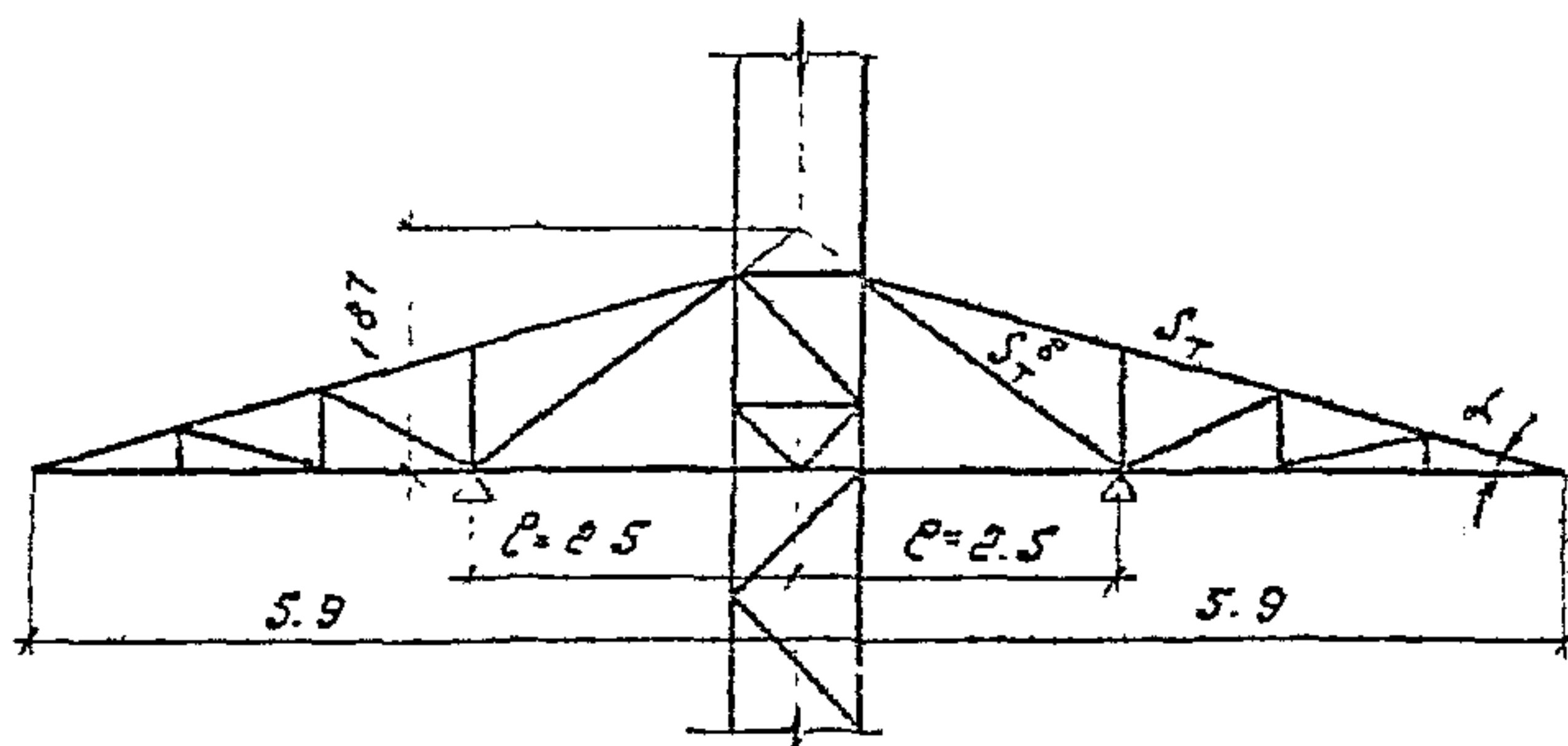
$$A_{10} = \frac{1,94}{1,1} = 1,76 \text{ т}$$

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

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

3080 т / 2 = 1540 т

Нижняя траверса



1. Для силовых внутренних тяг расчетной явл. схема $\bar{I}$ (1) нормального режима

$$T_2 = T_3 = 6180 \text{ кг}$$

$$S_T = \frac{1}{2} (T_2 + T_3) \frac{H_0}{L_2} \frac{\sqrt{h^2 + p^2}}{h_1} = \frac{2}{2} \times 6.18 \times \frac{28.2}{31.0} \frac{\sqrt{8.7^2 + 2.5^2}}{1.87}$$

$$6.18 \times 0.91 \times 1.67 = 9.4 \text{ т}$$

2. Для наружных тяг расчетной явл. сх $\bar{II}$ нормального режима.

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

$$G = (q_n + q_r) \cdot 0.58 \text{ т} \cdot \text{м} = 3.505 + 0.2 = 3.705 \text{ т}$$

3080ТМ/2.л.50

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

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

$$ST = \frac{3,705}{2 \times 0,268 \times 0,997} = 7,07$$

3. Расчет поясов

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

$$U_n^0 = \left[\frac{G}{2 \operatorname{tg} \alpha} + \frac{T_2 + T_3}{2} \frac{H_0 \ell}{L_2 h_1} + \frac{1}{2} (T_2 + T_3) \frac{d - \ell}{L_2} \right] \times \frac{1}{\cos \gamma}$$

$$G = \frac{q_n}{2} + q_r + \frac{1}{2} G_{TP} = \frac{810}{2} + 95 + \frac{1}{2} \times 400 = 405 + 95 + 200 = 700 \text{ кг.}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,182 \quad \cos \gamma = 0,997 \quad \cos \beta = 0,842$$

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

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

$$u_i = U_0 + Q \frac{\ell_i}{\delta_i} \quad Q = S \frac{\ell_n - \ell}{2 \ell} = 2,08 \frac{5,9 - 2,5}{2 \times 2,5} = 1,42 \text{ м}$$

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

$$u_2^T = 8,7 + 1,42 \times \frac{3,7}{0,9} = 8,7 + 5,8 = 14,5 \text{ м}$$

$$u_3^T = 8,7 + 1,42 \times \frac{4,35}{0,74} = 8,7 + 8,4 = 17,1 \text{ м}$$

$$u_4^T = 8,7 + 1,42 \times \frac{5,0}{0,62} = 8,7 + 11,4 = 20,1 \text{ м}$$

Для поясов консольной части расчетной явл. схема III

$$u_5^T = \frac{G}{2 \operatorname{tg} \alpha \cos \gamma} + S_n \frac{\ell_n - \ell}{b} = \frac{0,7}{2 \times 0,182 \times 0,997} + 2,08 \times \frac{5,9 - 2,5}{0,96} =$$

$$= 1,9 + 11,8 = 13,7 \text{ м}$$

3080TM/2 л. 51

4. Расчет раскосов нижней грани

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

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

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

$$M = 3,5 \times 4,63 = 16,2 \text{ мм}$$

$$d_i = \frac{M}{z_i}$$

$$d_{1,T} = \frac{16,2}{5,2} = 3,1 \text{ т}$$

$$d_{2,T} = \frac{16,2}{4,3} = 3,8 \text{ т}$$

$$d_{3,T} = \frac{16,2}{3,9} = 4,2 \text{ т}$$

Для раскосов консольной части расчетной
явл. схема III

$$M = S \times 1,23 = 2,08 \times 1,23 = 2,56 \text{ мм}$$

$$d_{4,T} = \frac{2,56}{2,8} = 0,9 \text{ т}$$

$$d_{5,T} = \frac{2,56}{2,3} = 1,1 \text{ т}$$

$$d_{6,T} = \frac{2,56}{1,5} = 1,7 \text{ т}$$

$$d_{7,T} = \frac{2,56}{1,3} = 2,0 \text{ т}$$

$$d_{8,T} = \frac{2,56}{0,85} = 3,0 \text{ т}$$

3080 тм/2 л. 52

Проверка напряжений в поясах траверсы
(случаи, не вошедшие в расчетный лист)

Пояс U_2^T

Усилие — 14,5 т

$\angle 90 \times 7$ $F = 12,3 \text{ см}^2$ $l = 135 \text{ см}$ $z \min = 1,78$

$$\lambda_1 = \frac{135}{1,78} = 76 \quad \varphi = 0,774 \quad m = 0,75$$

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

Пояс U_5^T

Усилие 13,7 т

$\angle 70 \times 6$ $F = 8,15 \text{ см}^2$ $l = 65 \text{ см}$ $z \min = 1,38 \text{ см}$

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

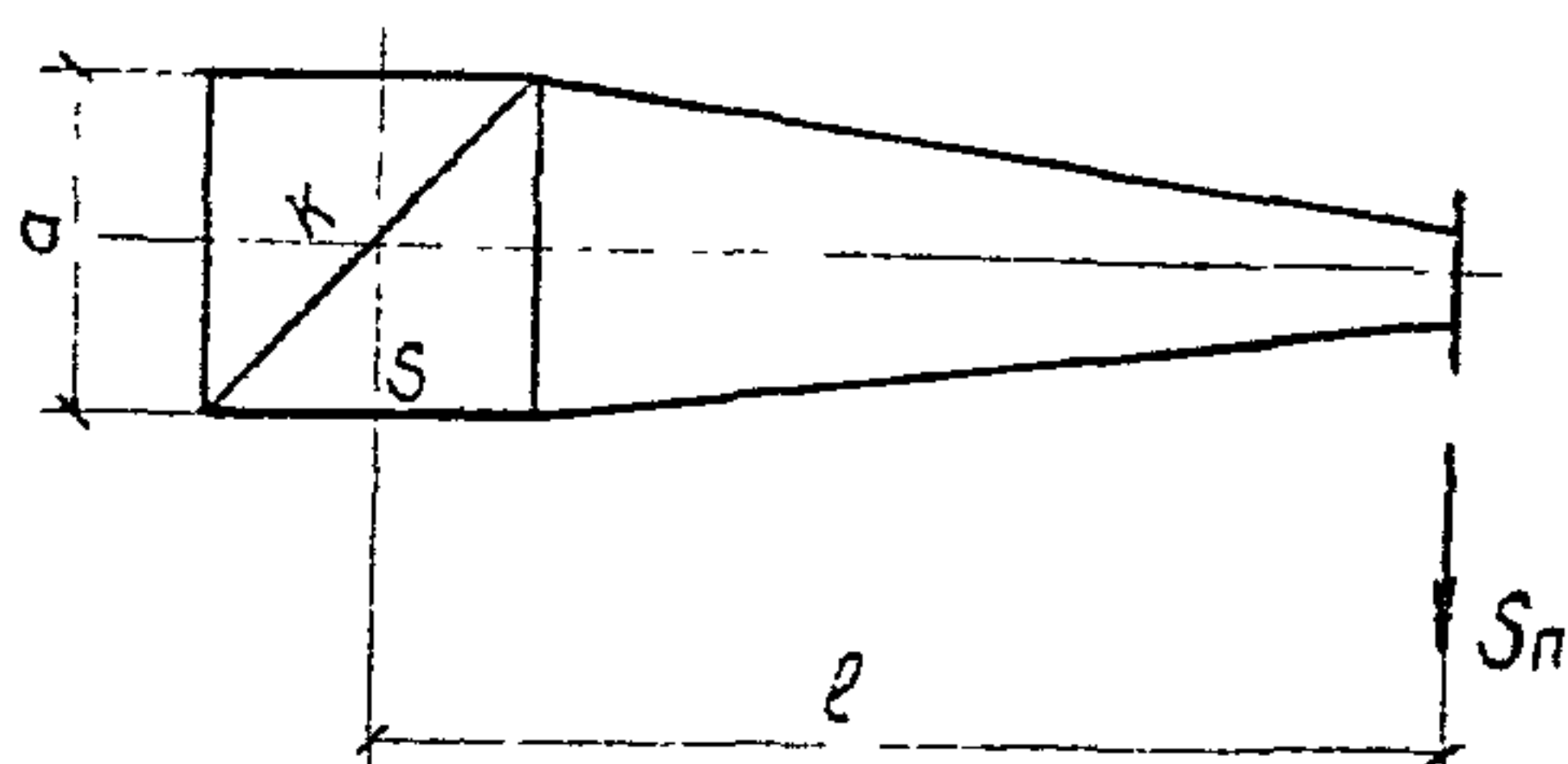
$$\sigma = \frac{13700}{0,75 \times 0,899 \times 8,15} = \frac{13700}{5,5} = 2500 > [2100]$$

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



$$S = \frac{S_n l}{a} + \frac{G}{2 \operatorname{tg} \alpha},$$

Схема III, IV р-н гололеда

$$S_n = 2080 \text{ кг} \quad 0,5G = 380 \text{ кг} \quad (\text{см. стр } 49)$$

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

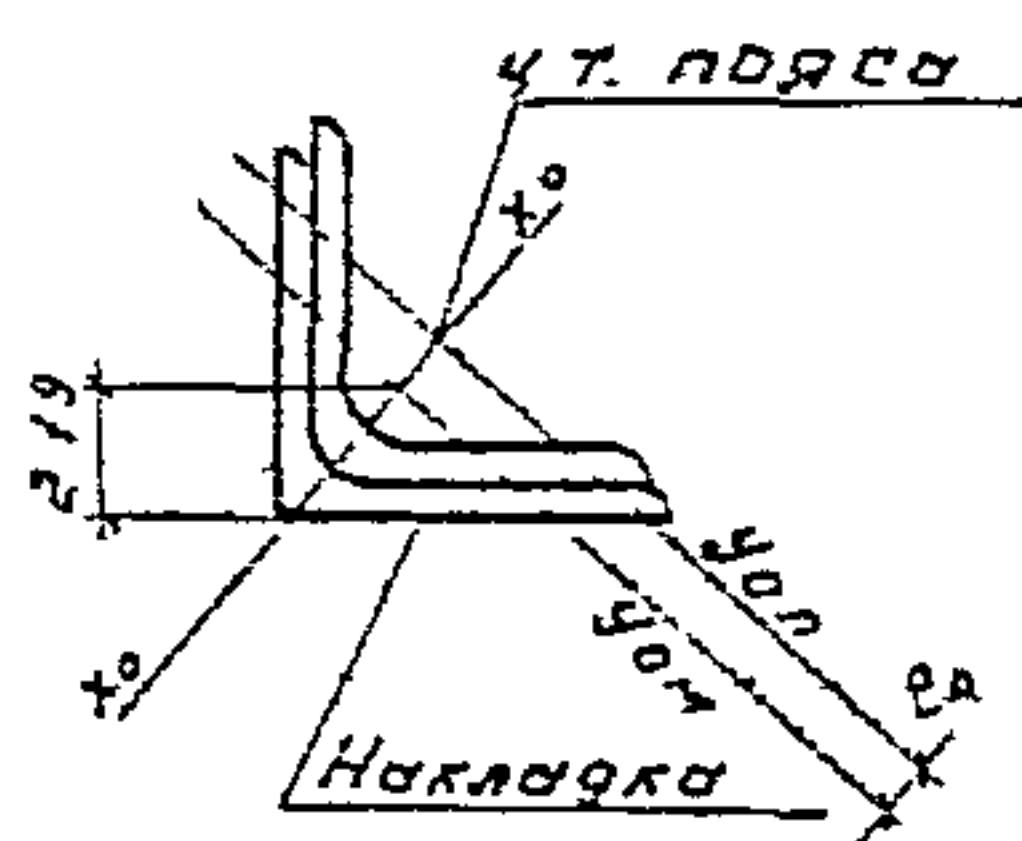
$$K = \frac{S_n l}{\sqrt{2} a},$$

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

3080 TM/2 л. 54

Расчет стыков секций

1) Стык нижней и средней секции (+12.5)



Поясной уголок - $\angle 80 \times 6$

Накладка - $\angle 90 \times 7$

$$N = \frac{240}{4} + \frac{8.3}{2 \times 0.96} = 60 + 4.3 = 10.3 \text{ м}$$

$$G = \frac{N}{\eta, \gamma_{\delta m} F};$$

$$\eta = 0.95 \quad F = 9.38 \text{ см}^2$$

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

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

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

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

$$e = 0.5 \times 0.59 = 0.295 \text{ см}$$

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

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

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

3080тм/2 л. 55

