

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“  
Минэнерго СССР

Альбом III

Утверждены Минэнерго СССР

Введены в действие с 1.1.74г.

Решение N 250  
от 16. XI. 73 г.

7026ТМ-III

Аннотация

Типовой проект „Унифицированные железобетонные порталы открытых распределительных устройств 35-110кВ“ разработан Северо-Западным отделением института „Энергосетбпроект“ 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 настоящей 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 traverse порталов произведен в альбоме инв. №7027ТМ-II „Унифицированные стальные порталы ОРУ 35-110кВ“  
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
Питцубный 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

Номера режимов		I			II						III					
Наименование режимов		Нормальный			Нормальный						Монтажный					
Климатические условия		$t = -5^{\circ}\text{C}, c = 0, q_0 = 50 \text{ Н/м}^2$			$t = -5^{\circ}\text{C}, c = 10 \text{ мм}, q_0 = 14 \text{ Н/м}^2$		$t = -5^{\circ}\text{C}, c = 15 \text{ мм}, q_0 = 14 \text{ Н/м}^2$		$t = -5^{\circ}\text{C}, c = 20 \text{ мм}, q_0 = 14 \text{ Н/м}^2$		$t = -15^{\circ}\text{C}, c = 0, q_0 = 625 \text{ Н/м}^2$					
Схемы нагрузок																
		Наименование нагрузок		Нормативная	Коэффициент перес.	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перес.	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перес.	Расчетная	Нормативная	Коэффициент перес.	Расчетная	
Полупорталы ошиновки жест. и гибкая	Собственная масса	Q	110	1,1	121	110	1,1	121	110	1,1	121	110	1,1	121		
	Масса льда	Q <sup>l</sup>	—	—	—	50	2,0	100	80	2,0	160	110	2,0	220		
Полупорталы ошиновки жест. и гибкая	Собственная масса	Q'	110	1,1	121	110	1,1	121	110	1,1	121	110	1,1	121		
	Масса льда	Q <sup>l</sup>	—	—	—	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
По оси	S'	250	1,3	325	300	1,3	390	380	1,4	530	480	1,4	670	180	1,1	200
Давление ветра на порталы жест. ошиновки и гибкая	P	60	1,2	72	30	1,4	42	40	1,4	56	50	1,4	70	10	1,1	11
По оси	P'	47	1,2	56	22	1,4	31	27	1,4	36	32	1,4	45	10	1,1	11
Масса монтажа с инструментом	Q <sub>н</sub>	200	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260

## Примечания:

- Порталы тяжелого типа рассчитаны на нагрузки при 2 проводах АСО-500 в фазе (нагрузки Q, S, P); порталы легкого типа - на нагрузки 1 провод АСО-300 в фазе (Q', S', P') только для определения действующих усилий при выборе типа креплений стоек в грунте
- 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	$t = -5^\circ\text{C}; c = 0, q_0 = 50 \text{ кг/м}^2$		$t = -5^\circ\text{C}; c = 10 \text{ мм}, q_0 = 14 \text{ кг/м}^2$		$t = -5^\circ\text{C}; c = 15 \text{ мм}, q_0 = 14 \text{ кг/м}^2$		$t = -5^\circ\text{C}; c = 20 \text{ мм}, q_0 = 14 \text{ кг/м}^2$		$t = -5^\circ\text{C}; c = 0, q_0 = 6,25 \text{ кг/м}^2$	
Схемы нагрузок										

Наименование нагрузок	Климатические условия	I		II		II		II		III		III	
		Нормативная	Расчетная	Нормативная	Расчетная	Нормативная	Расчетная	Нормативная	Расчетная	Нормативная	Расчетная	Нормативная	Расчетная
Полная нагрузка проводов шин в фазе и гирлянда	Собственная масса	45	121	45	121	45	121	45	121	45	121	45	121
	Масса льда	—	—	20	40	35	70	50	100	—	—	—	—
Полная нагрузка проводов шин в фазе и гирлянда	Собственная масса	65	72	65	72	65	72	65	72	65	72	65	72
	Масса льда	—	—	25	50	45	90	60	120	—	—	—	—
Полная нагрузка проводов ЛЭП и гирлянда	Собственная масса	80	88	80	88	80	88	80	88	80	88	80	88
	Масса льда	—	—	40	80	60	120	80	160	—	—	—	—
Полная нагрузка троса	Собственная масса	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11
	Масса льда	—	—	10	20	20	40	30	60	—	—	—	—
Тяжесть ошиновки плет	S	440/160	570/195	540/200	700/260	55/25	920/350	810/350	1130/430	350/110	485/121	—	—
	S'	350	455	400	520	65	910	700	980	300	411	330	—
Тяжесть ошиновки ЛЭП	S1	260/120	340/155	300/160	390/210	35/17	490/210	400/250	560/350	180/180	200/110	—	—
	S2	190/80	250/130	180/100	240/100	17/10	310/140	250/150	350/150	120/110	140/70	—	—
Тяжесть троса	D	40	48	40	48	25	36	30	42	10	12	—	—
	D'	25	30	14	14	20	27	27	38	10	11	—	—
Давление ветра на портал	P1	30	36	15	14	21	14	28	25	14	35	10	11
	P2	10	12	10	14	14	1	14	28	2	11	2	—
Масса монтажа с инструментом	Qn	200	260	200	260	20	260	200	260	200	260	200	260

## Примечания:

- В числителе приведены нагрузки при 2<sup>х</sup> проводах АСО-500 в фазе, в знаменателе — при 1 проводе АСО-185 в фазе. Нагрузки Q', S', D' — при ошиновке 1 проводом АСО-500 в фазе.
- Расчет стоек и travers порталов тяжелого и легкого типов выполнен при действии нагрузок от двух проводов АСО-500 в фазе.
- Значения нагрузок приведены в кг

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

Наименование нагрузок	Объемная нагрузка	I			II			III			IV						
		Нормативная	Корректирующая	Расчетная	Нормативная	Корректирующая	Расчетная	Нормативная	Корректирующая	Расчетная	Нормативная	Корректирующая	Расчетная				
Полупролет провода и висячая дуга	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	—	—	—
Полупролет провода и висячая дуга	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	—	—	—
Тяжелые ошиновки п/ст	S	680	1.3	884	815	1.3	1060	1000	1.4	1400	730	1.4	1020	520	1.1	570	
Тто эже	S'	270	1.3	350	320	1.3	416	410	1.4	574	520	1.4	730	200	1.1	220	
Давление ветра на полпролет ошиновки и висячая дуга	P	100	1.2	120	45	1.4	63	50	1.4	70	40	1.4	56	12	1.1	13	
Тто эже	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_M	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260	200	1.3	260	

## Примечания:

- 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 рабочем АСО-300 в фазе (Q', S', P') - только для определения действующих усилий при выборе типа закреплений стоек в грунт.
- Нагрузки в IV районе по таблице приняты для пролета 18 м.
- Расчет стоек и траверс порталов тяжелого и легкого типов выполнен

при действии нагрузок от двух проводов АСО 500 в фазе

- Значения нагрузок приведены в кг

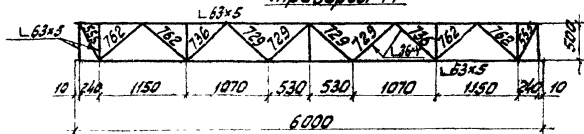
Номера режимов	I				II				III							
Наименование режимов	Нормальный				Нормальный				Монтажный							
Климатические условия	$t = -5^{\circ}\text{C}, C = 0,9, \rho_0 = 1,50 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$				$t = -5^{\circ}\text{C}, C = 1,0, \rho_0 = 1,4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$				$t = -5^{\circ}\text{C}, C = 1,5, \rho_0 = 1,1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$				$t = -15^{\circ}\text{C}, C = 0,9, \rho_0 = 1,625 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$			
Схемы нагрузок																

Наименование нагрузок		Величина нагрузки	Нормативная		Расчетная		Нормативная		Расчетная		Нормативная		Расчетная	
Собственная масса	Нормативная		Расчетная	Нормативная	Расчетная	Нормативная	Расчетная	Нормативная	Расчетная	Нормативная	Расчетная			
Полупрелеза провoda ошиновки плет и гирлянда	Собственная масса	Q	100	110	100	110	100	110	100	110	100	110	100	110
	Масса льда	Q'	—	—	40	30	2,0	80	130	85	2,0	170	160	—
Полупрелеза провoda, ошиновки плет и гирлянда	Собственная масса	Q'	1,1	176	160	1,1	176	160	1,1	176	160	1,1	176	160
	Масса льда	Q''	—	—	65	2,0	130	110	2,0	220	150	2,0	300	—
Полупрелеза провoda ЛЭП и гирлянда	Собственная масса	Q1	120	132	120	1,1	132	120	1,1	132	120	1,1	132	120
	Масса льда	Q1'	—	—	60	2,0	120	90	2,0	180	115	2,0	230	—
Полупрелеза троса	Собственная масса	Q0	20	22	20	1,1	22	20	1,1	22	20	1,1	22	20
	Масса льда	Q0'	—	—	25	2,0	50	35	2,0	70	45	2,0	90	—
В/ч заградитель и гирлянда	Собственная масса	Q2	385	424	385	1,1	424	385	1,1	424	385	1,1	424	385
	Масса льда	Q2'	—	—	170	2,0	340	255	2,0	510	340	2,0	680	—
Тяжение ошиновки плет	S	240	310	300	1,3	390	360	1,4	500	400	1,4	560	200	220
	То же	S'	210	270	270	1,3	350	270	1,4	380	340	1,4	480	160
Тяжение ошиновки ЛЭП	S1	450	585	560	1,3	730	590	1,4	830	700	1,4	980	360	400
	То же	S1'	210	270	300	1,3	390	320	1,4	455	350	1,4	480	150
Тяжение троса	S0	150	185	150	1,3	195	160	1,4	230	180	1,4	250	130	145
	То же	S0'	130	170	130	1,3	170	142	1,4	180	150	1,4	210	100
Давление ветра на полупрелеза провoda, ошиновки плет и гирлянда	P	40	48	20	1,4	28	25	1,4	35	30	1,4	42	5	4
	То же	P'	35	42	20	1,4	28	20	1,4	28	20	1,4	35	4
Давление ветра на полупрелеза провoda ЛЭП и гирлянда	P1	80	96	35	1,4	49	45	1,4	63	55	1,4	77	10	11
	То же	P1'	4,0	4,8	15	1,4	21	20	1,4	28	25	1,4	35	8
Давление ветра на полупрелеза троса	P0	20	24	10	1,4	14	15	1,4	21	20	1,4	28	5	6
	То же	P0'	35	42	21	1,4	35	30	1,4	42	35	1,4	49	13
Масса монтажа с инструментом	Qн	200	260	200	1,3	260	200	1,3	260	200	1,3	260	200	260

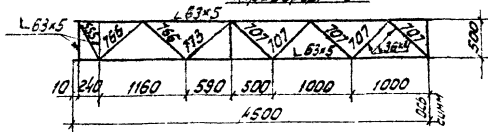
## Примечания:

1. В числителе приведены нагрузки тяжелого типа порталов при ошиновке 1 провodom АСО-500 в фазе, в знаменателе - нагрузки легкого типа при ошиновке 1 провodom 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

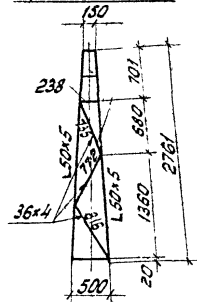
Геометрическая схема  
траверсы Т1



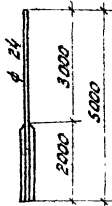
Геометрическая схема  
траверсы Т2



Геометрическая схема  
тростойки Т13



Геометрическая схема  
молниеввода Т15



Определение ветровых нагрузок

Элемент покрытия	Высота (длина) секции, м	Эскиз секции	Элемент	Сечение	Ширина, м	Длина, м	Площадь элемента, м <sup>2</sup>	Площадь секции по элементу, м <sup>2</sup>	Коэффициент обдуваемости	К <sub>п</sub>	
Т1	60		поояса	L 63x5	0,063	18,0	0,76				
			распорки	L 63x5	0,063	3,5	0,22				
			раскосы	L 36x4	0,036	8,55	0,31				
			Итого:			1,29	3,0	343	1		
Т2	416		поояса	[ 12	0,12	4,16	0,5				
						Итого:	0,5	0,5	1	1,67	
Т3	90		поояса	L 63x5	0,063	18,0	1,33				
			распорки	L 63x5	0,063	3,5	0,22				
			раскосы	L 36x4	0,036	12,79	0,46				
Т13	275		поояса	L 50x5	0,05	2,75	0,12				
			раскосы	L 36x4	0,036	2,56	0,092				
			Итого:			0,219	0,9	0,24	1		
Т15	50		φ 24	0,024	5,0	0,12					
			-50x6	0,05	4,0	0,20					
						Итого:	0,32	0,32	1	1	

$$E = 21 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$$

$$J = 1,63 \text{ см}^4$$

$$q = 981 \text{ см/сек}^2$$

$$T = 179 \cdot 500^2 \sqrt{\frac{4,524 \cdot 0,0079}{21 \cdot 10^6 \cdot 1,63 \cdot 981}} = 0,45 \text{ сек}$$

$$\xi = 1,3$$

$$m = 0,35$$

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

Для молниеввода  $\beta = 1 + d \cdot \xi \cdot m$

$$T = ch^2 \sqrt{\frac{F \cdot \gamma}{EJq}}$$

$$C = 1,79$$

$$h = 500 \text{ см}$$

$$F = 4,524 \text{ см}^2$$

$$\gamma = 0,0079 \text{ кг/см}^3$$

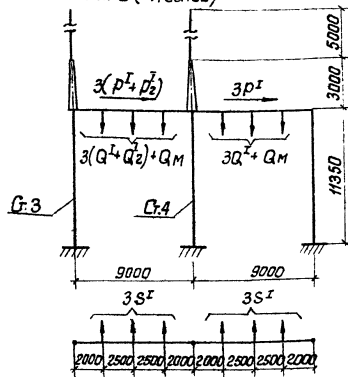
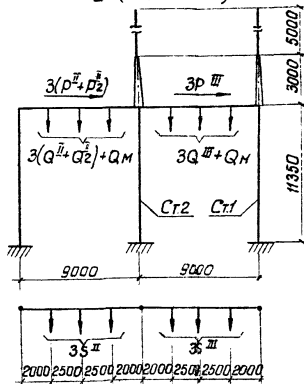
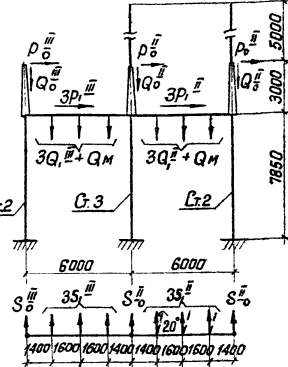
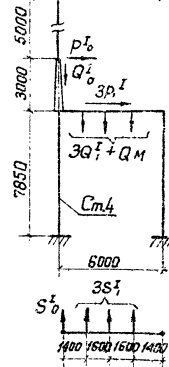
Таблица определения ветровых нагрузок

Наименование элемента портала	Высота секции, м	$\frac{b}{a}$	$\varphi$	$h$	$c$	$C_{пр} = C_{\varphi}(1+h)$	$\beta$	Отметка середины секции, м	S м <sup>2</sup>	Ветер при отсутствии гололеда						Ветер при наличии гололеда																	
										$q_0 = 50 \text{ кг/м}^2$												$q_0 = 14 \text{ кг/м}^2$											
										Ветер параллельно плоскости портала						Ветер под $\angle 45^\circ$ к плоскости портала						Ветер параллельно плоскости портала						Ветер под $\angle 45^\circ$ к плоскости портала					
										$q_0$ кг/м <sup>2</sup>	Q т	q т/м	Коэф-т порывки	Расчетная нагрузка Q или q	Q т	q т/м	Коэф-т порывки	Расчетная нагрузка Q или q	$q_0$ кг/м <sup>2</sup>	Q т	q т/м	Коэф-т порывки	Расчетная нагрузка Q или q	Q т	q т/м	Коэф-т порывки	Расчетная нагрузка Q или q						
Траверса Т1	Балочная часть	-	1	0,43	0,44	1,4	0,86	7,85	3,0	-	-	-	-	$0,181 \times 0,65 = 0,12$	-	1,2	0,14	-	-	-	-	-	$0,05 \times 0,65 = 0,032$	-	1,0	0,03							
		-	-	-	-	-	-		-	50	$0,181 \times 0,45 = 0,082$	-	1,2	0,1	$0,181 \times 0,3 = 0,05$	-	1,2	0,064	14	$0,05 \times 0,45 = 0,02$	-	1,0	0,02	$0,065 \times 0,3 = 0,02$	-	1,0	0,02						
Траверса Т3	Балочная часть	-	1	0,45	0,42	1,4	0,9	11,35	4,5	-	-	-	-	$0,283 \times 0,65 = 0,183$	-	1,2	0,22	-	-	-	-	-	$0,08 \times 0,65 = 0,052$	-	1,0	0,052							
		-	-	-	-	-	-		-	50	$0,283 \times 0,45 = 0,127$	-	1,2	0,15	$0,283 \times 0,3 = 0,085$	-	1,2	0,1	14	$0,08 \times 0,45 = 0,036$	-	1,0	0,036	$0,08 \times 0,3 = 0,024$	-	1,0	0,024						
Траверса Т2	Балочная часть	-	1,67	1	0,25	1,4	1,75	1,4	6,1	0,5	-	-	-	$0,062 \times 0,65 = 0,04$	-	1,2	0,05	-	-	-	-	-	$0,017 \times 0,65 = 0,011$	-	1,0	0,011							
		-	-	-	-	-	-			-	50	$0,062 \times 0,45 = 0,028$	-	1,2	0,03	$0,062 \times 0,3 = 0,019$	-	1,2	0,023	14	$0,017 \times 0,45 = 0,008$	-	1,0	0,008	$0,017 \times 0,3 = 0,005$	-	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	$0,04 \times 0,65 = 0,026$	0,012	1,2	0,014	14	0,011	0,004	1,0	0,004	$0,011 \times 0,65 = 0,008$	0,003	1,0	0,003							
Малые 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	-	-	-	-					

$Q = C_{пр} q p S$

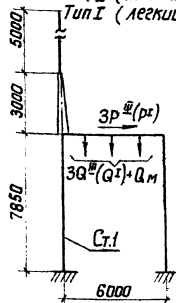


7026 ТМ-III

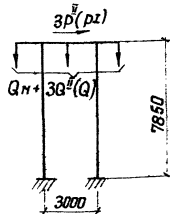
Ячейковый портал 110 кВ  
Тип I (легкий)Ячейковый портал 110 кВ - 9-  
Тип II (тяжелый)Ячейковый линейный портал  
35 кВ Тип III (тяжелый)Ячейковый линейный портал  
35 кВ Тип IV (легкий)

Ячейковый портал 35 кВ

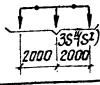
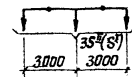
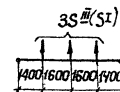
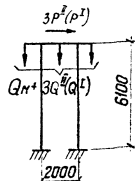
Тип II (тяжелый)

Шинный портал 110 кВ  
Тип II (тяжелый)

Тип I (легкий)

Шинный портал 35 кВ  
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 нагрузки	Обознач. нагрузка	III район по ветру	II район по галаледу	III район по галаледу	IV район по галаледу	Средне-эспл. режим	III район по ветру	II район по галаледу	III район по галаледу	IV район по галаледу	Средне-эспл. режим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тяжелый тип II						Легкий тип I					
Ветер действует перпендикулярно плоскости портала											
I Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на $\nabla$ 6100											
Пязжение 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 $\nabla$ 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 Qтр	0.5·30 = 15	0.5·8 = 4	4	4	2	15	4	4	4	2
Ветер на стойку	0.5 Q ст.	0.5·36·61 = 110	0.5·8·61 = 24	24	24	0.5·4·61 = 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 $\nabla$ 0											
Масса полпролета проводов 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 Qт-п.	0.5·130·11 = 71	71	71	71	65	71	71	71	71	65
Масса стойки	Q ст. п.	1400·11 = 1540	1540	1540	1540	1400	1540	1540	1540	1540	1400
Масса монтажа систр.	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 ячеякового портала 35кВ

Наименование нагрузок	Обознач. нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-экстр. режим	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-экстр. 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 отп. 7850

Тяжение ошмовки ЛЭЛ	$\frac{180 \cdot 30 \cdot 0,94}{3} = 1140$	$\frac{15(380 \cdot 30 \cdot 0,94)}{3} = 1140$	$\frac{15(480 \cdot 30 \cdot 0,94)}{3} = 1420$	$\frac{15(560 \cdot 30 \cdot 0,94)}{3} = 1630$	$\frac{15(100 \cdot 100 \cdot 0,94)}{3} = 525$	$1,5 \cdot 15 \cdot 156 = 230$	$1,5 \cdot 210 = 315$	$1,5 \cdot 290 = 435$	$1,5 \cdot 350 = 525$	$1,5 \cdot 100 = 150$	
Тяжение троса	$\frac{50}{3}$	170	180	210	210	100	80	100	140	154	50
Составл. изгиб. момента от тяжения троса	$\frac{50 \cdot 2}{3} = 33$	$\frac{170 \cdot 3,0}{7,5} = 68$	$\frac{180 \cdot 3,0}{7,5} = 72$	$\frac{210 \cdot 3,0}{7,5} = 84$	$\frac{210 \cdot 3,0}{7,5} = 84$	$\frac{100 \cdot 3,0}{7,5} = 40$	$\frac{80 \cdot 3,0}{7,5} = 32$	$\frac{100 \cdot 3,0}{7,5} = 40$	$\frac{140 \cdot 3,0}{7,5} = 56$	$\frac{150 \cdot 3,0}{7,5} = 60$	$\frac{50 \cdot 3,0}{7,5} = 20$
Итого:		1,23 м	1,39 м	1,71 м	1,92 м	0,67 м	0,34 м	0,46 м	0,63 м	0,74 м	0,23 м

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 виллянд	$\frac{3P_1}{3}$	$\frac{2 \cdot 36 \cdot 72}{3} = 36$	$\frac{2 \cdot 21 \cdot 42}{3} = 28$	$\frac{2 \cdot 28 \cdot 58}{3} = 38$	$\frac{2 \cdot 35 \cdot 70}{3} = 49$	$\frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{3} = 13$	$\frac{3P_1}{2} = 1,5 \cdot 36 = 54$	$1,5 \cdot 21 = 31$	$1,5 \cdot 28 = 42$	$1,5 \cdot 35 = 53$	$1,5 \cdot 10 = 15$
Ветер на тросы	$\frac{2Q_{тр}}{3}$	$\frac{2 \cdot 100}{3} = 67$	$\frac{2 \cdot 20}{3} = 13$	13	13	$\frac{2 \cdot 15}{3} = 10$	$0,56 \cdot 100 = 56$	$0,5 \cdot 20 = 10$	10	10	$0,5 \cdot 15 = 8$
Ветер на тросостойку	$Q_{тр.ст.}$	$18 \cdot 2,75 = 50$	$4 \cdot 2,75 = 11$	11	11	$2 \cdot 2,75 = 6$	50	11	11	11	6
Ветер на молниевод	$Q_{мол.}$	$10 \cdot 5,0 = 50$	$2 \cdot 5,0 = 10$	10	10	$1 \cdot 5,0 = 5$	50	10	10	10	5
Составл. оттяж. провода ЛЭЛ	$\frac{3}{5} S \sin 20$	$\frac{340 \cdot 0,34}{5} = 116$	$\frac{390 \cdot 0,34}{5} = 133$	$\frac{480 \cdot 0,34}{5} = 167$	$\frac{560 \cdot 0,34}{5} = 190$	$\frac{180 \cdot 0,34}{5} = 81$	—	—	—	—	—
Составл. изгиб. момента от ветра на трос	$\frac{P_0 L}{3}$	$\frac{12 \cdot 3,0}{7,5} = 5$	$\frac{14 \cdot 3,0}{7,5} = 6$	$\frac{21 \cdot 3,0}{7,5} = 8$	$\frac{28 \cdot 3,0}{7,5} = 11$	$\frac{2 \cdot 3,0}{7,5} = 1$	5	6	8	11	1
То же, на тросостойку	$\frac{Q_{тр.ст.} L}{3}$	$\frac{50 \cdot 1,63}{7,5} = 11$	$\frac{11 \cdot 1,63}{7,5} = 2$	2	2	$\frac{6 \cdot 1,63}{7,5} = 1$	11	2	2	2	1
То же, на молниевод	$\frac{Q_{мол.} L}{3}$	$\frac{50 \cdot 5,5}{7,5} = 37$	$\frac{10 \cdot 5,5}{7,5} = 7$	7	7	$\frac{5 \cdot 5,5}{7,5} = 4$	37	7	7	7	4
Ветер на стойку	$0,5 q_{вет.}$	$0,5 \cdot 36 \cdot 7,5 = 135$	$0,5 \cdot 9 \cdot 7,5 = 34$	34	34	$0,5 \cdot 4 \cdot 7,5 = 15$	135	34	34	34	15
Итого:		0,57 м	0,28 м	0,34 м	0,38 м	0,13 м	0,42 м	0,13 м	0,15 м	0,17 м	0,06 м

III. Вертикальные нагрузки на отп. 0

Масса полпролета проводов	$3Q_1$	$3 \cdot 88 = 264$	$3(88 \cdot 80) = 504$	$3(88 \cdot 120) = 624$	$3(88 \cdot 180) = 744$	$3 \cdot 80 = 240$	$1,5Q_1 = 15 \cdot 88 = 132$	$1,5(88 \cdot 80) = 252$	$1,5(88 \cdot 120) = 312$	$1,5(88 \cdot 180) = 372$	$1,5 \cdot 80 = 120$
Масса тросов	$6 \cdot P_{тр.}$	$280 \cdot 1,1 = 308$	308	308	308	280	$0,56 \cdot 100 = 56$	154	154	154	148
Масса тросостойки	$6 \cdot P_{тр.ст.}$	$83 \cdot 1,1 = 91$	91	91	91	83	91	91	91	91	83

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса молниезащита	Гном П	35-1,1=39	39	39	39	35	39	39	39	39	35
Масса стойки	Гст. П	1880,1+2070	2070	2070	2070	1880	2070	2070	2070	2070	1880
Масса монтера с инструм	Qм	260	260	260	260	200	Q5 Qм=130	130	130	130	100
Масса полпролета троса	Qо	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 ячеёвого портала 35хв

Наименование нагрузок	Обознач.	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-экспт режим	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-экспт 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 втм. 7850

Тяжесть ашиновки фтм	1,58	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.	15P	1,5-58=87	1,5-35=53	1,5-36=54	1,5-70=105	1,5-10=15	1,5-34=51	1,5-17=25	1,5-20=30	1,5-21=31	1,5-6=9
Ветер на торец тросов	0,5 Qтр	0,5-100=50	0,5-20=10	10	10	0,5-13=7	50	10	10	10	7
Ветер на тросостойку	Qстр.ст.	18-2,75=50	4-2,75=11	11	11	2-2,75=6	50	11	11	11	6
Ветер на молниезащиту	Qр. молн	10-5,0=50	2-5,0=10	10	10	1-5,0=5	50	10	10	10	5
Составл. из вертикал. моменты от ветра на тросостойку	Qстр.ст. вет	50-1,63=75	11-1,63=2	2	2	6-1,63=7,5	11	2	2	2	1
То же, на молниезащиту	Qмолн. вет	50-3,5=37	10-3,5=7	7	7	5-3,5=1,5	37	7	7	7	4
Ветер на стойку	0,5 q вет	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
<i>III. Вертикальные нагрузки на <math>\Phi</math> 0</i>											
Масса полупроекта пробы да и горюнды	15 Q	$1.5 \cdot 121 = 181$	$1.5(121+100) = 332$	$1.5(121+160) = 422$	$1.5(12+220) = 512$	$1.5 \cdot 110 = 165$	$1.5 \cdot 50 = 75$	$1.5(50+40) = 135$	$1.5(50+70) = 180$	$1.5(50+100) = 225$	$1.5 \cdot 4.5 = 68$
Полоса, троса	Q <sub>б</sub>	11	31	51	71	10	11	31	51	71	10
Масса траверсы	0.5 Гтр П	$0.5 \cdot 280 = 140$	154	154	154	$0.5 \cdot 280 = 140$	154	154	154	154	140
Масса тросостайки	Гтр ст П	$83 \cdot 1.1 = 91$	91	91	91	83	91	91	91	91	83
Масса молниевывода	Г молн П	$35 \cdot 1.1 = 39$	39	39	39	35	39	39	39	39	35
Масса стайки	Г ст П	$1880 \cdot 1.1 = 2070$	2070	2070	2070	1880	2070	2070	2070	2070	1880
Масса монтерас штурм	0.5 Q <sub>н</sub>	$0.5 \cdot 260 = 130$	130	130	130	$0.5 \cdot 260 = 130$	130	130	130	130	130
	Итого	27т	28т	29.5т	30.7т	24т	2.6т	2.65т	2.7т	2.8т	2.3т

## Сбор нагрузок на стойку шинного портала 110 кВ

Наименование нагрузки	Обобщенная нагрузка	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 портал тип II						Легкий портал тип I					
Ветер действует параллельно плоскости портала											
I Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 7950											
Тяжесть ошиновки $\eta/\text{см}$	1,5 S(S')	1,5·804=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 гирля.	1,5 P(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 трос.	0,5 Qтр.	0,5·100=50	0,5·20=10	10	10	0,5·13=7	50	10	10	10	7
Ветер на стойку	0,5 qст.	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 гирлянд	1,5 Q(Q')	1,5·181=280	1,5(181+160)=520	1,5(181+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 тросов	0,5 Gтр.п	0,5·280=140	154	154	154	0,5·280=140	154	154	154	154	140
Масса стойки	Гст.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 ячеякового портала 110 кв

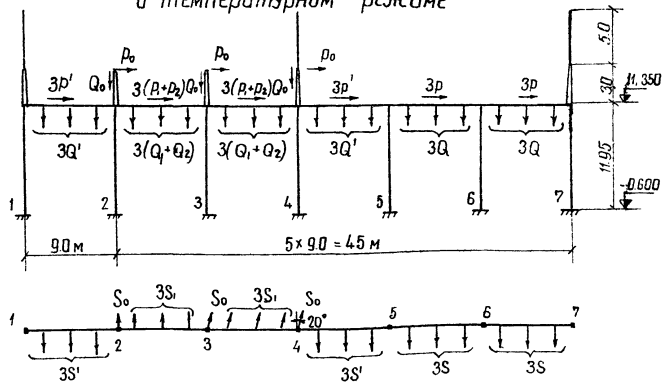
Наименование нагрузок	Обозначен нагрузок	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-эксп. режим	III район по ветру	II район по гололеду	III район по гололеду	IV район по гололеду	Средне-эксп. режим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тяжелый тип II, стойка 2						Легкий тип I, стойка 4					
Ветер действует параллельно плоскости портала											
I Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на отм. 11550											
Тяжение ошиновки г/ст	$1,5(S+S')$	$1,5(312+585)=1396$	$1,5(300+728)=1677$	$1,5(504+826)=1998$	$1,5(500+980)=2110$	$1,5(200+360)=840$	$3,5 \cdot 3 \cdot 273 = 819$	$3 \cdot 273 = 819$	$3 \cdot 378 = 1134$	$3 \cdot 480 = 1440$	$3 \cdot 160 = 480$
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	$\frac{6P}{3} = 2 \cdot 42 = 84$	2 \cdot 28 = 56	2 \cdot 28 = 56	2 \cdot 35 = 70	2 \cdot 4 = 8
Ветер на заградит. и гирл.	$\frac{3P_z}{3}$	42	35	42	49	13	42	35	42	49	13
Ветер на тросы траверсы	$\frac{2G_{тр}}{3}$	$\frac{2 \cdot 150}{3} = 100$	$\frac{2 \cdot 36}{3} = 24$	24	24	$\frac{2 \cdot 16}{3} = 11$	100	24	24	24	11
Ветер на тросостойку	$q_{лтр.от}$	18 \cdot 2,75 = 50	4 \cdot 2,75 = 11	11	11	2 \cdot 2,75 = 6	50	11	11	11	6
Ветер на молниевод	$q_{лмол.}$	10 \cdot 5,0 = 50	2 \cdot 5,0 = 10	10	10	1 \cdot 5,0 = 5	50	10	10	10	5
Ветер на стойку	$q_{сг.ст.}$	0,5 \cdot 41 \cdot 11,0 = 225	0,5 \cdot 10 \cdot 11,0 = 55	55	55	0,5 \cdot 4 \cdot 11,0 = 22	225	55	55	55	22
Составл. изгибающего момента от ветра на тросост.	$\frac{q_{тр.ст.ст.}}{11,0}$	$\frac{50 \cdot 1,63}{11,0} = 7$	$\frac{11 \cdot 1,63}{11,0} = 2$	2	2	$\frac{6 \cdot 1,63}{11,0} = 1$	7	2	2	2	1
То же, на молниевод	$\frac{q_{мол.ст.ст.}}{11,0}$	$\frac{50 \cdot 5,5}{11,0} = 25$	$\frac{10 \cdot 5,5}{11,0} = 5$	5	5	$\frac{5 \cdot 5,5}{11,0} = 2$	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 полноразм. проводов и гирл. и др. л. и др. в.	$1,5(Q+Q')$	$1,5(110+176)=429$	$1,5(110+180+176+130)=744$	$1,5(110+180+176+220)=939$	$1,5(110+180+176+300)=1134$	$1,5(100+160)=390$	$3Q \cdot 3 \cdot 88 = 264$	$3(88 \cdot 60) = 444$	$3(88+120) \cdot 50 = 528$	$3(88+160) = 744$	$3 \cdot 80 = 240$
Масса в.ч. заградит. и гирл.	$1,5Q_z$	1,5 \cdot 424 = 636	1,5 \cdot 424 + 340 = 1146	1,5 \cdot 424 + 510 = 1401	1,5 \cdot 424 + 600 = 1656	1,5 \cdot 385 = 478	636	1146	1401	1656	478
Масса траверсы	$G_{тр.т}$	368 \cdot 1,1 = 405	405	405	405	368	405	405	405	405	368
Масса тросостойки	$G_{тр.ст.т}$	83 \cdot 1,1 = 91	91	91	91	83	91	91	91	91	83
Масса молниевода	$G_{мол.т}$	35 \cdot 1,1 = 39	39	39	39	35	39	39	39	39	35
Масса стойки	$G_{ст.т}$	3350 \cdot 1,1 = 3685	3685	3685	3685	3350	3685	3685	3685	3685	3350
Масса монтажа с инстр.	$Q_m$	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

## Сбор нагрузок на крайнюю стойку ячеякового портала НКВ

Наименование нагрузок	Обознач. нагрузок	II 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 I						Легкий тип I, стойка 3					
Ветер действует параллельно плоскости портала											
I Горизонтальные нагрузки из плоскости портала на $\nabla 1130$											
Тяжеение ошиновки п/ст.	1,5S'(S)	15·585 = 880	15·728 = 1090	15·826 = 1240	15·980 = 1470	15·360 = 540	15·273 = 410	15·273 = 410	15·378 = 570	15·476 = 714	15·160 = 240
	Итого:	0,88т	1,09т	1,24т	1,47т	0,54т	0,41т	0,41т	0,57т	0,71т	0,24т
II Горизонтальные нагрузки в плоскости портала на $\nabla 1130$											
Ветер на провода и гирлянды	—	$\frac{3(D+D_1)}{4} = 48 \cdot 96 = 144$	28+49 = 77	35+63 = 98	42+77 = 119	5+10 = 15	$\frac{6P}{3} = 2 \cdot 42 = 84$	2·28 = 56	2·28 = 56	2·35 = 70	2·4 = 8
Ветер на заградит и гирл.	$\frac{3Q_2}{4}$	42	35	42	49	13	42	35	42	49	13
Ветер на торец тросов	$\frac{2Q_{тр}}{3}$	$\frac{2 \cdot 150}{3} = 100$	$\frac{2 \cdot 36}{3} = 24$	24	24	$\frac{2 \cdot 16}{3} = 11$	100	24	24	24	11
Ветер на тросостойку	$q_{тр} \cdot c_{тр}$	18·275 = 50	4·275 = 11	11	11	2·275 = 6	50	11	11	11	6
Ветер на молниеотвод	$q \cdot l_{молн}$	10·50 = 50	2·50 = 10	10	10	1·50 = 5	50	10	10	10	5
Ветер на стойку	$0,5q \cdot c_{ст}$	0,5·41·110 = 225	0,5·10·110 = 55	55	55	0,5·4·110 = 22	225	55	55	55	22
Составля изгибающ момента от ветра на тросостойку	$\frac{Q_{тр} \cdot l_1}{110}$	$\frac{50 \cdot 163}{110} = 7$	$\frac{11 \cdot 163}{110} = 2$	2	2	$\frac{6 \cdot 163}{110} = 1$	7	2	2	2	1
То же на молниеотвод	$\frac{Q_{молн} \cdot l_2}{110}$	$\frac{50 \cdot 5,5}{110} = 25$	$\frac{10 \cdot 5,5}{110} = 5$	5	5	$\frac{5 \cdot 5,5}{110} = 2$	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 $\nabla 0$											
Масса подвешенных проводов и гирлянд	1,5G'(G)	1,5·176 = 264	1,5(176+130) = 464	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+20) = 312	1,5(88+160) = 372	1,5·80 = 120
Масса вч, заградит и гирл	1,5G <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	1,5·424 = 636	1,5(424+340) = 1145	1,5(424+510) = 1400	1,5(424+680) = 1650	1,5·385 = 578
Масса тросов	0,5G <sub>тр-п</sub>	0,5·370 = 185	203	203	203	0,5·370 = 185	203	203	203	203	185
Масса тросостойки	G <sub>тр ст, п</sub>	81·11 = 89	89	89	89	81	89	89	89	89	81
Масса молниеотвода	G <sub>молн п</sub>	35·11 = 39	39	39	39	35	39	39	39	39	35
Масса стойки	G <sub>ст п</sub>	3350 = 3685	3685	3685	3685	3350	3685	3685	3685	3685	3350
Масса монтажа с инстр	0,5G <sub>м</sub>	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 ячеякового портала ОРУ 110кВ  
в температурном режиме



Расчетные нагрузки температурного режима

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

$$S' = 360 \cdot 1,3 = 468 \text{ кг}$$

$$Q' = 160 \cdot 1,1 = 176 \text{ кг}$$

$$P' = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ кг}$$

$$S = 200 \cdot 1,3 = 260 \text{ кг}$$

$$Q = 100 \cdot 1,1 = 110 \text{ кг}$$

$$P = 5 \cdot 1,2 = 6 \text{ кг}$$

$$S_1 = 150 \cdot 1,3 = 195 \text{ кг}$$

$$Q_1 = 120 \cdot 1,1 = 132 \text{ кг}$$

$$P_1 = 8 \cdot 1,2 = 10 \text{ кг}$$

$$S_0 = 130 \cdot 1,3 = 170 \text{ кг}$$

$$Q_0 = 20 \cdot 1,1 = 22 \text{ кг}$$

$$P_0 = 5 \cdot 1,2 = 6 \text{ кг}$$

$$Q_2 = 385 \cdot 1,1 = 424 \text{ кг}$$

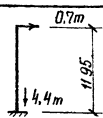

$$P_2 = 13 \cdot 1,2 = 16 \text{ кг}$$

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

Наименование нагрузок	Нормальный режим $q_0 = 6,25 \text{ кг/м}^2, c = 0, t = -40^\circ \text{C}$
1	2
Ветер параллельно плоскости портала	
1. Горизонтальные нагрузки из плоскости портала	
Тяжение оцинковки п/ст.	$1,5 S' = 1,5 \cdot 468 = 700 \text{ кг}$
Итого:	0,7 т
2. Горизонтальные нагрузки в плоскости портала	
Составляющая от тяжения проводов ВЛ	$3S' \sin 20^\circ = 3 \cdot 195 \cdot 0,342 = 30 \text{ кг}$
То же, троса	$2S_0 \sin 20^\circ = 2 \cdot 170 \cdot 0,342 = 12 \text{ кг}$
Составляющая изгибающего момента от тяжения троса	$2S_0 \sin 20^\circ \cdot 3,0 = 17 \cdot 3,0 = 4 \text{ кг}$
Ветер на провода и гирь.	$6(P' + P_1 + P_2) = 6(12 + 10 + 16) = 24 \text{ кг}$
Ветер на заградитель и гирь.	$6P_2 = 6 \cdot 16 = 14 \text{ кг}$
Ветер на трос	$3P_0 = 3 \cdot 6 = 3 \text{ кг}$
Ветер на торец траверсы	$7Q_{\text{ТВ}} = 19 \text{ кг}$
Ветер на стойку	$0,5 q \cdot l_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 5 \cdot 11,0 = 28 \text{ кг}$
Итого:	0,14 т
3. Вертикальные нагрузки	
Масса полпролета оцинковки п/ст. и гирлянд	$1,5 Q' = 1,5 \cdot 176 = 264 \text{ кг}$
Масса траверсы	$0,5 G_{\text{тр.п}} = 0,5 \cdot 388 \cdot 1,1 = 202 \text{ кг}$
Масса тросостойки	$G_{\text{тр.ст.п}} = 83 \cdot 1,1 = 91 \text{ кг}$
Масса молнеотвода	$G_{\text{мол.п}} = 35 \cdot 1,1 = 38 \text{ кг}$
Масса стойки	$G_{\text{ст.п}} = 3350 \cdot 1,1 = 3885 \text{ кг}$
Масса мантера с инстр.	$0,5 Q_{\text{м}} = 130 \text{ кг}$
Итого:	4,4 т

Определение нагрузок на стойку №1  
на отм - 0,600

Нагрузки на стойку с учетом  
температурных воздействий

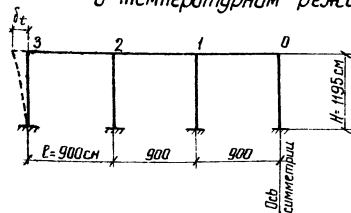
Из плоскости портала	В плоскости портала
	
$M_{\perp} = 0,7 \cdot 1,95 = 8,4 \text{ тм}$	$M_{\parallel} = 0,14 \cdot 1,95 = 1,7 \text{ тм}$

$$M_{\parallel} = 1,7 + 4,35 = 6,05 \text{ тм}$$

$$M_{\perp} = 8,4 \text{ тм}$$

Нагрузки температурного режима не  
являются определяющими при расчете стоек

Расчет многопролетного ячеякового портала 110кВ  
в температурном режиме.



Бетон марки 400

$$E_b = 3,5 \cdot 10^5 \text{ кг/см}^2$$

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

Момент инерции сечения стойки ВС-3  $J_n = 368000 \text{ см}^4$

$$\Delta t = 60^\circ$$

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

$$M_t^3 = 0,365 \cdot 1,95 = 4,35 \text{ тм}$$

Нормативные нагрузки	35 кВ																				
	Шпунтовый портал								Ячейковый линейный портал												
	Тип II (тяжелый)				Тип I (легкий)				Тип III (тяжелый) стойка 3				Тип IV (легкий) стойка 4 (1,2)								
Расчетные нагрузки	III р-н по ветру	I р-н по голо-леду	III р-н по голо-леду	II р-н по голо-леду	Средне-эксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по голо-леду	III р-н по голо-леду	IV р-н по голо-леду	Средне-эксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по голо-леду	III р-н по голо-леду	IV р-н по голо-леду	Средне-эксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по голо-леду	III р-н по голо-леду	IV р-н по голо-леду	Средне-эксплуат. режим	
	Sx, т	0,18	0,07	0,08	0,03	0,03	0,17	0,05	0,06	0,06	0,03	0,46	0,22	0,24	0,27	0,34	0,34	0,42	0,13	0,15	0,17
Sy, т	0,23	0,09	0,11	0,18	0,04	0,21	0,07	0,08	0,09	0,03	0,57	0,28	0,34	0,38	0,42	0,27	0,42	0,13	0,15	0,17	0,06
Gx, т	0,73	0,83	1,04	1,26	0,54	0,39	0,45	0,57	0,71	0,27	0,98	1,04	1,22	1,37	0,67	0,27	0,35	0,46	0,53	0,74	0,22
Gy, т	0,22	1,08	1,16	1,77	—	0,49	0,59	0,8	1,0	—	1,23	1,36	1,71	1,92	—	0,34	0,46	0,64	0,74	—	—
N, т	0,26	0,09	0,08	0,11	0,15	0,26	0,07	0,07	0,1	0,04	0,27	0,26	0,29	0,41	—	0,55	0,16	0,18	0,2	—	—
Mx, тм	0,73	0,83	1,04	1,26	0,54	0,39	0,45	0,57	0,71	0,27	0,98	1,04	1,22	1,37	0,67	0,27	0,35	0,46	0,53	0,74	0,22
Mx - 0,600	0,22	1,08	1,16	1,77	—	0,49	0,59	0,8	1,0	—	1,23	1,36	1,71	1,92	—	0,34	0,46	0,64	0,74	—	—
Mx, тм	1,8	1,9	1,85	2,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	1,8	2,7	2,8	2,9	3,0	2,7	2,4	2,4	2,5	2,5	2,9	2,4
Mx - 0,600	2,0	2,2	2,25	2,3	—	2,0	2,2	2,3	2,4	—	3,0	3,0	3,1	3,5	—	2,6	2,8	2,8	2,9	—	—
Mx, тм	1,1	0,4	0,5	0,7	0,2	1,0	1,3	0,4	0,5	0,2	3,6	4,5	1,7	2,2	1,0	2,7	3,3	4,0	4,9	0,95	0,5
Mx - 0,600	1,3	0,5	0,7	0,8	—	1,3	0,4	0,5	0,5	—	4,5	2,2	1,9	2,7	—	3,3	4,0	4,9	1,2	1,3	—
Mx, тм	4,4	5,7	6,4	8,9	3,3	2,4	3,0	3,6	4,9	1,7	7,7	9,7	8,2	10,7	5,3	2,1	2,7	3,6	5,0	4,2	1,7
Mx - 0,600	5,6	6,6	8,9	10,8	—	3,0	3,6	4,9	6,1	—	9,7	10,7	9,6	13,4	—	2,7	3,6	5,0	5,8	—	—
Mx, тм	1,2	0,5	0,5	0,8	0,2	1,1	0,3	0,4	0,6	0,2	3,9	4,8	1,9	2,4	1,1	2,9	3,5	4,85	1,1	0,9	1,4
Mx - 0,600	1,5	0,6	0,7	0,8	—	1,4	0,5	0,5	0,6	—	4,8	2,9	2,9	3,2	—	3,5	4,85	1,1	1,3	1,0	0,5
Mx, тм	4,9	5,6	7,0	8,4	3,6	2,6	3,0	3,8	5,4	1,8	8,3	8,8	10,3	14,4	5,8	2,3	2,9	3,0	3,9	4,5	1,9
Mx - 0,600	6,2	7,2	9,8	11,8	—	3,3	4,0	5,4	6,7	—	10,4	14,5	14,4	16,2	—	2,9	3,9	5,4	6,3	—	—

Нормативные нагрузки	35 кВ															
	Ячейковый портал															
	Тип II (тяжелый)						Тип I (легкий)									
Расчетные нагрузки	Стойка 1						Стойка 1,2									
	Sx, т	0,35	0,43	0,1	0,13	0,13	0,18	0,05	0,32	0,4	0,08	0,1	0,08	0,11	1,08	0,11
Sy, т	0,69	0,86	0,8	1,05	1,0	1,2	1,7	0,53	0,23	0,3	0,39	0,38	0,53	2,56	0,79	0,04
Gx, т	0,16	0,57	0,16	0,11	0,15	0,21	0,05	0,42	0,1	0,13	0,1	0,14	0,14	1,1	0,14	0,04
Gy, т	0,69	0,86	1,05	1,0	1,2	1,7	0,53	0,23	0,3	0,39	0,38	0,53	0,53	2,56	0,79	0,04
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	3,35	2,7	2,3
Mx, тм	2,8	3,5	4,8	10	10	10	14	0,3	2,5	3,1	0,6	0,8	0,6	4,9	0,9	0,24
Mx - 0,600	5,4	6,8	6,4	8,3	7,9	10,8	9,4	4,2	1,8	2,3	2,4	3,1	3,0	4,2	4,4	1,3
Mx, тм	3,0	3,7	0,85	1,1	1,1	1,5	0,34	2,7	3,4	0,7	0,85	0,7	0,9	0,9	0,9	0,25
Mx - 0,600	5,8	7,3	6,8	8,3	8,5	11,7	10,1	4,5	2,0	2,5	3,3	3,2	4,5	4,7	6,7	1,4

## Примечание:

Моменты  $M_x$ , приведенные в таблице, определены без учета весовых составляющих на стрелах пролетов стоек.

При расчете закреплений стоек в грунте, а также стоек по прочности и деформациям, на приведенные значения изгибающих моментов  $M_x^{900}$  и  $M_x^{600}$  следует вводить коэффициент  $K=1,06$  для стоек типа ВСЛ-3 и для остальных стоек —  $K=1,03$ .

Нормативные нагрузки		110x8																			
		Шинный портал										Ячейковый портал									
		Тип II (тяжелый)					Тип I (легкий)					Тип II (тяжелый) стойка 2					Тип II (тяжелый) стойка 1				
Расчетные нагрузки	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	II р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Средне-эксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Средне-эксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Средне-эксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Средне-эксплуат. режим	
	$S_x, т$	0,3	0,14	0,1	0,09	0,04	0,22	0,07	0,09	0,1	0,03	0,52	0,17	0,18	0,19	0,08	0,51	0,17	0,18	0,22	0,08
$S_y, т$	1,14	1,22	1,5	1,1	0,78	0,43	0,48	0,62	0,79	0,3	1,12	1,29	1,43	1,65	0,84	0,7	0,84	0,9	1,05	0,64	
$Q_x, т$	0,43	0,13	0,13	0,12	0,06	0,32	0,4	0,09	0,12	0,05	0,7	0,21	0,21	0,23	0,1	0,7	0,21	0,21	0,24	0,1	
$Q_y, т$	1,14	1,22	1,5	1,1	0,78	0,43	0,48	0,62	0,79	0,3	1,12	1,29	1,43	1,65	0,84	0,7	0,84	0,9	1,05	0,64	
$N, т$	2,5	2,8	3,0	2,7	2,5	2,3	2,4	2,4	5	2,3	5,0	5,4	5,6	2,9	5,0	4,0	4,1	4,2	4,2	4,0	
$M_x, 0,00 тм$	2,4	3,0	0,9	1,1	1,2	0,9	1,0	0,7	1,7	0,2	5,9	7,4	1,9	2,0	2,2	3,1	0,9	5,8	7,3	2,3	
$M_y, 0,00 тм$	8,9	9,6	11,8	8,6	6,1	3,4	3,8	4,9	2	2,4	12,7	14,6	16,2	18,7	9,6	7,95	9,6	10,2	11,9	6,1	
$M_x, -0,600 тм$	2,5	0,9	0,9	0,8	0,34	1,9	0,6	0,6	6	0,25	5,2	2,0	2,1	2,3	1,0	6,1	2,0	2,1	2,4	1,0	
$M_y, -0,600 тм$	9,6	12,1	10,3	12,7	9,3	3,6	4,1	5,2	7	2,5	13,4	15,4	17,1	19,7	10,0	8,4	10,0	10,8	12,6	6,5	

Нормативные нагрузки		110x8																			
		Ячейковый портал																			
		Тип I (легкий) Стойка 4					Тип I (легкий) Стойка 3														
Расчетные нагрузки	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	II р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Средне-эксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Средне-эксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Средне-эксплуат. режим	III р-н по ветру	II р-н по гололеду	III р-н по гололеду	IV р-н по гололеду	Средне-эксплуат. режим	
	$S_x, т$	0,47	0,15	0,2	0,14	0,2	0,16	0,22	0,07	0,47	0,15	0,2	0,15	0,21	0,22	0,07	0,47	0,15	0,2	0,15	0,21
$S_y, т$	0,66	0,82	0,82	0,81	1,0	1,44	0,48	0,32	0,41	0,32	0,41	0,41	0,57	0,71	0,24	0,66	0,82	0,82	0,81	1,0	
$Q_x, т$	0,85	0,19	0,25	0,18	0,25	0,19	0,09	0,65	0,2	0,25	0,19	0,2	0,26	0,27	0,09	0,85	0,19	0,25	0,18	0,25	
$Q_y, т$	0,66	0,82	0,82	0,81	1,0	1,44	0,48	0,32	0,41	0,32	0,41	0,41	0,57	0,71	0,24	0,66	0,82	0,82	0,81	1,0	
$N, т$	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	4,5	4,4	4,9	4,7	5,5	
$M_x, 0,00 тм$	3,3	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	0,8	5,4	6,6	1,7	2,3	
$M_y, 0,00 тм$	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	8,1	7,5	9,3	9,2	12,8	
$M_x, -0,600 тм$	5,6	7,1	1,8	2,4	1,7	2,6	0,84	5,6	6,9	1,8	2,4	1,8	2,5	2,6	0,84	5,6	7,1	1,8	2,4	1,7	
$M_y, -0,600 тм$	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	7,9	9,8	9,7	13,5	

## Условные обозначения:

$S_x, S_y$  - приведенные горизонтальные силы, действующие на стойку на отметке оси траверсы, в плоскости и из плоскости портала

$Q_x, Q_y$  - горизонтальные силы, действующие на стойку на отметке 0, в плоскости и из плоскости портала

$N$  - сжимающее усилие на отметке 0

$M_x, M_y$  - 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 сечения на косой изгиб

Расчет сечения производится по формуле  $M_y \leq R_u F_g [U_y + v_y \cos (K_1, K_2)]$ 

1	2	3	4	5	6	7	8
Площадь сжатой зоны бетона $F_g = \frac{K_1 F}{R_u}$ (см <sup>2</sup> )	240	430	430	240	366	430	
$\tau_g \beta = \frac{M_x}{M_y}$ 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 $v_1 = \frac{F_g}{2B}$	3.4	6.1	6.2	3.4	5.5	4.7	
Расстояние от ц. т. сечения до ц. т. растянутой арматуры $U_y = \frac{b}{2} - a_1$ (см)	10.3	10.4	10.4	10.3	11.1	14.3	
Расстояние от центра тяжести сечения до ц. т. сжатой зоны бетона $v_y = \frac{b}{2} - v_1$ (см)	14.1	11.4	11.3	14.1	14	18.2	
$K_1 = \frac{(U_y + v_y) \tau_g \beta}{v_y \tau_g \beta + v_y}$	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	
$M_y$ (тсм) Несущая способность стойки	12.2	19.5	18.9	12.2	19.6	28.8	

## Расчет по образованию трещин

Расчет производится по формуле  $M_T = R_p^H W_T + N_0 (e_0 + z_y)$ 

Момент сопротивления приведенного сечения для крайнего растянутого волокна $W_0 = \frac{J_p}{y}$ (см <sup>3</sup> )	7300	7360	7400	7300	10100	16100	
Момент сопротивления приведенного сечения, определяемый с учетом неупругих деформаций растянутого бетона $W_T = \gamma W_0$ (см <sup>3</sup> )	12800	12900	13000	12800	17650	28200	
$z_y$ (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
$N_0 = \bar{\sigma}_{02} \cdot F_H - \bar{\sigma}_{ал} \cdot F_a$ (кгс)	37050	32200	44700	37050	74500	90500	
$M_T = R_T W_T + N_0 (\ell_0 + \ell_y)$ (тсм)	6,3	5,0	5,7	5,3	8,9	13,75	
Расчет по деформации							
Расчет производится по формуле:	$\frac{1}{\rho} = \frac{M_3}{h_0 Z_1} \left[ \frac{\psi_a}{E_a F_a} + \frac{\psi_b}{\xi \beta h_0 E_b \gamma} \right] - \frac{N_c}{h_0} \cdot \frac{\psi_a}{E_a F_a}$						
$M_3 = M_y$ (тсм)	8,6	12,1	12,7	8,6	12,1	20,3	
$F_b$ (см <sup>2</sup> )	226	404	400	226	345	404	
$x$ (см)	6,45	11,5	11,4	6,45	8,9	9,0	
$\beta_1$ (см)	3,23	5,75	5,7	3,23	4,45	4,5	
$h_0 = \beta - a_1$ (см)	27,8	27,9	27,9	27,8	30,6	37,2	
Плечо внутренней пары сил $Z_1 = h_0 - \beta_1$ (см)	24,6	22,15	22,2	24,6	26,15	32,7	
$\pi = \frac{M_T}{M_y}$	0,62	0,41	0,45	0,62	0,73	0,68	
Коэффициент, учитывающий работу растянутого бетона между трещинами $\psi_a$ (по табл. 6.1)	0,50	0,70	0,67	0,50	0,40	0,45	
$\psi_b$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
Относительная высота сжатой зоны бетона $\xi = \frac{x}{h_0}$	0,23	0,41	0,41	0,23	0,29	0,242	
$N_c = \bar{\sigma}_{02} \cdot F_H$ (кгс)	41200	42500	55600	41200	84500	96000	
$\gamma$	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	
$\frac{1}{\rho}$ (1/см)	$\frac{8,4 \cdot 10^5 \left[ \frac{0,50}{27,8 \cdot 24,6} + \frac{1,9 \cdot 10^6 \cdot 0,8}{0,9} + \frac{0,23 \cdot 35 \cdot 27,8 \cdot 3,5 \cdot 10^4 \cdot 0,95}{41200} \right] - \frac{41200 \cdot 0,50}{27,8 \cdot 1,9 \cdot 10^6 \cdot 0,8}}{= 0,22 \cdot 10^{-4}}$						
$f = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\rho} \cdot \ell^2$ (см)	$\frac{1}{3} \cdot 0,22 \cdot 10^{-4} \cdot 670^2 = 3,3$						
	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
Пределный изгибающий момент $M_{п}$ (тсм)	12,2	19,5	18,9	12,2	19,6	28,8	
$\frac{1}{P} = \frac{M_{п}}{h_0 Z} \left( \frac{\Psi_a}{E_a F_a} + \frac{\Psi_b}{\gamma_b h_b F_b \psi} \right) - \frac{N_c}{h_0} \frac{\Psi_a}{E_a F_a}$	$0,65 \cdot 10^{-4}$	$0,54 \cdot 10^{-4}$	$1,715 \cdot 10^{-4}$	$0,65 \cdot 10^{-4}$	$0,30 \cdot 10^{-4}$	$0,3 \cdot 10^{-4}$	
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 ошинок, траверсы и $\frac{1}{3}$ веса стойки рас/норм.	0,87 / 0,7	1,6 / 1,27	1,5 / 2,6	0,87 / 0,7	1,6 / 1,27	4,1 / 3,1	
Высота, на которой приложена равнодействующая горизонтальная сила $H_0 = \frac{M_{п}}{S}$ (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	
$\nu_1 = \frac{h_1}{H_0}$	0,88	0,89	0,83	0,88	0,89	0,906	
Прогиб вершины стойки от действия горизонтальной силы $f_1 = \frac{h_1}{3} \cdot \left( \frac{1}{\nu} \right)_n (1,5 - 0,5 \nu) + \beta (h_1 + \frac{2}{3} h_3)$ ; (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	
Суммарный момент с учетом деформаций 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	
$K = \frac{M_{\Sigma}}{M_{р}}$	1,01 / 1,007	1,015 / 1,012	0,8 / 1,08	1,01 / 1,007	1,015 / 1,012	1,022 / 1,023	