Типовые конструкции и детали зданий и сооружений

Унифицированные стальные порталы открытых распределительных устройств 35 - 150 кВ

Состав проектных материалов

Выпуск 1 Пояснительная записка и инструкция по применению

Выпуск 2 Монтажные схемы, узлы, стальные и железобетонные конструкции.

Альбом III Расчеты порталов.

Альбом III

Разработаны
Северо - Западным отделением
института „Энергосетьпроект"
Минэнерго СССР

Утверждены Минэнерго СССР

Введены в действие

Решение N·251
от 20.XI.73 г.

Аннотация

Типовой проект „Унифицированные стальные порталы открытых распределительных устройств 35-150 кВ" разработан Северо-Западным отделением института „Энергосетьпроект" по плану типовых работ Госстроя СССР на 1973 г. в соответствии с техническими решениями „Унификация элементов и деталей конструкций ОРУ, зданий и сооружений подстанций", утвержденными заместителем министра Энергетики и электрификации СССР решением N 78 от 27·III·72 г.

Работа содержит рабочие чертежи строительных конструкций порталов, предназначенных для установки на ОРУ 35-150 кВ.

В настоящем альбоме произведен расчет стальных элементов порталов.

Расчет выполнен по методу предельных состояний на нагрузки, приведенные в пояснительной записке (см. выпуск „Пояснительная записка и инструкция по применению").

Расчет оснований фундаментов порталов выполнен на ЭВМ и приведен в табличной форме в пояснительной записке, инв. N 7027тм-I.

Оглавление альбома

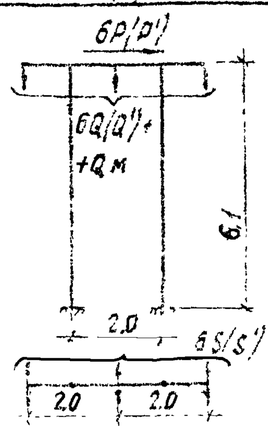
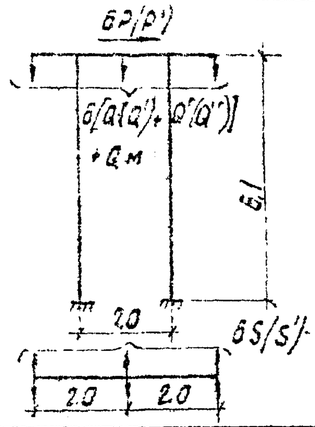
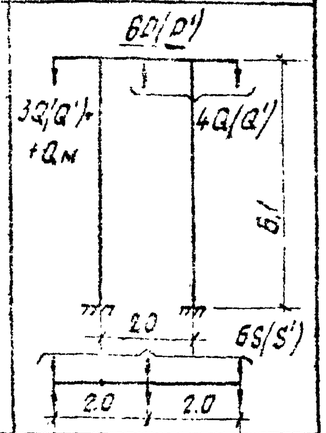
Наименование листа	Номер листа	Страница
1	2	3
Титульный лист	1	1
Аннотация. Оглавление альбома	2	2
Таблицы нагрузок на порталы ОРУ 35-150 кВ	3-8	3-8
Определение ветровых нагрузок на элементы порталов ОРУ 35-150 кВ	9-13	9-13
Расчетные схемы порталов	14-15	14-15
Расчет шинных порталов 35 кВ	16-23	16-23
Расчет ячейковых порталов 35 кВ	24-40	24-40
Расчет шинных порталов 110 кВ	41-49	41-49
Расчет ячейковых порталов 110 кВ	50-74	50-74
Расчет шинных порталов 150 кВ	75-79	75-79
Расчет ячейковых порталов 150 кВ	80-99	80-99
Таблицы нагрузок на фундаменты ОРУ 35-150 кВ.	100-103	100-103
Расчет фундаментов	104-106	104-106

Ст. инж. Кулешова

Зам. нач. отд. Хадат
Гл. спец. Т.О. Курнаев
Гл. инж. пр-та Погренов
Рук. группы Кирсанова

Северо-Западное отделение г. Ленинград

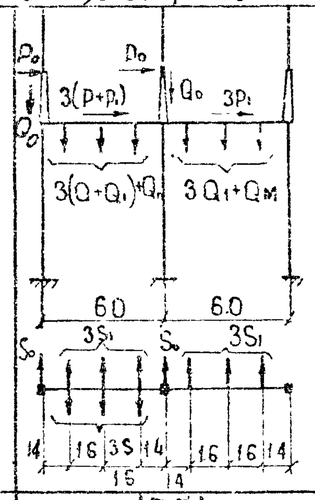
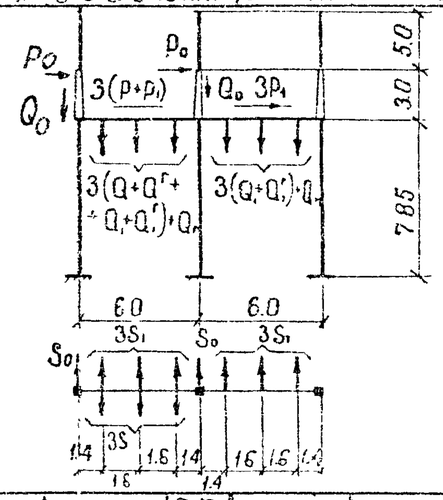
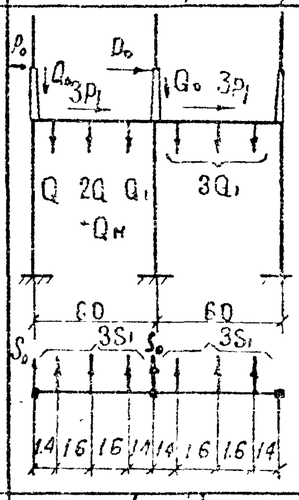
Шинный портал 35 кВ

Номера режимов		I	II			III
Наименование режимов		Нормальный	Нормальный			Монтажный
Климатические условия		t=-5°C, C=0, q_0=50 кг/м²	t=-5°C, C=10мм q_0=14 кг/м²	t=-5°C, C=15мм, q_0=14 кг/м²	t=-5°C, C=20мм, q_0=14 кг/м²	t=-15°C C=0, q_0=6,25 кг/м²
Схемы нагрузок						
Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	Нормативная / Коэффициент перегр. / Расчетная	Нормативная / Коэффициент перегр. / Расчетная	Нормативная / Коэффициент перегр. / Расчетная	Нормативная / Коэффициент перегр. / Расчетная	Нормативная / Коэффициент перегр. / Расчетная
Полпролета ошиновки п/ст и гирлянда — Собственная масса	Q	110 / 1.1 / 121	110 / 1.1 / 121	110 / 1.1 / 121	110 / 1.1 / 121	110 / 1.1 / 121
Полпролета ошиновки п/ст и гирлянда — Масса льда	Q'	— / — / —	50 / 2.0 / 100	80 / 2.0 / 160	110 / 2.0 / 220	— / — / —
Полпролета ошиновки п/ст и гирлянда — Собственная масса	Q'	110 / 1.1 / 121	110 / 1.1 / 121	110 / 1.1 / 121	110 / 1.1 / 121	110 / 1.1 / 121
Полпролета ошиновки п/ст и гирлянда — Масса льда	Q''	— / — / —	50 / 2.0 / 100	90 / 2.0 / 180	130 / 2.0 / 260	— / — / —
Тяжение ошиновки	S	470 / 1.3 / 610	555 / 1.3 / 720	695 / 1.4 / 970	845 / 1.4 / 1180	360 / 1.1 / 396
То же	S'	250 / 1.3 / 325	300 / 1.3 / 390	380 / 1.4 / 530	480 / 1.4 / 670	180 / 1.1 / 200
Давление ветра на полпролета ошиновки и гирлянду	P	60 / 1.2 / 72	30 / 1.4 / 42	40 / 1.4 / 56	50 / 1.4 / 70	10 / 1.1 / 11
То же	P'	47 / 1.2 / 56	22 / 1.4 / 31	27 / 1.4 / 38	32 / 1.4 / 45	10 / 1.1 / 11
Масса монтера с инструментом	$Q_м$	200 / 1.3 / 260	200 / 1.3 / 260	200 / 1.3 / 260	200 / 1.3 / 260	200 / 1.3 / 260

Примечания.

1. Порталы тяжелого типа рассчитаны на нагрузки при 2 проводах АСО-500 в фазе (нагрузки Q, S, P), порталы легкого типа - на нагрузки 1 провода АСО-300 в фазе (Q', S', P') только для расчета оснований фундаментов.
2. Расчет стоек и траверс порталов тяжелого и легкого типов выполнен при действии нагрузок от двух проводов АСО-500 в фазе.
3. Значения нагрузок приведены в кг

Ячейковый портал 35кВ

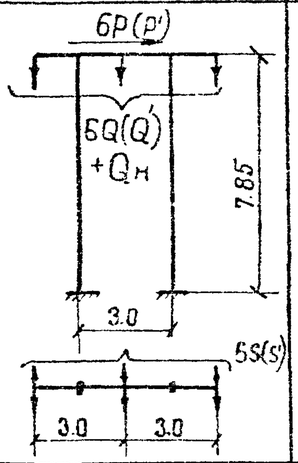
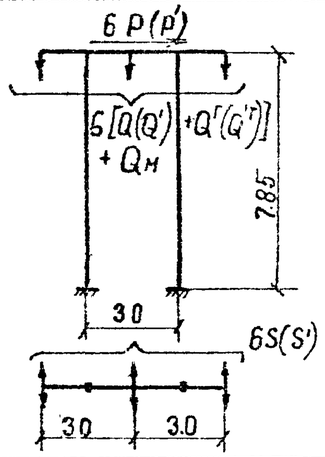
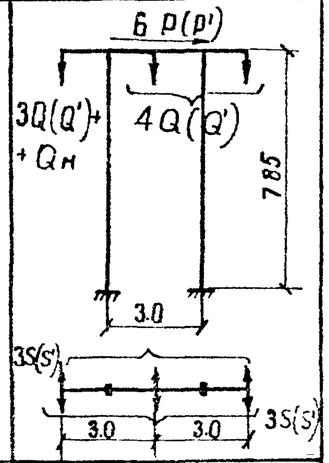
Номера режимов			I	II		III
Наименование режимов			Нормальный	Нормальный		Монтажный
Климатические условия			$t=-5°C, C=0, q_0=50\ кг/м^2$	$t=-5°C, C=10\ мм, q_0=14\ кг/м^2$	$t=-5°C, C=15\ мм, q_0=14\ кг/м^2$	$t=-15°C, C=0, q_0=6{,}25\ кг/м^2$
Схемы нагрузок						
Наименование нагрузок		Обозначение нагрузки	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная
Полпролета провода ошиновки п/ст и гирлянда	Собственная масса	Q	110 / 45	1,1	121 / 50	110 / 45	1.1	121 / 50	110 / 45	1,1	121 / 50	110 / 45	1,1	121 / 50	110 / 45	1,1	121 / 50			
	Масса льда	$Q^г$	—	—	—	50 / 20	2.0	100 / 40	80 / 35	2.0	160 / 70	110 / 50	2.0	220 / 100	—	—	—			
Полпролета провода ошиновки п/ст. и гирлянда	Собственная масса	Q'	65	1,1	72	65	1.1	72	65	1.1	72	65	1,1	72	65	1,1	72			
	Масса льда	$Q'^г$	—	—	—	25	2.0	50	45	2.0	90	60	2.0	120	—	—	—			
Полпролета провода ЛЭП и гирлянда	Собственная масса	Q_1	80	1,1	88	80	1.1	88	80	1.1	88	80	1,1	88	80	1,1	88			
	Масса льда	$Q_1^г$	—	—	—	40	2.0	80	60	2.0	120	80	2.0	160	—	—	—			
Полпролета троса	Собственная масса	$Q_т$	10	1,1	11	10	1.1	11	10	1.1	11	10	1,1	11	10	1,1	11			
	Масса льда	$Q_т^г$	—	—	—	10	2.0	20	20	2.0	40	30	2.0	60	—	—	—			
Тяжение ошиновки п/ст		S	440 / 150	1.3	570 / 195	540 / 200	1.3	700 / 260	660 / 250	1.4	920 / 350	810 / 350	1.4	1130 / 490	350 / 110	1,1	385 / 121			
То же		S'	350	1.3	455	400	1.3	520	650	1.4	910	700	1.4	980	300	1,1	330			
Тяжение ошиновки ЛЭП		S_1	260 / 120	1.3	340 / 156	300 / 160	1.3	390 / 210	350 / 210	1.4	490 / 290	400 / 250	1.4	560 / 350	180 / 100	1,1	200 / 110			
Тяжение троса		$S_т$	130 / 60	1.3	170 / 80	140 / 80	1.3	180 / 100	150 / 100	1.4	210 / 140	150 / 110	1.4	210 / 154	100 / 50	1,1	110 / 55			
Давление ветра на полпролета ошиновки п/ст и гирлянд		P	45 / 28	1.2	58 / 34	25 / 12	1.4	35 / 17	25 / 14	1.4	36 / 20	50 / 45	1.4	70 / 21	10 / 6	1,1	11 / 7			
То же		P'	25	1.2	30	14	1.4	20	15	1.4	21	27	1.4	38	10	1,1	11			
Давление ветра на полпролета провода ЛЭП и гирлянду		P_1	30	1.2	36	15	1.4	21	20	1.4	28	25	1.4	35	10	1,1	11			
Давление ветра на полпролета троса		$P_т$	10	1.2	12	10	1.4	14	15	1.4	21	20	1.4	28	2	1,1	2			
Масса монтера с инструментом		$Q_м$	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260			

Примечания:

1) В числителе приведены нагрузки при 2 проводах АСО - 500 в фазе, в знаменателе - при 1 проводе АСО - 185 в фазе. Нагрузки Q', S', P' при ошиновке 1 проводом АСО - 500 в фазе.

2. Расчет стоек и траверс порталов тяжелого и легкого типов выполнен при действии нагрузок от двух проводов АСО 500 в фазе.

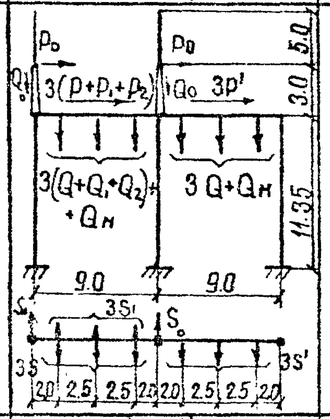
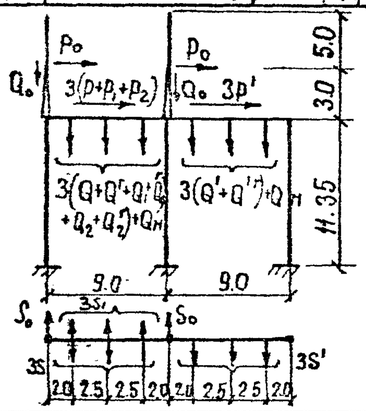
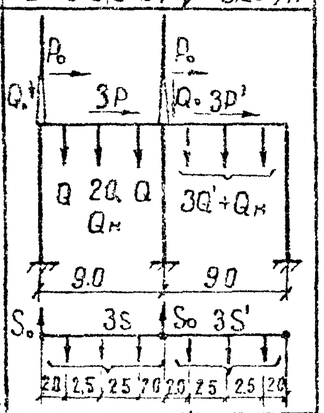
3. Значения нагрузок приведены в кг.

Номера режимов			I	II			III
Наименование режимов			Нормальный	Нормальный			Монтажный
Климатические условия			$t=-5°C, C=0, q_0=50\ кг/м^2$	$t=-5°C, C=10мм, q_0=14\ кг/м^2$	$t=-5°C, C=15мм, q_0=14\ кг/м^2$	$t=-5°C, C=20мм, q_0=14\ кг/м^2$	$t=-15°C, C=0, q_0=6,25\ кг/м^2$
Схемы нагрузок							

Наименование нагрузок		Обозначение нагрузок	Нормативная	Коэфф-т перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэфф-т перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэфф-т перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэфф-т перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэфф-т перегруз.	Расчетная
Полпролета провода и гирлянда	Собственная масса	Q	170	1,1	187	170	1,1	187	170	1,1	187	170	1,1	187	170	1,1	187
	Масса льда	$Q^г$	—	—	—	80	2,0	160	130	2,0	260	180	2,0	360	—	—	—
Полпролета привода и гирлянда	Собственная масса	Q'	80	1,1	88	80	1,1	88	80	1,1	88	80	1,1	88	80	1,1	88
	Масса льда	$Q'^г$	—	—	—	40	2,0	80	60	2,0	120	80	2,0	160	—	—	—
Тяжение ошиновки п/ст		S	680	1,3	880	815	1,3	1060	1000	1,4	1400	1230	1,4	1720	520	1,1	570
То же		S'	270	1,3	350	320	1,3	415	410	1,4	570	520	1,4	730	200	1,1	220
Давление ветра на полпролета ошиновку и гирлянду		P	100	1,2	120	45	1,4	63	50	1,4	70	55	1,4	77	12	1,1	13
То же		P'	35	1,2	42	20	1,4	28	22	1,4	31	25	1,4	35	5	1,1	6
Масса монтера с инструментом		$Q_н$	200	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260

Примечание.

1. Порталы тяжелого типа рассчитаны на нагрузки при 2 проводах АСО-500 в фазе пролетом 27м (нагрузки Q, S, P) и порталы легкого типа — на нагрузки при 1проводе АСО-300 в фазе (Q', S', P') — только для расчета оснований фундаментов.
2. Расчет стоек и траверс порталов тяжелого и легкого типов выполнен при действии нагрузок от двух проводов АСО-500 в фазе
3. Значения нагрузок приведены в кг.

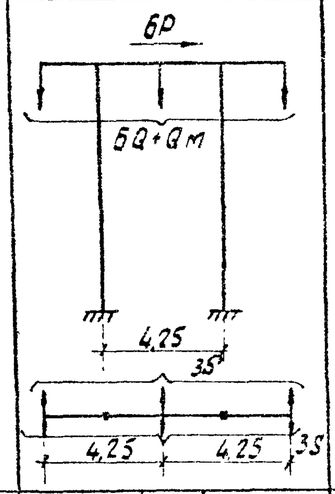
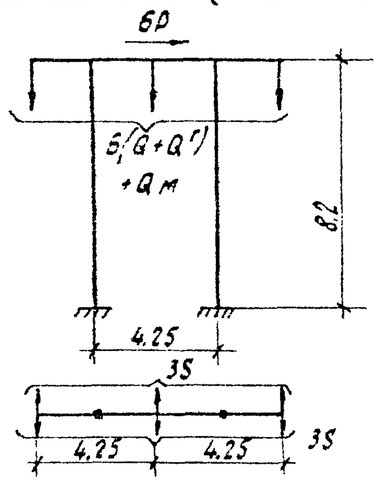
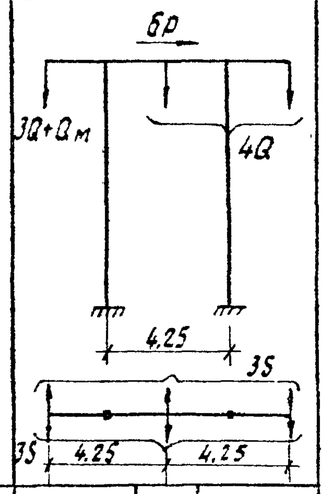
Номера режимов	I	II			III
Наименование режимов	Нормальный	Нормальный			Монтажный
Климатические условия	$t=-5°C$, $C=0$, $q_0=50$ кг/м²	$t=-5°C$, $C=10$ мм, $q_0=14$ кг/м²	$t-5°C$, $C=15$ мм, $q_0=14$ кг/м²	$t=-5°C$, $C=20$ мм, $q_0=14$ кг/м²	$t=-15°C$, $C=0$, $q_0=6.25$ кг/м²
Схемы нагрузок					

Наименование нагрузок		Обознач. нагрузок	Нормативная	Коэффициент перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз.	Расчетная
Полпролета провода ошиновки п/ст и гирлянд	Собственная масса	Q	100/60	1.1	110/66	100/80	1.1	110/88	100/20	1.1	110/88	100/80	1.1	110/88	100/80	1.1	110/88
	Масса льда	$Q^г$	—	—	—	40/30	2.0	80/60	60/30	2.0	120/120	85/80	2.0	170/160	—	—	—
Полпролета провода ошиновки п/ст и гирлянд	Собственная масса	Q'	160	1.1	176	160	1.1	176	160	1.1	176	160	1.1	176	160	1.1	176
	Масса льда	$Q'^г$	—	—	—	65	2.0	130	110	2.0	220	150	2.0	300	—	—	—
Полпролета провода ЛЭП и гирлянда	Собственная масса	Q_1	120	1.1	132	120	1.1	132	120	1.1	132	120	1.1	132	120	1.1	132
	Масса льда	$Q_1^г$	—	—	—	60	2.0	120	90	2.0	180	115	2.0	230	—	—	—
Полпролета троса	Собственная масса	Q_0	20	1.1	22	20	1.1	22	20	1.1	22	20	1.1	22	20	1.1	22
	Масса льда	$Q_0^г$	—	—	—	25	2.0	50	35	2.0	70	45	2.0	90	—	—	—
в/ч заградитель и гирлянда	Собственная масса	Q_2	385	1.1	424	385	1.1	424	385	1.1	424	385	1.1	424	385	1.1	424
	Масса льда	$Q_2^г$	—	—	—	170	2.0	340	255	2.0	510	340	2.0	680	—	—	—
Тяжение ошиновки п/ст		S	240/210	1.3	310/270	300/210	1.3	390/273	360/270	1.4	500/380	430/340	1.4	600/480	200/160	1.1	220/180
То же		S'	450	1.3	585	560	1.3	730	590	1.4	830	700	1.4	980	360	1.1	400
Тяжение ошиновки ЛЭП		S_1	210/150	1.3	270/250	300/240	1.3	390/310	325/260	1.4	455/365	350/280	1.4	490/390	150/120	1.1	165/130
Тяжение троса		S_0	150/130	1.3	195/170	150/130	1.3	195/170	165/140	1.4	230/196	180/150	1.4	250/210	130/100	1.1	140/110
Давление ветра на полпролеты провода ошиновки п/ст и гирл.		P	40/35	1.2	48/42	20/20	1.4	28/28	25/20	1.4	35/28	30/25	1.4	42/35	5/4	1.1	6/4
То же		P'	80	1.2	96	35	1.4	49	45	1.4	63	55	1.4	77	10	1.1	11
Давление ветра на полпролета провода ЛЭП и гирлянду		P_1	40	1.2	48	15	1.4	21	20	1.4	28	25	1.4	35	8	1.1	9
Давление ветра на полпролета троса		P_0	20	1.2	24	10	1.4	14	15	1.4	21	20	1.4	28	5	1.1	6
Давление ветра на в/ч заградитель и гирлянду		P_2	35	1.2	42	25	1.4	35	30	1.4	42	35	1.4	49	13	1.1	14
Масса монтера с инструментом		$Q_м$	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260

Примечания:

1. В числителе приведены нагрузки тяжелого типа порталов при ошиновке 1 проводом АСО-500 в фазе, в знаменателе – нагрузки легкого типа при ошиновке 1 проводом АСО-300.
2. Нагрузки Q'; S'; P' – для порталов тяжелого типа при ошиновке 2 проводами АСО-500 в фазе (как правило, для порталов с широкобазыми стойками).
3. Значения нагрузок приведены в кг.

Шинный портал 150 кВ

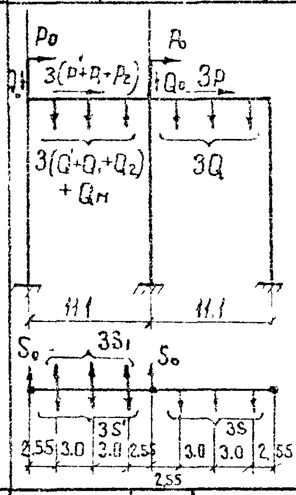
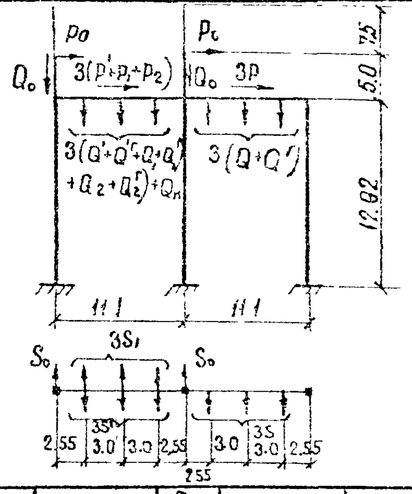
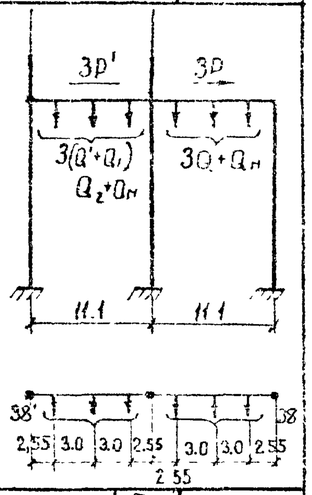
Номера режимов	I	II			III
Наименование режимов	Нормальный	Нормальный			Монтажный
Климатические условия	$t=-5°C$, $C=0$, $q_0=50\ кг/м^2$	$t=-5°C$, $C=10мм$, $q_0=14\ кг/м^2$	$t=-5°C$, $C=15мм$, $q_0=14\ кг/м^2$	$t=-5°C$, $C=20мм$, $q_0=14\ кг/м^2$	$t=-15°C$, $C=0$, $q_0=6{,}25\ кг/м^2$
Схемы нагрузок					

Наименование нагрузок		Обозначение нагрузок	I Нормативная	I Коэффициент перегрузки	I Расчетная	II Нормативная	II Коэффициент перегрузки	II Расчетная	II Нормативная	II Коэффициент перегрузки	II Расчетная	II Нормативная	II Коэффициент перегрузки	II Расчетная	III Нормативная	III Коэффициент перегрузки	III Расчетная
Полпролета ошиновки пут и гирлянд	Собственная масса	Q	165 / 110	1.1	182 / 121	165 / 110	1.1	182 / 121	165 / 110	1.1	182 / 121	165 / 110	1.1	182 / 121	165 / 110	1.1	182 / 121
	Масса льда	$Q^г$	—	—	—	70 / 40	2.0	140 / 80	110 / 60	2.0	220 / 120	155 / 90	2.0	310 / 180	—	—	—
Тяжение ошиновки пут		S	580 / 230	1.3	754 / 364	700 / 410	1.3	910 / 533	760 / 430	1.4	1064 / 602	920 / 470	1.4	1288 / 658	450 / 280	1.1	506 / 308
Давление ветра на полпролета ошиновки и гирл.		P	80 / 35	1.2	96 / 42	30 / 15	1.4	42 / 21	35 / 15	1.4	49 / 21	40 / 20	1.4	56 / 28	10 / 5	1.1	11 / 5
Масса монтера с инструментом		Qм	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260

Примечания:

1. В числителе приведены нагрузки при ошиновке 2 проводами АСО-500 в фазе, в знаменателе - 1 проводом АСО-500 в фазе только для расчета оснований фундаментов.
2. Расчет стоек и траверс порталов выполнен при действии нагрузок от двух проводов АСО-500 в фазе.
3. Значения нагрузок приведены в кг.

Ячейковый портал 150кВ

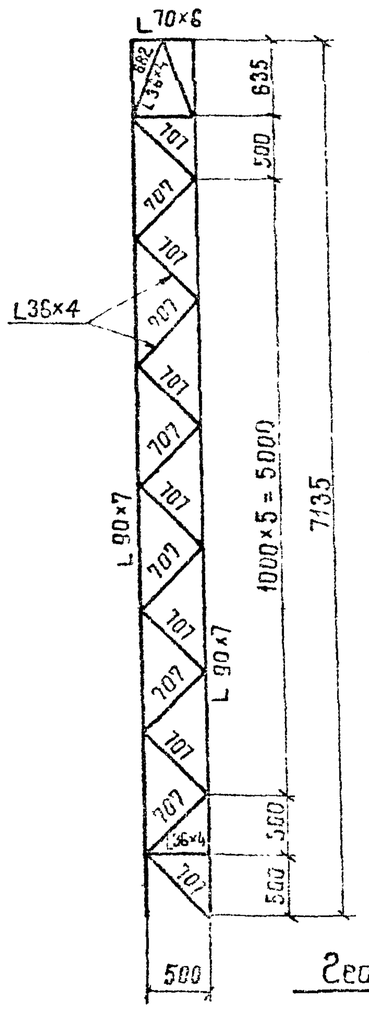
Номера режимов	I	II			III
Наименование режимов	Нормальный	Нормальный			Монтажный
Климатические условия	$t=-5°C, C=0, q_0=50\ кГ/м^2$	$t=-5°C, C=10мм, q_0=14\ кГ/м^2$	$t=-5°C, C=15мм\ q_0=14\ кГ/м^2$	$t=-5°C, C=20мм, q_0=14\ кГ/м^2$	$t=-15°C\ C=0, q_0=6,25\ кГ/м^2$
Схемы нагрузок					

Наименование нагрузок		Обозначение нагрузок	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перегруз	Расчетная
Полпролеты провода ошиновки п/ст и гирлянда	Собственная масса	$\frac{Q}{Q'}$	$\frac{190}{120}$	1,1	$\frac{209}{132}$	$\frac{190}{120}$	1,1	$\frac{209}{132}$	$\frac{190}{120}$	1,1	$\frac{209}{132}$	$\frac{190}{120}$	1,1	$\frac{209}{132}$	$\frac{190}{120}$	1,1	$\frac{209}{132}$
	Масса льда	$\frac{Q'}{Q''}$	—	—	—	$\frac{80}{45}$	2,0	$\frac{160}{90}$	$\frac{125}{70}$	2,0	$\frac{250}{140}$	$\frac{180}{100}$	2,0	$\frac{360}{200}$	—	—	—
Полпролета провода ЛЭП и гирлянда	Собственная масса	Q_1	135	1,1	149	135	1,1	149	135	1,1	149	135	1,1	149	135	1,1	149
	Масса льда	$Q_1^г$	—	—	—	40	2,0	80	70	2,0	140	105	2,0	210	—	—	—
Полпролета троса	Собственная масса	Q_0	20	1,1	22	20	1,1	22	20	1,1	22	20	1,1	22	20	1,1	22
	Масса льда	$Q_0^г$	—	—	—	15	2,0	30	30	2,0	60	45	2,0	90	—	—	—
В/ч заградитель и гирлянда	Собственная масса	Q_2	390	1,1	429	390	1,1	429	390	1,1	429	390	1,1	429	390	1,1	429
	Масса льда	$Q_2^г$	—	—	—	170	2,0	340	250	2,0	500	340	2,0	680	—	—	—
Тяжение ошиновки п/ст		$\frac{S}{S'}$	$\frac{610}{430}$	1,3	$\frac{790}{560}$	$\frac{745}{620}$	1,3	$\frac{970}{810}$	$\frac{865}{690}$	1,4	$\frac{1210}{950}$	$\frac{900}{750}$	1,4	$\frac{1260}{1050}$	$\frac{480}{410}$	1,1	$\frac{530}{450}$
Тяжение ошиновки ЛЭП		S_1	230	1,3	300	300	1,3	390	350	1,4	490	400	1,4	560	175	1,1	190
Тяжение троса		S_0	165	1,3	215	165	1,3	215	100	1,4	250	200	1,4	280	145	1,1	160
Давление ветра на полпролета провода ошиновки п/ст и гир.		$\frac{P}{P'}$	$\frac{70}{35}$	1,2	$\frac{84}{42}$	$\frac{30}{15}$	1,4	$\frac{42}{21}$	$\frac{35}{18}$	1,4	$\frac{49}{25}$	$\frac{40}{20}$	1,4	$\frac{56}{28}$	$\frac{15}{7}$	1,1	$\frac{17}{8}$
Давление ветра на полпролета провода ЛЭП и гирлянды		P_1	45	1,2	54	20	1,4	28	25	1,4	35	30	1,4	42	10	1,1	11
Давление ветра на полпролета троса		P_0	20	1,2	24	10	1,4	14	15	1,4	21	20	1,4	28	5	1,1	6
Давление ветра на В/Ч Заградитель и гирлянду		P_2	87	1,2	104	31	1,4	43	33	1,4	46	36	1,4	50	14	1,1	15
Масса монтера с инструментом		$Q_м$	200	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260

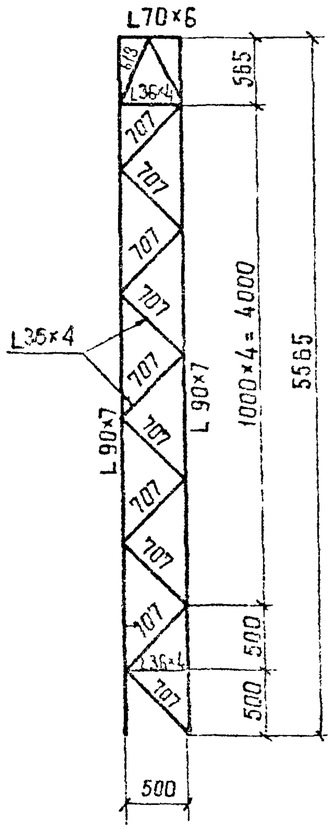
Примечания:

1. В числителе приведены нагрузки при ошиновке 2 проводами АСО-500 в фазе, в знаменателе 1 проводом АСО-500 в фазе только для расчета оснований фундаментов.
2. Значения нагрузок приведены в кг.

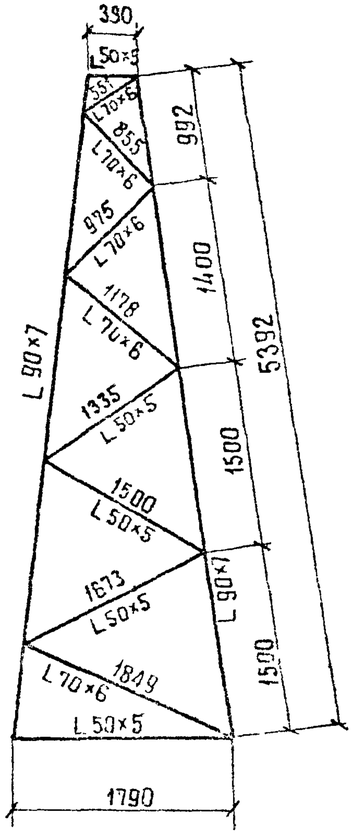
Геометрическая схема стойки Т8



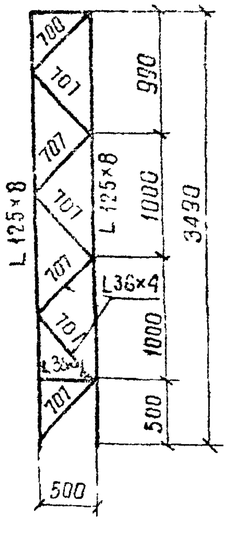
Геометрическая схема стойки Т7



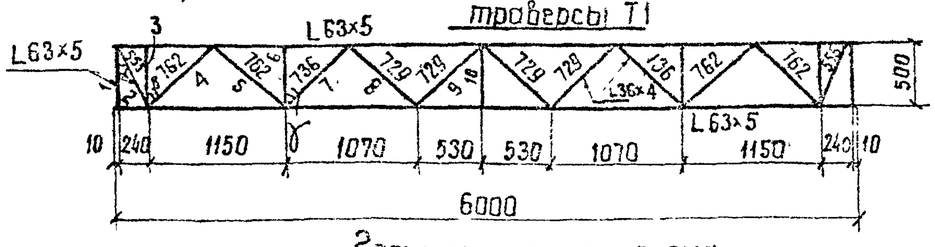
Геометрическая схема стойки Т10



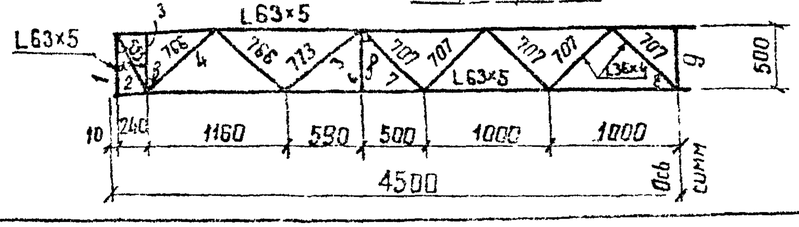
Геометрическая схема стойки Т9



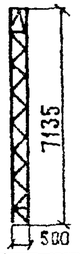
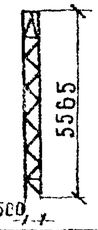
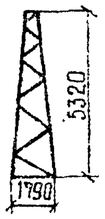
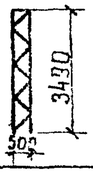
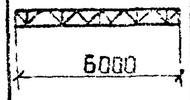
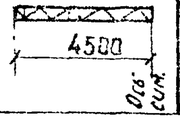
Геометрическая схема траверсы Т1



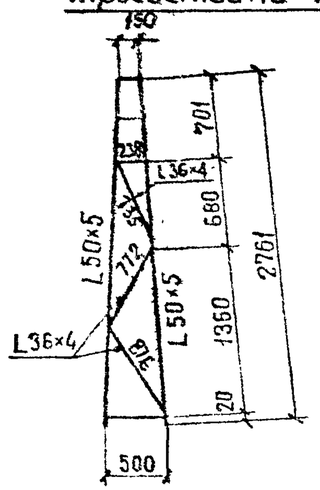
Геометрическая схема траверсы Т3



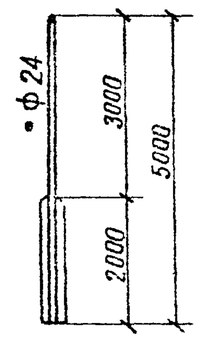
Определение ветровых площадей

Элемент портала	Высота (длина) секции м	Эскиз секции	Элемент	Сечение	Ширина м	Длина м	Площадь элем-та $F, м^2$	Площадь секций по контуру $S, м^2$	Коэфф-т заполнен. φ	в/а
Т8	7,135		пояса	L 90×7	0.09	14.27	1.28			
			распорки	L 36×4	0.036	1.0	0.036			
			—"—	L 70×6	0.07	0.5	0.035			
			раскосы	L 36×4	0.036	10.5	0.38			
						Итого:	1.73	3.57	0.49	1
Т7	5,565		пояса	L 90×7	0.09	11.13	1.02			
			распорки	L 36×4	0.036	1.0	0.036			
			—"—	L 70×6	0.07	0.5	0.035			
			раскосы	L 36×4	0.036	8.3	0.3			
						Итого:	1,39	2.78	0,5	1
Т10	5.32		пояса	L 90×7	0.09	10.71	0.96			
			распорки	L 50×5	0.05	2.48	0.11			
			раскосы	L 50×5	0.05	8.47	0.42			
			—"—	L 70×6	0.07	1.85	0.13			
						Итого:	1.62	5.82	0,28	1
Т9	3.49		пояса	L 125×8	0.125	6.98	0.87			
			Распорки	L 35×4	0.036	1.0	0.036			
			раскосы	L 36×4	0.036	4.94	0.178			
						Итого:	1.08	1.75	0,62	1
Т1	6.0		пояса	L 63×5	0.063	12.0	0.76			
			распорки	L 63×5	0.063	3.5	0.22			
			раскосы	L 36×4	0.036	8.55	0.31			
						Итого:	1.29	3.0	0,43	1
Т3	9.0		пояса	L 63×5	0.063	18.0	1.33			
			распорки	L 63×5	0.063	3.5	0.22			
			раскосы	L 36×4	0.036	12.79	0.46	4,5	0,45	1
						Итого:	2.01			

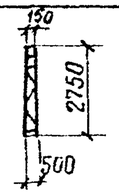
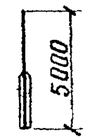
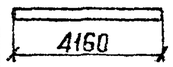
Геометрическая схема трассстойки Т13



Геометрическая схема молниеотвода Т15



Определение ветровых площадей

Элемент портала	Высота секции м	Эскиз секции	Элемент	Сечение	Ширина м	Длина м	Площадь элемент. F, м²	Площадь секции по контуру S, м²	Коэфф-т заполн. φ	b/a
Т13	2,75		Пояса	L50×5	0.05	2.53	0.127			
			Раскосы	L36×4	0.036	2.56	0.092			
						Итого:	0.22	0.9	0.25	1
Т15	5,0			•ф24	0.024	5.0	0.12			
				- 50×6	0.05	4.0	0.20			
						Итого	0.32	0.32	1	1
Т2	4,16		Пояса	[12	0.12	4.16	0.5			
						Итого	0.5	0.5	1	1.67

Для молниеотвода $\beta = 1 + \alpha \xi m$

$$T = ch^2 \sqrt{\frac{F \cdot \gamma}{E J g}}$$

$C = 1.79$

$h = 500$ см

$F = 4,524$ см²

$\gamma = 0,0079$ кг/см³

$F = 2,1 \cdot 10^6$ кг/см²

$J = 1,63$ см⁴

$g = 981$ см/сек²

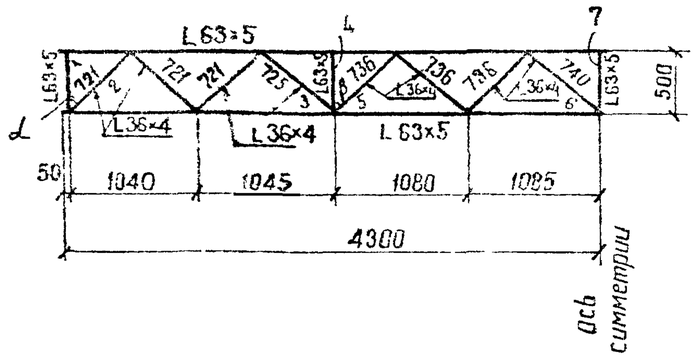
$$T = 1,79 \cdot 500^2 \sqrt{\frac{4,524 \cdot 0,0079}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 1,63 \cdot 981}} = 0,45 \text{ сек}$$

$\xi = 1,3$

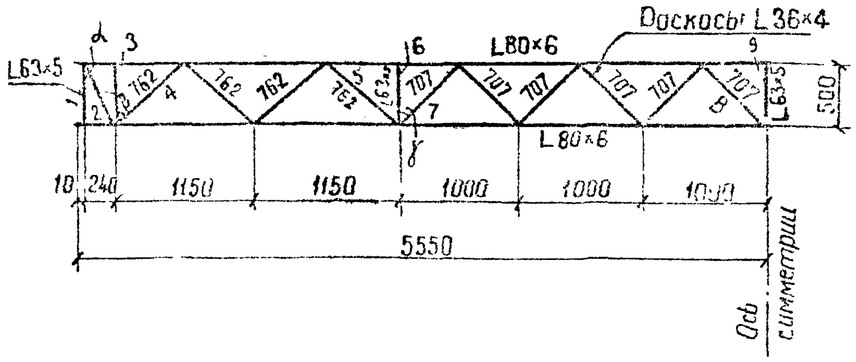
$m = 0,35$

$\beta = 1 + 1,3 \cdot 0,35 = 1,46$

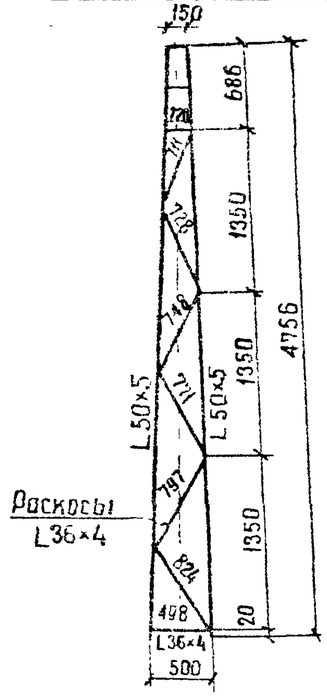
Геометрическая схема траверсы Т5



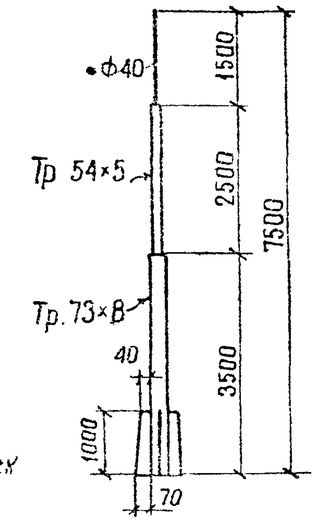
Геометрическая схема траверсы Т4



Геометрическая схема трассостойки Т14



Геометрическая схема молниеотвода Т16



Для молниеотвода $\beta = 1 + \alpha \xi m$

$T = ch^2 \sqrt{\frac{F \cdot \gamma}{E \cdot Jq}}$ $\alpha = 1$

$c = 1{,}79$ $h = 750$ см $F = 16{,}33$ см^2

$\gamma = 0.0079$ кг/см^3 $E = 2{,}1 \cdot 10^6$ кг/см^2

$T = 1{,}79 \cdot 750^2 \cdot \sqrt{\frac{16{,}33 \; 0{,}0079}{2{,}1\,10^6 \cdot 88 \cdot 981}} = 1{,}79 \cdot 4{,}75 \cdot 10^{-1} = 0.05$ сек

$\xi = 1{,}4$

$\beta = 1 + 1{,}4 \cdot 0.35 = 1{,}49$ $Cx = 1{,}2$

Определение ветровых площадей

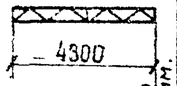
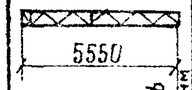
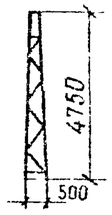
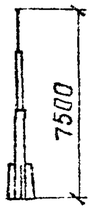
Элемент портала	Высота (длина) секции, м	Эскиз секции	Элемент	Сечение	Ширина м	Длина м	Площадь элемента F, м²	Площадь секции плоской конструкции S, м²	Коэффициент заполнения φ	в/а
Т5	8.6		пояса	L 63×5	0.063	17.2	1.08			
			распорки	L 63×5	0.063	2.5	0.16			
			раскосы	L 36×4	0.036	11.67	0.42			
						Итого	1.66	4.3	0.39	1
Т4	11.1		пояса	L 80×6	0.08	22.2	1.78			
			распорки	L 63×5	0.063	3.5	0.22			
			раскосы	L 36×4	0.036	15.7	0.56			
						Итого	2.56	5.55	0.46	1
Т14	4.75		пояса	L 50×5	0,05	9.47	0.47			
			распорки	δ=8	0,008	0.2	—			
			—"—	L 36×4	0,036	0.4	0.01			
			раскосы	L 36×4	0.036	4.58	0.17			
						Итого	0.65	1.54	0.42	1
Т16	7.5			•Ф40	0.04	1.5	0.06			
				Тр 54×5	0.054	2.5	0.14			
				Тр 73×8	0.073	3.5	0.25			
				70×6	0.055	2,0	0.11			
						Итого	0.56	0.56	1	1

Таблица определения ветровых нагрузок

Наименование элемента портала		Высота секции, м	$\frac{b}{a}$	φ	η	c	$C_{пр} = c\varphi(1+\eta)$	β	Отметка середины секции, м	S м²	Ветер при отсутствии гололеда $q_0 = 50$ кг/м²									Ветер при наличии гололеда $q_0 = 14$ кг/м²								
											Ветер параллельно плоскости портала					Ветер под L 45° к плоскости портала				Ветер параллельно плоскости портала					Ветер под L 45° к плоскости портала			
											q_0' кг/м²	Q т	q т/м	Коэфф-т перегрузки	Расчетная нагрузка Q или q	Q т	q т/м	Коэфф-т перегрузки	Расчетная нагрузка Q или q	q_0' кг/м²	Q т	q т/м	Коэфф-т перегрузки	Расчетная нагрузка Q или q	Q т	q т/м	Коэфф-т перегрузки	Расчетная нагрузка Q или q
Траверса Т1	Боковая грань	—	1	0,43	0,44	1,4	0,86		7,85	3,0	—	—	—	—	—	0,181×0,65=0,12	—	1,2	0,14	—	—	—	—	—	0,050×0,65=0,032	—	1,0	0,03
	Торец	—	—	—	—	—	—			—	50	0,181×0,45=0,082	—	1,2	0,1	0,181×0,3=0,05	—	1,2	0,06	14	0,05×0,45=0,02	—	1,0	0,02	0,05×0,3=0,02	—	1,0	0,02
Траверса Т3	Боковая грань	—	1	0,45	0,42	1,4	0,9		11,35	4,5	—	—	—	—	—	0,283×0,65=0,183	—	1,2	0,22	—	—	—	—	—	0,08×0,65=0,052	—	1,0	0,052
	Торец	—	—	—	—	—	—			—	50	0,283×0,45=0,127	—	1,2	0,15	0,283×0,3=0,085	—	1,2	0,1	14	0,08×0,45=0,036	—	1,0	0,036	0,08×0,3=0,024	—	1,0	0,024
Стойка Т7		5,57	1	0,5	0,33	1,4	0,93	1,4	8,50	2,78	50	0,18	0,033	1,2	0,04	0,18×0,8=0,144	0,026	1,2	0,031	14	0,05	0,009	1,0	0,009	0,05×0,8=0,04	0,007	1,0	0,007
Стойка Т8		7,14	1	0,49	0,35	1,4	0,93		4,00	3,57	50	0,23	0,032	1,2	0,038	0,23×0,8=0,184	0,026	1,2	0,031	14	0,64	0,009	1,0	0,009	0,064×0,8=0,051	0,007	1,0	0,007
Стойка Т9		3,49	1	0,62	0,15	1,4	1,0		2,20	1,75	50	0,122	0,035	1,2	0,042	0,122×0,8=0,028	0,028	1,2	0,033	14	0,034	0,01	1,0	0,01	0,034×0,2=0,027	0,008	1,0	0,008
Стойка Т10		5,32	1	0,28	0,71	1,4	0,67		3,06	5,82	50	0,272	0,051	1,2	0,001	0,272×0,8=0,217	0,041	1,2	0,049	14	0,076	0,014	1,0	0,014	0,076×0,8=0,061	0,011	1,0	0,011
Тросостойка Т13		2,75	1	0,26	0,75	1,4	0,64		12,85	0,89	50	0,04	0,015	1,2	0,018	0,04×0,8=0,032	0,012	1,2	0,014	14	0,011	0,004	1,0	0,004	0,011×0,8=0,0088	0,003	1,0	0,003
Молниеотвод Т15		5,0	1	—	—	1,2	1,2	1,46	16,55	0,32	50	0,04	0,008	1,2	0,01	0,04	0,008	1,2	0,01	14	0,011	0,002	1,0	0,002	0,011	0,002	1,0	0,002
Траверса Т2	Боковая грань	—	1,67	1	0,25	1,4	1,75	1,4	6,10	0,5	—	—	—	—	—	0,062×0,65=0,04	—	1,2	0,05	—	—	—	—	—	0,017×0,65=0,011	—	1,0	0,011
	Торец	—	—	—	—	—	—			—	50	0,662×0,45=0,028	—	1,2	0,03	0,062×0,3=0,019	—	1,2	0,023	14	0,017×0,45=0,008	—	1,0	0,008	0,017×0,3=0,005	—	1,0	0,005

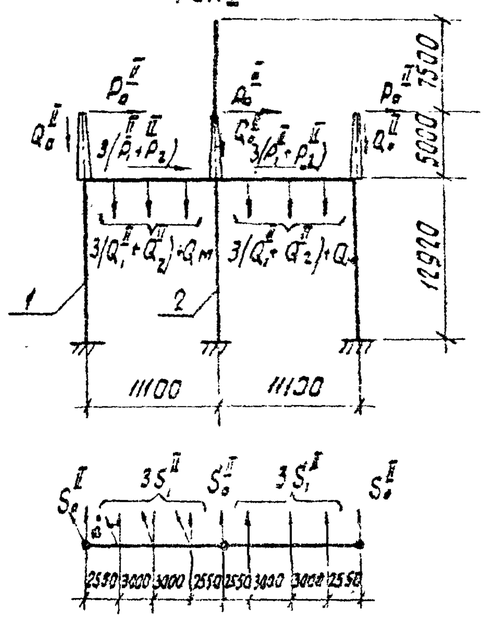
$Q = C_{пр}\, q_0 \beta S$

Таблица определения ветровых нагрузок

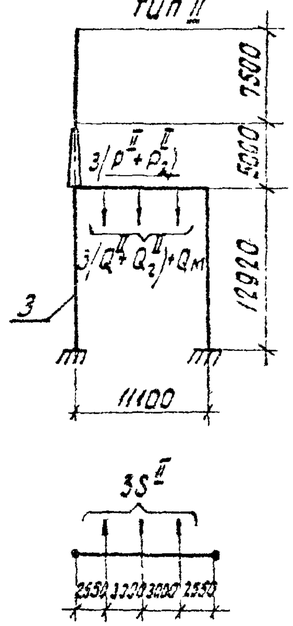
Наименование элемента портала		Высота секции, м	$\frac{\lambda}{\lambda_{max}}$	φ	η	C	$C_{пр} = C\varphi/(1+\eta)$	β	Отметка середины секции, м	S м²	Ветер при отсутствии гололеда $q_0 = 50$ кг/м²									Ветер при наличии гололеда $q_0 = 14$ кг/м²								
											Ветер параллельно плоскости портала					Ветер под ∠45° к плоскости портала				Ветер параллельно плоскости портала					Ветер под ∠45° к плоскости портала			
											q_0' кг/м²	Q т	q т/м	Коэфф-т перегрузки	Расчетная нагрузка Q или q	Q т	q т/м	Коэфф-т перегрузки	Расчетная нагрузка Q или q	q_0' кг/м²	Q т	q т/м	Коэфф-т перегрузки	Расчетная нагрузка Q или q	Q т	q т/м	Коэфф-т перегрузки	Расчетная нагрузка Q или q
Траверса т4	боковая грань	—	1	0,46	0,4	1.4	0,9	1.4	12.9	5,55	—	—	—	—	—	0,35·0,68=0,23	—	1.2	0,28	—	—	—	—	—	0,098·0,65=0,064	—	1.0	0,064
	Торец	—	—	—	—	—	—			—	50	0,35·0,45=0,16	—	1.2	0,19	0,35·0,3=0,105	—	1.2	0,13	14	0,098·0,46=0,044	—	1.0	0,044	0,098·0,3=0,03	—	1.0	0,03
Траверса т5	боковая грань	—	1	0,39	0,52	1.4	0,83		8,2	4,3	—	—	—	—	—	0,25·0,65=0,16	—	1.2	0,19	—	—	—	—	—	0,07·0,65=0,045	—	1.0	0,045
	Торец	—	—	—	—	—	—			—	50	0,25·0,45=0,11	—	1.2	0,13	0,25·0,3=0,075	—	1.2	0,09	14	0,07·0,45=0,03	—	1.0	0,03	0,07·0,3=0,02	—	1.0	0,02
Тросостойка т14		4,75	1	0,42	0,47	1.4	0,86		15,4	1,54	52	0,096	0,02	1.2	0,024	0,096·0,8=0,077	0,015	1.2	0,019	14	0,026	0,006	1.0	0,006	0,026·0,8=0,021	0,005	1.0	0,005
Молниеотвод т16		7,5	1	—	—	1.2	1.2	1.49	21.7	0,56	70	0,07	0,009	1.2	0,011	0,07	0,009	1.2	0,011	17,5	0,018	0,002	1.0	0,002	0,018	0,002	1.0	0,002

Расчетные схемы порталов

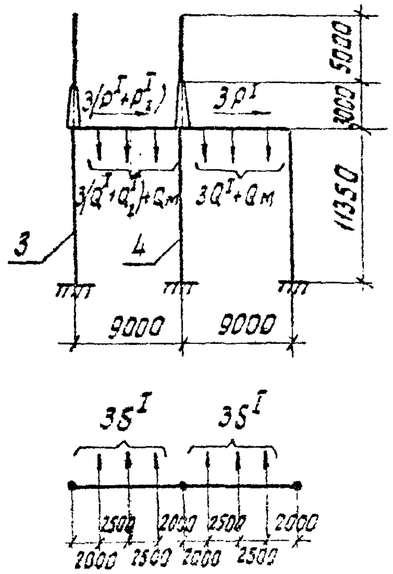
Ячейковый линейный портал 150кВ тип I



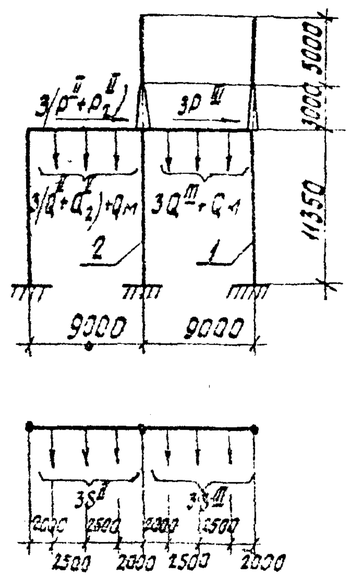
Ячейковый портал 150кВ тип II



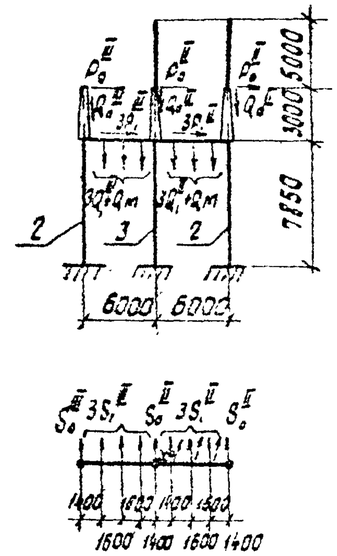
Ячейковый портал 110кВ тип I (легкий)



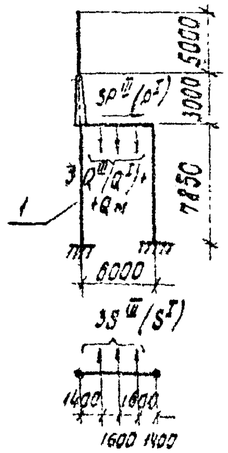
Ячейковый портал 110кВ тип II (тяжелый)



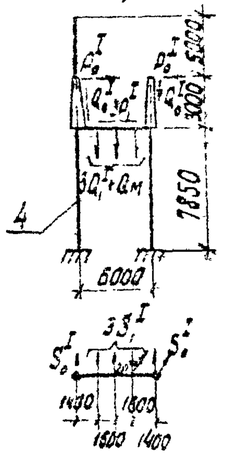
Ячейковый линейный портал 35кВ тип III (тяжелый)



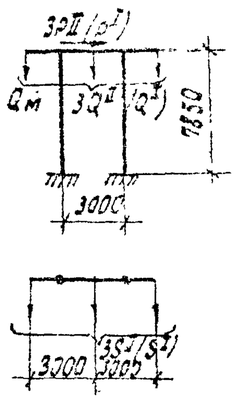
Ячейковый портал 35кВ тип II (тяжелый) тип I (легкий)



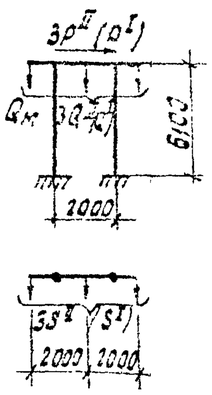
Ячейковый линейный портал 35кВ тип IV (легкий)



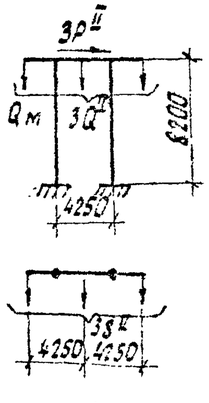
Шинный портал 110кВ тип II (тяжелый) тип I (легкий)



Шинный портал 35кВ тип II (тяжелый) тип I (легкий)



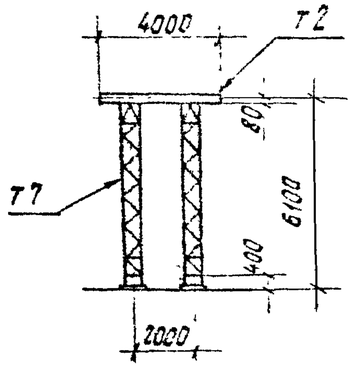
Шинный портал 150кВ тип I



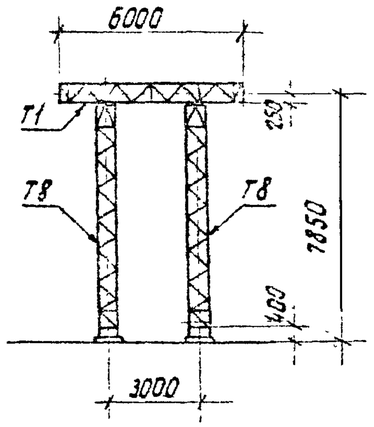
Примечания:

1. На данном листе приведены расчетные схемы порталов, принятые при определении действующих максимальных нагрузок на фундаменты.
2. Значение нагрузок на порталы приведены в таблицах 2÷7, выпуск 1.
3. Значения нагрузок на фундаменты приведены на листах 100–103.

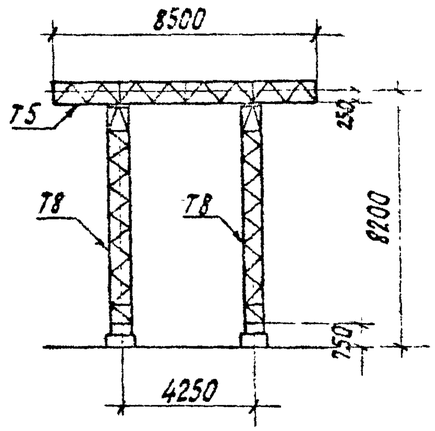
Шинный портал 35кВ



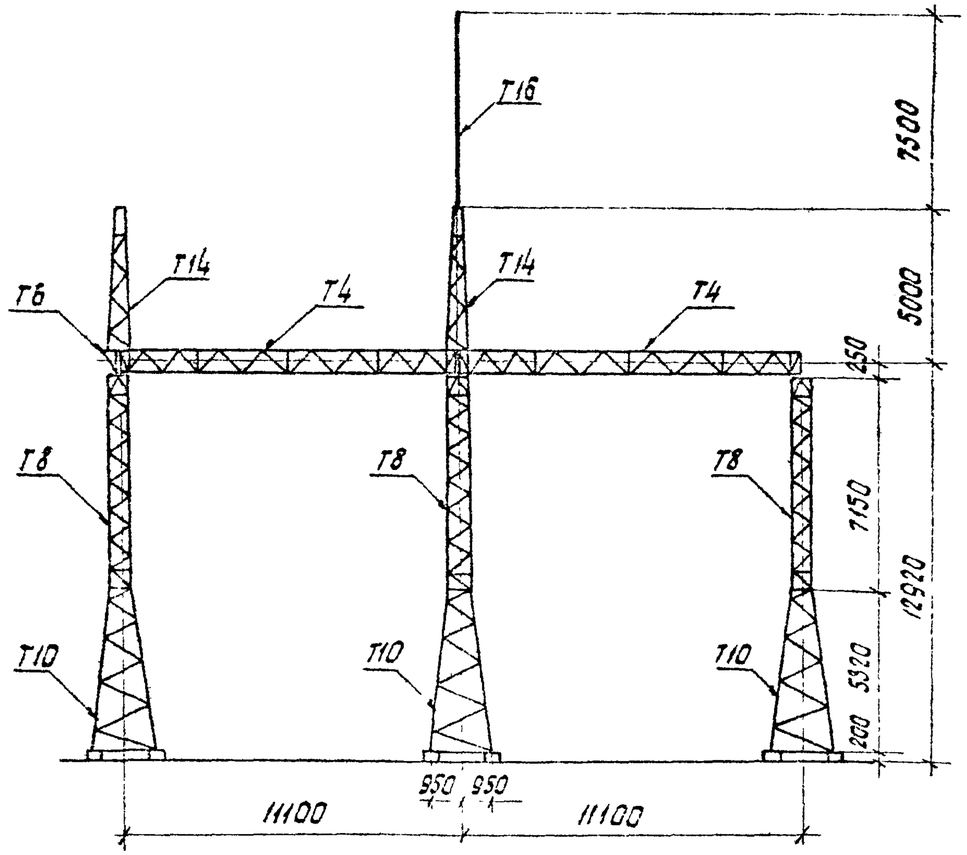
Шинный портал 110кВ



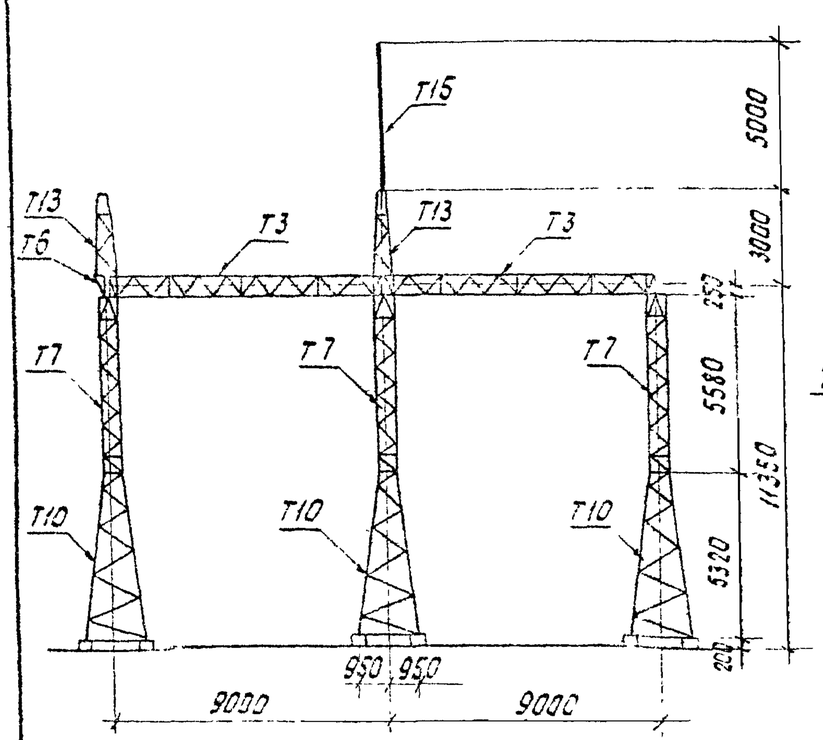
Шинный портал 150кВ



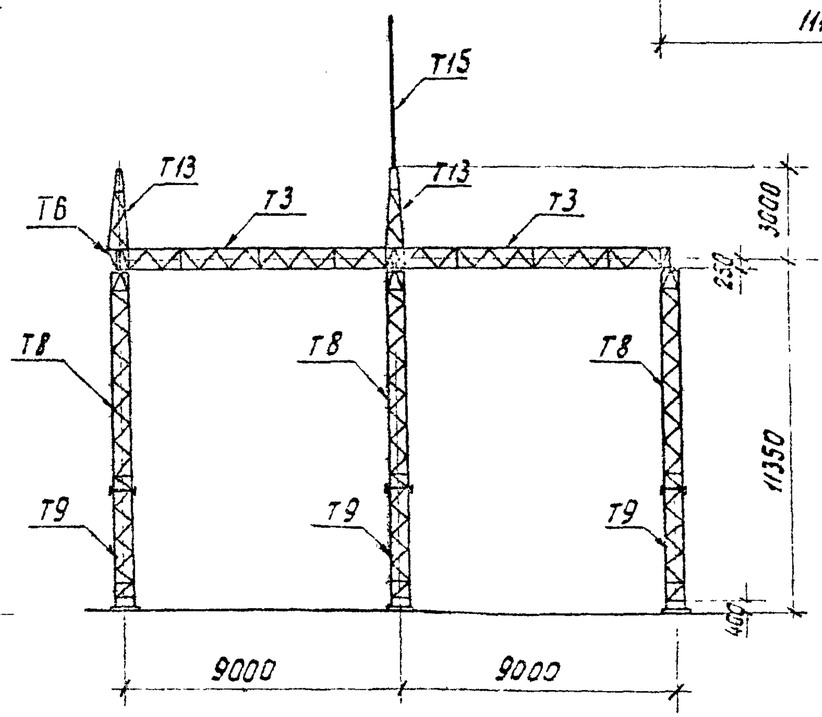
Ячейковый портал 150кВ



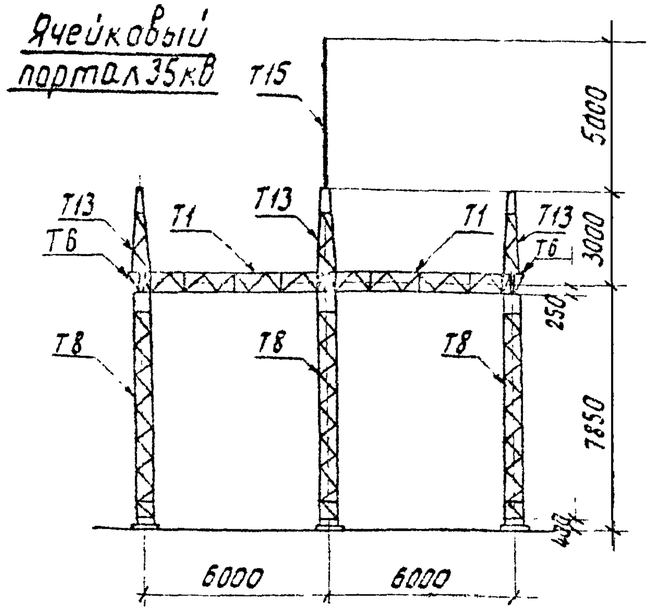
Ячейковый портал 110кВ
Тяжелый тип



Ячейковый портал 110кВ
Легкий тип



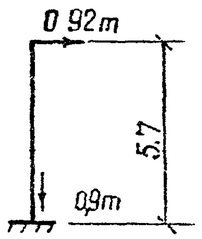
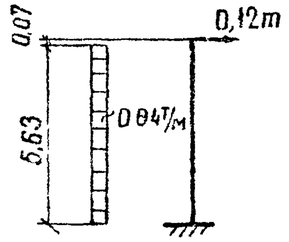
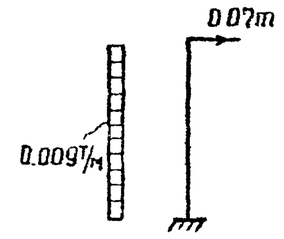
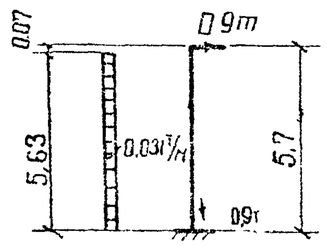
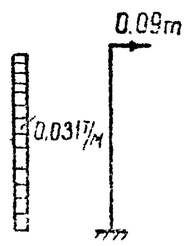
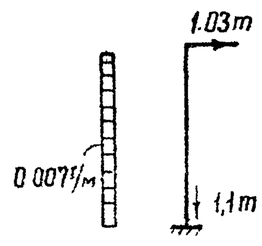
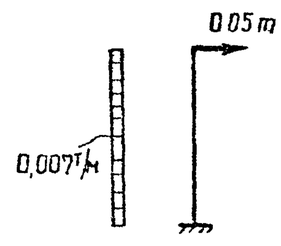
Ячейковый портал 35кВ

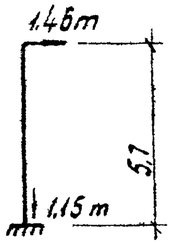
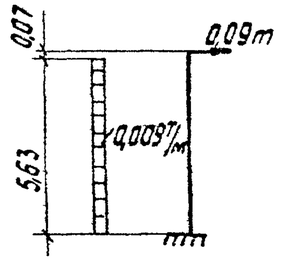
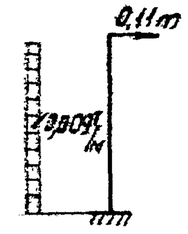
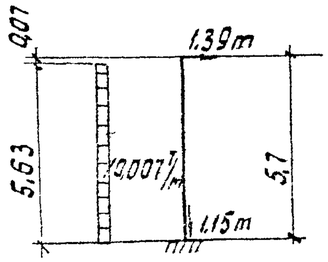
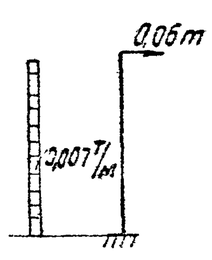
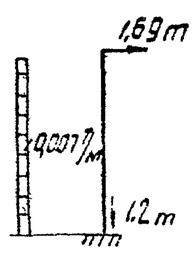
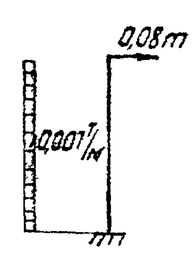


Сбор нагрузок на стойку Т7 шинного портала 35 кВ

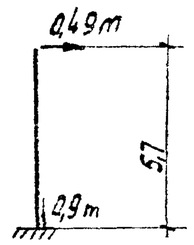
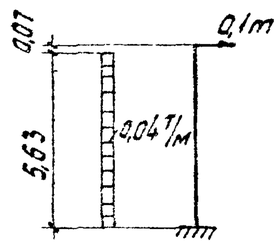
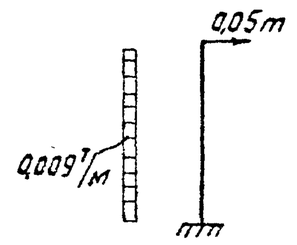
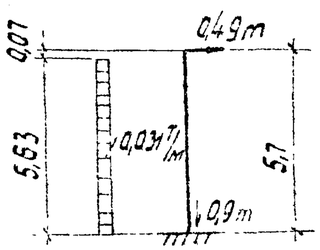
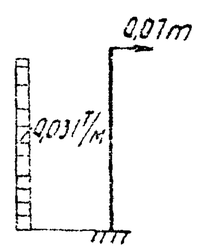
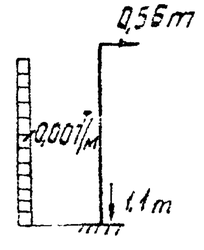
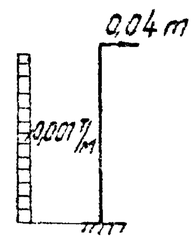
Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тяжелый тип						Легкий тип			
I Ветер действует параллельно плоскости портала									
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на ▽ 6100									
Тяжелые ошиновки п/ст	1.5 S (S')	1.5·610 = 915	1.5·720 = 1080	1.5·970 = 1455	1.5·1180 = 1770	1.5·325 = 490	1.5·390 = 585	1.5·530 = 795	1.5·670 = 1000
	Итого:	0,92 т	1,08 т	1,46 т	1,77 т	0,49 т	0,59 т	0,8 т	1,0 т
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на ▽ 6100									
Ветер на провода и гирл.	1.5 P (P')	1.5·72 = 108	1.5·42 = 63	1.5·56 = 84	1.5·70 = 105	1.5·56 = 84	1.5·31 = 46	1.5·38 = 57	1.5·45 = 67
Ветер на торец траверсы	0,5 Q тр	0,5·30 = 15	0,5·8 = 4	4	4	15	4	4	4
	Итого:	0,12 т	0,07 т	0,09 т	0,11 т	0,1 т	0,05 т	0,06 т	0,07 т
II Ветер действует под ∠45° к плоскости портала									
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на ▽ 6100									
Тяжение ошиновки п/ст	1.5 S (S')·0,95	1.5·610·0,95 = 870	1.5·720·0,95 = 1025	1.5·970·0,95 = 1380	1.5·1180·0,95 = 1680	1.5·325·0,95 = 465	1.5·390·0,95 = 555	1.5·530·0,95 = 755	1.5·670·0,95 = 950
Ветер на боковую грань трав.	0,5 Q тр	0,5·50 = 25	0,5·11 = 6	6	6	25	6	6	6
	Итого:	0,9 т	1,03 т	1,33 т	1,69 т	0,49 т	0,56 т	0,76 т	0,95 т
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на ▽ 6100									
Ветер на провода и гирлянды	1.5 P (P') Cos 45°	1.5·72·0,707 = 76	1.5·42·0,707 = 45	1.5·56·0,707 = 59	1.5·70·0,707 = 74	1.5·56·0,707 = 59	1.5·31·0,707 = 32	1.5·38·0,707 = 40	1.5·45·0,707 = 47
Ветер на торец траверсы	0,5 Q тр	0,5·23 = 12	0,5·5 = 3	3	3	12	3	3	3
	Итого:	0,09 т	0,05 т	0,06 т	0,08 т	0,07 т	0,04 т	0,04 т	0,05 т
Вертикальные нагрузки на ▽ 400									
Масса траверсы	0,5 G тр · n	0,5·132·1,1 = 73	73	73	73	73	73	73	73
Масса стойки	G ст · n	360·1,1 = 396	396	396	396	396	396	396	396
Масса полпролета провода и гир.	1.5 Q (Q')	1.5·121 = 182	1.5(121+100) = 332	1.5(121+160) = 420	1.5(121+220) = 510	1.5·121 = 181	1.5(121+100) = 332	1.5(121+180) = 452	1.5(121+260) = 570
Масса монтера и инстр.	Q м	260	260	260	260	260	260	260	260
	Итого:	0,9 т	1,1 т	1,15 т	1,2 т	0,9 т	1,1 т	1,2 т	1,3 т

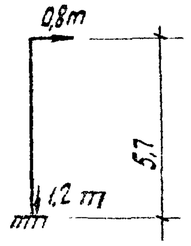
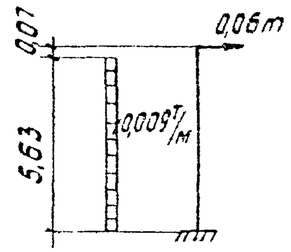
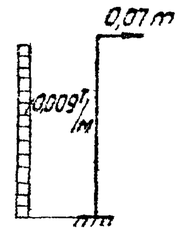
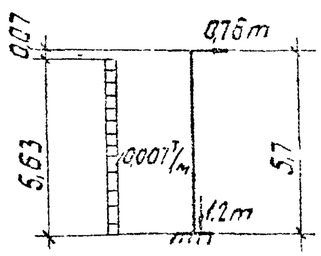
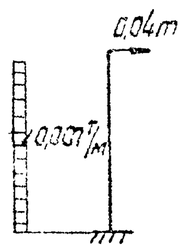
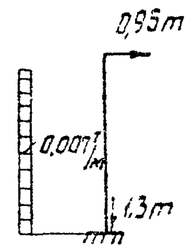
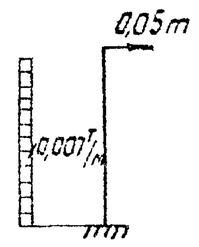
Определение нагрузок на стойку Т7 шинного портала 35 кв на отметке верха фундамента. Тяжелый тип.

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_I = 0,9т$ $M_I = 0,92 \cdot 5,7 = 5,3тм$	$H_{II} = 0,12 + 0,04\ 5,63 = 0,3т$ $M_{II} = 0,12 \cdot 5,7 + 0,04 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 1,3тм$	$H_I = 1,1т$ $M_I = 1,08 \cdot 5,7 = 6,2тм$	$H_{II} = 0,07 + 0,009 \cdot 5,63 = 0,1т$ $M_{II} = 0,07 \cdot 5,7 + 0,009 \cdot 5,63^2\ 0,5 = 0,5тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{5,3 + 1,3}{2 \cdot 0,45} + \frac{0,9}{4} = 7,31 + 0,23 = 7,5т$		$N_п^{сж} = \frac{6,2 + 0,5}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,1}{4} = 7,45 + 0,27 = 7,7т$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала				
	$H_I = 0,9 + 0,031\ 5,63 = 1,1т$ $M_I = 0,9 \cdot 5,7 + 0,031 \cdot 5,63^2\ 0,5 = 5,6тм$	$H_{II} = 0,09 + 0,031\ 5,63 = 0,3т$ $M_{II} = 0,09\ 5,7 + 0,031\ 5,63^2 \cdot 0,5 = 1,0тм$	$H_I = 1,03 + 0,007 \cdot 5,63 = 1,1т$ $M_I = 1,03\ 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 6,0тм$	$H_{II} = 0,05 + 0,007\ 5,63 = 0,1т$ $M_{II} = 0,05 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,4тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{5,6 + 1,0}{2 \cdot 0,45} + \frac{0,9}{4} = 7,31 + 0,23 = 7,5т$		$N_п^{сж} = \frac{6,0 + 0,4}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,1}{4} = 7,1 + 0,27 = 7,4т$	

	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp} = 1,5\ m$ $M_{\perp} = 1,46 \cdot 5,7 = 8,3\ тм$	 $H_{II} = 0,09 + 0,009 \cdot 5,63 = 0,1\ m$ $M_{II} = 0,09 \cdot 5,7 + 0,009 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,65\ тм$	 $H_{\perp} = 1,8\ m$ $M_{\perp} = 1,77 \cdot 5,7 = 10,1\ тм$	 $H_{II} = 0,11 + 0,009 \cdot 5,63 = 0,2\ m$ $M_{II} = 0,11 \cdot 5,7 + 0,009 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,8\ тм$
Усилия в поясе стойки	$N_n^{сж} = \frac{8,3 + 0,65}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,15}{4} = 10,0 + 0,3 = 10,3\ m$		$N_n^{сж} = \frac{10,1 + 0,8}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,2}{4} = 12,1 + 0,3 = \underline{\underline{12,4\ m}}$	
Ветер под ∠45° к плоскости портала	 $H_{\perp} = 1,39 + 0,007 \cdot 5,63 = 1,4\ m$ $M_{\perp} = 1,39 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 8,1\ тм$	 $H_{II} = 0,06 + 0,007 \cdot 5,63 = 0,1m$ $M_{II} = 0,06 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,5\ тм$	 $H_{\perp} = 1,69 + 0,007 \cdot 5,63 = 1,7\ m$ $M_{\perp} = 1,69 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 9,7\ тм$	 $H_{II} = 0,08 + 0,007 \cdot 5,63 = 0,1\ m$ $M_{II} = 0,08 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,6\ тм$
Усилия в поясе стойки	$N_n^{сж} = \frac{8,1 + 0,5}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,15}{4} = 9,6 + 0,3 = 9,9\ m$		$N_n^{сж} = \frac{9,7 + 0,6}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,2}{4} = 11,5 + 0,3 = 11,8\ m$	

Определение нагрузок на стойку Т7 шинного портала 35кВ на отметке верха фундамента. Легкий тип

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp} = 0,5т$ $M_{\perp} = 0,49 \cdot 5,7 = 2,8тм$	 $H_{II} = 0,1 + 0,04 \cdot 5,63 = 0,3т$ $M_{II} = 0,1 \cdot 5,7 + 0,04 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 1,2тм$	 $H_{\perp} = 0,6т$ $M_{\perp} = 0,59 \cdot 5,7 = 3,4тм$	 $H_{II} = 0,05 + 0,009 \cdot 5,63 = 0,1т$ $M_{II} = 0,05 \cdot 5,7 \cdot 0,009 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,4тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{2,8 + 1,2}{2 \cdot 0,45} + \frac{0,5}{4} = 4,45 + 0,22 = 4,7т$		$N_п^{сж} = \frac{3,4 + 0,4}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,1}{4} = 4,22 + 0,28 = 4,5т$	
Ветер под ∠ 45° к плоскости портала	 $H_{\perp} = 0,49 + 0,031 \cdot 5,63 = 0,7т$ $M_{\perp} = 0,49 \cdot 5,7 + 0,031 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 3,3тм$	 $H_{II} = 0,07 + 0,031 \cdot 5,63 = 0,2т$ $M_{II} = 0,07 \cdot 5,7 + 0,031 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,9тм$	 $H_{\perp} = 0,56 + 0,007 \cdot 5,63 = 0,6т$ $M_{\perp} = 0,56 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 3,3тм$	 $H_{II} = 0,04 + 0,007 \cdot 5,63 = 0,1т$ $M_{II} = 0,04 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,3тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{3,3 + 0,9}{2 \cdot 0,45} + \frac{0,9}{4} = 4,67 + 0,22 = 4,9т$		$N_п^{сж} = \frac{3,3 + 0,3}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,1}{4} = 4,0 + 0,28 = 4,3т$	

	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp} = 0,8\ m$ $M_{\perp} = 0,8 \cdot 5,7 = 4,6\ mm$	 $H_{II} = 0,06 + 0,009 \cdot 5,63 = 0,1\ m$ $M_{II} = 0,06 \cdot 5,7 + 0,009 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,5\ mm$	 $H_{\perp} = 1,0\ m$ $M_{\perp} = 1,0 \cdot 5,7 = 5,7\ mm$	 $H_{II} = 0,07 + 0,009 \cdot 5,63 = 0,1\ m$ $M_{II} = 0,07 \cdot 5,7 + 0,009 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,5\ mm$
Усилие в поясе стойки	$N_n^{сж} = \frac{4,6 + 0,5}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,2}{4} = 5,7 + 0,3 = 6,0\ m$		$N_n^{сж} = \frac{5,7 + 0,5}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,3}{4} = 6,9 + 0,3 = \underline{\underline{7,2\ m}}$	
Ветер под 45° к плоскости портала	 $H_{\perp} = 0,76 + 0,007 \cdot 5,63 = 0,8\ m$ $M_{\perp} = 0,76 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 4,4\ mm$	 $H_{II} = 0,04 + 0,007 \cdot 5,63 = 0,1\ m$ $M_{II} = 0,04 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,3\ mm$	 $H_{\perp} = 0,96 + 0,007 \cdot 5,63 = 1,0\ m$ $M_{\perp} = 0,96 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 5,5\ mm$	 $H_{II} = 0,05 + 0,007 \cdot 5,63 = 0,1\ m$ $M_{II} = 0,05 \cdot 5,7 + 0,007 \cdot 5,63^2 \cdot 0,5 = 0,4\ mm$
Усилие в поясе стойки	$N_n^{сж} = \frac{4,4 + 0,3}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,2}{4} = 5,2 + 0,3 = 5,5\ m$		$N_n^{сж} = \frac{5,5 + 0,4}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,3}{4} = 6,7 + 0,3 = 7,0\ m$	

Определение усилий в раскосах стойки Т7

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $c = 20мм$, ветер II пл. портала

$H_1 = 1.8\ м$ (см. лист 18)

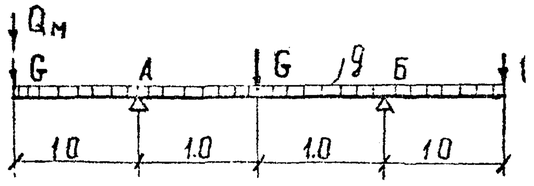
$$D = \frac{H_1}{2\cos\alpha} = \frac{1.8}{2 \cdot 0.707} = 1.3\ м.$$

$Q_{усл} = 10F = 10 \cdot 2.75 = 27.5\ кг < D$

Расчет траверсы Т2

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $c = 20мм$, ветер II пл. портала

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в вертикальной плоскости



$G = Q + Q^г = 0.121 + 0,22 = 0,34\ т$

$$g = \frac{0,132 \cdot 1.1}{4} = 0,04\ т/м$$

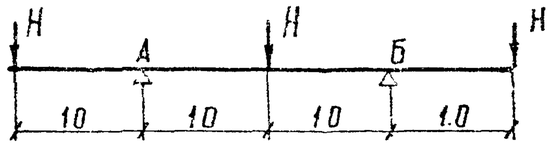
$Q_м = 0,26\ т$

$$V_A^{верт} = 1.5\,G + Q_м \frac{1.0+2.0}{2.0} + \frac{g \cdot \ell_{тр}}{2} = 1.5 \cdot 0.34 + 0,26\ 1.5 + 0,04 \cdot 2.0 = 0.98\ т$$

$$M_B^{верт} = (Q_м + G)\,1.0 + \frac{g \cdot 1.0^2}{2} = (0,26 + 0,34)\,1.0 + 0.04 \cdot 0.5 = \underline{0.62\ тм}$$

$$N_{прол}^{верт} = (G + Q_м)\,2.0 + \frac{g \cdot 2.0^2}{2} - V_A^{верт} \cdot 1.0 = (0,34 + 0.25)\,2.0 + 0.04\ 2.0 - 0,98 \cdot 1.0 = 0,3\ тм$$

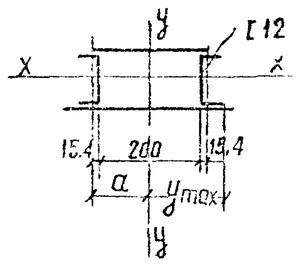
Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в горизонтальной плоскости



$H = S = 1.18\ т$

$V_A^{гор} = 1.5H = 1,5\ 1.18 = 1,77\ т$

$M_A^{гор} = H\ 1.0 = 1.18 \cdot 1.0 = 1.18\ тм$



$W_{x-x} = 2 \cdot W_x = 2 \cdot 50.6 = 101,2\ см^3$

$$W_{y-y} = \frac{2\,[J_y + a^2 F]}{y_{max}} = \frac{2\,[31.2 + 11.5^2 \cdot 133]}{15.2} = 236\ см^3$$

Напряжение в поясе траверсы

$$\sigma = \frac{M_A^{верт}}{W_{x-x}} + \frac{M_A^{гор}}{W_{y-y}} = \frac{62000}{101,2} + \frac{118000}{236} =$$

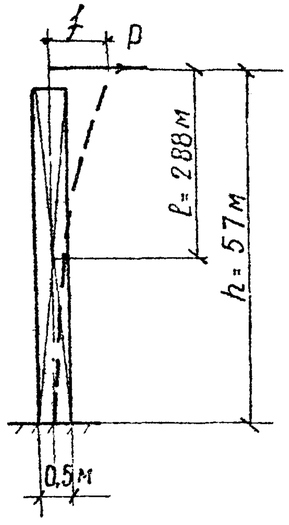
$= 610 + 500 = 1110\ кг/см^2$

Определение деформаций вершины стойки Т7 от нагрузок, действующих из плоскости портала

Тяжелый тип

IV гололедный р-н; $q_0 = 14$ кг/м², $c = 20$ мм, ветер II пл портала

$P = H_1 = 1.8$ т (см лист 18)



Пояса стойки L 90×7

$J_x = 94.3$ см⁴

$F = 12.3$ см²

$Z_0 = 2.47$ см

$a = 25 - 2.47 = 22.5$ см

$$J_{сеч.} = 4(J_x + a^2 F) = 4(94.3 + 22.5^2 \cdot 12.3) = 25200 \text{ см}^4$$

$$P^н = \frac{1.8}{1.4} = 1.3 \text{ т}$$ где:

1.4 - коэффициент перехода к нормативным нагрузкам

$$f = \frac{P^н}{3E} \cdot \frac{h^3}{J_{сеч}} = \frac{1300 \cdot 570^3}{3\,2.1\,10^6 \cdot 25200} = 1.5 \text{ см} < 2.85 \text{ см}$$

$$[f] = \frac{1}{200} h = \frac{570}{200} = 2.85 \text{ см}$$

II район по гололеду, $q_0 = 14$ кг/м², $c = 10$ мм, ветер II пл портала

$P = 1.08$ т (см. лист 17)

$$P^н = \frac{1.08}{1.3} = 0.83 \text{ т}$$

$$f = \frac{830 \cdot 570^3}{3 \cdot 2.1\,10^6\, 25200} = 0.96 \text{ см} < 2.85 \text{ см}$$

III район по гололеду, $q_0 = 14$ кг/м², $c = 15$ мм, ветер II пл портала

$P = 1.46$ т (см. лист 18)

$$P^н = \frac{1.46}{1.4} = 1.04 \text{ т}$$

$$f = \frac{1040 \cdot 570^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 1.2 \text{ см} < 2.85 \text{ см}$$

III район по ветру, $q_0 = 50$ кг/м², $c = 0$, ветер под ∠45° к пл. портала

$$P = \frac{M_1}{h} = \frac{5.6}{5.7} = 1.0 \text{ т}$$ (см. лист 17)

$$P^н = \frac{1.0}{1.25} = 0.8 \text{ т}$$

$$f = \frac{800 \cdot 570^3}{3\,2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 0.92 \text{ см} < 2.85 \text{ см}$$

Портал легкого типа

III район по ветру, $q_0 = 50$ кг/м², $c = 0$, ветер под ∠45° к пл портала

$p = \frac{M_2}{h} = \frac{3.3}{5.7} = 0.58$ т (см. лист 19)

$p^н = \frac{0.58}{1.25} = 0.46$ т

$f = \frac{460 \cdot 570^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 0.53$ см $<$ 2.85 см

II район по гололеду, $q_0 = 14$ кг/м², $c = 10$ мм, Ветер ⊥ пл портала

$p = 0.59$ т (см лист 19)

$p^н = \frac{0.59}{1.3} = 0.46$ т $\quad f = 0.53$ см $<$ 2.85 см

III район по гололеду, $q_0 = 14$ кг/м², $c = 15$ мм, Ветер ⊥ пл портала

$p = 0.8$ т (см лист 20)

$p^н = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$ т

$f = \frac{570 \cdot 570^3}{3\,2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 0.66$ см $<$ 2.85 см

IV район по гололеду, $q_0 = 14$ кг/м², $c = 20$ мм, Ветер ⊥ пл. портала

$p = 1.0$ т (см. лист 20)

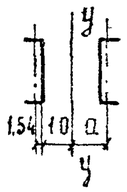
$p^н = \frac{1.0}{1.4} = 0.72$ т

$f = \frac{720 \cdot 570^3}{3 \cdot 2.1\,10^6 \cdot 25200} = 0.83$ см $<$ 2.85 см

Определение деформаций траверсы Т2 от нагрузок, действующих в горизонтальной плоскости

$p = S = 1.18$ т (см.л.3) $p^н = \frac{1.18}{1.4} = 0.85$ т

Пояса траверсы [12



$J_y = 31.2$ см⁴

$F = 13.3$ см²

$z_0 = 1.54$ см

$a = 10 + 1.54 = 11.5$ см

$J_{сеч.} = 2(J_y + a^2 F) = 2 \cdot (31.2 + 11.5^2 \cdot 13.3) = 3580$ см⁴

Прогиб на конце консоли

$f = \frac{p^н \cdot \ell^2_{конс}}{3E \cdot J_{сеч.}} (\ell + \ell_{конс}) = \frac{850 \cdot 100^2 (200+100)}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 3580} = 0.12$ см $<$ 1.43 см

$[f] = \frac{1}{70} \ell_{конс.} = \frac{100}{70} = 1.43$ см

Прогиб в середине траверсы

$f = \frac{p^н \ell^3}{48EJ} = \frac{850 \cdot 200^3}{48 \cdot 2.1 \cdot 10^6\ 3580} = 0.02$ см $<$ 1 см

$[f] = \frac{1}{200} \ell = \frac{200}{200} = 1$ см

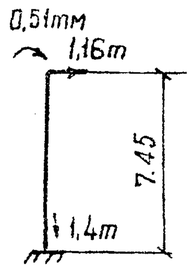
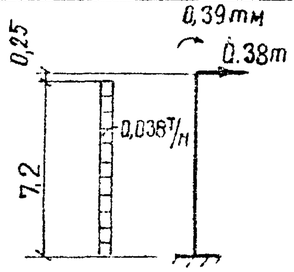
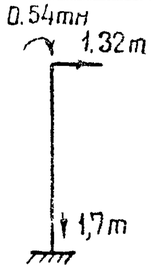
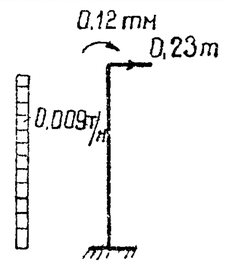
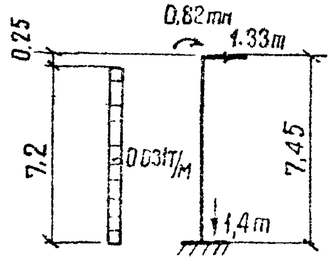
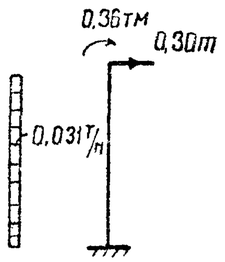
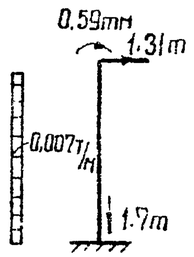
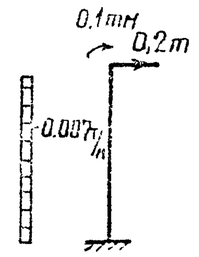
Сбор нагрузок на стойку Т8 линейного ячейкового портала 35кВ

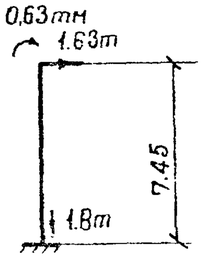
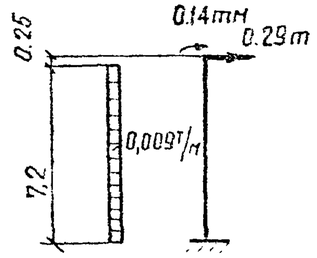
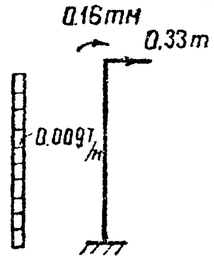
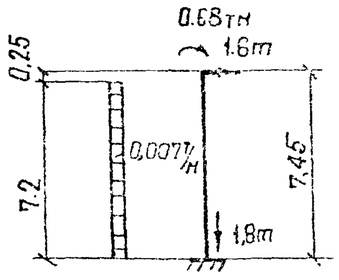
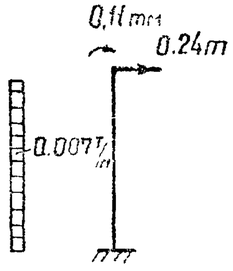
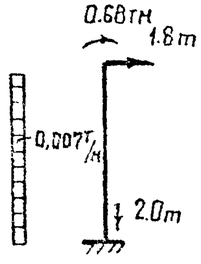
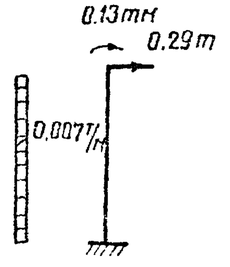
Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Тяжелый тип (стойка 3)				Легкий тип (стойка 4)			
Ветер параллельно плоскости портала									
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 7850									
Тяжение ошиновки ЛЭП	$1.5(S_1+S_1\cos 20°)$	$1.5(340+340\cdot0.94)=990$	$1.5(390+390\cdot0.94)=1140$	$1.5(490+490\cdot0.94)=1420$	$1.5(560+560\cdot0.94)=1630$	$1.5\ S_1=1.5\cdot156=230$	$1.5\ 210=315$	$1.5\cdot290=435$	$1.5\cdot350=525$
Тяжение троса	S_0	170	160	210	210	80	100	140	154
	Итого:	1.16т	1.32т	1.63т	1.84т	0.31т	0.42т	0.58т	0.68т
Изгибающий момент из плоскости портала на отм. 7850									
От тяжения троса	$S_0\ell$	$170\cdot3.0=510$	$160\cdot3.0=540$	$210\cdot3.0=630$	$210\cdot3.0=630$	$80\cdot3.0=240$	$100\cdot3.0=300$	$140\cdot3.0=420$	$154\cdot3.0=460$
	Итого:	0.51тн	0.54тн	0.63тн	0.63тн	0.24тн	0.3тн	0.42тн	0.46тн
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на отм. 7850									
Ветер на трос	P_0	12	14	21	28	12	14	21	28
Ветер на провода и гирлянды	$\frac{6P_1}{3}$	$2\cdot36=72$	$2\cdot21=42$	$2\cdot28=56$	$2\cdot35=70$	$\frac{3P_1}{2}=1.5\cdot36=54$	$1.5\cdot21=31$	$1.5\cdot28=42$	$1.5\cdot35=53$
Ветер на торец траверсы	$\frac{2Q_{тр}}{3}$	$\frac{2\cdot100}{3}=67$	$\frac{2\cdot20}{3}=13$	13	13	$0.5Q_{тр}=0.5\ 100=50$	$0.5\ 20=10$	10	10
Ветер на тросостойку	$q\ell_{тр\ ст.}$	$18\cdot2.75=50$	$4\cdot2.75=11$	11	11	50	11	11	11
Ветер на молниеотвод	$q\ell_{молн.}$	$10\cdot5.0=50$	$2\cdot5.0=10$	10	10	50	10	10	10
Составл. от тяжен. провода ЛЭП	$\frac{3}{3}S\sin 20°$	$340\cdot0.34=116$	$390\cdot0.34=133$	$490\ 0.34=167$	$560\ 0.34=190$	—	—	—	—
	Итого:	0.38т	0.23т	0.29т	0.33т	0.23т	0.08т	0.1т	0.12т
Изгибающий момент в плоскости портала на отм. 7850									
От ветра на трос	$P_0\ \ell$	$12\cdot3.0=36$	$14\cdot3.0=42$	$21\cdot3.0=63$	$28\cdot3.0=84$	36	42	63	84
От ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}\ \ell_1$	$50\cdot1.63=82$	$11\cdot1.63=18$	18	18	82	18	18	18
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн}\ \ell_2$	$50\cdot5.5=275$	$10\cdot5.5=55$	55	55	275	55	55	55
	Итого:	0.39тм	0.12тм	0.14тм	0.16тн	0.39тм	0.12тн	0.14тн	0.16тм

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II Ветер действует под L 45° к плоскости портала									
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм 7850									
Тяжение ошиновки ЛЭП	$1{,}5(S_1+S_1\cos 20°)_{0{,}95}$	990·0,95=940	1140·0,95 = 1090	1420·0,95=1350	1630·0,95=1550	1,5S·0,95=230·0,93=230	315·0,95 = 300	435·0,95 = 415	525·0,95=500
Тяжение троса	S_0 0,95	170·0,95=162	180·0,95=170	210·0,95 = 200	210·0,95 = 200	80·0,95 = 76	100·0,95 = 95	140·0,95 = 133	150·0,95 = 143
Ветер на тросостойку	$q\,l_{тр.ст.}$	14 2,75 = 38	3 2,75 = 8	8	8	38	8	8	8
Ветер на молниеотвод	$q\,l_{молн.}$	10·5,0 = 50	2·5,0 = 10	10	10	50	10	10	10
Ветер на боковую грань трав	$Q_{тр}$	140	30	30	30	$0{,}5Q_{тр}$ = 70	15	15	15
	Итого:	1,33 т	1,31т	1,60т	1,80т	0,45т	0,43т	0,59т	0,68т
Изгибающий момент из плоскости портала на отм. 7850									
От тяжения троса	$0{,}95\,S_0\,l$	162·3,0=486	170·3,0 = 510	200·3,0 = 600	200·3,0 = 600	76·3,0 = 228	95·3,0 = 285	133·3,0 = 399	143·3,0 = 429
От ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}\,l_1$	38·1,63=62	8·1,63 = 13	13	13	62	13	13	13
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн}\,l_2$	50·5,5 = 275	10·5,5 = 55	55	55	275	55	55	55
	Итого:	0,82 тм	0,59 тм	0,68 тм	0,68 тм	0,57 тм	0,36 тм	0,48 тм	0,51 тм
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на отм. 7850									
Ветер на трос	$P_0\cos 45°$	12·0,707 = 8	14,0,707 = 10	21·0,707 = 15	28·0,707 = 20	8	10	15	20
Ветер на провода и гирл.	$\frac{6P_1\cos 45°}{3}$	72·0,707=51	42,0,707 = 30	56·0,707=40	70 0,707 = 50	$\frac{3P_1\cos 45}{2}$=54·0,707=38	31·0,707 = 22	42·0,707 = 30	53·0,707 = 37
Ветер на торец траверсы	$\frac{2Q_{тр}}{3}$	$\frac{2\cdot 65}{3}$ = 43	$\frac{2\cdot 20}{3}$ = 13	13	13	$0{,}5Q_{тр}$=0,5·65=32	0,5·20 = 10	10	10
Ветер на тросостойку	$q\,l_{тр.ст}$	14·2,75 = 38	3·2,75 = 8	8	8	38	8	8	8
Ветер на молниеотвод	$q\,l_{молн}$	10·5,0 = 50	2·5,0 = 10	10	10	50	10	10	10
Составл от тяжения пров. ЛЭП	$\frac{3S_1\cdot 0{,}95}{3}\sin 20°$	116·0,95 = 110	133·0,95 = 126	167·0,95 = 158	190·0,95 = 180	—	—	—	—
	Итого	0,31т	0,2т	0,24т	0,29т	0,18т	0,06т	0,07т	0,09т
Изгибающий момент в плоскости портала на отм. 7850									
От ветра на трос	$P_0\cos 45\,l$	8·3,0 = 24	10·3,0 = 30	15·3,0 = 45	20·3,0 = 60	24	30	45	60
От ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}\,l_1$	38·1,63 = 62	8·1,63 = 13	13	13	62	13	13	13
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}\,l_2$	50·5,5 = 275	55	55	55	275	55	55	55
	Итого:	0,36тм	0,1 тм	0,11 тм	0,13 тм	0,36 тм	0,1 тм	0,11 тм	0,13 тм

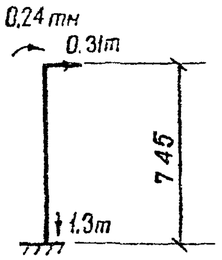
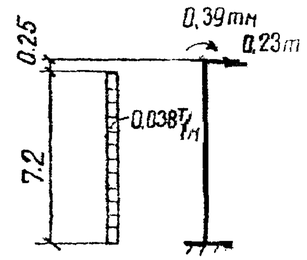
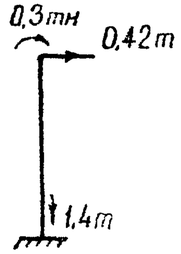
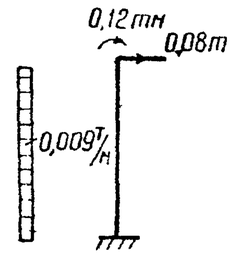
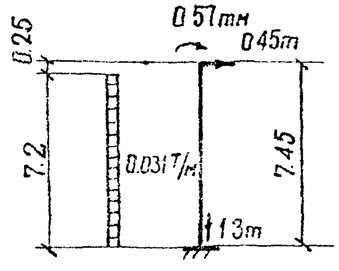
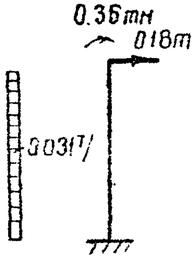
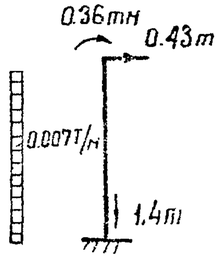
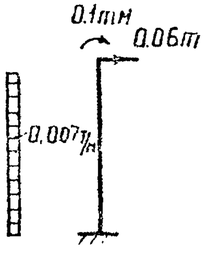
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вертикальные нагрузки на отм. 400									
Масса полпролета провода и гирлянды	$3Q_1$	3·88 = 264	3(88+80) = 504	3(88+120) = 624	3(88+160) = 744	1,5 Q_1 = 1,5·88=132	1,5·(88+80) = 252	1,5(88+120) = 312	1,5(88+160) = 372
Масса траверсы	$G_{тр.п}$	280·1,1 = 308	308	308	308	308	308	308	308
Масса тросостойки	$G_{тр.ст.п}$	81 1,1 = 89	89	89	89	89	89	89	89
Масса молниеотвода	$G_{молн.п}$	35·1,1 = 39	39	39	39	39	39	39	39
Масса стойки	$G_{ст.п}$	424·1,1 = 470	470	470	470	470	470	470	470
Масса монтера с инструм.	$Q_м$	260	260	260	260	260	260	260	260
Масса троса	$Q_о$	11	11+20 = 31	11+40 = 51	11+60 = 71	11	31	51	71
	Итого:	1,4т	1,7т	1,8т	2,0т	1,3т	1,4т	1,5т	1,6т

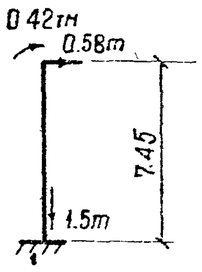
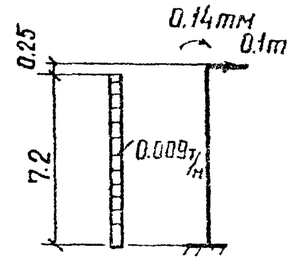
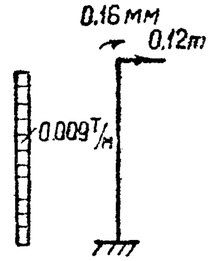
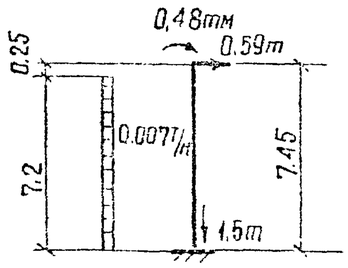
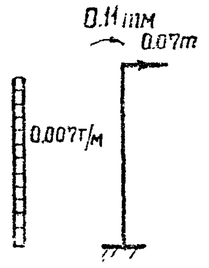
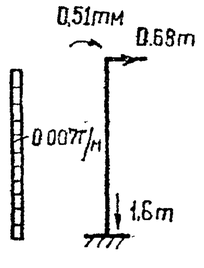
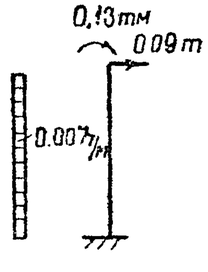
Определение нагрузок на стойку ТВ линейного ячейкового портала
Тяжелый тип (стойка 3)

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_I = 1,16т$ $M_I = 0,51 + 1,16 \cdot 7,45 = 9,2$ тм	$H_{II} = 0,38 + 0,038 \cdot 7,2 = 0,7т$ $M_{II} = 0,39 + 0,38 \cdot 7,45 + 0,038 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 4,2$тм	$H_I = 1,32т$ $M_I = 1,32 \cdot 7,45 + 0,54 = 10,4$ тм	$H_{II} = 0,23 + 0,009 \cdot 7,2 = 0,3т$ $M_{II} = 0,12 + 0,23 \cdot 7,45 + 0,009\ 7,2^2 0,5 = 2,1$тм
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{9,2 + 4,2}{2\ 0,45} + \frac{1,4}{4} = 14,9 + 0,4 = 15,3т$		$N_п^{сж} = \frac{10,4 + 2,1}{2\ 0,45} + \frac{1,7}{4} = 13,9 + 0,4 = 14,3т$	
Ветер под ∠45° к плоскости портала				
	$H_I = 1,33 + 0,031 \cdot 7,2 = 1,7т$ $M_I = 0,82 + 1,33 \cdot 7,45 + 0,031\ 7,2^2 \cdot 0,5 = 11,8$тм	$H_{II} = 0,31 + 0,031 \cdot 7,2 = 0,6т$ $M_{II} = 0,36 + 0,3 \cdot 7,45 + 0,031 \cdot 7,2^2 0,5 = 3,5$тм	$H_I = 1,31 + 0,007 \cdot 7,2 = 1,4т$ $M_I = 0,59 + 1,31 \cdot 7,45 + 0,007 \cdot 7,2^2 0,5 = 10,4$тм	$H_{II} = 0,2 + 0,007 \cdot 7,2 = 0,3т$ $M_{II} = 0,1 + 0,2 \cdot 7,45 + 0,007 \cdot 7,2^2 0,5 = 1,8$тм
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{11,8 + 3,5}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,4}{4} = 17,0 + 0,4 = 17,4т$		$N_п^{сж} = \frac{10,4 + 1,8}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,7}{4} = 13,6 + 0,4 = 14,0т$	

	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1.63\,т$ $M_{\perp} = 0.63 + 1.63 \cdot 7,45 = 12,8\,тм$	$H_{II} = 0.29 + 0,009 \cdot 7.2 = 0.4м$ $M_{II} = 0,14 + 0,29 \cdot 7.45 + 0,009 \cdot 7.2 \cdot 0,5 =$ $= 2,5\,тм$	$H_{\perp} = 1,84\,т$ $M_{\perp} = 1,84 \cdot 7.45 + 0,63 = 14,3\,тм$	$H_{II} = 0,33 + 0,009 \cdot 7,2 = 0,4м$ $M_{II} = 0,16 + 0,33 \cdot 7.45 + 0,009 \cdot 7,2^2 \cdot 0.5 =$ $= 2,9\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{12.8 + 2.5}{2 \cdot 0,45} + \frac{1.8}{4} = 17.0 + 0,45 = 17,5\,т$		$N_{п}^{сж} = \frac{14.3 + 2.9}{2 \cdot 0,45} + \frac{2.0}{4} = 19.1 + 0,5 = \underline{19.6\,т}$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1.61 + 0.007 \cdot 7.2 = 1.8м$ $M_{\perp} = 0,68 + 1.61 + 7.45 + 0.007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 =$ $= 12,9\,тм$	$H_{II} = 0,24 + 0.007 \cdot 7,2 = 0,3м$ $M_{II} = 0,11 + 0,24 \cdot 7.45 + 0.007\,7.2^2 \cdot 0.5 =$ $= 2,1\,тм$	$H_{\perp} = 1.81 + 0,007 \cdot 7,2 = 1,9м$ $M_{\perp} = 0,68 + 1.80 \cdot 7,45 + 0,007\,7,2^2 \cdot 0,5 =$ $= 14,4\,тм$	$H_{II} = 0,29 + 0.007 \cdot 7.2 = 0,4м$ $M_{II} = 0,13 + 0,29 \cdot 7.45 + 0.007\,7.2^2 \cdot 0,5 =$ $= 2,5\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{12.9 + 2.1}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.8}{4} = 16,8 + 0,45 = 17,3т$		$N_{п}^{сж.} = \frac{14,4 + 2,5}{2 \cdot 0.45} + \frac{2.0}{4} = 18,8 + 0,5 = 19,3т$	

Легкий тип (стойка 4)

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_I = 0,31т$ $M_I = 0,24 + 0,31 \cdot 7,45 = 2,5тм$	$H_{II} = 0,23 + 0,038 \cdot 7,2 = 0,5т$ $M_{II} = 0,39 + 0,23 \cdot 7,45 + 0,038 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 3,1тм$	$H_I = 0,42т$ $M_I = 0,3 + 0,42 \cdot 7,45 = 3,4тм$	$H_{II} = 0,08 + 0,009 \cdot 7,2 = 0,15т$ $M_{II} = 0,12 + 0,08 \cdot 7,45 + 0,009 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 1,0тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{2,5 + 3,1}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,3}{4} = 6,2 + 0,3 = 6,5т$		$N_п^{сж} = \frac{3,4 + 1,0}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,4}{4} = 4,9 + 0,4 = 5,3т$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала				
	$H_I = 0,45 + 0,031 \cdot 7,2 = 0,8т$ $M_I = 0,57 + 0,45 \cdot 7,45 + 0,031 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 4,9тм$	$H_{II} = 0,18 + 0,031 \cdot 7,2 = 0,5т$ $M_{II} = 0,36 + 0,18 \cdot 7,45 + 0,031 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 2,5тм$	$H_I = 0,43 + 0,007 \cdot 7,2 = 0,5т$ $M_I = 0,36 + 0,43 \cdot 7,45 + 0,007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 3,7тм$	$H_{II} = 0,06 + 0,007 \cdot 7,2 = 0,1т$ $M_{II} = 0,1 + 0,06 \cdot 7,45 + 0,007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 0,7тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{4,9 + 2,5}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,3}{4} = 8,2 + 0,3 = 8,5т$		$N_п^{сж} = \frac{3,7 + 0,7}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,4}{4} = 4,9 + 0,4 = 5,3т$	

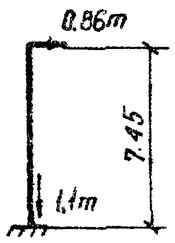
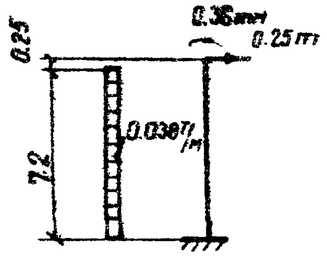
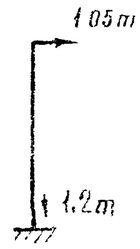
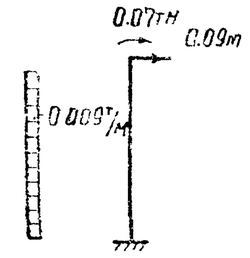
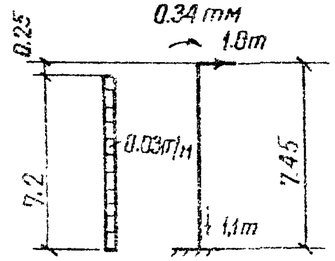
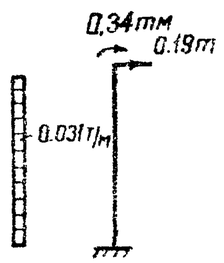
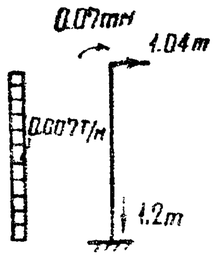
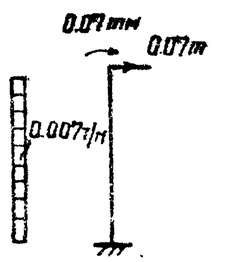
	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp} = 0,58m$ $M_{\perp} = 0,42 + 0,58 \cdot 7.45 = 4.7\ тм$	 $H_{II} = 0,1 + 0,009 \cdot 7.2 = 0,2m$ $M_{II} = 0,14 + 0,1 \cdot 7.45 + 0.009 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 1,1тм$	 $H_{\perp} = 0,68m$ $M_{\perp} = 0,46 + 0,68 \cdot 7.45 = 5,5\ тм$	 $H_{II} = 0,12 + 0,009 \cdot 7.2 = 0,2m$ $M_{II} = 0,16 + 0,12 \cdot 7.45 + 0.009 \cdot 7,2^2 \cdot 0.5 = 1,3тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{4.7 + 11}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.5}{4} = 6,45 + 0,37 = 6.8m$		$N_{п}^{сж} = \frac{5.5 + 1.3}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.5}{4} = 7.55 + 0.4 = 7,9\ m$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала	 $H_{\perp} = 0.59 + 0.007 \cdot 7.2 = 0,7m$ $M_{\perp} = 0,48 + 0,59 \cdot 7.45 + 0,007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 5,1тм$	 $H_{II} = 0.07 + 0,007 \cdot 7.2 = 0,1m$ $M_{II} = 0,11 + 0,07 \cdot 7,45 + 0,007\ 7,2^2 \cdot 0,5 = 0.8тм$	 $H_{\perp} = 0.68 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.8m$ $M_{\perp} = 0,51 + 0.68 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 5.8тм$	 $H_{II} = 0.09 + 0,007 \cdot 7.2 = 0,2m$ $M_{II} = 0,13 + 0,09 \cdot 7.45 + 0,007 \cdot 7.2^2\ 0,5 = 1.0тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{5.1 + 0.8}{2\ 0.45} + \frac{1.5}{4} = 6.57 + 0,37 = 6.9m$		$N_{п}^{сж} = \frac{5.8 + 1.0}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.6}{4} = 7.55 + 0,4 = 7,9m$	

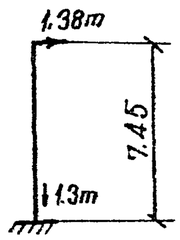
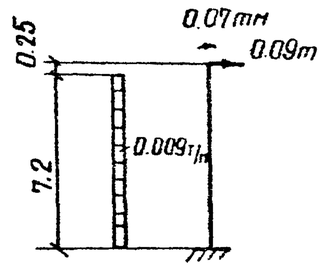
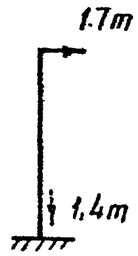
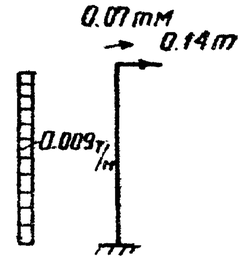
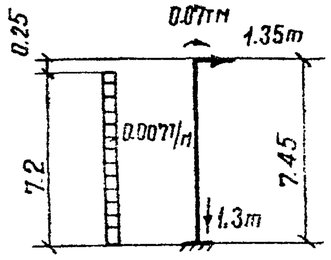
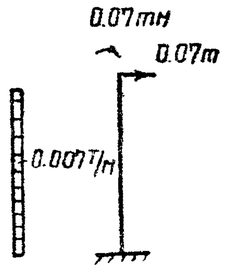
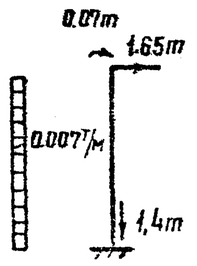
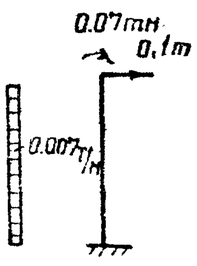
Сбор нагрузок на стойку Т8 ячейкового портала 35 кВ

Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Тяжелый тип (стойка 1)				Легкий – тип (стойка 1)			
I Ветер параллельно плоскости портала									
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 7850									
Тяжение ошиновки п/ст	1.5 S	1.5·570 = 855	1.5·700 = 1050	1.5·920 = 1380	1.5·1130 = 1700	1.5·195 = 290	1.5·260 = 390	1.5·350 = 525	1.5·490 = 735
	Итого:	0.86т	1.05т	1.38т	1.7т	0.29т	0.39т	0.53т	0.74т
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на отм. 7850									
Ветер на провода и гирл.	1.5P	1.5·58 = 87	1.5·35 = 53	1.5·36 = 54	1.5·70 = 105	1.5·34 = 51	1.5·17 = 25	1.5·20 = 30	1.5·21 = 31
Ветер на тарец траверсы	0.5Qтр.	0.5·100 = 50	0.5·20 = 10	10	10	50	10	10	10
Ветер на тросостойку	q·lтр.ст.	18·2.75 = 50	4·2.75 = 11	11	11	50	11	11	11
Ветер на молниеотвод	q·lмолн	10·5.0 = 50	2·5.0 = 10	10	10	50	10	10	10
	Итого:	0.25т	0.09т	0.09т	0.14т	0.21т	0.06т	0.07т	0.07т
Изгибающий момент в плоскости портала на отм. 7850									
От ветра на тросостойку	Qтр.ст.·l1	50·1.63 = 82	11·1.63 = 18	18	18	82	18	18	18
От ветра на молниеотвод	Qмолн.·l1	50·5.5 = 275	10·5.5 = 55	55	55	275	55	55	55
	Итого:	0.36тм	0.07тм	0.07тм	0.07тм	0.35тм	0.07тм	0.07тм	0.07тм
II Ветер под ∠45° к плоскости портала									
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 7850									
Тяжение ошиновки п/ст	1.5 S·0.95	855·0.95 = 810	1050·0.95 = 1000	1380·0.95 = 1310	1700·0.95 = 1615	290·0.95 = 275	390·0.95 = 370	525·0.95 = 500	735·0.95 = 700
Ветер на боковую грань трав	0.5Qтр.	0.5·140 = 70	0.5·30 = 15	15	15	70	15	15	15
Ветер на тросостойку	q·lтр.ст.	14·2.75 = 38	3·2.75 = 8	8	8	38	8	8	8
Ветер на молниеотвод	q·lмолн.	10·5.0 = 50	2·5.0 = 10	10	10	50	10	10	10
	Итого:	1.0т	1.04т	1.35т	1.65т	0.45т	0.41т	0.54т	0.74т

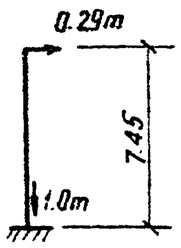
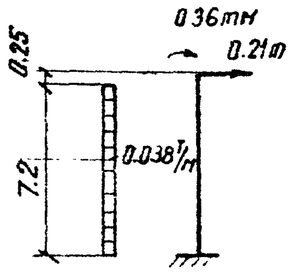
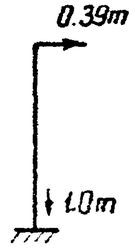
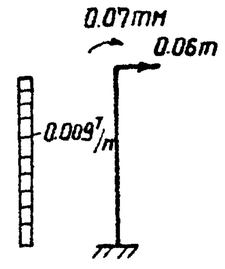
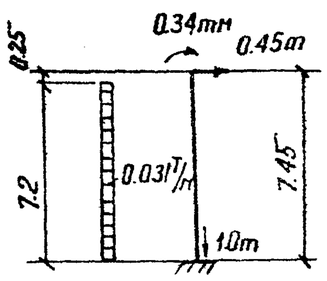
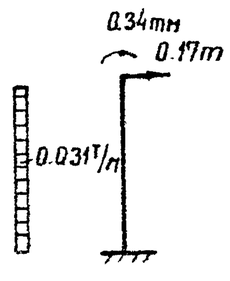
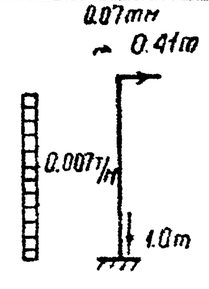
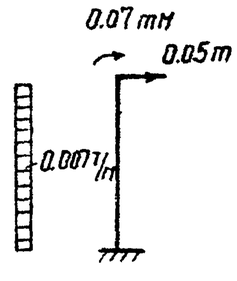
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Изгибающий момент из плоскости портала на отм. 7850									
От ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}$ l_1	38·1.63=62	8·1.63=13	13	13	62	13	13	13
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}$ l_1	50·5.5=275	10·5.5=55	55	55	275	55	55	55
	Итого:	0,34 тм	0,07тм	0,07тм	0,07тм	0,34 тм	0,07тм	0,07тм	0,07тм
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на отм. 7850									
Ветер на провода и гирлянды	1,5 P cos45°	87·0,707=62	53·0,707=37	54·0,707=38	105·0,707=74	51·0,707=36	25·0,707=18	30·0,707=21	31·0,707=22
Ветер на торец траверсы	0,5 $Q_{тр}$	0,5·84=42	0,5·20=10	10	10	42	10	10	10
Ветер на тросостойку	q $l_{тр.ст.}$	14·2,75=38	3·2,75=8	8	8	38	8	8	8
Ветер на молниеотвод	q $l_{молн.}$	10·5.0=50	2·5.0=10	10	10	50	10	10	10
	Итого:	0.19т	0,07т	0,07т	0,1т	0,17т	0,05т	0,05т	0,05т
Изгибающий момент в плоскости портала на отм. 7850									
От ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}$ l	38·1.63=62	8·1,63=13	13	13	62	13	13	13
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}$ l_1	50·5,5=275	10·5,5=55	55	55	275	55	55	55
	Итого	0,34 тм	0,07тм	0,07тм	0,07тм	0,34 тм	0,07тм	0,07тм	0,07тм
Вертикальные нагрузки на отм. 400									
Масса полпролета провода и гирлянды	1.5Q	1.5·121=181	1.5(121+100)=332	1.5(121+160)=422	1.5(121+220)=512	1.5·50=75	1.5(50+40)=135	1.5(50+70)=180	1.5(50+100)=225
Масса траверсы	0,5 $G_{тр}$·n	0,5·280·1.1=154	154	154	154	154	154	154	154
Масса стойки	$G_{ст}$·n	424·1.1=470	470	470	470	470	470	470	470
Масса тросостойки	$G_{тр.ст}$·n	81·1.1=89	89	89	89	89	89	89	89
Масса молниеотвода	$G_{молн.}$ n	35·1.1=39	39	39	39	39	39	39	39
Масса монтера с инстр.	0,5Qм	0,5·260=130	130	130	130	130	130	130	130
	Итого:	1.1т	1.2т	1.3т	1.4т	1.0т	1.0т	1.1т	1.1т

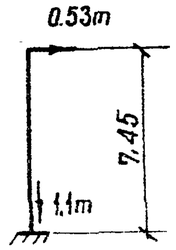
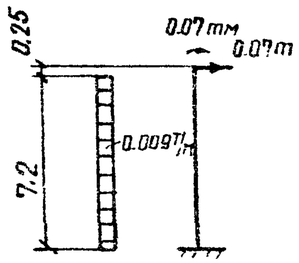
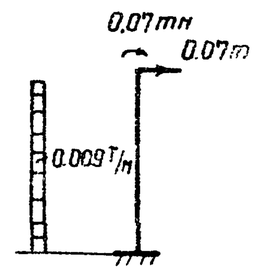
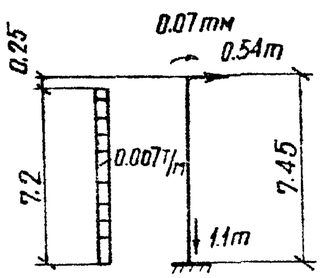
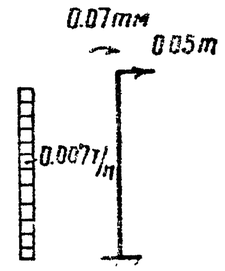
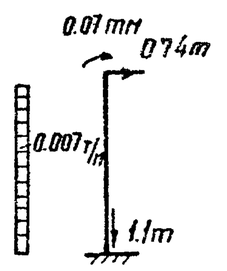
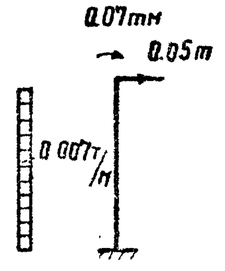
Определение нагрузок на стойку Т8 ячейкового портала 35 кВ
Тяжелый тип (стойка 1)

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_I = 0.9т$ $M_I = 0.86 \cdot 7.45 = 6.4тм$	$H_{II} = 0.25 + 0.038 \cdot 7.2 = 0.5т$ $M_{II} = 0.36 + 0.25 \cdot 7.45 + 0.038 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 3.2тм$	$H_I = 1.1т$ $M_I = 1.05 \cdot 7.45 = 7.8тм$	$H_{II} = 0.09 + 0.009 \cdot 7.2 = 0.2т$ $M_{II} = 0.07 + 0.09\ 7.45 + 0.009 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 1.0тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж.} = \frac{6.4 + 3.2}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.1}{4} = 10.7 + 0.3 = 11.0т$		$N_п^{сж} = \frac{7.8 + 1.0}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.2}{4} = 9.8 + 0.3 = 10.1т$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала				
	$H_I = 1.0 + 0.031\ 7.2 = 1.3т$ $M_I = 0.34 + 1.0 \cdot 7.45 + 0.031\ 7.2^2 \cdot 0.5 = 8.6тм$	$H_{II} = 0.19 + 0.031 \cdot 7.2 = 0.5т$ $M_{II} = 0.34 + 0.19 \cdot 7.45 + 0.031 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 2.6тм$	$H_I = 1.04 + 0.007 \cdot 7.2 = 1.1т$ $M_I = 0.07 + 1.04 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 8.0тм$	$H_{II} = 0.07 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.1т$ $M_{II} = 0.07 + 0.07 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.8тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{8.6 + 2.6}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.1}{4} = 12.4 + 0.3 = 12.7т$		$N_п^{сж} = \frac{8.0 + 0.8}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.2}{4} = 9.8 + 0.3 = 10.1т$	

	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_I = 1,4m$ $M_I = 1,38 \cdot 7,45 = 10,3тм$	$H_{II} = 0.09 + 0.009 \cdot 7,2 = 0.2m$ $M_{II} = 0,07 + 0.09 \cdot 7.45 + 0,009 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 =$ $= 1.0тм$	$H_I = 1.7m$ $M_I = 1.7 \cdot 7,45 = 12,7тм$	$H_{II} = 0,14 + 0,009 \cdot 7.2 = 0,2m$ $M_{II} = 0,07 + 0,14 \cdot 7.45 + 0.009 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 =$ $= 1.3тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{10.3 + 1.0}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.3}{4} = 12,6 + 0,3 = 12,9m$		$N_п^{сж} = \frac{12,7 + 1,3}{2 \cdot 0,45} + \frac{1.4}{4} = 15,6 + 0,4 = \underline{\underline{16.0m}}$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала				
	$H_I = 1.35 + 0.007 \cdot 7.2 = 1,4m$ $M_I = 0.07 + 1,35 \cdot 7.45 + 0.007\ 7,2^2 0.5 =$ $= 10.3тм$	$H_{II} = 0.07 + 0.007 \cdot 7.2 = 0,1m$ $M_{II} = 0.07 + 0.07 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5$ $= 0.8тм$	$H_I = 1.65 + 0,007 \cdot 7.2 = 1.7m$ $M_I = 0.07 + 1.65 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 =$ $= 12,5тм$	$H_{II} = 0,1 + 0.007 \cdot 7,2 = 0,2m$ $M_{II} = 0.07 + 0,1 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7,2^2 \cdot 0.5 =$ $= 1.0тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{10.3 + 0.8}{2\ 0.45} + \frac{1.3}{4} = 12.4 + 0,3 = 12.7\ m$		$N_п^{сж} = \frac{12.5 + 1.0}{2 \cdot 0,45} + \frac{1.4}{4} = 15.0 + 0.4 = 15,4\ m$	

Легкий тип (стойка 1)

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_I = 0.3т$ $M_I = 0.29 \cdot 7.45 = 2,2тм$	 $H_{II} = 0.21 + 0.038 \cdot 7.2 = 0.5т$ $M_{II} = 0.36 + 0,21 \cdot 7.45 + 0.038 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 2.9тм$	 $H_I = 0.4т$ $M_I = 0.39 \cdot 7.45 = 2.9тм$	 $H_{II} = 0.06 + 0.009 \cdot 7,2 = 0,1т$ $M_{II} = 0.07 + 0.06 \cdot 7.45 + 0.009 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.8тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{2.2 + 2.9}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.0}{4} = 5.7 + 0,2 = 5.9т$		$N_п^{сж} = \frac{2.9 + 0.8}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.0}{4} = 4.1 + 0.2 = 4,3т$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала	 $H_I = 0.45 + 0.031 \cdot 7.2 = 0.7т$ $M_I = 0.34 + 0,45 \cdot 7.45 + 0.031 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 4,5тм$	 $H_{II} = 0,17 + 0.031 \cdot 7.2 = 0,4т$ $M_{II} = 0,34 + 0,17 \cdot 7.45 + 0.031 \cdot 7.2^2 \cdot 0,5 = 2.4тм.$	 $H_I = 0.41 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.5т$ $M_I = 0.07 + 0,41 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 3.3тм$	 $H_{II} = 0.05 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.1т$ $M_{II} = 0.07 + 0.05 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.6тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{4.5 + 2.4}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.0}{4} = 7.7 + 0.2 = 7.9т$		$N_п^{сж} = \frac{3.3 + 0.6}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.0}{4} = 4,4 + 0,2 = 4,6т$	

	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp} = 0.5т$ $M_{\perp} = 0.53 \cdot 7.45 = 4.0тм$	 $H_{II} = 0.07 + 0.009 \cdot 7.2 = 0.1т$ $M_{II} = 0.07 + 0.07\ 7.45 + 0.009 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 =$ $= 0.8тм$	 $H_{\perp} = 0.8т$ $M_{\perp} = 0.74 \cdot 7.45 = 5.5тм$	 $H_{II} = 0.07 + 0.009 \cdot 7.2 = 0.1т$ $M_{II} = 0.07 + 0.07 \cdot 7.45 + 0.009 \cdot 7.2^2 0.5 =$ $= 0.8тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж.} = \frac{4.0+0.8}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.1}{4} = 5.3 + 0.3 = 5.6т$		$N_{п}^{сж} = \frac{5.5+0.8}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.1}{4} = 7.0 + 0.3 = \underline{\underline{7.3т}}$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала	 $H_{\perp} = 0.54 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.6т$ $M_{\perp} = 0.07 + 0.54 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 =$ $= 4.3тм$	 $H_{II} = 0.05 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.1т$ $M_{II} = 0.07 + 0.05 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 =$ $= 0.6тм$	 $H_{\perp} = 0.74 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.8т$ $M_{\perp} = 0.07 + 0.74 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 =$ $= 5.8тм$	 $H_{II} = 0.05 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.1т$ $M_{II} = 0.07 + 0.05 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 =$ $= 0.6тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{4.3+0.6}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.1}{4} = 5.4 + 0.3 = 5.7т$		$N_{п}^{сж} = \frac{5.8+0.6}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.1}{4} = 7.1 + 0.3 = 7.4т$	

Определение усилий в раскосах стойки Т8

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кГ/м^2$, $C = 20мм$, ветер под 45° к пл. порт.

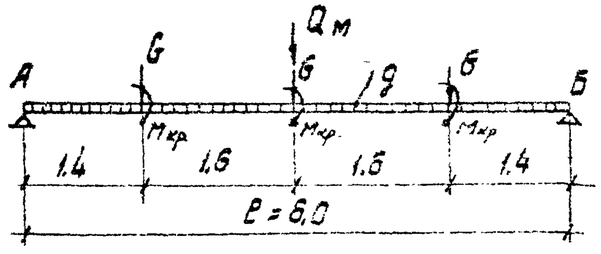
$H_у = 1.9\ м$ (см. лист 28)

$$D = \frac{1.9}{2 \cdot \cos 45^\circ} = \frac{1.9}{2 \cdot 0.707} = 1.4\ м$$

Расчет траверсы Т1

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кГ/м^2$, $C = 20мм$, ветер ⊥ пл. портала

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в вертикальной плоскости



$G = Q + Q^г = 0.121 + 0.22 = 0.34\ т$

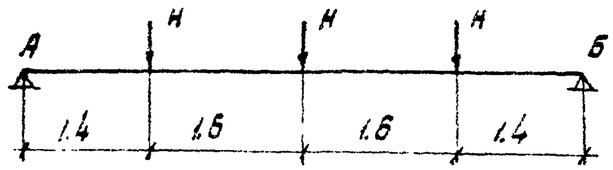
$Q_м = 0.26\ т$

$$q = \frac{280 \cdot 1.1}{6.0} = 0.05\ т/м$$

$$V_A^{верт.} = 1.5\,G + 0.5\,q\ell + 0.5\,Q_м = 1.5 \cdot 0.34 + 0.05 \cdot 3.0 + 0.13 = 0.8\ т$$

$$M_{max.}^{верт} = V_A^{верт.} \cdot \frac{\ell}{2} - \left(G \cdot 1.6 + \frac{q\ell^2}{8}\right) = 0.8 \cdot 3.0 - \left(0.34 \cdot 1.5 + 0.05 \cdot \frac{3.0^2}{8}\right) = 1.5\ тм$$

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в горизонтальной плоскости

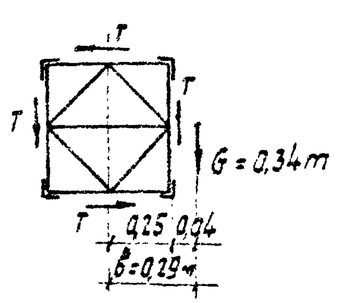


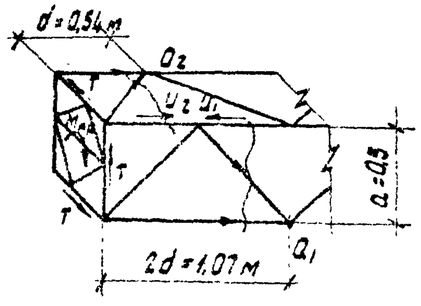
$H = S = 1.13\ м$

$$V_A^{гор.} = 1.5H = 1.5 \cdot 1.13 = 1.7\ т$$

$$M_{max}^{гор.} = V_A^{гор.} \cdot \frac{\ell}{2} - H \cdot 1.6 = 1.7 \cdot 3.0 - 1.13 \cdot 1.5 = 3.3\ тм$$

Усилия в поясе траверсы от кручения





Крутящий момент от веса проводов

$$M_{кр.} = Gв = 0.34 \cdot 0.29 = 0.1\ тм$$

$$T = \frac{M_{кр}}{2a} = \frac{0.1}{2 \cdot 0.5} = 0.1\ т$$

$\sum M_{01}=0 \quad T\,2d - U_1 a = 0 \qquad U_1 = \frac{T\cdot 2d}{a}$

$\sum M_{02}=0 \quad Td - U_2 a = 0 \qquad U_2 = \frac{Td}{a}$

Усилие в поясе от кручения

$$U^{кр} = U_1 - U_2 = \frac{Td}{a}$$

$$U^{кр} = \frac{0.1\cdot 0.54}{0.5} = 0.1\,т$$

Суммарное усилие в поясе траверсы

$$U_{тр} = \frac{M^{верт}_{max}}{2a} + \frac{M^{гор.}_{max}}{2a} + 0{,}5U^{кр} = \frac{1.6+3.3}{2\cdot 0.465} + 0{,}05 = 5{,}3+0{,}05 = 5{,}4\,т$$

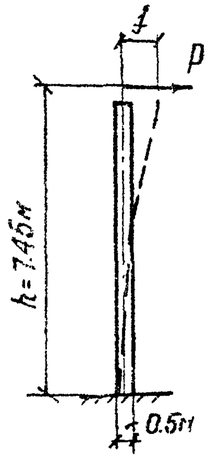
расчетн.

Расчет решетки траверсы см. расчет шинного портала 110 кВ, лист 47

Определение деформаций вершины стойки Т8 (стойка 3) от нагрузок, действующих из плоскости портала

Линейный портал тяжелого типа

IV гололедный район; $q_0 = 14\ кг/м^2$, $c = 20$ мм, ветер под $\angle 45°$ к пл. портала



$$p = \frac{M_1}{h} = \frac{14.4}{7.45} = 1.93\,т \quad (см.\ лист\ 28)$$

Пояса стойки L 90×7

$J_{сеч} = 25200\ см^4$ (см. лист 22)

$$p^н = \frac{1.93}{1.4} = 1.38\,т$$

$$f = \frac{p^н \cdot h^3}{3E\,J_{сеч}} = \frac{1380\cdot 745^3}{3\cdot 2.1\cdot 10^6\cdot 25200} = 3.6\,см < 3.7\,см$$

$$[f] = \frac{1}{200}h = \frac{745}{200} = 3.7\,см$$

III район по ветру, $q_0 = 50\ кг/м^2$ $c=0$; ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала

$$p = \frac{11.8}{7.45} = 1{,}6\,т \quad (см.\ лист\ 27)$$

$$p^н = \frac{1.6}{1.25} = 1{,}28\,т$$

$$f = \frac{1280\cdot 745^3}{3\cdot 2.1\cdot 10^6\cdot 25200} = 3{,}3\,см < 3.7\,см$$

II район по гололеду, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $c = 10$мм, ветер II пл. портала

$p = 1{,}4\,т$ (см. лист 27)

$$p^н = \frac{1.4}{1.3} = 1.08\,т$$

$$f = \frac{1080\cdot 745^3}{3\cdot 2.1\cdot 10^6\cdot 25200} = 2.8\,см < 3.7\,см$$

III район по гололеду, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $c = 15$ мм, ветер II пл. портала

$p = 1.7\,т$ (см. лист 28)

$$p^н = \frac{1.7}{1.4} = 1{,}2\,т$$

$$f = \frac{1200\cdot 745^3}{3\cdot 2.1\cdot 10^6\cdot 25200} = 3{,}1\,см < 3.7\,см$$

Линейный портал легкого типа, стойка 4

III район по ветру. $q_0 = 50$ кг/м², $C = 0$, ветер под ∠45° к пл портала

$p = \frac{M_1}{h} = \frac{4.9}{7.45} = 0,66$ т (см лист 29)

$p^н = \frac{0.66}{1.25} = 0,53$ т

$f = \frac{530 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 1,4$ см $<$ 3.7 см

II район по гололеду, $q_0 = 14$ кг/м², $C = 10$ мм. Ветер II пл. портала

$p = 0,5$ т (см. лист 29)

$p^н = \frac{0.5}{1.3} = 0,38$ т

$f = \frac{380 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 10$ см $<$ 3.7 см

III район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$p = \frac{5.1}{7.45} = 0,58$ т (см. лист 30)

$p^н = \frac{0.58}{1.4} = 0,42$ т

$f = \frac{420 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 1,1$ см $<$ 3.7 см

IV район по гололеду, ветер под ∠45° к плоскости портала

$p = \frac{5.8}{7.45} = 0,77$ т (см. лист 30)

$p^н = \frac{0,77}{1.4} = 0.55$ т

$f = \frac{550 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 1.4$ см $<$ 3.7 см

Ячейковый портал тяжелого типа, стойка 1

III район по ветру, ветер под ∠45° к пл портала

$p = \frac{8.6}{7.45} = 1,15$ т (см. лист 33)

$p^н = \frac{1.15}{1.25} = 0.92$ т

$f = \frac{920 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 2,4$ см $<$ 3.7 см

II район по гололеду, ветер под ∠45° к пл портала

$p = \frac{8.0}{7.45} = 1.1$ т (см. лист 33)

$p^н = \frac{1.1}{1.3} = 0.85$ т

$f = \frac{850 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 2,2$ см $<$ 3.7 см

III район по гололеду, ветер параллельно пл портала

$p = 1,4$ т (см. лист 34)

$p^н = \frac{1.4}{1.4} = 1.0$ т

$f = \frac{1000 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 2.6$ см $<$ 3.7 см

IV район по гололеду, ветер параллельно пл. портала

$p = 1,7$ т (см. лист 34)

$p^н = \frac{1.7}{1.4} = 1,2$ т

$f = \frac{1200 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 3,0$ см $<$ 3,7 см

Ячейковый портал легкого типа, стойка 1

III район по ветру, ветер под ∠45° к пл. портала

$p = \frac{4.5}{7.45} = 0.6\,т$ (см. лист 35)

$p^н = \frac{0.6}{1.25} = 0,48\,т$

$f = \frac{480 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 1.25\,см < 3.7\,см$

II район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$p = \frac{3.3}{7.45} = 0.44\,т$ (см. лист 35)

$p^н = \frac{0.44}{1.3} = 0.34\,т$

$f = \frac{340 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 0.9\,см < 3.7\,см$

III район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$p = \frac{4.3}{7.45} = 0.57\,т$ (см. лист 36)

$p^н = \frac{0.57}{1.4} = 0.4\,т$

$f = \frac{400 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 1.05\,см < 3.7\,см$

IV район по гололеду, ветер параллельно пл. портала

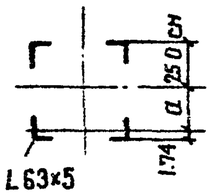
$p = 0.8\,т$ (см. лист 36) $p^н = \frac{0.8}{1.4} = 0.57\,т$

$f = \frac{800 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 2,1\,см < 3.7\,см$

Определение деформаций траверсы Т1

от нагрузок, действующих в горизонтальной плоскости

$M^{гор}_{max} = 3.3\,тм$ (см. лист 37) $M^н = \frac{3.3}{1.4} = 2,36\,тм$



Пояса траверсы L 63×5

$J_x = 23,1\,см^4$

$F = 6.13\,см^2$

$Z_o = 1,74\,см$

$a = 25 - 1,74 = 23,3\,см$

$J_{сеч} = 4\,(J_x + a^2 F) = 4\,(23,1 + 23,3^2 \cdot 6.13) = 13\,400\,см^4$

Прогиб в середине траверсы (приближенно)

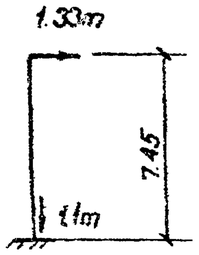
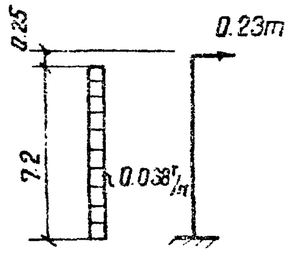
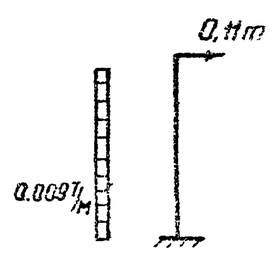
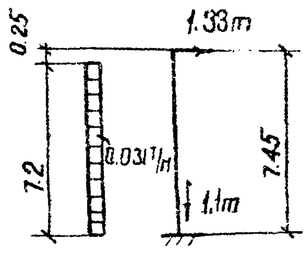
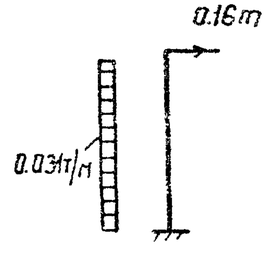
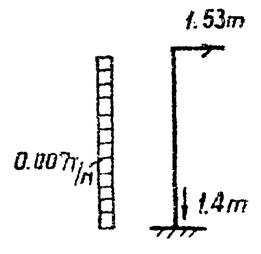
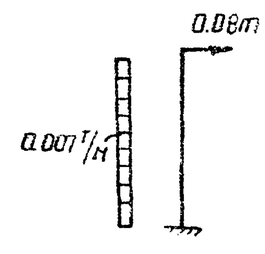
$f = \frac{M^н \ell^2}{10\,E\,J} = \frac{236000 \cdot 600^2}{10 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 13400} = 0,3\,см < 3.0\,см$

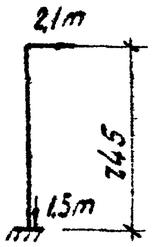
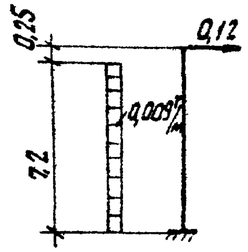
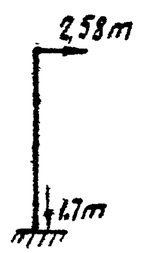
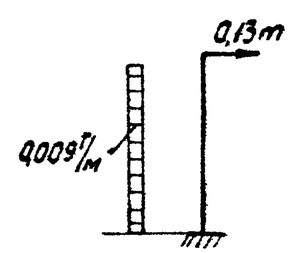
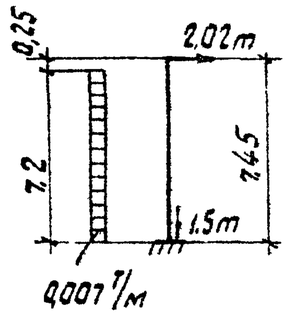
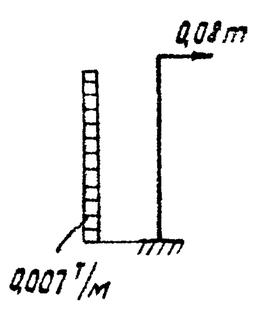
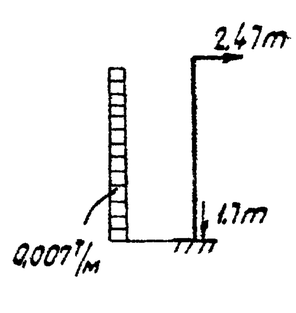
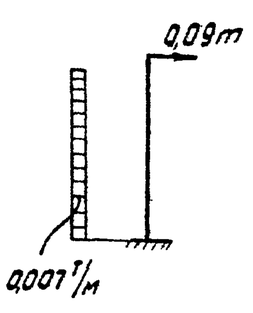
$[f] = \frac{1}{200}\,\ell = \frac{600}{200} = 3\,см$

Сбор нагрузок на стойку шинного портала Т8 в различных режимах

Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Тяжелый тип				Легкий тип			
I Ветер действует параллельно пл. портала									
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 7850									
Тяжение ошиновки	1,5 S(S')	1,5·884 = 1326	1,5·1060 = 1590	1,5·1400 = 2100	1,5·1720 = 2580	1,5·350 = 525	1,5·416 = 624	1,5·574 = 861	1,5·730 = 1095
	Итого:	1,33 т	1,59 т	2,1 т	2,58 т	0,53 т	0,62 т	0,86 т	1,1 т
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на отм. 7850									
Ветер на провода и гирлянды	1,5 P(P')	1,5·120 = 180	1,5·63 = 95	1,5·70 = 105	1,5·77 = 116	1,5·42 = 63	1,5·28 = 42	1,5·31 = 47	1,5·35 = 53
Ветер на торец траверсы	0,5 Q тр	0,5·100 = 50	0,5·20 = 10	10	10	50	10	10	10
	Итого:	0,23 т	0,11 т	0,12 т	0,13 т	0,11 т	0,05 т	0,06 т	0,06 т
II Ветер действует под ∠ 45° к плоскости портала									
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм 7850									
Тяжение ошиновки	1,5 S(S')·0,95	0,95·1,5·884 = 1260	0,95·1,5·1060 = 1510	0,95·1,5·1400 = 2000	0,95·1,5·1720 = 2450	0,95·1,5 350 = 500	0,95 1,5·416 = 590	0,95·1,5·574 = 820	0,95·1,5·730 = 1040
Ветер на боковую грань тр.	0,5 Q тр	0,5·140 = 70	0,5·30 = 15	15	15	70	15	15	15
	Итого:	1,33 т	1,53 т	2,02 т	2,47 т	0,57 т	0,61 т	0,84 т	1,06 т
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на отм. 7850									
Ветер на провода и гирлянда	1,5·P(P')cos45°	1,5·120·0,7 = 126	1,5·63·0,7 = 67	1,5·70·0,7 = 74	1,5·77·0,7 = 80	1,5 42·0,707 = 45	1,5·28 0,707 = 30	1,5·31·0,707 = 33	1,5·35·0,707 = 37
Ветер на торец траверсы	0,5 Q тр	0,5·65 = 33	0,5·20 = 10	10	10	33	10	10	10
	Итого:	0,16 т	0,08 т	0,08 т	0,09 т	0,08 т	0,04 т	0,04 т	0,05 т
Вертикальные нагрузки на отметке 4,00									
Масса траверсы	0,5 G тр n	0,5·279 1,1 = 160	160	160	160	160	160	160	160
Масса стойки	G ст n	388 1,1 = 430	430	430	430	430	430	430	430
Масса полпролета проводов и гирл.	1,5 Q(Q')	1,5·187 = 280	1,5(187+160) = 520	1,5(187+260) = 670	1,5(187+360) = 820	1,5·88 = 132	1,5(88+80) = 252	1,5(88+120) = 312	1,5(88+160) = 372
Масса монтера с инструм.	Q м	260	260	260	260	260	260	260	260
	Итого:	1,1 т	1,4 т	1,5 т	1,7 т	1,0 т	1,1 т	1,2 т	1,2 т

Определение нагрузок на стойку Т8 на отметке верха фундамента
Тяжелый тип

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp} = 1,33\,m$ $M_{\perp} = 1,33 \cdot 7.45 = 9.9\,тм$	 $H_{II} = 0,23 + 0,038 \cdot 7.2 = 0.5\,m$ $M_{II} = 0.23 \cdot 7.45 + 0.038 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 2.8\,тм$	 $H_{\perp} = 1,6\,m$ $M_{\perp} = 1.59 \cdot 7.45 = 11.8\,тм$	 $H_{II} = 0,1 + 0,009 \cdot 7.2 = 0,16\,m$ $M_{II} = 0,11 \cdot 7.45 + 0.009 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 1,1\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{10.6 + 2.8}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.1}{4} = 14.9 + 0.27 = 15,2\,m$		$N_{п}^{сж} = \frac{11.8 + 1.1}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.4}{4} = 14.3 + 0,35 = 14,6\,m$	
Ветер под 45° к плоскости портала	 $H_{\perp} = 1.35 + 0.031 \cdot 7.2 = 1.6\,m$ $M_{\perp} = 1.33 \cdot 7.45 + 0.031 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 10.7\,тм$	 $H_{II} = 0.16 + 0.031 \cdot 7.2 = 0.4\,m$ $M_{II} = 0.16 \cdot 7.45 + 0.031 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 2.1\,тм$	 $H_{\perp} = 1.53 + 0.007 \cdot 7.2 = 1.6\,m$ $M_{\perp} = 1.53 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 11.6\,тм$	 $H_{II} = 0.08 + 0.007 \cdot 7.2 = 0,1\,m$ $M_{II} = 0.08 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.8\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{10,7 + 2,1}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.1}{4} = 14.3 + 0.27 = 14,6\,m$		$N_{п}^{сж} = \frac{11.6 + 0.8}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.4}{4} = 13.8 + 0,35 = 14,1\,m$	

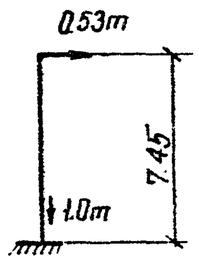
	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_\perp = 2,1\,m$ $M_\perp = 2,1 \cdot 7,45 = 15,65\,тм$	 $H_{II} = 0,12 + 0,009 \cdot 7,2 = 0,2\,m$ $M_{II} = 0,12 \cdot 7,45 + 0,009 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 1,13\,тм$	 $H_\perp = 2,6\,m$ $M_\perp = 2,58 \cdot 7,45 = 19,2\,тм$	 $H_{II} = 0,13 + 0,009 \cdot 7,2 = 0,2\,m$ $M_{II} = 0,13 \cdot 7,45 + 0,009 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 1,2\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_n^{сж} = \frac{15,65 + 1,13}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,5}{4} = 18,65 + 0,38 = 19,0\,m$		$N_n^{сж} = \frac{19,2 + 1,2}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,7}{4} = 22,7 + 0,4 = \underline{\underline{23,1\,m}}$	
Ветер под ∠45° к плоскости портала	 $H_\perp = 2,02 + 0,007 \cdot 7,2 = 2,1\,m$ $M_\perp = 2,02 \cdot 7,45 + 0,007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 15,2\,тм$	 $H_{II} = 0,08 + 0,007 \cdot 7,2 = 0,13\,m$ $M_{II} = 0,08 \cdot 7,45 + 0,007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 0,8\,тм$	 $H_\perp = 2,47 + 0,007 \cdot 7,2 = 2,5\,m$ $M_\perp = 2,47 \cdot 7,45 + 0,007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 18,6\,тм$	 $H_{II} = 0,09 + 0,007 \cdot 7,2 = 0,14\,m$ $M_{II} = 0,09 \cdot 7,45 + 0,007 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 0,85\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_n^{сж} = \frac{15,2 + 0,8}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,5}{4} = 17,8 + 0,38 = 18,2\,m$		$N_n^{сж} = \frac{18,6 + 0,85}{2 \cdot 0,45} + \frac{1,7}{4} = 21,6 + 0,4 = 22,0\,m$	

Легкий тип

Ветер параллельно плоскости портала

III район по ветру

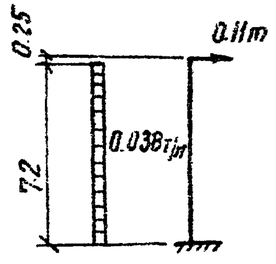
Из плоскости портала



$H_I = 0.5т$

$M_I = 0.53 \cdot 7.45 = 4.0тм$

В плоскости портала



$H_{II} = 0,11 + 0.038 \cdot 7.2 = 0.4т$

$M_{II} = 0,11 \cdot 7.45 + 0.038 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 1.8тм$

II район по гололеду

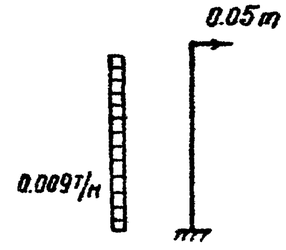
Из плоскости портала



$H_I = 0.6т$

$M_I = 0.62 \cdot 7.45 = 4.6тм$

В плоскости портала



$H_{II} = 0.05 + 0.009 \cdot 7.2 = 0.1т$

$M_{II} = 0.05 \cdot 7.45 + 0.009 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.6тм$

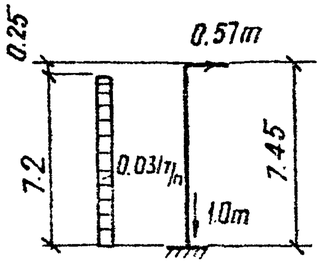
Усилие в поясе стойки

$$N_п^{сж} = \frac{4.0 + 1.8}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.0}{4} = 6.5 + 0.2 = 6.7т$$

$$N_п^{сж} = \frac{4.6 + 0.6}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.1}{4} = 5.8 + 0.3 = 6.1т$$

Ветер под ∠ 45° к плоскости портала

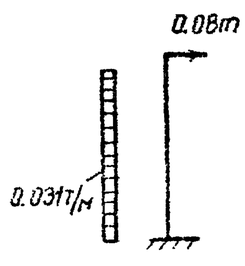
Из плоскости портала



$H_I = 0.57 + 0.031 \cdot 7.2 = 0.8т$

$M_I = 0.57 \cdot 7.45 + 0.031 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 5,1тм$

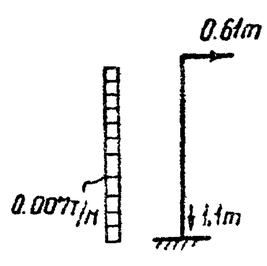
В плоскости портала



$H_{II} = 0.09 + 0.031\ 7.2 = 0.3т$

$M_{II} = 0.09 \cdot 7.45 + 0.031 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 1.4тм$

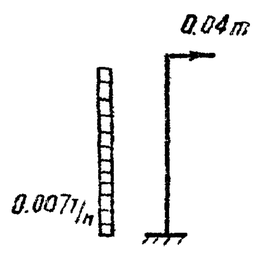
Из плоскости портала



$H_I = 0.61 + 0.007 \cdot 7,2 = 0,7т$

$M_I = 0.61 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 4,7тм$

В плоскости портала



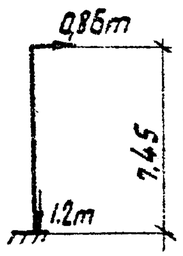
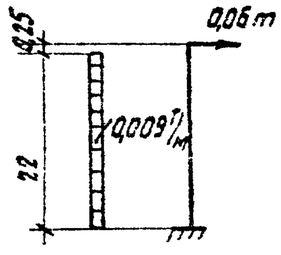
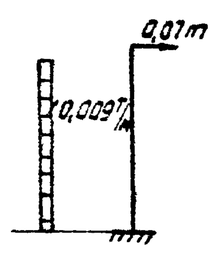
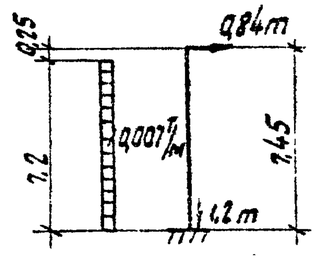
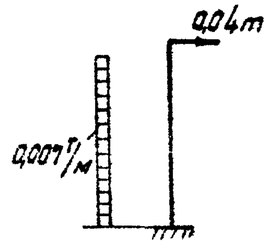
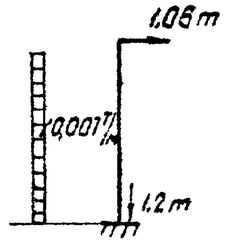
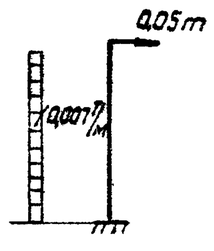
$H_{II} = 0.04 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.1т$

$M_{II} = 0.04 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.5тм$

Усилие в поясе стойки

$$N_п^{сж} = \frac{5.1 + 1.4}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.0}{4} = 7.2 + 0.2 = 7.4т$$

$$N_п^{сж} = \frac{4.7 + 0.5}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.1}{4} = 5.8 + 0.3 = 6.1т$$

	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_\perp = 0{,}9m$ $M_\perp = 0{,}86 \cdot 7{,}45 = 6{,}4тм$	 $H_{II} = 0{,}06 + 0{,}009 \cdot 7{,}2 = 0{,}1m$ $M_{II} = 0{,}06 \cdot 7{,}45 + 0{,}009 \cdot 7{,}2^2 \cdot 0{,}5 = 0{,}7тм$	 $H_\perp = 1{,}1m$ $M_\perp = 1{,}1 \cdot 7{,}45 = 8{,}2тм$	 $H_{II} = 0{,}07 + 0{,}009 \cdot 7{,}2 = 0{,}1m$ $M_{II} = 0{,}07 \cdot 7{,}45 + 0{,}009 \cdot 7{,}2^2 \cdot 0{,}5 = 0{,}8тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{6{,}4 + 0{,}7}{2 \cdot 0{,}45} + \frac{1{,}2}{4} = 7{,}9 + 0{,}3 = 8{,}2т$		$N_п^{сж} = \frac{8{,}2 + 0{,}8}{2 \cdot 0{,}45} + \frac{1{,}2}{4} = 10{,}0 + 0{,}3 = \underline{\underline{10{,}3т}}$	
Ветер под ∠ 45° к плоскости портала	 $H_\perp = 0{,}84 + 0{,}007 \cdot 7{,}2 = 0{,}9m$ $M_\perp = 0{,}84 \cdot 7{,}45 + 0{,}007 \cdot 7{,}2^2 \cdot 0{,}5 = 6{,}4тм$	 $H_{II} = 0{,}04 + 0{,}007 \cdot 7{,}2 = 0{,}1m$ $M_{II} = 0{,}04 \cdot 7{,}45 + 0{,}007 \cdot 7{,}2^2 \cdot 0{,}5 = 0{,}5тм$	 $H_\perp = 1{,}06 + 0{,}007 \cdot 7{,}2 = 1{,}1m$ $M_\perp = 1{,}06 \cdot 7{,}45 + 0{,}007 \cdot 7{,}2^2 \cdot 0{,}5 = 8{,}1тм$	 $H_{II} = 0{,}05 + 0{,}007 \cdot 7{,}2 = 0{,}1m$ $M_{II} = 0{,}05 \cdot 7{,}45 + 0{,}007 \cdot 7{,}2^2 \cdot 0{,}5 = 0{,}6тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{6{,}4 + 0{,}5}{2 \cdot 0{,}45} + \frac{1{,}2}{4} = 7{,}7 + 0{,}3 = 8{,}0m$		$N_п^{сж} = \frac{8{,}1 + 0{,}6}{2 \cdot 0{,}45} + \frac{1{,}2}{4} = 9{,}7 + 0{,}3 = 10{,}0m$	

Определение усилий в раскосах стойки Т8

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $C = 20мм$, ветер II пл. портала

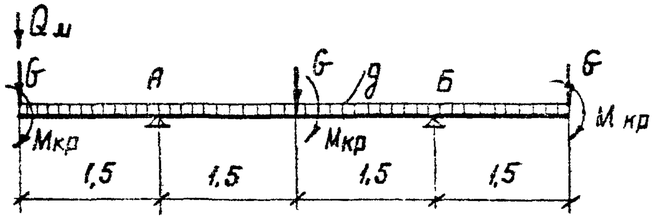
$H_\perp = 2,58\ м$ (см. лист 43)

$$D = \frac{2,58}{2 \cdot 0,707} = 1,82м$$

Расчет траверсы Т1

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $C = 20мм$, ветер II пл. портала

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в вертикальной плоскости



$G = Q + Q^г = 0,187 + 0,36 = 0,55\ т$

$Q_ж = 0,26\ т$

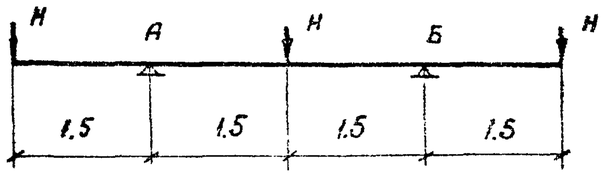
$g = 0,05\ т/м$

$$V_A^{верт} = 1,5\ G + \frac{g\ell_{тр}}{2} + Q_ж \frac{1,5+3,0}{3,0} = 1,5 \cdot 0,55 + 0,05 \cdot 3,0 + 0,26 \cdot 1,5 = 1,37\ т$$

$$M_A^{верт} = (G + Q_ж)\ 1,5 + \frac{g \cdot 1,5^2}{2} = (0,55 + 0,26)\ 1,5 + \frac{0,05 \cdot 1,5^2}{2} = 1,3\ тм$$

$$M_{проп}^{верт} = (G + Q_ж)3,0 + \frac{g\ell^2}{8} - V_A^{верт} \cdot 1,5 = (0,55 + 0,26)3,0 + 0,05 \cdot \frac{6^2}{8} - 1,37 \cdot 1,5 = 0,6\ тм$$

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в горизонтальной плоскости



$H = S = 1,72\ т$

$$V_A^{гор} = 1,5\ H = 1,5 \cdot 1,72 = 2,58\ т$$

$$M_A^{гор} = H \cdot 1,5 = 1,72 \cdot 1,5 = 2,58\ тм$$

$$M_{проп}^{гор} = H \cdot 3,0 - V_A^{гор} \cdot 1,5 = 1,72 \cdot 3,0 - 2,58 \cdot 1,5 = 1,3\ тм$$

Крутящий момент от веса проводов

$$M_{кр} = G \cdot b = 0,55 \cdot 0,29 = 0,16\ тм$$

$$T = \frac{M_{кр}}{2a} = \frac{0,16}{2 \cdot 0,5} = 0,16\ т$$

Усилие в поясе от кручения

$$U^{кр} = \frac{Td}{a} = \frac{0,16 \cdot 0,54}{0,5} = 0,17\ т$$

Суммарное усилие в поясе траверсы

$$U_{тр}^{оп} = \frac{M_A^{верт} + M_A^{гор}}{2a} + U^{кр} = \frac{1,3 + 2,58}{2 \cdot 0,465} + 0,17 = 4,17 + 0,17 = 4,3\ т$$

$$U_{тр}^{проп} = \frac{0,6 + 1,3}{2 \cdot 0,465} + 0,17 = 2,04 + 0,17 = 2,2\ т$$

Расчет вертикальной решетки траверсы Т1

$D_1 = 0,5(G + Q_м) + T = 0,5(0,55 + 0,26) + 0,16 = 0,56\,m$

$D_2 \cos\alpha = 0,5(G + Q_м) + T \qquad \cos\alpha = \frac{0,5}{0,555} = 0,9$

$D_2 = \frac{0,5(0,55 + 0,26) + 0,16}{0,9} = 0,62\,m$

$D_3 = 0$

$D_4 \cos\beta = 0,5(G + Q_м + q \cdot 0,8) + T \qquad \cos\beta = \frac{0,5}{0,76} = 0,66$

$D_4 = \frac{0,56}{0,66} = 0,85\,m$

$D_5 \equiv D_4 = 0,85\,m$

$D_6 = 0,5 \cdot V_A^{верт.} = 0,5 \cdot 1,37 = 0,68\,m$

$D_7 \cos\gamma = 0,5(V_A^{верт.} - Q_м - q \cdot 1,94 - G) + T \qquad \cos\gamma = \frac{0,5}{0,736} = 0,68$

$D_7 = \frac{0,5(1,37 - 0,26 - 0,05 \cdot 1,94 - 0,55) + 0,16}{0,68} = 0,57\,m$

$D_8 \equiv D_7 = 0,57\,m$

$D_{10} = 0,5\,G + T = 0,5 \cdot 0,55 + 0,16 = 0,44\,m$

Расчет горизонтальной решетки траверсы Т1

$D_1 = 0,5H + T = 0,5 \cdot 1,72 + 0,16 = \underline{1,02\,m}$

$D_2 = \frac{0,5H + T}{\cos\alpha} = \frac{1,02}{0,9} = \underline{1,13\,m}$

$D_3 = 0$

$D_4 = \frac{0,5H + T}{\cos\beta} = \frac{1,02}{0,66} = \underline{1,55\,m}$

$D_5 = D_4 = \underline{1,55\,m}$

$D_6 = 0,5\ V_A^{гор.} = 0,5 \cdot 2,58 = \underline{1,3\,m}$

$D_7 = \frac{0,5(V_A^{гор.} - H) + T}{\cos\gamma} = \frac{0,5(2,58 - 1,72) + 0,16}{0,68} = \underline{0,87\,m}$

$D_8 = D_7 = 0,87\,m$

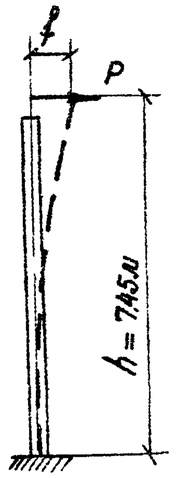
$D_{10} = 0,5\,H + T = \underline{1,02\,m}$

Подбор сечения решетки траверсы см. расчетный лист черт. 7027тм-II лист 41

Определение деформаций вершины стойки Т8 от нагрузок, действующих из плоскости портала

Стойка тяжелого типа

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $c = 20мм$, ветер II пл. портала



$P = H_y = 2.58\ т$ (см. лист 43)

$J_{сеч} = 25200\ см^4$ (см. лист 22)

$P^н = \frac{2.58}{1.4} = 1.84\ т$

$[f] = \frac{1}{200} h = \frac{745}{200} = 3.7\ см$

$f = \frac{P^н h^3}{3 E J_{сеч}} = \frac{1840 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 4.75\ см > 3.7см$ – допускается увеличение прогиба сверх допустимого за счет ограничения деформаций фундаментов при их повороте в грунте.

II район по гололеду, ветер параллельно пл. портала

$P = 1.6\ т$ (см. лист 42)

$P^н = \frac{1.6}{1.3} = 1.23\ т$

$f = \frac{1230 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 3.2\ см < 3.7см$

III район по гололеду, ветер параллельно пл. портала

$P = 2.1\ т$ (см лист 43)

$P^н = \frac{2.1}{1.4} = 1.5\ т$

$f = \frac{1500 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 3.87 > 3.7см$ (см. примечан. для IV гололедного района)

III район по ветру, ветер под ∠ 45° к пл. портала

$P = \frac{10.7}{7.45} = 1.44\ т$ (см. лист 42)

$P^н = \frac{1.44}{1.25} = 1.15\ т$

$f = \frac{1150 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 3.0\ см < 3.7см$

Стойка легкого типа

III район по ветру, ветер под ∠ 45° к пл. портала

$P = \frac{5.1}{7.45} = 0.7\ т$ (см. лист 44)

$P^н = \frac{0.7}{1.25} = 0.56\ т$

$f = \frac{560 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 1.45см < 3.7см$

II район по гололеду, Ветер под ∠45° к пл. портала

$P = 0.7\,т$ (см. лист 44)

$p^н = \frac{0.7}{1.3} = 0.54\,т$

$f = \frac{540 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 1.4см < 3.7см$

III район по ветру, Ветер II пл. портала

$P = 0.86\,т$ (см. лист 45)

$p^н = \frac{0.86}{1.4} = 0.62т$

$f = \frac{620 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 1.6\,см < 3.7см$

IV район по гололеду, Ветер II пл. портала

$P = 1.1т$ (см. лист 45)

$p^н = \frac{1.1}{1.4} = 0.8т$

$f = \frac{800 \cdot 745^3}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 2.1см < 3.7см$

Определение деформаций траверсы Т1 от нагрузок, действующих в горизонтальной плоскости

$P = S = 1.72\,т$ $P^н = \frac{1.72}{1.4} = 1.23\,т$

$J_{сеч} = 13400\,см^4$ (см. лист 38)

Прогиб на конце консоли

$f = \frac{p^н \ell_{конс}^2}{3 E J_{сеч}} (\ell + \ell_{конс}) = \frac{1230 \cdot 150^2 (300+150)}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 13400} = 0.15см < 2.14см$

$[f] = \frac{1}{70} \ell_{конс} = \frac{150}{70} = 2.14см$

Прогиб в середине траверсы (приближенно)

$f = \frac{p^н \ell^3}{48 E J} = \frac{1230 \cdot 300^3}{48 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 13400} = 0.025\,см < 1.5см$

$[f] = \frac{1}{200} \ell = \frac{300}{200} = 1.5см$

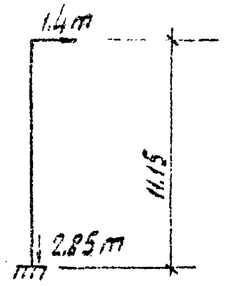
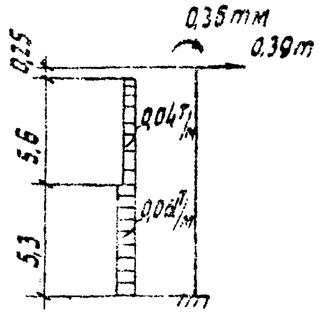
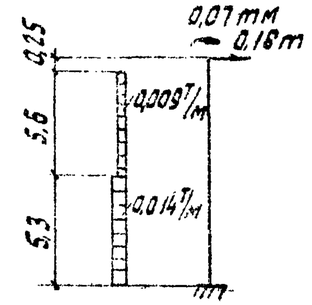
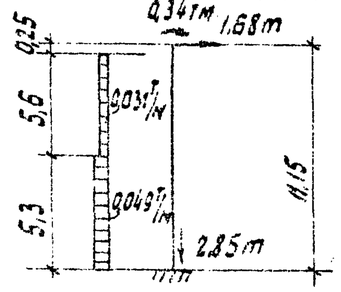
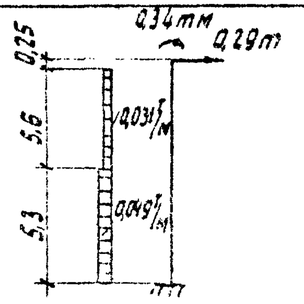
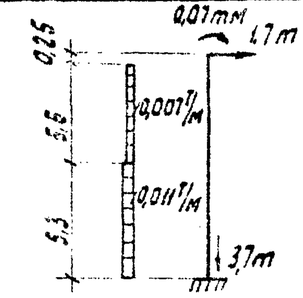
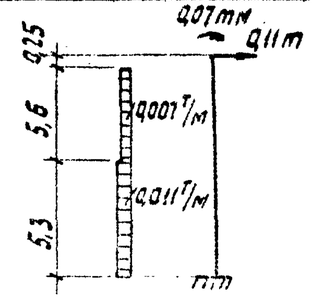
Сбор нагрузок на стойку ячейкового портала 110 кВ в различных режимах на отметке оси траверсы

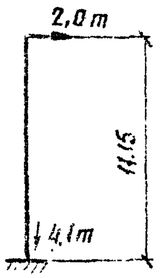
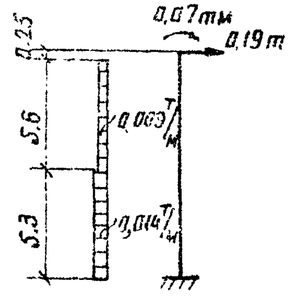
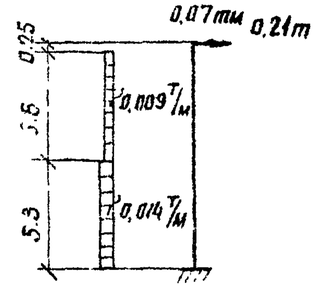
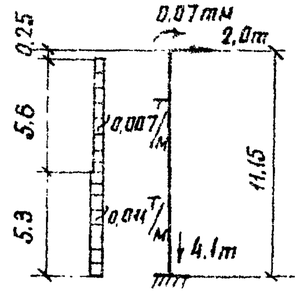
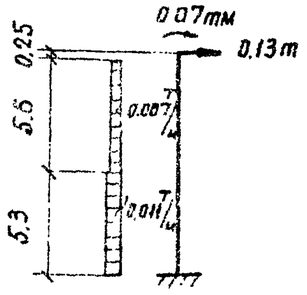
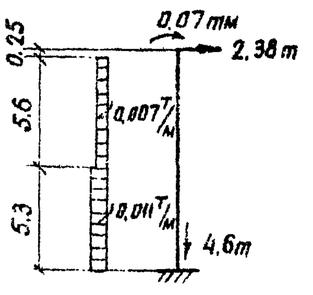
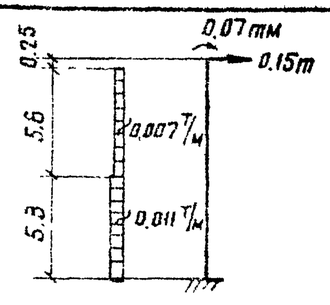
Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	II район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Тяжелый тип (стойка 2)				Легкий тип (стойка 4)			
I Ветер действует параллельно плоскости портала									
Горизонтальные нагрузки из пл. портала на отм. 11350									
Тяжение ошиновки п/ст	1,5 (S+S')	1,5(312+585)=1396	1,5(390+728)=1677	1,5(504+826)=1995	1,5(600+980)=2380				
То же	3S	—	—	—	—	3·273=819	3·273=819	3·378=1134	3·480=1440
	Итого:	1,4 т	1,68 т	2,0 т	2,38 т	0,82 т	0,82 т	1,13 т	1,44 т
Горизонтальные нагрузки в пл. портала на отм. 11350									
Ветер на провода и гирл.	—	P+P'=48+96=144	28+49=77	35+63=98	42+77=119	$\frac{6P}{3}$ = 2·42=84	2·28=56	2·28=56	2·35=70
Ветер на заградитель и гирл	$\frac{3P_2}{3}$	42	35	42	49	42	35	42	49
Ветер на торец траверсы	$\frac{2Q_{тр.}}{3}$	$\frac{2\cdot150}{3}$ = 100	$\frac{2\cdot36}{3}$ = 24	24	24	100	24	24	24
Ветер на тросостойку	$q\ell_{тр.ст}$	18·2,75=50	4·2,75=11	11	11	50	11	11	11
Ветер на молниеотвод	$q\ell_{молн.}$	10·5,0=50	2·5,0=10	10	10	50	10	10	10
	Итого:	0,39 т	0,16 т	0,19 т	0,21 т	0,33 т	0,14 т	0,14 т	0,16 т
Изгибающий момент в плоскости портала на отм. 11350									
От Ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}\ell$	50·1,63=82	11·1,63=18	18	18	82	18	18	18
От Ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}\ell_1$	50·5,5=275	10·5,5=55	55	55	275	55	55	55
	Итого:	0,36 тм	0,07 тм	0,07 тм	0,07 тм	0,36 тм	0,07 тм	0,07 тм	0,07 тм

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II Ветер действует под ∠ 45° к пл. портала									
Горизонтальные нагрузки из пл. портала на отм. 11350									
Тяжение ошиновки п/ст	—	1,5(S+S')0,95 = 1,5(342+585)0,95=1325	1,5(390+728))0,95=1590	1,5(504+826)0,95 = 1895	1,5(600+980)0,95= 2260	36·0,95=3·273·0,95=778	3·273·0,95 = 778	3·378·0,95 = 1075	3·480·0,95 = 1370
Ветер на заградитель и гирл.	$1,5P_2 \cos 45°$	1,5·42·0,707=45	1,5·35·0,707=37	1,5·42·0,707=45	1,5·49·0,707=52	1,5·42·0,707=45	1,5·35·0,707=37	1,5·42·0,707=45	1,5·49·0,707=52
Ветер на траверсу	$Q_{тр.}$	220	52	52	52	220	52	52	52
Ветер на трассостойку	$q\ l_{тр.ст.}$	14·2,75=38	3·2,75=8	8	8	14·2,75=38	3·2,75=8	8	8
Ветер на молниеотвод	$q\ l_{молн.}$	10·5,0=50	2·5,0=10	10	10	10·5,0=50	2·5,0=10	10	10
	Итого:	1,68т	1,7т	2,0т	2,38т	1,13т	0,89т	1,19т	1,49т
Изгибающий момент из плоскости портала на отм. 11350									
От ветра на трассостойку	$Q_{тр.ст.}\ l$	38·1,63=62	8·1,63=13	13	13	62	13	13	13
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}\ l_1$	50·5,5=275	10·5,5=55	55	55	275	55	55	55
	Итого	0,34тм	0,07тм	0,07тм	0,07тм	0,34тм	0,07тм.	0,07тм	0,07тм
Горизонтальные нагрузки в пл. портала на отм. 11350									
Ветер на провода и гирлянды	—	(P+P')cos 45°= =(48+96)0,707=102	(28+49)0,707=54	(35+63)0,707=68	(42+77)0,707=84	2Pcos45=2·42·0,7=55	2·28·0,707=40	2·28·0,707=40	2·35·0,707=49
Ветер на заградит. и гирлянду	$P_2 \cos 45$	42·0,707=30	35·0,707=25	42·0,707=30	49·0,707=35	42·0,707=30	35·0,707=25	42·0,707=30	49·0,707=35
Ветер на треть траверсы	$\frac{2Q}{3}$	$\frac{2\cdot 100}{3}=68$	$\frac{2\cdot 24}{3}=16$	16	16	68	16	16	16
Ветер на трассостойку	$q\ l_{тр.ст}$	14·2,75=38	3·2,75=8	8	8	14·2,75=38	3·2,75=8	8	8
Ветер на молниеотвод	$q\ l_{молн.}$	10·5,0=50	2·5,0=10	10	10	50	10	10	10
	Итого:	0,29т	0,11т	0,13т	0,15т	0,25т	0,1т	0,1т	0,12т
Изгибающий момент в плоскости портала на отм. 11350									
От ветра на трассостойку	$Q_{тр.ст.}\ l$	38·1,63=62	8·1,63=13	13	13	2	13	13	13
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}\ l_1$	50·5,5=275	10·5,5=55	55	55	275	55	55	55
	Итого:	0,34тм	0,07тм	0,07тм	0,07тм	0,34тм	0,07тм	0,07тм	0,07тм

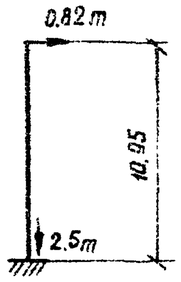
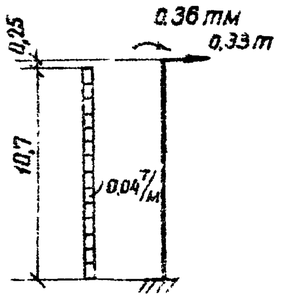
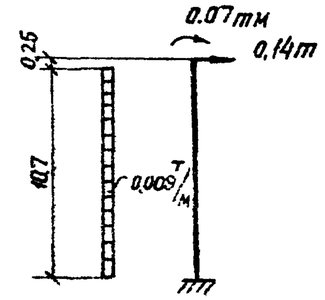
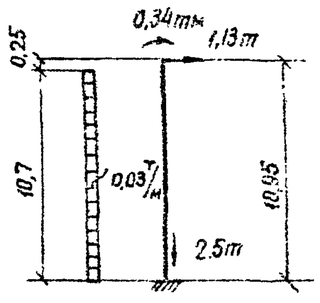
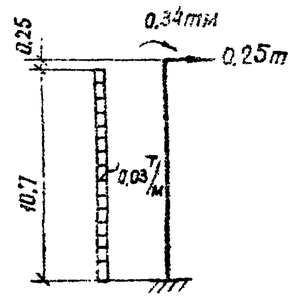
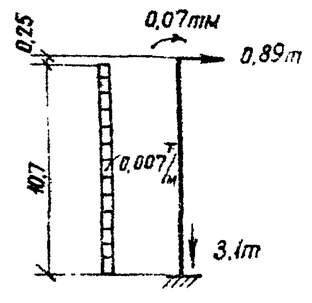
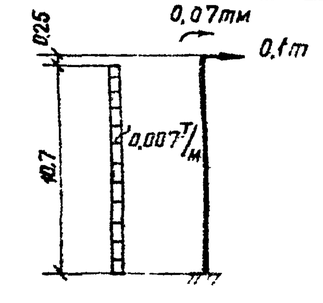
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вертикальные нагрузки на отм. 400									
Масса полпролета провода и гирлянды	—	$1,5(Q+Q')=$ $=1,5(110+176)=429$	$1,5(110+80+176+130)=744$	$1,5(110+120+176+220)=936$	$1,5(110+170+176+300)=1134$	$3Q=3\cdot88=264$	$3\cdot(88+60)=444$	$3(88+120)=624$	$3(88+160)=744$
Масса заградителей и гирл.	$1,5\,Q_2$	$1,5\cdot424=636$	$1,5(424+340)=1146$	$1,5(424+510)=1401$	$1,5(424+680)=1656$	636	1146	1401	1656
Масса тросостойки	$G_{тр\,ст.\,п}$	$81\cdot1,1=89$	89	89	89	89	89	89	89
Масса молниеотвода	$G_{молн.\,п}$	$35\cdot1,1=39$	39	39	39	39	39	39	39
Масса стойки	$G_{ст}$ п	$903\cdot1,1=993$	993	993	993	$690\cdot1,1=760$	760	760	760
Масса монтера с инстр.	$Q_м$	260	260	260	260	260	260	260	260
Масса траверсы	$G_{тр.\,п}$	$370\cdot1,1=407$	407	407	407	407	407	407	407
	Итого:	2,85т	3,7 т	4,1 т	4,6т	2,5т	3,1т	3,6т	4,0 т

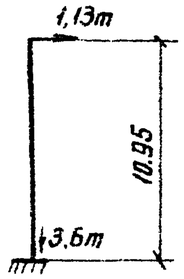
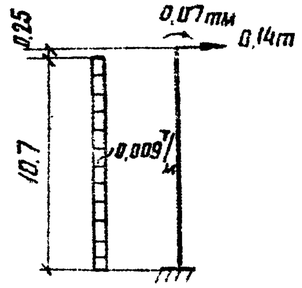
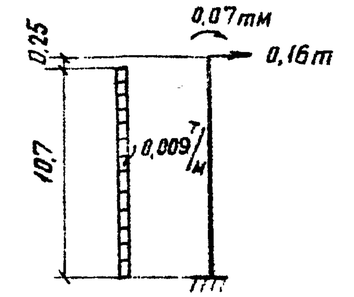
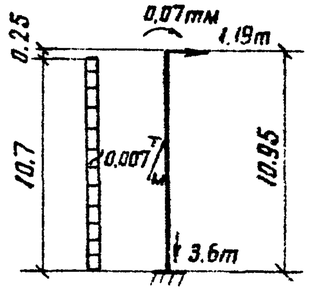
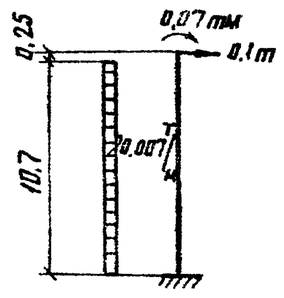
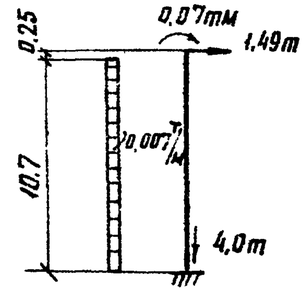
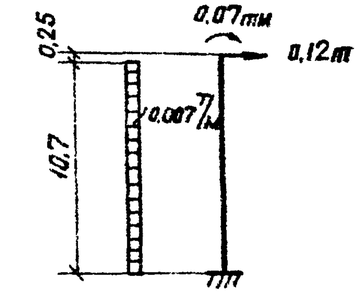
Определение нагрузок на стойку ячейкового портала 110 кВ на отметке верха фундамента
Тяжелый тип портала (стойка 2)

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_\perp = 1.4$ м $M_\perp = 1.4 \cdot 11.15 = 15.6$ тм	$H_{II} = 0.39 + 0.04 \cdot 5.6 + 0.061 \cdot 5.3 = 0.9$ м $M_{II} = 0.36 + 0.39 \cdot 11.15 + 0.04 \cdot 5.6 \cdot 8.1 + 0.061 \cdot 5.3^2 \cdot 0.5 = 7.4$ тм	$H_\perp = 1.68$ м $M_\perp = 1.68 \cdot 11.15 = 18.7$ тм	$H_{II} = 0.16 + 0.009 \cdot 5.6 + 0.014 \cdot 5.3 = 0.3$ м $M_{II} = 0.07 + 0.16 \cdot 11.15 + 0.009 \cdot 5.6 \cdot 8.1 + 0.014 \cdot 5.3^2 \cdot 0.5 = 2.5$ тм
Нагрузки на фундамент	$N_{max}^{сж} = \frac{15.6 + 7.4}{2 \cdot 1.85} + \frac{2.85}{4} = 6.2 + 0.7 = 6.9$ т $N_{max}^{выр.} = -6.2 + 0.7 = -5.5$ т } для широкобазой стойки		$N_{max}^{сж} = \frac{18.7 + 2.5}{2 \cdot 1.85} + \frac{3.7}{4} = 5.74 + 0.93 = 6.7$ т $N_{max}^{выр.} = -5.74 + 0.93 = -4.8$ т	
Усилие в поясе стойки	$N_n^{сж} = \frac{15.6 + 7.4}{2 \cdot 1.79} + \frac{2.85}{4} = 6.4 + 0.7 = 7.1$ т – для широкобазой стойки $N_n^{сж} = \frac{15.6 + 7.4}{2 \cdot 0.43} + \frac{2.85}{4} = 26.8 + 0.7 = 27.5$ т – для узкобазой стойки		$N_n^{сж} = \frac{18.7 + 2.5}{2 \cdot 1.79} + \frac{3.7}{4} = 5.9 + 0.9 = 6.8$ т $N_n^{сж} = \frac{18.7 + 2.5}{2 \cdot 0.43} + \frac{3.7}{4} = 24.7 + 0.9 = 25.6$ т	
Ветер под ∠ 45° к плоскости портала				
	$H_\perp = 1.68 + 0.031 \cdot 5.6 + 0.049 \cdot 5.3 = 2.1$ м $M_\perp = 0.34 + 1.68 \cdot 11.15 + 0.031 \cdot 5.6 \cdot 8.1 + 0.049 \cdot 5.3^2 \cdot 0.5 = 21.1$ тм	$H_{II} = 0.29 + 0.031 \cdot 5.6 + 0.049 \cdot 5.3 = 0.8$ м $M_{II} = 0.34 + 0.29 \cdot 11.15 + 0.031 \cdot 5.6 \cdot 8.1 + 0.049 \cdot 5.3^2 \cdot 0.5 = 5.1$ тм	$H_\perp = 1.7 + 0.007 \cdot 5.6 + 0.011 \cdot 5.3 = 1.8$ м $M_\perp = 0.07 + 1.70 \cdot 11.15 + 0.007 \cdot 5.6 \cdot 8.1 + 0.011 \cdot 5.3^2 \cdot 0.5 = 19.5$ тм	$H_{II} = 0.11 + 0.007 \cdot 5.6 + 0.011 \cdot 5.3 = 0.2$ м $M_{II} = 0.007 + 0.11 \cdot 11.15 + 0.007 \cdot 5.6 \cdot 8.1 + 0.011 \cdot 5.3^2 \cdot 0.5 = 1.8$ тм
Нагрузки на фундамент	$N_{max}^{сж} = \frac{21.1 + 5.7}{2 \cdot 1.85} + \frac{2.85}{4} = 7.2 + 0.7 = 7.9$ т $N_{max}^{выр.} = -7.2 + 0.7 = -6.5$ т		$N_{max}^{сж} = \frac{19.5 + 1.8}{2 \cdot 1.85} + \frac{3.7}{4} = 5.76 + 0.93 = 6.7$ т $N_{max}^{выр.} = -5.76 + 0.93 = -4.8$ т	
Усилие в поясе стойки	$N_n^{сж} = \frac{21.1 + 5.7}{2 \cdot 1.79} + \frac{2.85}{4} = 7.5 + 0.7 = 8.2$ т $N_n^{сж} = \frac{21.1 + 5.7}{2 \cdot 0.43} + \frac{2.85}{4} = 31.2 + 0.7 = 31.9$ т		$N_n^{сж} = \frac{19.5 + 1.8}{2 \cdot 1.79} + \frac{3.7}{4} = 5.9 + 0.9 = 6.8$ т $N_n^{сж} = \frac{19.5 + 1.8}{2 \cdot 0.43} + \frac{3.7}{4} = 24.8 + 0.9 = 25.7$ т	

	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp} = 2,0 т$ $M_{\perp} = 2,0 \cdot 11,15 = 22,3 тм$	 $H_{II} = 0,19 + 0,009 \cdot 5,6 + 0,014 \cdot 5,3 = 0,3 т$ $M_{II} = 0,07 + 0,19 \cdot 11,15 + 0,009 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + + 0,014 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 2,8 тм$	 $H_{\perp} = 2,4 т$ $M_{\perp} = 2,38 \cdot 11,15 = 26,6 тм$	 $H_{II} = 0,21 + 0,009 \cdot 5,6 + 0,014 \cdot 5,3 = 0,3 т$ $M_{II} = 0,07 + 0,21 \cdot 11,15 + 0,009 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + + 0,014 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 3,0 тм$
Нагрузки на фундамент	$N^{сж}_{max} = \frac{22,3+2,8}{2 \cdot 1,85} + \frac{4,1}{4} = 6,8 + 1,0 = 7,8 т$ $N^{выр}_{max} = -6,8 + 1,0 = -5,8 т$		$N^{сж}_{max} = \frac{26,6+3,0}{2 \cdot 1,85} + \frac{4,6}{4} = 8,0 + 1,1 = \underline{9,1 т}$ $N^{выр}_{max} = -8,0 + 1,1 = -6,9 т$	
Усилие в поясе стойки	$N^{сж}_{п} = \frac{22,3+2,8}{2 \cdot 1,79} + \frac{4,1}{4} = 7,0 + 1,0 = 8,0 т$ $N^{сж}_{п} = \frac{22,3+2,8}{2 \cdot 0,43} + \frac{4,1}{4} = 29,2 + 1,0 = 30,2 т$		$N^{сж}_{п} = \frac{26,6+3,0}{2 \cdot 1,79} + \frac{4,6}{4} = 8,3 + 1,1 = \underline{9,4 т}$ $N^{сж}_{п} = \frac{26,6+3,0}{2 \cdot 0,43} + \frac{4,6}{4} = 34,5 + 1,1 = \underline{35,6 т}$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала	 $H_{\perp} = 2,0 + 0,007 \cdot 5,6 + 0,011 \cdot 5,3 = 2,1 т$ $M_{\perp} = 0,07 + 2,0 \cdot 11,15 + 0,007 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + + 0,011 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 22,8 тм$	 $H_{II} = 0,13 + 0,007 \cdot 5,6 + 0,011 \cdot 5,3 = 1,4 т$ $M_{II} = 0,07 + 0,13 \cdot 11,15 + 0,007 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + + 0,011 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 2,0 тм$	 $H_{\perp} = 2,38 + 0,007 \cdot 5,6 + 0,011 \cdot 5,3 = 2,5 т$ $M_{\perp} = 0,07 + 2,38 \cdot 11,15 + 0,007 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + + 0,011 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 27,2 тм$	 $H_{II} = 0,15 + 0,007 \cdot 5,6 + 0,011 \cdot 5,3 = 0,25 т$ $M_{II} = 0,07 + 0,15 \cdot 11,15 + 0,007 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + + 0,011 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 2,2 тм$
Нагрузки на фундамент	$N^{сж}_{max} = \frac{22,8+2,0}{2 \cdot 1,85} + \frac{4,1}{4} = 8,7 + 1,0 = 7,7 т$ $N^{выр}_{max} = -6,7 + 1,0 = -5,7 т$		$N^{сж}_{max} = \frac{27,2+2,2}{2 \cdot 1,85} + \frac{4,6}{4} = 7,9 + 1,1 = 9,0 т$ $N^{выр}_{max} = -7,9 + 1,1 = -6,8 т$	
Усилие в поясе стойки	$N^{сж}_{п} = \frac{22,8+2,0}{2 \cdot 1,79} + \frac{4,1}{4} = 6,9 + 1,0 = 7,9 т$ $N^{сж}_{п} = \frac{22,8+2,0}{2 \cdot 0,43} + \frac{4,1}{4} = 28,8 + 1,0 = 29,8 т$		$N^{сж}_{п} = \frac{27,2+2,2}{2 \cdot 1,79} + \frac{4,6}{4} = 8,2 + 1,1 = 9,3 т$ $N^{сж}_{п} = \frac{27,2+2,2}{2 \cdot 0,43} + \frac{4,6}{4} = 34,2 + 1,1 = 35,3 т$	

Легкий тип портала (стойка 4)

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp} = 0.8\,т$ $M_{\perp} = 0.82 \cdot 10.95 = 9.0\,тм$	 $H_{II} = 0.33 + 0.04 \cdot 10.7 = 0.8\,т$ $M_{II} = 0.36 + 0.33 \cdot 10.95 + 0.04 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 6.3\,тм$	 $H_{\perp} = 0.8\,т$ $M_{\perp} = 0.82 \cdot 10.95 = 9.0\,тм$	 $H_{II} = 0.14 + 0.009 \cdot 10.7 = 0.24\,т$ $M_{II} = 0.07 + 0.14 \cdot 10.95 + 0.009 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 2.1\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{9.0 + 6.3}{2 \cdot 0.43} + \frac{2.5}{4} = 17.8 + 0.6 = 18.4\,т$		$N_п^{сж} = \frac{9.0 + 2.1}{2 \cdot 0.43} + \frac{3.1}{4} = 12.9 + 0.8 = 13.7\,т$	
Ветер под ∠ 45° к плоскости портала	 $H_{\perp} = 1.13 + 0.03 \cdot 10.7 = 1.5\,т$ $M_{\perp} = 0.34 + 1.13 \cdot 10.95 + 0.03 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 14.5\,тм$	 $H_{II} = 0.25 + 0.03 \cdot 10.7 = 0.6\,т$ $M_{II} = 0.34 + 0.25 \cdot 10.95 + 0.03 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 4.8\,тм$	 $H_{\perp} = 0.89 + 0.007 \cdot 10.7 = 1.0\,т$ $M_{\perp} = 0.07 + 0.89 \cdot 10.95 + 0.007 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 10.2\,тм$	 $H_{II} = 0.1 + 0.007 \cdot 10.7 = 0.2\,т$ $M_{II} = 0.07 + 0.1 \cdot 10.95 + 0.007 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 1.6\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{14.5 + 4.8}{2 \cdot 0.43} + \frac{2.5}{4} = 22.5 + 0.6 = \underline{23.1\,т}$		$N_п^{сж} = \frac{10.4 + 1.6}{2 \cdot 0.43} + \frac{3.1}{4} = 14.0 + 0.8 = 14.8\,т$	

	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1,1т$ $M_1 = 1,13 \cdot 10,95 = 12,4$ тм	$H_{II} = 0,14 + 0,009 \cdot 10,7 = 0,6т$ $M_{II} = 0,07 + 0,14 \cdot 10,95 + 0,009 \cdot 10,7^2 \cdot 0,5 = 2,1$ тм	$H_{\perp} = 1,4т$ $M_{\perp} = 1,44 \cdot 10,95 = 15,8$ тм	$H_{II} = 0,16 + 0,009 \cdot 10,9 = 0,6т$ $M_{II} = 0,07 + 0,16 \cdot 10,95 + 0,009 \cdot 10,7^2 \cdot 0,5 = 2,3$ тм
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{12,4 + 2,1}{2 \cdot 0,43} + \frac{3,6}{4} = 16,9 + 0,9 = 17,8т$		$N_п^{сж} = \frac{15,8 + 2,3}{2 \cdot 0,43} + \frac{4,0}{4} = 21,0 + 1,0 = 22,0т$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1,19 + 0,007 \cdot 10,7 = 1,3т$ $M_{\perp} = 0,07 + 1,19 \cdot 10,95 + 0,007 \cdot 10,7^2 \cdot 0,5 = 13,5$ тм	$H_{II} = 0,1 + 0,007 \cdot 10,7 = 0,2т$ $M_{II} = 0,07 + 0,1 \cdot 10,95 + 0,007 \cdot 10,7^2 \cdot 0,5 = 1,6$ тм	$H_{\perp} = 1,49 + 0,007 \cdot 10,7 = 1,5т$ $M_{\perp} = 0,07 + 1,49 \cdot 10,95 + 0,007 \cdot 10,7^2 \cdot 0,5 = 16,8$ тм	$H_{II} = 0,12 + 0,007 \cdot 10,7 = 0,2т$ $M_{II} = 0,07 + 0,12 \cdot 10,95 + 0,007 \cdot 10,7^2 \cdot 0,5 = 1,8$ тм
Усилие в поясе стойки	$N_п^{сж} = \frac{13,5 + 1,6}{2 \cdot 0,43} + \frac{3,6}{4} = 17,6 + 0,9 = 18,5т$		$N_п^{сж} = \frac{16,8 + 1,8}{2 \cdot 0,43} + \frac{4,0}{4} = 21,6 + 1,0 = 22,6т$	

Определение усилия в поясе стойки т7 ячейкового портала 110кВ (тяжелый тип), стойка 2

IV гололедный район, ветер II пл. портала

Нагрузки на стойку на отм. оси траверсы см. лист 54

$H_{\perp}^{I-I} = 2,38т$

$H_{II}^{I-I} = 0,21+0,009 \cdot 5,6 = 0,26т$

$M_{\perp}^{I-I} = 2,38 \cdot 5,6 = 13,3тм$

$M_{II}^{I-I} = 0,07+0,21 \cdot 5,6 + 0,009 \cdot 5,6^2 \cdot 0,5 = 1,4тм$

$N_{п}^{сж} = \frac{13,3 + 1,4}{2 \cdot 0,45} + \frac{4,0}{4} = 16,3 + 1,0 = 17,3т$

Определение усилия в поясе стойки т8 ячейкового портала 110кВ (тяжелый тип), стойка 1

$H_{\perp}^{I-I} = 2,38т$

$H_{II}^{I-I} = 0,21+0,009 \cdot 7,2 = 0,28т$

$M_{\perp}^{I-I} = 2,38 \cdot 7,2 = 17,1тм$

$M_{II}^{I-I} = 0,21 \cdot 7,2 + 0,07 + 0,009 \cdot 7,2^2 \cdot 0,5 = 1,8тм$

$N_{п}^{сж} = \frac{17,1 + 1,8}{2 \cdot 0,45} + \frac{4,1}{4} = 21,0 + 1,0 = 22,0т$

Определение усилий в раскосах стоек т7 и т8

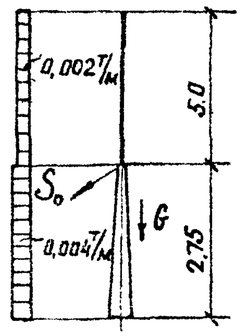
IV гололедный район, $q_0 = 14 кг/м^2$, $c = 20мм$, ветер II пл. портала

$H_{\perp} = 2,38т$ см. лист 54

$D = \frac{H_{\perp}}{2 \cos 45} = \frac{2,38}{2 \cdot 0,707} = 1,7т$

Определение усилий в поясе трассостойки т13

IV гололедный район, $q_0 = 14 кг/м^2$, $c = 20мм$, ветер II пл. портала



$H_{\perp} = S_0 = 0,25т$

$M_{\perp} = 0,25 \cdot 2,75 = 0,7тм$

$H_{II} = 0,002 \cdot 5,0 + 0,004 \cdot 2,75 = 0,02т$

$M_{II} = 0,002 \cdot 5,0 \cdot 5,25 + 0,004 \cdot 2,75^2 \cdot 0,5 = 0,07тм$

$G = (0,08 + 0,035) 4,1 + 0,022 + 0,09 = 0,24т$

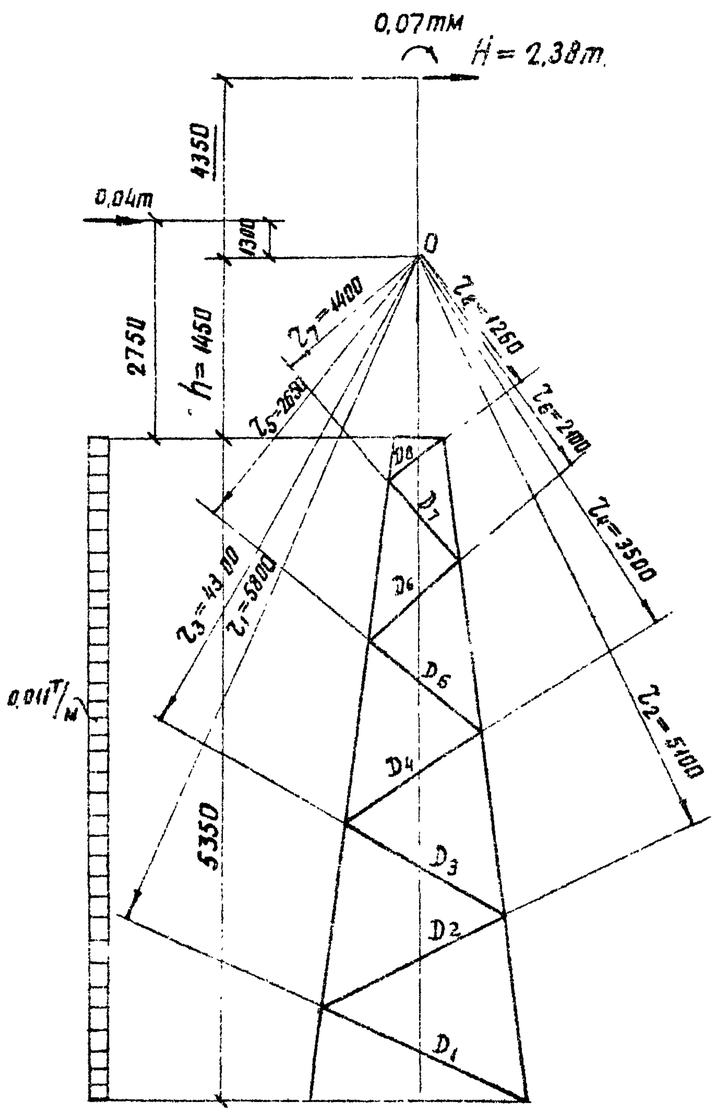
$N_{п}^{сж} = \frac{0,7 + 0,07}{2 \cdot 0,47} + \frac{0,24}{4} = 0,9т$

Подбор сечения пояса стоек и трассостойки см. 7027тм-II листы 40,42

Схема для расчета раскосов стойки Т10

IV гололедный район, $q_0 = 14$ кг/м²; $c = 20$мм

Ветер под ∠45° к пл. портала



$$h = \frac{5346 \cdot 195}{700} = 1490 \text{ мм}$$

Определение усилий в раскосах стойки Т10

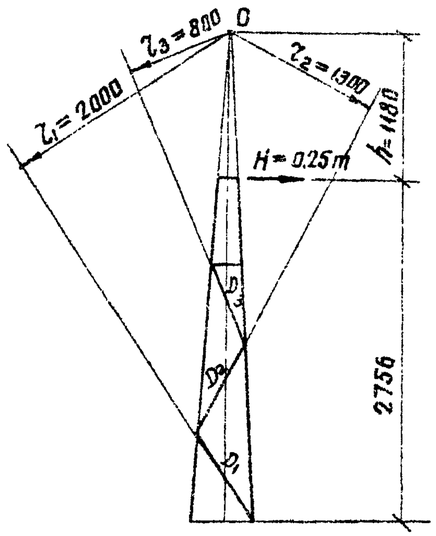
M_1 тм	M_2 тм	M_3 тм	M_4 тм	ΣM_0 тм	№ стержня	M расч. тм	ℓ м	Усилие т
0,07	2,38·4,35=10,35	0,04·1,3=0,05	-0,011·5,35·(2,68+1,45)=-0,24	10,16	1	5,08	5,8	0,9
0,07	10,35	0,05	-0,011·4,6(2,3+1,45)=-0,19	10,21	2	5,1	5,1	1,0
0,07	10,35	0,05	-0,011·3,85(1,93+1,45)=-0,14	10,26	3	5,13	4,3	1,2
0,07	10,35	0,05	-0,011·3,1(1,55+1,45)=-0,1	10,3	4	5,15	3,5	1,5
0,07	10,35	0,05	-0,011·2,35(1,17+1,45)=-0,07	10,35	5	5,17	2,65	2,0
0,07	10,35	0,05	-0,011·1,6(0,8+1,45)=-0,04	10,36	6	5,18	2,1	2,5
0,07	10,35	0,05	-0,011·1,05(0,53+1,45)=-0,02	10,38	7	5,2	1,4	3,7
0,07	10,35	0,05	-0,011·0,34(0,17+1,45)=0	10,4	8	5,2	1,26	4,1

Схема для расчета раскосов тросостойки Т13

IV гололедный район, $q_0 = 14$ кг/м²

$C = 20$мм

Ветер параллельно пл. портала



$$h = \frac{2756 \cdot 75}{175} = 1180 \text{ мм}$$

Определение усилий в раскосах тросостойки Т13

M_1 тм	№ стержня	M расч. тм	ℓ м	Усилие т
0,25·1,18=0,3	1	0,15	2,0	0,08
0,3	2	0,15	1,3	0,12
0,3	3	0,15	0,8	0,19

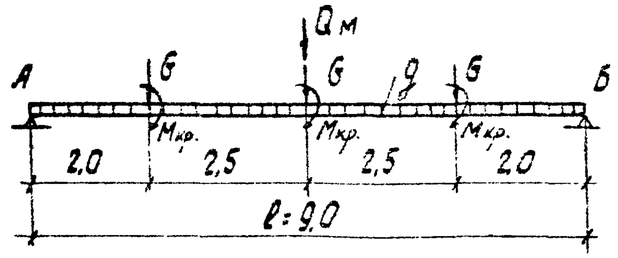
Подбор сечения решетки стойки и тросостойки см. 7027тм-II листы 40,42

Расчет траверсы Т3

IV гололедный район, $q_0 = 14^{кг}/м^2$; $C = 20мм$, ветер // пл. портала

Тяжение на п/ст 2АСО-500

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в вертикальной плоскости



$G = Q' + Q'^{г} = 0,176 + 0,3 = 0,48\,т$

$Q_м = 0,26\,т$

$g = \frac{0,37 \cdot 1,1}{9,0} = 0,045\,т/м$

$V_A^{верт} = 1,5\,G + 0,5\,Q_м + \frac{g\ell}{2} = 1,5 \cdot 0,48 + 0,13 + 0,045 \cdot 4,5 = 1,05\,т$

$M_{max}^{верт} = V_A^{верт} \frac{\ell}{2} - \left(G \cdot 2,5 + \frac{g\ell^2}{8}\right) = 1,05 \cdot 4,5 - \left(0,48 \cdot 2,5 + \frac{0,045 \cdot 9^2}{8}\right) = 3,1\,тм$

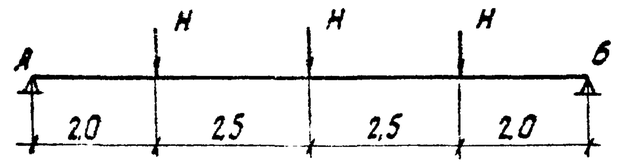
Крутящий момент от веса проводов

$M_{кр} = (Q' + Q'_г) \cdot 0,29 = (0,176 + 0,3)\,0,29 = 0,14\,тм$

$T = \frac{M_{кр}}{2a} = \frac{0,14}{2 \cdot 0,5} = 0,14\,т$

Усилие в поясе от кручения $U^{кр} = \frac{Td}{a} = \frac{0,14 \cdot 0,5}{0,5} = 0,14\,т$

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в горизонтальной плоскости.



$H = S' = 0,98\,т$

$V_A^{гор.} = 1,5 \cdot H = 1,5 \cdot 0,98 = 1,47\,т$

$M_{max}^{гор.} = V_A^{гор} \frac{\ell}{2} - H \cdot 2,5 = 1,47 \cdot 4,5 - 0,98 \cdot 2,5 = 4,2\,тм$

Суммарное усилие в поясе траверсы

$U_{тр} = \frac{M_{max}^{верт} + M_{max}^{гор.}}{2a} + 0,5U^{кр} = \frac{3,1 + 4,2}{2 \cdot 0,465} + 0,07 = 8,0\,т$

$\frac{i_п}{i_р} = \frac{9,52 \cdot 71}{100 \cdot 1,36} = 5,0 \qquad \mu_п = 1,08 \qquad \lambda = \frac{100}{1,94} = 52 \qquad \lambda^р = 1,08 \cdot 52 = 56$

$\varphi = 0,872 \qquad m = 1$

$\sigma = \frac{8000}{0,872 \cdot 6,13} = \frac{8000}{5,35} = 1500\,кг/см^2$

Прочность траверсы обеспечена

IV гололедный район, $q_0 = 4$ кг/м², $c = 20$ мм, ветер II пл. портала

Тяжение на п/ст 1АСО-500 и Э заградителя

В вертикальной плоскости

$$G = Q + Q^г + Q_2 + Q_2^г = 0,11 + 0,17 + 0,424 + 0,68 = 1,38\ т$$

$$V_A^{верт} = 1,5G + 0,5\,Q_w + \frac{ql}{2} = 1,5 \cdot 1,38 + 0,13 + 0,045 \cdot 4,5 = 2,4\ т$$

$$M_{max}^{верт} = 2,4 \cdot 4,5 - \left(1,38 \cdot 2,5 + 0,045 \cdot \frac{9^2}{8}\right) = 6,9\ тм$$

$$M_{кр} = (0,11 + 0,17)\,0,29 = 0,08\ тм$$

$$T = \frac{0,08}{2 \cdot 0,5} = 0,08\ т$$

$$U^{кр} = \frac{0,08 \cdot 0,5}{0,5} = 0,08\ т$$

В горизонтальной плоскости

$$H = S = 0,6\ т$$

$$V_A^{гор} = 1,5\,H = 1,5 \cdot 0,6 = 0,9\ т$$

$$M_{max}^{гор} = 0,9 \cdot 4,5 - 0,6 \cdot 2,5 = 2,55\ тм$$

Суммарное усилие в поясе траверсы

$$U_{тр} = \frac{6,9 + 2,55}{2 \cdot 0,465} + 0,08 = 10,2\ т$$

$$\sigma = \frac{10200}{5,35} = 1900\ кг/см^2$$

Прочность траверсы обеспечена

Тяжение на п/ст 1АСО-500 и тяжение на линию и Э заградителя

В вертикальной плоскости

$$G = Q + Q^г + Q_1 + Q_1^г + Q_2 + Q_2^г = 0,11 + 0,17 + 0,132 + 0,23 + 0,424 + 0,68 = 1,75\ т$$

$$V_A^{верт} = 1,5 \cdot 1,75 + 0,13 + 0,045 \cdot 4,5 = 2,96\ т$$

$$M_{max}^{верт} = 2,96 \cdot 4,5 - \left(1,75 \cdot 2,5 + 0,045 \cdot \frac{9,0^2}{8}\right) = 8,5\ тм$$

В горизонтальной плоскости

$$H = S - S_1 = 0,6 - 0,49 = 0,11\ т$$

$$V_A^{гор} = 1,5 \cdot 0,11 = 0,17\ т$$

$$M_{max}^{гор} = 0,17 \cdot 4,5 - 0,11 \cdot 2,5 = 0,5\ тм$$

Усилие в поясе траверсы

$$U^{тр} = \frac{8,5 + 0,5}{2 \cdot 0,465} = 9,7\ т$$

$$\sigma = \frac{9100}{5,35} = 1800\ кг/см^2$$

Прочность траверсы обеспечена

Расчет вертикальной решетки траверсы Т3

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $C = 20мм$, ветер II пл. портала тяжение на линию и п/ст 1АСО-500 и 3 заградителя

$D_1 = 0,5\ V_A^{верт} = 0,5 \cdot 2,96 = \underline{1,48\ m}$

$D_2 \cos\alpha = 0,5\ V_A^{верт} \qquad \cos\alpha = 0,9$

$D_2 = \frac{1,48}{0,9} = 1,65\ m$

$D_3 = 0$

$D_4 \cos\beta = 0,5(V_A^{верт} - g \cdot 0,83) \qquad \cos\beta = \frac{0,5}{0,766} = 0,65$

$D_4 = \frac{1,48}{0,65} = \underline{2,3\ m}$

$D_5 \cong D_4 = 2,3\ m$

$D_6 = 0,5\ G = 0,5 \cdot 1,75 = 0,88\ m$

$D_7 \cos\gamma = 0,5(V_A^{верт} - G - g \cdot 2,5) \qquad \cos\gamma = \frac{0,5}{0,707} = 0,707$

$D_7 = \frac{0,5(2,96 - 1,75 - 0,045 \cdot 2,5)}{0,707} = 0,78\ m$

$D_8 \cong D_7 = 0,78\ m$

$D_9 = 0,5\ (G + Q_{ш}) = 0,5\ (1,75 + 0,26) = 1,0\ m$

Расчет горизонтальной решетки

IV гололедный район, $q_0^{н} = 14\ кг/м^2$, $C = 20мм$, ветер II пл портала тяжение на п/ст 2АСО-500

$D_1 = 0,5 \cdot V_A^{зар} = 0,5 \cdot 1,47 = 0,74m$

$D_2 = \frac{0,5\ V_A^{зар}}{\cos\alpha} = \frac{0,74}{0,9} = 0,82\ m$

$D_3 = 0$

$D_4 = \frac{0,5\ V_A^{зар}}{\cos\beta} = \frac{0,74}{0,65} = 1,14\ m$

$D_5 \cong D_4 = 1,14m$

$D_6 = 0,5\ H = 0,5 \cdot 0,98 = 0,49m$

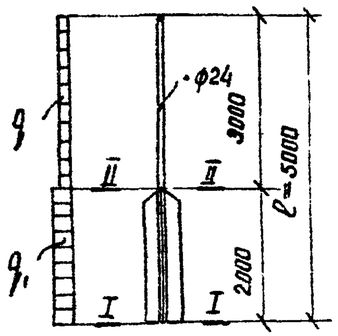
$D_7 = \frac{0,5\ (V_A^{зар} - H)}{\cos\gamma} = \frac{0,5(1,47 - 0,98)}{0,707} = 0,35m$

$D_8 \cong D_7 = 0,35m$

$D_9 = 0,5H = 0,49m$

Расчет молниеотвода Т15

III ветровой район, $q_0 = 50 кг/м^2$, $c = 0$



Ветровая нагрузка на молниеотвод

$c = 1.2$ $C_{пр} = 1.2$ $\beta = 1.46$ $S = 0.07 м^2$

$q_0 = 56.5 кг/м^2$

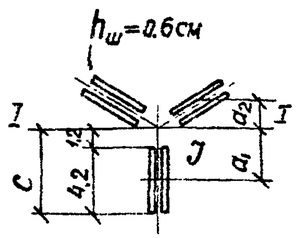
$Q^н = C_{пр} q_0 \beta S = 1.2 \cdot 56.5 \cdot 1.46 \cdot 0.07 = 7 кг$

$q = \frac{0.007 \cdot 1.2}{3.0} = 0.003 т/м$

$C_{пр} = 1.2$ $\beta = 1.46$ $S = 0.25 м^2$ $q_0 = 50 кг/м^2$

$Q^н = 1.2 \cdot 50 \cdot 1.46 \cdot 0.25 = 22 кг$

$q_1 = \frac{0.022 \cdot 1.2}{2.0} = 0.013 т/м$



$a_1 = 2.0 + 1.2 = 3.2 см$

$a_2 = 1.6 см$

$C = 4.0 + 1.2 = 5.2 см$

$F = 2 \cdot 0.6 \cdot 4.0 = 48 см^2$

Момент инерции швов сечения I-I

$J_{I-I} = a_1^2 F + 2 a_2^2 F = 3.2^2 \cdot 4.8 + 2 \cdot 1.6^2 \cdot 4.8 = 74 см^4$

$W_{I-I} = \frac{J_{I-I}}{C} = \frac{74}{5.2} = 14 см^3$

Момент сопротивления сечения II-II — сечение •ф24

$W_{II-II} = 0.098 \cdot 2.4^3 = 1.36 см^3$

Момент в сечении I-I от ветровой нагрузки

$M_{I-I} = \frac{q \ell^2}{2} = \frac{0.003 \cdot 2.0^2}{2} + 0.003 \cdot 3.0 \cdot 3.5 = 0.058 тм = 5800 кгсм$

Напряжение в сечении I-I

$\sigma_{I-I} = \frac{M_{I-I}}{\beta \cdot W_{I-I}} = \frac{5800}{0.7 \cdot 14} = 600 кг/см^2 < 1500 кг/см^2$

Момент в сечении II-II от ветровой нагрузки

$M_{II-II} = \frac{0.003 \cdot 3.0^2}{2} = 0.014 тм = 1400 кгсм$

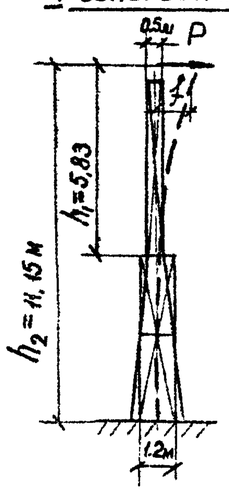
Напряжение в сечении II-II

$\sigma_{II-II} = \frac{M_{II-II}}{W_{II-II}} = \frac{1400}{1.36} = 1000 кг/см^2 < 2100 кг/см^2$

Определение деформаций вершины стойки 2

от нагрузок, действующих из плоскости портала

IV гололедный район, $q_0 = 14 кг/м^2$, $c = 20 мм$, ветер под $\angle 45°$ к пл. портала



$P = \frac{27.2}{11.15} = 2.44 т$ (см. лист 54)

$P^н = \frac{2.44}{1.4} = 1.74 т$

Пояса стойки L 90×7

$J_x = 94.3 см^4$ $a_1 = 25 - 2.47 = 22.5 см$

$F = 12.3 см^2$ $a_2 = 60 - 2.47 = 57.5 см$

$Z_0 = 2.47 см$

$J_1 = 4 (J_x + a_1^2 F) = 4 (94.3 + 22.5^2 \cdot 12.3) = 25000 см^4$

$J_2 = 4 (J_x + a_2^2 F) = 4 (94.3 + 57.5^2 \cdot 12.3) = 163000 см^4$

Прогиб стойки в точке приложения силы $P^н$

$$f = \frac{P^н}{3E}\left[\frac{h_1^3}{J_1} + \frac{h_2^3 - h_1^3}{J_2}\right] = \frac{1740}{3\cdot 2{,}1\cdot 10^6}\left[\frac{583^3}{25000} + \frac{1115^3 - 583^3}{163000}\right] =$$

$$= 0{,}00027\,(8000 + 7300) = 4{,}2\,см < 5{,}6\,см$$

$$[f] = \frac{1}{200}h = \frac{1115}{200} = 5{,}6\,см$$

III район по гололеду, ветер под ∠ 45° к пл. портала

$P = \frac{22{,}8}{10{,}95} = 2{,}08\,т$ (см. лист 54)

$P^н = \frac{2{,}08}{1{,}4} = 1{,}48\,т$

$f = \frac{1480}{3\cdot 2{,}1\cdot 10^6}\ 15300 = 3{,}5\,см < 5{,}6\,см$

II район по гололеду, ветер под ∠ 45° к пл. портала

$P = \frac{19{,}5}{10{,}95} = 1{,}78\,т$ (см. лист 53)

$P^н = \frac{1{,}78}{1{,}3} = 1{,}37\,т$

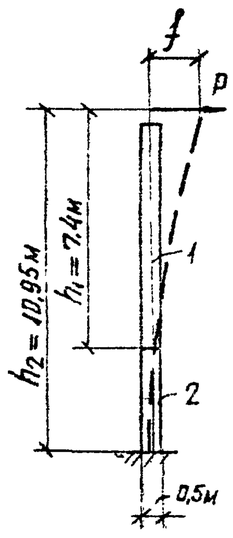
$f = \frac{1370}{3\cdot 2{,}1\cdot 10^6}\ 15300 = 3{,}2\,см < 5{,}6\,см$

III район по ветру, ветер под ∠ 45° к пл. портала

$P = \frac{21{,}1}{10{,}95} = 1{,}9\,т$ (см. лист 53)

$P^н = \frac{1{,}9}{1{,}25} = 1{,}5\,т$

$f = \frac{1500}{3\cdot 2{,}1\cdot 10^6} \cdot 15300 = 3{,}6\,см < 5{,}6\,см$



Узкобазая стойка 2 тяжелого типа

$J_1 = 25000\,см^4$

Пояса нижней секции L 125×8

$J_x = 294\,см^4$

$F = 19{,}7\,см^2$ $a_2 = 25 - 3{,}36 = 21{,}6\,см$

$Z_o = 3{,}36\,см$

$$J_2 = 4\left(J_x + a_2^2 F\right) = 4\left(294 + 21{,}6^2\cdot 19{,}7\right) = 38000\,см^4$$

IV район по гололеду

Прогиб стойки

$$f = \frac{1740}{3\cdot 2{,}1\cdot 10^6}\left[\frac{740^3}{25000} + \frac{1095^3 - 740^3}{38000}\right] = 0{,}00027\,(16200 + 24000) =$$

$$= 10{,}85\,см > 5{,}5\,см$$

$$[f] = \frac{1}{200}h = \frac{1095}{200} = 5{,}5\,см$$

Применение узкобазой стойки в IV районе по гололеду возможно только при условии обеспечения общего отклонения верха стойки (с учетом поворота фундамента) не более $0{,}01\,h_2$

III район по ветру, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{14,5}{10,95} = 1,3т$ (см. лист 55)

$P^н = \frac{1,3}{1,25} = 1,04т$

$f = \frac{1040}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} 40200 = 6,7см > 5,6см$ (см. примеч. лист 63)

II район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{10,2}{10,95} = 0,93т$ (см. лист 55)

$P^н = \frac{0,93}{1,3} = 0,72т$

$f = \frac{720}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} 40200 = 4,6см < 5,6см$

III район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{13,5}{10,95} = 1,23т$ (см. лист 56)

$P^н = \frac{1,23}{1,4} = 0,88т$

$f = \frac{880}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} 40200 = 5,6см = 5,6см$

IV район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{16,8}{10,95} = 1,52т$ (см. лист 56)

$P^н = \frac{1,52}{1,4} = 1,1т$

$f = \frac{1100}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} 40200 = 7,0см > 5,6см$

Определение деформаций траверсы ТЗ от нагрузок, действующих в вертикальной плоскости

$M^{верт}_{max} = 8,5тм$ — см. лист 60

$M^н = \frac{8,5}{1,35} = 6,3тм$

$J_{сеч} = 13400см^4$ — см. лист 38

Прогиб в середине траверсы (приближенно)

$f = \frac{630000 \cdot 900^2}{10 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 13400} = 1,8см < 4,5см$

$[f] = \frac{1}{200} e = \frac{900}{200} = 4,5см$

Портал легкого типа, стойка 4

$P = \frac{16,8}{10,95} = 1,53$ (см. лист 56)

$P^н = \frac{1,53}{1,4} = 1,07т$

$J_1 = 25000см^4$ — см лист 62

$J_2 = 38000см^4$

Прогиб стойки

$f = \frac{1070}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} \left[\frac{740^3}{25000} + \frac{1095^3 - 740^3}{38000} \right] = 0,00016 (16200 + 24000) =$

$= 6,85см > 5,6см$

(см. примеч. лист 63)

Сбор нагрузок на крайнюю стойку ячейкового портала 110кВ

Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Тяжелый тип ст. №1				Легкий тип ст. №3			
I Ветер действует параллельно плоскости портала									
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на ▽11350									
Тяжение ошиновки п/ст.	—	1.5S = 1.5·585 = 880	1.5·728 = 1090	1.5·826 = 1240	1.5·980 = 1470	1.5S = 1.5·273 = 410	1.5·273 = 410	1.5·378 = 570	1.5·476 = 714
	Итого	0,88т	1.09т	1.24т	1.47т	0,41т	0,41т	0,57т	0,71т
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на ▽11350.									
Ветер на провода и гирл.	—	$\frac{3(p+p')}{3}$ = 48+96 = 144	28+49 = 77	35+63 = 98	42+77 = 119	$\frac{6p}{3}$ = 2·42 = 84	2·28 = 56	2·28 = 56	2·35 = 70
Ветер на заградитель и гирл.	$\frac{3q_г}{3}$	42	35	42	49	42	35	42	49
Ветер на торец траверсы	$\frac{2q_{тр.}}{3}$	$\frac{2\cdot150}{3}$ = 100	$\frac{2\cdot36}{3}$ = 24	24	24	100	24	24	24
Ветер на тросостойку	$q\ell_{тр.ст.}$	18·2,75 = 50	4·2,75 = 11	11	11	50	11	11	11
Ветер на молниеотвод	$q\ell_{молн.}$	10·5,0 = 50	2·5,0 = 10	10	10	50	10	10	10
	Итого:	0,39т	0,16т	0,19т	0,21т	0,33т	0,14т	0,14т	0,16т
Изгибающий момент в плоскости портала на ▽11350									
От ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}\ell$	50·1,53 = 82	11·1,53 = 18	18	18	82	18	18	18
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}\ell$,	50·5,5 = 275	10·5,5 = 55	55	55	275	55	55	55
	Итого:	0,36тм	0,07тм	0,07тм	0,07тм	0,36тм	0,07тм	0,07тм	0,07тм
II Ветер действует под ∠45° к плоскости портала									
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на ▽11350									
Тяжение ошиновки п/ст.	—	1.5S·0,95 = 880·0,95 = 835	1090·0,95 = 1035	1240·0,95 = 1175	1470·0,95 = 1395	1.5S·0,95 = 410·0,95 = 390	410·0,95 = 390	570·0,95 = 540	714·0,95 = 680
Ветер на заградитель	—	—	—	—	—	$1.5P_2 \cdot 0{,}145 = 1.5\cdot42\cdot0{,}7 = 44$	1.5·35·0,707 = 37	1.5·42·0,707 = 44	1.5·49·0,707 = 52
Ветер на траверсу	$0{,}5q_{тр}$	0,5·220 = 110	0,5·52 = 26	26	26	110	26	26	26
Ветер на тросостойку	$q\ell_{тр.ст}$	4·2,75 = 38	3·2,75 = 8	8	8	38	8	8	8
Ветер на молниеотвод	$q\ell_{молн.}$	10·5,0 = 50	2·5,0 = 10	10	10	50	10	10	10
	Итого:	1.03т	1.08т	1.22т	1,44т	0,63т	0,47т	0,63т	0,78т

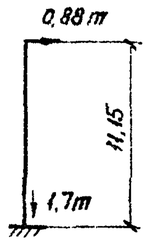
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Изгибающий момент из плоскости портала на ▽ 11350									
От ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}\ell$	38·1,63=62	8·1,63=13	13	13	62	13	13	13
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}\ell_1$	50·5,5=275	10·5,5=55	55	55	275	55	55	55
	Итого:	0,34 тм	0,07 тм	0,07 тм	0,07 тм	0,34 тм	0,07 тм	0,07 тм	0,07 тм
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на ▽ 11350									
Ветер на провода и гирл.	—	$(p+p')\cos 45=144\cdot 0{,}707=102$	77·0,707=54	98·0,707=69	119·0,707=84	$2p\cos 45=84\cdot 0{,}707=59$	56·0,707=40	56·0,707=40	70·0,707=49
Ветер на заградитель и гирл.	—	$p_2\cos 45=42\cdot 0{,}707=30$	35·0,707=25	42·0,707=30	49·0,707=35	30	25	30	35
Ветер на торец траверсы	$\frac{2Q_{тр.}}{3}$	$\frac{2\cdot 100}{3}=67$	$\frac{2\cdot 24}{3}=16$	16	16	67	16	16	16
Ветер на тросостойку	$q\ell_{тр.ст.}$	14·2,75=38	3·2,75=8	8	8	38	8	8	8
Ветер на молниеотвод	$q\ell_{молн.}$	10·5,0=50	2·5,0=10	10	10	50	10	10	10
	Итого:	0,29 т	0,11 т	0,13 т	0,15 т	0,24 т	0,1 т	0,1 т	0,12 т
Изгибающий момент в плоскости портала на ▽ 11350									
От ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}\ell$	38·1,63=52	8·1,63=13	13	13	62	13	13	13
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}\ell_1$	50·5,5=275	10·5,5=55	55	55	275	55	55	55
	Итого:	0,34 тм	0,07 тм	0,07 тм	0,07 тм	0,34 тм	0,07 тм	0,07 тм	0,07 тм
Вертикальные нагрузки на ▽ 400									
Масса полпролета провода и гирл.	—	$1{,}5Q'=1{,}5\cdot 176=264$	1,5(176+130)=460	1,5(176+220)=594	1,5(176+300)=714	1,5Q=1,5·88=132	1,5(88+60)=222	1,5(88+120)=312	1,5(88+160)=372
Масса заградителя и гирл.	$1{,}5Q_2$	—	—	—	—	1,5·424=636	1,5(424+340)=1145	1,5(424+510)=1400	1,5(424+680)=1650
Масса траверсы	$0{,}5G_{тр}h$	0,5·370·1,1=203	203	203	203	203	203	203	203
Масса тросостойки	$G_{тр.ст.}n$	81·1,1=89	89	89	89	89	89	89	89
Масса молниеотвода	$G_{молн.}n$	35·1,1=39	39	39	39	39	39	39	39
Масса стойки	$G_{ст.}n$	903·1,1=993	993	993	993	993	993	993	993
Масса монтера с инструм.	$0{,}5Q_м$	0,5·260=130	130	130	130	130	130	130	130
	Итого:	1,7 т	1,9 т	2,0 т	2,2 т	2,2 т	2,8 т	3,2 т	3,5 т

Тяжелый тип, стойка 1

Ветер параллельно плоскости портала

III район по ветру

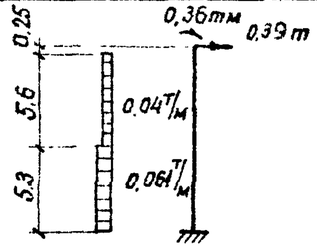
Из плоскости портала



$H_{\perp} = 0,9\,т$

$M_{\perp} = 0,88 \cdot 11,15 = 9,8\,тм$

В плоскости портала

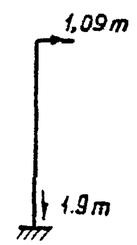


$H_{II} = 0,39 + 0,04 \cdot 5,6 + 0,061 \cdot 5,3 = 1,0\,т$

$M_{II} = 0,36 + 0,39 \cdot 11,15 + 0,04 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + 0,061 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 7,4\,тм$

II район по гололеду

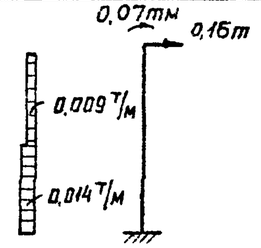
Из плоскости портала



$H_{\perp} = 1,1\,т$

$M_{\perp} = 1,09 \cdot 11,15 = 12,2\,тм$

В плоскости портала



$H_{II} = 0,16 + 0,009 \cdot 5,6 + 0,014 \cdot 5,3 = 0,3\,т$

$M_{II} = 0,07 + 0,16 \cdot 11,15 + 0,009 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + 0,014 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 2,5\,тм$

Нагрузки на фундамент

$N^{сж}_{max} = \frac{9,8 + 7,4}{2 \cdot 1,85} + \frac{1,7}{4} = 4,6 + 0,4 = 5,0\,т$

$N^{выр.}_{max} = -4,6 + 0,4 = -4,2\,т$

$N^{сж}_{max} = \frac{12,2 + 2,5}{2 \cdot 1,85} + \frac{1,9}{4} = 4,0 + 0,5 = 4,5\,т$

$N^{выр}_{max} = -4,0 + 0,5 = -3,5\,т$

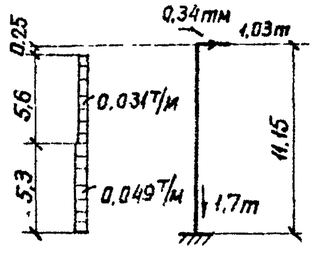
Усилие в поясе стойки

$N^{сж}_{п} = \frac{9,8 + 7,4}{2 \cdot 1,79} + \frac{1,7}{4} = 4,8 + 0,4 = 5,2\,т$

$N^{сж}_{п} = \frac{12,2 + 2,5}{2 \cdot 1,79} + \frac{1,9}{4} = 4,1 + 0,5 = 4,6\,т$

Ветер под ∠45° к плоскости портала

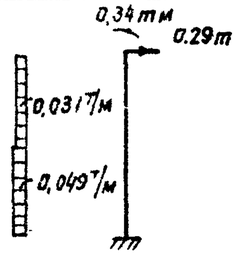
III район по ветру — Из плоскости портала



$H_{\perp} = 1,03 + 0,031 \cdot 5,6 + 0,049 \cdot 5,3 = 1,5\,т$

$M_{\perp} = 0,34 + 1,03 \cdot 11,15 + 0,031 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + 0,049 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 13,9\,тм$

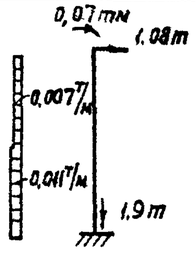
III район по ветру — В плоскости портала



$H_{II} = 0,29 + 0,031 \cdot 5,6 + 0,049 \cdot 5,3 = 0,7\,т$

$M_{II} = 0,34 + 0,29 \cdot 11,15 + 0,031 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + 0,049 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 5,7\,тм$

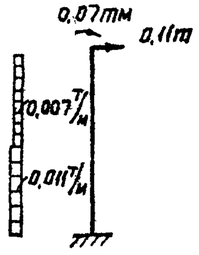
II район по гололеду — Из плоскости портала



$H_{\perp} = 1,08 + 0,007 \cdot 5,6 + 0,011 \cdot 5,3 = 1,2\,т$

$M_{\perp} = 0,07 + 1,08 \cdot 11,15 + 0,007 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + 0,011 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 12,6\,тм$

II район по гололеду — В плоскости портала



$H_{II} = 0,11 + 0,007 \cdot 5,6 + 0,011 \cdot 5,3 = 0,2\,т$

$M_{II} = 0,07 + 0,11 \cdot 11,15 + 0,007 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + 0,011 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 1,8\,тм$

Нагрузки на фундамент

$N^{сж}_{max} = \frac{13,9 + 5,7}{2 \cdot 1,85} + \frac{1,7}{4} = 5,3 + 0,4 = 5,7\,т$

$N^{выр}_{max} = -5,3 + 0,4 = -4,9\,т$

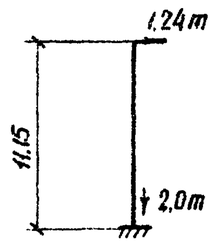
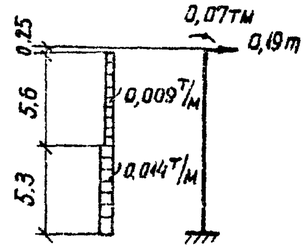
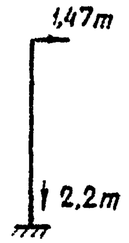
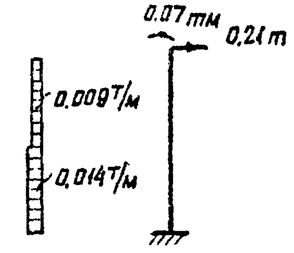
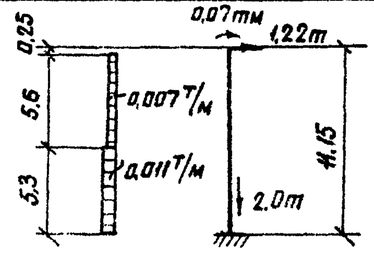
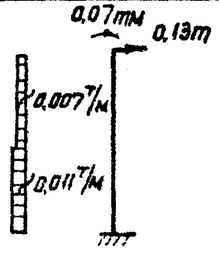
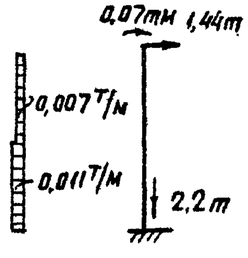
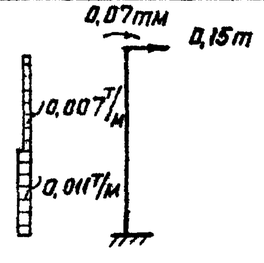
$N^{сж}_{max} = \frac{12,6 + 1,8}{2 \cdot 1,85} + \frac{1,9}{4} = 3,9 + 0,5 = 4,4\,т$

$N^{выр}_{max} = -3,9 + 0,5 = -3,4\,т$

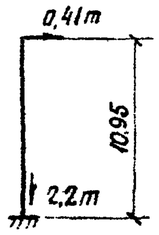
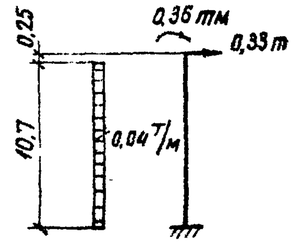
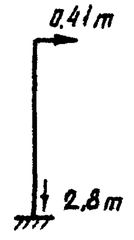
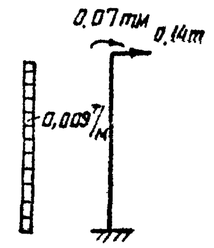
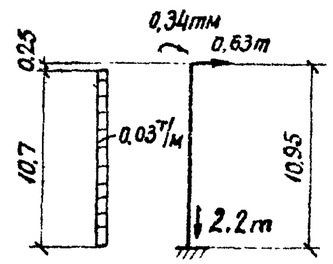
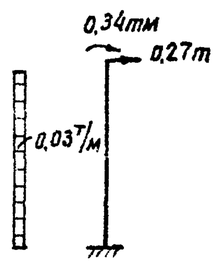
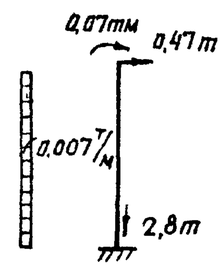
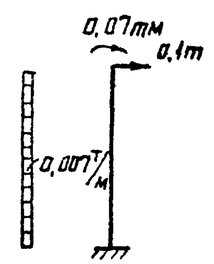
Усилие в поясе стойки

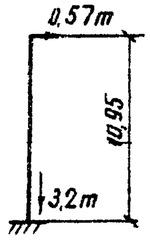
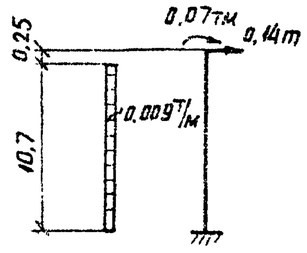
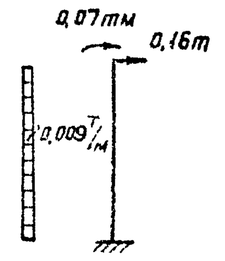
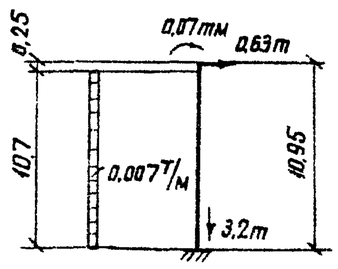
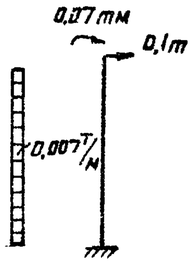
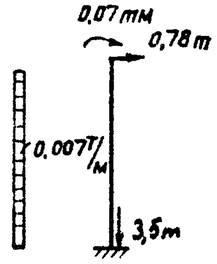
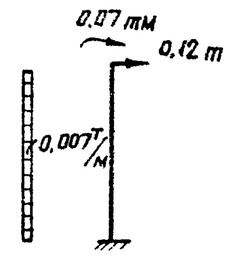
$N^{сж}_{п} = \frac{13,9 + 5,7}{2 \cdot 1,79} + \frac{1,7}{4} = 5,5 + 0,4 = 5,9\,т$

$N^{сж}_{п} = \frac{12,6 + 1,8}{2 \cdot 1,79} + \frac{1,9}{4} = 4,0 + 0,5 = 4,5\,т$

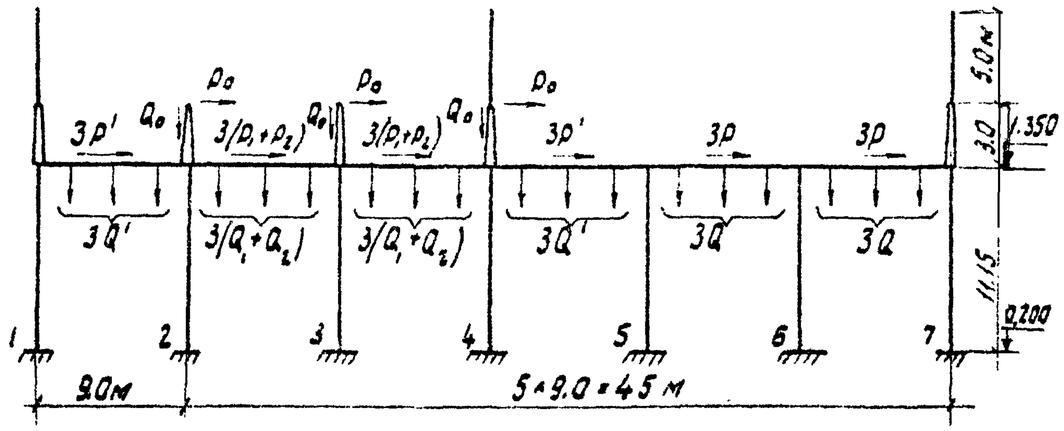
	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1,2т$ $M_{\perp} = 1,24 \cdot 11,15 = 13,8тм$	$H_{II} = 0,19 + 0,009 \cdot 5,6 + 0,014 \cdot 5,3 = 0,3т$ $M_{II} = 0,07 + 0,19 \cdot 11,15 + 0,009 \cdot 5,6 \cdot 8,1 +$ $+ 0,014 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 2,8тм$	$H_{\perp} = 1,5т$ $M_{\perp} = 1,47 \cdot 11,15 = 16,4тм$	$H_{II} = 0,21 + 0,009 \cdot 5,6 + 0,014 \cdot 5,3 = 0,35т$ $M_{II} = 0,07 + 0,21 \cdot 11,15 + 0,009 \cdot 5,6 \cdot 8,1 +$ $+ 0,014 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 3,0тм$	
Нагрузки на фундамент	$N_{max}^{сж} = \frac{13,8 + 2,8}{2 \cdot 1,85} + \frac{2,0}{4} = 4,5 + 0,5 = 5,0т$ $N_{max}^{выр} = -4,5 + 0,5 = -4,0т$		$N_{max}^{сж} = \frac{16,4 + 3,0}{2 \cdot 1,85} + \frac{2,2}{4} = 5,25 + 0,55 = \underline{\underline{5,8т}}$ $N_{max}^{выр} = -5,25 + 0,55 = \underline{\underline{-4,7т}}$	
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{13,8 + 2,8}{2 \cdot 1,79} + \frac{2,0}{4} = 4,6 + 0,5 = 5,1т$		$N_{п}^{сж} = \frac{16,4 + 3,0}{2 \cdot 1,79} + \frac{2,2}{4} = 5,45 + 0,55 = \underline{\underline{6,0т}}$	
Ветер под ∠ 45° к плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1,22 + 0,007 \cdot 5,6 + 0,011 \cdot 5,3 = 1,4т$ $M_{\perp} = 0,07 + 1,22 \cdot 11,15 + 0,007 \cdot 5,6 \cdot 8,1 +$ $+ 0,011 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 14,1тм$	$H_{II} = 0,13 + 0,007 \cdot 5,6 + 0,011 \cdot 5,3 = 0,2т$ $M_{II} = 0,07 + 0,13 \cdot 11,15 + 0,007 \cdot 5,6 \cdot 8,1 +$ $+ 0,011 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 2,0тм$	$H_{\perp} = 1,44 + 0,007 \cdot 5,6 + 0,011 \cdot 5,3 + \frac{0,07}{11,15} = 1,6т$ $M_{\perp} = 0,07 + 1,44 \cdot 11,15 + 0,007 \cdot 5,6 \cdot 8,1 +$ $+ 0,011 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 16,6тм$	$H_{II} = 0,15 + 0,007 \cdot 5,6 + 0,011 \cdot 5,3 = 0,3т$ $M_{II} = 0,07 + 0,15 \cdot 11,15 + 0,007 \cdot 5,6 \cdot 8,1 +$ $+ 0,011 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 2,2тм$
Нагрузки на фундамент	$N_{max}^{сж} = \frac{14,1 + 2,0}{2 \cdot 1,85} + \frac{2,0}{4} = 4,4 + 0,5 = 4,9т$ $N_{max}^{выр} = -4,4 + 0,5 = -3,9т$		$N_{max}^{сж} = \frac{16,6 + 2,2}{2 \cdot 1,85} + \frac{2,2}{4} = 5,1 + 0,55 = 5,7т$ $N_{max}^{выр} = -5,1 + 0,55 = -4,6т$	
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{14,1 + 2,0}{2 \cdot 1,79} + \frac{2,0}{4} = 4,5 + 0,5 = 5,0т$		$N_{п}^{сж} = \frac{16,6 + 2,2}{2 \cdot 1,79} + \frac{2,2}{4} = 5,25 + 0,55 = 5,8т$	

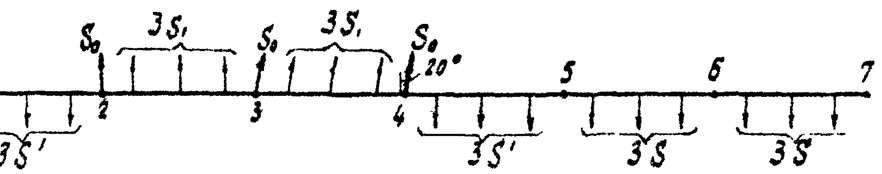
Легкий тип, стойка 3

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp}=0,4т$ $M_{\perp}=0,41\cdot10,95=4,5тм$	 $H_{II}=0,33+0,04\cdot10,7=0,8т$ $M_{II}=0,36+0,33\cdot10,95+0,04\cdot10,7^2\cdot0,5=$ $=6,3тм$	 $H_{\perp}=0,4т$ $M_{\perp}=0,41\cdot10,95=4,5тм$	 $H_{II}=0,14+0,009\cdot10,7=0,2т$ $M_{II}=0,07+0,14\cdot10,95+0,009\cdot10,7^2\cdot0,5=$ $=2,1тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж}=\frac{4,5+6,3}{2\cdot0,43}+\frac{2,2}{4}=12,6+0,55=13,2т$		$N_{п}^{сж}=\frac{4,5+2,1}{2\cdot0,43}+\frac{2,8}{4}=7,7+0,7=8,4т$	
Ветер под ∠45° к плоскости портала	 $H_{\perp}=0,63+0,03\cdot10,7=1,0т$ $M_{\perp}=0,34+0,63\cdot10,95+0,03\cdot10,7^2\cdot0,5=$ $=9,0тм$	 $H_{II}=0,24+0,03\cdot10,7=0,6т$ $M_{II}=0,34+0,24\cdot10,95+0,03\cdot10,7^2\cdot05=$ $=4,7тм$	 $H_{\perp}=0,47+0,007\cdot10,7=0,55т$ $M_{\perp}=0,07+0,47\cdot10,95+0,007\cdot10,7^2\cdot0,5=$ $=5,6тм$	 $H_{II}=0,1+0,007\cdot10,7=0,2т$ $M_{II}=0,07+0,1\cdot10,95+0,007\cdot10,7^2\cdot0,5=$ $=1,6тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж}=\frac{9,0+4,7}{2\cdot0,43}+\frac{2,2}{4}=16,0+0,55=\underline{\underline{16,6т}}$		$N_{п}^{сж}=\frac{5,6+1,6}{2\cdot0,43}+\frac{2,8}{4}=8,4+0,7=9,1т$	

	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_{\perp} = 0.6\,т$ $M_{\perp} = 0.57 \cdot 10.95 = 6.3\,тм$	$H_{II} = 0.14 + 0.009 \cdot 10.7 = 0.6\,т$ $M_{II} = 0.07 + 0.14 \cdot 10.95 + 0.009 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 2.1\,тм$	$H_{\perp} = 0.7\,т$ $M_{\perp} = 0.71 \cdot 10.95 = 7.8\,тм$	$H_{II} = 0.16 + 0.009 \cdot 10.7 = 0.6\,т$ $M_{II} = 0.07 + 0.16 \cdot 10.95 + 0.009 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 2.3\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{6.3 + 2.1}{2 \cdot 0.43} + \frac{3.2}{4} = 9.8 + 0.8 = 10.6\,т$		$N_{п}^{сж} = \frac{7.8 + 2.3}{2 \cdot 0.43} + \frac{3.5}{4} = 11.7 + 0.9 = 10.6\,т$	
Ветер под $\angle 45°$ к плоскости портала				
	$H_{\perp} = 0.63 + 0.007 \cdot 10.7 = 0.7\,т$ $M_{\perp} = 0.07 + 0.63 \cdot 10.95 + 0.007 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 7.4\,тм$	$H_{II} = 0.1 + 0.007 \cdot 10.7 = 0.2\,т$ $M_{II} = 0.07 + 0.1 \cdot 10.95 + 0.007 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 1.6\,тм$	$H_{\perp} = 0.78 + 0.007 \cdot 10.7 = 0.9\,т$ $M_{\perp} = 0.07 + 0.78 \cdot 10.95 + 0.007 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 9.0\,тм$	$H_{II} = 0.12 + 0.007 \cdot 10.7 = 0.2\,т$ $M_{II} = 0.07 + 0.12 \cdot 10.95 + 0.007 \cdot 10.7^2 \cdot 0.5 = 1.8\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{7.4 + 1.6}{2 \cdot 0.43} + \frac{3.2}{4} = 10.5 + 0.8 = 11.3\,т$		$N_{п}^{сж} = \frac{9.2 + 1.8}{2 \cdot 0.43} + \frac{3.5}{4} = 12.6 + 0.9 = 13.5\,т$	

Расчет многопролетного ячейкового портала ОРУ 110 кВ



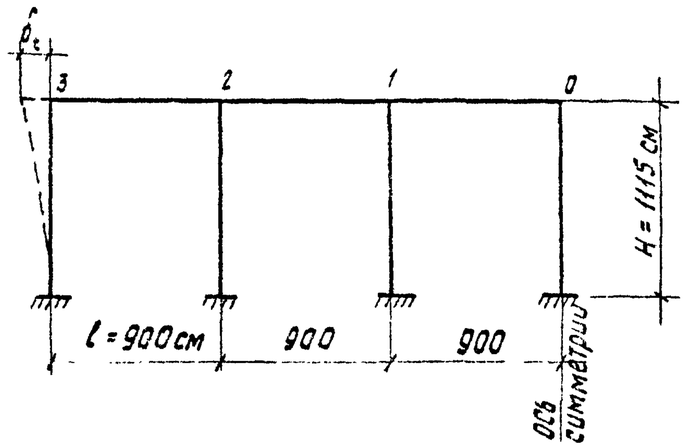


Расчетные нагрузки температурного режима

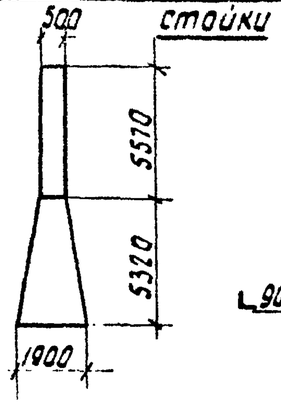
$q_0 = 6{,}25\ кг/м^2$, $c = 0$, $t = -40°C$

$S' = 360 \cdot 1.3 = 468$ кг	$Q' = 160 \cdot 1.1 = 176$ кг	$p' = 10 \cdot 1.2 = 12$ кг
$S = 200 \cdot 1.3 = 260$ кг	$Q = 100 \cdot 1.1 = 110$ кг	$p = 5 \cdot 1.2 = 6$ кг
$S_1 = 150 \cdot 1.3 = 195$ кг	$Q_1 = 120 \cdot 1.1 = 132$ кг	$p_1 = 8 \cdot 1.2 = 10$ кг
$S_0 = 130 \cdot 1.3 = 170$ кг	$Q_0 = 20 \cdot 1.1 = 22$ кг	$p_0 = 5 \cdot 1.2 = 6$ кг
	$Q_2 = 385 \cdot 1.1 = 424$ кг	$p_2 = 13 \cdot 1.2 = 16$ кг

Расчет многопролетного ячейкового портала 110 кВ в температурном режиме

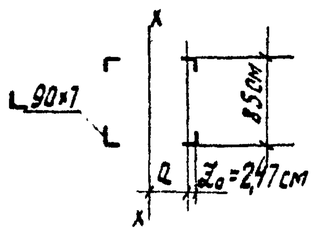


Момент инерции широкобазой стойки



Среднее сечение стойки

$$\left(\frac{1.90+0.5}{2}+0.5\right)0.5 = 0{,}85\ м = 85\ см$$



$$a = \frac{85}{2} - 2.47 = 40\ см$$

$F = 12{,}3\ см^2$ $J_x = 94{,}3\ см^4$

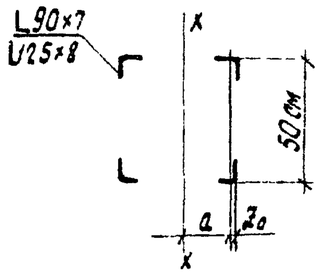
$\Delta t = 60°$

$$J_{x\text{-}x} = 4(J_x + a^2F) = 4(94.3 + 40^2 \cdot 12.3) = 79000\ см^4 = 7.9 \cdot 10^4\ см^4$$

$$N_t^3 = \frac{3EJ\alpha\Delta t\ell n}{H^3} = \frac{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 7.9 \cdot 10^4 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 60 \cdot 900 \cdot 3}{1115^3} = 690\ кг = 0{,}69т$$

$M_t^3 = 0{,}69 \cdot 11{,}15 = 7{,}7\ тм$ $M_t^1 = 0{,}23 \cdot 11{,}15 = 2{,}6\ тм$

Момент инерции узкобазой стойки



В верхней секции стойки пояса из L 90×7

$a = \frac{5.0}{2} - 2.47 = 22.5$ см

$F = 12.3$ см^2 $\quad J_x = 94.3$ см^4

$J_{x-x} = 4(J_x + a^2 F) = 4(94.3 + 22.5^2 \cdot 12.3) = 25300$ см^4

В нижней секции стойки пояса из L 125×8

$a = \frac{5.0}{2} - 3.36 = 21.6$ см $\quad F = 19.7$ см^2 $\quad J_x = 294$ см^4

$J_{x-x} = 4(294 + 21.6^2 \cdot 19.7) = 38000$ см^4

Средний момент инерции сечения стойки

$$J_{x-x} = \frac{25300 + 38000}{2} = 31650 \text{ см}^4 = 3.16 \cdot 10^{-4} \text{ см}^4$$

$$N_t^3 = \frac{3 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 3.6 \cdot 10^{-4} \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 60 \cdot 900 \cdot 3}{1115^3} = 310 \text{ кг} = 0.31 \text{ т}$$

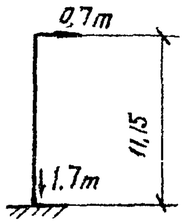
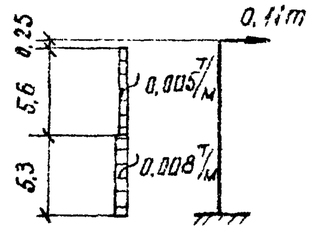
$M_t^3 = 0.31 \cdot 11.15 = 3.5$ тм

Сбор нагрузок на стойку №1 ячейкового портала 110 кВ в температурном режиме

Наименование нагрузок	Нормальный режим $q_0 = 6.25$ кг/м^2, $C = 0$, $t = -40°C$
1	2
Ветер параллельно плоскости портала	
1. Горизонтальные нагрузки из плоскости портала	
Тяжение ошиновки п/ст	$1.5\,S^1 = 1.5 \cdot 468 = 700$ кг
Итого:	0.7 т
2. Горизонтальные нагрузки в плоскости портала	
Составляющая от тяжения проводов ВЛ	$\frac{3\,S_0 \sin 20°}{7} = \frac{3 \cdot 195 \cdot 0.342}{7} = 30$ кг
То же, троса	$\frac{2\,S_0 \sin 20°}{7} = \frac{2 \cdot 170 \cdot 0.342}{7} = 17$ кг
Составляющая изгибающего момента от тяжения троса	$\frac{2S_0 \sin 20° \cdot 3.0}{7 \cdot 11.5} = \frac{17 \cdot 3.0}{11.5} = 4$ кг
Ветер на провода и гирлянды	$\frac{6(p + p' + p_1)}{7} = \frac{6(6 + 12 + 10)}{7} = 24$ кг
Ветер на заградитель и гирл.	$\frac{6 p_2}{7} = \frac{6 \cdot 16}{7} = 14$ кг
Ветер на трос	$\frac{3 p_0}{7} = \frac{3 \cdot 6}{7} = 3$ кг
Ветер на торец траверсы	$\frac{7 Q_{тр}}{7} = 19$ кг
Итого:	0.11 т
3. Вертикальные нагрузки	
Масса полпролета ошиновки п/ст и гирлянды	$1.5\,Q' = 1.5 \cdot 175 = 254$ кг
Масса траверсы	$0.5\,G_{тр.т} = 0.5 \cdot 368 \cdot 1.1 = 202$ кг
Масса тросостойки	$G_{тр.ст} \cdot n = 83 \cdot 1.1 = 91$ кг
Масса молниеотвода	$G_{молн.} n = 35 \cdot 1.1 = 38$ кг
Масса стойки	$G_{ст} \cdot n = 911 \cdot 1.1 = 1000$ кг
Масса монтера с инстр.	$0.5\,Q_м = 130$ кг
Итого:	1.7 т

Расчет марки Т17

Определение нагрузок на стойку №1 на отметке верха фундамента

Из плоскости портала	В плоскости портала
	
$H_{\perp} = 0,7т$ $M_{\perp} = 0,7 \cdot 11,15 = 7,8тм$	$H_{II} = 0,11 + 0,005 \cdot 5,6 + 0,008 \cdot 5,3 = 0,18т$ $M_{II} = 0,11 \cdot 11,15 + 0,005 \cdot 5,6 \cdot 8,1 + 0,008 \cdot 5,3^2 \cdot 0,5 = 1,6тм$

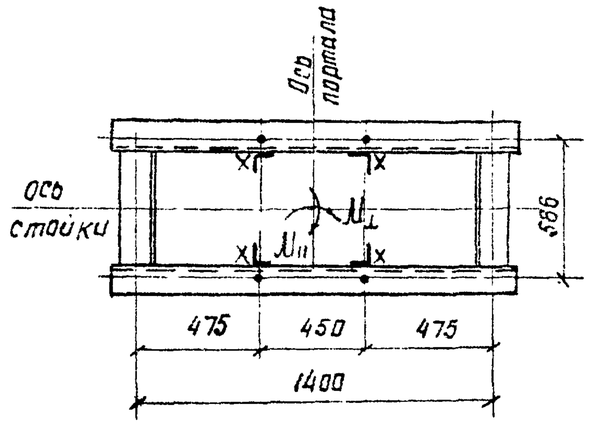
Определение усилий в поясе широкобазой стойки с учетом нагрузок температурного режима

$$N_{п}^{сж} = \frac{7,8 + 1,6 + 7,7}{2 \cdot 1,79} + \frac{1,7}{4} = 4,8 + 0,4 = 5,2т$$

Определение усилий в поясе узкобазой стойки с учетом нагрузок температурного режима

$$N_{п}^{сж} = \frac{7,8 + 1,6 + 3,5}{2 \cdot 0,43} + \frac{1,7}{4} = 19,9 + 0,4 = 20,3т < 35,6т \text{ (см. лист 54)}$$

Нагрузки температурного режима не являются определяющими при расчете стоек.



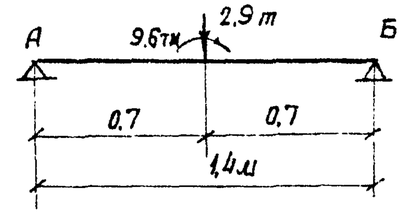
$M_{\perp} = 19,2тм$
$M_{II} = 1,2тм$ } см. лист 43
$N = 1,7т$

$P = \frac{1,7}{2} = 0,85т$

$P_{II} = \frac{1,2}{0,586} = 2,05т$

$\Sigma P = 0,85 + 2,05 = 2,9т$

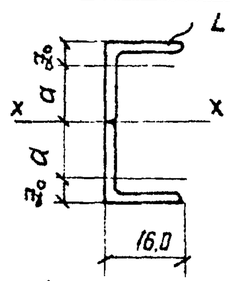
$M = 0,5 M_{\perp} = 9,6тм$



$M_{прол} = 0,5 \cdot 2,9 \cdot 0,7 + 9,6 = 10,6тм$

$W = \frac{1060000}{2100} = 505см^3$

Сечение балки



$a = 16 - 4,3 = 11,7см$

$J_{x-x} = 2(J_x + a^2 F) = 2(774 + 11,7^2 \cdot 31,4) = 10140см^4$

$W_{x-x} = \frac{10140}{16,0} = 635см^3 > 505см^3$

Срез углового шва

$N = \frac{2,9}{2} + \frac{10,6}{0,45} = 25,05т$

$\beta = 0,7 \quad h_ш = 0,8см \quad \ell_ш = 27,0 \cdot 2 = 54см$

$\frac{25050}{0,7 \cdot 0,8 \cdot 54} = 830 кг/см^2 < 1500 кг/см^2$

Определение деформаций верха стойки 1 портала тяжелого типа

III район по ветру, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{13.9}{11.15} = 1.25\,т$ (см. лист 67)

$P^{н} = \frac{1.25}{1.25} = 1.0\,т$

$f = \frac{100}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^{6}}\ 15300 = 2.4\,см < 5.6\,см$

II район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{12.6}{11.15} = 1.13$ (см. лист 67)

$P^{н} = \frac{1.13}{1.3} = 0.86\,т$

$f = \frac{860}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^{6}}\ 15300 = 2.06\,см < 5.6\,см$

III район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{14.1}{11.15} = 1.26\,т$ (см. лист 68)

$P^{н} = \frac{1.26}{1.4} = 0.93\,т$

$f = \frac{900}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^{6}}\ 15300 = 2.1\,см < 5.6\,см$

IV район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{16.6}{11.15} = 1.48\,т$ (см. лист 68)

$P^{н} = \frac{1.48}{1.4} = 1.06\,т$

$f = \frac{1060}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^{6}}\ 15300 = 2.54\,см < 5.6\,см$

Определение деформаций верха стойки 3 портала легкого типа

III район по ветру, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{9.0}{10.95} = 0.82\,т$ (см. лист 69)

$P^{н} = \frac{0.82}{1.25} = 0.65\,т$

$f = \frac{650}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^{6}}\ 40200 = 4.1\,см < 5.6\,см$

II район по гололеду, ветер под ∠45° к пл портала

$P = \frac{5.6}{10.95} = 0.51\,т$ (см. лист 69)

$P^{н} = \frac{0.51}{1.3} = 0.4\,т$

$f = \frac{400}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^{6}}\ 40200 = 2.6\,см < 5.6\,см$

III район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{7.4}{10.95} = 0.67\,т$ (см. лист 70)

$P^{н} = \frac{0.67}{1.4} = 0.48\,т$

$f = \frac{480}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^{6}}\ 40200 = 3.1\,см < 5.6\,см$

IV район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{9.0}{10.95} = 0.82\,т$ (см. лист 70)

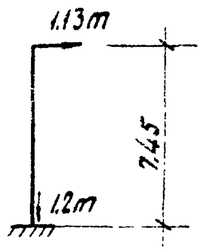
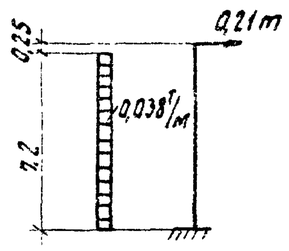
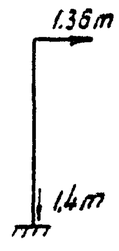
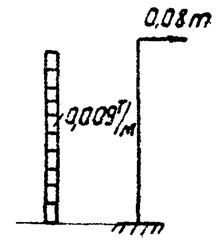
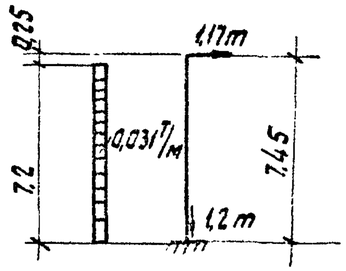
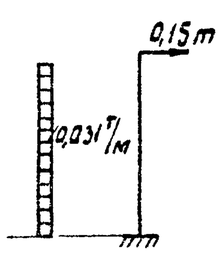
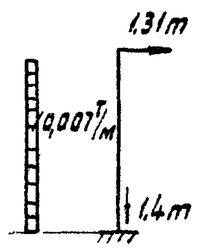
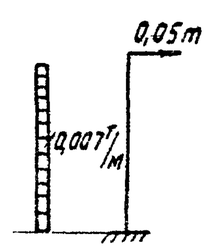
$P^{н} = \frac{0.82}{1.4} = 0.58\,т$

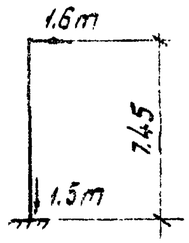
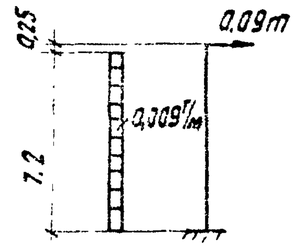
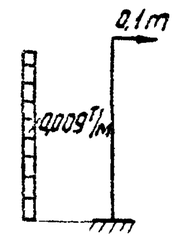
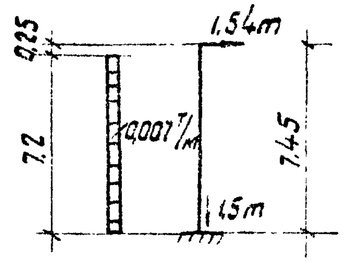
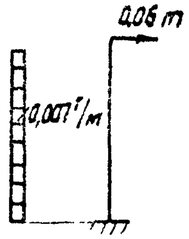
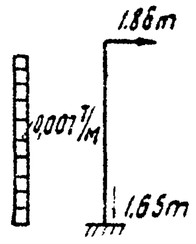
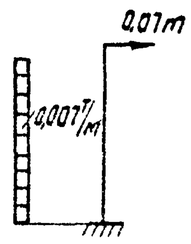
$f = \frac{580}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^{6}}\ 40200 = 3.7\,см < 5.6\,см$

Сбор нагрузок на стойку Т8 шинного портала 150 кВ

Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ветер действует параллельно пл. портала						Ветер действует под ∠45° к пл. портала			
		Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм 8200							
Тяжение шиновки	1,5 S	1,5·754=1130	1,5·910=1360	1,5·1064=1600	1,5·1288=1930	0,95·1,5·754=1075	0,95·1,5·910=1290	0,95·1,5·1064=1520	0,95·1,5·1288=1840
Ветер на боковую грань траверсы	0,5 Q тр	—	—	—	—	0,5·190=95	0,5·45=23	23	23
	Итого:	1,13 т	1,36 т	1,6 т	1,93 т	1,17 т	131 т	1,54 т	1,86 т
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на отм. 8200									
Ветер на провода и гирлянды	1,5 P	1,5·96=144	1,5·42=63	1,5·49=74	1,5·56=84	1,5·96·0,707=100	1,5·42·0,707=44	1,5·49·0,707=52	1,5·55·0,707=60
Ветер на торец траверсы	0,5 Q тр.	0,5·130=65	0,5·30=15	15	15	0,5·90=45	0,5·20=10	10	10
	Итого:	0,21 т	0,08 т	0,09 т	0,1 т	0,15 т	0,05 т	0,06 т	0,07 т
Вертикальные нагрузки на отм 750									
Масса траверсы	0,5 G тр. · n	0,5·335·1,1=185	185	185	185	185	185	185	185
Масса стойки	G ст. · n	424·1,1=470	470	470	470	470	470	470	470
Масса полпролета проводов и гир.	1,5 Q	1,5·182=270	270	270	270	270	270	270	270
Масса льда на проводах и гирл.	1,5 $Q^{г}$	—	1,5·140=210	1,5·220=330	1,5·310=465	—	210	330	465
Масса монтера с инстр.	Q м	260	260	260	260	260	260	260	260
	Итого:	1,2 т	1,4 т	1,5 т	1,65 т	1,2 т	1,4 т	1,5 т	1,65 т

Определение нагрузок на стойку Т8 шинного портала 150кВ

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1.1\,m$ $M_{\perp} = 1.13 \cdot 7.45 = 8.4\,тм$	$H_{II} = 0.21 + 0.038 \cdot 7.2 = 0.5\,m$ $M_{II} = 0.21 \cdot 7.45 + 0.038 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 2.5\,тм$	$H_{\perp} = 1.4\,m$ $M_{\perp} = 1.36 \cdot 7.45 = 10.1\,тм$	$H_{II} = 0.08 + 0.009 \cdot 7.2 = 0.14\,m$ $M_{II} = 0.08 \cdot 7.45 + 0.009 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.8\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{II}^{сж} = \frac{8.4 + 2.5}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.2}{4} = 12.1 + 0.3 = 12.4\,т$		$N_{II}^{сж} = \frac{10.1 + 0.8}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.4}{4} = 12.1 + 0.35 = 12.5\,т$	
Ветер под $\angle 45^\circ$ к плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1.17 + 0.031 \cdot 7.2 = 1.4\,m$ $M_{\perp} = 1.17 \cdot 7.45 + 0.031 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 9.5\,тм$	$H_{II} = 0.15 + 0.031 \cdot 7.2 = 0.4\,m$ $M_{II} = 0.15 \cdot 7.45 + 0.031 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 1.9\,тм$	$H_{\perp} = 1.31 + 0.007 \cdot 7.2 = 1.4\,m$ $M_{\perp} = 1.31 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 9.9\,тм$	$H_{II} = 0.05 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.1\,m$ $M_{II} = 0.05 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.6\,тм$
Усилие в поясе стойки	$N_{II}^{сж} = \frac{9.5 + 1.9}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.2}{4} = 12.7 + 0.3 = 13.0\,т$		$N_{II}^{сж} = \frac{9.9 + 0.6}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.4}{4} = 11.7 + 0.35 = 12.1\,т$	

	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp} = 1.6\,m$ $M_{\perp} = 1.6 \cdot 7.45 = 11.9\,mm$	 $H_{II} = 0.09 + 0.009 \cdot 7.2 = 0.16\,m$ $M_{II} = 0.09 \cdot 7.45 + 0.009\ 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.9\,mm$	 $H_{\perp} = 1.9\,m$ $M_{\perp} = 1.93 \cdot 7.45 = 14.4\,mm$	 $H_{II} = 0.1 + 0.009 \cdot 7.2 = 0.17\,m$ $M_{II} = 0.1 \cdot 7.45 + 0.009 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 1.0\,mm$
Усилие в поясе стойки	$N_n^{сж} = \frac{11.9 + 0.9}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.5}{4} = 14.2 + 0.4 = 14.6\,m$		$N_n^{сж} = \frac{14.4 + 1.0}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.65}{4} = 17.1 + 0.4 = \underline{\underline{17.5\,m}}$	
Ветер под ∠ 45° к плоскости портала	 $H_{\perp} = 1.54 + 0.007 \cdot 7.2 = 1.6\,m$ $M_{\perp} = 1.54 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 11.7\,mm$	 $H_{II} = 0.06 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.1\,m$ $M_{II} = 0.06 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.5\,mm$	 $H_{\perp} = 1.86 + 0.007 \cdot 7.2 = 1.9\,m$ $M_{\perp} = 1.86 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 14.0\,mm$	 $H_{II} = 0.07 + 0.007 \cdot 7.2 = 0.1\,m$ $M_{II} = 0.07 \cdot 7.45 + 0.007 \cdot 7.2^2 \cdot 0.5 = 0.7\,mm$
Усилие в поясе стойки	$N_n^{сж} = \frac{11.7 + 0.6}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.5}{4} = 13.7 + 0.4 = 14.1\,m$		$N_n^{сж} = \frac{14.0 + 0.7}{2 \cdot 0.45} + \frac{1.65}{4} = 16.3 + 0.4 = 16.7\,m$	

Определение усилий в раскосах стойки Т8

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $c = 20$мм, ветер II пл. портала

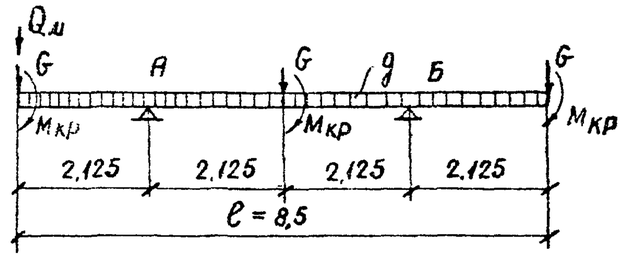
$H_\perp = 1{,}93$м — см. лист 77

$$D = \frac{H_\perp}{2\cos\alpha} = \frac{1{,}93}{2 \cdot 0{,}707} = 1{,}36\text{м}$$

Расчет траверсы Т5

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $c = 20$мм, ветер II пл. портала

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в вертикальной плоскости



$G = Q + Q^г = 0{,}182 + 0{,}31 = 0{,}49$т

$Q_л = 0{,}26$т

$$g = \frac{0{,}34 \cdot 1{,}1}{8{,}5} = 0{,}045\ т/м$$

$$V_A^{верт} = 1{,}5G + \frac{g\ell}{2} + Q_л \frac{2{,}125 + 4{,}25}{4{,}25} = 1{,}5 \cdot 0{,}49 + 0{,}045 \cdot 4{,}25 + 0{,}25 \cdot \frac{6{,}375}{4{,}25} =$$

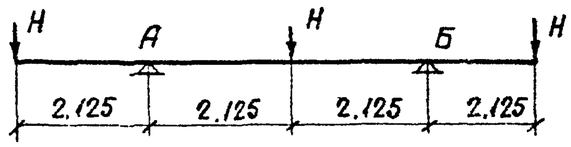
$$= 1{,}32\text{т}$$

$$M_A^{верт} = (G + Q_л)\,2{,}125 + \frac{g \cdot 2{,}125^2}{2} = (0{,}49 + 0{,}26)\,2{,}125 + 0{,}045 \cdot 2{,}26 = 1{,}7\text{тм}$$

$$M_{прол}^{верт} = (G + Q_л)4{,}25 + g \cdot 4{,}25^2 \cdot 0{,}5 - V_A^{верт} \cdot 2{,}125 =$$

$$= (0{,}49 + 0{,}26)\,4{,}25 + 0{,}045 \cdot 9{,}0 - 1{,}32 \cdot 2{,}125 = 0{,}81\text{тм}$$

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в горизонтальной плоскости



$H = 1{,}29$т

$$V_A^{гор} = 1{,}5H = 1{,}5 \cdot 1{,}29 = 1{,}93\text{т}$$

$$M_A^{гор} = H \cdot 2{,}125 = 1{,}29 \cdot 2{,}125 = 2{,}74\text{тм}$$

$$M_{прол}^{гор} = H \cdot 4{,}25 - V_A^{гор} \cdot 2{,}125 = 1{,}29 \cdot 4{,}25 - 1{,}93 \cdot 2{,}125 = 1{,}4\text{тм}$$

Усилие в поясе траверсы от кручения

$M_{кр} = 0{,}49 \cdot 0{,}29 = 0{,}14$тм

$$T = \frac{M_{кр}}{2a} = \frac{0{,}14}{2 \cdot 0{,}5} = 0{,}14\text{т}$$

$$U^{кр} = \frac{Td}{a} = \frac{0{,}14 \cdot 0{,}52}{0{,}5} = 0{,}15\text{т}$$

Суммарное усилие в поясе траверсы

$$U_{тр}^{оп.} = \frac{M_A^{верт} + M_A^{гор}}{2a} + U^{кр} = \frac{1{,}7 + 2{,}74}{2 \cdot 0{,}465} + 0{,}15 = 5{,}0\text{т}$$

Расчет горизонтальной решетки траверсы Т5

$D_1 = 0,5H + T = 0,5 \cdot 1,29 + 0,14 = 0,8\,м$

$D_2 \cos\alpha = 0,5H + T$ $\qquad \cos\alpha = \frac{0,5}{0,72} = 0,7$

$D_2 = \frac{0,8}{0,7} = 1,14\,м$ $\qquad D_3 = D_2 = 1,14\,м$

$D_4 = 0,5\, V_A^{гор} = 0,5 \cdot 1,93 = 0,97\,м$

$D_5 \cos\beta = 0,5\,(V_A^{гор} - H) + T$ $\qquad \cos\beta = \frac{0,5}{0,736} = 0,68$

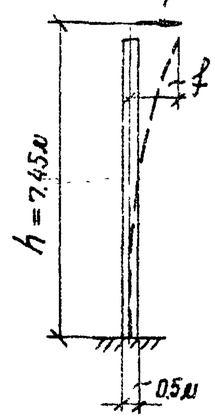
$D_5 = \frac{0,5(1,93 - 1,29) + 0,14}{0,68} = 0,68\,м$ $\qquad D_6 \cong D_5 = 0,68\,м$

$D_7 = 0,5H + T = 0,8\,м$

Определение деформаций вершины стойки Т5 от нагрузок, действующих из плоскости портала

IV район по гололеду, ветер в плоскости портала

$P = 1,93\,т$ (см. лист 77)



$P^н = \frac{1,93}{1,4} = 1,38\,т$

$J_{сеч} = 25200\,см^4$ — см. лист 22

$f = \frac{P^н \cdot h^3}{3EJ_{сеч}} = \frac{1380 \cdot 745^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 3,5\,см < 3,7\,см$

$[f] = \frac{1}{200} h = \frac{745}{200} = 3,7\,см$

III район по гололеду, ветер параллельно пл. портала

$P = 1,6\,т$ (см. лист 77)

$P^н = \frac{1,6}{1,4} = 1,15\,т$

$f = \frac{1150 \cdot 745^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 3,0\,см < 3,7\,см$

II район по гололеду, ветер параллельно пл. портала

$P = 1,36\,т$ (см. лист 76)

$P^н = \frac{1,36}{1,3} = 1,05\,т$

$f = \frac{1050 \cdot 745^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 2,7\,см < 3,7\,см$

III район по ветру, ветер под ∠ 45° к пл. портала

$P = \frac{9,5}{7,45} = 1,28\,т$ (см. лист 76)

$P^н = \frac{1,28}{1,25} = 1,0\,т$

$f = \frac{1000 \cdot 745^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 25200} = 2,6\,см < 3,7\,см$

Определение деформаций траверсы Т5 от нагрузок, действующих в горизонтальной пл.

$P^н = S = 0,92\,т$ $\qquad J_{сеч} = 13400\,см^4$ см. лист 38

Прогиб на конце консоли

$f = \frac{P^н \ell_{конс}^2}{3EJ_{сеч}} (\ell + \ell_{конс}) = \frac{920 \cdot 212,5^2 (425 + 212,5)}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 13400} = 0,3\,см < 3,0\,см$

$[f] = \frac{1}{70} \ell_{конс} = \frac{212,5}{70} = 3,0\,см$

Прогиб в середине траверсы

$f = \frac{P^н \ell^3}{48EJ} = \frac{920 \cdot 425^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 13400} = 0,05\,см < 2,1\,см$

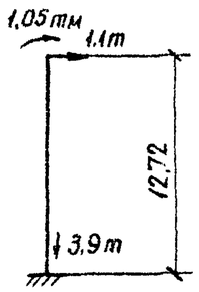
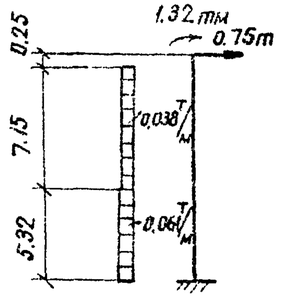
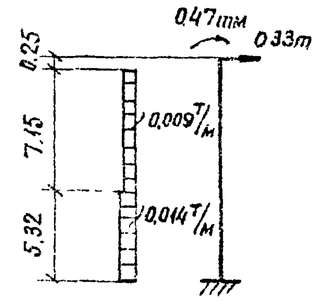
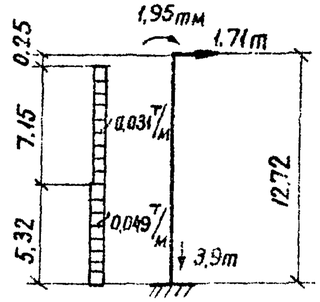
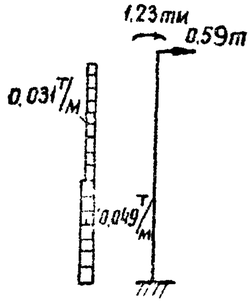
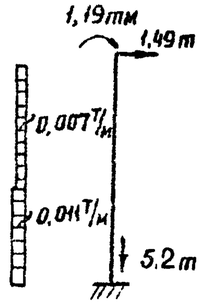
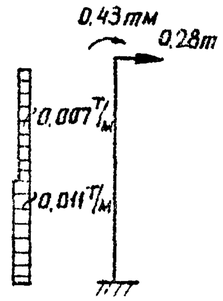
$[f] = \frac{1}{200} \ell = \frac{425}{200} = 2,1\,см$

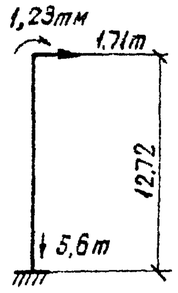
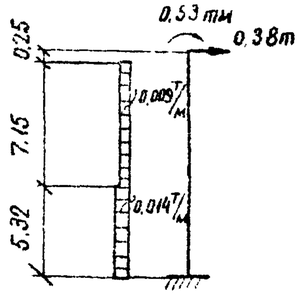
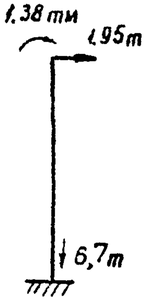
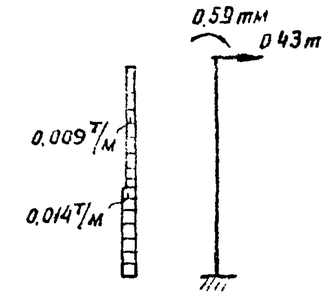
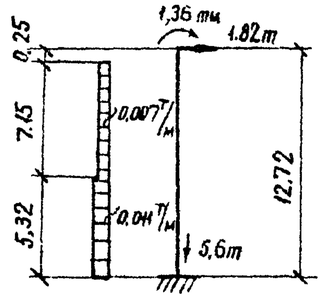
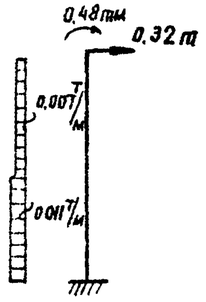
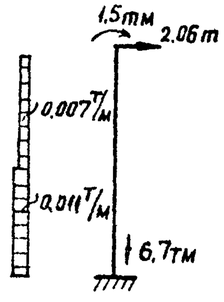
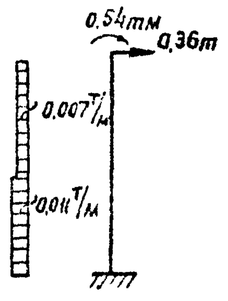
Сбор нагрузок на стойку линейного ячейкового портала 150кВ (стойка 2)

Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Ветер действует параллельно пл. портала				Ветер действует под ∠45° к пл. портала			
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 12920									
Тяжение проводов ЛЭП	$1,5(S_1+S_1\cos 10^\circ)$	$1,5(300+300\cdot 0,985)=890$	$1,5(390+390\cdot 0,985)=1160$	$1,5(490+490\cdot 0,985)=1460$	$1,5(560+560\cdot 0,985)=1670$	$890\cdot 0,95=845$	$1160\cdot 0,95=1100$	$1460\cdot 0,95=1385$	$1670\cdot 0,95=1585$
Тяжение троса	$S_0\cos 10^\circ$	$215\cdot 0,985=210$	240	$250\cdot 0,985=246$	$280\cdot 0,985=276$	$210\cdot 0,95=200$	$210\cdot 0,95=200$	$246\cdot 0,95=233$	$276\cdot 0,95=262$
Ветер на боковую грань траверс	$Q_{тр}$	—	—	—	—	280	64	64	64
Ветер на тросостойку	$q\,c_{тр.ст}$	—	—	—	—	$19\cdot 4,75=90$	$5\cdot 4,75=24$	24	24
Ветер на молниеотвод	$q\,c_{молн.}$	—	—	—	—	$11\cdot 7,5=82$	$2\cdot 7,5=15$	15	15
Ветер на заградитель и гирл.	$3P_2\cos 45^\circ$	—	—	—	—	$3\cdot 104\cdot 0,707=216$	$3\cdot 43\cdot 0,707=90$	$3\cdot 46\cdot 0,707=96$	$3\cdot 50\cdot 0,707=105$
	Итого:	1,1 т	1,37 т	1,71 т	1,95 т	1,71 т	1,49 т	1,82 т	2,06 т
Изгибающий момент из плоскости портала на отм. 12920									
От тяжения троса	$S_0\cos 10^\circ e$	$210\cdot 5,0=1050$	$210\cdot 5,0=1050$	$246\cdot 5,0=1230$	$276\cdot 5,0=1380$	$200\cdot 5,0=1000$	$200\cdot 5,0=1000$	$233\cdot 5,0=1165$	$262\cdot 5,0=1310$
От ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}e$	—	—	—	—	$90\cdot 2,63=237$	$24\cdot 2,63=63$	63	63
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}e_1$	—	—	—	—	$82\cdot 8,75=717$	$15\cdot 8,75=131$	131	131
	Итого:	1,05 тм	1,05 тм	1,23 тм	1,38 тм	1,95 тм	1,19 тм	1,36 тм	1,50 тм
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на отм. 12920									
Ветер на провода и гирл. ЛЭП	$\frac{6P_1}{3}$	$2\cdot 54=108$	$2\cdot 28=56$	$2\cdot 35=70$	$2\cdot 42=84$	$2\cdot 54\cdot 0,707=76$	$2\cdot 28\cdot 0,707=40$	$2\cdot 35\cdot 0,707=49$	$2\cdot 42\cdot 0,707=59$
Ветер на трос	P_0	24	14	21	28	$24\cdot 0,707=17$	$14\cdot 0,707=10$	$21\cdot 0,707=15$	$28\cdot 0,707=20$
Ветер на тросостойку	$q\,c_{тр.ст.}$	$24\cdot 4,75=114$	$6\cdot 4,75=28$	28	28	$19\cdot 4,75=90$	$5\cdot 4,75=24$	24	24
Ветер на молниеотвод	$q\,c_{молн.}$	$11\cdot 7,5=82$	$2\cdot 7,5=15$	15	15	$11\cdot 7,5=82$	$2\cdot 7,5=15$	15	15
Ветер на торец траверсы	$\frac{2Q_{тр}}{3}$	$\frac{2\cdot 190}{3}=127$	$\frac{2\cdot 44}{3}=29$	29	29	$\frac{2\cdot 130}{3}=87$	$\frac{2\cdot 30}{3}=20$	20	20
Ветер на в/ч заградитель и гир.	$\frac{6P_2}{3}$	$2\cdot 104=208$	$2\cdot 43=86$	$2\cdot 46=92$	$2\cdot 50=100$	$208\cdot 0,707=147$	$86\cdot 0,707=61$	$92\cdot 0,707=65$	$100\cdot 0,707=71$
Составляющая от тяжения троса	$S_0\sin 10^\circ$	$215\cdot 0,174=37$	$215\cdot 0,174=37$	$250\cdot 0,174=43$	$280\cdot 0,174=49$	37	37	43	49
Составляющая от тяжения провод	$\frac{3S_1\sin 10^\circ}{3}$	$300\cdot 0,174=52$	$390\cdot 0,174=68$	$490\cdot 0,174=85$	$560\cdot 0,174=97$	52	68	85	97
	Итого:	0,75 т	0,33 т	0,38 т	0,43 т	0,59 т	0,28 т	0,32 т	0,36 т

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Изгибающий момент в плоскости портала на отм. 12920									
От составляющей от тяжения троса	$S_{a\,dl\,n}\,10^{\circ}\,\ell$	215·0,174·5,0=185	215·0,174·5,0=185	250·0,174·5,0=215	280·0,174·5,0=245	185	185	215	245
От ветра на трос	$P_0\,\ell$	24·5,0=120	14·5,0=70	21·5,0=105	28·5,0=140	17·5,0=85	10·5,0=50	15·5,0=75	20·5,0=100
От ветра на тросостойку	$Q_{тр.ст.}\,\ell_1$	114·2,63=300	28·2,63=74	28·2,63=74	28·2,63=74	90·2,63=237	24·2,63=63	24·2,63=63	24·2,63=63
От ветра на молниеотвод	$Q_{молн.}\,\ell_2$	82·8,75=718	15·8,75=131	15·8,75=131	15·8,75=131	718	131	131	131
	Итого:	1,32 тм	0,47 тм	0,53 тм	0,59 тм	1,23 тм	0,43 тм	0,48 тм	0,54 тм
Вертикальные нагрузки на ▽200									
Масса полпролета провода и гир.	$3Q_1$	3·149=447	3(149+80)=687	3(149+140)=567	3(149+210)=1077	447	687	567	1077
Масса в/ч заградителя и гирл.	$3Q_2$	3·429=1287	3(429+340)=2307	3(429+500)=2787	3(429+680)=3327	1287	2307	2787	3327
Масса полпролета троса	Q_0	22	22+30=52	22+60=82	22+90=112	22	52	82	112
Масса стойки	$G_{ст.}\,n$	948·1,1=1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043
Масса траверсы	$G_{тр}\,n$	548·1,1=603	603	603	603	603	603	603	603
Масса тросостойки	$G_{тр.ст}\,n$	130·1,1=143	143	143	143	143	143	143	143
Масса молниетвода	$G_{молн.}\,n$	104·1,1=114	114	114	114	114	114	114	114
Масса монтера с инструм.	$Q_м$	260	260	260	260	260	260	260	260
	Итого:	3,9 т	5,2 т	5,6 т	6,7 т	3,9 т	5,2 т	5,6 т	6,7 т

Определение нагрузок на стойку 2 линейного ячейкового портала

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1,1т$ $M_{\perp} = 1,05 + 1,1 \cdot 12,72 = 15,0тм$	$H_{II} = 0,75 + 0,038 \cdot 7,15 + 0,061 \cdot 5,32 = 1,4т$ $M_{II} = 1,32 + 0,75 \cdot 12,72 + 0,038 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,061 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 14,2тм$	$H_{\perp} = 1,37т$ $M_{\perp} = 1,05 + 1,37 \cdot 12,72 = 18,5тм$	$H_{II} = 0,33 + 0,009 \cdot 7,15 + 0,014 \cdot 5,32 = 0,5т$ $M_{II} = 0,47 + 0,33 \cdot 12,72 + 0,009 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,014 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 5,4тм$
Нагрузки на фундамент	$N^{сж}_{max} = \frac{15,0 + 14,2}{2 \cdot 1,85} + \frac{3,9}{4} = 7,9 + 1,0 = 8,9т$ $N^{выр}_{max} = -7,9 + 1,0 = -6,9т$		$N^{сж}_{max} = \frac{18,5 + 5,4}{2 \cdot 1,85} + \frac{5,2}{4} = 6,5 + 1,3 = 7,8т$ $N^{выр}_{max} = -6,5 + 1,3 = -5,2т$	
Усилие в поясе стойки	$N^{сж}_{п} = \frac{15,0 + 14,2}{2 \cdot 1,79} + \frac{3,9}{4} = 8,1 + 1,0 = 9,1т$		$N^{сж}_{п} = \frac{18,5 + 5,4}{2 \cdot 1,79} + \frac{5,2}{4} = 6,7 + 1,3 = 8,0т$	
Ветер под ∠ 45° к плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1,71 + 0,031 \cdot 7,15 + 0,049 \cdot 5,32 = 2,2т$ $M_{\perp} = 1,95 + 1,71 \cdot 12,72 + 0,031 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,049 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 26,4тм$	$H_{II} = 0,59 + 0,031 \cdot 7,15 + 0,049 \cdot 5,32 = 1,1т$ $M_{II} = 1,23 + 0,59 \cdot 12,72 + 0,031 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,049 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 11,4тм$	$H_{\perp} = 1,49 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 1,6т$ $M_{\perp} = 1,19 + 1,49 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 20,8тм$	$H_{II} = 0,28 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 0,4т$ $M_{II} = 0,43 + 0,28 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 4,6тм$
Нагрузки на фундамент	$N^{сж}_{max} = \frac{26,4 + 11,4}{2 \cdot 1,85} + \frac{3,9}{4} = 10,2 + 1,0 = 11,2т$ $N^{выр}_{max} = -10,2 + 1,0 = -9,2т$		$N^{сж}_{max} = \frac{20,8 + 4,6}{2 \cdot 1,85} + \frac{5,2}{4} = 6,9 + 1,3 = 8,1т$ $N^{выр}_{max} = -6,9 + 1,3 = -5,6т$	
Усилие в поясе стойки	$N^{сж}_{п} = \frac{26,4 + 11,4}{2 \cdot 1,79} + \frac{3,9}{4} = 10,5 + 1,0 = 11,5т$		$N^{сж}_{п} = \frac{20,8 + 4,6}{2 \cdot 1,79} + \frac{5,2}{4} = 7,1 + 1,3 = 8,4т$	

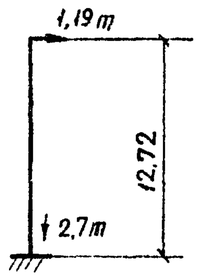
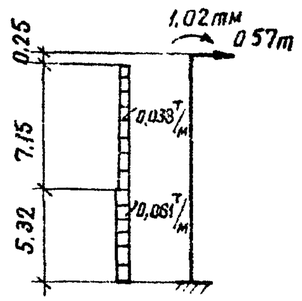
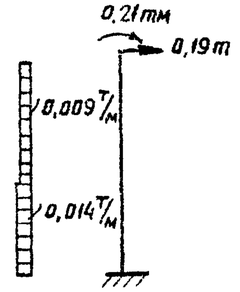
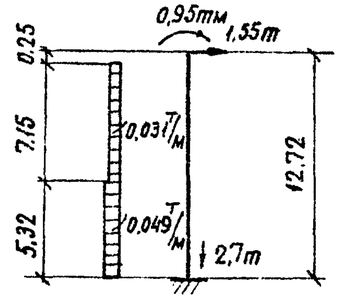
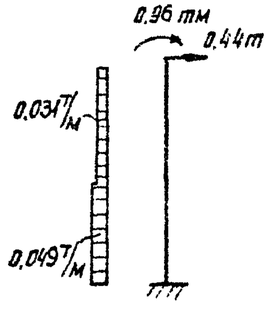
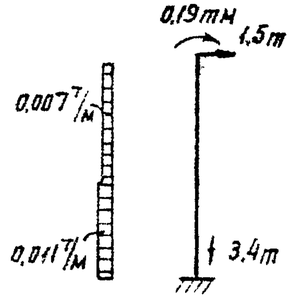
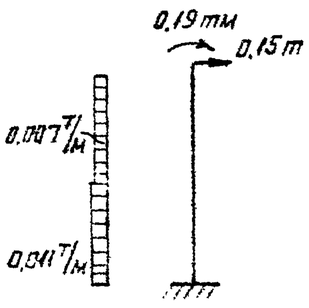
	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1,71м$ $M_{\perp} = 1,23 + 1,71 \cdot 12,72 = 23,0тм$	$H_{II} = 0,38 + 0,009 \cdot 7,15 + 0,014 \cdot 5,32 = 0,6м$ $M_{II} = 0,53 + 0,38 \cdot 12,72 + 0,009 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + + 0,014 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 6,2тм$	$H_{\perp} = 1,95м$ $M_{\perp} = 1,38 + 1,95 \cdot 12,72 = 26,2тм$	$H_{II} = 0,43 + 0,009 \cdot 7,15 + 0,014 \cdot 5,32 = 0,6м$ $M_{II} = 0,59 + 0,43 \cdot 12,72 + 0,009 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + + 0,014 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 6,9тм$
Нагрузки на фундамент	$N^{сж}_{max} = \frac{23,0+6,2}{2 \cdot 1,85} + \frac{5,6}{4} = 7,9 + 1,4 = 9,3т$ $N^{выр}_{max} = -7,9 + 1,4 = -6,5т$		$N^{сж}_{max} = \frac{26,2+6,9}{2 \cdot 1,85} + \frac{6,7}{4} = 8,9 + 1,7 = 10,6т$ $N^{выр}_{max} = -8,9 + 1,7 = -7,2т$	
Усилие в поясе стойки	$N^{сж}_{п} = \frac{23,0+6,2}{2 \cdot 1,79} + \frac{5,6}{4} = 8,2 + 1,4 = 9,6т$		$N^{сж}_{п} = \frac{26,2+6,9}{2 \cdot 1,79} + \frac{6,7}{4} = 9,2 + 1,7 = 10,9т$	
Ветер под ∠ 45° к плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1,82 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 2,0м$ $M_{\perp} = 1,36 + 1,82 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 25,2тм$	$H_{II} = 0,32 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 0,5м$ $M_{II} = 0,48 + 0,32 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 5,2тм$	$H_{\perp} = 2,06 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 2,2м$ $M_{\perp} = 1,5 + 2,06 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 28,4тм$	$H_{II} = 0,36 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 0,5м$ $M_{II} = 0,54 + 0,36 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 5,8тм$
Нагрузки на фундамент	$N^{сж}_{max} = \frac{25,2+5,2}{2 \cdot 1,85} + \frac{5,6}{4} = 8,2 + 1,4 = 9,6т$ $N^{выр}_{max} = -8,2 + 1,4 = -6,8т$		$N^{сж}_{max} = \frac{28,4+5,8}{2 \cdot 1,85} + \frac{6,7}{4} = 9,2 + 1,7 = 10,9т$ $N^{выр}_{max} = -9,2 + 1,7 = -7,5т$	
Усилие в поясе стойки	$N^{сж}_{п} = \frac{25,2+5,2}{2 \cdot 1,79} + \frac{5,6}{4} = 8,5 + 1,4 = 9,9т$		$N^{сж}_{п} = \frac{28,4+5,8}{2 \cdot 1,79} + \frac{6,7}{4} = 9,5 + 1,7 = 11,2т$	

Сбор нагрузок на стойку ячейкового портала 150 кВ (стойка 3)

Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Ветер действует параллельно плоскости портала				Ветер действует под ∠45° к плоскости портала			
Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на ▽12920									
Тяжение ошиновки п/ст	1,5 S	1,5·790 = 1485	1,5·970 = 1455	1,5·1210 = 1815	1,5·1260 = 1890	1,5·0,95 = 1185·0,95 = = 1125	1455·0,95 = 1380	1815·0,95 = 1720	1890·0,95 = 1790
Ветер на боковую грань трав.	0,5 Q тр	—	—	—	—	0,5·280 = 140	0,5·64 = 32	32	32
Ветер на тросостойку	q ℓ тр.ст.	—	—	—	—	19·4,75 = 90	5·4,75 = 24	24	24
Ветер на молниеотвод	q ℓ молн.	—	—	—	—	11·7,5 = 82	2·7,5 = 15	15	15
Ветер на заградитель и гирл	1,5 P_2 cos 45°	—	—	—	—	1,5·104·0,707 = 110	1,5·43·0,707 = 46	1,5·46·0,707 = 49	1,5·50·0,707 = 53
	Итого:	1,19 т	1,46 т	1,82 т	1,89 т	1,55 т	1,5 т	1,84 т	1,91 т
Изгибающий момент из плоскости портала на ▽ 12920									
От ветра на тросостойку	Q тр.ст. ℓ	—	—	—	—	90·2,63 = 237	24·2,63 = 63	63	63
От ветра на молниеотвод	Q молн ℓ,	—	—	—	—	82·8,75 = 717	15·8,75 = 131	131	131
	Итого:	—	—	—	—	0,95 тм	0,19 тм	0,19 тм	0,19 тм
Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на ▽ 12920									
Ветер на провода и гирл. п/ст	1,5 P	1,5·84 = 126	1,5·42 = 63	1,5·49 = 74	1,5·56 = 84	1,5 P cos 45° = = 126·0,707 = 89	63·0,707 = 45	74·0,707 = 52	84·0,707 = 60
Ветер на заградитель и гирл.	1,5 P_2	1,5·104 = 156	1,5·43 = 65	1,5·46 = 69	1,5·50 = 75	1,5 P_2 cos 45° = = 156·0,707 = 110	65·0,707 = 46	69·0,707 = 49	75·0,707 = 53
Ветер на торец траверсы	0,5 Q тр	0,5·190 = 95	0,5·44 = 22	22	22	0,5·130 = 65	0,5·30 = 15	15	15
Ветер на тросостойку	q ℓ тр.ст.	24·4,75 = 114	6·4,75 = 28	28	28	19·4,75 = 90	5·4,75 = 24	24	24
Ветер на молниеотвод	q ℓ молн.	11·7,5 = 82	2·7,5 = 15	15	15	82	15	15	15
	Итого:	0,57 т	0,19 т	0,21 т	0,22 т	0,44 т	0,15 т	0,16 т	0,17 т
Изгибающий момент в плоскости портала на ▽ 12920									
От ветра на тросостойку	Q тр.ст ℓ	114·2,63 = 300	28·2,63 = 74	74	74	90·2,63 = 237	24·2,63 = 63	63	63
От ветра на молниеотвод	Q молн. ℓ,	82·8,75 = 718	15·8,75 = 131	131	131	718	131	131	131
	Итого:	1,02 тм	0,21 тм	0,21 тм	0,21 тм	0,96 тм	0,19 тм	0,19 тм	0,19 тм

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вертикальные нагрузки на σ200									
Масса полпролета провода п/стигира	$1.5\,Q$	$1.5 \cdot 209 = 314$	$1.5\,(209+160)=553$	$1.5\,(209+250)=690$	$1.5\,(209+360)=855$	314	553	690	855
Масса в/ч заградителя и гирл.	$1.5\,Q_2$	$1.5 \cdot 430 = 645$	$1.5\,(430+340)=1155$	$1.5\,(430+500)=1245$	$1.5\,(430+680)=1515$	645	1155	1245	1515
Масса траверсы	$0,5\,G_{тр.\,п}$	$0,5 \cdot 548 \cdot 1,1 = 300$	300	300	300	300	300	300	300
Масса стойки	$G_{ст} \cdot n$	$948 \cdot 1.1 = 1040$	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040
Масса тросастойки	$G_{тр.ст}\,n$	$130 \cdot 1.1 = 143$	143	143	143	143	143	143	143
Масса молниеотвода	$G_{молн.\,п}$	$104 \cdot 1.1 = 115$	115	115	115	115	115	115	115
Масса монтера с инструм.	$0,5\,Q_м$	$0.5 \cdot 260 = 130$	130	130	130	130	130	130	130
	Итого:	2,7т	3,4т	3,7т	4,2т	2,7т	3,4т	3,7т	4,2т

Сбор нагрузок на стойку №3 ячейкового портала

	III район по ветру		II район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1,2\,m$ $M_{\perp} = 1,19 \cdot 12,72 = 15,1\,тм$	$H_{II} = 0,57 + 0,038 \cdot 7,15 + 0,061 \cdot 5,32 = 1,2\,m$ $M_{II} = 1,02 + 0,57 \cdot 12,72 + 0,038 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,061 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 11,6\,тм$	$H_{\perp} = 1,5\,m$ $M_{\perp} = 1,46 \cdot 12,72 = 18,6\,тм$	$H_{II} = 0,19 + 0,009 \cdot 7,15 + 0,014 \cdot 5,32 = 0,4\,m$ $M_{II} = 0,21 + 0,19 \cdot 12,72 + 0,009 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,014 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 3,4\,тм$
Нагрузки на фундамент	$N^{сж}_{max} = \frac{15,1 + 11,6}{2 \cdot 1,85} + \frac{2,7}{4} = 7,2 + 0,7 = 7,9\,т$ $N^{выр}_{max} = -7,2 + 0,7 = -6,5\,т$		$N^{сж}_{max} = \frac{18,6 + 3,4}{2 \cdot 1,85} + \frac{3,4}{4} = 5,9 + 0,9 = 6,8\,т$ $N^{выр}_{max} = -5,9 + 0,9 = -5,0\,т$	
Усилие в поясе стойки	$N^{сж}_{п} = \frac{15,1 + 11,6}{2 \cdot 1,79} + \frac{2,7}{4} = 7,5 + 0,7 = 8,2\,т$		$N^{сж}_{п} = \frac{18,6 + 3,4}{2 \cdot 1,79} + \frac{3,4}{4} = 6,1 + 0,9 = 7,0\,т$	
Ветер под ∠45° к плоскости портала				
	$H_{\perp} = 1,55 + 0,031 \cdot 7,15 + 0,049 \cdot 5,32 = 2,1\,m$ $M_{\perp} = 0,95 + 1,55 \cdot 12,72 + 0,031 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,049 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 23,3\,тм$	$H_{II} = 0,44 + 0,031 \cdot 7,15 + 0,049 \cdot 5,32 = 1,0\,m$ $M_{II} = 0,96 + 0,44 \cdot 12,72 + 0,031 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,049 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 9,2\,тм$	$H_{\perp} = 1,5 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 1,6\,m$ $M_{\perp} = 0,19 + 1,5 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 19,9\,тм$	$H_{II} = 0,15 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 0,3\,m$ $M_{II} = 0,19 + 0,15 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 2,7\,тм$
Нагрузки на фундамент	$N^{сж}_{max} = \frac{23,3 + 9,2}{2 \cdot 1,85} + \frac{2,7}{4} = 8,8 + 0,7 = \underline{\underline{9,5\,т}}$ $N^{выр}_{max} = -8,8 + 0,7 = \underline{\underline{-8,1\,т}}$		$N^{сж}_{max} = \frac{19,9 + 2,7}{2 \cdot 1,85} + \frac{3,4}{4} = 6,1 + 0,9 = 7,0\,т$ $N^{выр}_{max} = -6,1 + 0,9 = -5,2\,т$	
Усилие в поясе стойки	$N^{сж}_{п} = \frac{23,3 + 9,2}{2 \cdot 1,79} + \frac{2,7}{4} = 9,1 + 0,7 = \underline{\underline{9,8\,т}}$		$N^{сж}_{п} = \frac{19,9 + 2,7}{2 \cdot 1,79} + \frac{3,4}{4} = 6,3 + 0,9 = 7,2\,т$	

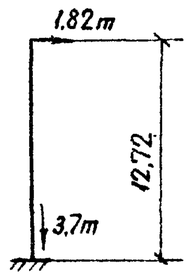
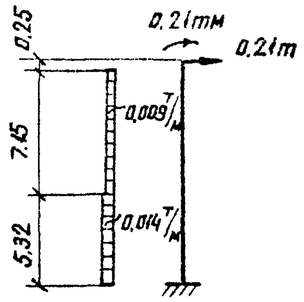
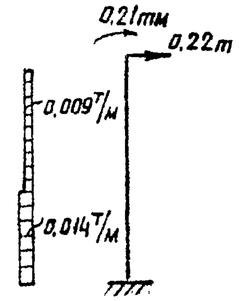
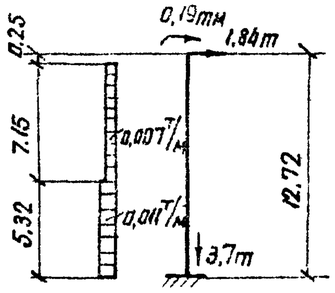
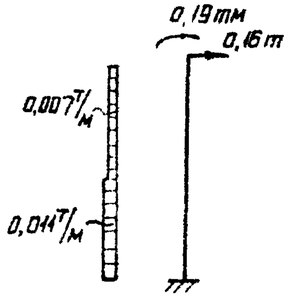
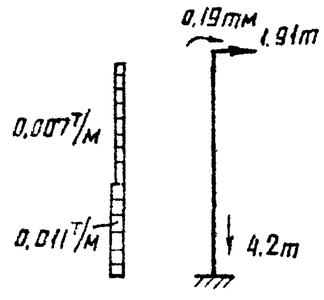
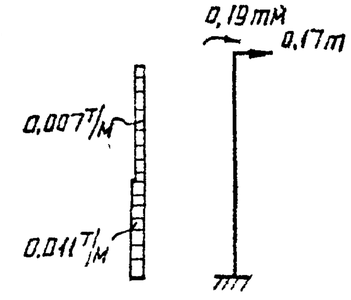
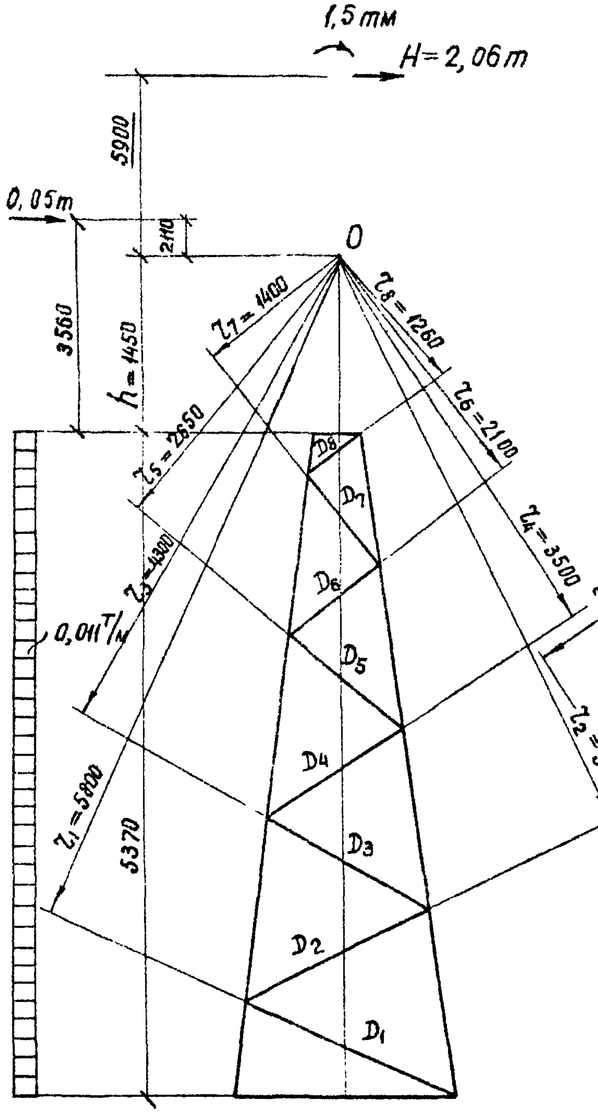
	III район по гололеду		IV район по гололеду	
	Из плоскости портала	В плоскости портала	Из плоскости портала	В плоскости портала
Ветер параллельно плоскости портала	 $H_{\perp} = 1,8\,т$ $M_{\perp} = 1,82 \cdot 12,72 = 23,2\,тм$	 $H_{II} = 0,21 + 0,009 \cdot 7,15 + 0,014 \cdot 5,32 = 0,4\,т$ $M_{II} = 0,21 + 0,21 \cdot 12,72 + 0,009 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,014 \cdot 5,32^2 \cdot 0,5 = 3,7\,тм$	 $H_{\perp} = 1,9\,т$ $M_{\perp} = 1,89 \cdot 12,72 = 24,1\,тм$	 $H_{II} = 0,22 + 0,009 \cdot 7,15 + 0,014 \cdot 5,32 = 0,4\,т$ $M_{II} = 0,21 + 0,22 \cdot 12,72 + 0,009 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,014 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 3,8\,тм$
Нагрузки на фундамент	$N_{max}^{сж} = \frac{23,2+3,7}{2 \cdot 1,85} + \frac{3,7}{4} = 7,0 + 0,9 = 7,9\,т$ $N_{max}^{выр} = -7,0 + 0,9 = -6,1\,т$		$N_{max}^{сж} = \frac{24,1+3,8}{2 \cdot 1,85} + \frac{4,2}{4} = 7,55 + 1,05 = 8,6\,т$ $N_{max}^{выр} = -7,55 + 1,05 = -6,5\,т$	
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{23,2+3,7}{2 \cdot 1,79} + \frac{3,7}{4} = 7,3 + 0,9 = 8,2\,т$		$N_{п}^{сж} = \frac{24,1+3,8}{2 \cdot 1,79} + \frac{4,2}{4} = 7,8 + 1,05 = 8,9\,т$	
Ветер под ∠45° к плоскости портала	 $H_{\perp} = 1,84 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 2,0\,т$ $M_{\perp} = 0,19 + 1,84 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 24,3\,тм$	 $H_{II} = 0,16 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 0,3\,т$ $M_{II} = 0,19 + 0,16 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 2,8\,тм$	 $H_{\perp} = 1,91 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,3 = 2,0\,т$ $M_{\perp} = 0,19 + 1,91 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 25,1\,тм$	 $H_{II} = 0,17 + 0,007 \cdot 7,15 + 0,011 \cdot 5,32 = 0,3\,т$ $M_{II} = 0,19 + 0,17 \cdot 12,72 + 0,007 \cdot 7,15 \cdot 8,9 + 0,011 \cdot 5,32 \cdot 2,66 = 3,0\,тм$
Нагрузки на фундамент	$N_{max}^{сж} = \frac{24,3+2,8}{2 \cdot 1,85} + \frac{3,7}{4} = 7,4 + 0,9 = 8,3\,т$ $N_{max}^{выр} = -7,4 + 0,9 = -6,5\,т$		$N_{max}^{сж} = \frac{25,1+3,0}{2 \cdot 1,85} + \frac{4,2}{4} = 7,6 + 1,0 = 8,6\,т$ $N_{max}^{выр} = -7,6 + 1,0 = -6,6\,т$	
Усилие в поясе стойки	$N_{п}^{сж} = \frac{24,3+2,8}{2 \cdot 1,79} + \frac{3,7}{4} = 7,6 + 0,9 = 8,5\,т$		$N_{п}^{сж} = \frac{25,1+3,0}{2 \cdot 1,79} + \frac{4,2}{4} = 7,9 + 1,0 = 8,9\,т$	

Схема для расчета раскосов стойки Т10

IV гололедный район $q_0 = 14^{кг}/м^2$, $C = 20$мм

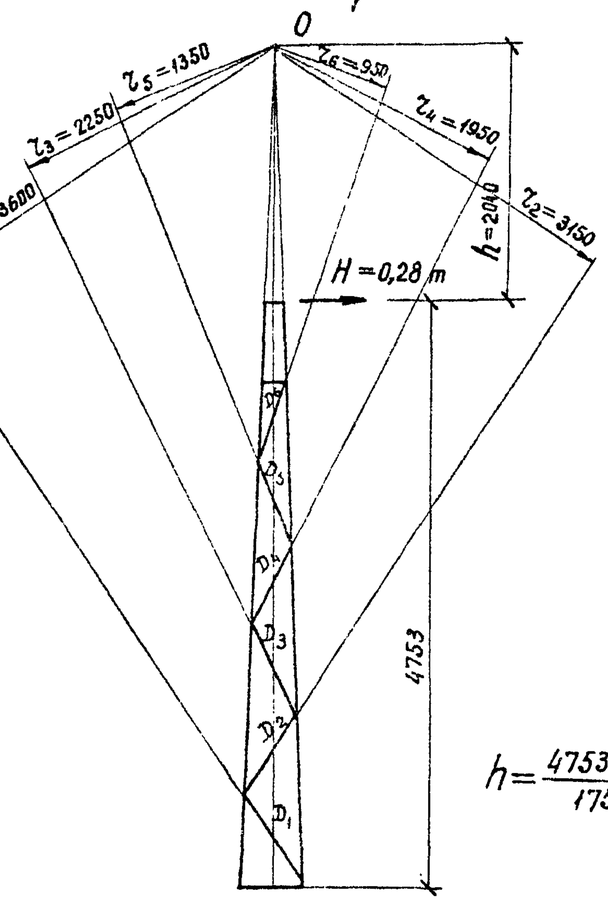
Ветер под ∠45° к пл. портала



$$h = \frac{5346 \cdot 195}{700} = 1490 мм$$

Схема для расчета раскосов трассостойки Т14

IV гололедный район $q_0 = 14^{кг}/м^2$, ветер II пл. портала



$$h = \frac{4753 \cdot 75}{175} = 2040 мм$$

Определение усилий в раскосах стойки Т10

M_1 тм	M_2 тм	M_3 тм	M_4 тм	ΣM_0 тм	№ стержня	M расч. тм	z м	Усилие т
1,5	2,06·5,9=12,15	0,05·2,11=0,1	− 0,24	13,57	1	6,78	5,8	1,17
1,5	12,15	0,1	− 0,19	13,62	2	6,81	5,1	1,34
1,5	12,15	0,1	− 0,14	13,67	3	6,83	4,3	1,6
1,5	12,15	0,1	− 0,1	13,71	4	6,85	3,5	1,96
1,5	12,15	0,1	− 0,07	13,74	5	6,87	2,65	2,6
1,5	12,15	0,1	− 0,04	13,77	6	6,88	2,1	3,3
1,5	12,15	0,1	− 0,02	13,8	7	6,9	1,4	4,9
1,5	12,15	0,1	0	13,75	8	6,87	1,26	5,45

Определение усилий в раскосах трассостойки

M_1 тм	№ стержня	M расч. тм	z м	Усилие т
0,28·2,04=0,57	1	0,285	3,6	0,08
0,57	2	0,285	3,15	0,09
0,57	3	0,285	2,25	0,13
0,57	4	0,285	1,95	0,15
0,57	5	0,285	1,35	0,21
0,57	6	0,285	0,95	0,3

Подбор сечения решетки стойки и трассостойки см. 7027тм-II, л.43

Определение усилий в поясе стойки т8 ячейкового портала 150 кВ

III район по ветру, ветер под ∠45° к пл портала

Нагрузки на стойку на отм. оси траверсы см. лист 82

$H_{\perp}^{I-I} = 1,71 + 0,031 \cdot 7,15 = 1,9\,т$

$H_{II}^{I-I} = 0,59 + 0,031 \cdot 7,15 = 0,8\,т$

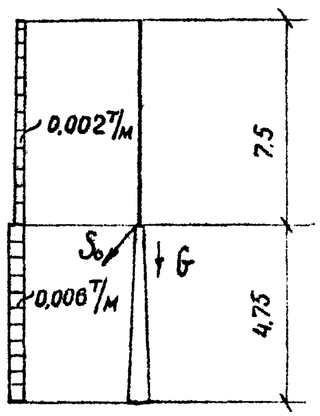
$M_{\perp}^{H} = 1,95 + 1,71 \cdot 7,2 + 0,031 \cdot 6,95^2 \cdot 0,5 = 15,0\,тм$

$M_{II}^{I-I} = 1,23 + 0,59 \cdot 7,2 + 0,031 \cdot 6,95^2 \cdot 0,5 = 6,2\,тм$

$N_{п}^{сж} = \frac{15,0 + 6,2}{2 \cdot 0,45} + \frac{3,3}{4} = 23,6 + 0,8 = \underline{24,4\,т}$

Определение усилий в поясе тросостойки Т14

IV район по гололеду, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $c = 20\,мм$, ветер II пл. портала



$H_{\perp} = S_0 = 0,28\,т$

$M_{\perp} = 0,28 \cdot 4,75 = 1,33\,тм$

$H_{II} = 0,002 \cdot 7,5 + 0,006 \cdot 4,75 = 0,04\,т$

$M_{II} = 0,002 \cdot 7,5 \cdot (4,75 + 3,75) + 0,006 \cdot 4,75^2 \cdot 0,5 = 0,2\,тм$

$G = (0,13 + 0,104)1,1 + 0,022 + 0,09 = 0,37\,т$

Усилие в поясе тросостойки

$N_{п}^{сж} = \frac{1,33 + 0,2}{2 \cdot 0,47} + \frac{0,37}{4} = 1,7\,т$

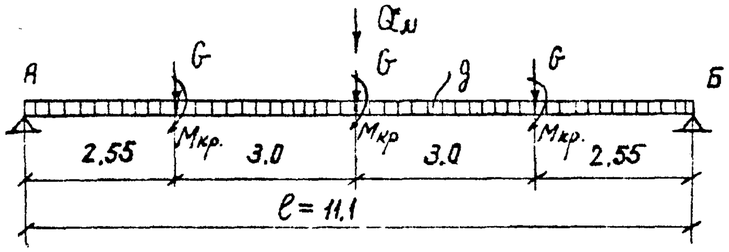
Подбор сечения пояса см. 7027тм — II лист 43

Расчет траверсы Т4

IV гололедный район, $q_0 = 14\ кг/м^2$, $c = 20\,мм$, ветер II пл. портала

Тяжение на линию и п/ст 1АСО-500 и 3 заградителя

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в вертикальной плоскости



$G = Q_1 + Q_1^{г} + Q' + Q'^{г} + Q_2 + Q_2^{г} = 0,149 + 0,21 + 0,132 + 0,2 + 0,429 + 0,68 = 1,8\,т$

$Q_ж = 0,26\,т$

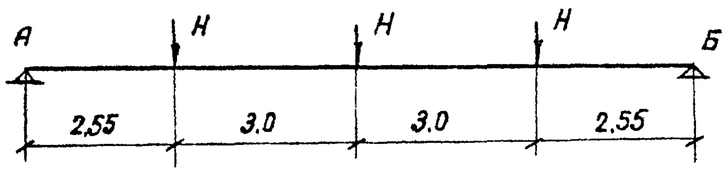
$g = \frac{0,548 \cdot 1,1}{11,1} = 0,055\ т/м$

$V_A^{верт} = 1,5G + 0,5\,Q_ж + g\frac{\ell}{2} = 1,5 \cdot 1,8 + 0,13 + 0,055 \cdot 11,1 \cdot 0,5 = 3,1\,т$

$M_{прол}^{верт} = V_A^{верт} \cdot \frac{\ell}{2} - \left(G \cdot 3,0 + \frac{g\ell^2}{8}\right) = 3,1 \cdot 5,55 - \left(1,8 \cdot 3,0 + 0,055 \cdot \frac{11,1^2}{8}\right) =$

$= \underline{11,0\,тм}$

Расчетная схема траверсы при действии нагрузок в горизонтальной плоскости



$H = S' - S_1 = 1,05 - 0,56 = 0,49\,т$

$V_A^{гор} = 1{,}5H = 1{,}5 \cdot 0{,}49 = 0{,}74\ т$

$M_{прол.}^{гор.} = V_A^{гор.} \cdot \frac{l}{2} - H \cdot 3.0 = 0{,}74 \cdot 5{,}55 - 0{,}49 \cdot 3.0 = 2{,}63\ тм$

Усилие в поясе траверсы

$$U_{тр.}^{прол.} = \frac{11{,}0 + 2{,}63}{2 \cdot 0{,}456} = 15{,}0\ т$$

Тяжение на линию и 3 заградителя

Вертикальная плоскость

$G = Q_1 + Q_1^г + Q_2 + Q_2^г = 0{,}149 + 0{,}21 + 0{,}429 + 0{,}68 = 1{,}47\ т$

$g = 0{,}055\ т/м$

$Q_м = 0{,}26\ т$

$V_A^{верт.} = 1{,}5G + 0{,}5Q_м + g\frac{l}{2} = 1{,}5 \cdot 1{,}47 + 0{,}13 + 0{,}055 \cdot 5{,}55 = 2{,}63\ т$

$M_{прол.}^{верт.} = V_A^{верт.} \cdot \frac{l}{2} - \left(G \cdot 3.0 + \frac{gl^2}{8}\right) = 2{,}63 \cdot 5{,}55 - \left(1{,}47 \cdot 3.0 + 0{,}055\ \frac{11{,}1^2}{8}\right) =$

$= 9{,}4\ тм$

Крутящий момент от веса проводов

$M_{кр} = (Q_1 + Q_1^г)\, b = (0{,}149 + 0{,}21)\ 0{,}29 = 0{,}1\ тм$

$T = \frac{M_{кр}}{2a} = \frac{0{,}10}{2 \cdot 0{,}5} = 0{,}1\ т$

Усилие в поясе от кручения

$$U^{кр} = \frac{0{,}5Td}{a} = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}5}{0{,}5} = 0{,}05\ т$$

Горизонтальная плоскость

$H = S_1 = 0{,}56\ т$

$V_A^{гор.} = 1{,}5H = 1{,}5 \cdot 0{,}56 = 0{,}84\ т$

$M_{прол.}^{гор.} = V_A^{гор} \frac{l}{2} - H \cdot 3.0 = 0{,}84 \cdot 5{,}55 - 0{,}56 \cdot 3.0 = 3{,}0\ тм$

Суммарное усилие в поясе траверсы

$$U_{тр.} = \frac{9{,}4 + 3.0}{2 \cdot 0{,}455} + 0{,}05 = 13{,}7\ т$$

Тяжение на п/ст 1АСО-500 и 3 заградителя

Вертикальная плоскость

$G = Q' + Q'^г + Q_2 + Q_2^г = 0{,}132 + 0{,}2 + 0{,}429 + 0{,}68 = 1{,}44\ т$

$V_A^{верт.} = 1{,}5G + 0{,}5Q_м + \frac{gl}{2} = 1{,}5 \cdot 1{,}44 + 0{,}13 + 0{,}055 \cdot 5{,}55 = 2{,}6\ т$

$M_{прол.}^{верт.} = 2{,}6 \cdot 5{,}55 - \left(1{,}44 \cdot 3{,}0 + 0{,}055\ \frac{11{,}1^2}{8}\right) = 9{,}3\ тм$

$M_{кр} = (Q' + Q'^г)\, b = (0{,}132 + 0{,}2)\, 0{,}29 = 0{,}1\ тм$

$T = \frac{0{,}1}{2 \cdot 0{,}5} = 0{,}1\ т \qquad U^{кр} = 0{,}05\ т$

Горизонтальная плоскость

$H = S = 1{,}05\ т$

$V_A^{гор.} = 1{,}5 \cdot 1{,}05 = 1{,}57\ т$

$M_{прол.}^{гор.} = 1{,}57 \cdot 5{,}55 - 1{,}05 \cdot 3.0 = 5{,}55\ тм$

Суммарное усилие в поясе траверсы

$$U_{тр.} = \frac{9{,}3 + 5{,}55}{2 \cdot 0{,}456} + 0{,}05 = \underline{\underline{16{,}4\ т}}$$

Тяжение на п/ст 2АС0-500

Вертикальная плоскость

$G = Q + Q^{г} = 0,209 + 0,36 = 0,57\,т$

$V_A^{верт.} = 1,5 \cdot G + 0,5\,Q_м + \frac{q\ell}{2} = 1,5 \cdot 0,57 + 0,13 + 0,055 \cdot 5,55 = 1,3\,т$

$M_{прол.}^{верт} = 1,3 \cdot 5,55 - \left(0,57 \cdot 3,0 + 0,055 \frac{11,1^2}{8}\right) = 4,7\,тм$

$M_{кр} = 0,57 \cdot 0,29 = 0,17\,тм$

$T = \frac{0,17}{2 \cdot 0,5} = 0,17\,т$ $\qquad U^{кр} = \frac{0,5 \cdot 0,17 \cdot 0,5}{0,5} = 0,1\,т$

Горизонтальная плоскость

$H = S = 1,26\,т$

$V_A^{гор.} = 1,5 \cdot 1,26 = 1,9\,т$

$M_{прол.}^{гор.} = 1,9 \cdot 5,55 - 1,26 \cdot 3,0 = 6,8\,тм$

Суммарное усилие в поясе траверсы

$$U_{тр} = \frac{4,7 + 6,8}{2 \cdot 0,456} + 0,1 = 12,8\,т$$

Расчет вертикальной решетки траверсы

Тяжение на линию и п/ст и 3 заградителя

$D_1 = 0,5\,V_A^{верт.} = 0,5 \cdot 3,1 = 1,55\,т$

$D_2 \cos\alpha = 0,5\,V_A^{верт}$ $\qquad \cos\alpha = 0,9$

$D_2 = \frac{1,55}{0,9} = 1,7\,т$

$D_3 = 0$

$D_4 \cos\beta = 0,5\left(V_A^{верт.} - q \cdot 0,8\right)$ $\qquad \cos\beta = \frac{0,5}{0,575} = 0,87$

$D_4 = \frac{0,5 \cdot (3,1 - 0,055 \cdot 0,8)}{0,87} = 1,76\,т$

$D_5 = D_4 = 1,76\,т$

$D_6 = 0,5\,G = 0,5 \cdot 1,8 = 0,9\,т$

$D_7 \cos\gamma = 0,5\left(V_A^{верт.} - G - q \cdot 3,0\right)$ $\qquad \cos\gamma = 0,707$

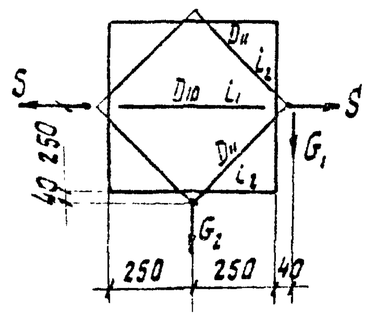
$D_7 = \frac{0,5\,(3,1 - 1,8 - 0,055 \cdot 3,0)}{0,707} = 0,78\,т$

$D_8 = D_7 = 0,78\,т$

$D_9 = 0,5\,(G + Q_м) = 0,5\,(1,8 + 0,26) = 1,0\,т$

Расчет диафрагмы траверсы

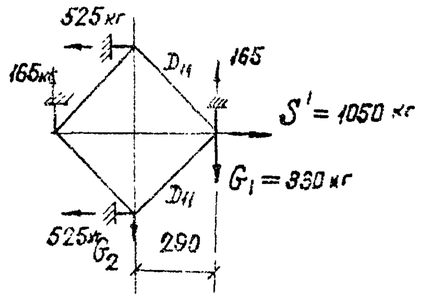
$S = 1,72\,т$ - см. лист 5



$G_1 = 0,33\,т$
$G_2 = 1,1\,т$
$S = 1,05\,т$
} см. лист 8

Усилие в стержне $D_{10} = 2S = 2 \cdot 1,72 = 3.44\,т$

Расчет стержня D_{II}



$S' = 1{,}05$ т

$G_1 = 0{,}33$ т

$G_2 = 1{,}1$ т

Усилие в стержне D_{II} от $S' = 1050$кг

$$D_{II}' = \frac{1050}{2 \cdot \cos 45^\circ} = \frac{1050}{2 \cdot 0{,}707} = 750\text{кг}$$

Усилие в стержне D_{II} от $G_2 = 1100$кг

$$D_{II}'' = \frac{1100}{2 \cdot 0{,}707} = 780\text{кг}$$

Усилие в стержне D_{II} от кручения вертикальной нагрузкой $G_1 = 330$кг

$$M_{кр} = 330 \cdot 29 = 9570\text{ кг см}$$

$$T = \frac{M_{кр}}{2a} = \frac{9570}{2 \cdot 46} = 100\text{ кг}$$

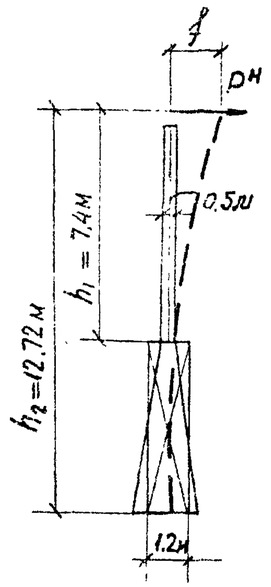
$$D_{II}''' = \frac{100}{2 \cdot 0{,}707} = 70\text{кг}$$

Суммарное усилие в стержне D_{II}

$$D_{II} = 750 + 780 + 70 = 1600\text{кг}$$

Определение деформаций вершины стойки 2 от нагрузок, действующих из плоскости портала

IV гололедный район, $q_0 = 14^{кг}/_{м^2}$, $c = 20$мм, ветер под $\angle 45^\circ$ к пл. портала



$$P = \frac{28.4}{12{,}72} = 2{,}23\text{т} \quad \text{(см. лист 83)}$$

$$p^н = \frac{2{,}23}{1{,}4} = 1{,}6\text{т}$$

$J_1 = 25000\text{ см}^4$

$J_2 = 163000\text{ см}^4$

} см. лист 62

Прогиб стойки в точке приложения силы $p^н$

$$f = \frac{p^н}{3E}\left[\frac{h_1^3}{J_1} + \frac{h_2^3 - h_1^3}{J_2}\right] = \frac{1600}{3 \cdot 2{,}1 \cdot 10^6}\left[\frac{740^3}{25000} + \frac{1272^3 - 740^3}{163000}\right] =$$

$$= 0.00025\,(16200 + 9200) = 6{,}35\text{см} < 6{,}36\text{см}$$

$$[f] = \frac{1}{200} h_2 = \frac{1272}{200} = 6{,}36\text{ см}$$

III район по гололеду. Ветер под $\angle 45^\circ$ к пл. портала

$$P = \frac{25{,}2}{12{,}72} = 1{,}98\text{т} \qquad \text{(см. лист 83)}$$

$$p^н = \frac{1{,}98}{1{,}4} = 1{,}4\text{т}$$

$$f = \frac{1400}{3 \cdot 2{,}1 \cdot 10^6}\ 25400 = 5{,}6\text{ см} < 6{,}36\text{ см}$$

II район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{20,8}{12,72} = 1,63\,т$ (см. лист 82)

$P^н = \frac{1,63}{1,3} = 1,25\,т$

$f = \frac{1250}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} 25400 = 5,0\,см < 6,36\,см$

III район по ветру, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{26,4}{12,72} = 2,08\,т$ (см. лист 82)

$P^н = \frac{2,08}{1,25} = 1,66\,т$

$f = \frac{1660}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} 25400 = 6,6\,см > 6,36\,см$

Стойка 3

III район по ветру, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{23,3}{12,72} = 1,84\,т$ (см. лист 86)

$P^н = \frac{1,84}{1,25} = 1,47\,т$

$f = \frac{1470}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} 25400 = 5,8\,см < 6,36\,см$

II район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{19,9}{12,72} = 1,56\,т$ (см. лист 86)

$P^н = \frac{1,56}{1,3} = 1,2\,т$

$f = \frac{1200}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} 25400 = 4,8\,см < 6,36\,см$

III район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{24,3}{12,72} = 1,9\,т$ (см. лист 87)

$P^н = \frac{1,9}{1,4} = 1,36\,т$

$f = \frac{1360}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} 25400 = 5,4\,см < 6,36\,см$

IV район по гололеду, ветер под ∠45° к пл. портала

$P = \frac{25,1}{12,72} = 1,97\,т$ (см. лист 87)

$P^н = \frac{1,97}{1,4} = 1,4\,т$

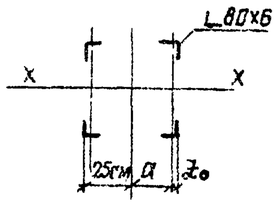
$f = \frac{1400}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6} 25400 = 5,6\,см < 6,36\,см$

Определение деформаций траверсы Т4
от нагрузок, действующих в вертикальной плоскости

$M^{верт}_{max} = 11,0\,тм$ (см. лист 89)

$M^н = \frac{11,0}{1,35} = 8,15\,тм$

Пояса траверсы ∟80×6



$J_x = 57.0\,см^4$

$F = 9.38\,см^2$

$z_0 = 2.19\,см$

$a = 25 - 2.19 = 22.8\,см$

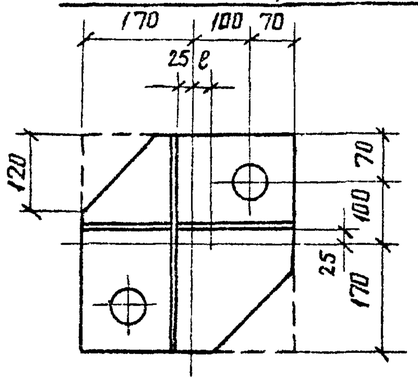
$$J_{сеч} = 4\,(J_x + a^2 F) = 4\,(57 + 22.8^2 \cdot 9.38) = 19800\,см^4$$

Прогиб в середине траверсы (приближенно)

$$f = \frac{M^н \ell^2}{10\,E\,J_{сеч}} = \frac{815000 \cdot 1110^2}{10 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 19800} = 2.4см < 5.55см$$

$$[f] = \frac{1}{200}\ell = \frac{1110}{200} = 5.55см$$

Расчет опорной плиты стойки Т10



Расчетная нагрузка на плиту

$N^{сж}_{max} = 11.5т$ — см лист 82

Эксцентриситет

$\ell = 55 - 25 = 30мм$

Условно принимаем плиту квадратного сечения 34×34см

Изгибающий момент в плите от расчетной нагрузки

$$M = N^{сж}_{max} \cdot \ell = 11.5 \cdot 0.03 = 0.345\,тм$$

Момент сопротивления плиты

$$W_{пл} = \frac{34^3}{6} = 6570\,см^3$$

Площадь плиты $F_{пл} = 34^2 - 12^2 = 1012\,см^2$

Напряжение под опорной плитой

$$\sigma_{пл} = \frac{N^{сж}_{max}}{F_{пл}} + \frac{M}{W_{пл}} = \frac{11500}{1012} + \frac{34500}{6570} = 11.4 + 5.3 =$$

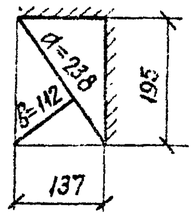
$$= 17\,кг/см^2 < R_{пр} = 80\,кг/см^2$$

При опирании плиты на два канта, соприкасающихся под углом, расчет ведется по формуле

$$M = \beta \sigma a^2$$

при $\frac{в}{a} = \frac{112}{238} = 0.47 = 0.5$ $\beta = 0.06$

(см. Стрелецкий „Металлические конструкции" табл. IX.4, стр.345)



$M = 0.06 \cdot 17 \cdot 23.8^2 = 576\,кг\,см$

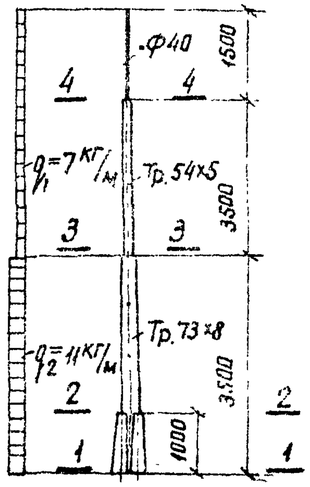
Требуемая толщина плиты

$$\delta_{пл} = \sqrt{\frac{6M}{R}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 576}{2100}} = 1.3см$$

Принимаем плиту $\delta = 20мм$

Расчет молниеотвода Т16

III Ветровой район, $q_0 = 50\ кг/м^2$, $C = 0$



Ветровая нагрузка на молниеотвод

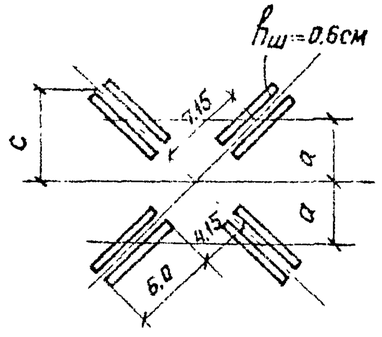
$$Q_1 = C_x q \beta S n = 1.2 \cdot 67.5 \cdot 1.49 \cdot 0.2 \cdot 1.2 = 29\ кг$$

$$q_1 = \frac{29}{4.0} = 7\ кг/м$$

$$Q_2 = 1.2 \cdot 50 \cdot 1.49 \cdot 0.36 \cdot 1.2 = 39\ кг$$

$$q_2 = \frac{39}{3.5} = 11\ кг/м$$

Сечение 1-1



$a = 7.15 \cdot 0.707 = 5.05см$

$C = 10.15 \cdot 0.707 = 7.2см$

$F = 2 \cdot 6.0 \cdot 0.6 = 7.2см^2$

Момент в основании молниеотвода от ветровой нагрузки $M_{1-1} = \frac{q l^2}{2} = \frac{11 \cdot 3.5^2}{2} + 7 \cdot 4.0 \cdot 5.5 = 221кгм$

Момент инерции сечения 1-1 сварных швов

$$J_{1-1} = 4 a^2 F = 4 \cdot 5.05^2 \cdot 7.2 = 730см^4$$

$$W_{1-1} = \frac{J_{1-1}}{C} = \frac{730}{7.2} = 101см^3$$

$$\sigma_{1-1} = \frac{M_{1-1}}{\beta \cdot W_{1-1}} = \frac{22100}{0.7 \cdot 101} = 310\ кг/см^2 < 1500\ кг/см^2$$

Момент в сечении 2-2

$$M_{2-2} = \frac{11 \cdot 2.5^2}{2} + 7 \cdot 4.0 \cdot 4.5 = 160кгм$$

$$J_{2-2} = J_{тр} = z^2 F_{тр} = 2.32^2 \cdot 16.33 = 88см^4 \qquad W_{2-2} = \frac{88}{3.65} = 24см^3$$

$$\sigma_{2-2} = \frac{16000}{24} = 670\ кг/см^2 < 2100\ кг/см^2$$

Момент в сечении 3-3

$$M_{3-3} = 7 \cdot 4.0^2 \cdot 0.5 = 56кгм$$

Сечение — труба 54х5 $F_{тр} = 7.69см^2$ $z = 1.74см$

$$J_{3-3} = 1.74^2 \cdot 7.69 = 23.3см^4$$

$$W_{3-3} = \frac{23.3}{2.7} = 8.6см^3$$

$$\sigma_{3-3} = \frac{5600}{8.6} = 650\ кг/см^2 < 2100\ кг/см^2$$

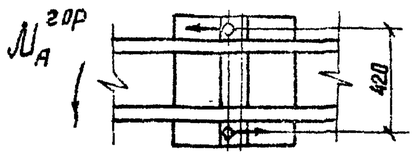
Момент в сечении 4-4

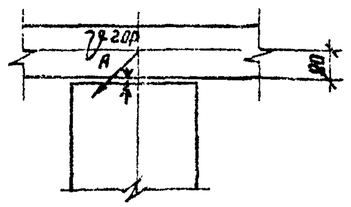
$$M_{4-4} = 7 \cdot 1.5^2 \cdot 0.5 = 7.9кгм$$

Сечение — стержень ф 40 $W_{4-4} = 0.098 \cdot d^3 = 0.098 \cdot 4^3 = 6.3см^3$

$$\sigma_{4-4} = \frac{790}{6.3} = 125\ кг/см^2 < 2100\ кг/см^2$$

Расчет узла соединения траверсы Т2 со стойкой





2 болта М20

$V_A^{гор} = 1{,}77\,т$

$M_A^{гор} = 1{,}18\,тм$

} см. лист 21

Расчет болта на растяжение

$$N^{б}_{раст.} = \frac{V_A^{гор} \cdot 0{,}08}{0{,}42} = \frac{1{,}77 \cdot 0{,}08}{0{,}42} = 0{,}34\,т$$

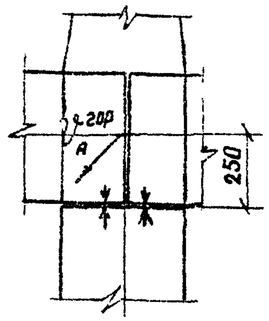
$$\frac{N^{б}_{раст}}{F_{нет}} = \frac{340}{2{,}252} = 150\ кг/см^2 < R^{б}_{раст} = 1700\ кг/см^2$$

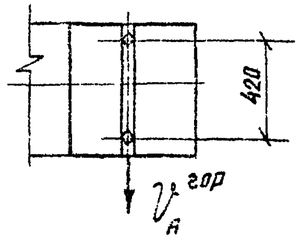
Расчет болта на срез

$$N^{б}_{ср} = \frac{M_A^{гор}}{0{,}42} = \frac{1{,}19}{0{,}42} = 2{,}8\,т$$

$$\frac{N^{б}_{ср}}{n_{ср} F_{бр}} = \frac{2800}{1 \cdot 3{,}142} = 900\ кг/см^2 < R^{б}_{ср} = 1300\ кг/см^2$$

Расчет узла соединения траверсы Т1 со стойкой





2 болта М20

$V_A^{гор} = 1{,}7\,т$ — см. лист 37 - для расчета болтов на срез

$V_A^{гор} = 1{,}5 S_1 = 1{,}5 \cdot 0{,}56 = 0{,}84\,т$ $S_0 = 0{,}21\,т$ - для расчета болтов на растяжение

Расчет болта на растяжение

$$N^{б}_{раст} = \frac{0{,}84 \cdot 0{,}25 + 0{,}5 \cdot 0{,}21 \cdot 3{,}25}{0{,}42} = 1{,}3\,т$$

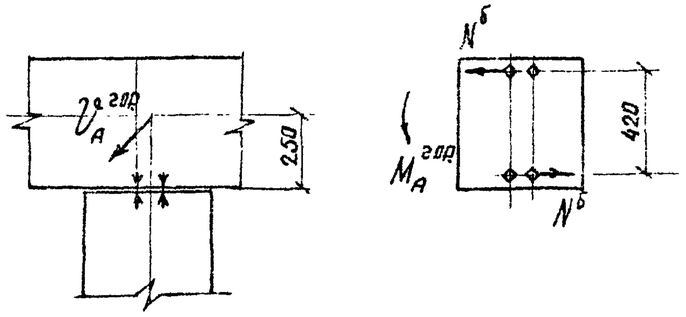
$$\frac{N^{б}_{раст}}{F_{нет}} = \frac{1300}{2{,}252} = 580\ кг/см^2 < 1700\ кг/см^2$$

Расчет болта на срез

$$N^{б}_{ср} = \frac{V_A^{гор}}{2} = \frac{1{,}7}{2} = 0{,}85\,т$$

$$\frac{N^{б}_{ср}}{n_{ср} F_{бр}} = \frac{850}{1 \cdot 3{,}142} = 270\ кг/см^2 < 1300\ кг/см^2$$

Расчет узла соединения траверсы Т1 шинного портала 110кВ со стойкой



4 болта М20

$V_A^{гор} = 2{,}58\,т$
$M_A^{гор} = 2{,}58\,тм$
} см. лист 46

Расчет болта на растяжение

$$N^б_{раст} = \frac{V_A^{гор} \cdot 0{,}25}{2 \cdot 0{,}42} = \frac{2{,}58 \cdot 0{,}25}{0{,}84} = 0{,}77\,т$$

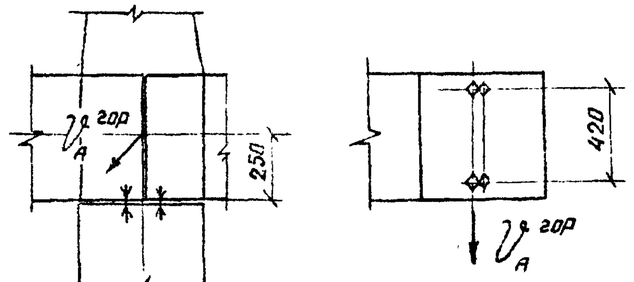
$$\frac{N^б_{раст}}{F_{нет}} = \frac{770}{2{,}252} = 340\ кг/см^2 < 1700\ кг/см^2$$

Расчет болта на смятие

$$N^б = \frac{M_A^{гор}}{2 \cdot 0{,}42} = \frac{2{,}58}{0{,}84} = 3{,}07\,т$$

$$\frac{N^б}{d\Sigma\delta} = \frac{3070}{2 \cdot 0{,}5} = 3070\ кг/см^2 < 3400\ кг/см^2$$

Расчет узла соединения траверсы Т3 со стойкой



2 болта М20

$V_A^{гор} = 1{,}5\,S_1 = 1{,}5\ 0{,}49 = 0{,}735\,т$ $S_0 = 0{,}25\,м$ – для расчета болтов на растяжение
$V_A^{гор} = 1{,}47\,т$ – см. лист 59 – для расчета болтов на срез

Расчет болта на растяжение

$$N^б_{раст} = \frac{0{,}735 \cdot 0{,}25 + 0{,}5 \cdot 0{,}25 \cdot 3{,}25}{0{,}42} = 1{,}4\,т$$

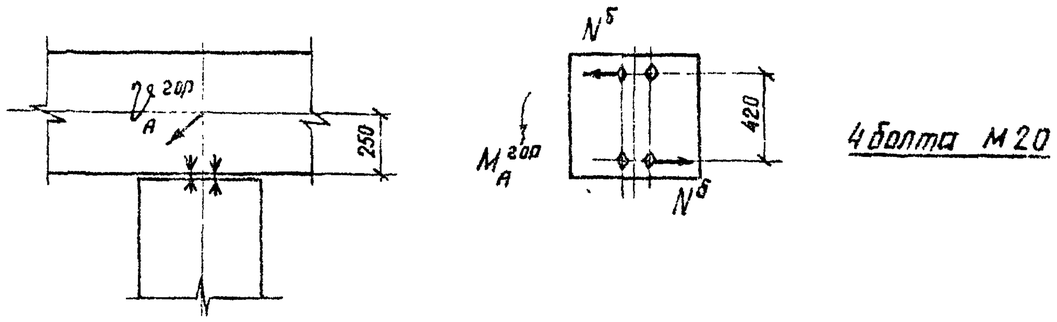
$$\frac{N^б_{раст}}{F_{нет}} = \frac{1400}{2{,}252} = 620\ кг/см^2 < 1700\ кг/см^2$$

Расчет болта на срез

$$N^б_{ср.} = \frac{V_A^{гор}}{2} = \frac{1{,}47}{2} = 0{,}74\,т$$

$$\frac{N^б_{ср}}{n_{ср} F_{бр}} = \frac{740}{1 \cdot 3{,}142} = 240\ кг/см^2 < 1300\ кг/см^2$$

Расчет узла соединения траверсы Т5 со стойкой



4 болта М20

$V_A^{гор} = 1,93\,т$
$M_A^{гор} = 2,74\,тм$
} см. лист 78

Расчет болта на растяжение

$$N_{раст}^{б} = \frac{V_A^{гор} \cdot 0.25}{2 \cdot 0,42} = \frac{1.93 \cdot 0.25}{0,84} = 0,57\,т$$

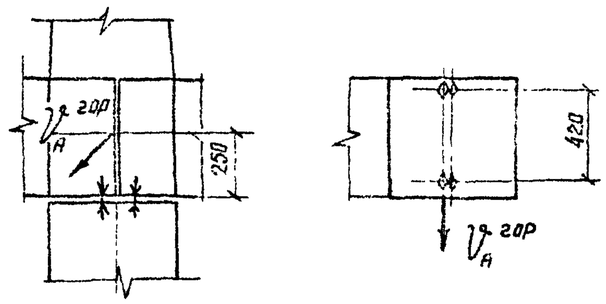
$$\frac{N_{раст}^{б}}{F_{нет}} = \frac{570}{2,252} = 250\ кг/см^2 < 1700\ кг/см^2$$

Расчет болта на смятие

$$N^{б} = \frac{M_A^{гор}}{2 \cdot 0,42} = \frac{2,74}{0,84} = 3,26\,т$$

$$\frac{N^{б}}{d \Sigma \delta} = \frac{3260}{2 \cdot 0,5} = 3260\ кг/см^2 < 3400\ кг/см^2$$

Расчет узла соединения траверсы Т4 со стойкой



2 болта М20

$V_A^{гор} = 1,9\,т$ — см. лист 91 - для расчета болтов на срез
$V_A^{гор} = 1,5\,S_1 = 1,5 \cdot 0,56 = 0,84\,т$ $S_0 = 0,28\,т$ - для расчета болтов на растяжение

Расчет болта на растяжение

$$N_{раст}^{б} = \frac{0,84 \cdot 0,25 + 0,5\ 0,28 \cdot 5,25}{0,42} = 2,25\,т$$

$$\frac{N_{раст}^{б}}{F_{нет}} = \frac{2250}{2,252} = 1000\ кг/см^2 < 1700\ кг/см^2$$

Расчет болта на срез

$$N_{ср}^{б} = \frac{V_A^{гор}}{2} = \frac{1,9}{2} = 0,95\,т$$

$$\frac{N_{ср}^{б}}{n_{ср} F_{бр}} = \frac{950}{1 \cdot 3,142} = 300\ кг/см^2 < 1300\ кг/см^2$$

Расчет швов марки Т11 и Т12

Усилие в поясе стойки Т9

$U_n = 35.6\,т$ — см. лист 54

$h_ш = 0{,}8\,см$ $\quad l_ш = 12{,}5 \cdot 2 + 8{,}0 + 11{,}5 = 44{,}5\,см$

$$\frac{35600}{0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 44{,}5} = 1420\ кг/см^2 < R_y^{св} = 1500\ кг/см^2$$

Расчет швов диафрагмы траверсы

(нагрузки шинного портала 110кВ)

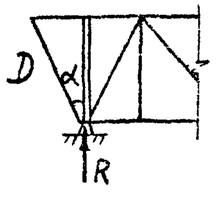
$N = 2S = 2 \cdot 1.72 = 3{,}44\,т$ (см. лист 5)

$h_ш = 0{,}6\,см$

$l_ш = 4{,}0 \cdot 4 = 16\,см$

$$\frac{3440}{0{,}7 \cdot 0{,}6 \cdot 16} = 520\ кг/см^2 < 1500\ кг/см^2$$

Расчет марки Т6



IV гололедный район, $q_0 = 14\ кг/м^2$,

ветер II пл. портала

Тяжение троса $S_0 = 280\,кг$

$M_{кр} = S_0 \cdot H = 0.28 \cdot 5{,}25 = 1{,}47\,тм$

$$R = \frac{M_{кр}}{2a} + \frac{G_{тр.ст} + G_{молн.} + Q_0}{4} =$$

$$= \frac{1.47}{2 \cdot 0.5} + \frac{0{,}234 \cdot 1{,}1 + 0{,}112}{4} = 1{,}47 + 0{,}09 = 1{,}56\,т$$

$$D = \frac{R}{\cos\alpha} = \frac{1.56 \cdot 0{,}494}{0.46} = \underline{\underline{1{,}68\,т}}$$

Таблица усилий на цилиндрические фундаменты и фундаменты из подножников

Усилия расч/норм	Шинный портал 35кВ								Ячейковый портал 35кВ								Ячейковый линейный портал 35кВ							
	Тип II (тяжелый)				Тип I (легкий)				Тип II (тяжелый) стойка 1				Тип I (легкий) стойка 1.2				Тип III (тяжелый) стойка 3				Тип IV (легкий) стойка 4			
	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
N_c, тс	0,9 / 0,8	1,1 / 0,9	1,15 / 0,9	1,2 / 1,0	0,9 / 0,8	1,1 / 0,9	1,2 / 0,9	1,3 / 1,0	1,1 / 0,9	1,2 / 1,0	1,3 / 1,1	1,4 / 1,1	1,0 / 0,95	1,0 / 0,9	1,1 / 0,9	1,1 / 0,9	1,4 / 1,3	1,7 / 1,4	1,8 / 1,4	1,9 / 1,5	1,3 / 1,1	1,4 / 1,2	1,5 / 1,2	1,5 / 1,3
N_B, тс	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Q_{II}, тс	0,3 / 0,2	0,1 / 0,08	0,1 / 0,07	0,2 / 0,14	0,2 / 0,16	0,1 / 0,08	0,1 / 0,07	1,0 / 0,7	0,5 / 0,4	0,1 / 0,08	0,2 / 0,14	0,2 / 0,14	0,4 / 0,3	0,1 / 0,08	0,1 / 0,07	0,1 / 0,07	0,6 / 0,5	0,3 / 0,2	0,4 / 0,3	0,4 / 0,3	0,5 / 0,4	0,2 / 0,15	0,1 / 0,07	0,2 / 0,14
$Q_{\perp}$, тс	1,1 / 0,9	1,1 / 0,85	1,5 / 1,1	1,8 / 1,3	0,7 / 0,6	0,6 / 0,5	0,8 / 0,6	1,0 / 0,7	1,3 / 1,04	1,1 / 0,85	1,4 / 1,0	1,7 / 1,2	0,7 / 0,6	0,5 / 0,4	0,6 / 0,4	0,8 / 0,6	1,7 / 1,4	1,4 / 1,2	1,7 / 1,2	1,9 / 1,4	0,8 / 0,64	0,5 / 0,4	0,7 / 0,5	0,8 / 0,6
M_{II}, тсм	1,0 / 0,8	0,5 / 0,4	0,65 / 0,5	0,8 / 0,6	0,9 / 0,7	0,4 / 0,3	0,5 / 0,4	0,5 / 0,4	2,6 / 2,1	0,8 / 0,6	1,0 / 0,7	1,3 / 0,9	2,4 / 1,9	0,6 / 0,5	0,6 / 0,4	0,8 / 0,6	3,5 / 2,8	1,8 / 1,4	2,5 / 1,8	2,9 / 2,1	2,5 / 2,0	1,0 / 0,8	0,8 / 0,6	1,0 / 0,7
$M_{\perp}$, тсм	5,6 / 4,5	6,2 / 4,8	8,3 / 5,9	10,1 / 7,2	3,3 / 2,6	3,4 / 2,6	4,6 / 3,3	5,7 / 4,1	8,6 / 6,9	8,0 / 6,2	10,3 / 7,4	12,7 / 9,1	4,5 / 3,6	3,3 / 2,5	4,3 / 3,1	5,9 / 4,2	11,8 / 9,5	10,4 / 8,0	12,8 / 9,2	14,3 / 10,2	4,9 / 3,9	3,4 / 2,6	5,1 / 3,6	5,8 / 4,2
$f_{ст}$, см	0,9	1,0	1,2	1,5	0,53	0,53	0,66	0,83	2,4	2,2	2,6	3,0	1,25	0,9	1,05	2,1	3,3	2,8	3,1	3,6	1,4	1,0	1,1	1,4

Усилия расч/норм.	Шинный портал 110кВ							
	Тип II (тяжелый)				Тип I (легкий)			
N_c, тс	1,1 / 1,0	1,4 / 1,1	1,5 / 1,2	1,7 / 1,25	1,0 / 0,85	1,1 / 0,9	1,2 / 0,9	1,2 / 1,0
N_B, тс	—	—	—	—	—	—	—	—
Q_{II}, тс	0,4 / 0,3	0,2 / 0,15	0,2 / 0,14	0,2 / 0,14	0,3 / 0,2	0,1 / 0,08	0,1 / 0,07	0,1 / 0,07
$Q_{\perp}$, тс	1,7 / 1,4	1,6 / 1,2	2,1 / 1,5	2,6 / 1,9	0,8 / 0,6	0,6 / 0,5	0,9 / 065	1,1 / 0,8
M_{II}, тсм	2,1 / 1,7	1,1 / 0,85	1,1 / 0,8	1,2 / 0,9	1,5 / 1,2	0,7 / 0,5	0,7 / 0,5	0,8 / 0,6
$M_{\perp}$, тсм	11,6 / 9,3	11,8 / 10,1	15,7 / 11,2	19,2 / 13,7	5,2 / 4,2	4,6 / 9,5	6,4 / 4,6	8,2 / 5,9
$f_{ст}$, см	3,2	3,2	3,87	4,75	1,45	1,4	1,6	2,1

Примечания:

1. Расчетные схемы порталов, принятые при определении усилий, см. лист 14.
2. Схемы усилий и условные обозначения см. лист 101.
3. Значения усилий, приведенные в числителе, даны от расчетных нагрузок, в знаменателе — от нормативных нагрузок.

Усилия расч/норм.	Ячейковый портал 110 кВ																150 кВ											
	Тип II (тяжёлый)								Тип I (лёгкий)								Шинный портал тип I				Ячейковый портал тип II стойка 3.1				Ячейковый линейный портал тип I, стойка 2			
	Стойка 2				Стойка 1				Стойка 4				Стойка 3															
	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
N_c, тс	7.9 / 6.3	6.7 / 5.2	7.8 / 5.6	8.9 / 6.4	5.7 / 4.5	4.5 / 3.5	5.0 / 3.6	5.8 / 4.2	2.5 / 2,2	3.1 / 2.5	3.6 / 2.8	4.0 / 2.9	2.2 / 2.0	2.8 / 2.3	3.2 / 2.5	3.5 / 2.5	1.2 / 1.0	1.4 / 1.1	1.5 / 1.2	1.7 / 1.3	9.5 / 7.6	7.0 / 5.4	8.3 / 5.9	8.6 / 6.1	11.2 / 9.0	8.1 / 6.2	9.6 / 6.9	10.9 / 7.8
$N_в$, тс	6.5 / 5.2	4.8 / 3.7	5.8 / 4.2	6.7 / 4.8	4.9 / 3.9	3.5 / 2,7	4.0 / 2,9	4.7 / 3.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.1 / 6.5	5.2 / 4.0	6.5 / 4.6	6.6 / 4.7	9.2 / 7.4	5.6 / 4.3	6.8 / 4.9	7.5 / 5.4
Q_{II}, тс	0.2 / 0,16	0.05 / 0.04	0.08 / 0.06	0.08 / 0.06	0.18 / 0.14	0.08 / 0.06	0.08 / 0.06	0.09 / 0.06	0.6 / 0.5	0.2 / 0.15	0.2 / 0.14	0.2 / 0.14	0.6 / 0.5	0.2 / 0.15	0.2 / 0.14	0.2 / 0.14	0.4 / 0.3	0.1 / 0.08	0.2 / 0.14	0.2 / 0.14	0.22 / 0.2	0.08 / 0.06	0.08 / 0.06	0.08 / 0.06	0.3 / 0.2	0.1 / 0.08	0.1 / 0.07	0.1 / 0.07
$Q_⊥$, тс	0.5 / 0.4	0.45 / 0.35	0.5 / 0.36	0.6 / 0.4	0.4 / 0.3	0.3 / 0,2	0.3 / 0.25	0.4 / 0.3	1.5 / 1,2	1.0 / 0.8	1.3 / 0.9	1.5 / 1,1	1.0 / 0.8	0.55 / 0.4	0.7 / 0.5	0.9 / 0.65	1.4 / 1.1	1.4 / 1.1	1.6 / 1.1	1.9 / 1.4	0.5 / 0.4	0.4 / 0.3	0.5 / 0.4	0.5 / 0.4	0.6 / 0.4	0.4 / 0.3	0.5 / 0.4	0.6 / 0.4
M_{II}, тс·м	—	—	—	—	—	—	—	—	4,8 / 3,8	1.6 / 1,2	1.6 / 1,1	1.8 / 1,3	4.7 / 3.8	1.6 / 1.15	1.6 / 1,1	1.8 / 1.3	1.9 / 1.5	0.8 / 0.6	0.9 / 0.6	1.0 / 0.7	—	—	—	—	—	—	—	—
$M_⊥$, тс·м	—	—	—	—	—	—	—	—	14.5 / 11.6	10.2 / 7.9	13.5 / 9.7	16.8 / 12.0	9.0 / 7.2	5.6 / 4.3	7.4 / 5.3	9.0 / 6.4	9.5 / 1.6	10.1 / 7.8	11.9 / 8.5	14.4 / 10.3	—	—	—	—	—	—	—	—
$f_{ст}$, см	3.6	3.2	3.5	3.95	2.4	2.06	2.1	2.54	6.7	4.6	5.6	7.0	4.1	2.6	3.1	3.7	2,6	2.7	3.0	3.5	5.8	4.8	5.4	5.6	6.6	5.0	5.6	6.35

Схема нагрузок (узкобазая стойка)

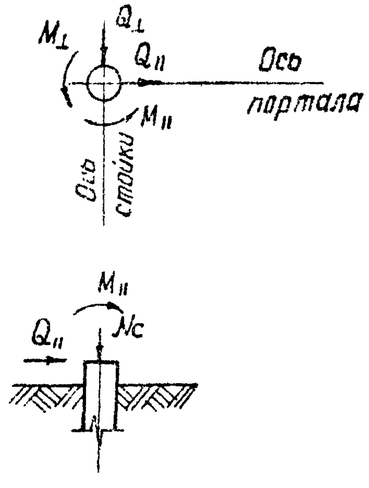
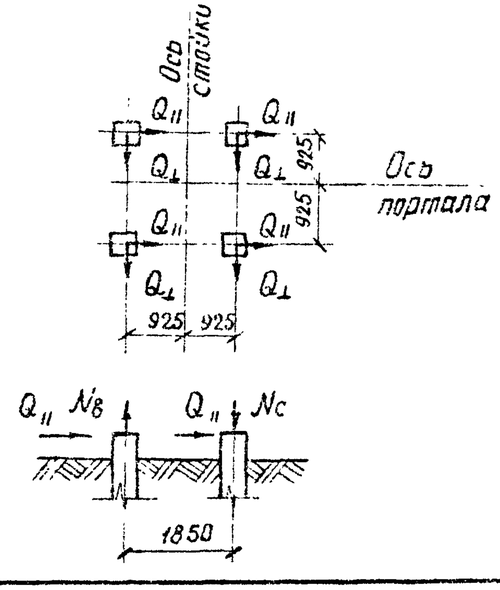


Схема нагрузок (Широкобазая стойка)



Условные обозначения:

N_c — сжимающее усилие, действующее на цилиндрический фундамент или подножник;

$N_в$ — то же, выдёргивающее усилие;

Q_{II}, $Q_⊥$ — горизонтальные усилия, действующие на цилиндрические фундаменты или подножники, в плоскости и из плоскости портала;

M_{II}, $M_⊥$ — изгибающие моменты, действующие на цилиндрические фундаменты или подножники, в плоскости и из плоскости портала;

$f_{ст}$ — отклонение верха стоек на отметке оси траверс при действии нормативных нагрузок.

Усилия расч/норм	35кВ																							
	Шинный портал								Ячейковый портал								Ячейковый линейный портал							
	Тип II (тяжелый)				Тип I (легкий)				Тип II (тяжелый) Стойка 1				Тип I (легкий) Стойка 1,2				Тип III (тяжелый) Стойка 3				Тип IV (легкий) Стойка 4			
	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
Nc, тс	4.5 / 3.6	5.0 / 3.9	6.5 / 4.7	7.8 / 5.6	2.8 / 2.3	3.0 / 2.3	3.9 / 2.8	4.7 / 3.4	6.7 / 5.4	6.3 / 4.9	8.0 / 5.8	9.8 / 7.1	3.7 / 3.0	2.9 / 2.2	3.6 / 2.7	4.8 / 3.5	9.1 / 7.4	8.3 / 6.4	10.0 / 7.3	11.2 / 8.1	4.2 / 3.3	3.1 / 2.5	4.4 / 3.2	4.9 / 3.7
Nв, тс	3.6 / 2.8	3.9 / 3.0	5.3 / 3.6	6.6 / 4.6	1.9 / 1.5	1.9 / 1.4	2.7 / 1.9	3.4 / 2.4	5.6 / 4.5	5.1 / 3.9	6.7 / 4.8	8.4 / 6.0	2.7 / 2.1	1.9 / 1.4	2.5 / 1.7	3.6 / 2.5	7.7 / 6.1	6.6 / 5.0	8.2 / 5.9	9.3 / 6.6	2.9 / 2.2	1.7 / 1.3	2.9 / 2.0	3.4 / 2.4
Q_{II}, тс	0.15 / 0.1	0.05 / 0.04	0.05 / 0.04	0.1 / 0.07	0.1 / 0.08	0.05 / 0.04	0.05 / 0.04	0.05 / 0.04	0.25 / 0.2	0.05 / 0.04	0.1 / 0.07	0.1 / 0.07	0.2 / 0.15	0.05 / 0.04	0.05 / 0.04	0.05 / 0.04	0.3 / 0.25	0.15 / 0.1	0.2 / 0.15	0.2 / 0.15	0.25 / 0.2	0.1 / 0.08	0.05 / 0.04	0.1 / 0.07
$Q_{\perp}$, тс	0.55 / 0.45	0.55 / 0.4	0.75 / 0.55	0.9 / 0.65	0.35 / 0.3	0.3 / 0.25	0.4 / 0.3	0.5 / 0.35	0.65 / 0.5	0.55 / 0.4	0.7 / 0.5	0.85 / 0.6	0.35 / 0.3	0.25 / 0.2	0.3 / 0.2	0.4 / 0.3	0.85 / 0.7	0.7 / 0.6	0.85 / 0.6	0.95 / 0.7	0.4 / 0.3	0.25 / 0.2	0.35 / 0.25	0.4 / 0.3
M_{II}, тсм	0.5 / 0.4	0.25 / 0.2	0.3 / 0.25	0.4 / 0.3	0.45 / 0.35	0.2 / 0.15	0.25 / 0.2	0.25 / 0.2	1.3 / 1.1	0.4 / 0.3	0.5 / 0.35	0.65 / 0.45	1.2 / 0.95	0.3 / 0.25	0.3 / 0.2	0.4 / 0.3	1.75 / 1.4	0.9 / 0.7	1.25 / 0.9	1.45 / 1.05	1.25 / 1.0	0.5 / 0.4	0.4 / 0.3	0.5 / 0.35

Усилия расч/норм	110кВ							
	Шинный портал							
	Тип II (тяжелый)				Тип I (легкий)			
Nc, тс	8.8 / 7.2	9.1 / 7.2	11.9 / 8.6	14.5 / 10.4	4.2 / 3.4	3.8 / 3.0	5.2 / 3.8	6.4 / 4.7
Nв, тс	7.7 / 6.2	7.7 / 5.9	10.4 / 7.4	12.9 / 9.2	3.2 / 2.6	2.7 / 2.0	4.0 / 2.8	5.2 / 3.7
Q_{II}, тс	0.2 / 0.15	0.08 / 0.07	0.1 / 0.07	0.1 / 0.07	0.15 / 0.1	0.05 / 0.04	0.05 / 0.04	0.05 / 0.04
$Q_{\perp}$, тс	0.8 / 0.7	0.8 / 0.6	1.05 / 0.75	1.3 / 0.95	0.4 / 0.3	0.3 / 0.2	0.45 / 0.3	0.55 / 0.4
M_{II}, тсм	1.05 / 0.85	0.55 / 0.4	0.55 / 0.4	0.6 / 0.45	0.75 / 0.6	0.35 / 0.3	0.35 / 0.25	0.4 / 0.3

Примечания:

1. Расчетные схемы порталов, принятые при определении усилий, см. лист 14.
2. Схемы усилий и условные обозначения см. лист 103.
3. Значения усилий, приведенные в числителе, даны от расчетных нагрузок, в знаменателе – от нормативных нагрузок.

Усилия расч/норм.	110 кВ																150 кВ											
	Ячейковый портал																Шинный портал тип I				Ячейковый портал тип II				Ячейковый линейный портал тип I, стойка 2			
	Тип II (тяжелый)								Тип I (легкий)																			
	Стойка 2				Стойка 1				Стойка 4				Стойка 3								Стойка 3,1							
	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду
N_C, тс	7.9 / 6.3	6.7 / 5.2	7.8 / 5.6	9.1 / 6.5	5.7 / 4.6	4.5 / 3.5	5.0 / 3.6	5.8 / 4.2	11.6 / 9.4	8.9 / 6.9	11.5 / 8.3	14.0 / 10.1	7.6 / 6.2	5.5 / 4.3	7.0 / 5.1	8.3 / 6.0	7.4 / 5.9	7.9 / 6.1	9.2 / 6.7	11.1 / 8.0	9.5 / 7.6	7.0 / 5.4	8.3 / 5.9	8.6 / 6.1	11.2 / 9.0	8.1 / 6.2	9.6 / 6.9	10.9 / 7.8
N_B, тс	6.5 / 5.2	4.8 / 3.7	5.8 / 4.2	6.9 / 4.9	4.9 / 3.9	3.5 / 2.7	4.0 / 2.9	4.7 / 3.4	9.1 / 7.2	5.8 / 4.4	7.9 / 5.5	10.0 / 7.1	5.4 / 4.2	2.7 / 1.9	3.8 / 2.6	4.8 / 3.4	6.2 / 4.9	6.5 / 5.0	7.7 / 5.5	9.5 / 6.7	8.1 / 6.5	5.2 / 4.0	6.5 / 4.6	6.6 / 4.7	9.2 / 7.4	5.6 / 4.3	6.8 / 4.9	7.5 / 5.4
Q_{II}, тс	0.2 / 0.16	0.05 / 0.04	0.08 / 0.06	0.08 / 0.06	0.18 / 0.14	0.08 / 0.06	0.08 / 0.06	0.09 / 0.06	0.3 / 0.25	0.1 / 0.07	0.1 / 0.07	0.1 / 0.07	0.3 / 0.25	0.1 / 0.08	0.1 / 0.07	0.1 / 0.07	0.2 / 0.15	0.07 / 0.05	0.08 / 0.06	0.08 / 0.06	0.25 / 0.2	0.08 / 0.06	0.08 / 0.06	0.08 / 0.06	0.3 / 0.2	0.1 / 0.08	0.1 / 0.07	0.1 / 0.07
$Q_{\perp}$, тс	0.5 / 0.4	0.45 / 0.35	0.5 / 0.36	0.6 / 0.4	0.4 / 0.3	0.3 / 0.2	0.35 / 0.25	0.4 / 0.3	0.75 / 0.6	0.5 / 0.4	0.65 / 0.45	0.75 / 0.55	0.5 / 0.4	0.3 / 0.2	0.35 / 0.25	0.45 / 0.3	0.7 / 0.55	0.7 / 0.5	0.8 / 0.6	0.95 / 0.7	0.5 / 0.4	0.4 / 0.3	0.5 / 0.35	0.5 / 0.35	0.6 / 0.4	0.4 / 0.3	0.5 / 0.35	0.6 / 0.4
M_{II}, тсм	—	—	—	—	—	—	—	—	2.4 / 1.9	0.8 / 0.6	0.8 / 0.55	0.9 / 0.65	2.35 / 1.9	0.75 / 0.6	0.8 / 0.55	0.9 / 0.65	0.95 / 0.75	0.4 / 0.3	0.45 / 0.3	0.5 / 0.35	—	—	—	—	—	—	—	—

Схема нагрузок (Узкобазая стойка)

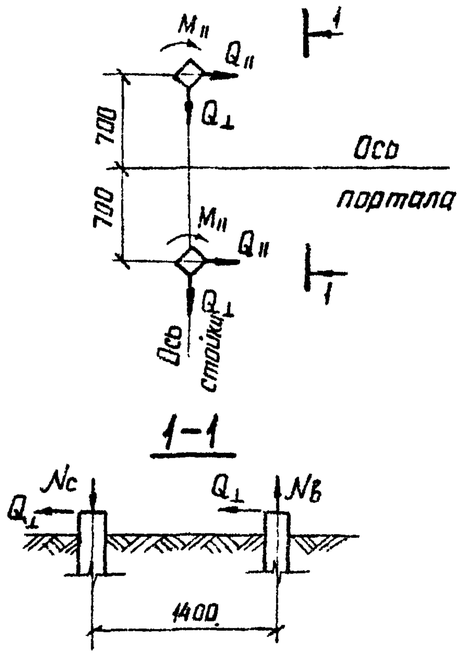
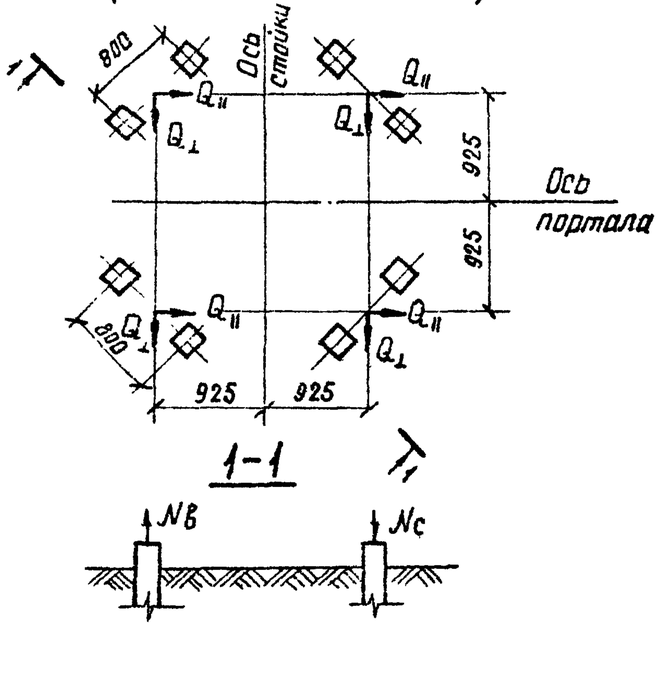


Схема нагрузок (Широкобазая стойка)



Условные обозначения:

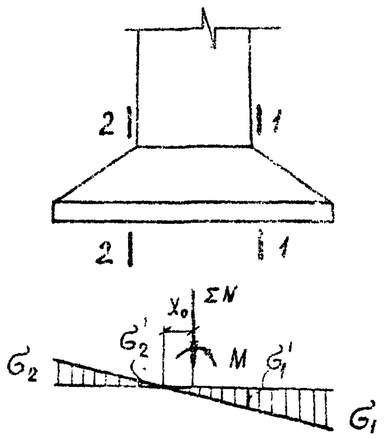
N_C, N_B – сжимающие и вырывающие усилия, действующие на сваи

Q_{II}, $Q_{\perp}$ – горизонтальные усилия, действующие на сваи в плоскости и из плоскости портала

M_{II} – изгибающий момент, действующий на сваи в плоскости портала

Расчет фундаментов под узкобазые стойки порталов

Фундамент ПФ-1



Момент на уровне подошвы фундамента

$M = 26,6 + 2,4 \cdot 2,3 = 32,1$ тм

$\Sigma N = 4,2 + 3,3 \cdot 1,1 = 7,8$ т

m_8 – коэф. условий работы, учитывающий влияние бокового отпора грунта на фундамент

$$e = \frac{M m_8}{N} = \frac{32,1 \cdot 0,8}{7,8} = 3,3 м$$

Определяем X_0 (см „Конструкции и расчет опор линий электропередачи" К.П. Крюков и др.

$$\frac{1}{2}\left[\left(\frac{a}{2}+X_0\right)^2 - K\left(\frac{a}{2}-X_0\right)^2\right](e+X_0) = \frac{1}{3}\left[\left(\frac{a}{2}+X_0\right)^3 + K\left(\frac{a}{2}-X_0\right)^3\right]$$

Принимаем $X_0 = 0,07$

$$\frac{1}{2}\left[(0,75-0,07)^2 - 0,5(0,75+0,07)^2\right](3,3-0,07) = \frac{1}{3}\left[(0,75-0,07)^3 + 0,5(0,75+0,07)^3\right]$$

$$0,194 \approx 0,197$$

$$\sigma_1 = \left(\frac{a}{2}+X_0\right)\frac{N(e+X_0)}{\frac{a}{3}\left[\left(\frac{a}{2}+X_0\right)^3 + K\left(\frac{a}{2}-X_0\right)^3\right]} = (0,75-0,07)\frac{7,8(3,3-0,07)}{0,5\left[(0,75-0,07)^3 + 0,5(0,75+0,07)^3\right]} =$$

$$= 0,68\,\frac{7,8 \cdot 3,23}{0,5(0,68^3 + 0,5 \cdot 0,82^3)} = 58,2\ т/м^2$$

$$\sigma_2 = K\left(\frac{a}{2}-X_0\right)\frac{N(e+X_0)}{\frac{a}{3}\left[\left(\frac{a}{2}+X_0\right)^3 + K\left(\frac{a}{2}-X_0\right)^3\right]} = 0,5(0,75+0,07)\frac{7,8(3,3-0,07)}{0,5\left[(0,75-0,07)^3 + 0,5(0,75+0,07)^3\right]} =$$

$$= 0,41\,\frac{7,8 \cdot 3,23}{0,5(0,68^3 + 0,5 \cdot 0,82^3)} = 34,8\ т/м^2$$

Давление со всей плиты

$\sigma_1 = 58,2 \cdot 1,5 = 88\ т/м$ $\quad \sigma_1' = 40\ т/м$

$M_{1-1} = 40 \cdot 0,45 \cdot 0,225 + 48 \cdot 0,5 \cdot 0,45 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,45 = 4,05 + 3,25 = 7,3$ тм

$\sigma_2 = 34,8 \cdot 1,5 = 52,3\ т/м$ $\quad \sigma_2' = 17,8\ т/м$

$M_{2-2} = 17,8 \cdot 0,45 \cdot 0,225 + 0,45 \cdot 34,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} 0,45 = 1,8 + 2,3 = 4,1$ тм

Фундамент ПФ-2

Момент на уровне подошвы фундамента

$M = 26,6 + 2,4 \cdot 2,8 = 33,3$ тм

Нормальная сила на уровне подошвы фундамента

$\Sigma N = 4,2 + 3,7 \cdot 1,1 = 8,3$ т

$$e = \frac{M m_8}{N} = \frac{33,3 \cdot 0,8}{8,3} = 3,2 м$$

Определяем X_0

$$\frac{1}{2}\left[(0,75-0,07)^2 - 0,5(0,75+0,07)^2\right](3,2-0,07) = \frac{1}{3}\left[(0,75-0,07)^3 + 0,5(0,75+0,07)^3\right]$$

$0,188 = 0,197$, принимаем $X_0 = -0,07$

$$\sigma_1 = (0,75-0,07)\,\frac{8,3(3,2-0,07)}{0,5\left[(0,75-0,07)^3 + 0,5(0,75+0,07)^3\right]} =$$

$$= 0,68\,\frac{8,3 \cdot 3,13}{0,5(0,68^3 + 0,5 \cdot 0,82^3)} = 60,0\ т/м^2$$

$$\sigma_2 = 0,5(0,75+0,07)\,\frac{8,3(3,2-0,07)}{0,5\left[(0,75+0,07)^3 + 0,5(0,75+0,07)^3\right]}$$

$$= 0,41\,\frac{8,3 \cdot 3,13}{0,5(0,68^3 + 0,5 \cdot 0,82^3)} = 36\ т/м^2$$

Давление со всей плиты

$\sigma_1 = 60 \cdot 1,5 = 90\ т/м$ $\quad \sigma_1' = 41\ т/м$

$M_{1-1} = 41 \cdot 0,45 \cdot 0,225 + 49 \cdot 0,45 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,45 =$

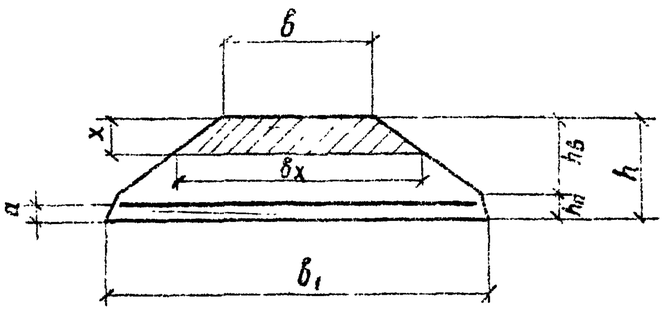
$= 4,15 + 3,3 = 7,5$ тм

$\sigma_2 = 3,6 \cdot 1,5 = 54\ т/м$ $\quad \sigma_2' = 18\ т/м$

$M_{2-2} = 18,0 \cdot 0,45 \cdot 0,225 + 36 \cdot 0,45 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,45 = 1,8 + 2,4 = 4,2\ т/м$

Расчет арматуры плиты фундамента

Общие исходные данные: бетон марки М 300, $R_u = 160\ кг/см^2$. Арматура класса А-III, $R_a = 3400\ кг/см^2$



Исходные данные

$h = 40см$, $h_п = 10см$

$h_в = 30см$, $a = 3,8см$

$в = 60см$, $в_1 = 150см$

$M = 7,5тм$, $F_a = 13 \cdot 0,503см^2$

$$в_x = в + \frac{147-60}{30} x = в + 2,9x$$

$$F_в = \frac{в+в_x}{2} x = (в + 1,45x)x$$

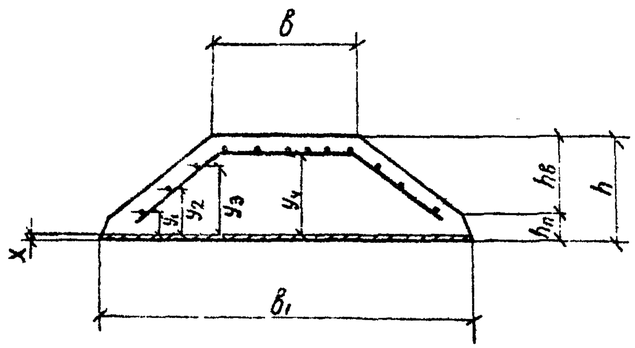
$$R_u (в \cdot x + 1,45 x^2) = F_a \cdot R_a$$

$$x^2 + \frac{60}{1,45} x = \frac{13 \cdot 0,503 \cdot 3400}{160} = 139 \qquad x^2 + 41,4x - 139 = 0$$

$$x = -20,7 \pm \sqrt{429 + 139} = -20,7 \pm 23,8 = 3,1см$$

$$M_п = 13 \cdot 0,503 \cdot 3400 \,(40 - 3,8 - 1,55) = 7,7тм$$

$M = 7,5тм < M_п = 7,7тм$



Исходные данные

$h = 40см$, $h_п = 10см$

$h_в = 30см$, $в = 60см$

$в_1 = 150см$, $M = 4,2тм$

$F_a = 12 \cdot 0,503см^2$

$$X = \frac{12 \cdot 0,503 \cdot 3400}{150 \cdot 160} = 0,86 \approx 1см$$

$y_1 = 14см$ $y_2 = 20,5см$ $y_3 = 28см$, $y_4 = 35см$

$$M_п = \Sigma F_a \cdot y \cdot R_a = (2 \cdot 14 + 2 \cdot 20,5 + 2 \cdot 28 + 6 \cdot 35) \cdot 0,503 \cdot 3400 =$$

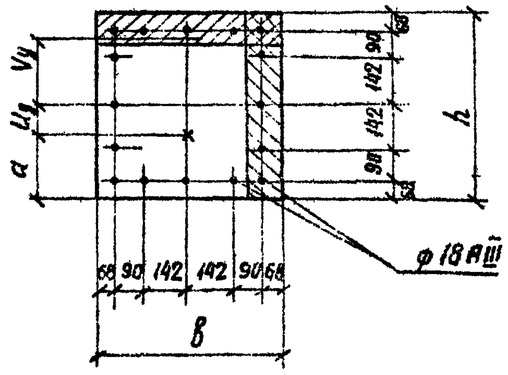
$= 5,74тм$

$M = 4,2тм < M_п = 5,74тм$

Расчет арматуры стойки фундамента.

Общие исходные данные: бетон марки М300, $R_u = 160\ кг/см^2$. Арматура класса А-III, $R_a = 3400\ кг/см^2$

Фундамент	M_y	M_x	B	h	R_u	R_a	$tg\beta$	$F_б$	a	K_2	U_y	V_y	$(U_y+V_y)tg\beta$	$V_y \cdot tg\beta + V_y$	K_1	$\cos(K_1 \cdot K_2)$	$U_y \cdot \cos(K_1 \cdot K_2)$	$U_y + V_y \cos(K_1 K_2)$	$R_u F_б [U_y + V_y \cos(K_1 K_2)]$
	кг см	кг см	см	см	$кг/см^2$	$кг/см^2$	—	$см^2$	см	—	см	см	см						кг см
ПФ-1	$25.4 \cdot 10^5$	$2.9 \cdot 10^5$	60	60	160	3400	0,114	595	19,4	1,45	10,6	25	4,06	27,85	0,145	0,9778	24,5	35,1	$33.5 \cdot 10^5$
ПФ-2	$26.2 \cdot 10^5$	$3.1 \cdot 10^5$	60	60	160	3400	0,118	595	19,4	1,45	10,6	25	4,21	27,95	0,151	0,9763	24,5	35,1	$33.5 \cdot 10^5$



Для ПФ-1: $M_y = (26,6 + 2,4 \cdot 2,1)\,0,8 = 25,4\ тм$ $\quad M_x = (3,0 + 0,3 \cdot 2,1) \cdot 0,8 = 2,9\ тм$

Для ПФ-2: $M_y = (26,6 + 2,4 \cdot 2,6)\,0,8 = 26,2\ тм$ $\quad M_x = (3,0 + 0,3 \cdot 2,6) \cdot 0,8 = 3,1\ тм$

$tg\,\beta = \frac{M_x}{M_y}$ $\quad$ a — центр тяжести растянутой арматуры

$F_б = \frac{R_a}{R_u} F_a$ $\quad U_y = \frac{h}{2} - a$ $\quad V_y = \frac{h}{2} - \frac{F_б}{2B}$

$K_1 = \frac{(U_y + V_y)\,tg\,\beta}{V_y \cdot tg\,\beta + V_y}$