Типовые конструкции и детали зданий и сооружений

3-407-97

Унифицированные железобетонные порталы открытых распределительных устройств 35-110 кВ

Состав проектных материалов

Выпуск I Пояснительная записка и инструкция по применению

Выпуск 2 Монтажные схемы, узлы, железобетонные и стальные конструкции

Альбом III Расчеты порталов

Разработаны Северо-Западным отделением института „Энергосетьпроект" ГССР

Альбом III

Утверждены Минэнерго СССР

Введены в действие с 1.I.74г.

Решение N 250 от 16.XI.73 г.

gost.e-ecolog.ru

Аннотация

Типовой проект „Унифицированные железобетонные порталы открытых распределительных устройств 35-110кВ" разработан Северо-Западным отделением института „Энергосетьпроект" по плану типовых работ Госстроя СССР на 1973г. в соответствии с техническими решениями „Унификация элементов и деталей конструкций ОРУ, зданий и сооружений подстанций", утвержденными заместителем министра Энергетики и Электрификации СССР решением №78 от 28·III 72г.

Работа содержит рабочие чертежи строительных конструкций порталов, предназначенных для установки на ОРУ 35-110кВ.

В настоящем альбоме произведен расчет железобетонных стоек порталов.

Расчет выполнен по методу предельных состояний на нагрузки, приведенные в пояснительной записке (см. Выпуск 1 „Пояснительная записка и инструкция по применению")

Расчет стальных траверс порталов произведен в альбоме инв. №7027тм-III „Унифицированные стальные порталы ОРУ 35-10кВ"

Расчет закреплений стоек в грунте выполнен на ЭВМ и приведен в табличной форме в пояснительной записке, инв. № 7026тм-I

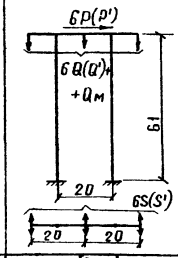
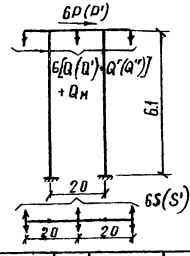
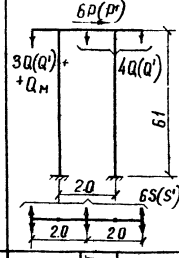
Оглавление

Наименование листа	Номер листа	Страница
1	2	3
Титульный лист	1	1
Аннотация. Оглавление альбома	2	2
Таблицы нагрузок на порталы ОРУ 35,110кВ	3-6	3-6
Определение ветровых нагрузок на элементы порталов	7,8	7,8
Расчетные схемы порталов	9	9
Сбор нагрузок на стойки порталов ОРУ 35,110кВ	10-18	10-18
Таблица действующих усилий на стойки порталов.	19,20	19,20
Расчет стоек порталов	21-24	21-24

Энергосетьпроект
Северо-Западное отделение
г. Ленинград

Гл. инж. СЗО Крюков
Зап. нач. отд. Ходот
Гл. спец. т.о. Курносов
Гл. инж. пр-та Парфенов
Рук. группы Карсанова
Ст. инж. Кулешова
Ст. инж. Шленова

Шинный портал 35 кВ

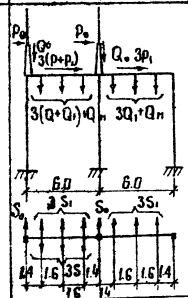
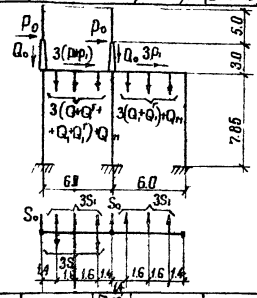
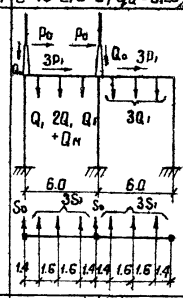
Номера режимов	I	II			III
Наименование режимов	Нормальный	Нормальный			Монтажный
Климатические условия	$t=-5°C$, $C=0$, $q_0=50\ кг/м^2$	$t=-5°C$, $C=10$ мм, $q_0=14\ кг/м^2$	$t=-5°C$, $C=15$ мм, $q_0=14\ кг/м^2$	$t=-5°C$, $C=20$ мм, $q_0=14\ кг/м^2$	$t=-15°C$, $C=0$, $q_0=6{,}25\ кг/м^2$
Схемы нагрузок					

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 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
	Масса льда	$Q^г$	—	—	—	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
	Масса льда	$Q'^г$	—	—	—	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	56	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 определения действующих усилий при выборе типа закреплений стоек в грунте
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 ке

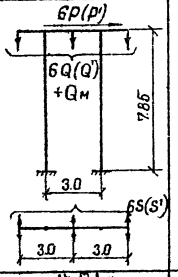
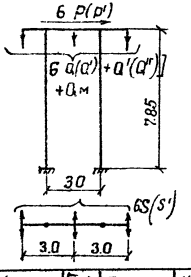
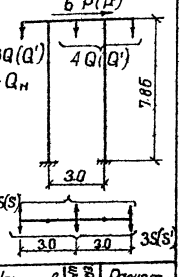
Ячейковый портал 35 кВ

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 нагрузки	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^r	—	—	—	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'^r	—	—	—	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^r	—	—	—	40	2,0	80	60	2,0	120	80	2,0	160	—	—	—
Полпролета троса	Собственная масса	Q_0	10	1,1	11	10	1,1	11	10	1,1	11	10	1,1	11	10	1,1	11
	Масса льда	Q_0^r	—	—	—	10	2,0	20	20	2,0	40	30	2,0	60	—	—	—
Тяжение ошиновки п/ст		S	640 / 150	1,3	570 / 195	540 / 200	1,3	700 / 260	66 / 25	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	65	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	35 / 21	1,4	490 / 290	400 / 250	1,4	560 / 350	180 / 100	1,1	200 / 110
Тяжение троса		S_0	130 / 60	1,3	170 / 80	140 / 80	1,3	180 / 100	15 / 10	1,4	210 / 140	150 / 110	1,4	210 / 154	100 / 50	1,1	110 / 55
Давление ветра на полпролета ошиновки п/ст и гирлянды		P	48 / 28	1,2	58 / 34	25 / 12	1,4	35 / 17	26 / 14	1,4	36 / 20	36 / 15	1,4	50 / 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	2	1,4	28	25	1,4	35	10	1,1	11
Давление ветра на полпролета троса		P_0	10	1,2	12	10	1,4	14	1	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	20	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260

Примечания:

1. В числителе приведены нагрузки при 2[х] 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

Шинный портал 110кВ

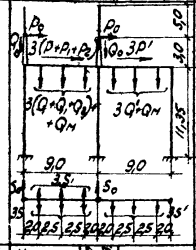
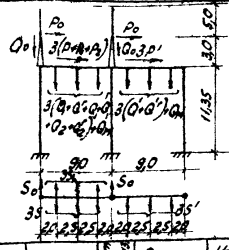
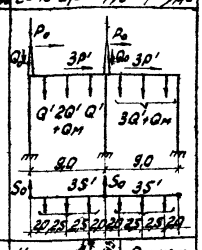
Номера режимов	I	II			III
Наименование режимов	Нормальный	Нормальный			Монтажный
Климатические условия	$t=-5°C, C=0, q_o=50$ кг/м²	$t=-5°C, C=10$мм, $q_o=14$ кг/м²	$t=-5°C, C=15$мм, $q_o=14$ кг/м²	$t=-5°C, C=20$мм, $q_o=14$ кг/м²	$t=-15°C, C=0$ $q_o=6.25$ кг/м²
Схемы нагрузок					

Наименование нагрузок		Обозначение нагрузок	I Нормативная	I Коэффициент перегруз.	I Расчетная	II Нормативная	II Коэффициент перегруз.	II Расчетная	II Нормативная	II Коэффициент перегруз.	II Расчетная	II Нормативная	II Коэффициент перегруз.	II Расчетная	III Нормативная	III Коэффициент перегруз.	III Расчетная
Полпролета провода и гирлянд.	Собственная масса	Q	170	1.1	187	170	1.1	187	170	1.1	187	140	1.1	154	170	1.1	187
	Масса льда	Q''	—	—	—	80	2.0	160	130	2.0	260	140	2.0	280	—	—	—
Полпролета провода 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''	—	—	—	40	2.0	80	60	2.0	120	80	2.0	160	—	—	—
Тяжение шинковки п/ст		S	680	1.3	884	815	1.3	1060	1000	1.4	1400	730	1.4	1020	520	1.1	570
То же		S'	270	1.3	350	320	1.3	416	410	1.4	574	520	1.4	730	200	1.1	220
Давление ветра на полпролета шинковки и гирлян.		P	100	1.2	120	45	1.4	63	50	1.4	70	40	1.4	56	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		Qм	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 пролетом 18(27)м (нагрузки Q, S, P) и порталы легкого типа на нагрузки при 1 роводе АСО-300 в фазе (Q', S', P') - только для определения действующих усилий при выборе типа закреплений стоек в грунте
2. Нагрузки в IV районе по гололеду приняты для пролета 18м.
3. Расчет стоек и траверс порталов тяжелого и легкого типов выполнен при действии нагрузок от двух проводов АСО 500 в фазе
4. Значения нагрузок приведены в кг

Ячейковый портал 110 кв

Номера режимов	I	II			III
Наименование режимов	Нормальный	Нормальный			Монтажный
Климатические условия	$t=-5°C, C=0, q_0=50$ кг/м²	$t=-5°C, C=10$ 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					

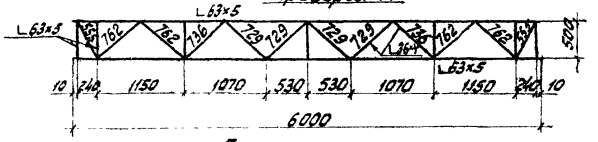
Наименование нагрузок		Обозначение нагрузок	Нормативная	Коэфф-т перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэфф-т перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэфф-т перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэфф-т перегруз.	Расчетная	Нормативная	Коэфф-т перегруз.	Расчетная
Полпролета провода ошиновки п/ст и гирлянда	Собственная масса	Q	100/80	1,1	110/88	100/80	1,1	110/88	100/80	1,1	110/88	100/80	1,1	110/88	100/80	1,1	110/88
	Масса льда	Q'	—	—	—	40/50	2,0	80/60	60/50	2,0	120/120	85/80	2,0	170/160	—	—	—
Полпролета провода ошиновки п/ст и гирлянда	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''	—	—	—	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'	—	—	—	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'	—	—	—	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'	—	—	—	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	390/270	360/270	1,4	500/380	400/340	1,4	560/480	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	210/190	1,3	270/250	300/240	1,3	320/310	329/260	1,4	455/360	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	165/142	1,4	230/196	180/150	1,4	250/210	130/100	1,1	143/110
Давление ветра на полпролета пров. ошиновки п/ст и гирлянду		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	4,0	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	21	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:

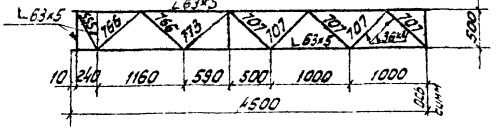
1. В числителе приведены нагрузки тяжелого типа порталов при ошиновке 1 проводом АСО-500 в фазе, в знаменателе - нагрузки легкого типа при ошиновке 1 проводом АСО-300 в фазе.
2. Нагрузки Q'; S'; P' - для порталов тяжелого типа при ошиновке 2 проводами АСО-500 в фазе.
3. Значения нагрузок приведены в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

7026 тм-III

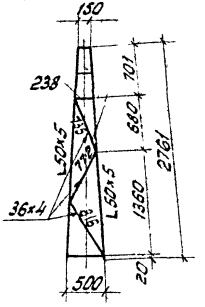
Геометрическая схема траверсы Т1



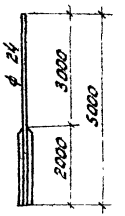
Геометрическая схема траверсы Т3



Геометрическая схема тросостойки Т13



Геометрическая схема молниеотвода Т15



Определение ветровых площадей

Элемент портала	Высота (длина) секции м	Эскиз секции	Элемент	Сечение	Ширина м	Длина м	Площадь элемент. F м²	Площадь секции по конт. F м²	К-т по конт.	C/J
Т1	6,0	6000	пояса	∟63×5	0,063	12,0	0,76			
			распорки	∟63×5	0,063	3,5	0,22			
			раскосы	∟36×4	0,036	8,55	0,31			
						Итого:	1,29	3,0	0,43	1
Т2	4,16	4160	пояса	[12	0,12	4,16	0,5			
						Итого:	0,5	0,5	1	1,67
Т3	9,0	4500, 225 конт.	пояса	∟63×5	0,063	18,0	1,33			
			распорки	∟63×5	0,063	3,5	0,22			
			раскосы	∟36×4	0,036	12,79	0,46			
Т13	2,75	2750, 500	пояса	∟50×5	0,05	2,53	0,12			
			раскосы	∟36×4	0,036	2,56	0,092			
						Итого:	0,219	0,9	0,24	1
Т15	5,0	5000		• φ24	0,024	5,0	0,12			
				−50×6	0,05	4,0	0,20			
						Итого:	0,32	0,32	1	1

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

$$T = ch^2 \sqrt{\frac{F \times \gamma}{EJg}}$$

$C = 1,79$

$h = 500$ см

$F = 4,524$ см².

$\gamma = 0,0079$ кг/см³

$E = 2,1 \cdot 10^6$ кг/см²

$J = 1,63$ см⁴

$g = 981^{см}/_{сек^2}$

$$T = 179 \cdot 500^2 \sqrt{\frac{4,524 \cdot 0,0079}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 1,63 \cdot 981}} = 0,45 \text{ сек}$$

$\alpha \xi = 1,3$

$m = 0,35$

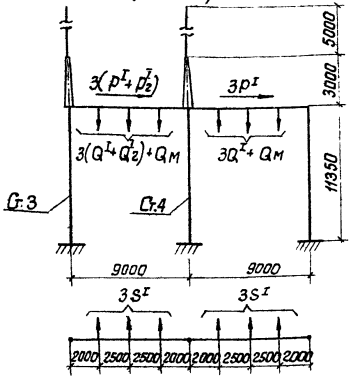
$\beta = 1 + 1,3 \cdot 0,35 = 1,46$

Таблица определения ветровых нагрузок

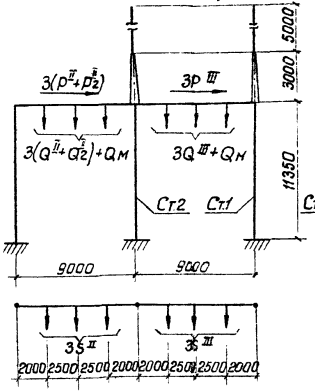
Наименование элемента портала		Высота секции, м	$\frac{b}{a}$	φ	k	c	$C_{пр} = c^e(1+b)$	β	Отметка середины секции, м	S м²	Ветер при отсутствии гололеда $q_0 = 50$ кг/м²: Ветер параллельно плоскости портала q_0' кг/м²	Ветер параллельно плоскости портала Q т	Ветер параллельно плоскости портала q т/м	Ветер параллельно плоскости портала Коэф.-т перегрузки	Ветер параллельно плоскости портала Расчетная нагрузка Q или q	Ветер под ∠ 45° к плоскости портала Q т	Ветер под ∠ 45° к плоскости портала q т/м	Ветер под ∠ 45° к плоскости портала Коэф.-т перегрузки	Ветер под ∠ 45° к плоскости портала Расчетная нагрузка Q или q	Ветер при наличии гололеда $q_0 = 14$ кг/м²: Ветер параллельно плоскости портала q_0' кг/м²	Ветер параллельно плоскости портала Q т	Ветер параллельно плоскости портала q т/м	Ветер параллельно плоскости портала Коэф.-т перегрузки	Ветер параллельно плоскости портала Расчетная нагрузка Q или q	Ветер под ∠ 45° к плоскости портала Q т	Ветер под ∠ 45° к плоскости портала q т/м	Ветер под ∠ 45° к плоскости портала Коэф.-т перегрузки	Ветер под ∠ 45° к плоскости портала Расчетная нагрузка Q или q
Траверса Т1	Боковая сторона	—	1	0,43	0,44	1,4	0,86	1,4	7,85	3,0	—	—	—	—	—	0,181 × 0,65 = 0,12	—	1,2	0,14	—	—	—	—	—	0,05 × 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	0,064	14	0,05 × 0,45 = 0,02	—	1,0	0,02	0,065 × 0,3 = 0,02	—	1,0	0,02
Траверса Т3	Боковая сторона	—	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	0,086	0,08 × 0,3 = 0,024	—	1,0	0,024
Траверса Т2	Боковая сторона	—	1,67	1	0,25	1,4	1,75		6,1	0,5	—	—	—	—	—	0,062 × 0,65 = 0,04	—	1,2	0,05	—	—	—	—	—	0,017 × 0,65 = 0,011	—	1,0	0,011
	Торец	—	—	—	—	—	—			—	50	0,062 × 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
Траверса Т13		2,75	1	0,26	0,75	1,4	0,64		12,85	0,9	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
Мачта-отвод Т15		5,0	1	—	—	1,2	1,2	1,46	16,8	0,32	54	0,04	0,008	1,2	0,01	0,04	0,008	1,2	0,01	15	0,011	0,002	1,0	0,002	0,011	0,002	1,0	0,002
Стойка ВС-1		6,1	—	—	—	1,4	1,4		—	1,85	50	0,181	0,03	1,2	0,036	—	—	—	—	14	0,05	0,008	1,0	0,008	—	—	—	—
Стойка ВС-2		7,5	—	—	—	1,4	1,4	1,4	—	2,38	50	0,233	0,03	1,2	0,036	—	—	—	—	14	0,065	0,009	1,0	0,009	—	—	—	—
Стойка ВС-3		11,0	—	—	—	1,4	1,4		—	3,85	50	0,377	0,034	1,2	0,041	—	—	—	—	14	0,106	0,01	1,0	0,01	—	—	—	—

$$Q = C_{пр}\, q_p\, S$$

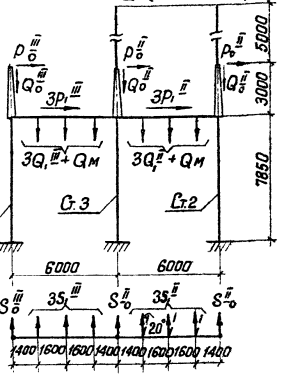
Ячейковый портал 110кВ
Тип I (Легкий)



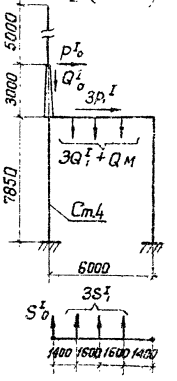
Ячейковый портал 110кВ
Тип II (тяжелый)



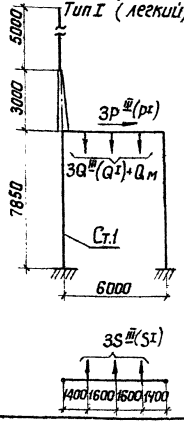
Ячейковый лунейный портал
35кВ Тип III (тяжелый)



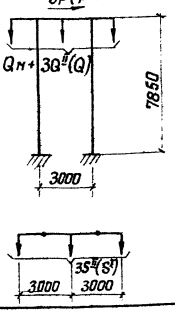
Ячейковый лунейный портал
35 кВ Тип IV (легкий)



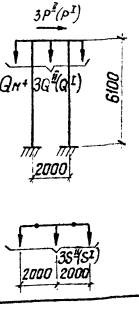
Ячейковый портал 35кВ
Тип II (тяжелый)
Тип I (легкий)



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



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



Примечания:

1. Приведенные на данном листе расчетные схемы порталов приняты при определении действующих максимальных нагрузок на закрепления стоек в грунте, значения которых приведены на листах 19;20
2. Значения нагрузок на порталы приведены в таблицах 2÷5 выпуск 1.

Расчетные схемы порталов

Сбор нагрузок на стойку шинного портала 35 кВ

Наименование нагрузок	Обознач. нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-экспл. режим	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-экспл. режим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Тяжелый тип II					Легкий тип I				
Ветер действует параллельно плоскости портала											
I Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на ▽ 6100											
Тяжение ошиновки п/ст.	1.5 S(S')	1.5·610 = 915	1.5·720 = 1080	1.5·970 = 1455	1.5·1180 = 1770	1.5·360 = 540	1.5·325 = 490	1.5·390 = 585	1.5·530 = 795	1.5·670 = 1000	1.5·180 = 270
	Итого:	0.92т	1.08т	1.46т	1.77т	0.54т	0.49т	0.59т	0.8т	1.0т	0.27т
II 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	1.5·10 = 15	1.5·56 = 84	1.5·31 = 46	1.5·38 = 57	1.5·45 = 67	1.5·10 = 15
Ветер на торец траверсы	0.5 Q тр.	0.5·30 = 15	0.5·8 = 4	4	4	2	15	4	4	4	2
Ветер на стойку	0.5 q Lст.	0.5·36·6.1 = 110	0.5·8·6.1 = 24	24	24	0.5·4·6.1 = 12	110	24	24	24	12
	Итого:	0.23т	0.09т	0.11т	0.13т	0.03т	0.21т	0.07т	0.08	0.09т	0.03т
III Вертикальные нагрузки на ▽ 0											
Масса полпролета провода и гирл	1.5 Q(Q')	1.5·121 = 182	1.5(121+100) = 332	1.5(121+160) = 420	1.5(121+220) = 510	1.5·110 = 165	182	332	420	510	165
Масса траверсы	0.5 Gтр.п.	0.5·130·1.1 = 71	71	71	71	65	71	71	71	71	65
Масса стойки	Gст.п.	1400·1.1 = 1540	1540	1540	1540	1400	1540	1540	1540	1540	1400
Масса монтера с инстр.	Q м	260	260	260	260	200	260	260	260	260	200
	Итого	2.0т	2.2т	2.3т	2.4т	1.8т	2.0т	2.2т	2.3т	2.4т	1.8т

Сбор нагрузок на стойку линейного ячейкового портала 35кВ

Наименование нагрузок	Обознач. нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-эксп. режим	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-эксп. режим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Тяжелый тип III, стойка 3					Легкий тип IV, стойка 4 (1,2)				
Ветер действует параллельно плоскости портала											
I. Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 7850											
Тяжение ошиновки ЛЭП	$1,5 S_1 + S_1 \cos 20°$	$1,5(340+340\cdot0,94)=990$	$1,5(390+390\cdot0,94)=1140$	$1,5(490+490\cdot0,94)=1420$	$1,5(560+560\cdot0,94)=1630$	$1,5(180+180\cdot0,94)=525$	$1,5 S_1 = 1,5\cdot156=230$	$1,5\cdot210=315$	$1,5\cdot290=435$	$1,5\cdot350=525$	$1,5\cdot100=150$
Тяжение троса	S_0	170	180	210	210	100	80	100	140	154	50
Составл. изгиб. момента от тяжения троса	$\frac{S_0 \ell}{\ell_{ст}}$	$\frac{170\cdot3,0}{7,5}=68$	$\frac{180\cdot3,0}{7,5}=72$	$\frac{210\cdot3,0}{7,5}=84$	$\frac{210\cdot3,0}{7,5}=84$	$\frac{100\cdot3,0}{7,5}=40$	$\frac{80\cdot3,0}{7,5}=32$	$\frac{100\cdot3,0}{7,5}=40$	$\frac{140\cdot3,0}{7,5}=56$	$\frac{150\cdot3,0}{7,5}=60$	$\frac{50\cdot3,0}{7,5}=20$
	Итого:	1,23т	1,39т	1,71т	1,92т	0,67т	0,34т	0,46т	0,63т	0,74т	0,23т
II. Горизонтальные нагрузки в плоскости портала											
Ветер на трос	P_0	12	14	21	28	2	12	14	21	28	2
Ветер на провода и гирлянду	$\frac{6P_1}{3}$	$2,36=72$	$2\cdot21=42$	$2\cdot28=56$	$2\cdot35=70$	$2\cdot10=20$	$\frac{3P_1}{2}=1,5\cdot36=54$	$1,5\cdot21=31$	$1,5\cdot28=42$	$1,5\cdot35=53$	$1,5\cdot10=15$
Ветер на торец траверсы	$\frac{2Q_{тр}}{3}$	$\frac{2\cdot100}{3}=67$	$\frac{2\cdot20}{3}=13$	13	13	$\frac{2\cdot15}{3}=10$	$0,5Q_{тр}=0,5\cdot100=50$	$0,5\cdot20=10$	10	10	$0,5\cdot15=8$
Ветер на трассостойку	$q_{ст}\ell_{ст}$	$18\cdot2,75=50$	$4\cdot2,75=11$	11	11	$2\cdot2,75=6$	50	11	11	11	6
Ветер на молниеотвод	$q_{м}\ell_{м}$	$10\cdot5,0=50$	$2\cdot5,0=10$	10	10	$1\cdot5,0=5$	50	10	10	10	5
Составл. от тяжен. провода ЛЭП	$\frac{1}{3} S_1 \sin 20°$	$340\cdot0,34=116$	$390\cdot0,34=133$	$490\cdot0,34=167$	$560\cdot0,34=190$	$180\cdot0,34=61$	—	—	—	—	—
Составл. изгиб. момента от ветра на трос	$\frac{P_0\ell}{\ell_{ст}}$	$\frac{12\cdot3,0}{7,5}=5$	$\frac{14\cdot3,0}{7,5}=6$	$\frac{21\cdot3,0}{7,5}=8$	$\frac{28\cdot3,0}{7,5}=11$	$\frac{2\cdot3,0}{7,5}=1$	5	6	8	11	1
То же, на трассостойку	$\frac{q_{тр.ст.}\ell_1}{\ell_{ст}}$	$\frac{50\cdot1,63}{7,5}=11$	$\frac{11\cdot1,63}{7,5}=2$	2	2	$\frac{6\cdot1,63}{7,5}=1$	11	2	2	2	1
То же, на молниеотвод	$\frac{q_{маш}\ell_{м}}{\ell_{ст}}$	$\frac{50\cdot5,5}{7,5}=37$	$\frac{10\cdot5,5}{7,5}=7$	7	7	$\frac{5\cdot5,5}{7,5}=4$	37	7	7	7	4
Ветер на стойку	$0,5q\ell_{ст}$	$0,5\cdot36\cdot7,5=135$	$0,5\cdot9\cdot7,5=34$	34	34	$0,5\cdot4\cdot7,5=15$	135	34	34	34	15
	Итого:	0,57т	0,28т	0,34т	0,38т	0,13т	0,42т	0,13т	0,15т	0,17т	0,06т
III. Вертикальные нагрузки на отм. 0											
Масса полпролета прав. и изол.	$3Q_1$	$3\cdot88=264$	$3(88+80)=504$	$3(88+120)=624$	$3(88+160)=744$	$3\cdot80=240$	$1,5Q_1=1,5\cdot88=132$	$1,5(88+80)=252$	$1,5(88+120)=312$	$1,5(88+160)=372$	$1,5\cdot80=120$
Масса траверсы	$G_{тр.п}$	$280\cdot1,1=308$	308	308	308	280	$0,5G_{тр.п}=154$	154	154	154	148
Масса трассестойки	$G_{тр.ст.п}$	$83\cdot1,1=91$	91	91	91	83	91	91	91	91	83

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса молниеотвода	$G_{молн}$ П	35·1,1=39	39	39	39	35	39	39	39	39	35
Масса стойки	$G_{ст.}$ П	1880·1,1=2070	2070	2070	2070	1880	2070	2070	2070	2070	1880
Масса монтера с инструм.	$Q_м$	260	260	260	260	200	0,5 $Q_м$=130	130	130	130	100
Масса полпролета троса	$Q_о$	11	31	51	71	10	11	31	51	71	10
	Итого:	3,0т	3,3т	3,4т	3,6т	2,7т	2,6т	2,8т	2,8т	2,9т	2,4т

Сбор нагрузок на стойку ячейкового портала 35кВ

Наименование нагрузок	Обознач. нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-экспл. режим	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-экспл. режим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тяжелый тип II, стойка 1							Легкий тип I, стойка 1,2				
Ветер действует параллельно плоскости портала											
I. Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 7850											
Тяжение ошиновки п/ст	1,5S	1,5·670=855	1,5·700=1050	1,5·920=1380	1,5·1130=1700	1,5·350=525	1,5·195=290	1,5·260=390	1,5·350=525	1,5·490=735	1,5·110=165
	Итого:	0,86т	1,05т	1,38т	1,7т	0,53т	0,29т	0,39т	0,53т	0,74т	0,17т
II. Горизонтальные нагрузки в плоскости портала											
Ветер на провода и гирл.	1,5P	1,5·58=87	1,5·35=53	1,5·36=54	1,5·70=105	1,5·10=15	15·34=51	1,5·17=25	1,5·20=30	1,5·21=31	1,5·6=9
Ветер на торец траверсы	0,5 $Q_{тр}$	0,5·100=50	0,5·20=10	10	10	0,5·13=7	50	10	10	10	7
Ветер на тросостойку	$q\ell_{тр.ст.}$	18·2,75=50	4·2,75=11	11	11	2·2,75=6	50	11	11	11	6
Ветер на молниеотвод	$q\ell_{молн}$	10·5,0=50	2·5,0=10	10	10	1·5,0=5	50	10	10	10	5
Составл. изгибающ. момента от ветра на тросостойку	$\frac{Q_{тр.ст}\ell_1}{\ell_{ст}}$	$\frac{50\cdot1,63}{7,5}=11$	$\frac{11\cdot1,63}{7,5}=2$	2	2	$\frac{6\cdot1\cdot63}{7,5}=1$	11	2	2	2	1
То же, на молниеотвод	$\frac{Q_{молн}\ell_2}{\ell_{ст}}$	$\frac{50\cdot5,5}{7,5}=37$	$\frac{10\cdot5,5}{7,5}=7$	7	7	$\frac{5\cdot5,5}{7,5}=4$	37	7	7	7	4
Ветер на стойку	0,5 $q\ell_{ст.}$	0,5·36·7,5=135	0,5·9·7,5=34	34	34	0,5·4·7,5=15	135	34	34	34	15
	Итого:	0,43т	0,13т	0,13т	0,18т	0,05т	0,4т	0,1т	0,11т	0,11т	0,05т

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
III. Вертикальные нагрузки на ∇ 0											
Масса полпролета провода и гирлянды	1.5 Q	1.5·121 = 181	1.5(121+100)=332	1.5(121+160)=422	1.5(121+220)=512	1.5·110 = 165	1.5·50 = 75	1.5(50+40)=135	1.5(50+70)=180	1.5(50+100)=225	1.5·45 = 68
То же, троса	Q_0	11	31	51	71	10	11	31	51	71	10
Масса траверсы	0.5 $G_{тр.п}$	0.5·280·1.1=154	154	154	154	0.5·280 = 140	154	154	154	154	140
Масса тросостойки	$G_{тр.ст.п}$	83·1.1 = 91	91	91	91	83	91	91	91	91	83
Масса молниеотвода	$G_{молн.п}$	35·1.1 = 39	39	39	39	35	39	39	39	39	35
Масса стойки	$G_{ст.п}$	1880·1.1=2070	2070	2070	2070	1880	2070	2070	2070	2070	1880
Масса монтера с инструм	0.5 $Q_н$	0.5·260=130	130	130	130	0.5·200 = 100	130	130	130	130	100
	Итого	2.7т	2.8т	2.95т	3.07т	2.4т	2.6т	2.65т	2.7т	2.8т	2.3т

Сбор нагрузок на стойку шинного портала 110 кВ

Наименование нагрузок	Обозначен. нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-эксплуат. режим	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-эксплуат. режим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Тяжелый портал тип II					Легкий портал тип I				
Ветер действует параллельно плоскости портала											
I. Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 7850											
Тяжение ошиновки п/ст	1,5 S/S'	1,5·884=1326	1,5·1060=1590	1,5·1400=2100	1,5·1020=1530	1,5·520=780	1,5·350=525	1,5·416=624	1,5·574=861	1,5·730=1095	1,5·200=300
	Итого:	1,33т	1,59т	2,1т	1,53т	0,78т	0,53т	0,62т	0,86т	1,1т	0,3т
II. Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на отм. 7850											
Ветер на провода и гирл.	1,5P(P')	1,5·120=180	1,5·63=95	1,5·70=105	1,5·56=84	1,5·12=18	1,5·42=63	1,5·28=42	1,5·31=47	1,5·35=53	1,5·5=8
Ветер на торец трав.	0,5Qтр.	0,5·100=50	0,5·20=10	10	10	0,5·13=7	50	10	10	10	7
Ветер на стойку	0,5qГст.	0,5·36·7,5=135	0,5·9·7,5=34	34	34	0,5·4·7,5=15	135	34	34	34	15
	Итого:	0,37т	0,14т	0,15т	0,13т	0,04т	0,26т	0,09т	0,1т	0,1т	0,03т
III Вертикальные нагрузки на отм. 0											
Масса полпролета провода и гирлянды	1,5Q(Q')	1,5·187=280	1,5(187+160)=520	1,5(187+260)=670	1,5(154+280)=651	1,5·170=255	1,5·88=132	1,5(88+80)=252	1,5(88+120)=312	1,5(88+160)=372	1,5·80=120
Масса траверсы	0,5Gтр.п	0,5·280·1,1=154	154	154	154	0,5·280=140	154	154	154	154	140
Масса стойки	Gст.п	1880·1,1=2070	2070	2070	2070	1880	2070	2070	2070	2070	1880
Масса монтера с инстр.	Qм	260	260	260	260	200	260	260	260	260	200
	Итого:	2,8т	3,0т	3,15т	3,1т	2,5т	2,6т	2,7т	2,8т	2,85т	2,3т

Сбор нагрузок на среднюю стойку ячейкового портала 110 кв

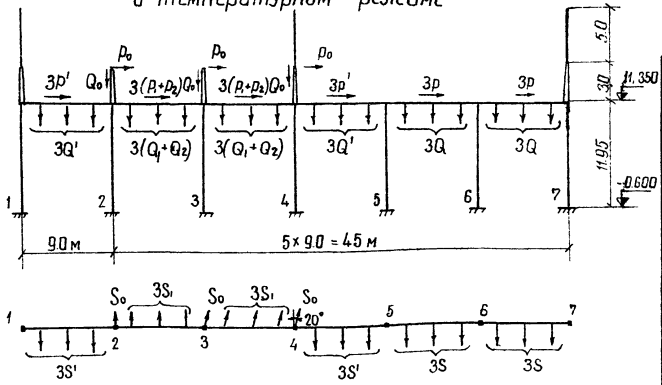
Наименование нагрузок	Обозначение нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-эксп. режим	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-эксп. режим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Тяжелый тип II, стойка 2					Легкий тип I, стойка 4				
Ветер действует параллельно плоскости портала											
I Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 11350											
Тяжение ошиновки п/ст	$1,5(S+S')$	$1,5(312+585)=1396$	$1,5(390+728)=1677$	$1,5(504+826)=1998$	$1,5(560+980)=2310$	$1,5(200+360)=840$	$3,5=3\cdot273=819$	$3\cdot273=819$	$3\cdot378=1134$	$3\cdot480=1440$	$3\cdot160=480$
	Итого:	1,4т	1,68т	2,0т	2,31т	0,84т	0,82т	0,82т	1,13т	1,44т	0,48т
II. Горизонтальные нагрузки в плоскости портала											
Ветер на провода и гирл.	$P+P'$	$48+96=144$	$28+49=77$	$35+63=98$	$42+77=119$	$5+10=15$	$\frac{6P}{3}=2\cdot42=84$	$2\cdot28=56$	$2\cdot28=56$	$2\cdot35=70$	$2\cdot4=8$
Ветер на заградит. и гирл.	$\frac{3P_2}{3}$	42	35	42	49	13	42	35	42	49	13
Ветер на торец траверсы	$\frac{2Q_{тр}}{3}$	$\frac{2\cdot150}{3}=100$	$\frac{2\cdot36}{3}=24$	24	24	$\frac{2\cdot16}{3}=11$	100	24	24	24	11
Ветер на трассостойку	$q\,l_{тр.ст}$	$18\cdot2,75=50$	$4\cdot2,75=11$	11	11	$2\cdot2,75=6$	50	11	11	11	6
Ветер на молниеотвод	$q\,l_{молн.}$	$10\cdot5,0=50$	$2\cdot5,0=10$	10	10	$1,5\,0=5$	50	10	10	10	5
Ветер на стойку	$Q_{ст}\,q\,l_{ст.}$	$0,5\cdot41\cdot11,0=225$	$0,5\cdot10\cdot11,0=55$	55	55	$0,5\cdot4\cdot11,0=22$	225	55	55	55	22
Составл. изгибающего момента от ветра на трассост.	$\frac{Q_{тр.ст}\,l_{ст}}{l_{ст}}$	$\frac{50\cdot1,63}{11,0}=7$	$\frac{11\cdot1,63}{11,0}=2$	2	2	$\frac{6\cdot1,63}{11,0}=1$	7	2	2	2	1
То же, на молниеотвод	$\frac{Q_{молн}\,l_{ст}}{l_{ст}}$	$\frac{50\cdot5,5}{11,0}=25$	$\frac{10\cdot5,5}{11,0}=5$	5	5	$\frac{5\cdot5,5}{14,0}=2$	25	5	5	5	2
	Итого:	0,65т	0,22т	0,25т	0,27т	0,08т	0,59т	0,2т	0,21т	0,22т	0,07т
III Вертикальные нагрузки на отм. 0											
Масса полпролета провода и гирлянды	$1,5(Q+Q')$	$1,5(110+176)=429$	$1,5(110+80+176+130)=744$	$1,5(110+120+176+220)=939$	$1,5(110+170+176+300)=1134$	$1,5(100+160)=390$	$3Q=3\cdot88=264$	$3(88+60)=444$	$3(88+120)=624$	$3(88+160)=744$	$3\cdot80=240$
Масса в.ч. заградит. и гирл.	$1,5Q_2$	$1,5\cdot424=636$	$1,5(424+340)=1146$	$1,5(424+510)=1401$	$1,5(424+680)=1656$	$1,5\cdot385=478$	636	1146	1401	1656	478
Масса траверсы	$G_{тр}\,l$	$368\cdot1,1=405$	405	405	405	368	405	405	405	405	368
Масса трассостойки	$G_{тр.ст}\,l$	$83\cdot1,1=91$	91	91	91	83	91	91	91	91	83
Масса молниеотвода	$G_{молн}\,l$	$35\cdot1,1=39$	39	39	39	35	39	39	39	39	35
Масса стойки	$G_{ст}\,l$	$3350\cdot1,1=3659$	3685	3685	3685	3350	3685	3685	3685	3685	3350
Масса монтера с инстр.	$Q_м$	260	260	260	260	200	260	260	260	260	200
	Итого:	5,6т	6,4т	6,8т	7,3т	4,9т	5,4т	6,1т	6,5т	6,9т	4,8т

7026 тм-III

Сбор нагрузок на крайнюю стойку ячейкового портала 110 кВ

Наименование нагрузок	Обознач. нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-эксплуатационный режим	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-эксплуатационный режим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Тяжелый тип II, стойка 1					Легкий тип I, стойка 3				
Ветер действует параллельно плоскости портала											
I Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на ▽ 11350											
Тяжение ошиновки п/ст.	1,5 S'(s)	1,5·585 = 880	1,5·728 = 1090	1,5·826 = 1240	1,5·980 = 1470	1,5·360 = 540	1,5·273 = 410	1,5·273 = 410	1,5·378 = 570	1,5·476 = 714	1,5·160 = 240
	Итого:	0,88 т	1,09 т	1,24 т	1,47 т	0,54 т	0,41 т	0,41 т	0,57 т	0,71 т	0,24 т
II Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на ▽ 11350											
Ветер на провода и гирлянды	—	$\frac{3(p+p_г)}{3}$ = 48+96=144	28+49 = 77	35+63 = 98	42+77 = 119	5 + 10 = 15	$\frac{6P}{3}$ = 2·42 = 84	2·28 = 56	2·28 = 56	2·35 = 70	2·4 = 8
Ветер на загородит. и гирл.	$\frac{3p_2}{3}$	42	35	42	49	13	42	35	42	49	13
Ветер на торец траверсы	$\frac{2p_{тр.}}{3}$	$\frac{2·150}{3}$ = 100	$\frac{2·36}{3}$ = 24	24	24	$\frac{2·16}{3}$ = 11	100	24	24	24	11
Ветер на трассостойку	$q\ell_{тр\ ст.}$	18·2,75 = 50	4·2,75 = 11	11	11	2·2,75 = 6	50	11	11	11	6
Ветер на молниеотвод	$q\ell_{молн.}$	10·5,0 = 50	2·5,0 = 10	10	10	1·5,0 = 5	50	10	10	10	5
Ветер на стойку	$0,5q\ell_{ст.}$	0,5·41·11,0 = 225	0,5·10·11,0 = 55	55	55	0,5·4·11,0 = 22	225	55	55	55	22
Составл. изгибающ. момента от ветра на трассостойку	$\frac{Q_{тр.ст.}\ell_1}{\ell_{ст.}}$	$\frac{50·1,63}{11,0}$ = 7	$\frac{11·1,63}{11,0}$ = 2	2	2	$\frac{6·1,63}{11,0}$ = 1	7	2	2	2	1
Тоже, на молниеотвод	$\frac{Q_{молн.}\ell_2}{\ell_{ст.}}$	$\frac{50·5,5}{11,0}$ = 25	$\frac{10·5,5}{11,0}$ = 5	5	5	$\frac{5·5,5}{11,0}$ = 2	25	5	5	5	2
	Итого:	0,64 т	0,22 т	0,25 т	0,28 т	0,08 т	0,58 т	0,2 т	0,21 т	0,22 т	0,07 т
III Вертикальные нагрузки на ▽ 0											
Масса полпролета провода и гирлянды	$1,5G'_{(a)}$	1,5·176 = 264	1,5(176+130)=460	1,5(176+220)=594	1,5(176+300)=714	1,5·160 = 240	1,5·88 = 132	1,5(88+60) = 222	1,5(88+120)= 312	1,5(88+160) = 372	1,5·80 = 120
Масса в.ч. загородит. и гирл.	$1,5Q_2$	—	—	—	—	—	1,5·424 = 636	1,5(424+340)=1145	1,5(424+510)=1400	1,5(424+680)=1650	1,5·385 = 578
Масса траверсы	$0,5G_{тр.п}$	0,5·370·1,1=203	203	203	203	0,5·370 = 185	203	203	203	203	185
Масса трассостойки	$G_{тр\ ст.п.}$	81·1,1 = 89	89	89	89	81	89	89	89	89	81
Масса молниеотвода	$G_{молн.п.}$	35·1,1 = 39	39	39	39	35	39	39	39	39	35
Масса стойки	$G_{ст.\ п.}$	3350·1,1=3685	3685	3685	3685	3350	3685	3685	3685	3685	3350
Масса монтера с инстр.	$0,5G_м$	130	130	130	130	100	130	130	130	130	100
	Итого:	4,4 т	4,6 т	4,7 т	4,9 т	4,0 т	4,9 т	5,5 т	5,9 т	6,2 т	4,5 т

Расчет многопролетного ячейкового портала ОРУ 110кВ в температурном режиме



Расчетные нагрузки температурного режима

$q_0 = 6{,}25$ кг/м²; $c = 0$, $t = -40°C$

$S' = 360 \cdot 1.3 = 468$ кг

$S = 200 \cdot 1.3 = 260$ кг

$S_1 = 150 \cdot 1.3 = 195$ кг

$S_0 = 130 \cdot 1.3 = 170$ кг

$Q' = 160 \cdot 1{,}1 = 176$ кг

$Q = 100 \cdot 1.1 = 110$ кг

$Q_1 = 120 \cdot 1{,}1 = 132$ кг

$Q_0 = 20 \cdot 1{,}1 = 22$ кг

$Q_2 = 385 \cdot 1{,}1 = 424$ кг

$P' = 10 \cdot 1{,}2 = 12$ кг

$P = 5 \cdot 1{,}2 = 6$ кг

$P_1 = 8 \cdot 1{,}2 = 10$ кг

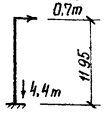
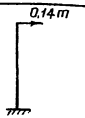
$P_0 = 5 \cdot 1{,}2 = 6$ кг

$P_2 = 13 \cdot 1{,}2 = 16$ кг

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

Наименование нагрузок	Нормальный режим $q_0 = 6{,}25$ кг/м², $c = 0$ $t = -40°C$
1	2
Ветер параллельно плоскости портала	
1. Горизонтальные нагрузки из плоскости портала	
Тяжение ошиновки п/ст.	$1{,}5\,S' = 1.5 \cdot 468 = 700$ кг
Итого:	0.7т
2. Горизонтальные нагрузки в плоскости портала	
Составляющая от тяжения проводов ВЛ	$\frac{3S_1 \sin 20°}{7} = \frac{3 \cdot 195 \cdot 0.342}{7} = 30$ кг
То же, троса	$\frac{2S_0 \sin 20°}{7} = \frac{2 \cdot 170 \cdot 0.342}{7} = 17$ кг
Составляющая изгибающего момента от тяжения троса	$\frac{2S_0 \sin 20° \cdot 3.0}{7 \cdot 11.95} = \frac{17 \cdot 3.0}{11.95} = 4$ кг
Ветер на провода и гирл.	$\frac{6(P + P' + P_1)}{7} = \frac{6(6 + 12 + 10)}{7} = 24$ кг
Ветер на заградитель и гирл.	$\frac{6P_2}{7} = \frac{6 \cdot 16}{7} = 14$ кг
Ветер на трос	$\frac{3P_0}{7} = \frac{3 \cdot 6}{7} = 3$ кг
Ветер на торец траверсы	$\frac{7Q_{тр}}{7} = 19$ кг
Ветер на стойку	$0.5\,q_0 c_{er.} = 0.5 \cdot 5 \cdot 11.0 = 28$ кг
Итого:	0.14т
3. Вертикальные нагрузки	
Масса полпролета ошиновки п/ст. и гирлянды	$1.5\,Q' = 1.5 \cdot 176 = 264$ кг
Масса траверсы	$0.5\,G_{тр.п} = 0.5 \cdot 368 \cdot 1{,}1 = 202$ кг
Масса тросостойки	$G_{тр.ст.п} = 83 \cdot 1.1 = 91$ кг
Масса молниеотвода	$G_{молн.п} = 35 \cdot 1.1 = 38$ кг
Масса стойки	$G_{ст.п} = 3350 \cdot 1.1 = 3685$ кг
Масса монтера с инстр.	$0.5\,Q_м = 130$ кг
Итого:	4.4т

Определение нагрузок на стойку №1 на отм - 0.600

Из плоскости портала	В плоскости портала
	
$M_{\perp} = 0{,}7 \cdot 11.95 = 8.4$ тм	$M_{\parallel} = 0{,}14 \cdot 11{,}95 = 1{,}7$ тм

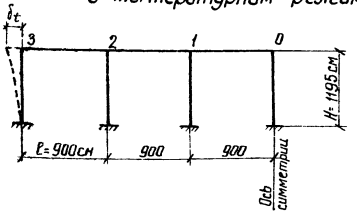
Нагрузки на стойку с учетом температурных воздействий

$M_{\parallel} = 1{,}7 + 4{,}35 = 6.05$ тм

$M_{\perp} = 8{,}4$ тм

Нагрузки температурного режима не являются определяющими при расчете стоек

Расчет многопролетного ячейкового портала 110кВ в температурном режиме.



Бетон марки 400

$E_б = 3{,}5 \cdot 10^5$ кг/см²

$\alpha = 1 \cdot 10^{-5}$

Момент инерции сечения стойки ВС-3 $J_п = 368000$ см⁴

$\Delta t = 60°$

$$M_t^3 = \frac{3 E_б J_п \alpha \Delta t \ell_п}{H^3} = \frac{3 \cdot 3{,}5 \cdot 10^5 \cdot 3{,}68 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-5} \cdot 60 \cdot 900 \cdot 3}{1195^3} = 365 \text{кг} = 0{,}365 \text{т}$$

$M_t^3 = 0.365 \cdot 11.95 = 4{,}35$ тм

Таблица действующих усилий на стойки порталов

35 кВ

Шинный портал

Нормативные нагрузки / Расчетные нагрузки	Тип II (тяжелый)					Тип I (легкий)				
	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	II р-н по гололеду	Среднеэксплуатационный режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Среднеэксплуатационный режим
Sx, т	0,18 / 0,23	0,07 / 0,09	0,08 / 0,11	0,09 / 0,13	0,03 / —	0,17 / 0,21	0,05 / 0,07	0,06 / 0,08	0,06 / 0,09	0,03 / —
Sy, т	0,73 / 0,92	0,83 / 1,08	1,04 / 1,46	1,26 / 1,77	0,54 / —	0,39 / 0,49	0,45 / 0,59	0,57 / 0,8	0,71 / 1,0	0,27 / —
Qx, т	0,26 / 0,32	0,08 / 0,11	0,09 / 0,13	0,11 / 0,15	0,04 / —	0,26 / 0,32	0,07 / 0,09	0,07 / 0,1	0,08 / 0,11	0,04 / —
Qy, т	0,73 / 0,92	0,83 / 1,08	1,04 / 1,46	1,26 / 1,77	0,54 / —	0,39 / 0,49	0,45 / 0,59	0,57 / 0,8	0,71 / 1,0	0,27 / —
N, т	1,8 / 2,0	1,9 / 2,2	1,95 / 2,25	2,0 / 2,3	1,8 / —	1,8 / 2,0	1,9 / 2,2	2,0 / 2,3	2,1 / 2,4	1,8 / —
Mx 0,00, тм	1,1 / 1,3	0,4 / 0,5	0,5 / 0,7	0,5 / 0,8	0,2 / —	1,0 / 1,3	0,3 / 0,4	0,4 / 0,5	0,4 / 0,55	0,2 / —
My 0,00, тм	4,4 / 5,6	5,1 / 6,6	6,4 / 8,9	7,7 / 10,8	3,3 / —	2,4 / 3,0	2,7 / 3,6	3,5 / 4,9	4,3 / 6,1	1,7 / —
Mx -0,600, тм	1,2 / 1,5	0,5 / 0,6	0,5 / 0,7	0,6 / 0,9	0,2 / —	1,1 / 1,4	0,3 / 0,5	0,4 / 0,5	0,4 / 0,6	0,2 / —
My -0,600, тм	4,9 / 6,2	5,6 / 7,2	7,0 / 9,8	8,4 / 11,8	3,6 / —	2,6 / 3,3	3,0 / 4,0	3,8 / 5,4	4,8 / 6,7	1,8 / —

Ячейковый линейный портал

Нормативные нагрузки / Расчетные нагрузки	Тип III (тяжелый) стойка 3					Тип IV (легкий) стойка 4 (1,2)				
	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Среднеэксплуатационный режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Среднеэксплуатационный режим
Sx, т	0,45 / 0,57	0,22 / 0,28	0,24 / 0,34	0,27 / 0,38	0,13 / —	0,34 / 0,42	0,1 / 0,13	0,11 / 0,15	0,12 / 0,17	0,06 / —
Sy, т	0,98 / 1,23	1,04 / 1,36	1,22 / 1,71	1,37 / 1,92	0,67 / —	0,27 / 0,34	0,35 / 0,46	0,46 / 0,64	0,53 / 0,74	0,22 / —
Qx, т	0,56 / 0,7	0,24 / 0,31	0,26 / 0,37	0,29 / 0,41	0,15 / —	0,44 / 0,55	0,12 / 0,16	0,13 / 0,18	0,14 / 0,2	0,08 / —
Qy, т	0,98 / 1,23	1,04 / 1,36	1,22 / 1,71	1,37 / 1,92	0,67 / —	0,27 / 0,34	0,35 / 0,46	0,46 / 0,64	0,53 / 0,74	0,22 / —
N, т	2,7 / 3,0	2,8 / 3,3	2,9 / 3,4	3,0 / 3,5	2,7 / —	2,4 / 2,6	2,4 / 2,8	2,5 / 2,8	2,5 / 2,9	2,4 / —
Mx 0,00, тм	3,6 / 4,5	1,7 / 2,2	1,9 / 2,7	2,1 / 3,0	1,0 / —	2,7 / 3,3	0,8 / 1,0	0,9 / 1,2	0,95 / 1,3	0,5 / —
My 0,00, тм	7,7 / 9,7	8,2 / 10,7	9,6 / 13,4	10,8 / 15,1	5,3 / —	2,1 / 2,7	2,7 / 3,6	3,6 / 5,0	4,2 / 5,8	1,7 / —
Mx -0,600, тм	3,9 / 4,8	1,9 / 2,4	2,0 / 2,9	2,3 / 3,2	1,1 / —	2,9 / 3,5	0,85 / 1,1	0,9 / 1,3	1,0 / 1,4	0,5 / —
My -0,600, тм	8,3 / 10,4	8,8 / 11,5	10,3 / 14,4	11,6 / 16,2	5,6 / —	2,3 / 2,9	3,0 / 3,9	3,9 / 5,4	4,5 / 6,3	1,9 / —

35 кВ

Ячейковый портал

Нормативные нагрузки / Расчетные нагрузки	Тип II (тяжелый) Стойка 1					Тип I (легкий) Стойка 1,2				
Sx, т	0,35 / 0,43	0,1 / 0,13	0,1 / 0,13	0,13 / 0,16	0,05 / —	0,32 / 0,4	0,08 / 0,1	0,08 / 0,11	0,08 / 0,11	0,03 / —
Sy, т	0,69 / 0,86	0,8 / 1,05	1,0 / 1,38	1,2 / 1,7	0,53 / —	0,23 / 0,29	0,3 / 0,39	0,38 / 0,53	0,56 / 0,79	0,17 / —
Qx, т	0,46 / 0,57	0,12 / 0,16	0,11 / 0,16	0,15 / 0,21	0,05 / —	0,42 / 0,53	0,1 / 0,13	0,1 / 0,14	0,1 / 0,14	0,04 / —
Qy, т	0,69 / 0,86	0,81 / 1,05	1,0 / 1,38	1,2 / 1,7	0,53 / —	0,23 / 0,29	0,3 / 0,39	0,38 / 0,53	0,56 / 0,79	0,17 / —
N, т	2,4 / 2,7	2,5 / 2,8	2,5 / 2,9	2,6 / 3,0	2,4 / —	2,3 / 2,6	2,3 / 2,6	2,35 / 2,7	2,4 / 2,7	2,3 / —
Mx 0,00, тм	2,8 / 3,5	0,8 / 1,0	0,8 / 1,0	1,0 / 1,4	0,3 / —	2,5 / 3,1	0,6 / 0,8	0,6 / 0,9	0,6 / 0,9	0,24 / —
My 0,00, тм	5,4 / 6,8	6,4 / 8,3	7,9 / 10,8	9,4 / 13,3	4,2 / —	1,8 / 2,3	2,4 / 3,1	3,0 / 4,2	4,4 / 6,2	1,3 / —
Mx -0,600, тм	3,0 / 3,7	0,85 / 1,1	0,85 / 1,1	1,1 / 1,5	0,34 / —	2,7 / 3,4	0,7 / 0,85	0,7 / 0,9	0,7 / 0,9	0,25 / —
My -0,600, тм	5,8 / 7,3	6,8 / 8,3	8,5 / 11,7	10,1 / 14,4	4,5 / —	2,0 / 2,5	2,5 / 3,3	3,2 / 4,5	4,7 / 6,7	1,4 / —

Примечание:

Моменты My, приведенные в таблице, определены без учета весовых составляющих на стрелах прогибов стоек.

При расчете закреплений стоек в грунте, а также стоек по прочности и деформациям, на приведенные значения изгибающих моментов $M_y^{0,600}$ и $M_y^{0,00}$ следует вводить коэффициент K = 1,06 для стоек типа ВСЛ-3 и для остальных стоек – K = 1,03.

Таблица действующих усилий на стойки порталов (продолжение)

110 кВ

Нормативные нагрузки / Расчетные нагрузки	Шинный портал. Тип II (тяжелый)					Шинный портал. Тип I (легкий)					Ячейковый портал. Тип II (тяжелый) стойка 2					Ячейковый портал. Тип I (тяжелый) стойка 1				
	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Среднеэксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Среднеэксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Среднеэксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Среднеэксплуат. режим
Sx, т	0,3 / 0,37	0,11 / 0,14	0,11 / 0,15	0,09 / 0,13	0,04 —	0,22 / 0,26	0,07 / 0,09	0,07 / 0,1	0,07 / 0,1	0,03 —	0,52 / 0,65	0,17 / 0,22	0,18 / 0,25	0,19 / 0,27	0,08 —	0,51 / 0,64	0,17 / 0,22	0,18 / 0,25	0,2 / 0,28	0,08 —
Sy, т	1,14 / 1,33	1,22 / 1,59	1,5 / 2,1	1,1 / 1,53	0,78 —	0,43 / 0,53	0,48 / 0,62	0,62 / 0,86	0,79 / 1,1	0,3 —	1,12 / 1,4	1,29 / 1,68	1,43 / 2,0	1,65 / 2,3	0,84 —	0,7 / 0,88	0,84 / 1,09	0,9 / 1,24	1,05 / 1,47	0,54 —
Qx, т	0,43 / 0,51	0,13 / 0,17	0,13 / 0,18	0,12 / 0,17	0,06 —	0,32 / 0,4	0,09 / 0,12	0,09 / 0,12	0,09 / 0,13	0,05 —	0,7 / 0,87	0,21 / 0,27	0,21 / 0,3	0,23 / 0,32	0,1 —	0,7 / 0,87	0,21 / 0,27	0,21 / 0,3	0,24 / 0,33	0,1 —
Qy, т	1,14 / 1,33	1,22 / 1,59	1,5 / 2,1	1,1 / 1,53	0,78 —	0,43 / 0,53	0,48 / 0,62	0,62 / 0,86	0,79 / 1,1	0,3 —	1,12 / 1,4	1,29 / 1,68	1,43 / 2,0	1,65 / 2,3	0,84 —	0,7 / 0,88	0,84 / 1,09	0,9 / 1,24	1,05 / 1,47	0,54 —
N, т	2,5 / 2,8	2,6 / 3,0	2,7 / 3,2	2,6 / 3,1	2,5 —	2,3 / 2,6	2,4 / 2,7	2,4 / 2,8	5 / 2,8	2,3 —	5,0 / 5,6	5,4 / 6,4	5,6 / 6,8	2,9 / 7,3	5,0 —	4,0 / 4,4	4,1 / 4,6	4,2 / 4,7	4,2 / 4,9	4,0 —
0,00 Mx, тм	2,4 / 3,0	0,9 / 1,1	0,9 / 1,2	0,7 / 1,0	0,3 —	1,7 / 2,1	0,55 / 0,7	0,55 / 0,7	0,65 / 0,8	0,2 —	5,9 / 7,4	1,9 / 2,5	2,0 / 2,8	2,2 / 3,1	0,9 —	5,8 / 7,3	1,9 / 2,5	2,0 / 2,8	2,3 / 3,2	0,9 —
0,00 My, тм	8,9 / 11,2	9,6 / 12,5	11,8 / 16,5	8,6 / 12,0	6,1 —	3,4 / 4,2	3,8 / 4,9	4,9 / 6,8	12 / 8,65	2,4 —	12,7 / 15,9	14,6 / 19,0	16,2 / 22,7	18,7 / 26,1	9,6 —	7,95 / 10,0	9,6 / 12,4	10,2 / 14,1	11,9 / 16,7	6,1 —
-0,600 Mx, тм	2,5 / 3,2	0,9 / 1,2	0,9 / 1,3	0,8 / 1,1	0,34 —	1,9 / 2,3	0,6 / 0,8	0,6 / 0,8	6 / 0,85	0,25 —	5,2 / 7,8	2,0 / 2,6	2,1 / 3,0	2,3 / 3,2	1,0 —	6,1 / 7,65	2,0 / 2,6	2,1 / 3,0	2,4 / 3,4	1,0 —
-0,600 My, тм	9,6 / 12,1	10,3 / 13,4	12,7 / 17,7	9,3 / 12,9	6,6 —	3,6 / 4,5	4,1 / 5,2	5,2 / 7,3	7 / 9,3	2,5 —	13,4 / 16,7	15,4 / 20,0	17,1 / 24,0	19,7 / 27,5	10,0 —	8,4 / 10,5	10,0 / 12,9	10,8 / 14,8	12,6 / 17,6	6,5 —

110 кВ

Нормативные нагрузки / Расчетные нагрузки	Ячейковый портал. Тип I (легкий) Стойка 4					Ячейковый портал. Тип I (легкий) Стойка 3				
Sx, т	0,47 / 0,59	0,15 / 0,2	0,14 / 0,2	0,16 / 0,22	0,07 —	0,47 / 0,58	0,15 / 0,2	0,15 / 0,21	16 / 0,22	0,07 —
Sy, т	0,66 / 0,82	0,83 / 0,82	0,81 / 1,13	1,0 / 1,44	0,48 —	0,32 / 0,41	0,32 / 0,41	0,41 / 0,57	11 / 0,71	0,24 —
Qx, т	0,65 / 0,81	0,19 / 0,25	0,18 / 0,25	0,19 / 0,27	0,09 —	0,65 / 0,81	0,2 / 0,25	0,19 / 0,26	19 / 0,27	0,09 —
Qy, т	0,66 / 0,82	0,63 / 0,82	0,81 / 1,13	1,0 / 1,44	0,48 —	0,32 / 0,41	0,32 / 0,41	0,41 / 0,57	11 / 0,71	0,24 —
N, т	4,85 / 5,4	5,2 / 6,1	5,4 / 6,5	5,6 / 6,9	4,8 —	4,4 / 4,9	4,7 / 5,5	4,8 / 5,9	1 / 6,2	4,5 —
0,00 Mx, тм	5,3 / 6,7	1,7 / 2,3	1,6 / 2,3	1,8 / 2,5	0,8 —	5,4 / 6,6	1,7 / 2,3	1,7 / 2,4	1 / 2,5	0,8 —
0,00 My, тм	7,5 / 9,3	7,1 / 9,3	9,2 / 12,8	11,3 / 16,4	5,4 —	3,6 / 4,7	3,6 / 4,7	4,7 / 6,5	1 / 8,1	2,7 —
-0,600 Mx, тм	5,6 / 7,1	1,8 / 2,4	1,7 / 2,4	1,9 / 2,6	0,84 —	5,6 / 6,9	1,8 / 2,4	1,8 / 2,5	/ 2,6	0,84 —
-0,600 My, тм	7,9 / 9,8	7,5 / 9,8	9,7 / 13,5	12,0 / 17,2	5,7 —	3,8 / 4,9	3,8 / 4,9	4,9 / 6,8	8,5	2,9 —

Условные обозначения:

Sx, Sy - приведенные горизонтальные силы, действующие на стойку на отметке оси траверсы, в плоскости и из плоскости портала

Qx, Qy - горизонтальные силы, действующие на стойку на отметке 0, в плоскости и из плоскости портала

N - сжимающее усилие на отметке 0

Mx, My - значения действующих изгибающих моментов в плоскости и из плоскости портала на отметке 0 и -600.

*) Нагрузки на стойки шинного портала тяжелого типа в IV гололедном районе даны для пролета 18 м, в остальных случаях - для пролета 27 м.

Расчет стоек порталов

Наименование	Типы стоек						Примечания
	ВСЛ-1	ВСЛ-2	ВСЛ-3	ВС-1	ВС-2	ВС-3	
1	2	3	4	5	6	7	8
Геометрические характеристики сечения							
Марка бетона	400	400	400	400	400	400	
Класс арматуры	A V	A V	A V	A V	A V	A V	
Площадь сечения, F ($см^2$)	1225	1225	1225	1225	1520	2060	
Площадь напряженной арматуры, $F_н$ ($см^2$)	6 ф12; 6.8	6ф16; 12.1	8ф16; 16.1	6 ф12; 6.8	6 ф16; 12.1	8ф16; 16.1	
Площадь ненапряженной арматуры, $F_а$ ($см^2$)	6ф12; 6,8	6 ф16; 12.1	4ф16; 8.04	6 ф12; 6.8	4ф16; 8.04	4ф16; 8.04	
Модуль упругости $n = \frac{E_а}{E_б}$	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43	
Площадь бетона $F_б = F - (F_н + F_а)$, ($см^2$)	1211	1200	1201	1211	1500	2036	
Процент армирования сечения, μ, %	$\frac{13.6 \cdot 100}{1211} = 1.12$	$\frac{24.2 \cdot 100}{1200} = 2.01$	$\frac{14.14 \cdot 100}{1201} = 2.0$	$\frac{13.6 \cdot 100}{1211} = 1.12$	$\frac{20.14 \cdot 100}{1500} = 1.33$	$\frac{24.14 \cdot 100}{2036} = 1.2$	
Приведенная площадь сечения $F_{пр} = F_б + n(F_н + F_а)$, ($см^2$)	1285	1330	1332	1285	1609	2167	
Приведенный момент инерции сечения, $J_{пр}$ ($см^4$)	$\frac{35^4}{12} + 1.13 \cdot 10 \cdot 14.5^2 = 127380$	$\frac{35^4}{12} + 2.01 \cdot 8 \cdot 14.5^2 + 2.01 \cdot 4 \cdot 8.5^2 = 129000$	$\frac{35^4}{12} + 2.01 \cdot 10 \cdot 14.5^2 = 129200$	$\frac{35^4}{12} + 1.13 \cdot 10 \cdot 14.5^2 = 127380$	$\frac{39^4}{12} + 2.01 \cdot 8 \cdot 16.5^2 = 197000$	$\frac{44.8 \cdot 45.8^3}{12} + 2.01 \cdot 10 \cdot 12.9^2 = 368000$	
Контролируемое напряжение в арматуре $б_{ок} = 0.9 \cdot R_а^н$ ($кгс/см^2$)	7200	4350	4350	7200	7200	7200	Для ВСЛ-2 и ВСЛ-3 $б_{ок}$ снижено по условиям прочности опалубки
Усадка тяжелого бетона $б_1$ ($кгс/см^2$)	400	400	400	400	400	400	
Напряжение в бетоне $б_б = \frac{(б_{ок} - б_з)F_н}{F_{пр}}$ ($кгс/см^2$)	36	36.4	47.6	36	50	50.5	
Ползучесть тяжелого бетона $б_2 = \frac{KE_а R}{F_б \cdot R_0} б_б$ ($\frac{кгс}{см^2}$)	210	210	276	210	290	293	
Релаксация напряжений $б_з = 0.1\, б_{ок} - 200$ ($кгс/см^2$)	520	235	235	520	520	520	
Напряжение в арматуре после потерь $б_{02} = б_{ок} - (б_1 + б_2 + б_з)$ ($кгс/см^2$)	6070	3505	3439	6070	6990	5987	

Расчет сечения на косой изгиб

Расчет сечения производится по формуле $My \leq Ru F_б [Uy + Vy \cos (K_1 K_2)]$

1	2	3	4	5	6	7	8
Площадь сжатой зоны бетона $F_б = \frac{Ra F}{Ru}$ ($см^2$)	240	430	430	240	366	430	
$tg\beta = \frac{Mx}{My}$ действующие моменты	$\frac{0.9}{12.4} = 0,072$	$\frac{1.3}{18.2} = 0,07$	$\frac{2.6}{17.6} = 0,15$	$\frac{0.9}{12.4} = 0,072$	$\frac{1.3}{18.2} = 0.07$	$\frac{3.2}{28} = 0.114$	
Расстояние до центра тяжести арматуры a_1 (см)	7.2	7.1	7,1	7.2	8.4	8.6	
Расстояние до ц. т. сжатой зоны бетона $B_1 = \frac{F б}{2 B}$	3.4	6.1	6.2	3.4	5.5	4,7	
Расстояние от ц. т. сечения до ц. т. растянутой арматуры $Uy = \frac{h}{2} - a_1$ (см)	10.3	10.4	10.4	10.3	11.1	14.3	
Расстояние от центра тяжести сечения до ц. т. сжатой зоны бетона $Vy = \frac{h}{2} - B_1$ (см)	14.1	11.4	11.3	14.1	14	18,2	
$K_1 = \frac{(Uy + Vy) tg\beta}{Vy tg\beta + Vy}$	0.116	0.125	0.25	0.116	0,117	0,173	
K_2	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1,45	
My (тсм) Несущая способность стойки	12.2	19.5	18.9	12.2	19,6	28,8	

Расчет по образованию трещин

Расчет производится по формуле $M_T = R_p^н W_T + N_0 (e_0 + r_y)$

Момент сопротивления приведенного сечения для крайнего растянутого волокна $W_0 = \frac{J_п}{y}$ ($см^3$)	7300	7360	7400	7300	10100	16100
Момент сопротивления приведенного сечения, определяемый с учетом неупругих деформаций растянутого бетона $W_T = \gamma W_0$. ($см^3$)	12800	12900	13000	12800	17650	28200
r_y (см)	5,7	5,6	5,5	5,7	6,3	7,4
e_0 (см)	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8
$N_o = \sigma_{02} \cdot F_н - \sigma_{ал} \cdot F_a$ (кгс)	37050	32200	44700	37050	74500	90500	
$M_т = R_т W_т + N_o (e_o + r_y)$ (тсм)	6,3	5.0	5.7	5.3	8,9	13.75	
Расчет по деформации							
Расчет производится по формуле: $\frac{1}{\rho} = \frac{M_з}{h_o z_1}\left[\frac{\psi_a}{E_a F_a} + \frac{\psi_б}{\xi_б h_o E_б \nu}\right] - \frac{N_c}{h_o} \cdot \frac{\psi_a}{E_a F_a}$							
$M_з = M_у$ (тсм)	8.6	12,1	12.7	8.6	12,1	20.3	
$F_б$ ($см^2$)	226	404	400	226	345	404	
x (см)	6.45	11,5	11.4	6.45	8,9	9.0	
a_1 (см)	3.23	5,75	5.7	3.23	4.45	4.5	
$h_o = h - a_1$ (см)	27.8	27,9	27.9	27.8	30.6	37.2	
Плечо внутренней пары сил $z_1 = h_o - a_1$ (см)	24.6	22.15	22.2	24.6	26.15	32.7	
$m = \frac{M_т}{M_у}$	0,62	0.41	0,45	0,62	0,73	0,68	
Коэффициент, учитывающий работу растянутого бетона между трещинами ψ_a (по табл. 6.1)	0,50	0,70	0,67	0,50	0,40	0,45	
$\psi_б$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
Относительная высота сжатой зоны бетона $\xi_б = \frac{x}{h_o}$	0,23	0,41	0,41	0,23	0,29	0,242	
$N_c = \sigma_{02} \cdot F_н$ (кгс)	41200	42500	55600	41200	84500	96000	
ν	0.45	0,45	0,45	0,45	0.45	0,45	
$\frac{1}{\rho}$ (1/см)	$\frac{8.4\cdot10^5}{27.8\cdot24.6}\left[\frac{0.50}{1.9\cdot10^6\cdot6.8} + \frac{0.9}{0.23\cdot35\cdot27.8\cdot3.5\cdot10^6\cdot6.45}\right] - \frac{41200}{27.8}\cdot\frac{0.50}{1.9\cdot10^6\cdot6.8} = 0,22\cdot10^{-4}$	$0.40\cdot10^{-4}$	$0.30\cdot10^{-4}$	$0,22\cdot10^{-4}$	$0.10\cdot10^{-4}$	$0,12\cdot10^{-4}$	
$f = \frac{1}{3}\cdot\frac{1}{\rho}\cdot l^2$ (см)	$\frac{1}{3}\cdot0,22\cdot10^{-4}\cdot670^2 = 3,3$	9.5	14.2	3.3	2.60	5.7	

Определение изгибающих моментов с учетом весовых составляющих на стрелах прогиба

1	2	3	4	5	6	7	8
Предельный изгибающий момент Мп (тсм)	12,2	13,5	18,9	12,2	19,6	28,8	
$\left(\frac{1}{\rho}\right)_п = \frac{Мп}{h_0 Z_1}\left(\frac{\Psi_a}{Ea \cdot Fa} + \frac{\Psi_б}{\frac{2}{3} B h_0 Fб \cdot V}\right) - \frac{Nc}{h_0}\frac{\Psi_a}{Ea \cdot Fa}$	$0,65 \cdot 10^{-4}$	$0,54 \cdot 10^{-4}$	$1,715 \cdot 10^{-4}$	$0,65 \cdot 10^{-4}$	$0,30 \cdot 10^{-4}$	$0,3 \cdot 10^{-4}$	
Изгибающий момент $M^{расч}$/норм (тсм)	10,8 / 7,7	17,2 / 10,7	5,8 / 11,3	10,8 / 7,7	17,2 / 10,7	26,1 / 18,7	
Действующая горизонтальная сила S (тс)	1,74	2,58	1,39	1,74	2,58	2,31	
Вертикальная составляющая от веса ошиновки траверсы и $\frac{1}{3}$ веса стойки рас/норм.	0,87 / 0,7	1,6 / 1,27	3,5 / 2,6	0,87 / 0,7	1,6 / 1,27	4,1 / 3,1	
Высота, на которой приложена равнодействующая горизонтальная сила $Ho = \frac{Мп}{S}$ (м)	6,9	8,8	13,6	6,9	8,8	12,5	
Свободная длина стойки h_1 (м)	6,1	7,85	11,35	6,1	7,85	11,35	
$V_1 = \frac{h_1}{Ho}$	0,88	0,89	0,83	0,88	0,89	0,906	
Прогиб вершины стойки от действия горизонтальной силы $f_1 = \frac{h_1}{3}\cdot\left(\frac{1}{\rho}\right)_п (1,5-0,5V_1) + \beta\left(h_1 + \frac{2}{3}h_3\right)$; (см)	10,17	15,0	36,1	10,17	15,0	16,3	
Заглубление стойки в грунт h_3 (м)	3,1	3,0	3,0	3,1	3,0	3,0	
с учетом осфирмации стойки $M\Sigma$ (тсм) ^{расч}/норм.	10,9 / 7,77	17,4 / 10,9	11,07 / 12,24	10,9 / 7,77	17,4 / 10,9	26,77 / 19,2	
$K = \frac{M\Sigma}{Mp}$	1,01 / 1,007	1,015 / 1,012	08 / 1,08	1,01 / 1,007	1,015 / 1,012	1,022 / 1,023	

gost.e-ecolog.ru