




**КОМСОМОЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ**  
**ОБУСТРОЙСТВО КУСТОВОЙ ПЛОЩАДКИ № 111**  
**КОМСОМОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**5724/10066-Р-005.080.850-ЭВ-01-Р-008**

**Список исполнителей**

Должность, уч. степень исполнителей	Подпись и дата	Инициалы и фамилии исполнителей	Раздел отчета
Инженер		Ю.С. Иконникова	Расчет конструкций, составление отчета

Содержание

**ВВЕДЕНИЕ**

- 1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ**
- 2. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ**
- 3. ВЫВОДЫ**




Инв. №	Подпись и	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Составил					
Н. контролер					

**5724/10066-Р-005.080.850-ЭВ-01-Р-008**

Обустройство кустовой площадки №111  
Комсомольского месторождения

Стадия	Лист	Листов
	1	

## 1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Опора типа Ас 10-1\* (ПП), анкерная без подкоса с возможностью установки переключательного пункта (реклоузера). Опора предназначена для одноцепной ВЛ 6 кВ на объекте «Обустройство кустовой площадки № 111 Комсомольского месторождения».

Воздушная линия электропередач (ВЛ) выполняется для передачи или распределения электрической энергии по проводам, находящимся на открытом воздухе и прикрепленных с помощью траверс (кронштейнов), изоляторов и арматуры к опорам или другим сооружениям (мостам, путепроводам).

Опора линии электропередач - сооружение для удержания проводов и при наличии грозозащитных тросов воздушной линии электропередачи и оптоволоконных линий связи на заданном расстоянии от поверхности земли и друг от друга.

Наименование параметра	значение или определяющий параметр	
Климатический подрайон строительства в соответствии с СП 131.13330.2012	ИД	
Расчетная зимняя температура окружающего воздуха с обеспеченностью 0,92 согласно СП 131.13330.2012	Наиболее холодной пятидневки	Наиболее холодных суток
	минус 47°С	минус 50°С
Расчетная зимняя температура окружающего воздуха с обеспеченностью 0,98 согласно СП 131.13330.2012	Наиболее холодной пятидневки	Наиболее холодных суток
	минус 49°С	минус 54°С
Абсолютная температура окружающего воздуха	Абсолютная минимальная	Абсолютная максимальная
	минус 55°С	плюс 36°С
Район и нормативное значение веса снегового покрова по СП 20.13330.2016	V район, 2,5 кПа	
Район и нормативное значение ветрового давления по СП 20.13330.2016	I район, 0,23 кПа	
Район и нормативное значение толщины стенки гололеда по СП 20.13330.2016	II район, 5 мм	
Район по гололеду согласно ПУЭ 7-е издание	II	
Толщина стенки гололеда согласно ПУЭ 7-е издание	15 мм	
Район по ветру согласно ПУЭ 7-е издание	II	
Нормативное ветровое давление согласно ПУЭ 7-е издание	500 Па	

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-005.080.850-ЭВ-01-Р-008

Лист

2

## 2 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

### 2.1 Сбор нагрузок

Собственный вес конструкций.

Тип нагрузки: постоянная.

Вес опоры ВЛ, выполненный по аналогии с опорой АС 10-1 (без подкоса) серии 25.0074, составляет 412,1 кг.

Полезная нагрузка

Тип нагрузки: длительная.

Марка провода	АС
Сечение провода	95/16мм <sup>2</sup>
Наружный диаметр, мм	13,5
Длина ветрового пролета, м	5
Тяжение провода, кН	5

Наименование	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности	Расчетная нагрузка
Вес проводов, кг/м	0,385	1,05	0,40
Вес натяжной гирлянды изоляторов (6 шт), кг (ед)	9,41	1,05	9,9

Ветровая нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная.

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору  $Q_c^H$  определяется по формуле:

$$Q_c^H = K_w \cdot W \cdot C_x \cdot A$$

где  $K_w$  – принимается по 2.5.44 ПУЭ издание 7 (для высоты средних точек зон конструкций опор ВЛ над поверхностью земли до 15 м),  $K_w = 1,0$

$W$  – принимается по 2.5.52 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 500 \text{ Па} = 51 \text{ кг/м}^2$ ;

$C_x$  – аэродинамический коэффициент, определяемый в зависимости от вида конструкции, согласно строительным нормам и правилам, для сооружений с цилиндрической поверхностью аэродинамические коэффициенты определяются по формуле:

$$c_x = k_\lambda \cdot c_{x\infty} = 0,965 \cdot 0,9 = 0,869,$$

где  $k_\lambda$  – определено в зависимости от относительного удлинения (табл. В.10 СП 20.13330.2016) при  $\lambda_c = 2 \cdot \lambda = 2 \cdot 10,7/0,168 = 127,4$ ,  $\phi = 1$ ;  $k_\lambda = 0,965$ ;

$c_{x\infty} = 0,9$  (рис. В.17 СП 20.13330.2016); при  $Re = 2,6 \cdot 10^5$ ,  $\delta = 1,2 \cdot 10^{-3}$ .

$A$  – площадь проекции, ограниченная контуром конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость перпендикулярно ветровому потоку, вычисленная по наружному габариту,  $A = 2,3 \text{ м}^2$  для ветра в направлении оси Y,  $A = 1,73 \text{ м}^2$  для ветра в направлении оси X.

Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободностоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_n^H$$

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры Q, определяется по формуле:

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-005.080.850-ЭВ-01-Р-008

Лист

3

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

где  $Q_c^H$  – нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки;

где  $Q_n^H$  – нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки;

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3.

Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы  $P_w^H$ , действующая перпендикулярно проводу (тросу), для каждого рассчитываемого условия определяется по формуле:

$$P_w^H = \alpha_w \cdot K_w \cdot K_l \cdot C_x \cdot W \cdot F \cdot \sin^2 \varphi = 0,71 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 51 \cdot 0,0675 \cdot 1,0 = 3,52 \text{ кг},$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным  $\alpha_w = 0,71$  для ветрового давления 500 Па;

$K_w$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, определяемый по табл. 2.5.2 ПУЭ издание 7,  $K_w = 1,0$ ;

$K_l$  – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, равный 1,2 при длине пролета до 50 м;

$C_x$  – коэффициент лобового сопротивления, принимаемый равным: коэффициент лобового сопротивления,  $C_x = 1,2$  для проводов и тросов диаметром менее 20 мм;

$W$  – определяется по табл. 2.5.1 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 500 \text{ Па} = 51 \text{ кг/м}^2$ ;

$F$  – площадь продольного диаметрального сечения провода,  $A = 0,0675 \text{ м}^2$ .

$\varphi$  – угол между направлением ветра и осью ВЛ,  $\varphi = 90^\circ$ .

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы)  $P_w^H$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_w^H = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f = 3,52 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 3,9 \text{ кг},$$

где  $P_w^H$  – нормативная ветровая нагрузка;

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,1.

Ветровая нагрузка при гололеде вдоль оси X:

Q	149,5	кг	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры
$P_w^H$	3,9	кг	расчетная ветровая нагрузка на провода

Ветровая нагрузка при гололеде вдоль оси Y:

Q	198,7	кг	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры
---	-------	----	--

#### Гололедная нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная

Нормативная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода и трос  $P_z^H$  определяется по формуле:

$$P_z^H = \pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_3 \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_3) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} = 3,14 \cdot 1,0 \cdot 0,965 \cdot 15 \cdot (13,5 + 1,0 \cdot 0,965 \cdot 15) \cdot 0,9 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 11,2 \text{ Н/м} = 1,15 \text{ кг/м}$$

где  $K_i$ ,  $K_d$  – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода и принимаемые по табл.2.5.4 ПУЭ издание 7,  $K_i = 1,0$  для высоты до 25 м,  $K_d = 0,965$  для диаметра провода 13,5 мм;

$b_3$  – толщина стенки гололеда, мм, по 2.5.46,  $b_3 = 15$  мм для II района;

$d$  – диаметр провода,  $d = 13,5$  мм;

$\rho$  – плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см<sup>3</sup>;

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-005.080.850-ЭВ-01-Р-008

Лист

4

$g$  – ускорение свободного падения, принимаемое равным  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса)  $P_{гп}$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_{гп} = P_{гн} \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 0,5 = 0,74 \text{ кг/м}$$

$P_{гн}$  – нормативная линейная гололедная нагрузка;

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3.

$\gamma_d$  – коэффициент условий работы, равный 0,5.

$P_{гп}$	0,74	кг/м	расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода
----------	------	------	---

#### Нормативная гололедная нагрузка на конструкции металлических опор

$b$	5	мм	толщина стенки гололеда
$k$	0,8		$h=0...5 \text{ м}$
	1,0		$h=10 \text{ м}$
	1,01		$h=10,7 \text{ м}$
$\mu_2$	0,6		коэффициент
$\rho$	0,9	г/см <sup>3</sup>	плотность льда
$i_5$	2,2	кг/м <sup>2</sup>	нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки: $h=0...5 \text{ м}$
$i_{10}$	2,7		$h=10 \text{ м}$
$i_{10,7}$	2,7		$h=10,7 \text{ м}$
$\gamma_f$	1,8		коэффициент надежности по нагрузке
$i_5$	3,9	кг/м <sup>2</sup>	расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки: $h=0...5 \text{ м}$
$i_{10}$	4,9		$h=10 \text{ м}$
$i_{10,7}$	4,9		$h=10,7 \text{ м}$

Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы при гололеде:

$$P_w^n = \alpha_w \cdot K_w \cdot K_f \cdot C_x \cdot W \cdot F \cdot \sin^2 \varphi = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 20,4 \cdot 0,212 \cdot 1,0 = 6,23 \text{ кг}$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным  $\alpha_w = 1,0$  для ветрового давления 200 Па;

$W$  – определяется 2.5.43 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 200 \text{ Па} = 20,4 \text{ кг/м}^2$ ;

$F$  – площадь продольного диаметрального сечения провода,  $F = (d+2 \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_3) \cdot l \cdot 10^{-3} = (13,5+2 \cdot 1,0 \cdot 0,965 \cdot 15) \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,212 \text{ м}^2$ .

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы)  $P_w^n$  при механическом расчете проводов и тросов при гололеде по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_w = P_w^n \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f = 6,23 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 6,9 \text{ кг}$$

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору  $Q_c^n$  при гололеде определяется по формуле:

$$Q_c^n = K_w \cdot W \cdot C_x \cdot A,$$

$W$  – принимается по 2.5.52 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 200 \text{ Па} = 20,4 \text{ кг/м}^2$ ;

$A$  – площадь проекции, ограниченная контуром конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость перпендикулярно ветровому потоку,

Изм. №

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-005.080.850-ЭВ-01-Р-008

Лист  
5

вычисленная по наружному габариту,  $A = 2,3 \text{ м}^2$  для ветра в направлении оси Y,  $A = 1,73 \text{ м}^2$  для ветра в направлении оси X.

Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободностоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_n^H$$

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры Q, определяется по формуле:

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

Ветровая нагрузка при гололеде вдоль оси X:

Q	59,8	кг	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры при гололеде
$P_w^H$	6,9	кг	расчетная ветровая нагрузка на провода при гололеде

Ветровая нагрузка при гололеде вдоль оси Y:

Q	79,6	кг	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры при гололеде
---	------	----	---

### Снеговая нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная.

$S_g$	2,5(254,8)	кПа(кг/м <sup>2</sup> )	нормативное значение веса снегового покрова
$\mu$	1,0		коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие
$c_e$	1,0		коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов
$c_t$	1,0		термический коэффициент
$S_o$	254,8	кг/м <sup>2</sup>	нормативное значение снеговой нагрузки
$\gamma_f$	1,4		коэффициент надежности по нагрузке
w	356,7	кг/м <sup>2</sup>	расчетное значение снеговой нагрузки

### Коэффициенты надежности по нагрузке

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\gamma_{f1}$	1,1	1,2	1,4	1,8
$\gamma_{f2}$	0,9	-	-	-

### Коэффициенты сочетаний

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\psi_1$	1,0	1,0	1,0	1,0
$\psi_2$			0,9	0,9
$\psi_3$			0,7	0,7

### Приведенные коэффициенты

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\gamma_f \cdot \psi_1$	1,1	1,2	1,4	1,8
$\gamma_f \cdot \psi_2$	0,9		1,26	1,62
$\gamma_f \cdot \psi_3$			0,98	1,26

Изм. №

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-005.080.850-ЭВ-01-Р-008

Лист

6

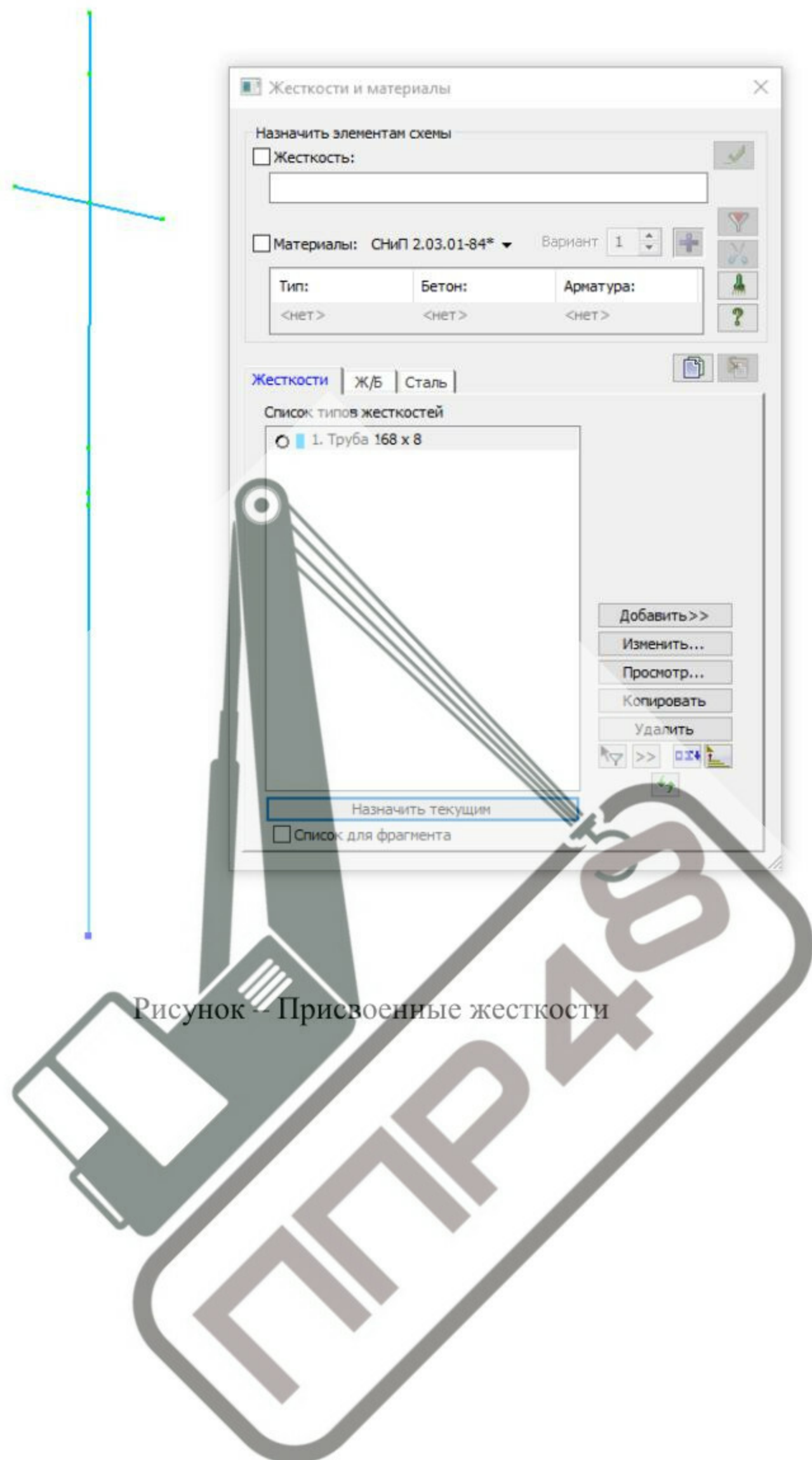


Рисунок -- Присвоенные жесткости

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата	5724/10066-Р-005.080.850-ЭВ-01-Р-008	7



## 2.2 Результаты программного расчета

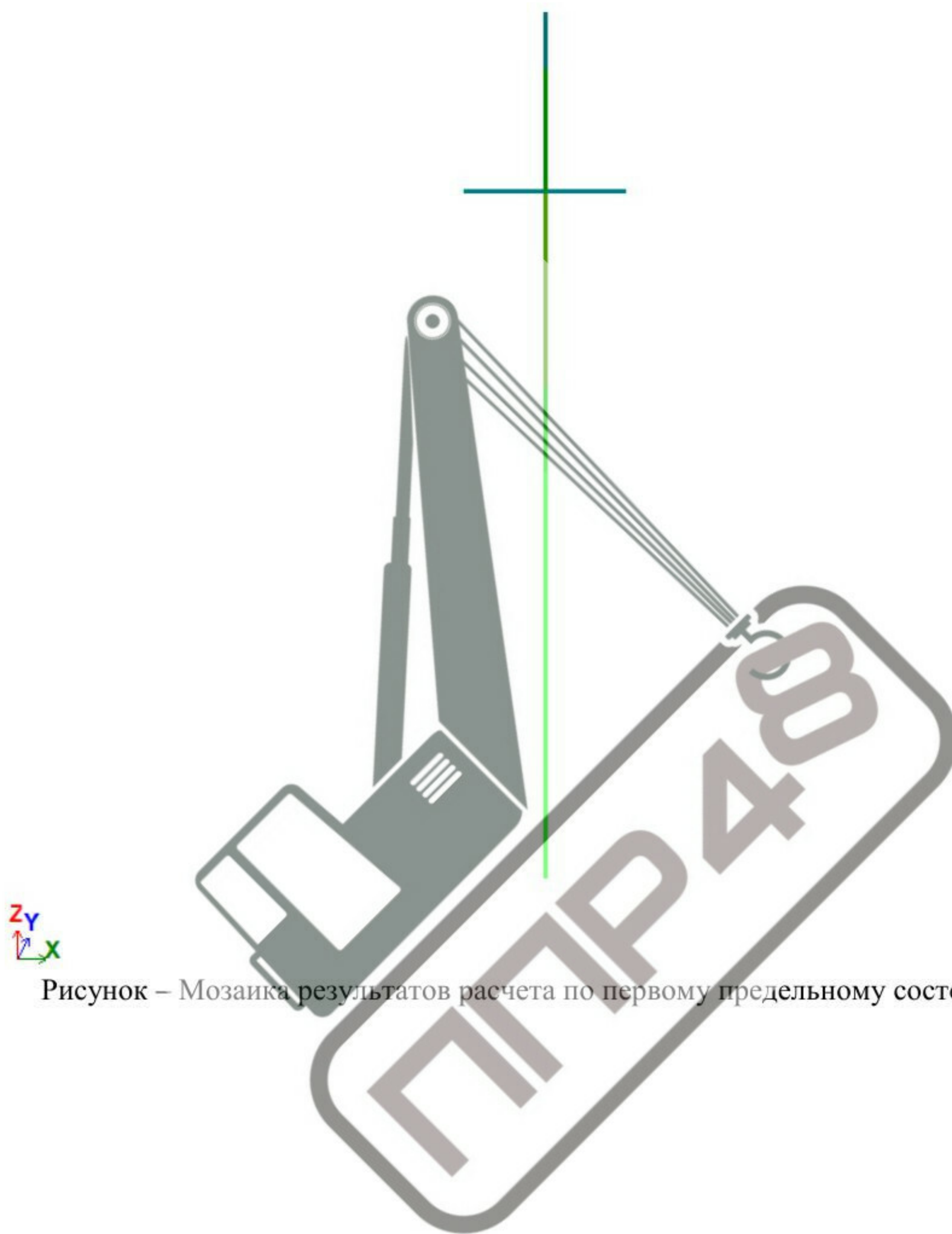


Рисунок – Мозаика результатов расчета по первому предельному состоянию

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					5724/10066-Р-005.080.850-ЭВ-01-Р-008	Лист
			Изм.	Кол.	Лист	№ док		Подпись

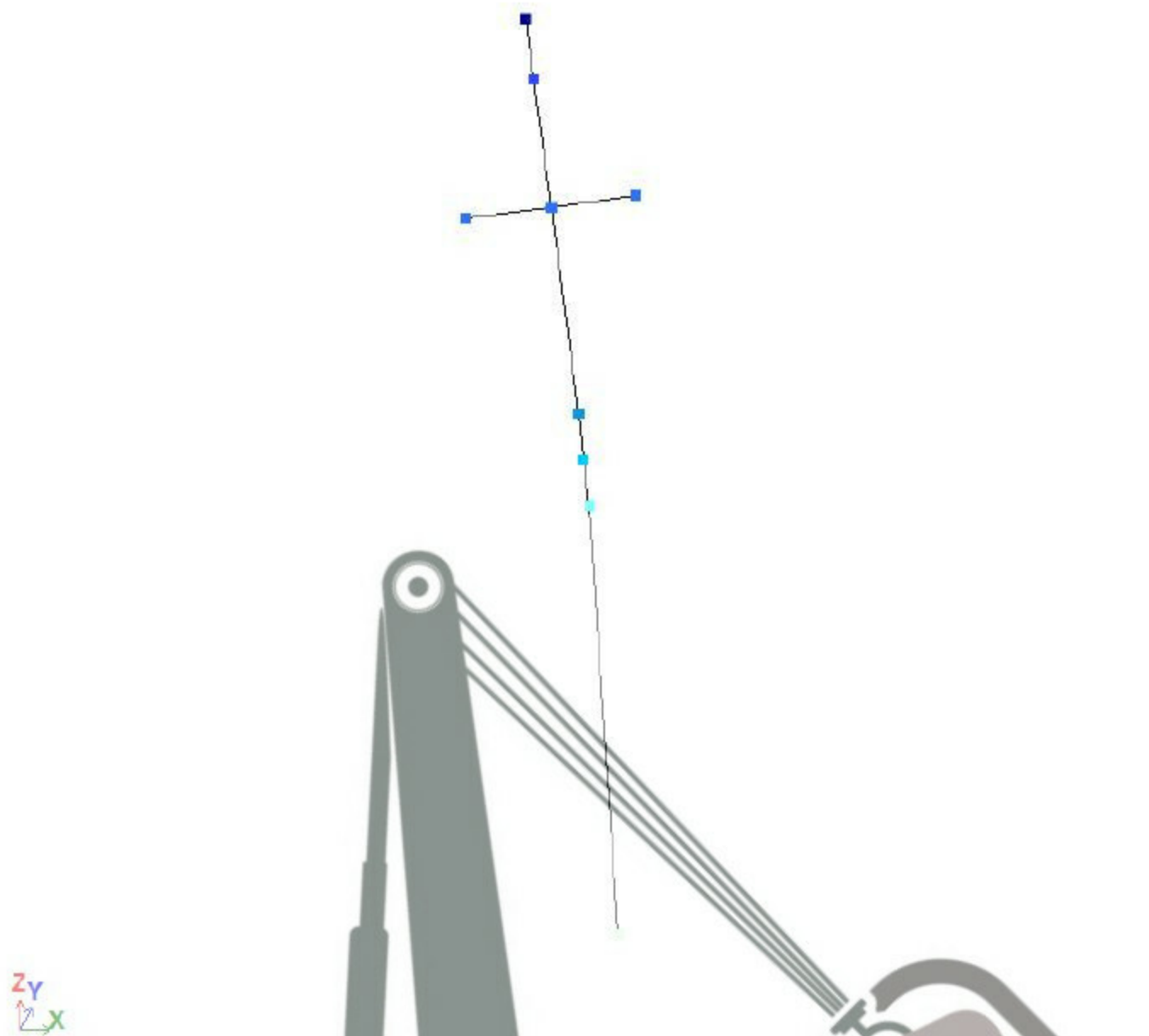


Рисунок – Отклонение верха опоры поперек проводов  
 $(f_{\max} = 10700/70=152 \text{ мм})$

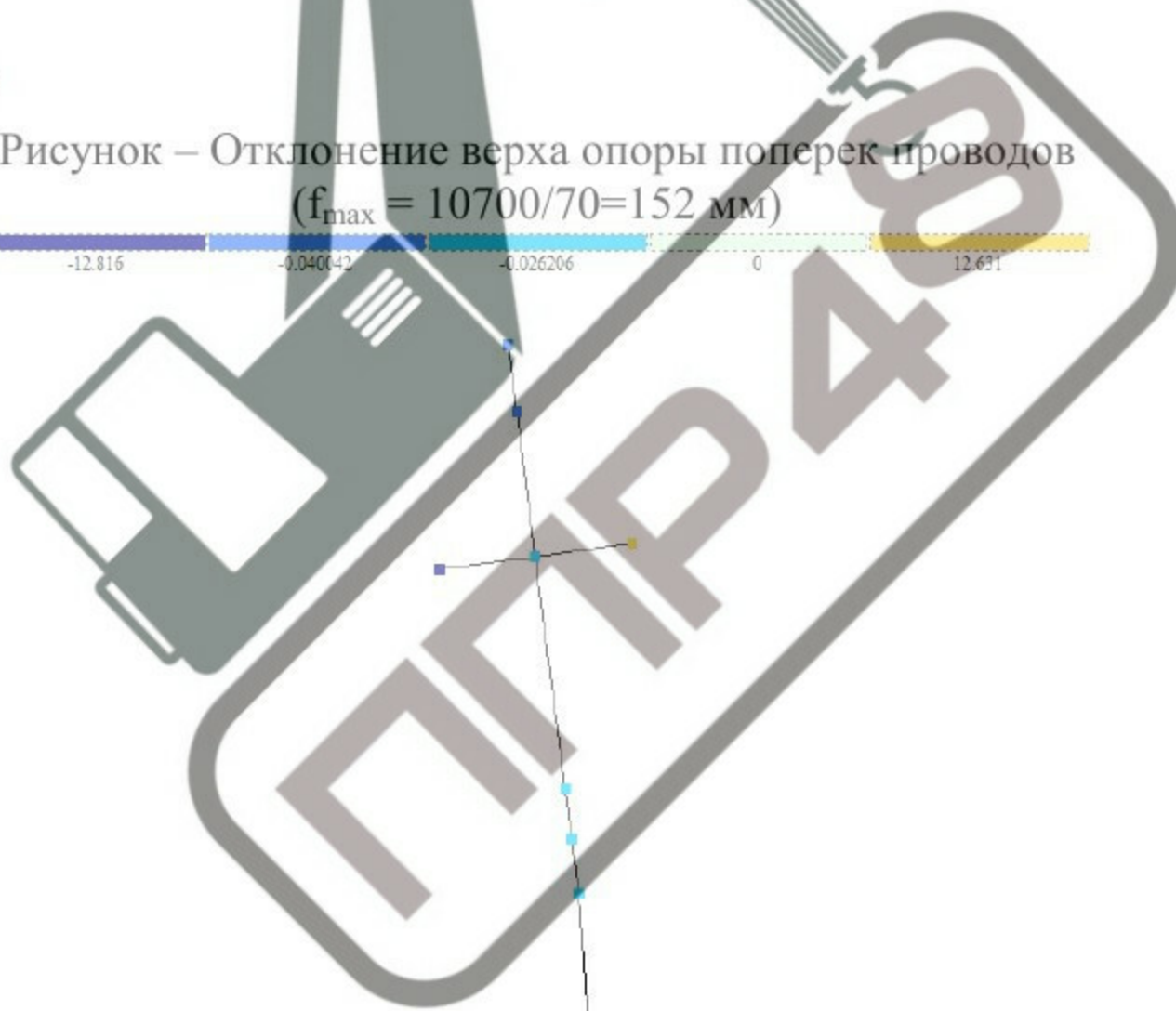


Рисунок – Вертикальный прогиб консоли  
 $(f_{\max} = 2000/50=40 \text{ мм})$



Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-005.080.850-ЭВ-01-P-008

Лист

9

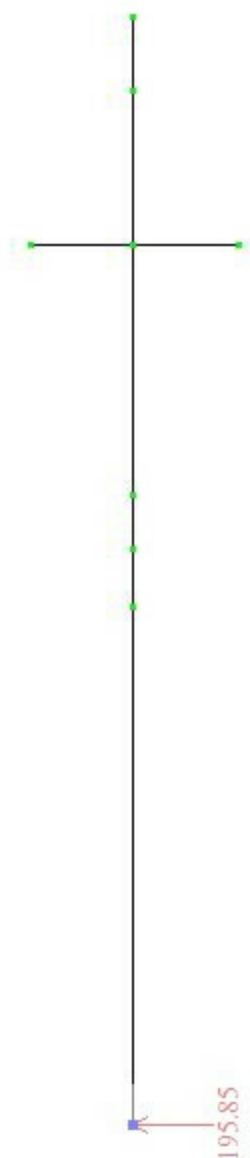


Рисунок - Максимальные сдвигающие усилия в фундаменте ( $P_x$ , кг)

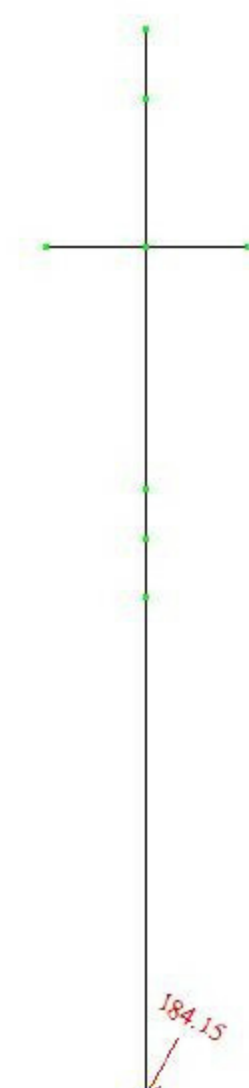


Рисунок - Максимальные сдвигающие усилия в фундаменте ( $P_y$ , кг)



Рисунок – Максимальное прижимное усилие в фундаменте ( $P_z$ , кг)

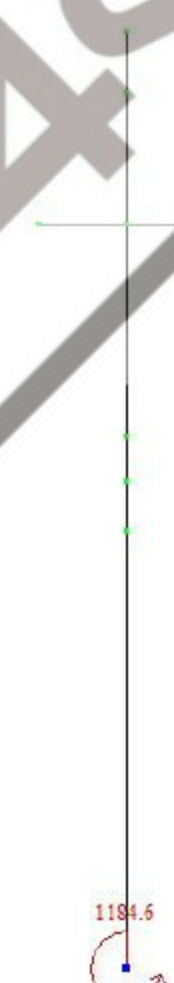
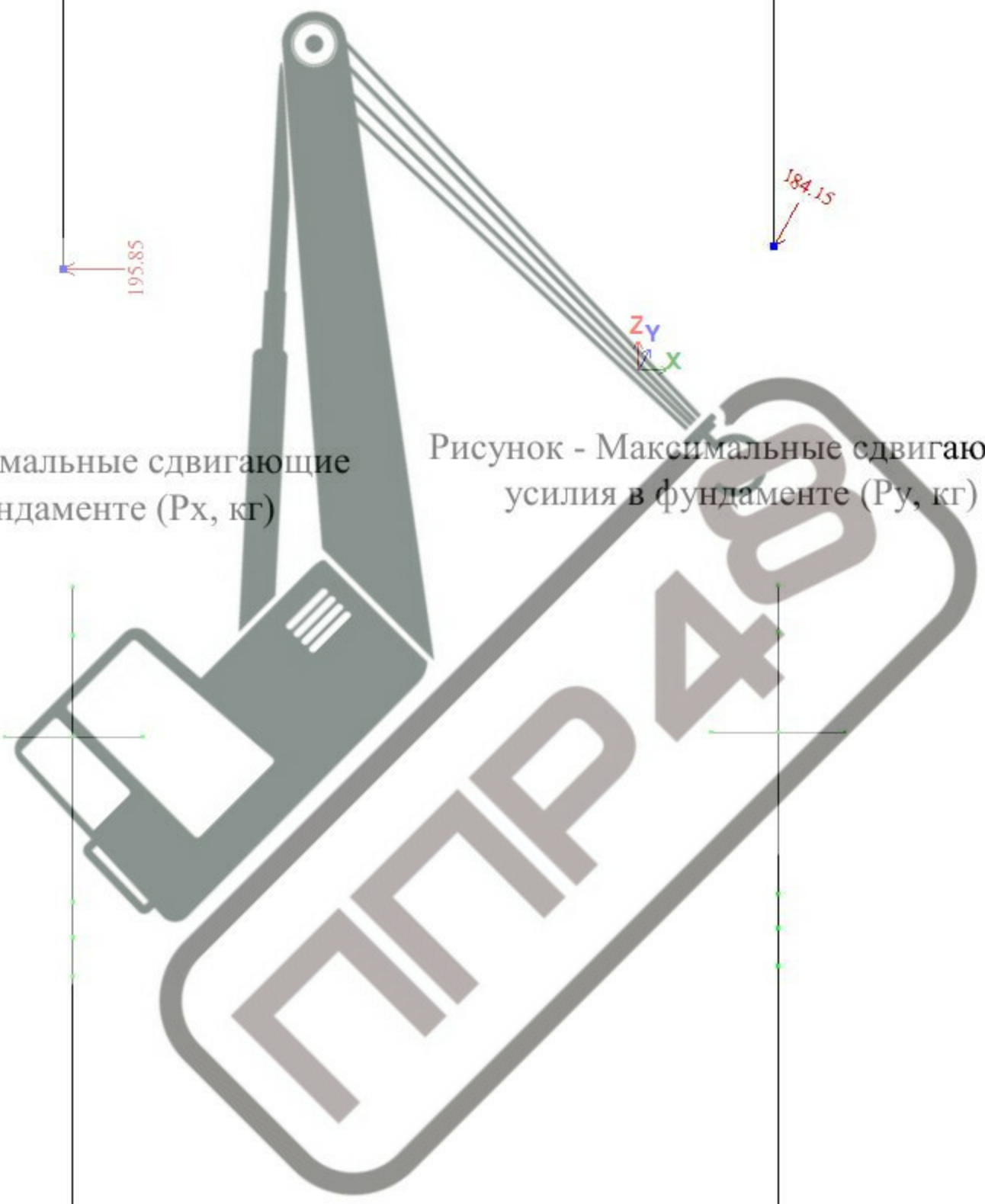


Рисунок – Максимальный момент ( $M_y$ , кгм)



Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-005.080.850-ЭВ-01-P-008

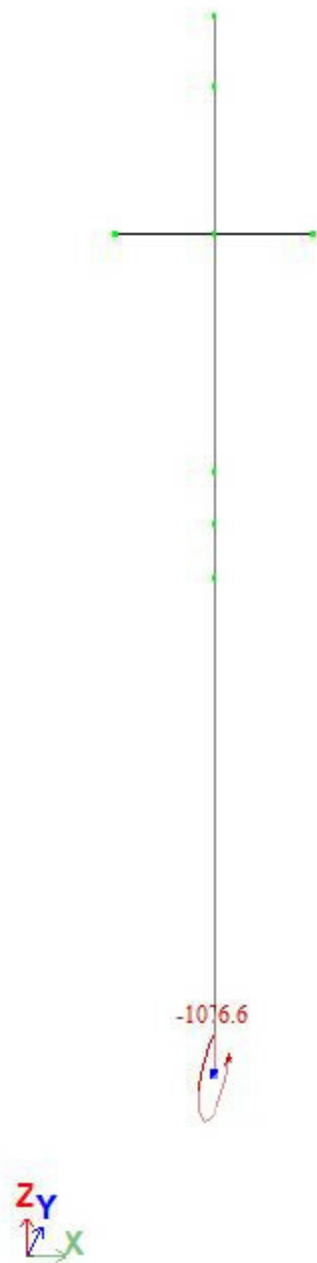


Рисунок – Максимальный момент  
(Mx, кгм)

### 2.3 Нагрузки на фундаменты

Нагрузки на фундаменты даны расчетные. Для определения нормативных значений усилий принять коэффициент перегрузки 1,2.

Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты							
	Прижимная				Отрывная			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Qx, кг (±)	94,4	-	195,9	-	195,9	-	195,9	-
Qy, кг (±)	-	73,7	-	184,2	-	184,2	-	184,2
N, кг	634,4	634,4	595,6	595,6	486,2	486,2	378,7	378,7
Mx, кгм (±)	-	430,6	-	1076,6	-	1076,6	-	1076,6
My, кгм (±)	621,8	-	1184,6	-	1184,6	-	1184,6	-

### 3 ВЫВОДЫ

Несущая способность опоры обеспечена. Прочность сооружения на основное сочетание нагрузок обеспечена.

Индв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-005.080.850-ЭВ-01-Р-008



**КОМСОМОЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ**  
**ОБУСТРОЙСТВО КУСТОВОЙ ПЛОЩАДКИ № 111**  
**КОМСОМОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-004**



## 1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Опора типа ПАОс 10-1, анкерная ответвительная на базе решений проекта опор шифр 25.0074. Опора предназначена для одноцепной ВЛ 6 кВ на объекте «Обустройство кустовой площадки № 111 Комсомольского месторождения».

Воздушная линия электропередач (ВЛ) выполняется для передачи или распределения электрической энергии по проводам, находящимся на открытом воздухе и прикрепленных с помощью траверс (кронштейнов), изоляторов и арматуры к опорам или другим сооружениям (мостам, путепроводам).

Опора линии электропередач - сооружение для удержания проводов и при наличии грозозащитных тросов воздушной линии электропередачи и оптоволоконных линий связи на заданном расстоянии от поверхности земли и друг от друга.

Наименование параметра	значение или определяющий параметр	
Климатический подрайон строительства в соответствии с СП 131.13330.2012	ИД	
Расчетная зимняя температура окружающего воздуха с обеспеченностью 0,92 согласно СП 131.13330.2012	Наиболее холодной пятидневки	Наиболее холодных суток
	минус 47°С	минус 50°С
Расчетная зимняя температура окружающего воздуха с обеспеченностью 0,98 согласно СП 131.13330.2012	Наиболее холодной пятидневки	Наиболее холодных суток
	минус 49°С	минус 54°С
Абсолютная температура окружающего воздуха	Абсолютная минимальная	Абсолютная максимальная
	минус 55°С	плюс 36°С
Район и нормативное значение веса снегового покрова по СП 20.13330.2016	V район, 2,5 кПа	
Район и нормативное значение ветрового давления по СП 20.13330.2016	I район, 0,23 кПа	
Район и нормативное значение толщины стенки гололеда по СП 20.13330.2016	II район, 5 мм	
Район по гололеду согласно ПУЭ 7-е издание	II	
Толщина стенки гололеда согласно ПУЭ 7-е издание	15 мм	
Район по ветру согласно ПУЭ 7-е издание	II	
Нормативное ветровое давление согласно ПУЭ 7-е издание	500 Па	

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-004

## 2 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

### 2.1 Сбор нагрузок

Собственный вес конструкций.

Тип нагрузки: постоянная.

Вес опоры ВЛ, выполненный по аналогии с опорой ПАОс 10-1 серии 25.0074, составляет 783,1 кг.

Полезная нагрузка

Тип нагрузки: длительная.

Марка провода	АС
Сечение провода	95/16мм <sup>2</sup>
Наружный диаметр, мм	13,5
Длина ветрового пролета, м	15,45+12,12
Тяжение провода, кН	5,0

Наименование	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности	Расчетная нагрузка
Вес проводов, кг/м	0,385	1,05	0,40
Вес натяжной гирлянды изоляторов (3 шт), кг (ед)	9,41	1,05	9,9
Вес поддерживающей гирлянды изоляторов (3 шт), кг (ед)	8,71	1,05	9,2

Ветровая нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная.

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору  $Q_c^H$  определяется по формуле:

$$Q_c^H = K_w \cdot W \cdot C_x$$

где  $K_w$  – принимается по 2.5.44 ПУЭ издание 7 (для высоты средних точек зон конструкций опор ВЛ над поверхностью земли до 15 м),  $K_w = 1,0$

$W$  – принимается по 2.5.52 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 500 \text{ Па} = 51 \text{ кг/м}^2$ ;

$C_x$  – аэродинамический коэффициент, определяемый в зависимости от вида конструкции, согласно строительным нормам и правилам, для сооружений с цилиндрической поверхностью аэродинамические коэффициенты определяются по формуле:

$$c_x = k_\lambda \cdot c_{x\infty} = 0,965 \cdot 0,9 = 0,869,$$

где  $k_\lambda$  – определено в зависимости от относительного удлинения (табл. В.10 СП 20.13330.2016) при  $\lambda_e = 2 \cdot \lambda = 2 \cdot 10,7/0,168 = 127,4$ ,  $\varphi = 1$ ;  $k_\lambda = 0,965$ ;

$c_{x\infty} = 0,9$  (рис. В.17 СП 20.13330.2016); при  $Re = 2,6 \cdot 10^5$ ,  $\delta = 1,2 \cdot 10^{-3}$ .

Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободностоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_n^H$$

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры  $Q$ , определяется по формуле:

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

где  $Q_c^H$  – нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки;

где  $Q_n^H$  – нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки;

Изм. №

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-004

Лист

3



$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3.

Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы  $P_w^n$ , действующая перпендикулярно проводу (тросу), для каждого рассчитываемого условия определяется по формуле:

$$P_w^n = \alpha_w \cdot K_w \cdot K_l \cdot C_x \cdot W \cdot \sin^2 \varphi$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным  $\alpha_w = 0,71$  для ветрового давления 500 Па;

$K_w$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, определяемый по табл. 2.5.2 ПУЭ издание 7,  $K_w = 1,0$ ;

$K_l$  – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, равный 1,2 при длине пролета до 50 м;

$C_x$  – коэффициент лобового сопротивления, принимаемый равным: коэффициент лобового сопротивления,  $C_x = 1,2$  для проводов и тросов диаметром менее 20 мм;

$W$  – определяется по табл. 2.5.1 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 500 \text{ Па} = 51 \text{ кг/м}^2$ ;

$\varphi$  – угол между направлением ветра и осью ВЛ,  $\varphi = 90^\circ$ .

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы)  $P_w^n$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_w^n = P_w^n \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

где  $P_w^n$  – нормативная ветровая нагрузка;

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,1.

Q	86,4	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры
$P_w^n$	57,4	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на провода

#### Гололедная нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная

Нормативная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода и трос  $P_z^n$  определяется по формуле:

$$P_z^n = \pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_o \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_o) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}$$

где  $K_i$ ,  $K_d$  – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода и принимаемые по табл.2.5.4 ПУЭ издание 7,  $K_i = 1,0$  для высоты до 25 м,  $K_d = 0,965$  для диаметра провода 13,5 мм;

$b_o$  – толщина стенки гололеда, мм, по 2.5.46,  $b_o = 15$  мм для II района;

$d$  – диаметр провода,  $d = 13,5$  мм;

$\rho$  – плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, принимаемое равным 9,8 м/с<sup>2</sup>.

Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса)  $P_{гп}$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_{гп} = P_z^n \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d$$

$P_z^n$  – нормативная линейная гололедная нагрузка;

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-004

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3.

$\gamma_d$  - коэффициент условий работы, равный 0,5.

$P_{гп}$	0,74	кг/м	расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода
----------	------	------	---

#### Нормативная гололедная нагрузка на конструкции металлических опор

b	5	мм	толщина стенки гололеда
k	0,8		h=0...5 м
	1,0		h=10 м
	1,09		h=14,4 м
$\mu_2$	0,6		коэффициент
p	0,9	г/см <sup>3</sup>	плотность льда
$i_5$	2,2	кг/м <sup>2</sup>	нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки: h=0...5 м
$i_{10}$	2,7		h=10 м
$i_{14,4}$	2,9		h=14,4 м
$\gamma_f$	1,8		коэффициент надежности по нагрузке
$i_5$	3,9	кг/м <sup>2</sup>	расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки: h=0...5 м
$i_{10}$	4,9		h=10 м
$i_{14,4}$	5,3		h=14,4 м

Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы при гололеде:

$$P_w^H = \alpha_w \cdot K_w \cdot K_l \cdot C_x \cdot W \cdot \sin^2 \varphi$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным  $\alpha_w = 1,0$  для ветрового давления 200 Па;

W – определяется 2.5.43 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 200 \text{ Па} = 20,4 \text{ кг/м}^2$ ;

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы)  $P_w^H$  при механическом расчете проводов и тросов при гололеде по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_w^n = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору  $Q_c^H$  при гололеде определяется по формуле:

$$Q_c^H = K_w \cdot W \cdot C_x$$

W – принимается по 2.5.52 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 200 \text{ Па} = 20,4 \text{ кг/м}^2$ ;

Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободстоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_c^H$$

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры Q, определяется по формуле:

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

Q	34,6	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры при гололеде
$P_w^n$	32,3	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на провода при гололеде

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-004

Лист

5

Снеговая нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная.

$S_g$	2,5(254,8)	кПа(кг/м <sup>2</sup> )	нормативное значение веса снегового покрова
$\mu$	1,0		коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие
$c_e$	1,0		коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов
$c_t$	1,0		термический коэффициент
$S_o$	254,8	кг/м <sup>2</sup>	нормативное значение снеговой нагрузки
$\gamma_f$	1,4		коэффициент надежности по нагрузке
$w$	356,7	кг/м <sup>2</sup>	расчетное значение снеговой нагрузки

Коэффициенты надежности по нагрузке

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\gamma_{f1}$	1,1	1,2	1,4	1,8
$\gamma_{f2}$	0,9	-	-	-

Коэффициенты сочетаний

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\psi_1$	1,0	1,0	1,0	1,0
$\psi_2$			0,9	0,9
$\psi_3$			0,7	0,7

Приведенные коэффициенты

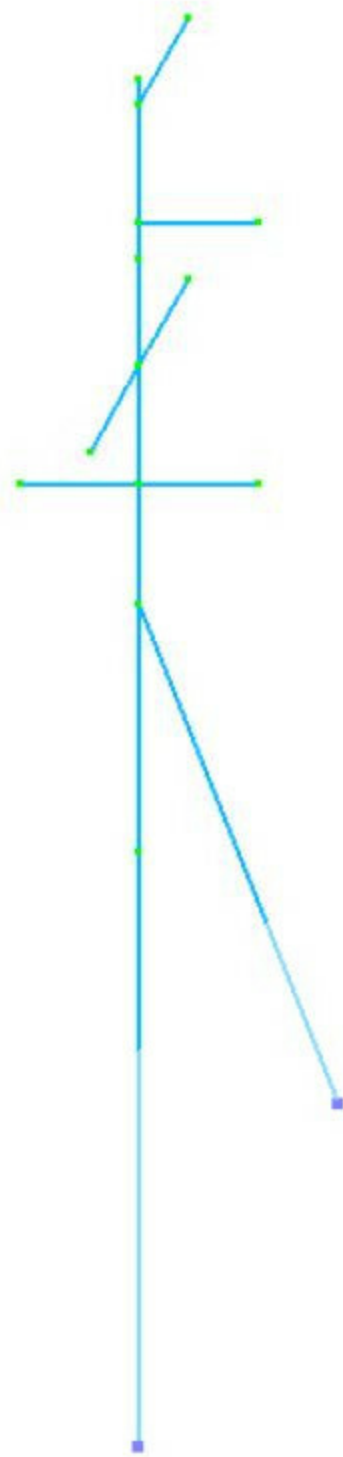
	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\gamma_f \cdot \psi_1$	1,1	1,2	1,4	1,8
$\gamma_f \cdot \psi_2$	0,9		1,26	1,62
$\gamma_f \cdot \psi_3$			0,98	1,26



Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-004



Жесткости и материалы

Назначить элементам схемы

Жесткость:

1. Труба 168 x 8

Материалы: СНиП 2.03.01-84\* Вариант 1

Тип:	Бетон:	Арматура:
<нет>	<нет>	<нет>

Жесткости | Ж/Б | Сталь

Список типов жесткостей

1. Труба 168 x 8

Добавить >>

Изменить...

Просмотр...

Копировать

Удалить

Назначить текущим

Список для фрагмента

Рисунок - Присвоенные жесткости

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата	5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-004	7

## 2.2 Результаты программного расчета

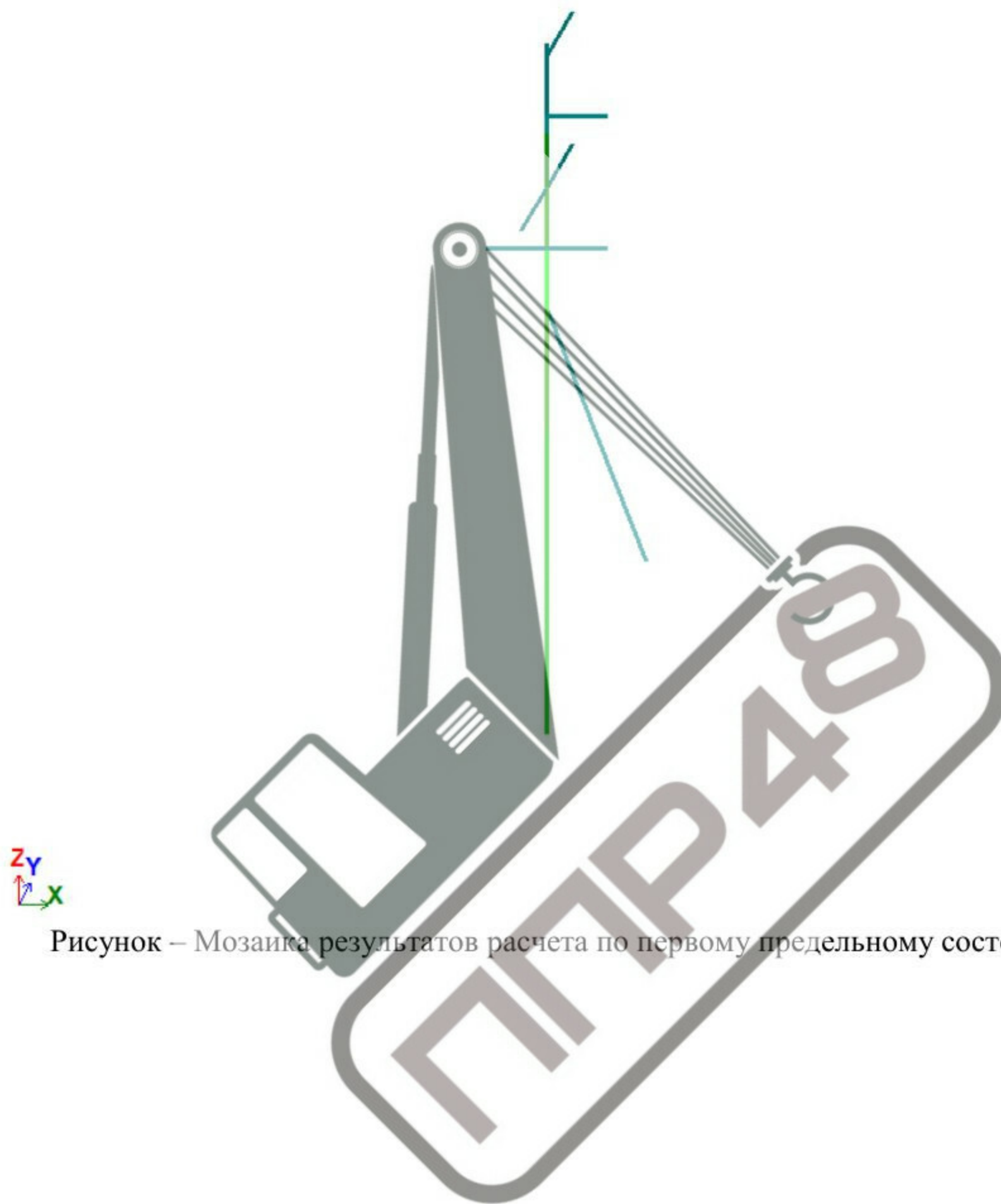
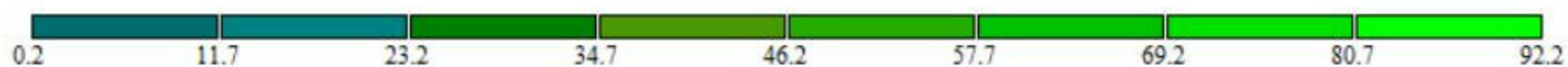
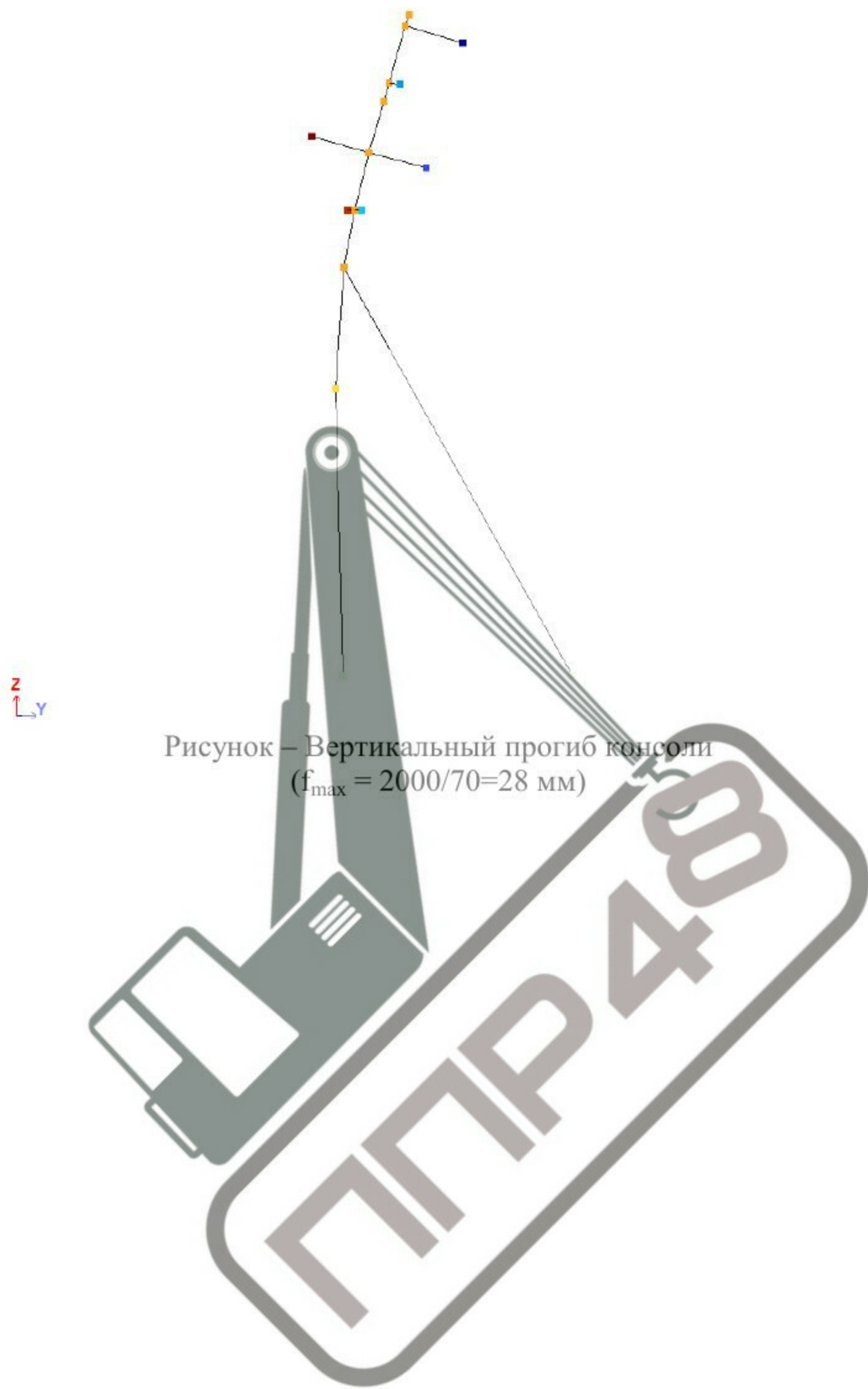
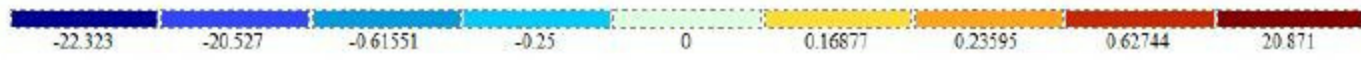


Рисунок – Мозаика результатов расчета по первому предельному состоянию

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
			<b>5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-004</b>				
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата		



Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-004

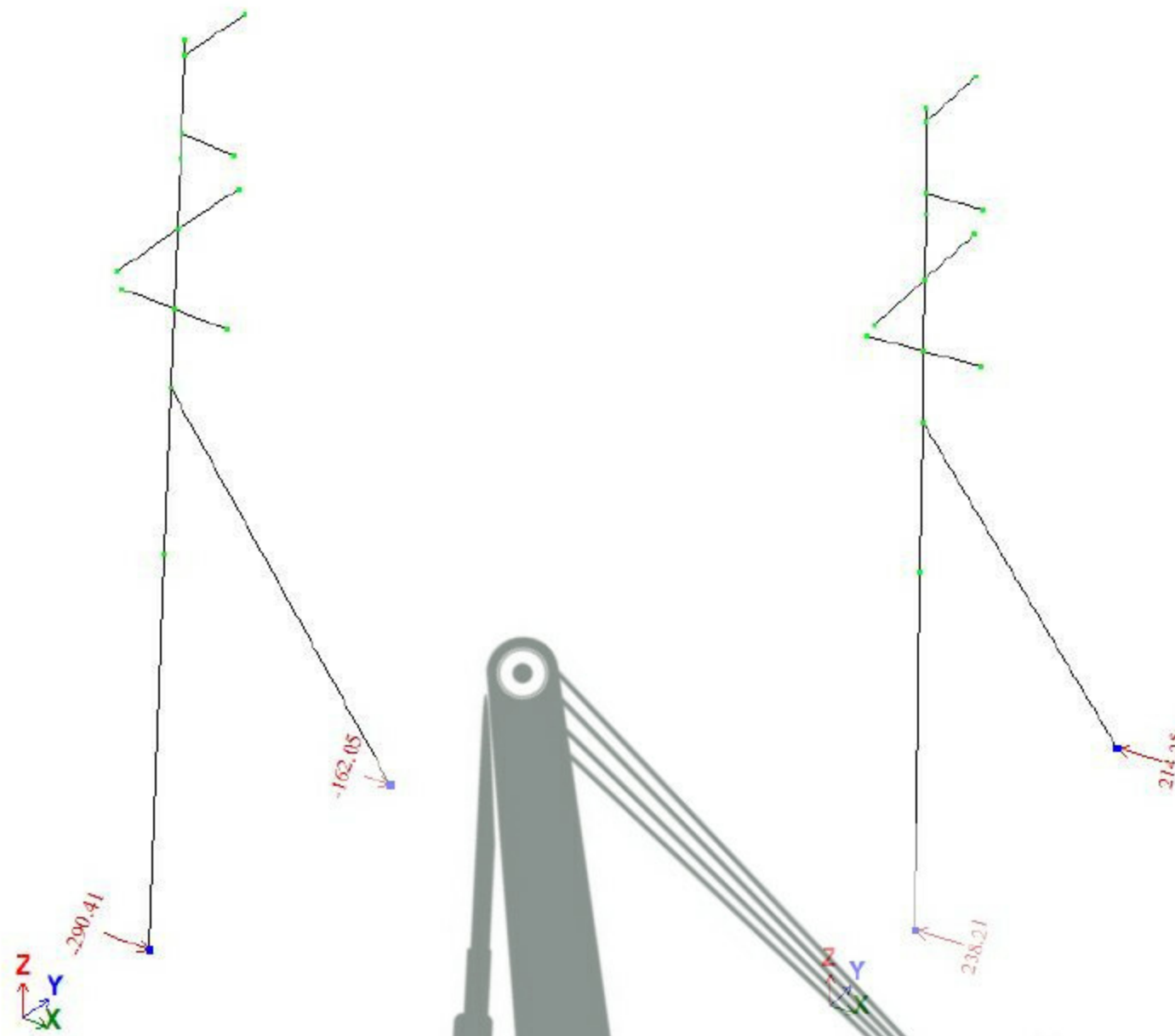


Рисунок - Максимальные сдвигающие усилия в фундаменте (Px, кг)

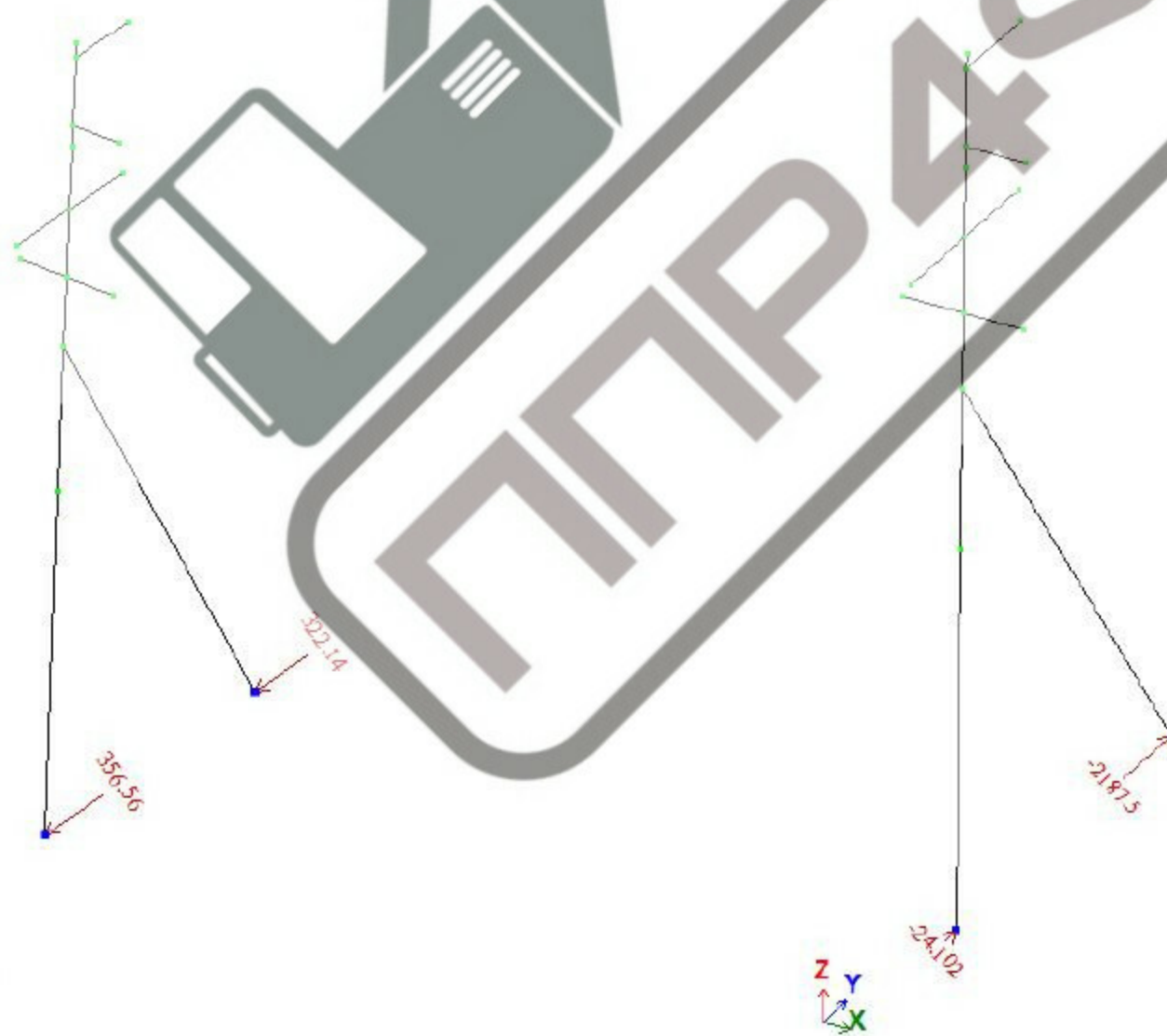


Рисунок - Максимальные сдвигающие усилия в фундаменте (Py, кг)

Инд. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-004

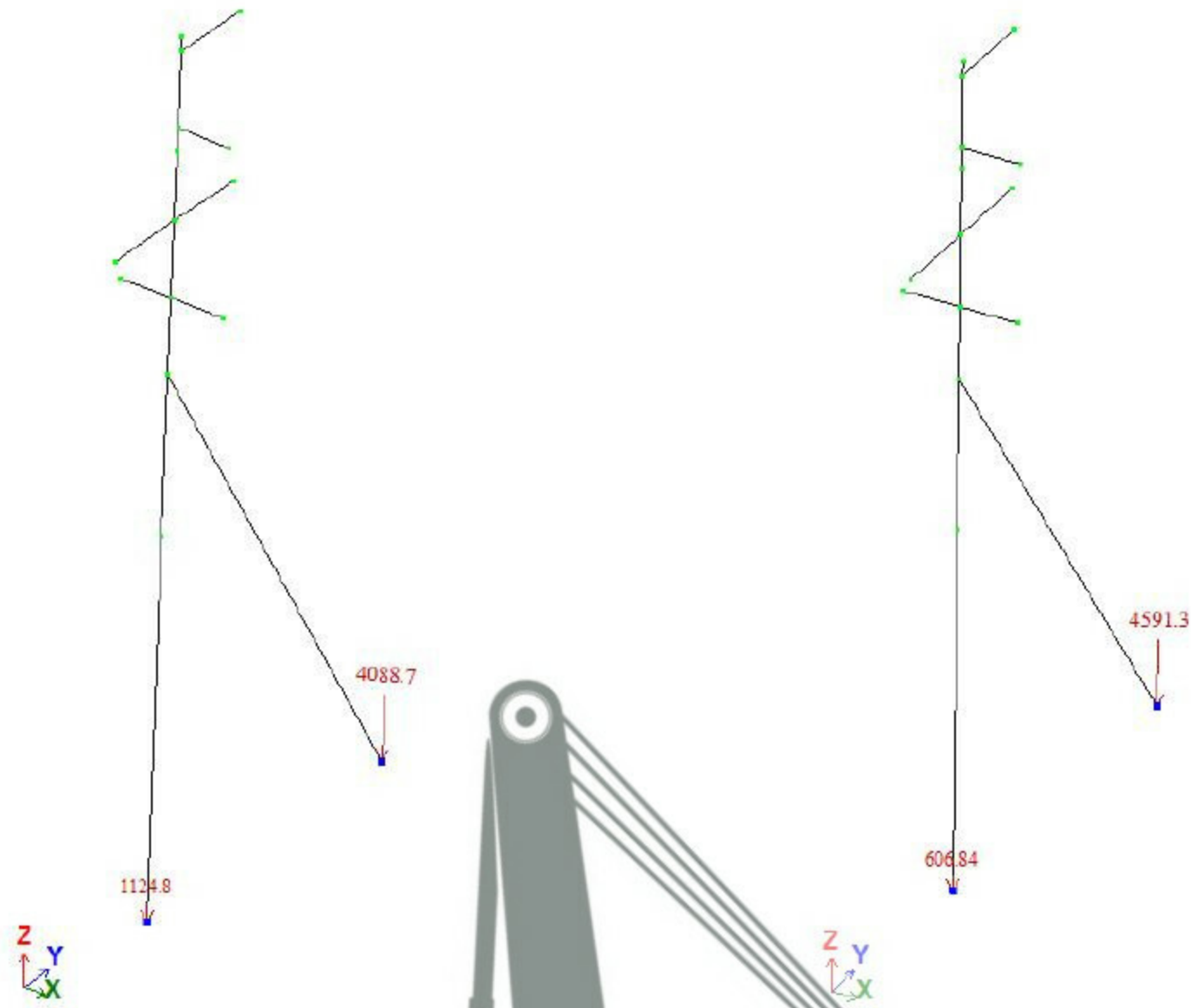


Рисунок – Максимальное прижимное усилие в фундаменте (Pz, кг)

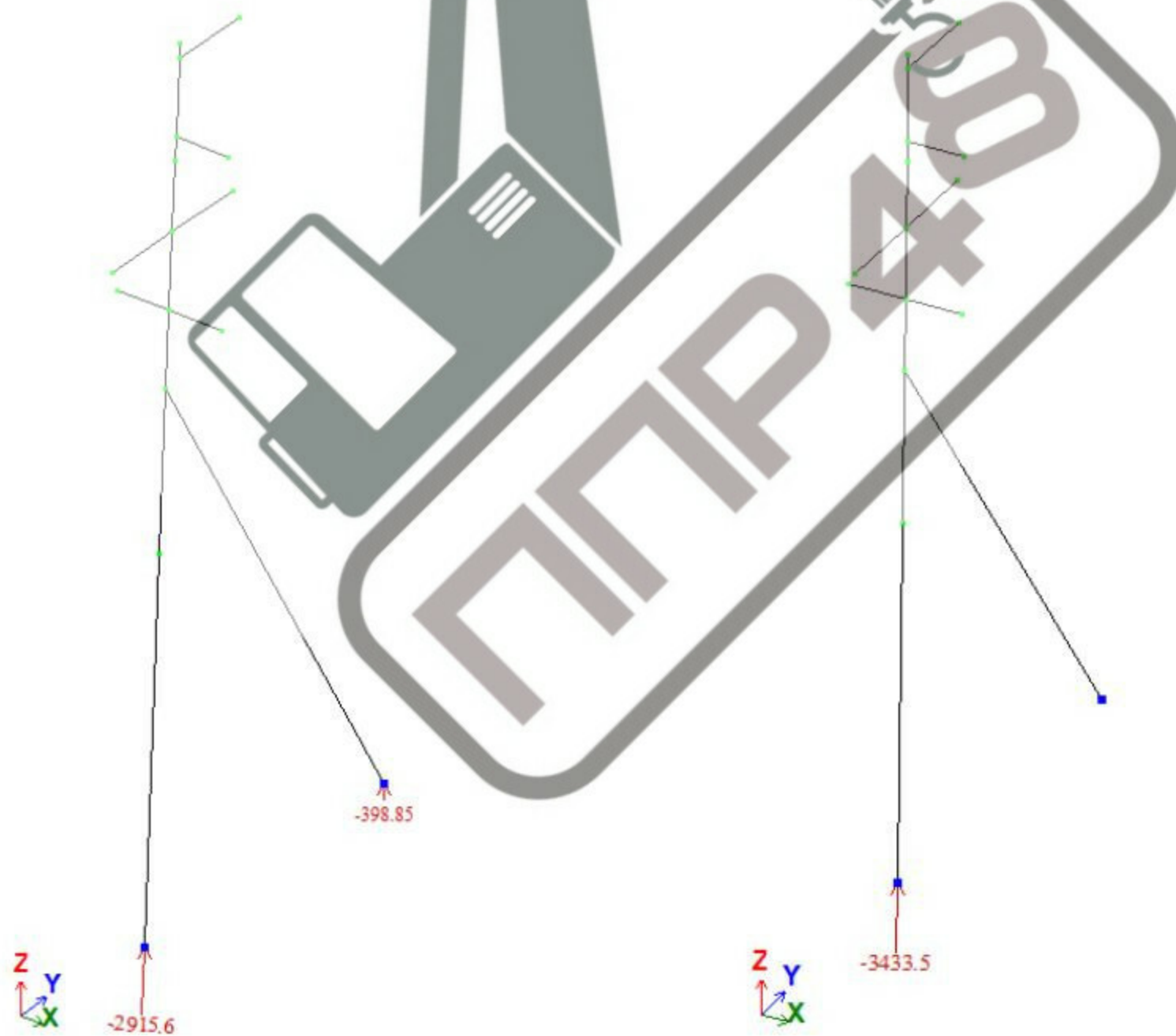


Рисунок – Максимальное отрывное усилие в фундаменте (Pz, кг)

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-004



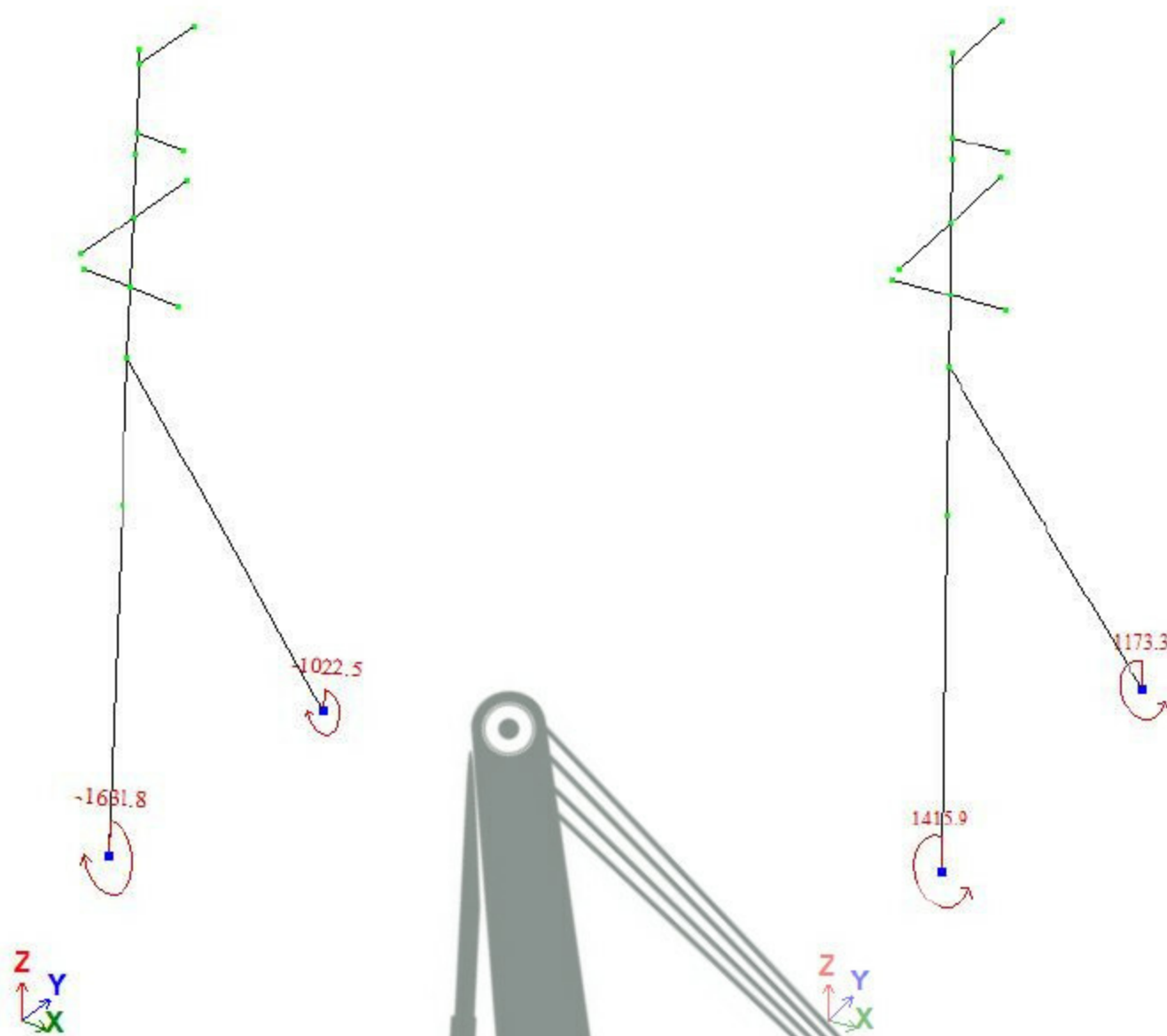


Рисунок – Максимальный момент (My, кгм)

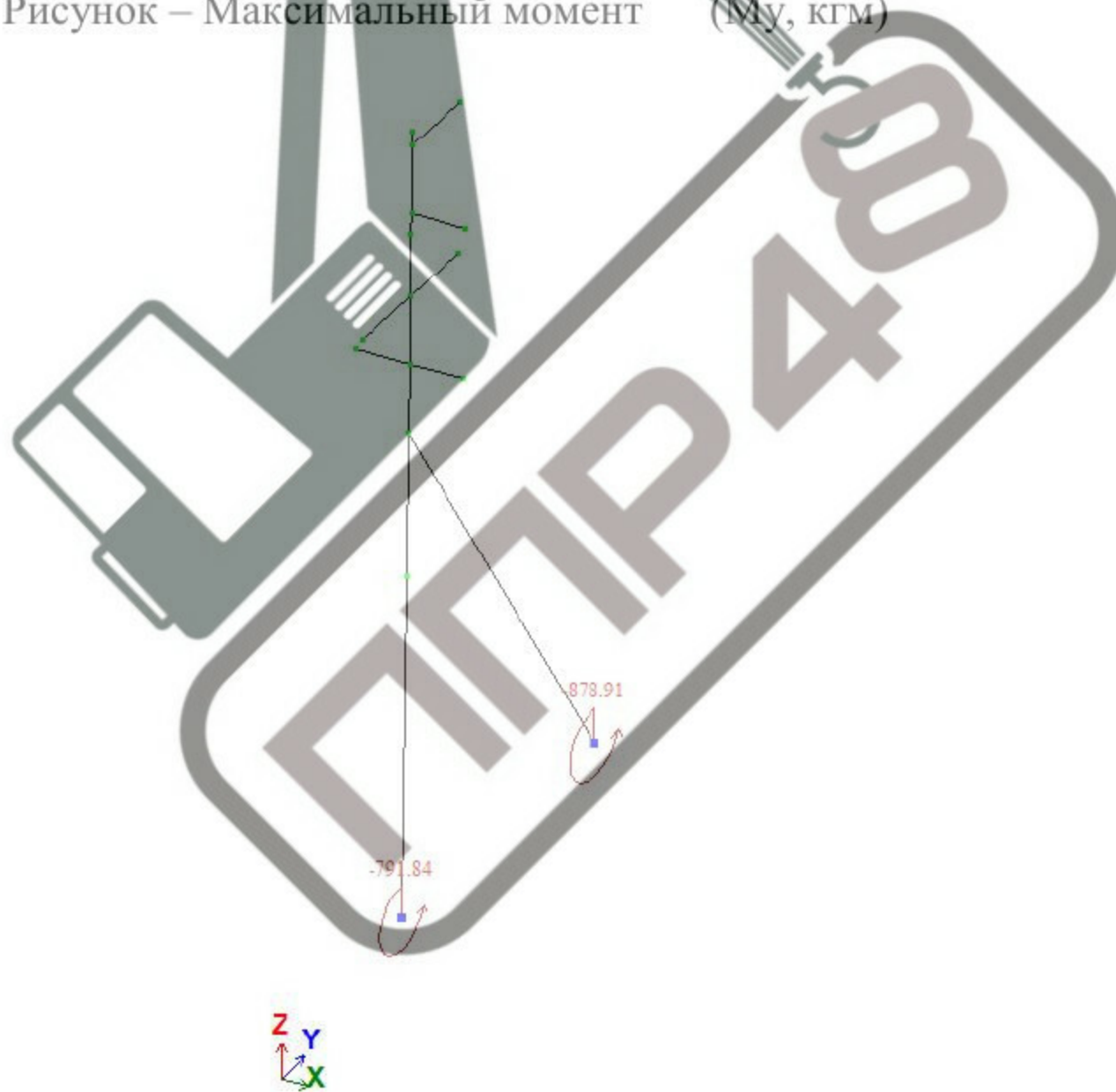


Рисунок – Максимальный момент (Mx, кгм)

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-004

## 2.3 Нагрузки на фундаменты

Нагрузки на фундаменты даны расчетные. Для определения нормативных значений усилий принять коэффициент перегрузки 1,2.

Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты опоры				
	Прижимная		Отрывная		
	1	2	3	4	5
Qx, кг (±)	238,2	0,8	53,0	52,3	290,2
Qy, кг (±)	11,0	42,3	279,2	330,4	325,3
N, кг	606,8	1124,8	-3433,5	-2751,7	-2506,7
Mx, кгм (±)	26,7	41,9	706,0	791,8	756,7
My, кгм (±)	1431,8	5,5	191,5	214,4	1631,8

Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты подкоса				
	Прижимная			Отрывная	
	1	2	3	4	5
Qx, кг (±)	52,3	214,1	52,8	161,9	0,8
Qy, кг (±)	2055,9	1854,4	2187,5	11,0	322,1
N, кг	4437,5	4073,3	4591,3	158,0	-360,0
Mx, кгм (±)	878,9	848,9	819,5	104,3	133,7
My, кгм (±)	137,3	1156,7	143,6	1008,6	9,4

## 3 ВЫВОДЫ

Несущая способность опоры обеспечена. Прочность сооружения на основное сочетание нагрузок обеспечена.



Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-004	Лист 13
			Изм.	Кол.	Лист	№ док		



**КОМСОМОЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ**  
**ОБУСТРОЙСТВО КУСТОВОЙ ПЛОЩАДКИ № 111**  
**КОМСОМОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-003**



## 1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Опора типа ПУАс 10-1, анкерная переходная угловая на базе решений проекта опор шифр 25.0074. Опора предназначена для одноцепной ВЛ 6 кВ на объекте «Обустройство кустовой площадки № 111 Комсомольского месторождения».

Воздушная линия электропередач (ВЛ) выполняется для передачи или распределения электрической энергии по проводам, находящимся на открытом воздухе и прикрепленных с помощью траверс (кронштейнов), изоляторов и арматуры к опорам или другим сооружениям (мостам, путепроводам).

Опора линии электропередач - сооружение для удержания проводов и при наличии грозозащитных тросов воздушной линии электропередачи и оптоволоконных линий связи на заданном расстоянии от поверхности земли и друг от друга.

Наименование параметра	значение или определяющий параметр	
Климатический подрайон строительства в соответствии с СП 131.13330.2012	ID	
Расчетная зимняя температура окружающего воздуха с обеспеченностью 0,92 согласно СП 131.13330.2012	Наиболее холодной пятидневки	Наиболее холодных суток
	минус 47°С	минус 50°С
Расчетная зимняя температура окружающего воздуха с обеспеченностью 0,98 согласно СП 131.13330.2012	Наиболее холодной пятидневки	Наиболее холодных суток
	минус 49°С	минус 54°С
Абсолютная температура окружающего воздуха	Абсолютная минимальная	Абсолютная максимальная
	минус 55°С	плюс 36°С
Район и нормативное значение веса снегового покрова по СП 20.13330.2016	V район, 2,5 кПа	
Район и нормативное значение ветрового давления по СП 20.13330.2016	I район, 0,23 кПа	
Район и нормативное значение толщины стенки гололеда по СП 20.13330.2016	II район, 5 мм	
Район по гололеду согласно ПУЭ 7-е издание	II	
Толщина стенки гололеда согласно ПУЭ 7-е издание	15 мм	
Район по ветру согласно ПУЭ 7-е издание	II	
Нормативное ветровое давление согласно ПУЭ 7-е издание	500 Па	

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-003						2	
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 2 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

### 2.1 Сбор нагрузок

Собственный вес конструкций.

Тип нагрузки: постоянная.

Вес опоры ВЛ, выполненный по аналогии с опорой ПУАс 10-1 серии 25.0074, составляет 923,72 кг.

Полезная нагрузка

Тип нагрузки: длительная.

Марка провода	АС
Сечение провода	95/16мм <sup>2</sup>
Наружный диаметр, мм	13,5
Длина ветрового пролета, м	21,44+12,12
Тяжение провода, кН	5,0

Наименование	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности	Расчетная нагрузка
Вес проводов, кг/м	0,385	1,05	0,40
Вес натяжной гирлянды изоляторов (6 шт), кг (ед)	9,41	1,05	9,9

Ветровая нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная.

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору  $Q_c^H$  определяется по формуле:

$$Q_c^H = K_w \cdot W \cdot C_x$$

где  $K_w$  – принимается по 2.5.44 ПУЭ издание 7 (для высоты средних точек зон конструкций опор ВЛ над поверхностью земли до 15 м),  $K_w = 1,0$

$W$  – принимается по 2.5.52 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 500 \text{ Па} = 51 \text{ кг/м}^2$ ;

$C_x$  – аэродинамический коэффициент, определяемый в зависимости от вида конструкции, согласно строительным нормам и правилам, для сооружений с цилиндрической поверхностью аэродинамические коэффициенты определяются по формуле:

$$c_x = k_\lambda \cdot c_{x\infty} = 0,965 \cdot 0,9 = 0,869,$$

где  $k_\lambda$  – определено в зависимости от относительного удлинения (табл. В.10 СП 20.13330.2016) при  $\lambda_c = 2 \cdot \lambda = 2 \cdot 10,7/0,168 = 127,4$ ,  $\phi = 1$ ;  $k_\lambda = 0,965$ ;

$c_{x\infty} = 0,9$  (рис. В.17 СП 20.13330.2016); при  $Re = 2,6 \cdot 10^5$ ,  $\delta = 1,2 \cdot 10^{-3}$ .

Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободностоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_n^H$$

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры  $Q$ , определяется по формуле:

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

где  $Q_c^H$  – нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки;

где  $Q_n^H$  – нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки;

Изм. №

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-003

Лист

3

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3.

Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы  $P_w^n$ , действующая перпендикулярно проводу (тросу), для каждого рассчитываемого условия определяется по формуле:

$$P_w^n = \alpha_w \cdot K_w \cdot K_l \cdot C_x \cdot W \cdot \sin^2 \varphi$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным  $\alpha_w = 0,71$  для ветрового давления 500 Па;

$K_w$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, определяемый по табл. 2.5.2 ПУЭ издание 7,  $K_w = 1,0$ ;

$K_l$  – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, равный 1,2 при длине пролета до 50 м;

$C_x$  – коэффициент лобового сопротивления, принимаемый равным: коэффициент лобового сопротивления,  $C_x = 1,2$  для проводов и тросов диаметром менее 20 мм;

$W$  – определяется по табл. 2.5.1 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 500 \text{ Па} = 51 \text{ кг/м}^2$ ;

$\varphi$  – угол между направлением ветра и осью ВЛ,  $\varphi = 90^\circ$ .

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы)  $P_w^n$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_w^n = P_w^n \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

где  $P_w^n$  – нормативная ветровая нагрузка;

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,1.

Q	86,4	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры
$P_w^n$	57,4	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на провода

#### Гололедная нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная

Нормативная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода и трос  $P_z^n$  определяется по формуле:

$$P_z^n = \pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_o \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_o) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}$$

где  $K_i$ ,  $K_d$  – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода и принимаемые по табл.2.5.4 ПУЭ издание 7,  $K_i = 1,0$  для высоты до 25 м,  $K_d = 0,965$  для диаметра провода 13,5 мм;

$b_o$  – толщина стенки гололеда, мм, по 2.5.46,  $b_o = 15$  мм для II района;

$d$  – диаметр провода,  $d = 13,5$  мм;

$\rho$  – плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, принимаемое равным 9,8 м/с<sup>2</sup>.

Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса)  $P_{гп}$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_{гп} = P_z^n \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d$$

$P_z^n$  – нормативная линейная гололедная нагрузка;

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-003

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3.

$\gamma_d$  – коэффициент условий работы, равный 0,5.

$P_{гп}$	0,74	кг/м	расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода
----------	------	------	---

#### Нормативная гололедная нагрузка на конструкции металлических опор

b	5	мм	толщина стенки гололеда
k	0,8		h=0...5 м
	1,0		h=10 м
	1,06		h=13,2 м
$\mu_2$	0,6		коэффициент
p	0,9	г/см <sup>3</sup>	плотность льда
$i_5$	2,2	кг/м <sup>2</sup>	нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки: h=0...5 м
$i_{10}$	2,7		h=10 м
$i_{13,2}$	2,9		h=13,2 м
$\gamma_f$	1,8		коэффициент надежности по нагрузке
$i_5$	3,9	кг/м <sup>2</sup>	расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки: h=0...5 м
$i_{10}$	4,9		h=10 м
$i_{13,2}$	5,2		h=13,2 м

Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы при гололеде:

$$P_w^H = \alpha_w \cdot K_w \cdot K_l \cdot C_x \cdot W \cdot \sin^2 \varphi$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным  $\alpha_w = 1,0$  для ветрового давления 200 Па;

W – определяется 2.5.43 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 200 \text{ Па} = 20,4 \text{ кг/м}^2$ ;

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы)  $P_w^H$  при механическом расчете проводов и тросов при гололеде по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_w^n = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору  $Q_c^H$  при гололеде определяется по формуле:

$$Q_c^H = K_w \cdot W \cdot C_x$$

W – принимается по 2.5.52 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 200 \text{ Па} = 20,4 \text{ кг/м}^2$ ;

Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободстоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_c^H$$

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры Q, определяется по формуле:

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

Q	34,6	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры при гололеде
$P_w^n$	32,3	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на провода при гололеде

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-003

Лист

5



Снеговая нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная.

$S_g$	2,5(254,8)	кПа(кг/м <sup>2</sup> )	нормативное значение веса снегового покрова
$\mu$	1,0		коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие
$c_e$	1,0		коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов
$c_t$	1,0		термический коэффициент
$S_o$	254,8	кг/м <sup>2</sup>	нормативное значение снеговой нагрузки
$\gamma_f$	1,4		коэффициент надежности по нагрузке
$w$	356,7	кг/м <sup>2</sup>	расчетное значение снеговой нагрузки

Коэффициенты надежности по нагрузке

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\gamma_{f1}$	1,1	1,2	1,4	1,8
$\gamma_{f2}$	0,9	-	-	-

Коэффициенты сочетаний

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\psi_1$	1,0	1,0	1,0	1,0
$\psi_2$			0,9	0,9
$\psi_3$			0,7	0,7

Приведенные коэффициенты

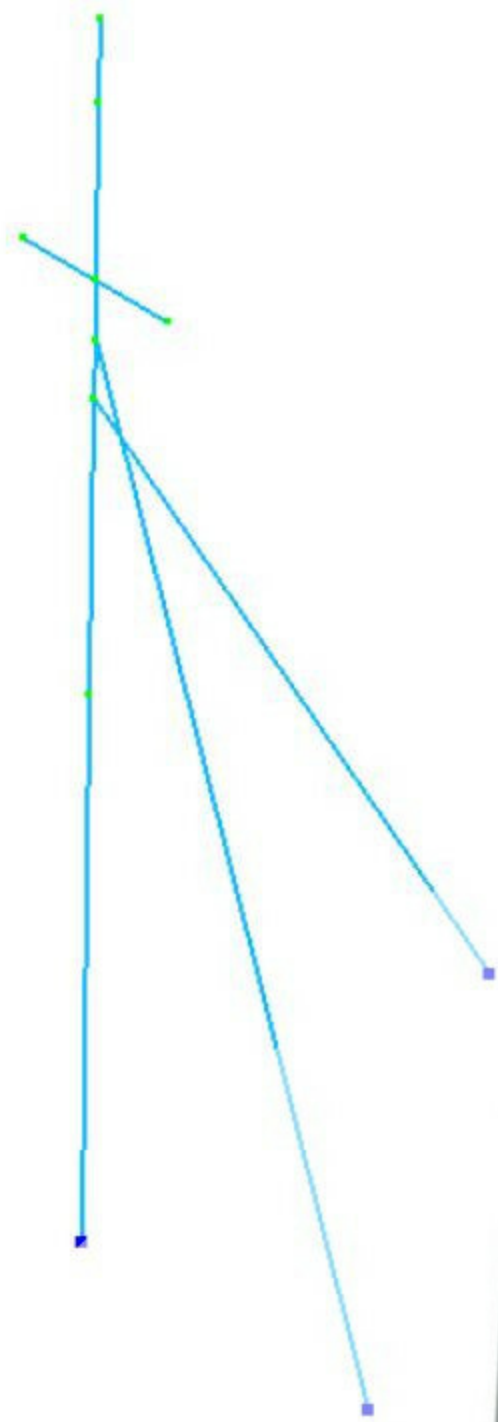
	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\gamma_f \cdot \psi_1$	1,1	1,2	1,4	1,8
$\gamma_f \cdot \psi_2$	0,9		1,26	1,62
$\gamma_f \cdot \psi_3$			0,98	1,26



Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-003



Жесткости и материалы

Назначить элементам схемы

Жесткость: ✓

1. Труба 168 x 8

Материалы: СНИП 2.03.01-84\* Вариант 1

Тип:	Бетон:	Арматура:
<нет>	<нет>	<нет>

Жесткости | Ж/Б | Сталь

Список типов жесткостей

1. Труба 168 x 8

Добавить >>

Изменить...

Просмотр...

Копировать

Удалить

Назначить текущим

Список для фрагмента

Рисунок – Присвоенные жесткости

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-003

Лист

7

## 2.2 Результаты программного расчета

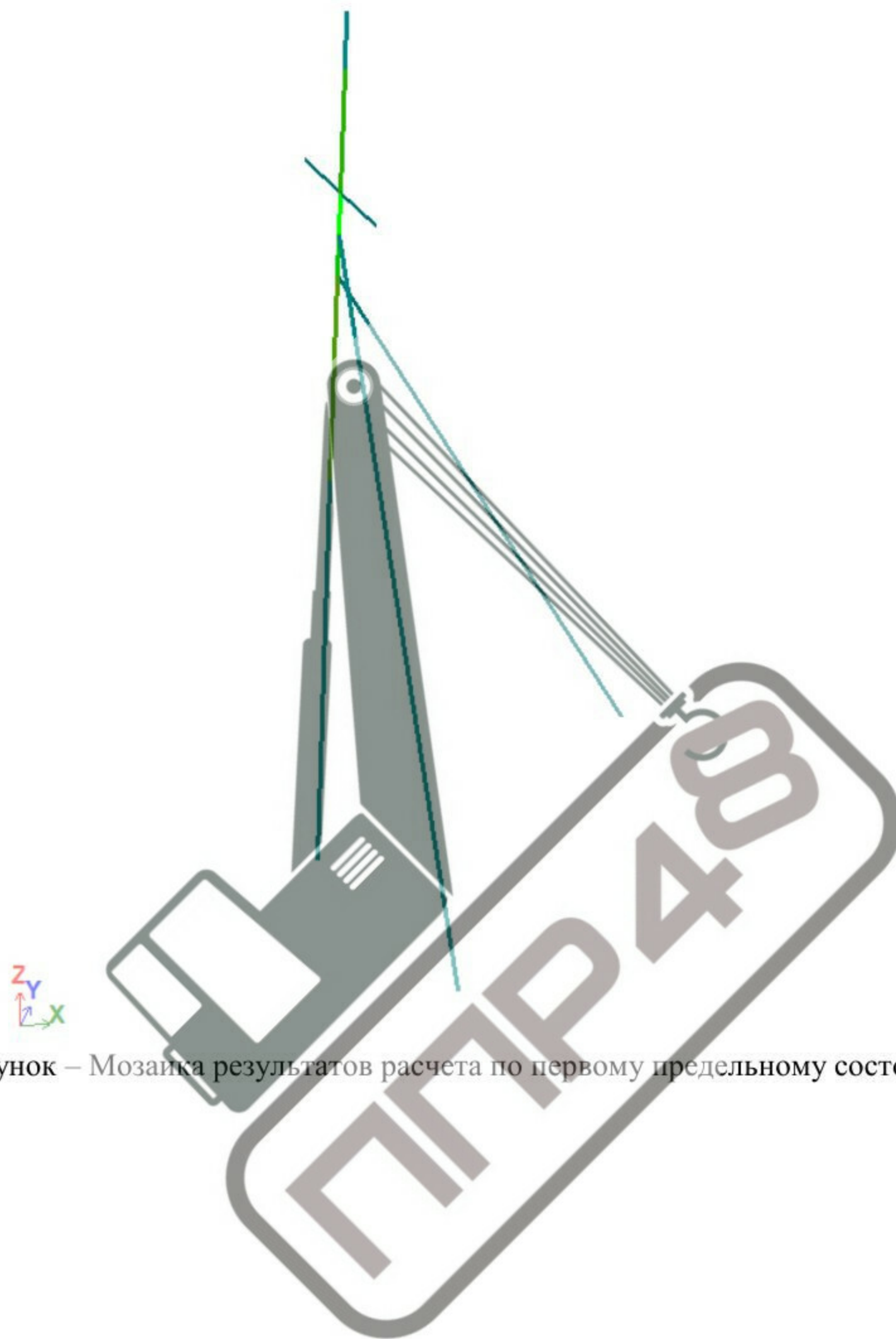
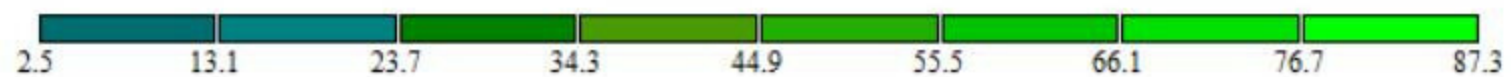


Рисунок – Мозаика результатов расчета по первому предельному состоянию

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
			<b>5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-003</b>				
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

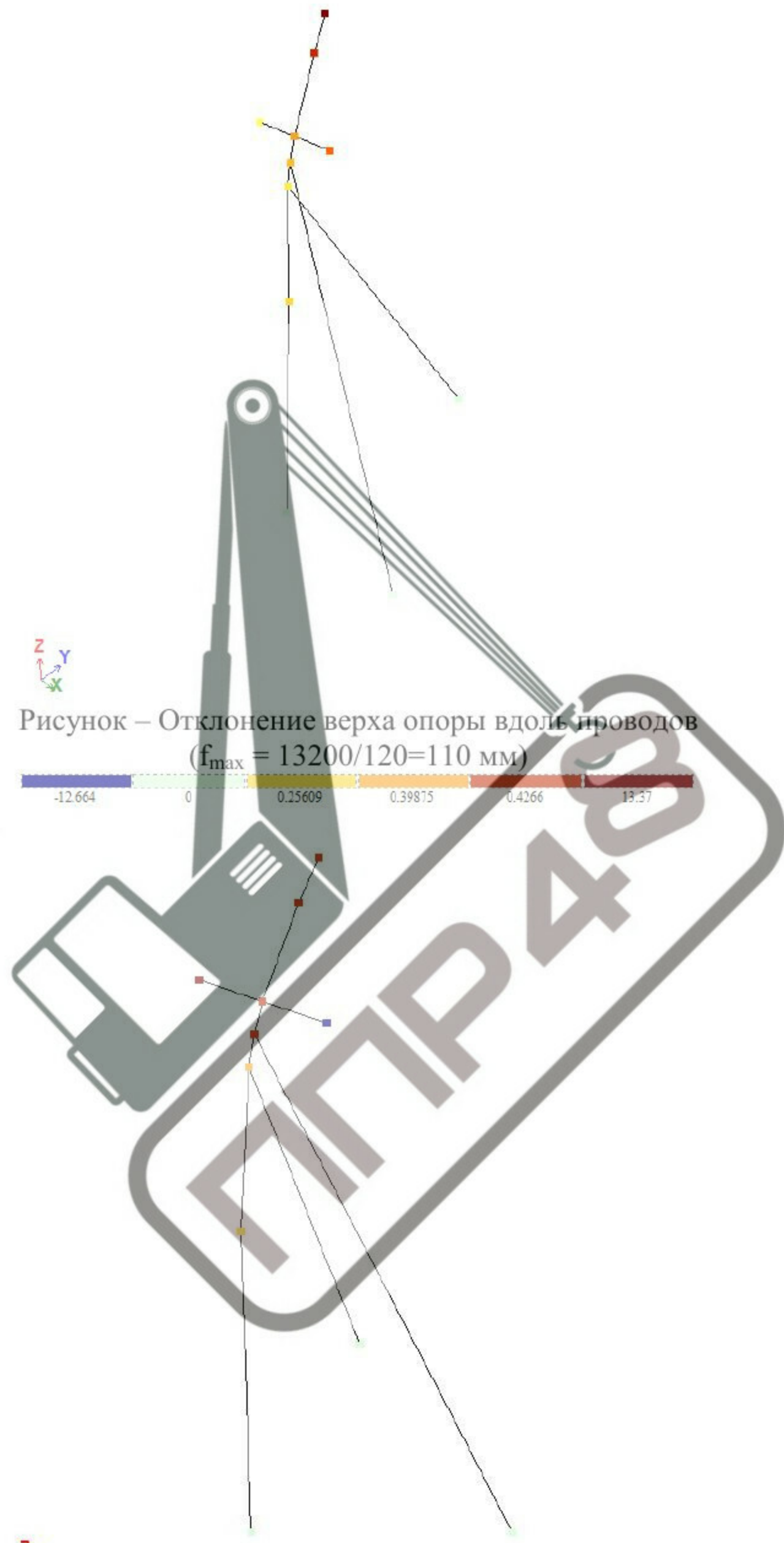


Рисунок – Отклонение верха опоры вдоль проводов  
 $(f_{\max} = 13200/120=110 \text{ мм})$



Рисунок – Вертикальный прогиб консоли  
 $(f_{\max} = 2000/70=28,5 \text{ мм})$

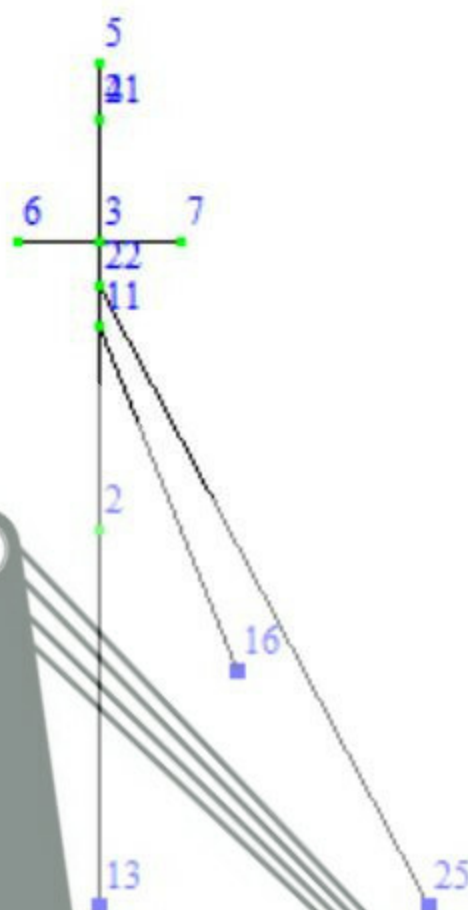
Инд. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

**5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-003**

## 2.3 Нагрузки на фундаменты

Нагрузки на фундаменты даны расчетные. Для определения нормативных значений усилий принять коэффициент перегрузки 1,2.



Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты опоры уз. 13				
	Прижимная		Отрывная		
	1	2	3	4	5
Qx, кг (±)	68,3	216,6	88,3	163,3	276,8
Qy, кг (±)	6,2	152,7	139,7	204,4	9,5
N, кг	1290,6	-3255,1	-5096,1	-4003,1	-3473,1
Mx, кгм (±)	16,3	381,1	347,7	443,7	16,5
My, кгм (±)	106,3	465,0	273,8	396,7	617,6

Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты подкоса уз.16				
	Прижимная		Отрывная		
	1	2	3	4	5
Qx, кг (±)	134,6	180,7	116,0	267,7	103,7
Qy, кг (±)	32,8	32	423,6	43,1	370,7
N, кг	358,1	347,5	943,9	-26,5	-425,1
Mx, кгм (±)	205,2	198,4	134,4	19,8	145,9
My, кгм (±)	243,8	310,0	227,7	369,2	190,7

Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты подкоса уз. 25				
	Прижимная		Отрывная		
	1	2	3	4	5
Qx, кг (±)	1620,6	2228,8	2751,5	117,8	329,1
Qy, кг (±)	1588,0	22,8	25,6	179,5	2,0
N, кг	5108,7	4980,6	5912,1	-166,2	-358,6
Mx, кгм (±)	560,8	71,7	81,7	163,9	2,3
My, кгм (±)	571,7	750,7	728,8	77,8	193,5

Изм. №

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-003

Лист

10

### 3 ВЫВОДЫ

Несущая способность опоры обеспечена. Прочность сооружения на основное сочетание нагрузок обеспечена.



Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-003	Лист
			Изм.	Кол.	Лист	№ док		Подпись



**КОМСОМОЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ**  
**ОБУСТРОЙСТВО КУСТОВОЙ ПЛОЩАДКИ № 111**  
**КОМСОМОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-002**





## 1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Опора типа УАс 10-1, угловая анкерная на базе решений проекта опор шифр 25.0074. Опора предназначена для одноцепной ВЛ 6 кВ на объекте «Обустройство кустовой площадки № 111 Комсомольского месторождения».

Воздушная линия электропередач (ВЛ) выполняется для передачи или распределения электрической энергии по проводам, находящимся на открытом воздухе и прикрепленных с помощью траверс (кронштейнов), изоляторов и арматуры к опорам или другим сооружениям (мостам, путепроводам).

Опора линии электропередач - сооружение для удержания проводов и при наличии грозозащитных тросов воздушной линии электропередачи и оптоволоконных линий связи на заданном расстоянии от поверхности земли и друг от друга.

Наименование параметра	значение или определяющий параметр	
Климатический подрайон строительства в соответствии с СП 131.13330.2012	ИД	
Расчетная зимняя температура окружающего воздуха с обеспеченностью 0,92 согласно СП 131.13330.2012	Наиболее холодной пятидневки	Наиболее холодных суток
	минус 47°С	минус 50°С
Расчетная зимняя температура окружающего воздуха с обеспеченностью 0,98 согласно СП 131.13330.2012	Наиболее холодной пятидневки	Наиболее холодных суток
	минус 49°С	минус 54°С
Абсолютная температура окружающего воздуха	Абсолютная минимальная	Абсолютная максимальная
	минус 55°С	плюс 36°С
Район и нормативное значение веса снегового покрова по СП 20.13330.2016	V район, 2,5 кПа	
Район и нормативное значение ветрового давления по СП 20.13330.2016	I район, 0,23 кПа	
Район и нормативное значение толщины стенки гололеда по СП 20.13330.2016	II район, 5 мм	
Район по гололеду согласно ПУЭ 7-е издание	II	
Толщина стенки гололеда согласно ПУЭ 7-е издание	15 мм	
Район по ветру согласно ПУЭ 7-е издание	II	
Нормативное ветровое давление согласно ПУЭ 7-е издание	500 Па	

Инов. №

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-002

Лист

2

## 2 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

### 2.1 Сбор нагрузок

Собственный вес конструкций.

Тип нагрузки: постоянная.

Вес опоры ВЛ, выполненный по аналогии с опорой УАс 10-1 серии 25.0074, составляет 923,72 кг.

Полезная нагрузка

Тип нагрузки: длительная.

Марка провода	АС
Сечение провода	95/16мм <sup>2</sup>
Наружный диаметр, мм	13,5
Длина ветрового пролета, м	21,15+10
Тяжение провода, кН	5,0

Наименование	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности	Расчетная нагрузка
Вес проводов, кг/м	0,385	1,05	0,40
Вес натяжной гирлянды изоляторов (6 шт), кг (ед)	9,41	1,05	9,9

Ветровая нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная.

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору  $Q_c^H$  определяется по формуле:

$$Q_c^H = K_w \cdot W \cdot C_x$$

где  $K_w$  – принимается по 2.5.44 ПУЭ издание 7 (для высоты средних точек зон конструкций опор ВЛ над поверхностью земли до 15 м),  $K_w = 1,0$

$W$  – принимается по 2.5.52 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 500 \text{ Па} = 51 \text{ кг/м}^2$ ;

$C_x$  – аэродинамический коэффициент, определяемый в зависимости от вида конструкции, согласно строительным нормам и правилам, для сооружений с цилиндрической поверхностью аэродинамические коэффициенты определяются по формуле:

$$c_x = k_\lambda \cdot c_{x\infty} = 0,965 \cdot 0,9 = 0,869,$$

где  $k_\lambda$  – определено в зависимости от относительного удлинения (табл. В.10 СП 20.13330.2016) при  $\lambda_c = 2 \cdot \lambda = 2 \cdot 10,7/0,168 = 127,4$ ,  $\phi = 1$ ;  $k_\lambda = 0,965$ ;

$c_{x\infty} = 0,9$  (рис. В.17 СП 20.13330.2016); при  $Re = 2,6 \cdot 10^5$ ,  $\delta = 1,2 \cdot 10^{-3}$ .

Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободностоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_n^H$$

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры  $Q$ , определяется по формуле:

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

где  $Q_c^H$  – нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки;

где  $Q_n^H$  – нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки;

Изм. №

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-002

Лист

3

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3.

Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы  $P_w^n$ , действующая перпендикулярно проводу (тросу), для каждого рассчитываемого условия определяется по формуле:

$$P_w^n = \alpha_w \cdot K_w \cdot K_l \cdot C_x \cdot W \cdot \sin^2 \varphi$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным  $\alpha_w = 0,71$  для ветрового давления 500 Па;

$K_w$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, определяемый по табл. 2.5.2 ПУЭ издание 7,  $K_w = 1,0$ ;

$K_l$  – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, равный 1,2 при длине пролета до 50 м;

$C_x$  – коэффициент лобового сопротивления, принимаемый равным: коэффициент лобового сопротивления,  $C_x = 1,2$  для проводов и тросов диаметром менее 20 мм;

$W$  – определяется по табл. 2.5.1 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 500 \text{ Па} = 51 \text{ кг/м}^2$ ;

$\varphi$  – угол между направлением ветра и осью ВЛ,  $\varphi = 90^\circ$ .

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы)  $P_w^n$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_w^n = P_w^n \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

где  $P_w^n$  – нормативная ветровая нагрузка;

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,1.

Q	86,4	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры
$P_w^n$	57,4	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на провода

#### Гололедная нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная

Нормативная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода и трос  $P_z^n$  определяется по формуле:

$$P_z^n = \pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_o \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_o) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}$$

где  $K_i$ ,  $K_d$  – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода и принимаемые по табл.2.5.4 ПУЭ издание 7,  $K_i = 1,0$  для высоты до 25 м,  $K_d = 0,965$  для диаметра провода 13,5 мм;

$b_o$  – толщина стенки гололеда, мм, по 2.5.46,  $b_o = 15$  мм для II района;

$d$  – диаметр провода,  $d = 13,5$  мм;

$\rho$  – плотность льда, принимаемая равной  $0,9 \text{ г/см}^3$ ;

$g$  – ускорение свободного падения, принимаемое равным  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса)  $P_{гп}$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_{гп} = P_z^n \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d$$

$P_z^n$  – нормативная линейная гололедная нагрузка;

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-002

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3.

$\gamma_d$  - коэффициент условий работы, равный 0,5.

$P_{гп}$	0,74	кг/м	расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода
----------	------	------	---

#### Нормативная гололедная нагрузка на конструкции металлических опор

b	5	мм	толщина стенки гололеда
k	0,8		h=0...5 м
	1,0		h=10 м
	1,01		h=10,7 м
$\mu_2$	0,6		коэффициент
p	0,9	г/см <sup>3</sup>	плотность льда
$i_5$	2,2	кг/м <sup>2</sup>	нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки: h=0...5 м
$i_{10}$	2,7		h=10 м
$i_{10.7}$	2,7		h=10,7 м
$\gamma_f$	1,8		коэффициент надежности по нагрузке
$i_5$	3,9	кг/м <sup>2</sup>	расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки: h=0...5 м
$i_{10}$	4,9		h=10 м
$i_{10.7}$	4,9		h=10,7 м

Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы при гололеде:

$$P_w^H = \alpha_w \cdot K_w \cdot K_l \cdot C_x \cdot W \cdot \sin^2 \varphi$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным  $\alpha_w = 1,0$  для ветрового давления 200 Па;

W – определяется 2.5.43 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 200 \text{ Па} = 20,4 \text{ кг/м}^2$ ;

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы)  $P_w^H$  при механическом расчете проводов и тросов при гололеде по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_w^n = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору  $Q_c^H$  при гололеде определяется по формуле:

$$Q_c^H = K_w \cdot W \cdot C_x$$

W – принимается по 2.5.52 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 200 \text{ Па} = 20,4 \text{ кг/м}^2$ ;

Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободстоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_c^H$$

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры Q, определяется по формуле:

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

Q	34,6	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры при гололеде
$P_w^n$	32,3	кг/м <sup>2</sup>	расчетная ветровая нагрузка на провода при гололеде

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-002

Лист

5

Снеговая нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная.

$S_g$	2,5(254,8)	кПа(кг/м <sup>2</sup> )	нормативное значение веса снегового покрова
$\mu$	1,0		коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие
$c_e$	1,0		коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов
$c_t$	1,0		термический коэффициент
$S_o$	254,8	кг/м <sup>2</sup>	нормативное значение снеговой нагрузки
$\gamma_f$	1,4		коэффициент надежности по нагрузке
$w$	356,7	кг/м <sup>2</sup>	расчетное значение снеговой нагрузки

Коэффициенты надежности по нагрузке

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\gamma_{f1}$	1,1	1,2	1,4	1,8
$\gamma_{f2}$	0,9	-	-	-

Коэффициенты сочетаний

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\psi_1$	1,0	1,0	1,0	1,0
$\psi_2$			0,9	0,9
$\psi_3$			0,7	0,7

Приведенные коэффициенты

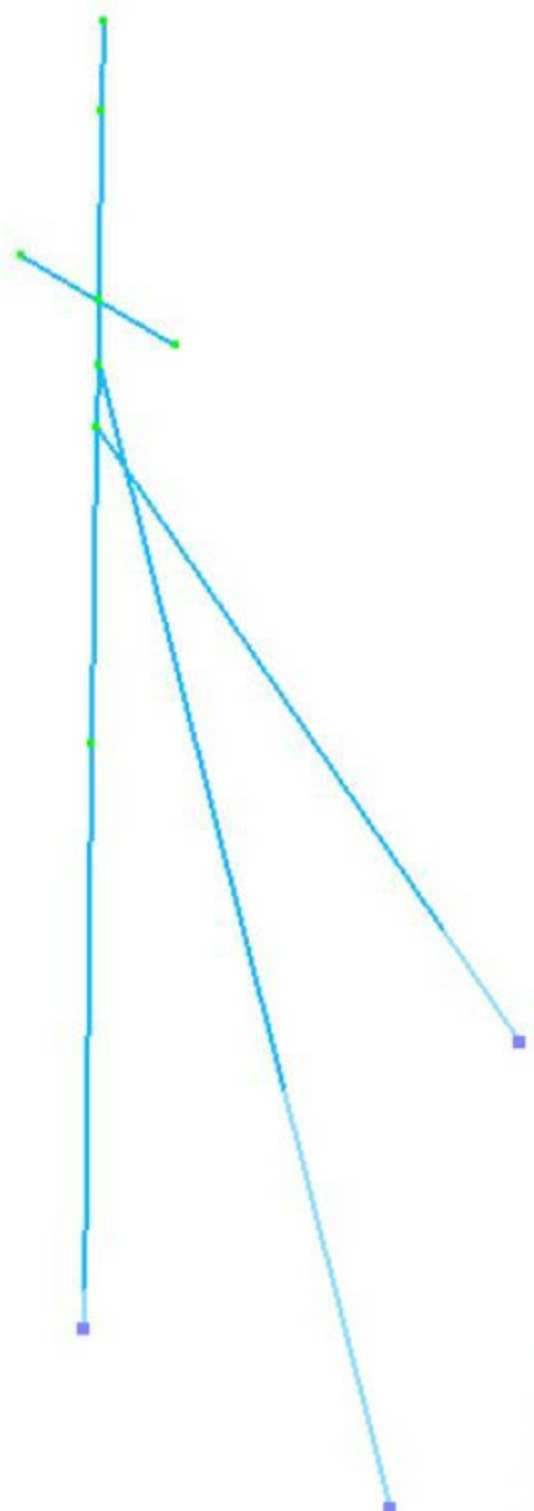
	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\gamma_f \cdot \psi_1$	1,1	1,2	1,4	1,8
$\gamma_f \cdot \psi_2$	0,9		1,26	1,62
$\gamma_f \cdot \psi_3$			0,98	1,26



Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-002



Жесткости и материалы

Назначить элементам схемы

Жесткость: 1. Труба 168 x 8

Материалы: СНИП 2.03.01-84\* Вариант 1

Тип:	Бетон:	Арматура:
<нет>	<нет>	<нет>

Жесткости | Ж/Б | Сталь

Список типов жесткостей

1. Труба 168 x 8

Назначить текущим

Список для фрагмента

Рисунок – Присвоенные жесткости

Инв. №	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

**5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-002**

## 2.2 Результаты программного расчета

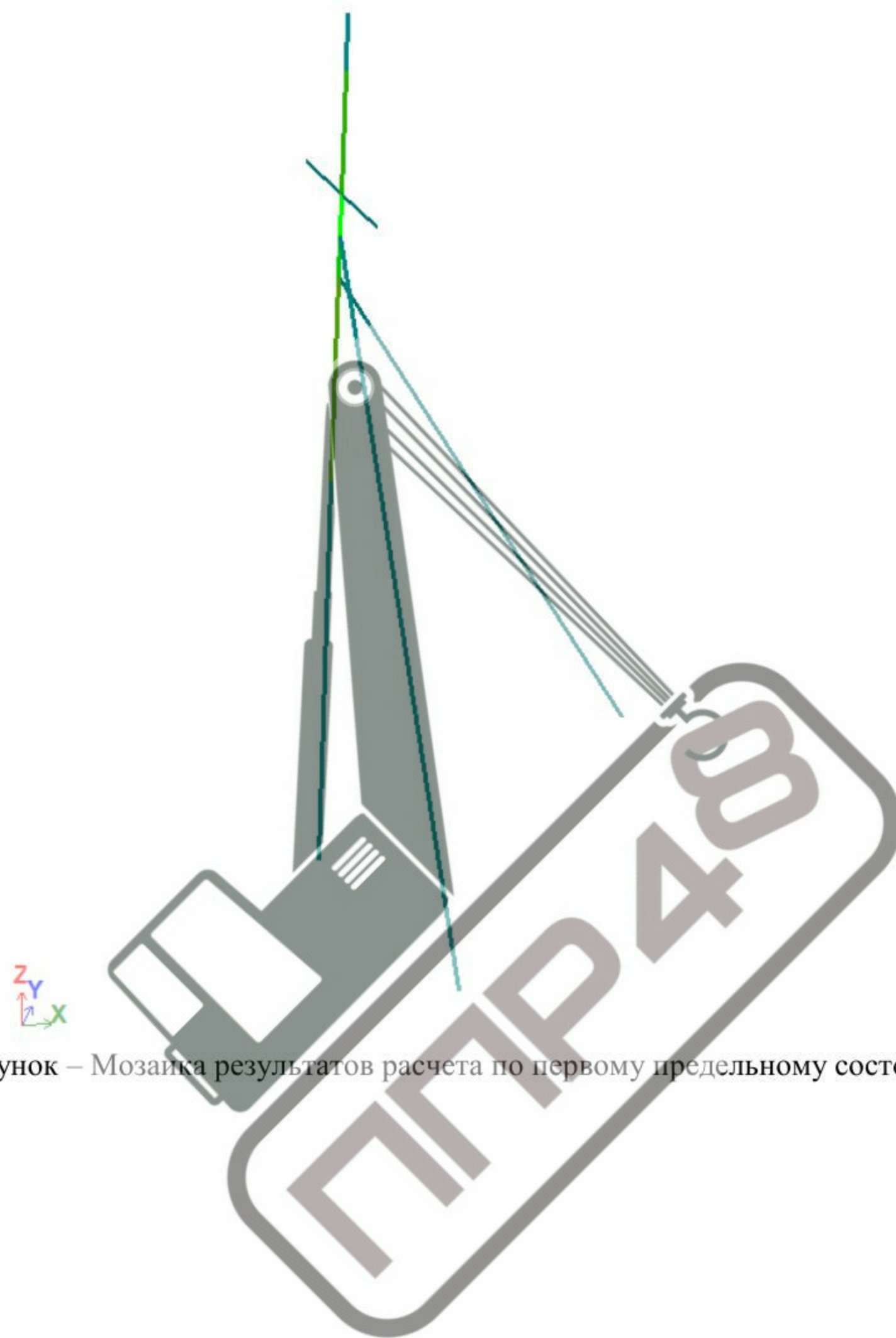
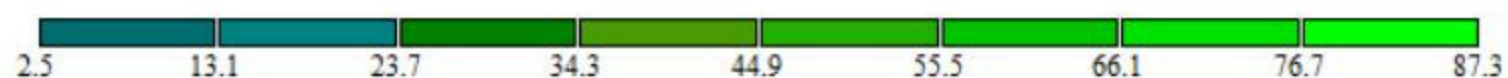


Рисунок – Мозаика результатов расчета по первому предельному состоянию

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
			<b>5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-002</b>				
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

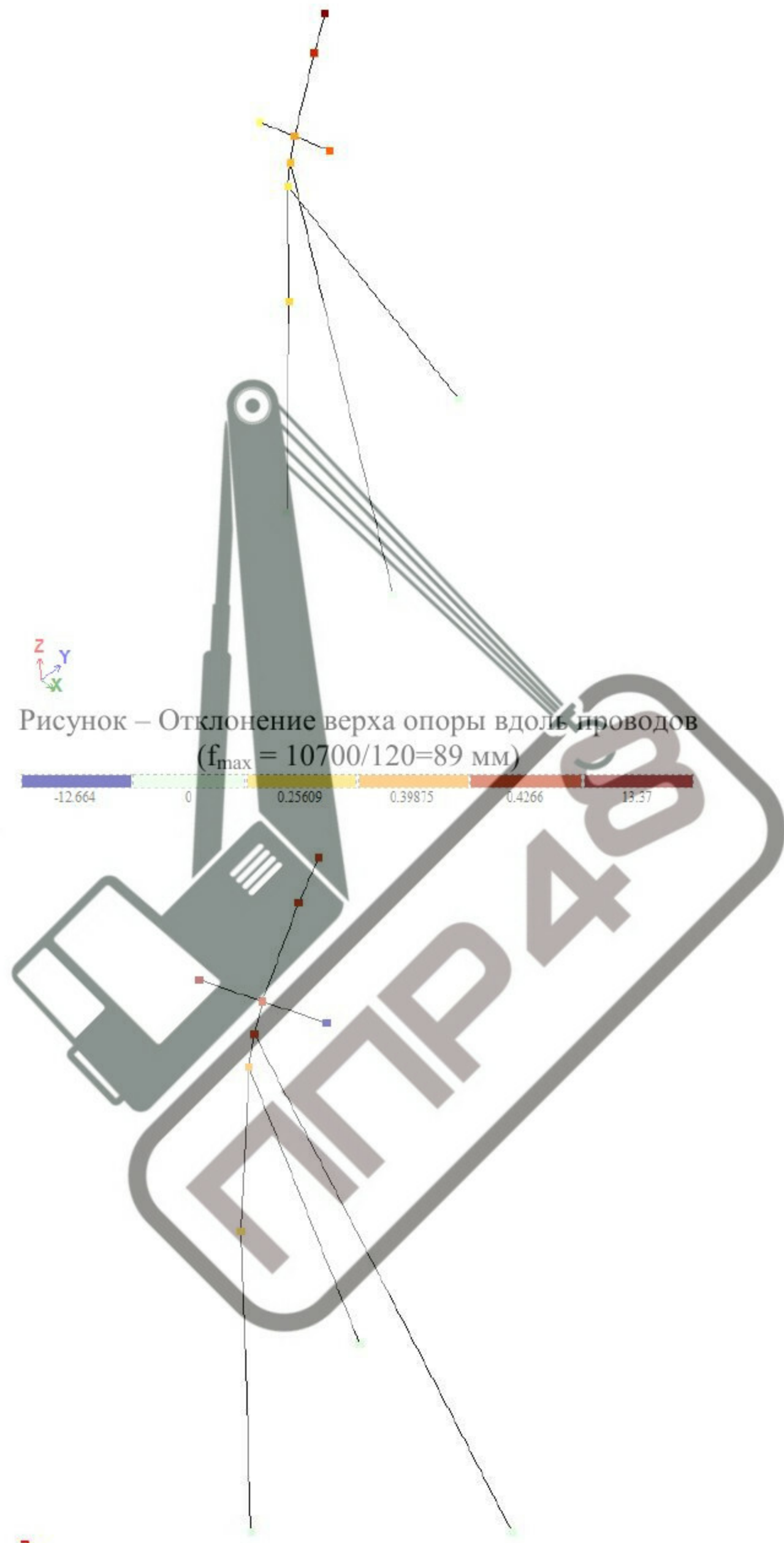


Рисунок – Отклонение верха опоры вдоль проводов  
 $(f_{\max} = 10700/120=89 \text{ мм})$



Рисунок – Вертикальный прогиб консоли  
 $(f_{\max} = 2000/70=28,5 \text{ мм})$

Инд. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

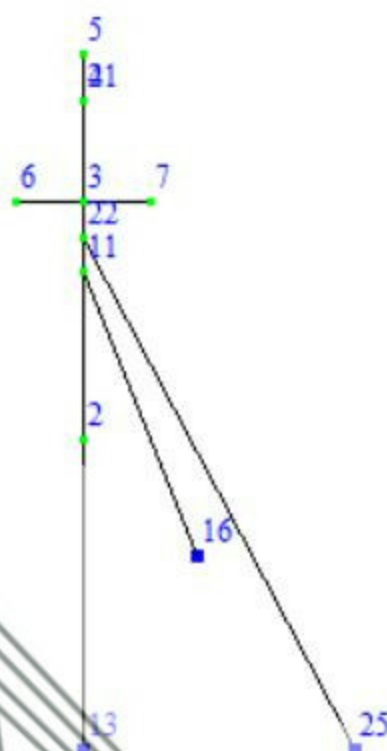
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

**5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-002**



### 2.3 Нагрузки на фундаменты

Нагрузки на фундаменты даны расчетные. Для определения нормативных значений усилий принять коэффициент перегрузки 1,2.



Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты опоры уз. 13				
	Прижимная			Отрывная	
	1	2	3	4	5
Qx, кг (±)	68,3	216,6	88,3	163,3	276,8
Qy, кг (±)	6,2	152,7	139,7	204,4	9,5
N, кг	1290,6	-3255,1	-5096,1	-4003,1	-3473,1
Mx, кгм (±)	16,3	381,1	347,7	443,7	16,5
My, кгм (±)	106,3	465,0	273,8	396,7	617,6

Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты подкоса уз. 16				
	Прижимная			Отрывная	
	1	2	3	4	5
Qx, кг (±)	134,6	180,7	116,0	267,7	103,7
Qy, кг (±)	32,8	32	423,6	43,1	370,7
N, кг	358,1	347,5	943,9	-26,5	-425,1
Mx, кгм (±)	205,2	198,4	134,4	19,8	145,9
My, кгм (±)	243,8	310,0	227,7	369,2	190,7

Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты подкоса уз. 25				
	Прижимная			Отрывная	
	1	2	3	4	5
Qx, кг (±)	1620,6	2228,8	2751,5	117,8	329,1
Qy, кг (±)	1588,0	22,8	25,6	179,5	2,0
N, кг	5108,7	4980,6	5912,1	-166,2	-358,6
Mx, кгм (±)	560,8	71,7	81,7	163,9	2,3
My, кгм (±)	571,7	750,7	728,8	77,8	193,5


### 3 ВЫВОДЫ

Несущая способность опоры обеспечена. Прочность сооружения на основное сочетание нагрузок обеспечена.

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата


5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-002



**КОМСОМОЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ**  
**ОБУСТРОЙСТВО КУСТОВОЙ ПЛОЩАДКИ № 111**  
**КОМСОМОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-001**

### Список исполнителей

Должность, уч. степень исполнителей	Подпись и дата	Инициалы и фамилии исполнителей	Раздел отчета
Инженер		Ю.С. Иконникова	Расчет конструкций, составление отчета

### Содержание

#### **ВВЕДЕНИЕ**

- 1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ**
- 2. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ**
- 3. ВЫВОДЫ**




**5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-001**

Обустройство кустовой площадки №111  
Комсомольского месторождения

Стадия	Лист	Листов
	1	

Инд. №	Подпись и	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№док	Подпись	Дата

## 1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Опора типа Ас 10-1, анкерная на базе решений проекта опор шифр 25.0074. Опора предназначена для одноцепной ВЛ 6 кВ на объекте «Обустройство кустовой площадки № 111 Комсомольского месторождения».

Воздушная линия электропередач (ВЛ) выполняется для передачи или распределения электрической энергии по проводам, находящимся на открытом воздухе и прикрепленных с помощью траверс (кронштейнов), изоляторов и арматуры к опорам или другим сооружениям (мостам, путепроводам).

Опора линии электропередач - сооружение для удержания проводов и при наличии грозозащитных тросов воздушной линии электропередачи и оптоволоконных линий связи на заданном расстоянии от поверхности земли и друг от друга.

Наименование параметра	значение или определяющий параметр	
Климатический подрайон строительства в соответствии с СП 131.13330.2012	ИД	
Расчетная зимняя температура окружающего воздуха с обеспеченностью 0,92 согласно СП 131.13330.2012	Наиболее холодной пятидневки	Наиболее холодных суток
	минус 47°С	минус 50°С
Расчетная зимняя температура окружающего воздуха с обеспеченностью 0,98 согласно СП 131.13330.2012	Наиболее холодной пятидневки	Наиболее холодных суток
	минус 49°С	минус 54°С
Абсолютная температура окружающего воздуха	Абсолютная минимальная	Абсолютная максимальная
	минус 55°С	плюс 36°С
Район и нормативное значение веса снегового покрова по СП 20.13330.2016	V район, 2,5 кПа	
Район и нормативное значение ветрового давления по СП 20.13330.2016	I район, 0,23 кПа	
Район и нормативное значение толщины стенки гололеда по СП 20.13330.2016	II район, 5 мм	
Район по гололеду согласно ПУЭ 7-е издание	II	
Толщина стенки гололеда согласно ПУЭ 7-е издание	15 мм	
Район по ветру согласно ПУЭ 7-е издание	II	
Нормативное ветровое давление согласно ПУЭ 7-е издание	500 Па	

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-001

## 2 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

### 2.1 Сбор нагрузок

#### Собственный вес конструкций.

Тип нагрузки: постоянная.

Вес опоры ВЛ, выполненный по аналогии с опорой АС 10-1 серии 25.0074, составляет 661,9 кг.

#### Полезная нагрузка

Тип нагрузки: длительная.

Марка провода	АС
Сечение провода	95/16мм <sup>2</sup>
Наружный диаметр, мм	13,5
Длина ветрового пролета, м	20,43
Тяжение провода, кН	5,0

Наименование	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности	Расчетная нагрузка
Вес проводов, кг/м	0,385	1,05	0,40
Вес натяжной гирлянды изоляторов (6 шт), кг (ед)	9,41	1,05	9,9

#### Ветровая нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная.

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору  $Q_c^H$  определяется по формуле:

$$Q_c^H = K_w \cdot W \cdot C_x \cdot A$$

где  $K_w$  – принимается по 2.3.44 ПУЭ издание 7 (для высоты средних точек зон конструкций опор ВЛ над поверхностью земли до 15 м),  $K_w = 1,0$

$W$  – принимается по 2.5.52 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 500 \text{ Па} = 51 \text{ кг/м}^2$ ;

$C_x$  – аэродинамический коэффициент, определяемый в зависимости от вида конструкции, согласно строительным нормам и правилам, для сооружений с цилиндрической поверхностью аэродинамические коэффициенты определяются по формуле:

$$c_x = k_\lambda \cdot c_{x\infty} = 0,965 \cdot 0,9 = 0,869,$$

где  $k_\lambda$  – определено в зависимости от относительного удлинения (табл. В.10 СП 20.13330.2016) при  $\lambda_c = 2 \cdot \lambda = 2 \cdot 10,7/0,168 = 127,4$ ,  $\phi = 1$ ;  $k_\lambda = 0,965$ ;

$c_{x\infty} = 0,9$  (рис. В.17 СП 20.13330.2016); при  $Re = 2,6 \cdot 10^5$ ,  $\delta = 1,2 \cdot 10^{-3}$ .

$A$  – площадь проекции, ограниченная контуром конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость перпендикулярно ветровому потоку, вычисленная по наружному габариту,  $A = 2,3 \text{ м}^2$  для ветра в направлении оси  $Y$ ,  $A = 3,1 \text{ м}^2$  для ветра в направлении оси  $X$ .

Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободностоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_n^H$$

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры  $Q$ , определяется по формуле:

Изм. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-001

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

где  $Q_c^H$  – нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки;

где  $Q_n^H$  – нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки;

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3.

Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы  $P_w^H$ , действующая перпендикулярно проводу (тросу), для каждого рассчитываемого условия определяется по формуле:

$$P_w^H = \alpha_w \cdot K_w \cdot K_l \cdot C_x \cdot W \cdot F \cdot \sin^2 \varphi = 0,71 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 51 \cdot 0,276 \cdot 1,0 = 14,38 \text{ кг},$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным  $\alpha_w = 0,71$  для ветрового давления 500 Па;

$K_w$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, определяемый по табл. 2.5.2 ПУЭ издание 7,  $K_w = 1,0$ ;

$K_l$  – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, равный 1,2 при длине пролета до 50 м;

$C_x$  – коэффициент лобового сопротивления, принимаемый равным: коэффициент лобового сопротивления,  $C_x = 1,2$  для проводов и тросов диаметром менее 20 мм;

$W$  – определяется по табл. 2.5.1 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 500 \text{ Па} = 51 \text{ кг/м}^2$ ;

$F$  – площадь продольного диаметрального сечения провода,  $A = 0,276 \text{ м}^2$ .

$\varphi$  – угол между направлением ветра и осью ВЛ,  $\varphi = 90^\circ$ .

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы)  $P_w^H$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_w^H = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f = 14,38 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 15,8 \text{ кг},$$

где  $P_w^H$  – нормативная ветровая нагрузка;

$\gamma_{nw}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_p$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,1.

Ветровая нагрузка при гололеде вдоль оси X:

Q	267,9	кг	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры
$P_w^H$	15,8	кг	расчетная ветровая нагрузка на провода

Ветровая нагрузка при гололеде вдоль оси Y:

Q	198,7	кг	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры
---	-------	----	--

#### Гололедная нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная

Нормативная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода и трос  $P_z^H$  определяется по формуле:

$$P_z^H = \pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_3 \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_3) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} = 3,14 \cdot 1,0 \cdot 0,965 \cdot 15 \cdot (13,5 + 1,0 \cdot 0,965 \cdot 15) \cdot 0,9 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 11,2 \text{ Н/м} = 1,15 \text{ кг/м}$$

где  $K_i$ ,  $K_d$  – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода и принимаемые по табл.2.5.4 ПУЭ издание 7,  $K_i = 1,0$  для высоты до 25 м,  $K_d = 0,965$  для диаметра провода 13,5 мм;

$b_3$  – толщина стенки гололеда, мм, по 2.5.46,  $b_3 = 15$  мм для II района;

$d$  – диаметр провода,  $d = 13,5$  мм;

$\rho$  – плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см<sup>3</sup>;

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инд. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-001

Лист

4

$g$  – ускорение свободного падения, принимаемое равным  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса)  $P_{гп}$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_{гп} = P_{гн} \cdot \gamma_{нв} \cdot \gamma_{р} \cdot \gamma_{ф} \cdot \gamma_{д} = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 0,5 = 0,74 \text{ кг/м}$$

$P_{гн}$  – нормативная линейная гололедная нагрузка;

$\gamma_{нв}$  – коэффициент надежности по ответственности, принимаемы равным 1,0 – для ВЛ до 220 кВ;

$\gamma_{р}$  – региональный коэффициент, принимаемый 1,0;

$\gamma_{ф}$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3.

$\gamma_{д}$  – коэффициент условий работы, равный 0,5.

$P_{гп}$	0,74	кг/м	расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода
----------	------	------	---

#### Нормативная гололедная нагрузка на конструкции металлических опор

$b$	5	мм	толщина стенки гололеда
$k$	0,8		$h=0...5 \text{ м}$
	1,0		$h=10 \text{ м}$
	1,01		$h=10,7 \text{ м}$
$\mu_2$	0,6		коэффициент
$\rho$	0,9	г/см <sup>3</sup>	плотность льда
$i_5$	2,2	кг/м <sup>2</sup>	нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки: $h=0...5 \text{ м}$
$i_{10}$	2,7		$h=10 \text{ м}$
$i_{10,7}$	2,7		$h=10,7 \text{ м}$
$\gamma_f$	1,8		коэффициент надежности по нагрузке
$i_5$	3,9	кг/м <sup>2</sup>	расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки: $h=0...5 \text{ м}$
$i_{10}$	4,9		$h=10 \text{ м}$
$i_{10,7}$	4,9		$h=10,7 \text{ м}$

Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы при гололеде:

$$P_w^n = \alpha_w \cdot K_w \cdot K_f \cdot C_x \cdot W \cdot F \cdot \sin^2 \varphi = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 20,4 \cdot 0,867 \cdot 1,0 = 25,47 \text{ кг}$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным  $\alpha_w = 1,0$  для ветрового давления 200 Па;

$W$  – определяется 2.5.43 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 200 \text{ Па} = 20,4 \text{ кг/м}^2$ ;

$F$  – площадь продольного диаметрального сечения провода,  $F = (d+2 \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_3) \cdot l \cdot 10^{-3} = (13,5+2 \cdot 1,0 \cdot 0,965 \cdot 15) \cdot 20,43 \cdot 10^{-3} = 0,867 \text{ м}^2$ .

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы)  $P_w^n$  при механическом расчете проводов и тросов при гололеде по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_w^n = P_w^n \cdot \gamma_{нв} \cdot \gamma_{р} \cdot \gamma_{ф} = 25,47 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 28,0 \text{ кг}$$

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору  $Q_c^n$  при гололеде определяется по формуле:

$$Q_c^n = K_w \cdot W \cdot C_x \cdot A,$$

$W$  – принимается по 2.5.52 ПУЭ издание 7 (для II района),  $W = 200 \text{ Па} = 20,4 \text{ кг/м}^2$ ;

$A$  – площадь проекции, ограниченная контуром конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость перпендикулярно ветровому потоку,

Изм. №

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-001

Лист

5

вычисленная по наружному габариту,  $A = 2,3 \text{ м}^2$  для ветра в направлении оси Y,  $A = 3,1 \text{ м}^2$  для ветра в направлении оси X.

Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободностоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_n^H$$

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры Q, определяется по формуле:

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f$$

Ветровая нагрузка при гололеде вдоль оси X:

Q	107,2	кг	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры при гололеде
$P_w^H$	28,0	кг	расчетная ветровая нагрузка на провода при гололеде

Ветровая нагрузка при гололеде вдоль оси Y:

Q	79,6	кг	расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры при гололеде
---	------	----	---

### Снеговая нагрузка

Тип нагрузки: кратковременная.

$S_g$	2,5(254,8)	кПа(кг/м <sup>2</sup> )	нормативное значение веса снегового покрова
$\mu$	1,0		коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие
$c_e$	1,0		коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов
$c_t$	1,0		термический коэффициент
$S_o$	254,8	кг/м <sup>2</sup>	нормативное значение снеговой нагрузки
$\gamma_f$	1,4		коэффициент надежности по нагрузке
w	356,7	кг/м <sup>2</sup>	расчетное значение снеговой нагрузки

### Коэффициенты надежности по нагрузке

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\gamma_{f1}$	1,1	1,2	1,4	1,8
$\gamma_{f2}$	0,9	-	-	-

### Коэффициенты сочетаний

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\psi_1$	1,0	1,0	1,0	1,0
$\psi_2$			0,9	0,9
$\psi_3$			0,7	0,7

### Приведенные коэффициенты

	Собственный вес Постоянная	Полезная Длительная	Ветровая Кратковременная	Гололедная Кратковременная
$\gamma_f \cdot \psi_1$	1,1	1,2	1,4	1,8
$\gamma_f \cdot \psi_2$	0,9		1,26	1,62
$\gamma_f \cdot \psi_3$			0,98	1,26

Изм. №

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-001

Лист

6



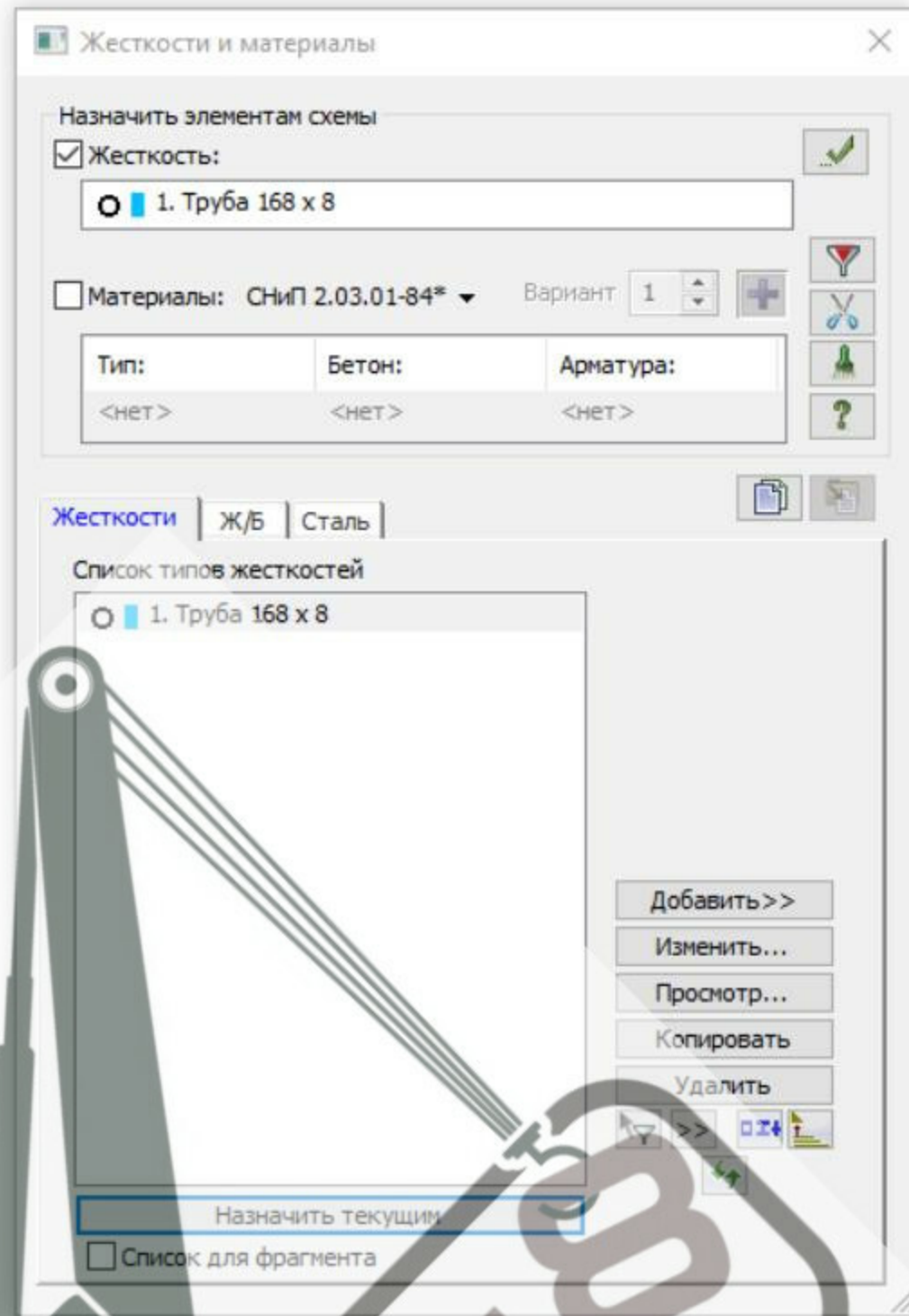
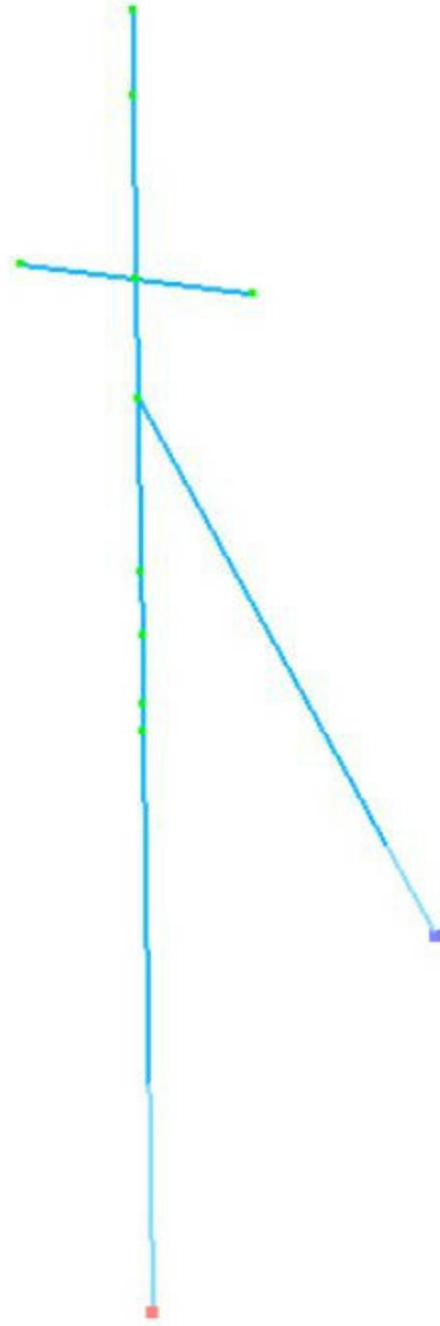


Рисунок — Присвоенные жесткости

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата	5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-001	

## 2.2 Результаты программного расчета

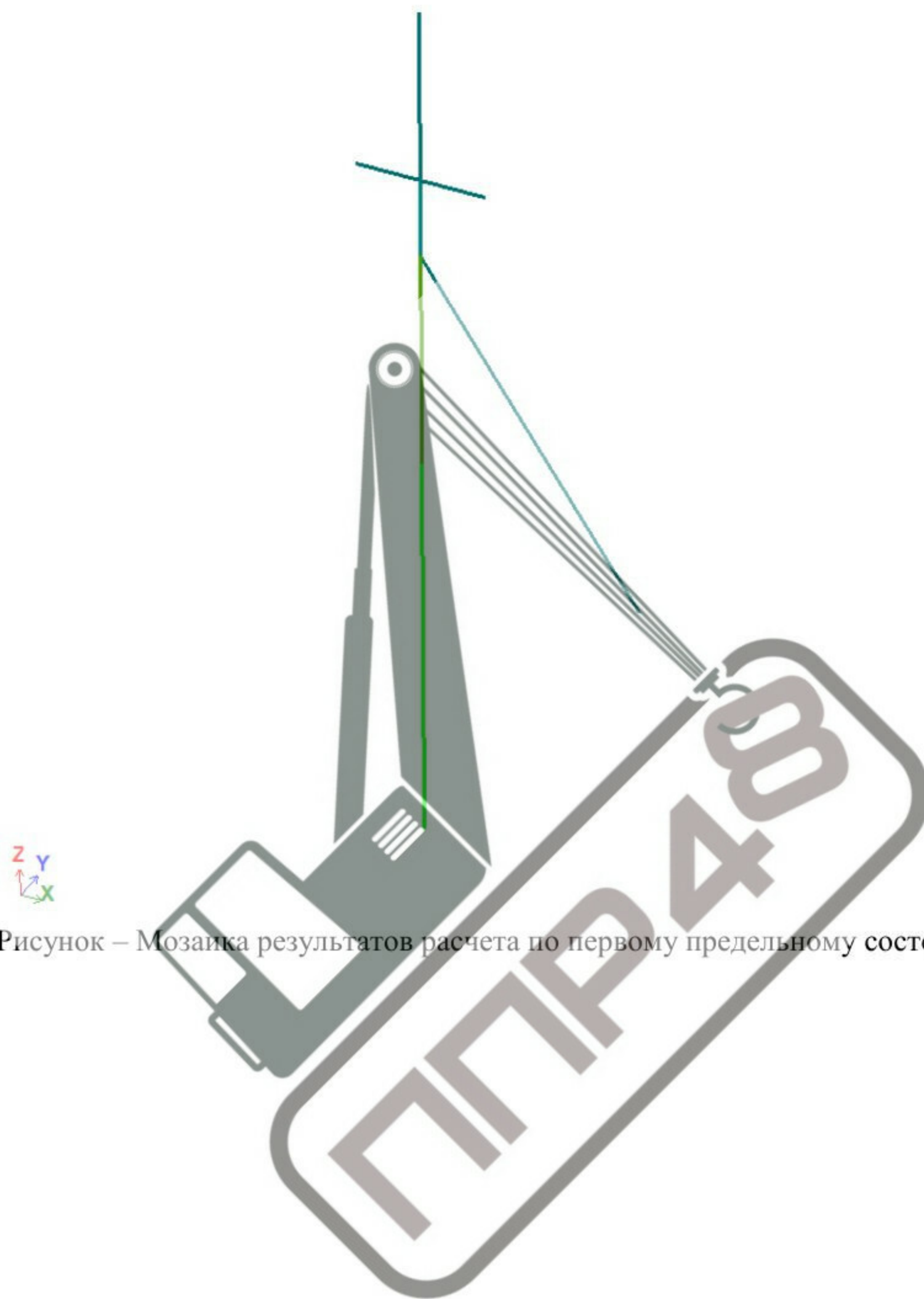


Рисунок – Мозаика результатов расчета по первому предельному состоянию

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата	5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-001	

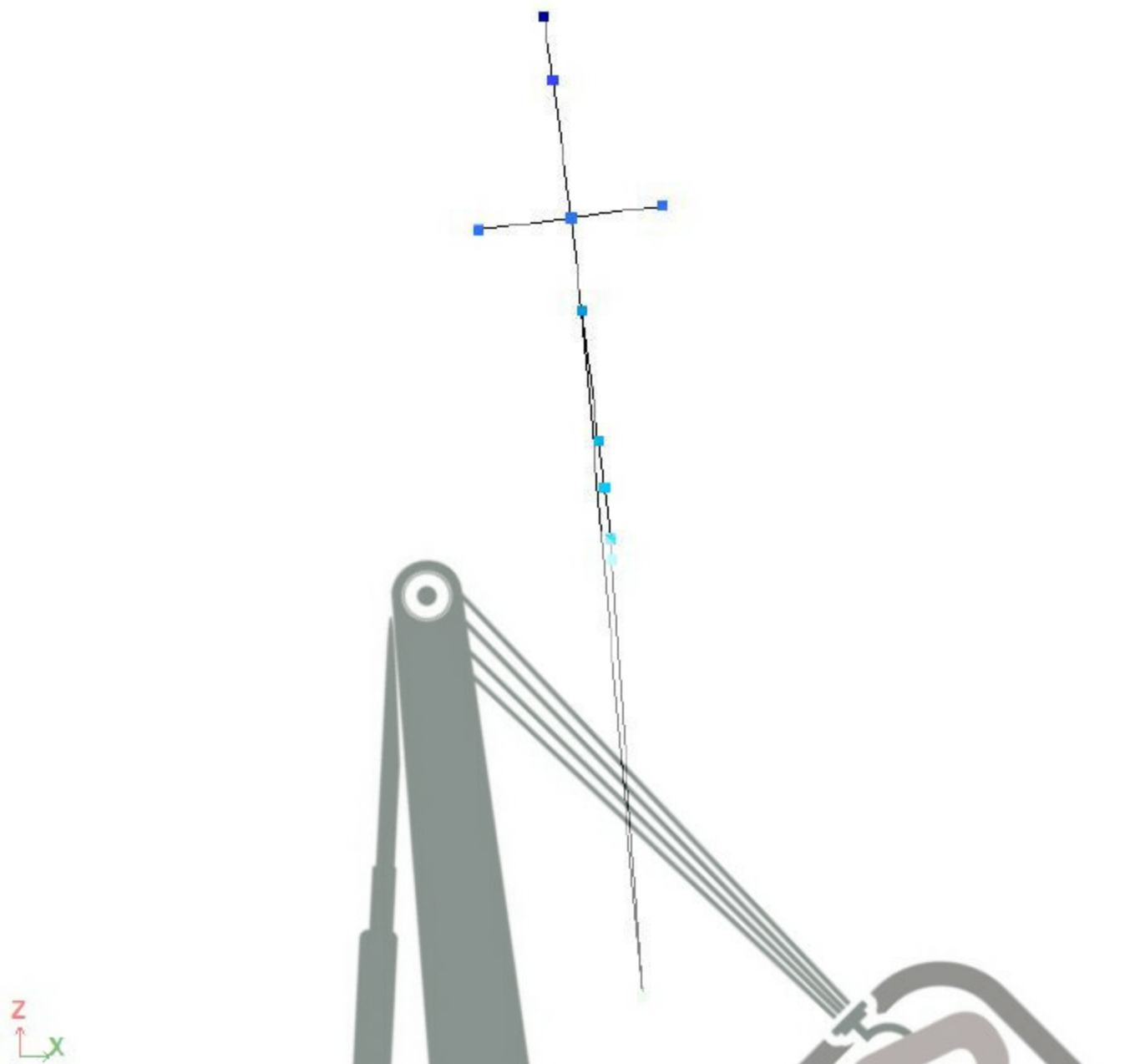
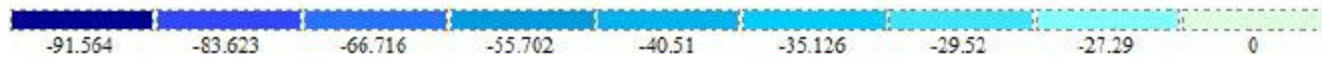


Рисунок – Отклонение верха опоры поперек проводов  
 $(f_{\max} = 10700/70=152 \text{ мм})$



Рисунок – Вертикальный прогиб консоли  
 $(f_{\max} = 2000/50=40 \text{ мм})$

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

**5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-001**

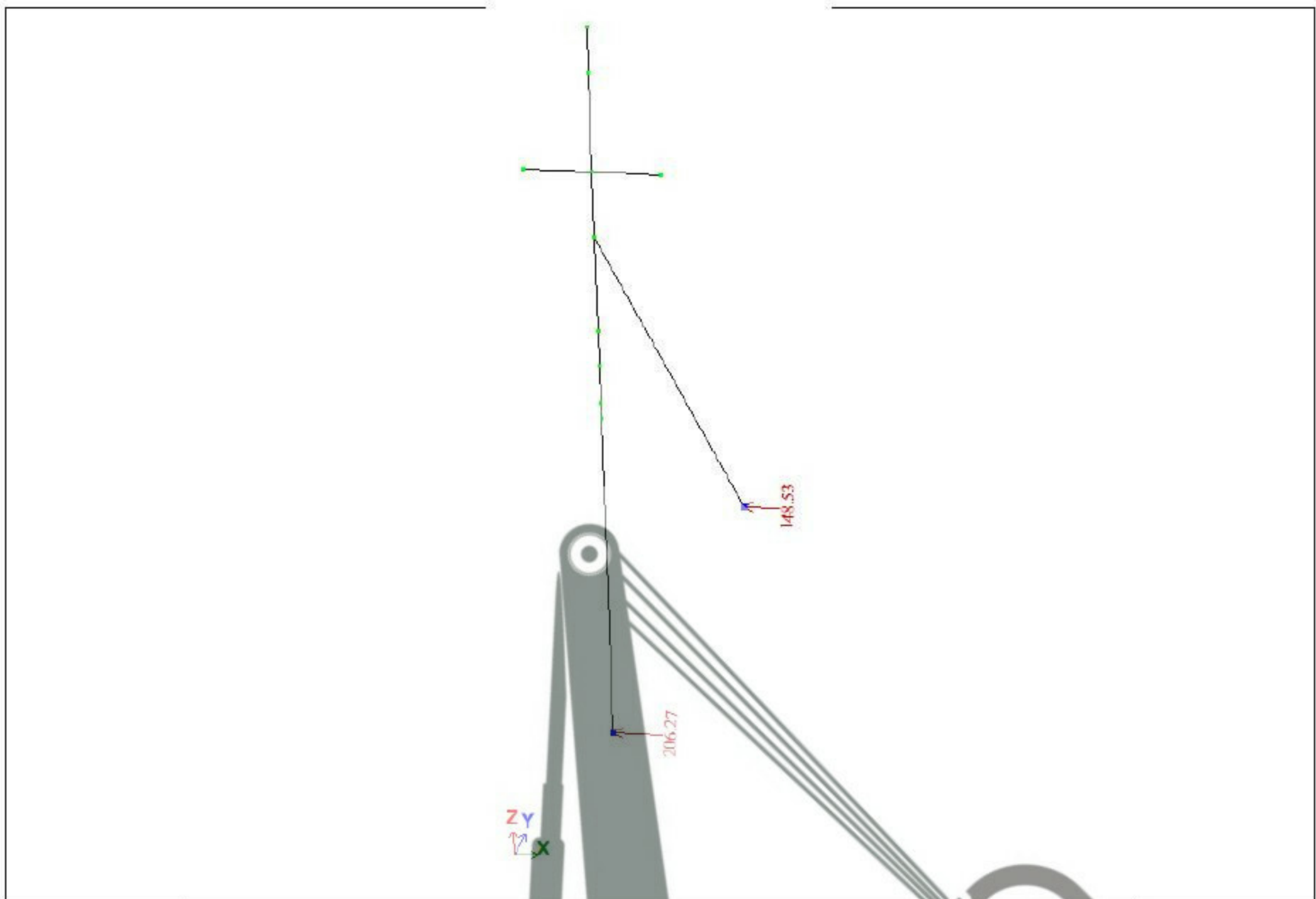


Рисунок - Максимальные сдвигающие усилия в фундаменте (Px, кг)

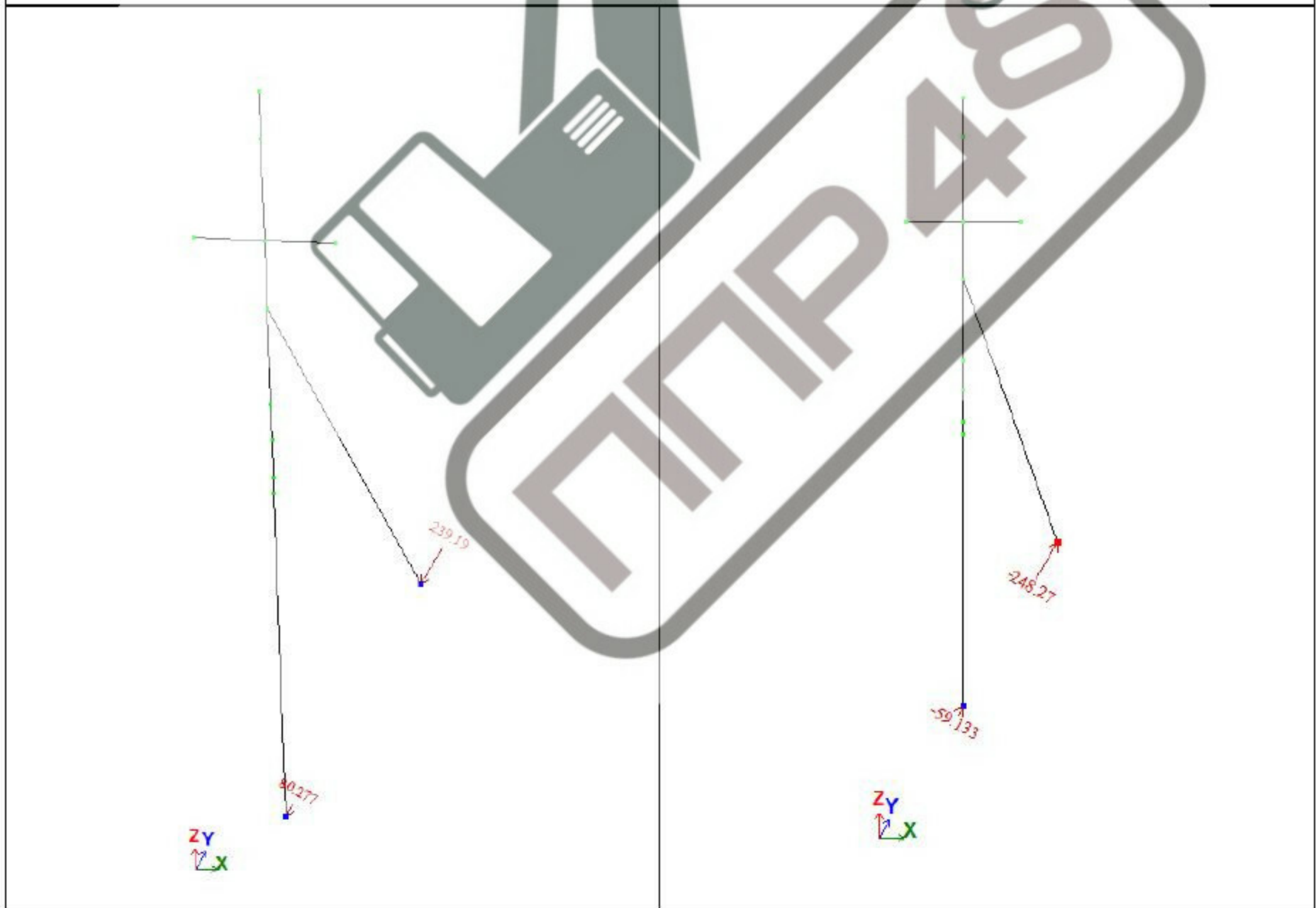


Рисунок - Максимальные сдвигающие усилия в фундаменте (Py, кг)

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-001

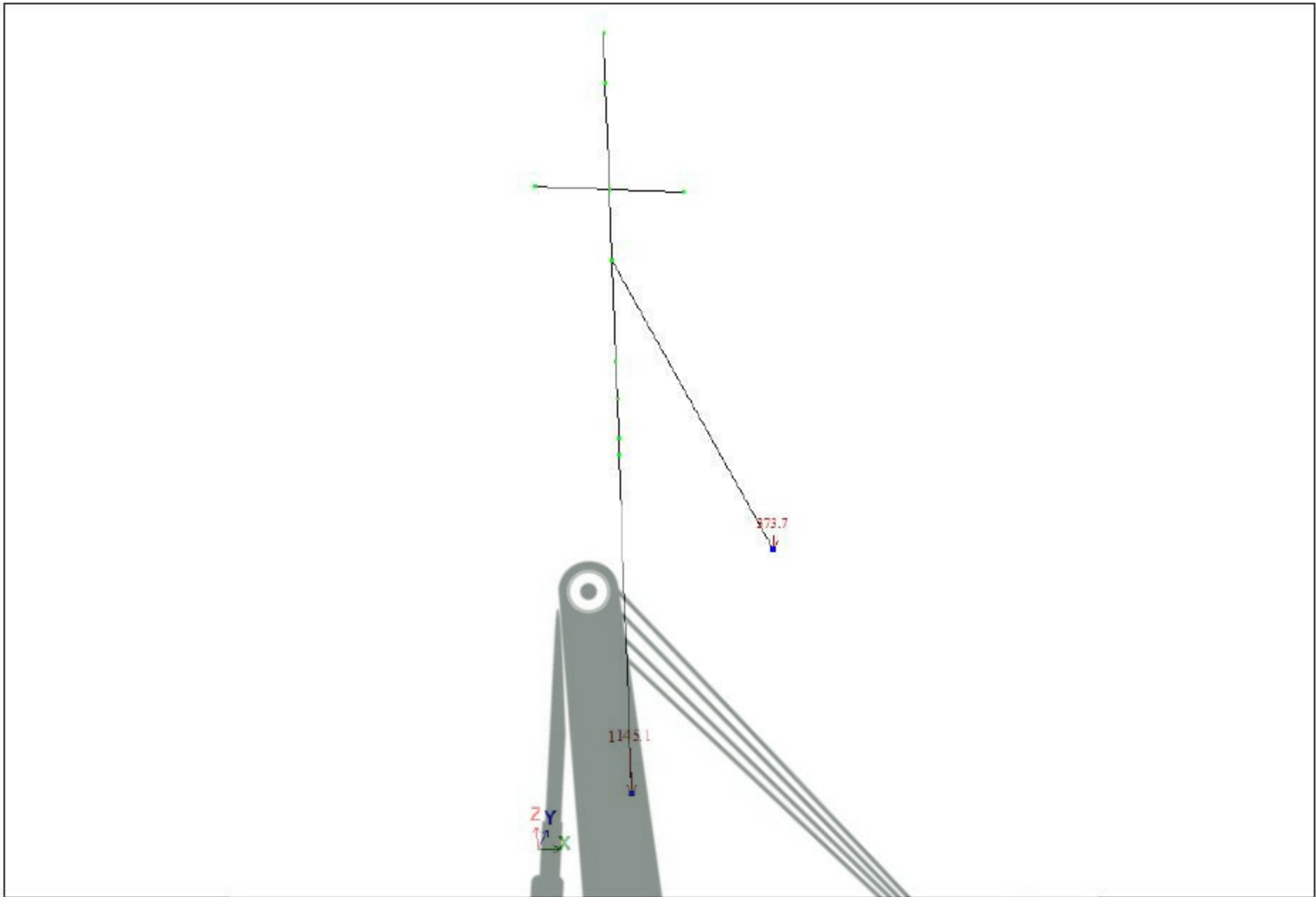


Рисунок – Максимальное прижимное усилие в фундаменте (Pz, кг)

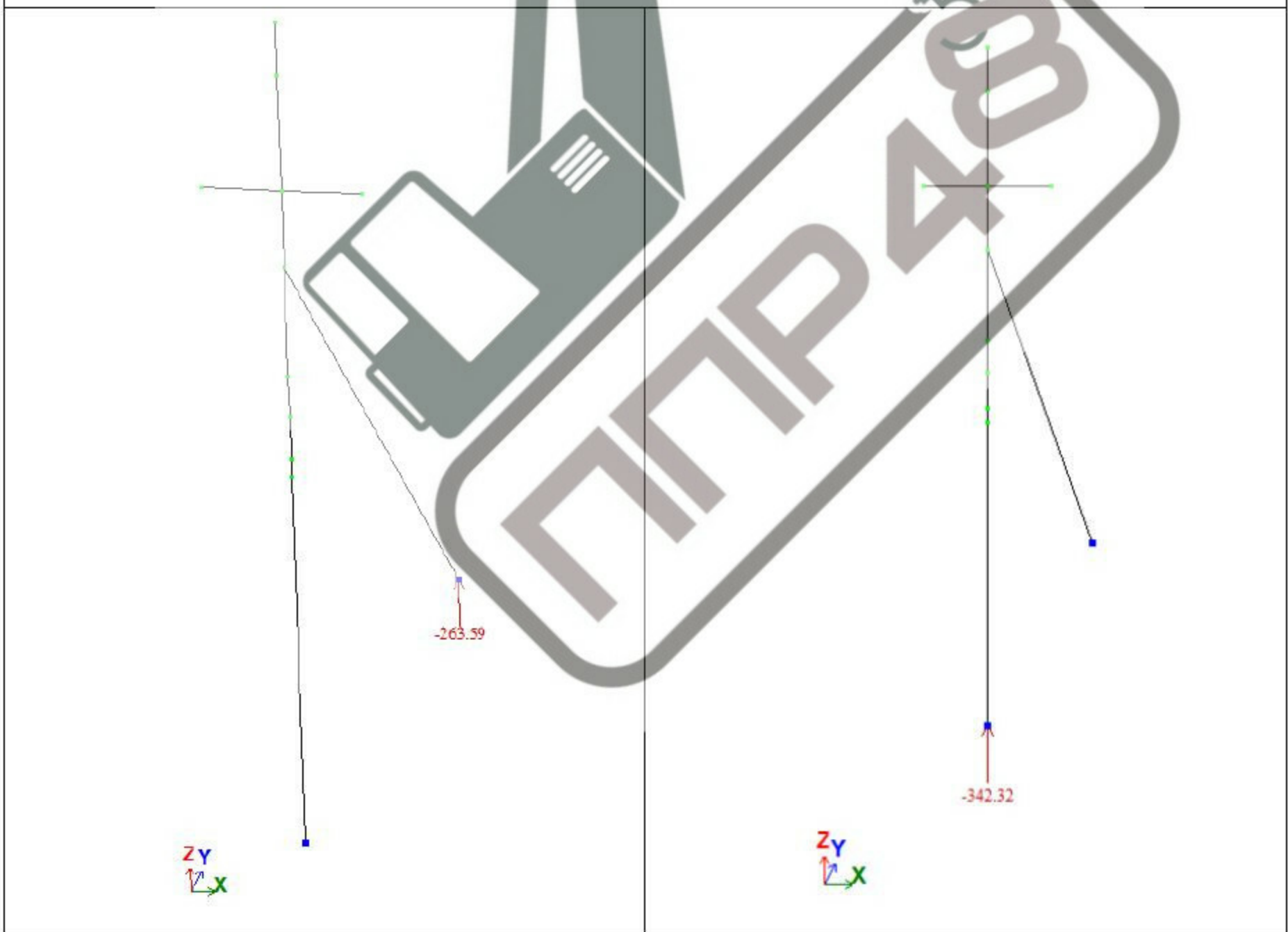


Рисунок – Максимальное отрывное усилие в фундаменте (Pz, кг)

Инов. №

Подпись и дата

Взам. инв. №

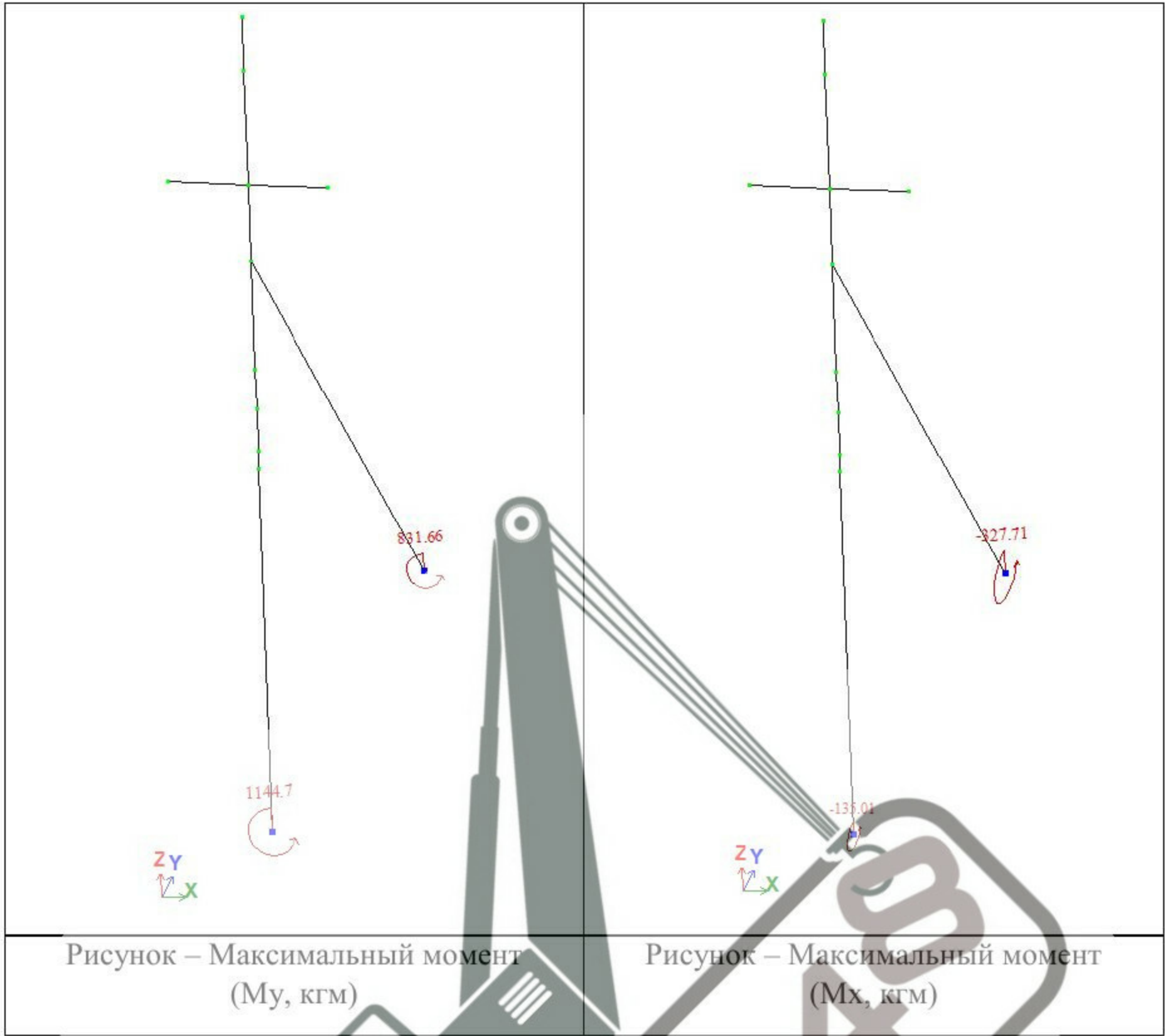
Инов. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-001

Лист

11



Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

5724/10066-P-002.080.850-ЭВ-01-P-001

## 2.3 Нагрузки на фундаменты

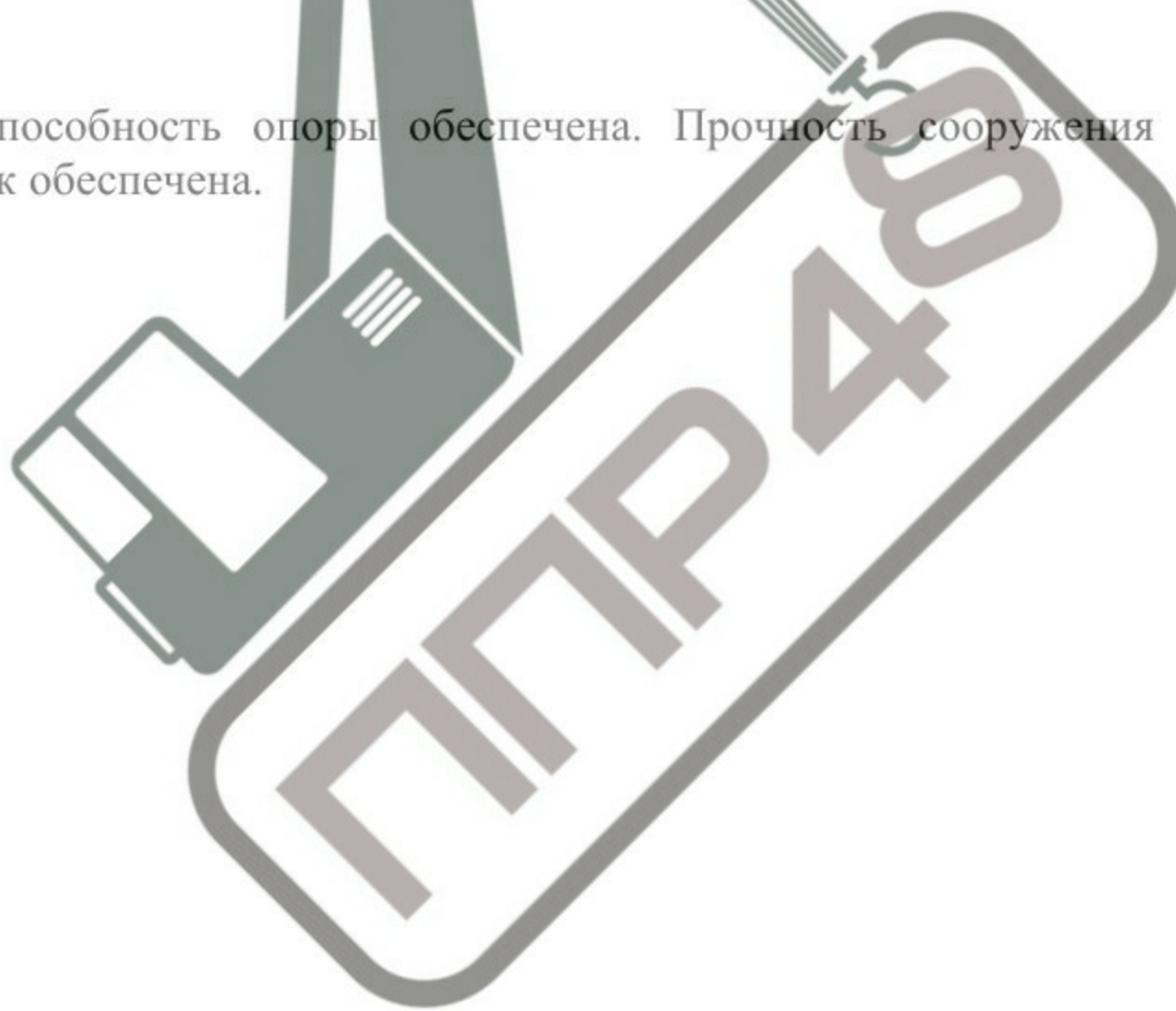
Нагрузки на фундаменты даны расчетные. Для определения нормативных значений усилий принять коэффициент перегрузки 1,2.

Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты опоры				
	Прижимная			Отрывная	
	1	2	3	4	5
Qx, кг (±)	-	206,3	-	206,3	-
Qy, кг (±)	69,8	21,1	80,3	9,1	50,1
N, кг	925,6	802,8	1145,1	473,4	131,1
Mx, кгм (±)	108,6	53,8	135,0	23,2	58,0
My, кгм (±)	-	1144,7	-	1144,7	-

Обозначение усилий	Расчетные нагрузки на фундаменты подкоса					
	Прижимная			Отрывная		
	1	2	3	4	5	6
Qx, кг (±)	78,1	-	148,5	-	-	148,5
Qy, кг (±)	21,8	269,4	21,1	237,6	227,1	9,1
N, кг	373,7	704,9	362,5	-163,8	20,2	158,8
Mx, кгм (±)	246,9	151,2	239,5	206,3	327,7	105,0
My, кгм (±)	539,7	-	831,7	-	-	831,7

## 3 ВЫВОДЫ

Несущая способность опоры обеспечена. Прочность сооружения на основное сочетание нагрузок обеспечена.



Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата	5724/10066-Р-002.080.850-ЭВ-01-Р-001	
							13